universität wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Zur Umweltgeschichte der Schießpulverproduktion in der Habsburgermonarchie:

Die Auswirkungen der frühneuzeitlichen Salpeterherstellung auf die Bodenfruchtbarkeit von Agrarökosystemen“

Verfasser

Dino Leon Güldner

angestrebter akademischer Grad

Magister der Philosophie (Mag.phil.)

Wien, 2013

| | |
|---|---|
| Studienkennzahl lt. Studienblatt: | A 312 |
| Studienrichtung lt. Studienblatt: | Diplomstudium Geschichte |
| Betreuerin | Univ.-Prof. Ing. Dr. phil. Verena Winiwarter |

## Danksagung

An dieser Stelle sei all jenen mein Dank ausgesprochen, die sich durch ihre Hilfestellung, ihren Rat und ihre Unterstützung hervorgetan haben.

Mein besonderer Dank gilt:

Frau Prof. Winiwarter. Sie hat meine Begeisterung an diesem Thema geweckt und mich während der langen Entstehungsdauer dieser Arbeit stets unterstützt und aufgebaut. Ein großes Dankeschön für die Geduld und die intensive Betreuung.

Prof. Krausmann, für die Bereitstellung von Materialien und die beratenden Gespräche. Sie waren mir eine große Hilfe bei der empirischen Forschungsarbeit.

Prof. Erich Draganits, für die freundliche Bereitstellung von Kartenmaterial.

Dr. Gergely Horváth, für die wertvollen Tipps im Umgang mit den Quellen aus den ungarischen Archiven.

Herzlichen Dank an alle ArchivarInnen und AusheberInnen im Österreichischen Staatsarchiv, dem Burgenländischen Landesarchiv und den Komitatsarchiven in Györ und Mosonmagyaróvár. Dankeschön an Dr. Hutterer und Mag. Sperl.

Der größte Teil der schriftlichen Arbeit ist während meines Zivildiensts im Dokumentationsarchiv des österreichischen Widerstandes entstanden. Daher gilt mein besonderer Dank dem DÖW, das eine oder andere Auge und manchmal auch beide Augen zugedrückt zu haben.

Danke an Paul Häuslmayer für die Hilfe bei den lateinischen Texten.

Meiner lieben Familie, in tiefer Verbundenheit für die jahrelange Unterstützung.

Danke an mein Brüderl Dario.

Danke Isabelle!

# Zur Umweltgeschichte der Schießpulverproduktion in der Habsburgermonarchie

Die Auswirkungen der frühneuzeitlichen Salpeterherstellung auf die Bodenfruchtbarkeit von Agrarökosystemen

## KAPITEL I

### DER SALPETER ZWISCHEN GETREIDE- UND SCHLACHTFELD

1.1 PROLOG ..... 10

## KAPITEL II

### EINFÜHRUNG - FORSCHUNGSFRAGEN UND DER THEORETISCHE HINTERGRUND

2.1 PROBLEMZUSAMMENHÄNGE ..... 18
2.2 ZIEL DER ARBEIT UND PRÄSENTATION DER FORSCHUNGSFRAGEN ..... 21
2.3 THEORETISCHER HINTERGRUND UND DARSTELLUNG DER BEARBEITUNG DER FORSCHUNGSFRAGEN ..... 23
2.3.1 VERORTUNG IN DER UMWELTGESCHICHTE ..... 23
2.3.2 DIE BEARBEITUNG DER FORSCHUNGSFRAGEN ..... 24
*2.3.2.1 Die sozionaturalen Schauplätze der Salpeterproduktion ..... 24*
*2.3.2.2 Die Auswirkung der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit ..... 29*

## KAPITEL III

### DIE BIOLOGISCHEN UND CHEMISCHEN GRUNDLAGEN

3.1 ZUR VERORTUNG DES SALPETERS ..... 34
3.2 DER STICKSTOFFKREISLAUF ..... 36
3.2.1 N-INPUT ..... 40
*3.2.1.1 Asymbiotische Fixierung ..... 40*
*3.2.1.2 Symbiotische Fixierung ..... 41*
*3.2.1.3 Deposition ..... 42*
3.2.2 N-UMSATZ IM BODEN ..... 43
*3.2.2.1 Mineralisierung ..... 45*
*3.2.2.2 Immobilisierung ..... 47*
*3.2.2.3 Nitrifikation ..... 48*
*3.2.2.4 Mineralisierungsrate ..... 49*
*3.2.2.5 Assimilation ..... 49*
3.2.3 N-OUTPUT ..... 51
*3.2.3.1 Denitrifikation ..... 51*
*3.2.3.2 Ausgasung ..... 52*
*3.2.3.3 Auswaschung: ..... 54*

## KAPITEL IV

### DE SALNITRO - ZUR SALNITERHÄLTIGEN ERDE UND DEN AGRARÖKOLOGISCHEN SCHAUPLÄTZEN IHRER GENESE


4.1 ZUR "SALNITERHÄLTIGEN" ERDE ..... 56

4.2 AGRARÖKOLOGISCHE ARRANGEMENTS DER SALPETERPRODUKTION ..... 61

4.2.1 DIE DAMMERDE (HUMUS) ..... 61
4.2.2 DIE SALNITERHÄLTIGEN ARRANGEMENTS IN DEN SCHAUPLÄTZEN DER TIERHALTUNG ..... 66
*4.2.2.1 Miststätten und Düngergruben ..... 66*
*4.2.2.2 Die Stallböden ..... 71*
*4.2.2.3 Stallwände ..... 74*

4.3 ARRANGEMENTS DER DÖRFER UND STÄDTE ..... 75


## KAPITEL V

### ZUR GEWINNUNG DES SALPETERS


5.1 DIE CHEMISCH-TECHNISCHEN GRUNDLAGEN DER SALPETERHERSTELLUNG ..... 78


## KAPITEL VI

### DIE ADMINISTRATION DES K. K. SALNITERWESENS UND DIE SCHAUPLÄTZE DER SALPETERPRODUKTION


6.1 GRUNDLINIEN DES EUROPÄISCHEN SALPETERWESENS ..... 84

6.2 DIE ADMINISTRATION DES SALPETERWESENS. ..... 87

6.3 DIE SCHAUPLÄTZE DER SALPETERERZEUGUNG - DIE ERZEUGUNGSREGIME ..... 94

6.3.1 DAS NOMADISCHE ERZEUGUNGSREGIME ..... 94
6.3.2. DAS SEMI-NOMADISCHE ERZEUGUNGSREGIME ..... 95
6.3.3 DIE PLANTAGENWIRTSCHAFT ..... 98
*6.3.3.1 Das Erzeugungsregime Ostungarns ..... 102*


## KAPITEL VII

### DIE AUSWIRKUNGEN DER SALPETERPRODUKTION AUF DIE BODENFRUHTBARKEIT DES AGRARÖKOSYSTEMS


7.1 EINLEITUNG ..... 108

7.2 QUELLEN UND MATERIAL ..... 110

7.2.1 MARIA-THERESIANISCHES URBAR ..... 112
7.2.2 DIE DICAL-KONSCRIPTION ..... 113
7.2.3 JOSEPHINISCHER STEUERKATASTER ..... 116
7.2.4 MISCELLA ..... 117

7.3 METHODEN ..... 117

7.3.1 Zur Epistemologie des sozialen Metabolismus ... 117
*7.3.1.1 Konzeptualisierung des sozialen Metabolismus ... 121*
*7.3.1.2 Kolonisierung von Natur ... 122*
7.3.2 Die Material- und Energieflussanalyse ... 124
7.3.3 Berechnungsmethoden ... 126
7.3.4 Darstellungsmethode ... 129
7.3.5 Zusammenfassung ... 134

7.4 SOZIOÖKONOMISCHE UND NATURRÄUMLICHE BEGENBENHEITEN ... 134

7.5 DATENERHEBUNGEN ... 138

7.5.1 Landnutzung in Pamhagen ... 138
*7.5.1.1 Ackerland ... 139*
*7.5.1.2 Grünland ... 149*
*7.5.1.3 Zusammenfassung ... 152*
7.5.2 Landnutzung Illmitz ... 152
*7.5.2.1 Ackerland ... 153*
7.5.2 Salpeterproduktion ... 154
7.5.3 Pflanzliche Produktion ... 157
*7.5.3.1 Ackerland - Getreide ... 158*
*7.5.3.2 Grünland - Heu: ... 166*
7.5.4 Viehbestand: ... 167
*7.5.4.1 Methode I - Berechnung des Viehbestandes ... 177*
*7.5.4.2 Methode II - Berechnung des Viehbesatzes ... 179*
7.5.5 Tierische Abfälle: ... 182
*7.5.5.1 Anfall tierischer Ausscheidungen ... 183*
*7.5.5.2 Inhaltsstoffe tierischer Ausscheidungen ... 185*
7.5.5.2.1 Stickstoffgehalt Frischmist ... 187
Methode I: ... 187
Methode II: ... 189
7.5.5.2.2 Stickstoffgehalt Stallmist ... 193
*7.5.5.3 Zusammenfassung ... 193*

7.6 BERECHNUNG DER FLÜSSE ... 197

7.6.1 Input aus der Natur in die Naturkolonie ... 197
7.6.2 Input aus den Naturkolonien Ackerland und Grünland ... 200
7.6.3 Lagerzuwächse der Landwirtschaft ... 201
7.6.4. Output der Landwirtschaft in die übrige Gesellschaft ... 203
7.6.5 Output von der Landwirtschaft in die Naturkolonie Ackerland ... 203
7.6.5 Output der Naturkolonie Ackerland in die Natur ... 207
7.6.6 Stoffflusmodell Pamhagens ... 211

7.7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION ... 213

7.7.1 Die Nährstoffbilanzen Pamhagens und Illmitz als Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit ... 213
*7.7.1.1 Anthropogene Einflussgrößen auf die N-Nachlieferung des Bodens ... 214*
7.7.1.1.1 Kolonisierende Eingriffe - Die Wirtschaftsweise ... 215
7.7.1.1.2 Kolonisierende Eingriffe - Anthropogene Stoffströme ... 218
*7.7.1.2 Naturale Einflussgrößen auf die N-Nachlieferung des Bodens ... 219*
*7.7.1.3 Zusammenfassung ... 221*
7.7.2 Die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit ... 224
*7.7.2.1 Produktionsform des Pamhagener Salpetergewerbes ... 224*
*7.7.2.2 Die Nährstoffentnahme - Zur Quantifizierung des Nährstofftransfers ... 225*
7.7.2.2.1 Rottemist ... 226
7.7.2.2.2 Salniterhältige Erden ... 229
*7.7.2.3 Die Auswirkungen des Nährstofftransfers auf die N-Nachlieferung des Ackerbodens ... 231*
*7.7.3 Die Ökonomie des Salpetergewerbes im Kontext des Agrarökosystems ... 235*

## KAPITEL VIII

### ZUSAMMENFASSUNG

8. ZUSAMMENFASSUNG ..... 239

BIBLIOGRAPHIE UND QUELLENVERZEICHNIS ..... 243

ABKÜRZUNGEN ..... 244
QUELLENVERZEICHNIS ..... 245
BIBLIOGRAPHIE ..... 247
ONLINE PUBLIKATIONEN: ..... 266
DIGITALE RESSOURCEN: ..... 267

ANHANG ..... 268

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS


ABB. 3.1: SCHEMATISCHER STICKSTOFFKREISLAUF 039

ABB. 7.1: STICKSTOFFFLUSSMODELL DES LANDWIRTSCHAFTSSEKTORS 131

ABB. 7:2: LEBENSRAUM SEEWINKEL 1784 137

ABB. 7.3: JOSEPHINISCHE LANDESAUFNAHME PAMHAGENS 140

ABB. 7.4: DIGITALE BODENKARTE PAMHAGENS 140

ABB. 7.5: ILLMITZ UM 1784 153

ABB. 7.6: WEIDENDE GRAURINDER IM HANSÁG 173

ABB. 7.7: STICKSTOFFFLUSSMODELL PAMHAGENS 1779/80 212

ABB. 7.7: GRAURINDER BEIM PFLÜGEN DER SCHWEREN BÖDEN IM HANSÁG 218

ABB. 7.9: AUSWIRKUNGEN DER SALPETERPRODUKTION AUF DIE N-NACHLIEFERUNG IN STALLBÖDEN 230


## TABELLENVERZEICHNIS


TAB. 7.1: FLÄCHENINHALT DES ACKERLANDES BERECHNET NACH DIVERSEN GRÖßENKLASSEN 144

TAB. 7.2: FLÄCHENUMFANG DER SUBSYSTEME IM FASSIONS-SUMMARIUM PAMHAGENS 1789 148

TAB. 7.3: GEMEINDEFLÄCHE PAMHAGENS 1779/80 152

TAB. 7.4: ÜBERSCHLAG ZUR SALPETERPRODUKTION ZWISCHEN 1779 UND 1780 157

TAB. 7.5: MAßE, GEWICHTE UND INHALTSSTOFFE PFLANZLICHER PRODUKTE FÜR DAS BGL. IM 18. JH. 158

TAB. 7.6: ERNTEREGISTER PAMHAGENS UND ILLMITZ 162

TAB. 7.7: ERNTEDATEN PAMAGEN 165

TAB. 7.8: ERNTEDATEN ILLMITZ 165

TAB. 7.9: HEUERNTE PAMHAGENS 1789 166

TAB. 7.10: ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ASPEKTE DER TIERHALTUNG 171

TAB. 7.11: ZAHLEN ZUR VIEHHALTUNG IN PAMHAGEN 1779 UND ILLMITZ 1766 171

TAB. 7.12: VIEHBESTAND - METHODE I 178

TAB. 7.13: VIEHBESTAND - METHODE II 181

TAB. 7.14: MISTANFALL 185

TAB. 7.15: STICKSTOFFGEHALTSWERTE DES FM - METHODE I 188

TAB. 7.16: STICKSTOFFGEHALTSWERTE DES FM - METHODE II 192

TAB. 7.17: ÜBERBLICK BERECHNUNGSARTEN DES STICKSTOFFGEHALTS VON FM UND SM 195

TAB. 7.18: MENGE UND N-GEHALTSWERTE DES FELD- UND STALLFALLENDEN MISTES 196

TAB. 7.19: N-GEHALT ERNTE 200

TAB. 7.20: AB-/AUSGASUNGSVERLUSTE 207

TAB. 7.21: FLÄCHENBILANZEN 222

KAPITEL 1

# DER SALPETER: ZWISCHEN GETREIDE- UND SCHLACHTFELD

"Es sind aber Ihro Mayst. zur Zeit von der Nothwendigkeit noch nicht überzeugt diesen Antrag* in Erfüllung bringen zu lass, nachdem dadurch (...) der Landwürtschaft, durch welche der Unterthan sich in contributhionsfähigen Stand erhalten muß, und selbst dem Reichsten des Eigenthums den größten Zwang angethan werd würde."

*[Ein Verkaufszwang der Holzasche an die Salpetersieder]

OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1112, 1776 - 6 - 427

## 1.1 Prolog

In einem vom 3. Mai 1776 datierten Bittgesuch[1] überbrachten die oberösterreichischen Salnitersieder[2] Nachricht an Kaiser Joseph II. ihre beschwerliche wirtschaftliche Lage betreffend. Darin klagten sie, dass es ihnen bei den grundlegendsten Rohstoffen zur Herstellung des für die Kriegsführung unentbehrlichen Salpeters mangle. Ihnen bliebe auch jede Unterstützung seitens der Österreichischen *Salniter-Erzeugungs-Compagnie* verwehrt, einer "Entreprise", die sich in den 1770ern etabliert hatte und für die Produktion des Salpeters in Ober- und Niederösterreich verantwortlich zeichnete. Somit hoffte man, zumindest beim Hofkriegsrat in Wien Gehör zu finden, denn wollte der Kaiser Kriege führen dann benötigte man Schießpulver und damit auch Salpeter.

Das Schießpulver ist ein Gemisch, das sich zu je einem Teil aus Schwefel und Holzkohle und zu vier Teilen aus Salpeter zusammensetzt.[3] Seit seinem militärstrategischen Siegeszug im auslaufenden Mittelalter verbreitete sich das Schießpulver rasant auf den Schlachtfeldern Europas. Zunächst konnte der Bedarf durch den Handel mit Venedig gedeckt werden, bis die steigende Nachfrage die Herrschaften in die eigenständige Produktion von Schießpulver trieb. Binnen kürzester Zeit hatte sich ein hoch technisierter Wirtschaftszweig entwickelte und das Monopol des Markuslöwen war erloschen. War die Herstellung der Kohle aus Holz und der Bezug des Schwefels über den innereuropäischen Handel vergleichsweise einfach und günstig, handelte es sich bei der Produktion des Salpeters um ein kostspieliges und mühseliges Unterfangen. Da der Salpeter nur an wenigen ariden Standorten auf der Erde als natürlicher Rohstoff aus dem Boden ausblüht, war das vom Überseehandel abgeschottete Österreich auf eine autarke, inländische Industrie angewiesen, die den Salpeter "künstlich" herstellte. Dazu wusste man sich der sogenannten *Pottasche* und der *salniterhältigen Erde*, einer salpeterreichen Erde, zu bedienen. Mittels des chemischen Verfahrens des Läuterns raffinierten die Salpetersieder aus diesen beiden Rohstoffen den kriegswichtigen Salpeter.

Die Antwort auf das Gesuch der Salpetersieder folgte prompt. Der Hofkriegsrat hatte sich sehr rasch des vorgebrachten Anliegens angenommen und die Beschwerden geprüft. So hatten

[1] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1112, 1776 - 6 - 427, 03.05.1776.
[2] Anm.: „Salniter“ ist das gängige österreichische Synonym für den Begriff „Salpeter“ und dürfte sich aus der lat. Bezeichnung „sal(e) niter“ bzw. „sal nitro“ ableiten lassen. In dieser Arbeit werden die beiden Begriffe gleichwertig behandelt, wobei der Begriff Salniter speziell in Verbindung mit den Originalquellen verwendet wird.
[3] *Anton Semek*, Geschichte der Artillerie, ihr Werdegang, ihre Entwicklung bis heute (Wien 1908) 32.

sich die Salnitersieder in ihrem Schreiben darüber mokiert, dass die von Seiten der Erzeugungskompanie zugesicherten Lieferungen von Pottasche seit geraumer Zeit ausblieben. Für die Sieder war dieser Werkstoff aber unverzichtbar. Sie benötigten die Pottasche zum „*Brechen*“ des Salpeters aus einer Lauge, welche sie durch das Auswaschen der salniterhältigen Erde mit Wasser zuvor gewonnen hatten. Um Abhilfe zu schaffen, griffen sie auf gewöhnliche Holzasche zurück, doch hätten nun auch die Bauern den Salnitersiedern den Verkauf dieser wertvollen Ressource verwehrt. In einem weiteren Anklagepunkt erhoben die Sieder einen weitaus brisanteren Vorwurf gegen die Landwirte.

Die Bauern kämen den Siedern zuvor und würden die salniterhältige Erde aus ihren Ställen heben, noch bevor die Salnitersieder zu Werke gehen könnten. Dies sei ein schweres Vergehen, zumal die salniterhältige Erde überall im Reich als landesfürstliches Regal zu handhaben sei. Die Erde war landesfürstliches Eigentum und durfte nur von Personen verführt und verarbeitet werden, die mit entsprechenden Patenten versehen worden waren.[4] Der Verstoß der Bauern gegen diese Patentverordnungen und das Salpeter-Regal erschwerte die wirtschaftliche Tätigkeit der Salnitersieder. Die Situation wurde aber unerträglich, da die Bauern die Erde aus ihren Viehställen aushoben „und dann die Oefnungen mit Sand, und Steinen füll[t]en, andurch aber die Nachzüglung des Salniters gänzlichen verhinder[t]en“[5]. Damit waren die Salnitersieder nicht nur akut, sondern langfristig bedroht.

Was ist mit „Nachzüglung“ bzw. Nachlieferung gemeint? Beim Salpeter handelt es sich um Kaliumnitrat ($KNO_3$). Das Kaliumnitrat steht mit dem terrestrischen Stickstoffkreislauf in enger Verbindung. Die Verwesung pflanzlicher und tierischer Substanzen ist ein essentieller Schritt im Stickstoffkreislauf. Hierbei wird im Zuge verschiedener Reaktionsketten der organisch gebundene Stickstoff (N) durch mikrobielle Prozesse in seine mineralische Form, das Nitrat ($NO_3^-$), umgewandelt.

Salniterhältige Erde ist eine stark verfaulte Komposterde oder Humus, also Erde aus Mistgruben oder Ställen. Infolge der Zersetzung der organischen Substanz der Böden und der Verrottung der kontinuierlich zugeführten stickstoffreichen Abfälle und Exkremente kommt es im Laufe der Zeit speziell an Mistplätzen und in Ställen zu einer erhöhten Bildung von $NO_3^-$. Die Salnitersieder beschränkten sich nicht alleine auf Erden, in denen die Verrottung der stickstoffhaltigen Stoffe bereits stark fortgeschritten war. Im Grunde konnten zur Salpeterherstellung alle abgestorbenen tierischen und pflanzlichen Materialien herangezogen

[4] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4417, 06.08.1746.
[5] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1112, 1776 - 6 - 427, 20.06.1776.

werden, sofern sich durch die mikrobielle Zersetzung ihres organischen Stickstoffs bereits genügend $NO_3^-$ zur Verarbeitung gebildet hatte. Stallmist und Jauche oder der Torf aus Mooren sind Beispiele für solche Materialien.
In Abhängigkeit von den in der Bodenlösung vorliegenden und durch die Zersetzung frei gewordenen Kationen (Magnesium, Natrium usw.), konnten verschiedene Nitrate entstehen (z.B.: Natriumnitrat - $NaNO_3$). Diese Nitrate waren allesamt lange Zeit unter der Sammelbezeichnung Salpeter bekannt, wodurch sich auch die begriffliche Unschärfe für die salniterhältige Erde, als ein nitratreicher Boden, erklärt. Allerdings ist nur der „wahre" Salpeter, das $KNO_3$, zur Herstellung des Schießpulvers geeignet. Dazu wurden die leicht wasserlöslichen Nitrate aus der salniterhältigen Erde ausgewaschen und die dadurch erhaltene Lauge mit Pottasche ($K_2CO_3$) vermengt, um aus dieser Lösung das gewünschte Kaliumnitrat zu „*läutern*".

Zusammenstöße zwischen dem Salpetergewerbe und der Zivilbevölkerung, wie sie uns die Quelle zum oberösterreichischen Salpetergewerbe bezeugt, waren keine Seltenheit, vielmehr war das Problem omnipräsent. Es war den Salpetersiedern per kaiserlichem Patent gestattet, sämtliche Behausungen und Scheunen der Untertanen auf der Suche nach der salniterhältigen Erde zu betreten und dort danach zu graben. Für die ländliche Bevölkerung war diese Praktik nicht selten mit großen Schäden an Hof und Gemäuer verbunden. Durch diesen Umstand liegt uns in der Hauptsache Quellenmaterial vor, das aus Sicht der Geschädigten Auskunft über die entstandenen Schäden gibt.[6]
Das Bittgestell der oberösterreichischen Salnitersieder schenkt uns Einsicht in die Lebenswirklichkeit der Sieder, wodurch sich eine völlig neue Sicht auf die Salpeterproduktion ergibt. Die Quelle gibt Auskunft über die agrarökologischen Aspekte dieser Industrie und deren Verquickung mit der Landwirtschaft, womit sich die Herangehensweise zur Geschichte der Salpeterproduktion erschließt.

Die Landleute verwehrten den Siedern den Verkauf der Holzasche aus dem einfachen Grunde, da sie die Asche zur Erhaltung der Fruchtbarkeit ihrer Felder auf die Äcker führten. Gleiches geschah mit der salniterhältigen Erde, die die Bauern aus ihren Ställen hoben und vermutlich beim Pflügen in ihre Flur eingeackert haben. Der hohe Nitratgehalt der Stallerde machte diese

[6] Anm.: Siehe dazu exemplarisch die Beschwerden bezüglich der Grabungen im Stift zu Klosterneuburg; OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1000, 1774 - 6 - 615, 15.06.1774.

zum begehrten Rohstoff der Salpetersieder, gleichzeitig nimmt sie einen essentiellen Platz im Nährstoffkreislauf des Agrarökosystems ein.
Durch die Umsetzung des Stickstoffs in Nitrat wird der in den organischen Verbindungen gespeicherte Stickstoff mineralisiert und so wieder für die Pflanzen verfügbar gemacht. Nur in dieser anorganischen Form kann der Stickstoff von den Pflanzenwurzeln aufgenommen und erneut zu stickstoffhältigen organischen Verbindungen synthetisiert werden. Dies erklärt die Bedeutung der salniterhältigen Erde als wesentliches Element im Nährstoffkreislauf des Agrarökosystems und als Düngemittel für die Landwirtschaft und macht verständlich, warum die oberösterreichischen Bauern um ihre wertvolle Erde bangten und sie lieber selbst auf ihre Felder verteilten.
Was in der Quelle als böswillige Absicht unterstellt wird, gilt in Oberösterreich schon lange als Düngepraxis, das gemeinsam mit Kärnten in der Frage der agrarischen Produktivität an der Spitze stand und lange vor den übrigen Ländern der cisleithanischen Reichshälfte mit dem Anbau von Klee und neuen Düngestrategien eine agrarische Revolution im frühneuzeitlichen Österreich einleitete.[7]

Die passive Haltung des Kaisers in der Angelegenheit verdeutlicht den Interessenkonflikt um den Salpeter als militärstrategischem Rohstoff und als agrarökologischem Nährstoff. Im kameralistischen Wohlfahrtsdenken des ausgehenden 18. Jahrhunderts konnte Joseph II. wohl kaum Maßnahmen gegen das Vorgehen der Bauern setzen, da jeder Schritt gegen die Landwirte bzw. eine Förderung der Nährstoffentnahme durch das Salpetergewerbe „der Landwürtschaft, durch welche der Unterthan sich in contributhionsfähigen Stand erhalten muß, und selbst dem Reichsten des Eigenthums den größten Zwang angethan werd [sic] würde.“[8] Die Landwirtschaft wurde im Kameralimus als das wirtschaftliche und finanzielle Rückgrat sowie als das Maß für den Wohlstand eines modernen, aufgeklärten Staats betrachtet.[9]
Erst der neuerlich aufflackernde Konflikt mit Preußen um die bayerische Erbfolge 1778, der sich die spöttische Bezeichnung „Kartoffelkrieg“ verdiente, veranlasste Josef II, eine eigene Patentordnung für Österreich ob der Enns herauszugeben. In der Verordnung vom 27. März 1778 wurden den „Gebäudeinhabern“ verboten, die salniterhältige Erde auszugraben, „und

[7] Siehe: *Roman Sandgruber*, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918 (= *Alfred Hoffmann* et. al. (Hg.), Materialien zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte 2, Wien 1978) 162.
[8] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1112, 1776 - 6 - 427.
[9] Vgl.: *Walter Achilles*, Landwirtschaft in der Frühen Neuzeit (= *Lothar Gall* (Hg.), Enzyklopädie deutscher Geschichte 10, München 1991) 10-15.

zum Nachteil der diesfälligen Erzeugung heißes Wasser, oder Kohllösch und Wellsand“[10] darauf zu schütten. Es wurde auch betont, dass die zur Erzeugung des Salpeters notwendige Asche und das Brennholz an die Sieder verkauft werden solle.
Wir wissen nicht ob dem Kaiser die Zusammenhänge zwischen der Landwirtschaft und der Kriegsindustrie klar waren. Doch heute stellt sich die Frage, ob das Salpetergewerbe eine ständige Belastung für die Landwirtschaft darstellte, oder gar einen Einfluss auf die agrarische Produktivität nahm.

In der Geschichtswissenschaft wurde der Frage der Schießpulverproduktion nur wenig Aufmerksamkeit beigemessen. Die Historiker setzen seine Existenz voraus.[11] Die Umweltgeschichte der Salpeterproduktion soll die Eigenheiten des Salpeterwesens in der Habsburgermonarchie im europäischen Kontext herausarbeiten und mit Methoden und Praktiken anderer europäischer Großmächte kontrastieren.
Als zeitlicher Rahmen wurden die Regierungszeiten Maria Theresias sowie Joseph II. und damit das letzte Drittel des 18. Jahrhunderts gewählt. Das historische Verhältnis zwischen der frühneuzeitlichen Gesellschaft und ihrer natürlichen Umwelt ist im Fokus des Erkenntnisinteresses. Dieses Verhältnis wird mit Hilfe des einleitend vorgestellten und in der Historiographie bisher noch unbeachteten Aspekts der Koppelung zwischen den gesellschaftlichen Bereichen Landwirtschaft und Salpeterwirtschaft auf der einen Seite und den agrarischen Ökosystemen auf der anderen Seite, erörtert.
Einen Schwerpunkt des Forschungsvorhabens bildet dabei der systemische Zugang mit Fragen zur historischen Nachhaltigkeit des Agrarökosystems und einer Evaluierung der möglichen Konsequenzen der Nährstoffentnahme seitens des Salpetergewerbes. Die zum Zwecke der materiellen Versorgung der Gesellschaft von der Landwirtschaft veränderten und gepflegten agrarischen Ökosysteme zeichnen sich durch einen sensiblen Nährstoffkreislauf aus. Mit dem Zugriff der Salpetersieder auf die nährstoffreiche Erde und deren Entnahme werden im Zuge dieses Forschungsvorhabens mögliche, langfristige Auswirkungen auf die Nährstoffbilanz der Böden und die damit einhergehende Degeneration der Bodenfruchtbarkeit auf der Basis einer *Stickstoffbilanzierung* der historischen Agrarökosysteme untersucht.
Neben diesem breiteren systemischen Zugang widmet sich die Arbeit auch Detailfragen. Unter einem umwelthistorischen Blickwinkel werden jene Punkte untersucht, an denen eine

[10] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 8, 1778 - 10 - 219.
[11] *Carsten Walczok*, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz. Die Fabrikation von Schießpulver im 18. und 19. Jahrhundert am Beispiel zweier Pulvermühlen (= *Arno Herzig*, *Franklin Kopitzsch* (Hg.), Veröffentlichungen des Hamburger Arbeitskreises für Regionalgeschichte 26, Berlin 2009) 12.

Überschneidung zwischen der Landwirtschaft und dem Salpetergewerbe im historischen Agrarökosystemen zu verorten ist. Diese *sozionaturalen Schauplätze* werden beispielsweise dahingehend untersucht, welche agrarischen Arrangements den Praktiken der Salpetersieder zur Verfügung standen, beziehungsweise wo sich jene Arrangements und Praktiken verorten lassen, die in letzter Konsequenz zum Entzug der Nährstoffe durch das Salpetergewerbe führten.

KAPITEL 2

# EINFÜHRUNG - FORSCHUNGSFRAGEN UND DER THEORETISCHE HINTERGRUND

## 2.1 Problemzusammenhänge

Die vorliegende Arbeit versteht sich als ein erster Beitrag zur Umweltgeschichte der Salpeterproduktion im Österreich der Frühen Neuzeit. Dabei richtet sich der Blick auf ein Gewerbe, das keineswegs als unbedeutendes Handwerk gelten kann. Nichtsdestotrotz wurde dem Thema bislang nur wenig Beachtung geschenkt, sodass es als „Fußnote" in der Historiographie zusehends in Vergessenheit zu geraten drohte. Bereits 1905 konstatierte Ottmar Thiele, dass ein Schleier des Vergessens diese große staatliche Unternehmung zu umnachten beginnt.[12]

Bei einer genaueren Betrachtung und nach eingehendem Studium des Untersuchungsgegenstandes entpuppte sich dieses Gewerbe als eine gewaltige, staatliche Unternehmung merkantilistischen Charakters. Durch die nahezu uneingeschränkten Grabungspatente der Salpetersieder - es war ihnen gestattet, in allen Scheunen, Ställen und Häusern nach der salniterhältigen Erde zu suchen - durchdrang die Salpetererzeugung sämtliche Lebensbereiche und berührte alle Gesellschaftsschichten gleichermaßen. Weder die geistige Obrigkeit noch die weltlichen Herrschaften konnten sich den Grabungsprivilegien der Salpetersieder entziehen.
Das Salpetergewerbe stand mit den lokalen Ökosystemen in engen Austauschbeziehungen. Mit Ausnahme einiger städtischer und dörflicher Arbeitsbereiche gingen die Salpetergraber vornehmlich in überwiegend agrarisch genutzten Ökosystemen zu Werke. Durch ihren Zugriff auf die salniterhältige Erde, einem wichtigen Dünger zur Versorgung der Ackerböden mit Nährstoffen, kam es zu Konflikten mit der Landwirtschaft.
Der Wert der eingangs zitierten Quelle zur Salpeterproduktion in Oberösterreich liegt nicht alleine darin, dass sie solche Zusammenstöße porträtiert. Sie führt uns vor Augen, wie die Erzeugung des Salpeters mit gesellschaftlichen und ökologischen Aspekten kausal verknüpft ist. Insgesamt liest sich die Quelle wie ein Fragenkatalog, der die Vielzahl an naturalen und sozialen Faktoren, die in der Salpeterproduktion eine Rolle spielen, vor uns ausbreitet.

Was die soziale Seite angeht, so sind etwa die divergierenden wirtschaftlichen Interessen zwischen den Bauern und den Salpetersiedern sowie der daraus resultierende

[12] *Ottomar Thiele*, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik. Eine volkswirtschaftliche Studie über das ehemalige europäische Salpeterwesen nebst Beilagen (= *K. Bücher* (Hg.), Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Ergänzungsheft 15, Tübingen 1905) 4.

Interessenskonflikt berücksichtigt. Gesellschaftliche Fragen schließen auch die Akteure der Salpeterproduktion mit ein. Welche Institutionen verbergen sich hinter diesen staatlich organisierten Programmen? Auf der einen Seite finden sich althergebrachte Autoritäten aus der Zeit Ferdinands I., wie der Wiener Hofkriegsrat, dazu formierten sich neue, wie die im Zuge theresiansch-josephinischer Reformbemühungen neu geschaffenen Salniter-Erzeugungs-Compagnien. Auch technische Fragen zu den Methoden der Salpetersieder und Innovationen bei der Salpeterläuterung sind aus der Quelle zu erschließen.
Durch die Quelle erfahren wir auch, dass die Salpeterproduktion in die agrarökologischen Zusammenhänge eingebunden ist. Die Fragen zu den naturalen Aspekten der Salpeterherstellung umfassen in der Hauptsache die salniterhältige Erde. Was ist damit gemeint, welche Prozesse und Voraussetzungen sind die Bedingungen ihres „Wachstums"? Worin liegt ihr Nutzen für die landwirtschaftliche Düngung, worin liegt ihr Wert als Bestandteil des Schießpulvers?

Eine Pionierarbeit heißt auch Ordnungsarbeit. Sie muss einem noch schlecht erforschten Gegenstand gewidmet werden, um aus der angeführten „Kette von Begebenheiten"[13] sinnvolle Erklärungszusammenhänge herzustellen.
Dazu kann eine dichotome Kategorisierung in soziale und naturale Faktoren letztlich nur ein erster analytischer Schritt sein. Ein umwelthistorisches Forschungsvorhaben, das sich alleine auf eine solche Leitdifferenz stützt, versäumt es womöglich, unser Verhältnis zur Natur in der Vergangenheit greifbar zu machen. Genau darin liegt aber das Interesse umwelthistorischer Untersuchungen.

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, untersucht eine *Umweltgeschichte der Salpeterproduktion* die wechselseitigen Beziehungen zwischen den oben genannten sozialen und naturalen Faktoren. Dieser Leitgedanke entspringt einer allgemeinen Definition[14] der Umweltgeschichte, die sich der Erforschung des sich wandelnden Verhältnisses zwischen Natur und Gesellschaft widmet. Dazu greift die umwelthistorische Forschung auf eine konzeptuell gewählte Trennung *cartesianischer* Manier - also die Unterscheidung der Welt in

[13] *Walter Benjamin*, Illuminationen. Ausgewählte Schriften 1 (Frankfurt a. M. 1974) 255.
[14] Siehe dazu: *Verena Winiwarter*, *Martin Knoll*, Umweltgeschichte. Eine Einführung (Wien 2007) 14; *Martin Schmid*, Die Donau als sozionaturaler Schauplatz. Ein konzeptueller Entwurf für umwelthistorische Studien in der Frühen Neuzeit. In: *Sophie Ruppel*, *Aline Steinbrecher* (Hg.), „Die Natur ist überall bey uns". Mensch und Natur in der Frühen Neuzeit (Zürich 2009) 61f.

eine "Gesellschaft" und eine "Umwelt" – zurück. Grundsätzlich liegt diesem Programm aber ein co-evolutionäres Verständnis historischer Phänomene zu Grunde.
Selbst die Begriffe „Verhältnis“ und „wechselseitige Beziehungen“ suggerieren, dass wir es mit zwei voneinander unabhängigen Entitäten zu tun haben, einer Trennung der Welt in eine „Umwelt“ und eine „Gesellschaft“. Diese begriffliche Unschärfe entstammt einer theoretischen Konzeption der Umweltgeschichte, welche auf das Interaktionsmodell[15] der Sozialen Ökologie aufbaut und sich insbesondere den materiellen Austauschbeziehungen der Gesellschaft mit ihrer natürlichen Umwelt widmet. Zwar bedingt ein Austauschmodell zwei voneinander getrennte Entitäten, allerdings verzichtet die hier angesprochene Konzeption auf eine Hierarchie, die die Natur über das Soziale stellt und vice versa. Die Unterscheidung in naturale und soziale Faktoren ist keine ontologisch motivierte Trennung. Sie dient im Interaktionsmodell einer "Gesellschaft" mit ihrer "Umwelt" der analytischen Beobachtung, wie dieselben Sphären miteinander in Beziehung treten.
Die Frage des Wie bleibt auch für ein co-evolutionäres Paradigma von Bedeutung, zumal das „miteinander in Beziehung treten“ der Sphären die uns umgebenden Phänomene erzeugt und verändert. Die Phänomene sind Hybride aus Sozialem und Naturalem, sie sind weder alleine einer naturalen noch einer sozialen Entität zugehörig, sondern spiegeln das ihnen inhärente Verhältnis naturaler und sozialer Wirkungszusammenhänge. Ihr Wandel ist Gegenstand umwelthistorischer Untersuchung.

In Konklusion: Bei umweltgeschichtlichen Untersuchungsgegenständen handelt es sich um die Hybride eines co-evolutionären Verhältnisses naturaler und sozialer Faktoren. Ihre analytisch motivierte Trennung dient der Erfassung der einzelnen Faktoren und der Untersuchung ihrer wechselseitigen Beziehungen.

So ist beispielsweise die Entstehung der salniterhältigen Erde ein Produkt solcher Wechselwirkungen. Die Bodengenese ist ein naturaler Prozess, der prinzipiell vom Zutun des Menschen unabhängig ist. So ist das Zusammenwirken einer Reihe von abiotischen Prozessen, wie die Stoffflüsse in der Atmo-, Hydro- und Pedosphäre, und einiger biotischer Prozesse, wie der mikrobiellen Zersetzung organischer Stoffe, für die Genese der salniterhältigen Erde verantwortlich.

[15] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie. In: *Geographische Gesellschaft Österreich* (Hg.), Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft 148 (Wien 2006) 33-56.

Im Agrarökosystem tritt der Mensch allerdings als ein Faktor in Erscheinung, soll heißen, durch seine gesellschaftlichen Handlungsmuster nimmt er gezielten Einfluss auf den Ablauf von Bodenbildungsprozessen. Soziale Faktoren wie die Organisation der Landwirtschaft sind in diesem Sinne als anthropogene Einflussgrößen zu verstehen, die mitverantwortlich für den Ablauf der Bodengenese sind.

Mit einem co-evolutionären Verständnis versucht sich die umwelthistorische Forschung von ontologischen Erkenntnismodellen zu distanzieren, die die Phänomene einer sozialen oder naturalen Wirklichkeit zuordnen. Das Modell soll den Zugang zur Geschichte der Salpeterherstellung nicht künstlich verkomplizieren. Es soll uns vielmehr zum Ziel der Arbeit heranführen.

## 2.2 Ziel der Arbeit und Präsentation der Forschungsfragen

Die Umweltgeschichte der Salpeterproduktion ist ein noch unerforschter Gegenstand, der sich durch seine breite Fächerung wohl eher als ein Themenkomplex umschreiben lässt. Die lange Wirkungsperiode dieses Gewerbes vom Übergang des Mittelalters zur Renaissance bis zur Neuzeit macht die Wahl einer Forschungsfrage nicht leichter. Die eingangs vorgestellte Quelle verdeutlicht diese Problematik, indem sie uns die Verzahnung unterschiedlichster Faktoren dieses Gewerbes vor Augen führt.

Der Fokus einer Umweltgeschichte der Salpeterproduktion liegt demzufolge darin, einen kohärenten Gesamteindruck über das „Gewirr“ der sozialen und naturalen Aspekte dieses Gewerbes zu gewinnen. Um eine solche stringente Geschichte erzählen zu können, werden mit Hilfe des geschilderten Zugangs der sozio-naturalen Hybride die verschiedenen Faktoren dahingehend untersucht, wie diese miteinander in Verbindung stehen und welche hybriden Phänomene daraus hervorgegangen sind. Neben dieser operativen Funktion zur Ordnung des Themenkomplexes, liegt der Vorteil des Gedankens darin, dass er uns einen erkenntnistheoretischen Rahmen liefert, der die Integration mehrerer Konzepte, Methoden und Erkenntnisinteressen ermöglicht, wie sie bisher in der umwelthistorischen Forschung artikuliert wurden und dort auch Anwendung gefunden haben.
Die daraus entwickelten Leitfragen dieser Forschungsarbeit und die Modi ihrer Bearbeitung lassen sich umreißen als:

1. *Welche „Praktiken“ und „Arrangements“ konstituieren die „sozionaturalen Schauplätze“ des Salpetergewerbes und wie verändern sich diese im Laufe der Frühen Neuzeit?*

Mit Hilfe des Konzeptes der *sozionaturale Schauplätze* werden die Phänomene in *Praktiken* beziehungsweise in *Arrangements* unterschieden. Praktiken ermöglichen einen akteurszentrierten Zugang und beschreiben tradierte Handlungsmuster, beispielsweise wie die Salpetersieder in den Ställen zu Werke gegangen sind. Arrangements ermöglichen einen systemischen Zugang und verstehen sich als der materiellen Niederschlag dieser Praktiken. Hier schließen zum Beispiel Fragen zu den Praktiken der Landwirtschaft an, die zum Entstehen von Arrangements, wie Stallungen und Scheunen, geführt haben, die vom Salpetergewerbe parallel genutzt wurden. Bei beiden Elementen spielen gleichzeitig naturale und soziale Faktoren eine Rolle, wodurch sie Anknüpfungspunkte liefern, diese als Hybride zu verstehen. Das Ineinandergreifen der Hybride, also der Praktiken und Arrangements an einem bestimmten Ort in der Geschichte sind die *sozionaturalen Schauplätze*.

2. *Welche Auswirkungen hatte die Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit agrarisch genutzter Ökosysteme?*

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurde eine Stickstoffbilanz für zwei nordburgenländische Dörfer der ehemaligen fürstlichen Esterházyischen Herrschaft Frauenkirchen erstellt. Unter Zuhilfenahme eines reichen Quellenfundus konnten eine räumliche Abgrenzung der agrarischen Ökosysteme und eine Verortung der Gemeinden in den unterschiedlichen Lebensräumen des Seewinkels rekonstruiert werden. Auf Basis der eruierten räumlichen Bezugsgrößen wurde mit Hilfe einer Flächenstrukturanalyse eine Bilanzierung erarbeitet, die alle Stickstoffeingänge und –ausgänge im kleinräumig geschlossenen Stickstoffkreislauf der Gemeinden berücksichtigt. An Hand der Bilanzsaldi sollen die Nährstoffausträge der Salpetererzeugung und deren Konsequenzen für die Bodenfruchtbarkeit diskutiert werden. Die speziellen landwirtschaftlichen Schauplätze des Seewinkels, die zur Entstehung reicher Nitratlagerstätten um den Neusiedler See geführt haben, werden dargestellt.

## 2.3 Theoretischer Hintergrund und Darstellung der Bearbeitung der Forschungsfragen

### 2.3.1 Verortung in der Umweltgeschichte

In seinem Standardwerk über den Beruf des Historikers misst Marc Bloch den Wert der Geschichtswissenschaft daran, wie sehr es ihr gelingt, zwischen den Phänomenen der Vergangenheit einen Erklärungszusammenhang herzustellen.[16] Die Umweltgeschichte ist darum bemüht, die Analyse der uns erscheinenden Begebenheiten um die Aspekte Umwelt beziehungsweise Natur zu erweitern und diese als feste Grundkategorien neben der Herrschaft, Wirtschaft und Kultur zu installieren.[17]
Selbst Marc Bloch hatte eine Position vertreten, die der Umwelt und der Dynamik natürlicher Systeme eine Rolle im historischen Prozess zuschrieb. Bloch entwickelte sogar ein Programm, um die Natur in den Prozess der Geschichte einzuweben. Er konstatierte aber, dass ein solches Unterfangen nur dann gelingen könne, wenn sich die Geschichtswissenschaft weiteren Disziplinen öffne.[18]

Die Umweltgeschichte hat sich seit ihrer Etablierung als interdisziplinäre Wissenschaft in den 1960er Jahren[19] nicht auf ein einheitlich akzeptiertes Programm einigen können. Ein breiter Konsens unter UmwelthistorikerInnen besteht aber darin, dass die Natur als Kategorie im historischen Prozess zu berücksichtigen ist, um den Erfahrungsraum Geschichte für eine Debatte über das Verhältnis zwischen Natur und Gesellschaft zu öffnen.[20]
Der Grund für dieses Defizit ist nicht in einer mangelnden theoretischen Diskussion zu suchen. Jene Debatte wird sogar seit Jahren sehr lebhaft geführt.[21] Mit dem Anspruch, das Verhältnis zwischen Gesellschaft und Natur in den Blick zu nehmen. hat sich die Umweltgeschichte auch eines konzeptuellen und methodischen Brückenschlages zwischen

[16] *Marc Bloch*, Apologie der Geschichtswissenschaft oder der Beruf des Historikers. Nach der von Étienne Bloch edierten französischen Ausgabe herausgegeben von Peter Schöttler (Stuttgart 2002) 11.
[17] *Verena Winiwarter*, Natur und Umwelt. Spielt die Natur in der Geschichte eine Rolle? (Wien 2010) 3.
[18] Ebenda 2.
[19] Zur Entwicklung der Umweltgeschichte; Siehe: *Verena Winiwarter*, *Martin Knoll*, Umweltgeschichte.
[20] *Martin Schmid*, Die Donau als sozio-naturaler Schauplatz, 61. *Verena Winiwarter*, *Martin Knoll*, Umweltgeschichte, 20.
[21] Siehe exemplarisch: *John Robert McNeill*, Observations on the Nature and Culture of Environmental History. In: History and Theory 42, Hft. 4 (2003) 5-43.

den Geisteswissenschaften und den Naturwissenschaften angenommen. Dieser ist aber alles andere als leicht zu konzeptualisieren und praktisch umzusetzen.
Auf der konzeptuellen Ebene ist die Umweltgeschichte mit der Schwierigkeit einer Trennung der Kultur von der Natur konfrontiert, die sich seit Descartes tief in der westlichen Geistestradition verwurzelt hat. Auf methodischer Ebene ist die Umweltgeschichte bemüht, historisches und naturwissenschaftliches Methodeninventar zusammenzuführen. Der von den Naturwissenschaften propagierte „Realismus" lässt sich jedoch in den Geschichtswissenschaften nicht positivistisch umsetzen, weshalb diese Widersprüche nur dialektisch verarbeitet werden können.[22]
Weder auf einer konzeptuellen noch auf einer methodischen Ebene kann ein universelles Programm durchgesetzt werden. Die Umweltgeschichte operiert daher auf Basis der weiter oben angeführten Leitdifferenz zwischen Natur und Kultur. In dieser Arbeit wird eine Position vertreten, die dieser Dialektik folgt. Wie bereits angemerkt, steht jedoch ein grundsätzliches Verständnis der Phänomene im Vordergrund, das dieselben als sozio-naturale Hybride auffasst. Nicht die Wechselwirkungen zwischen Natur und Kultur als voneinander getrennte Entitäten stehen hier im Vordergrund der Untersuchung. Es geht vielmehr um die den Dingen und Handlungen inhärenten Wechselwirkungen sozialer und naturaler Faktoren. Grundsätzlich gilt für die Umweltgeschichte als interdisziplinäres Unterfangen, dass dieses nur gelingen kann, „wenn sowohl die Bearbeitung des Themas als auch die Reflexion über die Bedingungen von dessen Bearbeitbarkeit erfolgen, also immer auch eine Meta-Ebene der Betrachtung mitgeliefert wird."[23]

### 2.3.2 Die Bearbeitung der Forschungsfragen

#### 2.3.2.1 Die sozionaturalen Schauplätze der Salpeterproduktion

Einer der wichtigsten Kritiker der dichotomen Aufteilung des propagierten Natur-Kultur-Verhältnisses ist der Technikphilosoph Theodor Schatzki. Er befürchtet, dass dieser Leitgedanke ontologisch missverstanden werden könnte. Dies sei insbesondere bei interaktionsorientierten Ansätzen, da zwei voneinander getrennte Entitäten konzeptualisiert werden, eine Gefahr. Schatzki lieferte zur Überwindung dieses Problems einen theoretischen Entwurf, mit dem die Konzeptualisierung einer Rolle für Natur und Technik in der Geschichte

[22] *Verena Winiwarter*, *Martin Knoll*, Umweltgeschichte, 116.
[23] Ebenda, 26.

ohne eine ontologische Trennung möglich ist.[24] Der Gedanke wurde von der Umweltgeschichte aufgegriffen und zum Konzept der sozionaturalen Schauplätze weiterentwickelt.

Nach Schatzki sind alle Handlungen und Dinge gleichzeitig sozial und natural. Weder ist Natur als Untereinheit von Kultur, noch Kultur als Untereinheit von Natur zu denken. Die Natur durchdringt das Soziale völlig.[25] Genauso durchdringt das Soziale die Natur, der Mensch hat Geschichte, weil er Natur verändert.[26]

Menschliche Handlungen sind zwar sozio-kulturell, ihnen liegt aber gleichzeitig der menschliche Körper als Träger zu Grunde, sodass alle Handlungen durch die Natur des Körpers vermittelt werden.[27] Die Theorie der sozionaturalen Schauplätze fordert auch dazu auf, jene Dinge, die wir als kulturelle Artefakte zu sehen gewohnt sind, danach zu hinterfragen, welche naturalen Prozesse an ihrer Entstehung beteiligt waren und umgekehrt, die als natürlich gedachten Dinge auf ihre soziokulturellen Entstehungsbedingungen hin zu untersuchen.[28]

Der erkenntnistheoretische Hintergrund der Theorie sozionaturaler Schauplätze eignet sich dazu, die Phänomene als sozio-naturale Hybride zu beschreiben. Anders als im Interaktionsansatz werden die Phänomene nicht als Hybride eines wechselseitigen Verhältnisses sozialer und naturaler Faktoren gesehen. Alle hybriden Phänomene können als *Praktiken* und *Arrangements* beschrieben werden, die aus Sozialem und Naturalem bestehen.

Praktiken verstehen sich gemäß einer Definition von Andreas Reckwitz, „ [as] a routinized way in which bodies are moved, objects are handled, subjects are treated, things are described and the world is understood".[29] Praktiken sind mit anderen Worten tradierte Handlungsmuster, die zum einen auf geistiger Aktivität und zum anderen auf einer

[24] Siehe: *Theodore R. Schatzki*, Nature and Technology in History. In: History and Theory. Theme Issue 42 (Oxford 2003) 82-93.

[25] *Verena Winiwarter*, *Martin Schmid*, Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers „Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren. In: *Thomas Knopf*, Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart. Vergleichende Ansätze (Göttingen 2008) 160.

[26] *Verena Winiwarter*, Kulturelles Erbe als Ergebnis von Eingriffen in natürliche Systeme. „Der Mensch hat die Geschichte, weil er die Natur verändert." (M. Godelier). In: *Karl C. Berger*, *Margot Schindler*, *Ingo Schneider* (Hg.), Erb.gut? Kulturelles Erbe in Wissenschaft und Gesellschaft. Referate der 25. Österreichischen Volkskundetagung vom 14.-17.11.2007 in Innsbruck (= *Verein für Volkskunde* (Hg.), Zeitschrift für Volkskunde 23, Wien 2009) 89–101.

[27] *Verena Winiwarter*, *Martin Knoll*, Umweltgeschichte, 130.

[28] *Martin Schmid*, Die Donau als sozionaturaler Schauplatz, 63. *Schatzki*, Nature and Technology, 86.

[29] *Verena Winiwarter, Martin Schmid, Severin Hohensinner, Gertrud Haidvogl*, The Environmental History of the Danube River Basin as an Issue of Long-Term Socio-Ecological Research. In: *Simron Jit Singh, Helmut Haberl, Marian Chertow, Michael Mirtl, Martin Schmid (Hg.),* Long Term Socio-Ecological Research. Studies in Society: Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales (= Human Environment Interactions 2, 2013), 105.

bestimmten Handhabung materieller Objekte basieren. Das Individuum tritt als der mentale und körperliche Agent in Erscheinung, der als Träger der Praktik fungiert und auch ausführt.
Die mentalen und die körperlichen Aktivitäten sind routinierte Handlungen, die Praktiken immer wieder reproduzieren und aktualisieren.[30]
Der Begriff der Praxis ist dem der Handlung vorzuziehen, da in Handlungen Traditionen einfließen. Der Begriff der Praxis betont hingegen, dass die Menschen niemals volle Einsicht in die Voraussetzungen und die Konsequenzen ihrer Handlungen haben, wodurch es ihnen schwer fällt, langfristige Folgen abzuschätzen.[31]

Durch die Handhabung verändern die Praktiken die materiellen Objekte. Die Objekte sind dadurch im Verlauf der Geschichte immer mehr zu einem Produkt menschlicher Handlungen geworden.[32] Diese „Produkte“ sind die Arrangements.
Die Arrangements sind ebenso wie die Praktiken Hybride naturaler und sozialer Faktoren. Die naturalen Faktoren der Praktiken sind die biophysischen Eigenschaften des menschlichen Körpers. Die biophysischen Eigenschaften der materiellen Objekte sind die der Arrangements.
Die sozialen Aspekte der Praktiken bestimmen, wie diese erfolgen, also in welche soziokulturellen Sinnstrukturen sie eingebettet sind. Die sozialen Aspekte der Arrangements sind die Praktiken selbst. Sie sind in die Arrangements eingebettet und aktualisieren, reproduzieren und verändern diese kontinuierlich.

Die Wirkung der Praktiken auf die Arrangements verläuft nicht einseitig sondern reziprok. Schatzki beschreibt die Verbindung von Praktiken und Arrangements als "Nexus". „For example, practices transpire at particular arrangements, require particular arrangements, change because of specific arrangements, and establish and modify arrangements; arrangements, meanwhile, secure and require certain practices, lead to changes in practices and house particular practices.”[33]
Die Praktiken und die Arrangements sind also miteinander verknüpft und beeinflussen einander gegenseitig. Diese Verknüpfungen sind die sozionaturalen Schauplätze. Zwar sind

[30] Ebenda, 105f.
[31] *Martin Schmid*, Die Donau als sozionaturaler Schauplatz, 63.
[32] *Verena Winiwarter*, Martin *Schmid*, Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? 160.
[33] *Theodore R. Schatzki*, Nature and Technology in History, 84.

die Naturdinge in Schatzkis Konzept der *sozialen Schauplätze* integriert und an der Metamorphose der Schauplätze beteiligt, sprachlich werden sie aber nicht ausgewiesen.[34]
Die umwelthistorische Adaptierung schlägt zur Konzeption der Verknüpfungen die vier Modi, *Wahrnehmung, Repräsentation, Programm, Arbeit* vor. Praktiken konstituieren sich durch die Wahrnehmung der Sinne und werden durch Kommunikation repräsentiert. Diese Repräsentationen werden interpretiert und in Programme verändert, mittels derer in die Arrangements eingegriffen wird, wobei die Arbeit zur physischen Intervention, Erhaltung und Veränderung der Arrangements investiert werden muss.[35]
Durch die Überschneidung der Praktiken und Arrangements kann „der Prozess der Geschichte insgesamt als Folge von Transformationen durch co-evolutionäre Entwicklung von sozionaturalen Schauplätzen begriffen werden."[36]

Was bedeutet dies für unser Beispiel der salniterhältigen Erde? Die salniterhältige Erde ist im weitesten Sinne ein Arrangement. Zum einen haben wir die naturalen Wirkungszusammenhänge - wie den Stickstoffkreislauf - die sich im Medium Boden, ganz ohne das Zutun des Menschen, abspielen. Die Praktiken der Landwirtschaft sind als Handlungen zu verstehen, die Einfluss darauf nehmen, wie und wo die Entstehung dieser Erde begünstigt wird. Als sozionaturaler Schauplatz für die Verknüpfung des Arrangements *salniterhältige Erde* und der landwirtschaftlichen Praktiken bietet sich beispielsweise der Stall an.

Eine dem Schauplatz Stall übergeordnete Betrachtungsebene ist das Agrarökosystem. Im Verlauf der Menschheitsgeschichte hat die Praxis der Weidehaltung im Schauplatz Agrarökosystem zur Entstehung des Arrangements Stall beigetragen. Die Stärke des Konzeptes liegt in der Variabilität der Beobachtungsebene. Diese ist nicht hierarchisch gegliedert, wodurch der Stall als Schauplatz beobachtet werden kann.
Ziel der Praxis Stallhaltung ist es, in einer möglichst artgerechten Form der Tierhaltung dem Vieh Schutz vor Wetter und Witterung zu geben, die Ernährung im Winter zu gewährleisten und den Gesundheitszustand der Tiere zu sichern. Zu diesem Zweck sind die Praktiken in Arrangements eingebettet, die sich in der Architektur des Stallgebäudes widerspiegeln. Ein

[34] Ebenda, 161.
[35] *Verena Winiwarter*, *Martin Schmid*, Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze 161, Siehe: Abb. 1; *Winiwarter, Martin Schmid, Severin Hohensinner, Gertrud Haidvogl*, The Environmental History of the Danube River Basin as an Issue of Long-Term Socio-Ecological Research, 106.
[36] *Verena Winiwarter*, Natur und Umwelt, 11.

Stall ist somit weitaus mehr als ein simpler Bretterverschlag, der in den Wohnhäusern untergebracht war.[37] Die architektonischen Attribute des Stallgebäudes, wie die Ausrichtung gegen Sonne, Wind und Wetter, sind Arrangements, die den Naturverhältnissen angepasst sind und den Tieren Schutz und Wärme bieten sollen.

Die salniterhältige Erde ist im Schauplatz Stall Teil des Arrangements Stallboden. Die naturalen Bodenbildungsprozesse beziehungsweise das Wachstum des Salpeters im Stallboden sind maßgeblich von den Praktiken der Hygiene, Fütterung und der Unterstellung des Viehs beeinflusst. Der Salpeter "wächst" bevorzugt unter aeroben Bedingungen durch die Fäulnis und Verwesung tierischer und pflanzlicher Substanzen in feucht-warmem Klima. Chemisch gesprochen ist der Salpeter ($KNO_3$) eine Verbindung aus dem Produkt der Zersetzung organisch gebundenen Stickstoffs, dem Nitrat ($NO_3^-$), und dem Kalium ($K^+$), das frei in der Bodenlösung (dissoziiert) vorliegt.

Dieser ständig im Boden stattfindende Prozess wird in den Ställen durch die Praxis der nächtlichen und winterlichen Stallhaltung und den damit einhergehenden Anfall tierischer Exkremente forciert, da kontinuierlich frisches organisches Material hinzukommt. Die gängige Praxis der Viehhaltung sah die Anlegung sogenannter Tiefställe vor, worin die Tiere den gesamten Raum als Kot- und Liegeplatz verwendeten. Durch Festtreten des täglich anfallenden Gemisches von Kot, Harn und Einstreu bildete sich eine mächtige Dungmatratze, die prinzipiell als salniterhältige Erde zur Produktion des Salpeters beziehungsweise zur Düngung herangezogen werden konnte.[38]

Die Zusammensetzung und Menge der Einstreu, die dem Rind zur Bereitung einer Liegefläche und zum Binden der Exkremente ausgestreut wird, entschied, wie viel Urin in den Boden einsickern konnte. Urin hat einen hohen Anteil organischen Stickstoffs (Harnstoff) der relativ schnell - im Unterschied zum Kot der Tiere, der N in Eiweiß gebunden enthält - in Nitrat umgesetzt wird. Da das Nitrat auch sehr leicht wasserlöslich ist, also dissoziiert in der Dungmatratze vorliegt, konnte durch den ständigen Zufluss des Urins der bereits mineralisierte Stickstoff ausgewaschen und in den darunter liegenden Bodenhorizont verlagert werden.

[37] Über Ställe siehe: *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 169 (Berlin 1838) 159-207.

[38] *Günther Blanken*, *Stephan Schirz*, Sammlung, Transport und Speicherung tierischer Exkremente. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 55.

Selbstverständlich wurde der anfallende Mist im Stall in Mistgruben für die weitere Zersetzung und die spätere Anwendung auf dem Feld zusammengeführt. Diese dienten den Salpetersiedern als reiche Fundstätten für die Salpeterproduktion. Der durch die Praxis der Entmistung entblößte Stallboden war, abhängig von den Praktiken der Stallhaltung, reich an Salpeter und anderen Nitraten.

Die Darstellung des Schauplatzes Stall ist nur eine von vielen Verkettungen der Praktiken und Arrangements. Sie zeigt allerdings die Stärke des Konzepts, das breite Spektrum der Faktoren zu kanalisieren und ihre Wirkung auf einen bestimmten Ort und Zeitpunkt in der Geschichte zu beschreiben.
In einem zusammenfassenden Schlusswort kann die Forschungsfrage als das Bestreben formuliert werden, die Fülle der Aspekte der Salpeterproduktion in den Schauplätzen zusammenzuführen zu wollen und gleichzeitig die Unterschiede der diversen Schauplätze zu kontrastieren. Der Anspruch der Arbeit ist eingelöst, wenn am Ende ein Überblick über die sozionaturalen Schauplätzen der Österreichischen Salpeterproduktion in der Frühen Neuzeit gelungen ist.

#### 2.3.2.2 Die Auswirkung der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit

Dieser Teil des Forschungsvorhabens geht der Frage nach, inwieweit die frühneuzeitliche Herstellung des Salpeters eine Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit landwirtschaftlich genutzter Ökosysteme zur Folge hatte. Um der Frage der Bodendegeneration nachzugehen, steht die Entnahme von Nährstoffen aus den Agrarökosystemen seitens des Salpetergewerbes im Vordergrund der Untersuchungen. Im Zuge dessen wird die Rolle des Salpeters als Nährstoff, mit besonderem Fokus auf den Stickstoffanteil, untersucht. Dem Nitrat kommt ein wichtiger Stellenwert als Düngemittel in der Versorgung der landwirtschaftlichen Böden mit Stickstoff zu. Um die Auswirkungen des Stickstoffentzuges durch die Salpeterproduktion abschätzen zu können, muss allerdings der gesamte terrestrische Stickstoffkreislauf des Agrarökosystems – wobei die Mineralisierung des organischen Stickstoffs in Nitrat nur einen Teilaspekt darstellt – beobachtet werden.
Der Stickstoffkreislauf ist ein naturaler Wirkungszusammenhang des Agrarökosystems. Separat betrachtet ist er, wenn man so will, Natur, in einer Konzeption, worin sie als ein Aspekt, ein Ding, ein Prozess oder als ein Ablauf existiert, passiert, sich verändert, ohne dass

der Mensch als Akteur in Erscheinung tritt.[39] Seit der chemischen Synthetisierung des Stickstoffs durch das Haber-Bosch Verfahren zu Beginn des 20. Jahrhunderts tritt der Mensch als massiver Einflussfaktor im globalen Stickstoffkreislauf in Erscheinung. Dieser ist aber so hochkomplex und global vernetzt, dass er sich der Kontrolle des Menschen entzieht. Insbesondere in der Frühen Neuzeit sind die Erfolge einer Einflussnahme auf den terrestrischen Stickstoffkreislauf zur Steigerung beziehungsweise Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, aufgrund der zur Verfügung stehenden Managementmethoden, dermaßen marginal, dass wohl kaum von einer übermäßigen Einflussnahme durch den Menschen gesprochen werden kann. Umso gravierender dürften die Folgen einer Intervention in die sensible Organisation des Stickstoffkreislaufes, wie sie wohl seitens der Salpeterwirtschaft geschah, für die Bodenfruchtbarkeit ausgefallen sein.

Den theoretischen Hintergrund zur Bearbeitung dieser Forschungsfrage liefert das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus der Wiener Schule der Sozialen Ökologie, das in adaptierter Form für die quantitative Analyse historischer Stoffflüsse angewendet wird.[40]
In der Sozialen Ökologie finden wir den Gedanken eines naturalen und eines kulturalen Wirkungszusammenhanges. Die Phänomene innerhalb des naturalen sind räumlich und zeitlich strukturiert und unterliegen jenen Gesetzmäßigkeiten, die von den Naturwissenschaften beschrieben werden. Die nicht-materiellen Phänomene des kulturalen Wirkungszusammenhangs haben zwar eine zeitliche Ausdehnung, folgen aber anderen Gesetzmäßigkeiten. Innerhalb des Rahmens der beiden einander überlappenden Dynamiken finden wir die menschliche Population, die in ihrer körperlichen Existenz eines ständigen materiellen Austauschs mit einer ganzen Anzahl natürlicher Systeme bedarf. Die körperliche Existenz verhilft den Menschen zur Fähigkeit, die sie umgebende Natur zu verändern. Die menschliche Population benötigt aber auch eine kulturelle Reproduktion, die mittels symbolisch-kommunikativer Vorgänge erfolgt.[41]
Neben eines materiellen Austauschs der Population mit naturalen Systemen, das heißt einen Stoffwechsel in der materiellen Welt, ist die Kommunikation das wichtigste Bindeglied zwischen der Population und der/m „Kultur/sozialem System“. In der Sozialen Ökologie ist überdies kulturelle Evolution keine genetische, sondern erfolgt über „extrasomatische Informationsweitergabe“, das heißt, die Selektion eines kulturellen Musters erfolgt über

[39] *Theodore R. Schatzki*, Nature and Technology in History, 85.
[40] Siehe: *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie, 33-56.
[41] Ebenda, 41, Abb. 2.

Kommunikation und Symbole. Gesellschaft, so verstanden, wird zu einem Hybrid eines kulturellen, kommunikativen Systems und eines Ensembles biophysischer Elemente und Strukturen.
Das Modell ist mit dem theoretischen Leitgedanken der Forschungsarbeit kompatibel und soll insbesondere für den biophysischen Stoffaustausch zwischen der Gesellschaft und der Umwelt herangezogen werden.

Zwar forciert dieses Interaktionsmodell den von Schatzki kritisierten Modus zweier voneinander getrennter Entitäten, das Programm erweist sich jedoch zur quantitativen Erfassung eines Stoffaustausches, der von naturalem Wirkungsgefüge und gesellschaftlichem Handeln geprägt ist, als adäquat. Trotz der analytischen Trennung kann das Agrarökosystem ganzheitlich als ein Hybrid betrachtet werden.

Ziel ist die Rekonstruktion eines historischen Stickstoffkreislaufes und einer darauf aufbauenden Stickstoffbilanzrechnung. „In einer landwirtschaftlichen Nährstoffbilanz werden die Summen der Zu- und Abgänge eines Stoffes in einem zeitlich und räumlich abgegrenzten Agrar-Ökosystem gegenübergestellt. Als Ergebnis der Bilanzierung ergibt sich ein (positiver oder negativer) Differenzbetrag, der Bilanzsaldo“[42], der uns als Maß und Indikator zur Evaluierung der Produktivität des Agrarökosystem dienen kann.
Die Untersuchung des Stickstoffkreislaufes ist insofern vorteilhaft, da er als einer der zentralen Stoffflüsse des agrarischen Ökosystems alle zur Untersuchung erforderlichen Sphären berührt. Mit Sphären sind in diesem Kontext sowohl die Komplexe Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenwachstum, als auch die Landwirtschaft und das Salpetergewerbe gemeint.
Die Stickstoffbilanz wird für zwei Fallbeispiele aus dem Nordburgenländischen Raum zwischen 1766 und 1780 erstellt. Neben einer *flächenbezogenen Bilanzrechnung* soll die Produktivität der untersuchten Agrarökosysteme in Form des durch die Ernte erwirtschafteten Überschusses an Stickstoff evaluiert und die militärischen Dimensionen des Stickstoffentzugs durch das Salpetergewerbe berechnet werden. Abschließend werden die möglichen Konsequenzen für die Bodenfruchtbarkeit durch Bilanzierung abschätzbar gemacht.

[42] *Bettina Götz*, *Gerhard Zethner*, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft. Der Nährstoffhaushalt im Hinblick auf seine Umweltwirkung am Beispiel des Einzugsgebietes Strem (= *Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie* (Hg.), Monographien 78, Wien 1996), 1.

Die salniterhältige Erde bekommt in diesem Kontext eine neue Bedeutung. Grundsätzlich bleibt die Anschauung der salniterhältigen Erde als Hybrid aus sozialen und naturalen Wirkungszusammenhängen erhalten, wie sie uns als Arrangement in den diversen Schauplätzen eingebettet begegnet. Die Managementmethoden der Landwirtschaft als soziale Faktoren werden aber in den Hintergrund gerückt, währenddessen der Stickstoffkreislauf, als naturaler Aspekt und Basis der Bilanzierung, in den Vordergrund rückt.
Die salniterhältigen Erde, und mit ihr der Boden, avanciert durch den Rekurs der Bilanzierung auf die Fläche zum zentralen Medium der Analyse. Sie ist das Medium, das maßgeblich an den Austauschprozessen im Stickstoffkreislauf beteiligt ist. Neben der Mineralisierungstendenz der Böden, das heißt der Umsetzung des organischen Stickstoffs in Nitrat, werden alle Eingänge und Ausgänge an Stickstoffverbindungen in das agrarische System an Hand der Fläche untersucht. Die Erde ist im Stofffluss ein Trägermedium und wie im Falle der Stallerde zugleich ein wichtiges Stickstofflager.

KAPITEL 3

# DIE BIOLOGISCHEN UND CHEMISCHEN GRUNDLAGEN

"Die Erzeugung des Salniters selbsten ist gewiß, und unfehlbar, da solche von der Natur hervorgebracht, und eben so lange fortdauern wird, als die unwandelbaren ewigen Gesätze der Natur bestehen."

OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1000, 1774 - 6 - 615

## 3.1 Zur Verortung des Salpeters

Im Zentrum der Arbeit steht der Salpeter. Als Trivialname für die Salze der Salpetersäure, die sogenannten Nitrate, ist jene Bezeichnung etwas irreführend. Denn diese umfasst mehrere der häufig vorkommenden Nitrate, wie das Calciumnitrat oder das Natriumnitrat. Bereits in der Frühen Neuzeit finden die Mehrheit der Nitrate Verwendung in verschiedensten Arbeitsbereichen der chemischen Gewerbe, so zum Beispiel das Natriumnitrat bei der Herstellung von Laugen und Seifen.[43]

Trotz der breit gefächerten Verwendung der Salpetersalze verstand man unter Salpeter oder auch *Salit(t)er* – im österreichischen Sprachgebrauch erscheint häufig die Bezeichnung *Salniter* – mehrheitlich das Kaliumnitrat ($KNO_3$). Die diffuse Verwendung des Begriffs Salpeter für eine Vielzahl unterschiedlicher Salze entspricht dem damaligen Stand analytischer Methoden und chemischer Nomenklatur.[44]

Das Kaliumnitrat hatte wie die übrigen Nitrate eine breite Palette an Anwendungsmöglichkeiten. Darunter fällt der Einsatz des antibakteriellen Salzes in der Nahrungsmittelherstellung als Konservierungsmittel, wie es auch heute noch als "Pökelsalz" unter der Bezeichnung *E 252* als Lebensmittelzusatz sehr häufig konsumiert wird.

Seine frühneuzeitliche Bedeutung verdankt der Kalisalpeter seiner Rolle als zentraler Bestandteil des Schießpulvers. Auf Grund seiner geringen Hygroskopie (Wasseranziehung), im Vergleich zu den restlichen Nitraten war er nicht nur die Grundlage des Schwarzpulvers, er avancierte zum mit Abstand wichtigsten, strategischen Kriegsmittel der Frühen Neuzeit.

Die Nitrate sind überdies essentielle Nährstoffe, die den Plfanzen den lebenswichtigen Stickstoff liefern. Ohne der Zufuhr von Stickstoff findet keine Aminosynthese statt. Ähnlich verhält es sich mit dem Kalium, das neben dem Stickstoff einen der sieben Hauptnährstoff der Pflanze bildet.

Trotz der unbestreitbaren Tragweite des Kaliums ($K^+$) als Pflanzennährstoff wird der Fokus der Arbeit auf das Nitrat ($NO_3^-$) gerichtet sein. Betrachtet man das Nitratmolekül $NO_3^-$ in seinen einzelnen chemischen Elementen, zeigt sich, dass die gesellschaftliche Verkettung des Salpetergewerbes und der Landwirtschaft in diesem liegt. Für die Landwirtschaft ist das Nitrat von Bedeutung, da es den Pflanzen den überlebenswichtigen Stickstoff (N) liefert. Für das

[43] *Franz Xaver Schmidt*, Lehrbuch der gewerblichen Chemie für den Unterricht an gewerblichen Fortbildungsschulen, Real- und Gewerbeschulen, technischen Lehranstalten, Realgymnasien sowie für den Selbstunterricht, Bd. 1 (Erlangen 1864) 146.

[44] Zur Wissenschaftsgeschichte siehe: *Vaclav Smil*, Enriching the earth. Fritz Haber, Carl Bosch and the Transformation of World Food Production (Cambridge/London 2001) 1-20.

Schießpulver ist das Nitrat bei der rasant ablaufenden, exothermen Verbrennungsreaktion essentiell. Im Zuge der Oxidation der Feststoffe des Schießpulvers entstehen sehr viele Gase, wodurch es zur einer Volumensvermehrung kommt, die die eigentliche Explosion ausmacht.
Ziel der Einleitung war es, die Bedeutung der salniterhältigen Erde beziehungsweise des Nitrats von einem systemischen Blickwinkel aus, hinsichtlich seiner Verkoppelung zwischen der Landwirtschaft und des Salpetergewerbes, herzuleiten. Im Zuge dessen wurde die Rolle des Nitrats als Nähr- und Rohstoff diskutiert und dessen Verortung im agrarökologischen Nährstoffkreislauf dargestellt. Auf einer Ebene darunter wurde auch von einem hybriden Verständnis der salniterhältigen Erde gesprochen, die sich als ein Arrangement gesellschaftlicher und naturaler Wirkungszusammenhänge darstellt. Das vorliegende Kapitel zieht zum Abschluss - beziehungsweise zur Einführung in die Materie - ein Mikroebene ein, an Hand derer die biochemischen Eigenschaften und Hintergründe des Nitrats im Speziellen und des Stickstoffs im Allgemeinen betrachtet werden.

Die salniterhältige, nitratreiche Erde aus Mistgruben, Schindangern, Ställen, Latrinen kurz, allen Standorten, an denen sich eine hohe Ansammlung tierischer wie pflanzlicher Abfälle und Ausscheidungen konzentrierte, war eine bevorzugte Quelle für die Salpetersieder. Sie ist das Resultat einer fortgeschrittenen Zersetzung der organischen Substanz des Bodens einerseits und der Dekomposition kontinuierlich zugeführter Exkremente und Abfälle andererseits. Durch die ständige, bakterielle Umsetzung dieser stickstoffhältigen Stoffe war das Erdreich mit Nitraten geschwängert und versprach für die Sieder eine hohe Ausbeute.
Neben der salniterhältigen Erde konnten alle verrotteten vegetabilischen und tierischen Substanzen für die Gewinnung des Nitrats verwendet werden. Sofern man nicht auf die bereits zersetzte Erde aus Ställen und Mistgruben zurückgriff, legte man aus diversen Abfällen sogenannten *Salpeterplantagen* oder auch *Salpetergärten* an, worin man ideale Bedingungen für die weitere Zersetzung des organischen Materials schuf und letztlich die salpeterreiche Erde künstlich herstellte.
Das Nitrat ist das mineralische Endprodukt einer Reihe von bakteriellen Zersetzungs- und Umsetzungsprozessen stickstoffhaltiger Materialien, von der organischen Substanz der Böden bis hin zu Abfällen und Exkrementen. Wenn wir uns die Prozessfolge genauer ansehen, beobachten wir nur einen kleinen Ausschnitt des Stickstoffkreislaufes.
Unsere Aufmerksamkeit richtet sich auf die Prozesse der Dekomposition und Mineralisation, den Zerfall des organisch gebundenen Stickstoffs in Ammonium ($NH_4^+$) und Ammoniak ($NH_3$), und der daran anschließenden bakteriellen Nitrifikation des frei gewordenen

Stickstoffs in das Nitrat $NO_3^-$. Die Vorgänge sind wichtige Schritte im Stickstoffkreislauf, wodurch der organisch gebundene Stickstoff wieder für Pflanzen verfügbar gemacht wird. Dieses Wirkungsgefüge ist das bakterielle Nadelöhr, das jeder Nährstoff zwischen der Mobilisierung in den Umweltmedien Wasser, Luft und Erde und seiner Assimilierung in der pflanzlichen und tierischen Substanz durchwandern muss.[45] Es reicht allerdings nicht, den Fokus nur auf diese Prozessfolge zu richten, da sie nur einen Aspekt eines gewaltigen terrestrischen Stickstoffzyklus darstellt, der das Nitrat zahlreichen weiteren Einflüssen unterwirft.

Letztlich stellt das Nitrat das zentrale Element des Narrativs dar. Es verbindet die wesentlichen gesellschaftlichen Untersuchungsgebiete der Forschungsfragen, die Landwirtschaft und das Salpetergewerbe. Als elementarer Roh- und Nährstoff stellt es die Grundlage der gesellschaftlichen Interaktion mit dem Agrarökosystem dar und liegt somit im Fokus der Untersuchungen des Nährstoffkreislaufes einerseits und der Beobachtung der sozionaturalen Schauplätze andererseits. Durch die Darstellung der biogeochemischen Eigenschaften des Nitrats und dessen Verortung im Stickstoffkreislauf soll ein grundlegendes Verständnis geliefert werden, wie das gesellschaftliche Handeln mit den naturalen Wirkungszusammenhängen verwoben ist.

## 3.2 Der Stickstoffkreislauf

Stickstoff (N) ist allgegenwärtig. Mit rund 80 % dominiert der Stickstoff das Luftgemisch der Atmosphäre. Verhältnismäßig geringer fallen die Bestandteile in den biogeochemischen Lagerstätten der Biosphäre, den so genannten *Stickstoffpools*, oder schlicht, den *Lagern* aus. Neben der Luft, als dem größten Stickstofflager sind damit die bereits erwähnte organische Bodensubstanz der Pedosphäre sowie die pflanzlichen und tierischen Lagerstätten angesprochen.

Gemessen am Gewicht der Trockensubstanz der meisten vom Menschen genutzten Pflanzen, ist der Stickstoff mit einer Masse von 10-30 g $kg^{-1}$ nach dem Kohlen- und Sauerstoff am häufigsten enthalten.[46] Stickstoff ist an einer Vielzahl lebenswichtiger Prozesse, wie dem Aufbau tierischer und pflanzlicher Amino- und Nukleinsäuren, beteiligt. Dazu zählt neben der

[45] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems. In: *Petra Marschner*, *Zdenko Rengel* (Hg.), Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems (= *Ajit Varma* (Hg.), Soil Biology 10, Berlin/Heidelberg/New York 2007) 39.

[46] Ebenda, 37.

Eiweiß- auch die Synthese des Chlorophylls. Der Stickstoff ist damit von essentieller Bedeutung für das Pflanzenwachstum und für die Photosynthese. Die Pflanzen liefern als *Primärproduzenten* die Grundlage für die tierische Versorgung mit Stickstoff über die Nahrung. Da die Pflanzen den reaktionsträgen Luftstickstoff aber nicht einfach so aufnehmen können, muss dessen Aufnahme über den Boden geschehen. Der so der Bodensubstanz entzogene Stickstoff muss durch den Stoffaustausch zwischen Atmosphäre und Pedosphäre nachgeliefert werden.

Der Stickstoff zirkuliert in einem Kreislauf in allen Aggregatzuständen in den Umweltmedien Luft, Wasser und Erde. In diesem kontinuierlich ablaufenden Prozess durchwandert der Stickstoff alle genannten Lager bzw. Sphären, wobei er permanent biogeochemisch umgewandelt wird. Die Umsetzungsprozesse und der Fluss des Stickstoffs zwischen den Lagerstätten vollzieht „sich in einem natürlichen Ökosystem als Kreisprozess, wobei nur verhältnismäßig geringe Mengen in das System importiert [Input] bzw. aus dem System exportiert [Output] werden.“[47]

Abbildung 3.1 zeigt die Zusammenhänge:

Die Importe in den Zyklus beginnen mit der *biologischen Stickstofffixierung* (I) des elementaren Luftstickstoffs ($N_2$). Der sehr reaktionsträge, inerte $N_2$ kann nur von wenigen, frei im Boden lebenden Bakterien und Blaualgen aufgenommen und direkt in organische Stickstoffverbindungen überführt werden. Einige der frei lebenden $N_2$-fixierenden Bakterien sind auch in Symbiose mit zahlreichen höheren Pflanzen, den *Leguminosen* (II), anzutreffen, an deren Wurzeln sie Knöllchen bilden, worin sie den Luftstickstoff zu Ammoniak ($NH_3^+$) reduzieren. Die N-fixierenden Mikroorganismen stellen den größten Anteil des importierten $N_2$ zur Verfügung, beträchtliche Mengen an Stickstoff werden aber auch durch die diffuse Verfrachtung von $NO_3^-$ aus der Atmosphäre über die Niederschläge in die Böden *deponiert* (III).

Die Umsetzung des Stickstoffs vollzieht sich in einem, „inneren“, relativ geschlossenen Kreislauf. Frisches organisches Material wie Abfälle und Exkremente werden der *organischen Bodensubstanz* hinzugefügt (IV), wo sie sogleich der Verrottung zu Humus unterworfen sind. Durch die mikrobielle Aktivität diverser Destruenten (Bakterien und Pilze) werden die organischen Stickstoffverbindungen des Humus zu den anorganischen N-

[47] *Andreas Geisler*, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien (ungedr. nat. Dipl. Universität Wien, Wien 1998) 21.

Verbindungen Ammonium ($NH_4^+$) und Ammoniak ($NH_3$) *mineralisiert* (IV). Die mikrobielle Zersetzung ist eine Prozessfolge, woran die Nitrifikation (V) anschließt.

Als ein nächster Schritt wird der anorganische Stickstoff zur Energiegewinnung von hoch spezialisierten Bakterien „veratmet". Infolge dieses Oxidationsvorganges wird das $NH_4^+$ zunächst zu Nitrit ($NO_2^-$) *nitrifiziert* und schließlich von den Bakterien in Form des Nitrats ($NO_3^-$) an die Umwelt abgegeben. In dieser Form steht der elementare Stickstoff (N) den Pflanzenwurzeln direkt zur Verfügung. Zwar besitzen einige Pflanzen die Fähigkeit, den anorganischen Stickstoff in Form von $NH_4^+$-Verbindungen aufzunehmen, generell nehmen aber Pflanzen $NO_3^-$ auf. Die Aufnahme der Stickstoffsalze über die Wurzeln und die daran anschließende Synthetisierung von Proteinen bei Pflanze und Tier wird als Assimilierung (VI) bezeichnet und schließt den „inneren" Kreislauf.

Im belebten System Boden dient das im Zuge der bakteriellen Umsetzungsvorgänge entstandene $NO_3^-$ nicht nur als Pflanzennährstoff. Eine breite Palette von Bodenlebewesen nutzt das Nitrat als Elektronendonator. Durch die *Denitrifikation* (VII) wird das $NO_3^-$ von verschiedenen Bakteriengattungen zunächst zu $NO_2^-$ reduziert und schlussendlich als Lachgas ($N_2O$) abgegeben, wodurch der Stickstoff gasförmig aus dem Boden in die Atmosphäre entweicht. wie die im Zuge der Denitrifikation entstandenen Gase kann das bei der Mineralisation frei gewordene $NH_3$ aus dem Boden *ausgasen* (VIII). Die gasförmigen Verluste sind ein essentieller Schritt in diesem Zyklus, da sie den durch die bakterielle Stickstofffixierung der Atmosphäre entzogenen Stickstoff wieder freigeben und somit verhindern, dass der Stickstoff im Bodenlager verbleibt.

Neben der *Ausgasung* ist die *Auswaschung* (IX) ein wichtiger Faktor für den N-Output aus einem lokal begrenzten Ökosystem. Insbesondere für die moderne Landwirtschaft stellt die Auswaschung und Verfrachtung des Nitrats infolge zu hoher Düngergaben ein Problem dar. Das sehr reaktive Anion $NO_3^-$ liegt dissoziiert in der Bodenlösung vor, es ist sehr leicht wasserlöslich und kann vom Grundwasser oder durch Regengüsse fortgeschwemmt werden. Diese Eigenschaft des Nitrats hatten sich die Salpetersieder zu Nutze gemacht, indem sie die nitratreichen Böden auswuschen (X), um so an den begehrten Rohstoff zu gelangen. Sofern durch die Mineralisation und Nitrifikation nicht genügend Nitrat entstanden war, sprich keine salniterhältige Erde mehr auszugraben war, führten die Salpetersieder frisches und bereits zersetztes, organisches Material in den Salpeterplantagen zu Erdhaufen zusammen. An diesen Schauplätzen forcierten die Sieder die eben beschriebenen Verwesungs- und Umsetzungsprozesse, bis die Erden reichlich $NO_3^-$ enthielten. Die Praxis der Entnahme organischen Materials, besonders an stickstoffreichen Exkrementen und Abfällen, bedeutete

einen Eingriff in den sensiblen agrarischen Stickstoffkreislauf (XI), wobei das Salpeterregal vorsah, dass die ausgewaschene Erde wieder an die Landesleute retourniert werden solle.[48] Der beabsichtigte Entzug wird vom unbeabsichtigten, aber für die Landwirte ebenso schädlichen, diffusen Stoffaustrag mittels der *Erosion* (XII) begleitet.

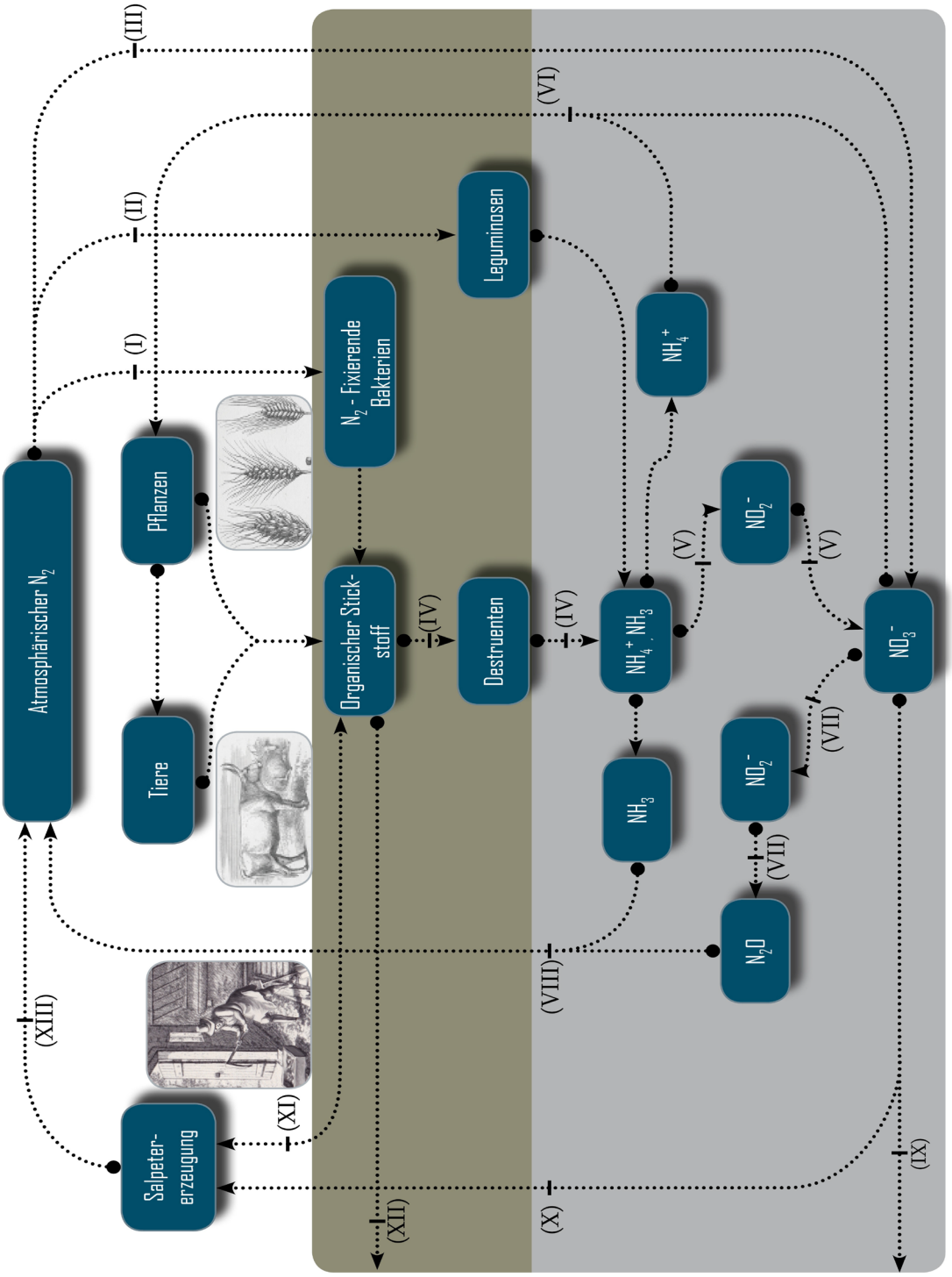



Abbildung 3.1: Schematischer Stickstoffkreislauf

Stickstoffkreislauf verändert nach: R. S. Loomis, D. J. Connor, Crop Ecology. Productivity and Management in Agricultural Systems (Cambridge 2003) 197, Fig 8.2.
Abbildungen: Neujahrsblatt der Gesellschaft der Constaffleren und Feürwerkeren im Zeüghaus zu Zürich (Zürich 1724); Brockhaus Konversations-Lexikon, Bd. 7, Bd. 13 (Leipzig 1908)

[48] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4417, 06.08.1746.

### 3.2.1 N-Input

Pflanzen benötigen zur Synthese von Eiweißverbindungen Stickstoff. Da sie aber nicht im Stande sind, den Luftstickstoff zu assimilieren, müssen sie den elementaren Stickstoff in einer für die Aufnahme verfügbaren Form dem Boden entnehmen. In der Bodenlösung liegt der Stickstoff in zahlreichen *reaktiven* Verbindungen vor, in organischen Kohlenstoff-verbindungen (org.-N), in anorganischen Wasserstoffverbindungen ($NH_3$, $NH_4^+$), sowie in Sauerstoffverbindungen ($NO_x$, $NO_2^-$, $N_2O$).[49]
Als reaktive Stickstoffverbindungen werden jene Moleküle bezeichnet, die sich zur biologischen Assimilation oder der biochemischen Umsetzung eignen. Der Ursprung des elementaren N dieser Verbindungen ist der für die Pflanzen nicht aufnehmbare $N_2$. Die Bindung des Luftstickstoffs im Boden geht der Umsetzung des Stickstoffs zu reaktiven Verbindungen voraus und wird als *Fixierung* bezeichnet. Der Begriff umfasst die Summe aller Input-Prozesse im Stickstoffkreislauf, von der biologischen bzw. bakteriellen Stickstofffixierung durch Mikroorganismen, der anthropogenen durch industrielle und biologische Dünger, bis zur atmosphärischen durch Gewitter und Niederschläge.

#### 3.2.1.1 Asymbiotische Fixierung

Der quantitativ größte Anteil des Stickstoffeintrags in das Ökosystem wird von einer nicht mehr als 90 Arten umfassenden Familie von Prokaryonten, sprich Mikroorganismen ohne einen echten Zellkern, getragen. Sie haben die Fähigkeit, den Enzymkomplex *Nitrogenase* herzustellen, einen biochemischen Katalysator, mit dessen Hilfe sie den inerten $N_2$ zum reaktiven $NH_3$ reduzieren können.
Der Kreis dieser *diazotrophen* (stickstofffixierenden) Bodenlebewesen unterteilt sich in einen frei in der Erde lebenden asymbiotischen Teil und jenen Teil von Stickstoff-Fixierern, die in Symbiose mit höheren Pflanzen vorwiegend in der Rhizosphäre (der unmittelbaren Umgebung der Pflanzenwurzel) anzutreffen sind.

Die Gruppe der frei lebenden N-Fixierer umfasst viele Bodenlebewesen, wie Bakterien, *Cyanobakterien* (Blau- und Grünalgen), und diverse Pilze aus der Gattung der

[49] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems, 44.

*Aktinomyzeten*.[50] Zur Reduktion des $N_2$ bei gemäßigter Umgebungstemperatur und bei atmosphärischem Druck benötigen sie neben der Nitrogenase die Energiequellen Sonnenlicht und Kohlenstoff (C). Mit Ausnahme der Photosynthese betreibenden Cyanobakterien leben die meisten Arten der Diazotrophen heterotroph und müssen zur Energiegewinnung reduzierte Kohlenstoffverbindungen aufnehmen. Sehr häufig finden sich deshalb diese Gattungen im obersten Bodenhorizont in Verwesungsprozesse von Pflanzenresten und Ernterückständen eingebunden, wo sie die freiwerdenden, reduzierten Kohlenstoffverbindungen absorbieren können.

Die Gattung der Heterotrophen unterteilt sich ihrerseits in aerobe, anaerobe und fakultativ anaerobe Spezies, also Bakterien, die ihren Stoffwechsel an die An- bzw. Abwesenheit von Sauerstoff anpassen. Von den frei lebenden $N_2$-Fixierern wird die Spezies der *Azotobacter* repräsentativ angeführt, da sie von allen Spezies im oxischen Milieu am besten befähigt sind, $N_2$ zu fixieren. Die autotrophen Cyanobakterien betreiben zur Energie- und Kohlenstoffgewinnung Photosynthese, dass dabei $O_2$ entsteht, ist bekannt. Da $O_2$ für die meisten Bakterien zellschädigend ist, differenzieren einige Arten Cyanobakterien im Unterschied zu den heterotrophen N-Fixierern eigene "Zellen" (Heterozysten) aus, in denen die Nitrogenase geschützt ist.[51]

Der jährliche Stickstoffeintrag durch die asymbiotische Fixierung ist für die Landwirtschaft nur von geringer Bedeutung. Bakterien nutzen den reduzierten N zur Synthese von Aminosäuren, erst durch ihr Absterben wird der organisch gebundene N mineralisiert und in eine anorganische, reaktive Form überführt.

N-Fixierungsraten beginnen bei 5 kg $ha^{-1}$ und liegen bei landwirtschaftlichen Ackerböden im Durchschnitt bei 10 kg $ha^{-1}$.[52]

### 3.2.1.2 Symbiotische Fixierung

Die symbiotische Fixierung ist von höherer Bedeutung für die Landwirtschaft, da durch sie durchschnittlich zwischen 10 und 300 kg $ha^{-1}$ Stickstoff fixiert werden.[53] Für die Stoffwechselvorgänge - auch für die Fixierung selbst - benötigen alle Lebewesen C. Reichhaltige Kohlenstoffquellen finden sich in Form von abgestorbenen Pflanzenresten und

[50] *R. S. Loomis, D. J. Connor,* Crop Ecology. Productivity and Management in Agricultural Systems (Cambridge 2003) 208.
[51] *William E. Newton*, Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology of Nitrogen Fixation. In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007) 110f.
[52] *R. S. Loomis, D. J. Connor,* Crop Ecology, 208; *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushalt von Wien, 76.
[53] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 211.

toten Wurzeln in den obersten Bodenschichten, weswegen wir die meisten Bakterien ebendort in loser Assoziation zu den Wurzeln antreffen.

Einige spezielle Bakteriengattungen (*Rhizobien*) verstehen es, die Wurzeln zu „infizieren" wodurch die Wirtspflanzen zur Ausbildung spezieller Organe an der Wurzel, sogenannter *Knöllchen*, angeregt werden. In einer intrazellulären Symbiose stellt sich ein reger Stoffaustausch zwischen den Symbionten ein. Die Knöllchenbakterien beliefern die Pflanzen mit reichlich N, der für gewöhnlich den limitierenden Faktor (quantitativ) im Pflanzenwachstum darstellt. Im Gegenzug dazu versorgt die Wirtspflanze die Bakterien mit kohlenstoffhältigen Photosyntheseprodukten (Saccharose) und bildet mit den Knöllchen ein sauerstoffarmes Refugium.[54]

Bei den Wirtspflanzen handelt es sich um Hülsenfrüchte, sogenannte Leguminosen, von denen rund 12.000 Arten Symbiosen bilden und einige Pflanzen neben der landwirtschaftlichen Düngung der Böden mit N für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden.[55]

### 3.2.1.3 Deposition

Neben den chemotrophen Prozessen durch Bakterien gelangt der atmosphärische N über physikalische und meteorologische Prozesse in die terrestrischen Ökosysteme. Ein nicht unwesentlicher Stickstoffeintrag in die frühneuzeitlichen Ökosysteme ist auf die Deposition anorganischen Stickstoffs ($NH_4^+$, $NH_3$, $NO_3^-$) zurückzuführen. Die organische Stickstoffdeposition durch Pollen, Bakterien, und Staub, amine Aerosole sowie organischer Nitrate ergänzt das Spektrum dieser diffusen Stickstoffverfrachtungen.[56]

Unterschieden wird zwischen der trockenen und der nassen Deposition. Unter trockener Deposition wird die schwerkraftbedingte Sedimentation größerer Teilchen und der dynamische Austausch von Gasen und Aerosolen zusammengefasst. Die nasse Deposition liefert den größten N-Eintrag durch den Regen, Schnee, Nebel, Tau, Reif und Raureif.[57]

[54] *Gary Stacey*, The Rhizobium-Legume Nitrogen-Fixing Symbiosis In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007) 159.
[55] *P. J. Harris*, Microbial Transformations of nitrogen. In: *Alan Wild* (Hg.), Russell's Soil Conditions and Plant Growth, New York [11]1988) 644.
[56] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems, 48.
[57] *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushalt von Wien, 78.

### 3.2.2 N-Umsatz im Boden

Ohne Verständnis des Stickstoffumsatzes des Bodens ist die Salpeterproduktion nicht verständlich. Aber was ist „Boden“ eigentlich und von welchen Umsetzungsprozessen ist die Rede?

Böden sind die belebten Teile der Erdkruste.[58] Das heißt, Böden setzen sich aus anorganischen und organischen Bestandteilen und einer Vielzahl an Bodenorganismen zusammen. Die Anordnung dieser anorganischen und organischen Komponenten erfolgt nicht willkürlich, sondern fügt sich nach einem bestimmten Muster im Raum zum Bodengefüge zusammen. Zu den physikalischen Eigenschaften des Bodengefüges zählt ein charakteristisches Hohlraumsystem, das mit der Bodenluft und der Bodenlösung, also mit Wasser und den darin gelösten Stoffen, ausgefüllt ist. Während die Bodenlösung der Träger der anorganischen Stoffe ist, fungiert das Hohlraumsystem als Lebensraum für den belebten Teil des Erdreichs, die Bodenorganismen. Gemeinsam mit der *organischen Substanz der Böden* bilden sie die so genannte *organische Bodensubstanz*.

Die *organische Substanz der Böden* wird gemeinhin als *Humus* bezeichnet und steht im Fokus der Untersuchungen zur salniterhältigen Erde. Man versteht darunter die Gesamtheit der postmortalen, tierischen und pflanzlichen Materie in den verschiedenen Stadien ihrer Umwandlung. Dazu zählen alle frischen organischen Abfälle, wie Pflanzenrückstände, abgestorbene Wurzelstöcke, tierische Abfallprodukte und Exkremente sowie tote Bodenorganismen, welche allesamt der Dekomposition unterliegen und in mikrobielle Biomasse überführt beziehungsweise zu anorganischen Stoffen mineralisiert werden. Trotz der heterogenen Zusammensetzung und des unterschiedlichen Aufbaus der organischen Materie kann sie grob in Streustoffe und Huminstoffe unterteilt werden.

Zu den Streustoffen gehören alle obgenannten abgestorbenen oberirdischen Pflanzenreste, abgestorbenen Wurzeln und toten Bodenorganismen, sowie die frischen, tierischen Abfälle. Die Streustoffe sind schwach zersetzt und ihre morphologische Struktur ist noch gut erkennbar. Diese partikuläre oder leichte organische Fraktion besteht aus Lipiden, Proteinen, Polysacchariden und dem Lignin. Liegen die Stoffgruppen in parenchymatischem Gewebe vor, haben sie eine hohe Umsatzrate und eine relativ kurze Verweilzeit im Boden (Zucker,

[58] *Hans-Peter Blume, Gerhard W. Brümmer, Rainer Horn, Ellen Kandeler, Ingrid Kögel-Knabner, Ruben Kretzschmar, Karl Stahr, Berndt-Michael Wilke*, Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde (Heidelberg [16]2010) 1.

Proteine, Hemizellulose, Zellulose). Sind sie im verholzten Geweben eingebaut, werden sie wesentlich langsamer abgebaut und mineralisiert (Lignozellulose). All jene Stoffe können durch Zersetzungs- und Umsetzungsprozesse überwiegend von Bakterien vollständig abgebaut und zu anorganischen Stoffen mineralisiert werden.[59]
Die charakteristische braune bis schwarze Färbung der Böden resultiert aus ihrer Anreicherung mit Huminstoffen. Es handelt sich dabei um morphologisch stark veränderte Stoffe mit nicht mehr erkennbaren Gewebestrukturen. Anders als die Streustoffe haben sie eine niedrige Umsatzrate und eine lange Verweilzeit im Boden. Da die Huminstoffe gegen den mikrobiellen Abbau zu anorganischen Stoffen durch verschiedene Mechanismen geschützt sind, bilden sie die stabile Fraktion bzw. den stabilen N-Pool des Bodens. Zu der Gruppe der Huminstoffe zählen Substanzen aus Lignin, Phenol und aliphatischen Verbindungen. Die Humifizierung kann sowohl durch mikrobielle Bildung von organo-mineralischen Verbindungen als auch durch die Bindung der organischen Substanz an Tonmineralien erfolgen.[60]

Die organische Substanz des Bodens bildet mit dem labilen und stabilen N-Pool ein gewaltiges N-Lager, das allerdings nicht als ein starres Gebilde missverstanden werden darf. Das heißt, die organische Substanz stellt zwar einen wichtigen N-Pool dar, sie charakterisiert sich aber als eine „dynamische Entität“[61], die wesentlich für das Funktionieren des Stickstoffkreislaufs ist. Sie versteht sich als das Medium oder der Träger diverser Stoffflüsse, als eine Senke für die Input-Ströme und als ein Donator für die Output-Ströme. Diese stofflichen Wechselwirkungen sind allerdings durch die biochemischen Transformations- und Umbauprozesse der Bodenlebewesen geprägt. Sie sind der „Motor“ der Austauschprozesse, die den Kreislauf antreiben. Ihre Abbau- und Umbauprozesse werden als *Umsetzung* bezeichnet.
Ganz gleich ob die Salpetersieder auf die bereits zersetzte organische Substanz (Humus), oder auf die frischen Abfälle tierischer oder pflanzlicher Natur zurückgriffen, sie waren grundsätzlich von den beschriebenen Umsetzungsprozessen im Boden abhängig: Insbesondere von der Mineralisation, der Mobilisierung des org.-N durch Verwesung, der Immobilisierung, das heißt dem Einbau des N in anorganische und organische Bodensubstanz, und den abschließenden Prozessen der Nitrifizierung und der Freisetzung von Nitraten.

[59] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 51, 59.
[60] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 61.
[61] *J. Six*, *J.D. Jastrow*, Organic Matter Turnover. In: *Rattan Lal* (Hg.), Encyclopedia of Soil Science (New York 2002) 936.

### 3.2.2.1 Mineralisierung

Der Stickstoff liegt hauptsächlich in seiner gebundenen, nicht reaktiven Form in der organischen Substanz des Bodens vor. Das Gesamtstickstofflager des Bodens macht, gemessen am Gewicht, zwischen 0,02-0,4 % der Bodenauflage (O-Horizont) und des darunter liegenden Mineralbodens (A-Horizont) aus. In Abhängigkeit von der Bewuchsform, der Frequenz sowie der Intensität der organischen Düngung mit Stallmist und dem Anfall von Pflanzenrückständen variiert dieser Betrag bei Ackerkrumen zwischen 900 und 14.000 kg $ha^{-1}$.[62]

Den Bodenorganismen steht also ein gewaltiges Lager an Stickstoff zur Deckung ihres Bedarfs zur Verfügung, das allerdings vornehmlich in Form von Proteinen, Nukleinsäuren und Aminopolysacchariden den Pflanzen ebenso verschlossen bleibt wie der inerte Luftstickstoff. Erst der mikrobielle Abbau der organischen N-Verbindungen setzt den N in reaktive, anorganische Verbindungen um. Diesen Prozess nennt man Mineralisierung.[63]

Stickstoff ist für die Synthese von Aminosäuren unumgänglich, daher haben auch die Bodenlebewesen Strategien zu dessen Assimilierung entwickelt. Um an die stickstoffhältigen Bestandteile zu gelangen, müssen die sogenannten Destruenten die organische Substanz der Böden zerlegen, was allgemein als *Zersetzung* bekannt ist. Während Pilze im Frühstadium der Zersetzung eine Rolle spielen, begleiten die Bakterien den gesamten Verrottungsprozess und nehmen in der finalen Phase mit dem Anstieg der Bodenazidität zunehmend eine Schlüsselrolle ein. Die Zersetzung beginnt mit den biochemischen und mechanischen Initialphasen, im Zuge deren die frische organische Substanz zerkleinert und aufgeteilt wird. Dieser *Dekomposition* durch Umwelteinflüsse und Makrofauna folgt der mikrobielle Abbau, das heißt die *Mineralisierung* der organischen Substanz in anorganische Stoffe beziehungsweise die *Humifizierung* schwer abbaubarer Materie zu Humus. Die Zersetzung der organischen Substanz hängt sehr stark von ihrer Zusammensetzung ab. Proteine, Lipide und nicht-strukturale Kohlehydrate (Zucker und Stärke) unterliegen einer raschen Mineralisierung, hingegen sind Zellulose und Hemicellulose etwas langsamer verrottende Substanzen, die vorerst zu Humus umgewandelt werden und nur nach und nach mineralisiert werden.[64]

[62] Siehe Literaturübersicht: *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushalt von Wien, 66f.
[63] *Ulrich Gisi*, *Rudolf Schenker*, *Rainer Schulin*, *Franz X. Stadelmann*, *Hans Sticher*, Bodenökologie (Stuttgart/New York $^{2}$1997) 195.
[64] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 199-202.

Dieser Umstand hängt mit einem weiteren Schlüsselfaktor der Mineralisation zusammen, dem Verhältnis zwischen C und N. (Siehe: Immobilisierung).

Grundsätzlich lässt sich die Mineralisation als die Zersetzung der organischen Substanz des Bodens und die daran anschließende Umsetzung des organischen Stickstoffs in seine anorganische Verbindungen definieren. Sie erfolgt in zwei Schritten, der *Desaminierung* (1), der Zersetzung des organischen N zu R-$NH_2$ und der daran anschließenden *Ammonifikation* (2) des organischen Reststickstoffs zu $NH_4^+$.[65]

(1): org.N → R-$NH_2$ + $CO_2$ + C-Verbindungen + Energie

(2): R-$NH_2$ + $H_2O$ → $NH_4^+$ + R-OH + Energie

Bewerkstelligt werden diese beiden Umsetzungsvorgänge durch frei lebende, chemo-synthetisierende Bakterien und extrazelluläre Enzyme aus der Gruppe der „Ureasen“. Die bakterielle Umsetzung des Stickstoffs in eine anorganische Form ist nur ein Teilaspekt der Mineralisierung, bei der neben Stickstoff und Kohlenstoff zahlreiche weitere Nährstoffe für die Zellsynthese gewonnen werden. Das Verhältnis zwischen C und N ist allerdings ausschlaggebend für die Mineralisierungsrate. Falls der „mineralisierende“ Organismus mehr N durch die Nahrung zu sich nimmt, als er zur Zellsynthese benötigt, scheidet dieser den überflüssigen, ammonifizierten N als $NH_4^+$ in die Bodenlösung aus. Wenn hingegen nur stickstoffarmes Substrat zur Zersetzung und damit zur Ernährung vorliegt, müssen die Organismen zur Zellsynthese den mobilen Stickstoff ($NO_3^-$ und $NH_4^+$) aus der Bodenlösung aufnehmen. Diese Aufnahme des mobilen Stickstoffs ist die Umkehrung der Mineralisierung und wird als Immobilisierung bezeichnet. Durch die Immobilisierung fixieren die Mikroorganismen den reaktiven N und binden diesen bis zu deren Absterben in der organischen Substanz.[66]

Die Mineralisationsrate des N im Boden ist ausschlaggebend dafür, wie viel organischer-N mineralisiert wird und zu pflanzenverfügbaren N-Verbindungen umgesetzt wird. Die Mineralisierungsrate ist demzufolge ein Indiz für die Bodenfruchtbarkeit, da sie anzeigt, wie viel Stickstoff den Kulturpflanzen verfügbar gemacht wird. Die Mineralisierung ist abhängig von den Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit, bakterielle Aktivität, dem pH-Wert, der

[65] *Ulrich Gisi*, *Rudolf Schenker*, *Rainer Schulin*, *Franz X. Stadelmann*, *Hans Sticher*, Bodenökologie, 195f.
[66] *P. J. Harris*, Microbial Transformations of Nitrogen, 609.

Zusammensetzung des Humus und dem darin enthaltenen Anteil des org. gebundenen N sowie vom Verhältnis zwischen C und N in der organischen Substanz des Bodens.

### 3.2.2.2 Immobilisierung

Die Immobilisierung kann die Versorgung der Pflanzen mit reaktivem Stickstoff durch die Bindung des anorganischen Stickstoff im Humus und der mikrobiellen Biomasse stark einschränken.

Das optimale Verhältnis von C:N liegt bei fruchtbaren Ackerböden zwischen 8:1 und 12:1. Bei Werten zwischen 20 und 30 wird die Immobilisierung begünstigt und es findet keine Mineralisierung mehr statt. Erst wenn das Verhältnis wieder unter 15 wandert, stoppt die Umwandlung des anorganischen N in stabile organische Verbindungen und die mikrobielle Umsetzung der organischen Substanz in anorganische N-Verbindungen wird wieder aufgenommen.[67]

Das weiter oben angesprochen Problem der Zersetzung der Zellulose veranschaulicht dieses Problem. Wird im Zuge der organischen Düngung Stroh in die Ackerkrume eingearbeitet kann sich das Verhältnis entscheidend auf die Seite des C verlagern. Stroh hat nur einen geringen Anteil stickstoffhältiger Eiweiße und einen hohen Anteil kohlenstoffreicher Zellulose. Durch die Strohgabe kann sich das C:N Verhältnis von Ackerböden, das sich gewöhnlich zwischen 10 und 13 einpendelt, verschieben und das Bakterienwachstum ganz gestoppt werden. Stroh von Getreide hat nur einen Stickstoffanteil von knapp 0.5 % der Trockensubstanz, aber einen hohen Kohlenstoffgehalt von 45 %, was einer Ratio von 90:1 entspricht. Insbesondere bei der Zersetzung von Ernterückständen steigt die Immobilisation von N im Humus und der bakteriellen Biomasse stark an, währenddessen der mineralische N in der Bodenlösung stark absinkt.[68] Erst durch die Düngung mit stickstoffreichen Abfällen wie Stallmist kann die Balance rascher hergestellt werden.[69]

[67] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.) Stickstoff. Kreislauf - Düngung - Umwelt. Ein Praxisratgeber von Josef Galler (Salzburg 2007) 10.
[68] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 200.
[69] *P. J. Harris*, Microbial Transformations of nitrogen, 621.

### 3.2.2.3 Nitrifikation

Die Landwirtschaft und die Salpeterwirtschaft sind in hohem Maße von der mikrobiellen Abbauleistung im Boden abhängig. Von der initialen Phase der Dekomposition zur anschließenden Phase der Mineralisierung wird der organische Stickstoff in seine anorganische Form überführt. Die Reaktionsreihe der Nitrifikation stellt die letzte und bedeutendste Umsetzung dar. Ammonium wird zu Nitrat oxidiert, das ist für die anthropogenen Bedürfnisse von zentraler Bedeutung. Am Ende dieser Reaktionskette wird der Stickstoff als Nitrat in die Bodenlösung abgegeben und sowohl den Pflanzen zur Aufnahme, als auch den Salpetersiedern für die Auswaschung verfügbar gemacht.

Durch die bakterielle Transformation von $NH_4^+$ zu $NO_3^-$ wird der Stickstoff von einer reduzierten Form mit einer Elektronegativität von -3 zu seiner oxidierten Form mit einer Valenz von +5 überführt.[70] Diese exotherme Reaktion wird vor allem von den aerob lebenden autotrophen Bakterien *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* bewerkstelligt und ist an die Anwesenheit von elementarem Sauerstoff gebunden. Der genaue Umfang der nitrifizierenden Bodenorganismen ist noch nicht zur Gänze bekannt.[71]

Die Nitrifikation wird nur zu 10 % von heterotroph lebenden Organismen vollzogen.[72] Der überwiegende Teil erfolgt durch die chemolithotrophen Bakterien aus der Familie der *Nitrobacteracae*. Diese Bakterien beziehen ihre Energie aus der Oxidation von $NH_4^+$, welche sie zur Reduktion von Bicarbonaten in organische Masse aufwenden. Die Nitrifikation verläuft in zwei in Serie geschalteten Schritten. In der ersten Reaktion (1) oxidieren Bakterien der Gattung Nitrosomonas und *Nitrosolobus* das $NH_4^+$ zu $NO_2^-$:

(1): $NH_4^+ + 3/2\ O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+ + 352kJ$

In der daran anschließenden Reaktion (2) nitrifizieren die Nitrobacter das Nitrit-Ion zu $NO_3^-$.

(2): $NO_2^- + ½\ O_2 \rightarrow NO_3^- + 74{,}5kJ$

[70] *P. J. Harris*, Microbial Transformations of nitrogen, 612.
[71] *Stuart J. Ferguson*, *David J. Richardson*, *Rob J. M. van Spanning*, Biochemestry and Molecular Biology of Nitrification. In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007), 210-222.
[72] *P. J. Harris*, Microbial Transformations of nitrogen, 612.

Für gewöhnlich ist die erste Reaktion der limitierende Faktor in dieser Reaktionsreihe, da es nur selten zu einer hohen Akkumulation von $NO_2^-$ im Boden kommt.[73] Des Weiteren spielen die Feuchtigkeit, die Temperatur, der pH-Wert und die Bodenacidität eine gewichtige Rolle, die allesamt im Zuge der Erläuterung der sozionaturalen Schauplätze detaillierter besprochen werden.

### 3.2.2.4 Mineralisierungsrate

Alle Nährstoffe müssen das „mikrobielle Nadelöhr" durchwandern, um von ihrer organisch gebundenen Form in eine anorganische und damit in eine für die Pflanze aufnehmbare Form umgesetzt zu werden. Für den Stickstoff ist die Prozessreihe der Dekomposition/Zersetzung, Mineralisation und schließlich der Nitrifikation relevant. Diese Umsetzung ist alleine auf die Abbauleistung der Bodenlebewesen zurückzuführen und stellt einen zentralen Schritt im Stickstoffkreislauf dar, der sowohl der Landwirtschaft als auch dem Salpetergewerbe das notwendige Nitrat liefert. Salniterhältige Erde ist in diesem Sinne ein Boden, in dem die kontinuierliche Zersetzung und Umsetzung der organischen Substanz (Mineralisierung und Nitrifikation) zu einer reichlichen Akkumulierung von Nitraten geführt hat. Solche Standorte bilden sich allerdings nur dort, wo es eine hohe Deponierung frischen, stickstoffhältigen Materials wie Abfällen und Exkrementen gibt und wo die Verluste an Stickstoff ausbleiben.
Die Zerfallsreihe und Umsetzung des organischen N in Nitrate, wie sie grundsätzlich in allen Böden auftritt, wird in dieser Arbeit als *Mineralisierungstendenz* oder *Mineralisierungsrate* bezeichnet. Diese Rate beschreibt, wie viel organischer Stickstoff innerhalb eines Jahres zu $NO_3^-$ mineralisiert wird und in der Bodenlösung frei vorliegt. Für gewöhnlich liegt dieser Wert zwischen 0,2 und zwei Prozent des Gesamtstickstofflagers des Bodens.[74]

### 3.2.2.5 Assimilation

Die assimilatorische Nitratreduktion wird für gewöhnlich zu den Output-Prozessen im terrestrischen Ökosystemen gezählt. Durch die Assimilation wird der N durch die Pflanzen und durch Bakterien der Bodenlösung entnommen und in organisches Material eingebaut oder gasförmig in die Atmosphäre abgegeben. Die Assimilation des anorganischen N durch die

[73] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 202.
[74] Siehe Literaturübersicht: *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushalt von Wien, 87ff; *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 408.

Pflanzen wird in diesem Kontext zum „inneren“ Kreislauf gezählt. Der N wird zwar der Bodenlösung entnommen und in pflanzliche Aminosäuren eingebaut. In geschlossenen, natürlichen Ökosystemen gelangt dieser N in Form der abgestorbenen Pflanzenreste zurück in den Boden, welche als organische Substanz des Bodens (Humus) das Ausgangsmaterial der oben angeführten Reaktionsketten bildet. In Agrarökosystem kann die Assimilation durchaus als Entzug gewertet werden. Von der mit der Ernte abgeführten pflanzlichen Biomasse werden nur das Wurzelwerk und die Ernterückstände der organischen Substanz des Bodens zugeführt. Die Ernteprodukte werden in die Anthroposphäre exportiert und gelangen nur teilweise über Exkremente in die Ackerkrume zurück.

Höhere Pflanzen assimilieren den anorganischen N in Form von $NO_3^-$ und $NH_4^+$. In Nährlösung gedeihen Pflanzen kongruent durch die Zugabe von Nitrat und Ammonium.[75] In der Bodenlösung kann die Aufnahme von Ammonium zu einem Anstieg des pH-Werts im Pflanzengewebe führen, da bei der Synthese zu Aminosäuren $H^+$ frei wird. Die Pflanzen bevorzugen deshalb die Absorption von Nitraten, bei deren Reduktion der anfallende Elektronenüberschuss leichter gepuffert werden kann.[76]
Die Pflanzen bevorzugen daher das Nitrat, zumal das Ammonium nur kurze Verweilzeiten im Boden hat und schnell umgesetzt wird beziehungsweise an Tonmineralien gebunden immobilisiert vorliegt.[77]
Stickstoff ist ein „Motor des Wachstums“[78]. Die anorganischen Stickstoffsalze werden von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen und zur Synthese von Aminosäuren und damit zur Zellsynthese verwendet. Während das Ammoniumkation direkt zur Synthese der Aminosäuren gelangt, müssen die Nitrate erst zu $NH_4^+$ reduziert werden. Dieser umgekehrte Prozess zur Nitrifikation, in dem 8 Elektronen ausgetauscht werden müssen, kostet der Pflanze Energie, die durch die Respiration von 0.33 Mol glucosehältigem Substrat pro Mol N erzeugt wird.[79]
Prinzipiell kann die Nitratreduktion im Großteil des pflanzlichen Gewebes vollzogen werden. Da dieser Prozess der Pflanze Energie kostet, findet er zumeist in den Chloroplasten der Blätter statt, wo es zu einem direkten Transfer von Photosynthesereduktanten kommt. Dabei

[75] *Alan Wild*, Plant nutrients in soil: nitrogen. In: *Alan Wild* (Hg.), Russell’s Soil Conditions and Plant Growth, New York [11]1988) 677.
[76] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 206.
[77] *Petra Marscher*, Plant-Microbe Interactions in the Rhizosphere and Nutrient Cycling. In: *Petra Marschner*, *Zdenko Rengel* (Hg.), Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems (= *Ajit Varma* (Hg.), Soil Biology 10, Berlin/Heidelberg/New York 2007)162.
[78] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Stickstoff, 4.
[79] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 206.

darf aber weder die Photosynthese, sprich die Synthese von Kohlenhydraten, unterbrochen werden, noch der Energieaufwand der Nitratreduktion allzu hoch sein.

### 3.2.3 N-Output

Der Boden ist nach der Atmosphäre der größte Stickstoffpool, er ist eine Senke für die chemotrophen und physikalischen Stoffflüsse im und in das Erdreich. Er ist das Medium der mikrobiellen Abbau- und Umsetzungsprozesse der organischen Substanz, die als „organischer Motor" der Stoffflüsse den Stickstoffzyklus in Bewegung halten. So ist neben der Aufnahme, Umwandlung und Speicherung des Stickstoffs der Austrag von N ein funktionales Element im Kreislauf, wodurch N entweder gasförmig in die Atmosphäre entweicht oder durch physikalische Prozesse aus dem lokalen, terrestrischen Ökosystem verfrachtet wird.

#### 3.2.3.1 Denitrifikation

Die biologische N-Fixierung entzieht der Atmosphäre kontinuierlich $N_2$. Gäbe es zu dieser Reaktion keinen Gegenspieler, würde der Luftstickstoff gänzlich der Atmosphäre entzogen und organisch gebunden werden.
Die als Denitrifikation bezeichnete Nitratreduktion ist der Nitratbildung entgegengesetzt. Sie findet grundsätzlich in wassergesättigten Böden (bei 70-80 %iger Wassersättigung des gesamten Porenvolumens) und bei einer eingeschränkten Durchlüftung statt.[80] Dass die Denitrifikation ursächlich an solche Umweltbedingungen gekoppelt ist, hängt mit dem Stoffwechsel der denitrifizierenden Bakterien wie der Gattungen *Pseudomonas* und *Alcaligenes* zusammen. Der Metabolismus dieser heterotrophen Bakterien ist an die Anwesenheit von Kohlenstoffverbindungen gebunden, wodurch sie in der oberen Bodenschicht der organischen Substanz anzutreffen sind. Bei abnehmendem $O_2$-Gehalt im Boden, zum Beispiel durch eine hohe Wassersättigung, sind diese fakultativ anaeroben Bakterien befähigt, das Nitrat anstelle des molekularen O als Elektronenakzeptor für respirative Aktivitäten zu verwerten. Es existieren aber auch einige autotrophe Bodenlebewesen, die ihre Energie aus den organischen Verbindungen gewinnen, indem sie das $NO_3^-$ zur Oxidation heranziehen.[81]

[80] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 406.
[81] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems, 51f.

Die Reduktion von $NO_3^-$ zu diversen N-hältigen Gasen erfolgt durch eine Vielzahl an Bakterien bei Temperaturen zwischen 5°C und 50°C und einem pH-Optimum zwischen 7 und 8. Die Reaktionsreihe lässt sich in folgender Sequenz abbilden:

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$$

Neben der biologischen Denitrifikation heterotropher und chemoheterotropher Bakterien können als Nebenprodukt der Nitrifikation die Gase NO und $N_2O$ aus dem Boden entweichen. Darüber hinaus gibt es auch Indizien dafür, die einen Teil der Denitrifikationsleistung auf rein physikalischen Prozesse im Boden zurückführen.[82]
Bei einer hohen Zufuhr an leicht zersetzbarer organischer Substanz in den Boden kommt es zu einem Anstieg der mikrobiellen Aktivität, die in einer Erhöhung der Mineralisierungsrate kumuliert. Daran geknüpft ist ein Anstieg der biologischen Denitrifiaktionsraten, wobei dieses Phänomen insbesondere bei Ackergründen mit einer hohen Mineralisierungsrate und nach der Applikation wirtschaftseigenen, organischen Düngers wie Stallmist und Gülle zu beobachten ist.[83]

### 3.2.3.2 Ausgasung

Die Ausgasung umfasst sämtliche Ausgänge an Stickstoff in Form von Ammoniak-Emissionen. Besonders stark davon betroffen sind Agrarökosysteme mit Viehhaltung, da die Ausgasung vor allem bei tierischen Exkrementen zu beobachten ist. Tierische Abfälle haben einen sehr hohen Anteil an Ammonium, der durch den Kontakt mit der Luft sehr schnell ausgast und vom Menschen bereits in geringen Mengen olfaktorisch wahrgenommen wird.[84]
Die Ausgasung kann überall stattfinden, wo ein hoher Anteil an Ammoniumsalzen und Harnstoff anzutreffen ist. Der Austritt ist dabei an einen hohen pH-Wert gebunden, er kann mit folgenden Reaktionen beschrieben werden:[85]

$$NH_4^+ + OH^- \leftrightarrow NH_3 + H_2O \; ; \; NH_3 + H^+ \leftrightarrow NH_4^+$$

[82] Ebenda, 52f.
[83] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 407.
[84] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Stickstoff, 30.
[85] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel, 410.

Mit zunehmender $OH^-$-Konzentration steigt die Bildung von Ammoniak stark an. Bei niedrigem pH-Wert ist der Austritt minimal. Tierische Exkremente haben hingegen ein alkalisches Milieu. Dies begünstigt gemeinsam mit dem hohen Ammoniumgehalt des Harnstoffs die Ausgasung.[86] Der Ammoniumgehalt von Herbivoren variiert sehr stark nach Spezies und der Art der Fütterung.[87]

Die Ausgasung ist neben dem pH-Wert von der Temperatur, dem Wassergehalt, der Windgeschwindigkeit und weiteren Faktoren abhängig. Bei höherer Temperatur und Trockenheit kann bei Kontakt mit der Luft $NH_4^+$ in $NH_3$ umgewandelt werden.[88]
In der frischen organischen Substanz tierischer Exkremente findet durch den hohen Gehalt an Proteinen und vor allem an Harnstoff eine rasche Mineralisierung des org.-N in Ammonium statt. In Folge der Ammonifikation wird $NH_3$ gebildet, das in Wasser zwar rasch zu $NH_4^+$ konvertiert wird, bei niedrigem Wassergehalt kann der Ammoniak aber auch vorzeitig austreten.[89] Die Ammoniakausgasung ist somit auch im Zuge der Reaktionskette der Mineralisierung - dem Abbau von Protein zu Ammonium - und die daran anschließende Umwandlung des Ammoniums in Ammoniak durch den Kontakt mit der Luftmöglich.[90]

Die Ausgasung spielt damit vorrangig in der Land- und Viehwirtschaft eine entscheidende Rolle, und zwar auf Ackerböden und vor allem bei der Gewinnung, Lagerung und Ausbringung von Exkrementen aus der Viehwirtschaft. Da insbesondere bei der Lagerung der tierischen Exkremente dieselben an Feuchtigkeit verlieren und beim Umschichten in Kontakt mit Luft kommen, kann es bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger zu beträchtlichen Ausgasungsverlusten kommen.[91]
Für die Versorgung der Ackerkrume mit Nährstoffen durch Düngung mit wirtschaftseigenen, tierischen Exkrementen ist eine Abschätzung der Ausgasungsverluste von großer Bedeutung für die Landwirte. Die Verluste liegen in der Regel zwischen 27 % und 60 % des gesamten N-Gehalts der tierischen Abfälle.[92]

[86] *Hans-Peter Blume et. al.*, Scheffer/Schachtschabel 410; *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Wirtschaftsdünger. Kreislauf - Düngung - Umwelt. Ein Praxisratgeber von Josef Galler (Salzburg 2009) 31.
[87] *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushaltes von Wien, 92.
[88] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems, 50.
[89] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Stickstoff, 39.
[90] *Andreas Geisler*, Stickstoffhaushalt von Wien, 92.
[91] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Stickstoff, 31-43; *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 27-33.
[92] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Stickstoff, 34.

### 3.2.3.3 Auswaschung:

Die Sorptionseigenschaften des Bodens sind von der Ladung des Oberbodens abhängig. So zeigen die Böden in den gemäßigten Breiten eine überwiegend negative Ladung, wodurch sich in Folge eines Kationenaustauschs die Ammoniumkationen an die lehmigen Bestandteile des Bodens und die organische Substanz anheften. Der Anionenaustausch des Bodens ist hingegen schwach, wodurch die dissoziierten Stickstoffsalze mit einer negativen Valenz in der Bodenlösung frei beweglich sind.[93]

Durch diesen Umstand kann es zu einer Auswaschung der Anionen - vornehmlich des Nitrats - kommen, was im Zuge heftiger Regengüsse vermehrt auftritt. Die Gefahr der Auswaschung ist die Verfrachtung des Nitrats aus der Rhizosphäre in die gesättigte Zone, wo es nicht mehr von Pflanzen assimiliert und werden kann und in anaeroben Zonen denitrifiziert oder gar mit dem Grundwasser abtransportiert wird.[94]

In unbearbeiteten Böden ist durch das evolvierte Hohlraum- und Porensystem ein „Kanalsystem“ vorgegeben, das die Auswaschungstendenz erhöht. Beackerte Böden und solche, die mit Gründüngung bearbeitet werden, sind vor Auswaschung besser geschützt.

[93] *R. S. Loomis, D. J. Connor*, Crop Ecology, 204.
[94] *Ann McNeill*, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems, 54f.

KAPITEL 4

# DE SALNITRO - VON DER SALNITERHÄLTIGEN ERDE UND DEN AGRARÖKOLOGISCHEN SCHAUPLÄTZEN IHRER GENESE

"Der Gärtner kennt den Lauch und Zwiebeltopf kaum mehr,
Der, wie sonst jedes Kraut groß in die Höhe fähret,
Wenn er in rechter Maaß Salpeterwasser nähret.
Denn im Salpeter steckt des Bodens Kraft allein.
Er wird niemals Müd um Frucht zu bringen seyn,
Wenn man ihm immerdar das Salz, das er verzehret
Mit nicht sparsamer und milder Hand gewähret;
Worauf nach meinem Sinn, der Felder höchstes Gut
Und ganze Wissenschaft sie wohl zu baun beruht."

Johann Balthasar Sedlezki, Jakob Baniers der Gesellschaft Jesu vollständiger Mayerhof,
oder Sechzehn Bücher von der Landwirthschaft (Augsburg 1772) 152

## 4.1 Zur "salniterhältigen" Erde

Gasförmiger, molekularer Stickstoff ($N_2$) stellt den Hauptbestandteil der Erdatmosphäre. Erst seit Erfindung des Haber-Bosch-Verfahrens zur Ammonikasynthese können Menschen dieses Stickstoffreservoir nutzen. Vorher waren sie für die Gewinnung von reaktiven Stickstoffverbindungen (etwa Nitraten, Nitriten, Ammoniumverbindungen und organischen Stickstoffverbindungen) auf natürliche Prozesse angewiesen, die sich weitgehend irher Kontrolle entzogen. Durch Mikroben (vorwiegend Pilze und Bakterien) wird die organische Substanz toter Lebewesen auf und im Boden zu Humus und dieser weiter zu einfacheren Verbindungen abgebaut. Der darin gebundene Stickstoff wird in anorganische Verbindungen überführt und liegt als reaktives Nitrat-Anion in der Bodenlösung vor. In dieser Form können es Pflanzen als Nährstoff aufnehmen.
Die Menschen in der Frühen Neuzeit konnten nur auf jenes Nitrat zurückgreifen, das im Zuge des mikrobiellen Abbaus freigesetzt wurde. Dabei stellten die zu Erde zerfallenen tierischen und pflanzlichen Abfälle aus Landwirtschaft und Viehzucht sowie wenige besonders stickstoffreiche Böden die einzigen Bezugsquellen dar, in welchen das Nitrat in abbauwürdigen Mengen akkumulierte. Diese Materialien und Böden wurden auf Grund ihres hohen Nitratgehalts häufig als "salniterhältige Erde" bezeichnet und waren in der Landwirtschaft und im chemischen Gewerbe gleichermaßen begehrt. Entweder führte man die Erde zur Düngung[95] auf die Äcker und Gärten oder man wusch sie im Zuge der Salpetergewinnung[96] mit Wasser aus, um an das leicht wasserlösliche Nitrat zu gelangen.
Als "salniterhältig" oder nitrathältig galt also prinzipiell all jene Materie, worin es durch die Mineralisation der organischen Bestandteile zu einer hohen Akkumulation an anorganischen Stickstoff kam. Auch in Mauern und Wänden (vor allem von Ställen) sammelte sich Nitrat, das zum Teil in recht reiner Form auf den Oberflächen ausblühte.

Die Bezeichnung "salniterhältige Erde" ist ein weit gefasster Begriff mit gewissen Unschärfen, was die Verortung und Genese dieser Erde betrifft. Noch zu Beginn des 18. Jahrhunderts grassierte die weit verbreitete Meinung, dass der Salpeter „nirgends anders als in

[95] *Heinrich Georg Hoff*, Das Buch für Oekonomen, oder theoretisch = praktische Regeln und Grundsätze für Gütherbesitzer, Pächter, Verwalter und Landleute etc. (Salzburg 1793) 129f.
[96] Für die Methoden der Salpeterproduktion siehe: *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen. Nach theoretisch= und praktischen Gründen aufgesetzet. Nebst einem Anhange von der Ausziehung des Salpeters aus verdorbenem Schießpulver (Wien 1778).

den Ställen oder in den Misthaufen erzeuget werde.“[97] Zwar ist diese Aussage insofern nicht unrichtig, als dass die tierischen Abfälle durch den hohen Ammonium- und Harnstoffgehalt in Folge der Umsetzung und dem Zerfall zu "Erde" reiche Nitratquellen darstellten. Die Nitrifikation kann allerdings fast überall stattfinden und ist nicht zwingend an Mist, Erden und Böden gebunden. Sie kann sich ebenso auf und in Felsen, Steinen und den Mauern von Gebäuden vollziehen. Zwingend erforderlich ist eine Zufuhr organischen, stickstoffreichen Materials. An den Mauern und alten Gewölben effloreszierte überwiegend Calciumnitrat ($Ca(NO_3)_2$), welches als "Mauersalpeter"[98] oder als "Blume der Mauern"[99] bezeichnet wurde.
Zum Spektrum der salniterhältigen Erden zählen unter anderem die Dammerde, eine aus tierischen und pflanzlichen Abfällen hervorgegangene Komposterde (Humus), aber auch die verwesenden Abfälle aus der Tierhaltung auf den Mist- oder Düngerstätten sowie die vom Harn der Tiere und dem Sickerwasser getränkten Stallböden. Die Nitrifikation kann sich in jeder humusreichen Erde vollziehen, sodass daraus geschlossen wurde, dass "daß an Orten, wo sich Erden befinden welche nicht zu sandig und mehr oder weniger mit Kalk vermischt sind und verwesende Theile tierischer und vegetabilischer Körper enthalten, diese Erden in der Länge der Zeit salpeterhaltig werden.“[100]
Eine gemeinsame Voraussetzung für die Entstehung von Nitraten in der Erde und den Mauern sind eine stete Zufuhr stickstoffreicher Substanzen und ein optimales Milieu für die bakterielle Umsetzung der Stoffe. Die chemische Zusammensetzung der Nitrate ist dabei abhängig von den Alkalimetallen, die in Bodenlösungen vorhanden sind bzw. woraus die Mauern beschaffen sind. Wie beim Mauersalpeter waren Nitrate, die sich in der salniterhältigen Erde bildeten, hauptsächlich Calciumnitrate.[101]

Bemerkenswert, was sowohl die Entstehungsgeschichte als auch die Bedeutung für den internationalen Handel mit Nitrat in der Neuzeit anbelangt, sind die gigantischen Lagerstätten von Natriumnitrat ($NaNO_3$) in der Atacama-Wüste, um deren Abbau sich ein blutiger Konflikt

[97] *Georg Ernst Stahl*, Gründliche und Nützliche Schrifften, von der Natur Erzeugung, Bearbeitung und Nutzbarkeit des Salpeters (Stettin/Leipzig 1748) 9.
[98] *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung, Gewinnung und Bearbeitung des Salpeters. Besonders in Hinsicht auf die Anlegung der Salpeter=Bühnen, oder Stallsalpeter=Gewölbe; zunächst für Landleute in Fragen und Antworten bearbeitet (= *Gottfried L. C. Müller* (Hg.), Müllers chemisch technische Abhandlungen, Bd. 2, Regensburg 1829) 24.
[99] *Anton Dolleczek*, Geschichte der Österreichischen Artillerie. Von den frühesten Zeiten bis zur Gegenwart (Wien 1887) 178.
[100] *Christian Lebrecht Rösling*, *W. L. Kisery*, *Ernst W. Herdegen*, Neue Fabriken-Schule. Worin nicht blos zu verbesserten und auf richtige physikalische Grundsätze und Erfahrungen gegründete Fabrikationsweisen ... angemessene Weise Anleitung gegeben wird, Bd. 1 (Erlangen 1806) 170.
[101] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit. In: Chemie in unserer Zeit, Hft. 1 (1995) 12.

zwischen Chile, Peru und Bolivien entzündete. Der Reichtum der Lagerstätten war so prägend, dass das $NaNO_3$ den Trivialnamen "Chilesalpeter" erhielt. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts begann die Erschließung riesiger nitrathältiger Guanoablagerungen[102] vor der Küste Südamerikas und etwas später, ab 1830, der Abbau der gigantischen Nitratdepots in der Atacama-Wüste.[103]

Die nitratreichen Erden sicherten die Produktion des Schießpulvers aber auch die Herstellung essentieller Pflanzendünger. Mit dem Guano war überdies die Versorgung europäischer Böden mit Phosphor sichergestellt. Die neu erschlossenen Dünger nahmen eine Schlüsselfunktion in der steigenden agrarischen Produktivität im Europa des 19. Jahrhunderts ein. Wider den Malthusianischen Pessimismus[104] war durch sie die Ernährung einer exponentiell wachsenden Bevölkerung gewährleistet. Durch diese Entwicklung war die von Malthus angeregte Diskussion zur Regulierung des rasanten Bevölkerungswachstums vorerst verstummt.[105]

Es herrschte lange Zeit die Meinung, dass die nitratreichen Böden in der Atacamawüste in Folge eines über Jahrtausende währenden Abbaus organischer Stoffe ozeanischen und fluvialen Ursprungs entstanden waren. Es dürfte sich allerdings um seit dem Pleistozän stattfindende atmosphärische Deposition handeln, welche durch ozeanische und vulkanische Einflüsse große Salzmengen in den ausgedorrten Boden der Wüste mit den Niederschlägen verfrachtete.[106]

Wie sehr das aride Klima bei der Formierung salniterhältiger Erden eine Rolle spielt, zeigt sich auch bei anderen, natürlich entstandenen Nitratdepots. Je trockener sich das Klima in einer Region gestaltete, desto weniger waren die Nitrate im Boden von der Auswaschung und der Denitrifikation betroffen. Dies ist ein entscheidender Faktor. In den humiden gemäßigten und nördlichen Breiten Europas gibt es genug Feuchtigkeit, aber daher keine Nitratdepots.

Die prominentesten Beispiele für das Entstehen von salniterhältiger Erde in abbauwürdigen Mengen unter trockenen Bedingungen finden sich an den großen Flussläufen Ägyptens und Indiens. Die Formierung dieser Böden wurde in Ägypten mit den periodischen

[102] Anm.: Guano → Exkremente von Wasservögel.
[103] *Vaclav Smil*, Enriching the earth, 39-48.
[104] *Thomas Robert Malthus*, An Essay on the Principle of Population (Mineola/New York 2007). Original erschien 1798 bei J. Johnson, London.
[105] *G. J. Leigh*, The World's Greatest Fix. A History of Nitrogen and Agriculture (New York 2004) 75-86.
[106] *George E. Erikson*, Geology an Origin of the Chilean Nitrate Deposits (= U.S. Department of the Interior (Hg.), Geology Survey Professional Paper 1188, Washington 1981).

Überschwemmungen des Nils in Verbindung gebracht.[107] In Indien aber dürfte der Salpeterreichtum Bengalens - gleich den europäischen Produktionsmethoden - aus tierischen Exkrementen hervorgegangen sein.[108] Hier wurden die Böden von den Salpetersiedern ("Nuniyas") präpariert und mit Urin übergossen. In den heißen Trockenmonaten blühten in Folge dieser Behandlung die mineralisierten Nitrate an der Oberfläche aus.[109] Die Salpetersieder kochten dann den mit dem Urin der Tiere imprägnierten Boden aus. Da dieser aber reich an Kalium war, mussten keine weiteren Verfahren angewendet werden, um an den gewünschten Salpeter, das Kaliumnitrat zu gelangen.[110] Zu den großen Nutznießern des Ostindienhandels zählten der britische Commonwealth und die niederländischen Handelskompagnien, die den Salpeter tonnenweise - in erster Linie für den Eigenbedarf - importierten.[111] Zuvor hatten die Venezianer in einer Monopolstellung den Salpeter über den Levantehandel nach Europa gebracht.[112] Neben den genannten gab es noch zahlreiche weitere natürliche Nitratlagerstätten[113], auf die hier nicht im Detail eingegangen werden kann.

Die Menschen in den gemäßigten Breiten und im kälteren Norden Europas hatten nicht die Möglichkeit, auf natürliche Nitratdepots wie jene der Chilenischen Wüste zurückzugreifen. Ein Abbau mineralischer Nitratlagerstätten im Sinne eines frühneuzeitlichen Berg- und Hüttenwesens blieb daher aus. In jenen Ländern Europas, wo der Salpeter nicht über den Indienhandel bezogen werden konnte, bildete sich ein spezialisiertes Salpetergewerbe heraus, das die Nitrate entweder „künstlich“ erzeugte oder die „natürlich“ entstandenen Nitrate „erntete“.[114] Zu den natürlichen Fundstätten für das Nitrat zählten in erster Linie alle landwirtschaftlichen Arrangements, in welchen tierische und pflanzliche Abfälle gesammelt und für die Düngung aufbewahrt wurden, sowie die Schauplätze der Tierhaltung selbst, insbesondere Komposthaufen, Misthaufen, Stallböden und Stallmauern. Der Mangel an abbauwürdigen Nitratlagerstätten im freien Felde kann in weiten Teilen der Habsburgermonarchie auf bodenökologische Faktoren zurückgeführt werden.

[107] *Shepard Krech*, *John Robert*, *McNeill*, *Carolyn Merchant* (Hg.), Encyclopedia of World Environmental History, Bd. 3 (London/New York 2004) 1134.
[108] *Brenda J. Buchanan*, Saltpetre: A Commodity of Empire. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder, Explosives and the State. A Technological History (Ashgate 2006) 78.
[109] *James W. Frey*, The Indian Saltpeter Trade, the Military Revolution, and the Rise of Britain as a Global Superpower. In: The Historian 71, Hft. 3 (2009) 523.
[110] *Ottomar Thiele*, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik, 8.
[111] *Stephen R. Bown*, A Most Damnable Invention. Dynamite, Nitrates, and the Making of the Modern World (New York 2005) 25-49.
[112] Jochen Gartz, Vom griechischen Feuer zum Dynamit. Eine Kulturgeschichte der Explosivstoffe (Hamburg/Berlin/Bonn 2007) 75.
[113] *Christian Lebrecht Rösling*, *W. L. Kisery*, *Ernst W. Herdegen*, Neue Fabriken-Schule, 162-171.
[114] Siehe: *Ottomar Thiele*, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik, 66-214.

Die humusreichen Erden, beispielsweise auf dem Gebiet des heutigen Österreichs, weisen auf Grund ihres Reichtums an organischer Bodensubstanz eine entsprechend hohe, natürliche Nachlieferungsrate an Nitraten auf. Die jährliche Mineralisationsrate der fruchtbarsten Erden - der stickstoffreichen Braunerde- und Schwarzerdeböden - konnte zwischen 60 und 150 kg N $ha^{-1}$ schwanken.[115] Das Nitrat in diesen Böden ist allerdings von verschiedenen Abbauprozessen und natürlichen Verlustraten betroffen. Die mikrobielle Reduktion und geophysikalische Prozesse verhindern, dass sich große mineralische Stickstoffdepots im Boden bilden. Als ein besonders entscheidender Einflussfaktor, der einer Nitratakkumulation hinderlich im Wege steht, ist die Witterung zu nennen. Auf Grund ihrer hohen Wasserlöslichkeit und des Anionenaustauschs der Böden können die Nitratanionen bereits bei leichten Regenfällen ausgewaschen und mit dem Grundwasser abtransportiert werden. Auf Grund dieser Verluste und dem Entzug des Nitrats durch die Pflanzen war der Stickstoffhaushalt der meisten Böden ausgeglichen. Von einer Konzentration "überschüssigen" Nitrats kann nicht ausgegangen werden, viel mehr litten die ackerbaulich genützten Böden in aller Regel unter einem Mangel an Stickstoff.

Der „Abbau“ von Salpeter rentierte sich aber nur an Standorten von solchen Erden, in denen über längere Zeit eine Akkumulation von Nitraten stattfand. Dies konnte in den gemäßigten Breiten allerdings ausschließlich an klimatisch günstigen, regenarmen Schauplätzen von statten gehen. Neben besonderen mikroklimatischen Begebenheiten mussten diese Schauplätze durch eine stete Zufuhr stickstoffreichen Materials den nitrifizierenden Bakterien gleichermaßen ein Habitat sein, sodass sich abbauwürdige Mengen an Nitrat konzentrieren konnten.

Auf dem Gebiet des heutigen Österreichs kamen für die Salpetererzeugung vordergründig die bereits erwähnten landwirtschaftlichen Arrangements und Schauplätze der Tierhaltung ins Spiel, welche die oben genannten Bedingungen erfüllten. Durch das Zusammenspiel landwirtschaftlicher Praktiken und Arrangements kreierten die Menschen in den Agrarökosystemen intentional aber auch unbeabsichtigt geschützte Habitate für jene Biozönosen (Lebensgemeinschaften) von Destruenten und chemolithotrophen Bakterien (Nitrifikanten), die in Folge einer ständigen Zufuhr stickstoffreicher Abfälle und geeigneter Umweltbedingungen reiche Nitratlager schufen.

[115] Siehe Literaturübersicht: *Andreas Geisler*, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien, 88.

## 4.2 Agrarökologische Arrangements der Salpeterproduktion

Das Konzept der sozionaturalen Schauplätze dient der umwelthistorischen Untersuchung eines ausgewählten Raumes zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Geschichte. Der Anspruch umwelthistorischer Forschung, das Zusammenwirken und die Wechselwirkungen kulturaler und naturaler Faktoren in der Geschichte zu untersuchen, wird im Zuge dieses Modells an Hand der Praktiken und Arrangements erarbeitet. Praktiken, als tradierte Handlungsmuster geistiger und körperlicher Aktivitäten, und Arrangements, als materieller Niederschlag von Praktiken, vereinen Soziales und Naturales in sich. Die Verknüpfung dieser hybriden Phänomene an einem ausgewählten Ort wird als sozionaturaler Schauplatz bezeichnet, dessen Wandel im Zentrum umwelthistorischen Erkenntnisinteresses steht.
Dieses umwelthistorische Konzept kann uns behilflich sein, agrarökologische Schauplätze dahingehend zu untersuchen, welche landwirtschaftlichen Praktiken und Arrangements das Entstehen nitratreicher Böden und Mauern bedingen bzw. in wie weit die Formierung von Schauplätzen an der Nischenkonstruktion von nitrifizierenden Bakterien beteiligt war.

### 4.2.1 Die Dammerde (Humus)

Acker- und Gartenbau sind zentrale Elemente der Agrarökosysteme. Der erfolgreiche Pflanzenbau ist in hohem Maße von der Fruchtbarkeit der Böden vorgegeben. Den Ackerbau betreibenden Menschen war wohl früh bewusst, dass der "rohe Boden" aus mineralischem Substrat keine Pflanzen hervorbrachte. 1803 hält Josef Weissenbruch fest, dass nur jene Böden, die über eine Humusschicht aus dem "Abfall und Moder aus dem Thier- und Pflanzen-Reiche"[116] verfügten, diese Kraft zum Gebrauch des Ackerbaues hielten. Diese Humusschicht aus abgestorbener organischer Substanz, die "obere schwärzliche Rinde des rohen Bodens"[117], war in der Frühen Neuzeit unter der Bezeichnung Dammerde, Pflanzenerde, Gartenerde, Felderde, Stauberde, Modererde u.s.w. geläufig.[118] Erst im 19. Jahrhundert setzte sich hierfür allgemein der Begriff "Humus" oder auch die zeitgenössische Bezeichnung "Dünger" durch.

[116] *Joseph Hazzi*, Ueber den Dünger, zugleich aber auch über das Unwesen dabei in Deutschland, besonders in der Haupt- und Residenzstadt München und ganz Baiern (München 1824) 13.
[117] Ebenda, 13.
[118]; *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft. Ein Buch für den deutschen Landwirth der seinen Wohlstand zu verbessern sucht (Grätz 1803) 39.

Die schwarze oder braune Färbung[119] der Dammerde kann auf den hohen Anteil organischer Bodensubstanz und die Anreicherung mit Huminstoffen zurückgeführt werden. Im Wesentlichen bezeichnet man als Dammerde die nährstoffreiche Humusauflage von Böden, die sich als essentiell für deren Nutzung zur pflanzlichen Produktion erwies.

Die Einschätzung, dass sich „allein, aus einer jeden Dammerde […] bald mehr, bald weniger Salpeter auslaugen [lässt], aus den übrigen Erdarten hingegen ganz und gar nichts“[120], liegt am Stickstoffreichtum der organischen Substanz. Wie bereits ausgeführt, finden sich auf dem ehemaligen Gebiet der Habsburgermonarchie relativ viele Braunerde- und Schwarzerdeböden, die sich durch eine vergleichsweise mächtige Humusdecke auszeichnen. Der Anteil der stickstoffhältigen Substanz und die Mineralisationsrate ist in diesen "Lettböden" verhältnismäßig höher als bei anderen Erden, so zum Beispiel der unfruchtbaren und bereits 1777 als für die Salpeterproduktion „ungeeignet“ klassifizierten "rothen Erde"[121]. Dass diese Dammerde von den Äckern abgetragen und zur Salpeterproduktion herangezogen worden ist, kann allerdings ausgeschlossen werden, da sie ackerbaulich genutzt wurden. Wie unten im Detail ausgeführt wird, wurden diese Erden allerdings als Grundlage für das "Ziehen" von künstlichem Salpeter herangezogen.

Die Schwarzerdeböden in den Steppen und Ebenen Ostmittel- und Osteuropas bilden hier eine Ausnahme. Die Böden der ausgedehnte Graslandschaften im kontinentalen Klima wurden nur zur Weide genutzt. Durch die lange währende Bewirtschaftung als Weiden und den damit verbundenen N-Input der weidenden Tiere durch Kot und Harn, sowie den natürlichen Stickstoffreichtum dieser Böden konnte es beim herrschenden ariden Klima zu einer Akkumulation von Nitraten in diesen Böden kommen. Auf den sogenannten Salzböden der Steppen Ost- und Ostmitteleuropas konnte es in Folge der speziellen Bodenchemie und lokaler bodenphysikalischer Prozesse in Trockenperioden durch Kapillaraktivität zu Nitratausblühungen an der Oberfläche kommen.[122] Die Habsburgermonarchie verfügte in beträchtlichem Ausmaß über solche Salzböden, die in weiten Teilen, Ungarns, Rumäniens, der Ukraine und Polen auch zur Salpeterproduktion herangezogen wurden.[123]

---

[119] *Carl Schmieder*, Das Gemeinnützige der Chemie, gemeinfaßlich vorgetragen, als Lektüre für Freunde der Natur und Handbuch für Lehrer in Schulen, Bd. 2 (Freyberg 1805) 101.

[120] *D. Johann Georg Krünitz*, Herrn D. Wolfs Beschreibung der Art wie der Salpeter in Podolien gemacht wird. In: *Hermann Heinrich Holle* (Hg.), Neues hamburgisches Magazin, oder gesammelte Schriften, zum Unterricht und Vergnügen, aus der Naturforschung und den angenehmen Wissenschaften überhaupt, Bd. 62 (Leipzig 1772) 113.

[121] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1193, 1777 - 6 - 398, 14.10.1777.

[122] Siehe für Ungarn: *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen, 21.

[123] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn. In: *K. K. Geologische Reichsanstalt* (Hg.), Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Hft. 1 (Wien 1850) 324-342.

Die Bezeichnung "Dammerde" begegnet uns für ein weiteres landwirtschaftliches Arrangement. Mit einer gewissen sprachlichen Unschärfe unterschied man zwischen der ackerbaulich genutzten Dammerde, welche in Folge der Pedogenese über Jahrtausende hinweg natürlich entstand und einer "künstlichen" Dammerde, die von Menschenhand "gepflanzt" und im Zuge der Düngung der Ackerkrume zugeführt wurde.[124] In der Literatur des 18. und 19. Jahrhunderts begegnet uns die Dammerde also neben ihrer herkömmlichen Bezeichnung für die Krume immer wieder als ein Synonym für den Humus oder den Dünger, welcher im Zuge der Anlegung von Dung- und Komposthaufen gezogen wurde.[125]

Als ein landwirtschaftliches Arrangement war die Dammerde aus den Praktiken hervorgegangen, die mit der Entsorgung von allerlei Abfällen aus der Küche, dem Pflanzenbau sowie der Reinigungsarbeiten und dem Ausmisten der Ställe verbunden waren. In Folge des Garten- und Pflanzenbaus sowie der Viehwirtschaft waren immer wieder Abfälle und Mist angefallen. Schriftlich belegbar seit der Antike wurden die Abfälle auf speziellen Plätzen oder in Gruben gesammelt und zumeist in der freien Luft sich selbst überlassen, bis man die daraus hervorgegangene Dammerde zur Düngung heranzog.[126]
Man darf aber nicht davon ausgehen, dass die Menschen gezielt zur bakteriellen Tätigkeit in der Dammerde beitrugen. Eine Beschreibung des bekannten Agronomen Thaer zeigt, dass sich die Menschen allerdings bei der Bereitung der Dammerde große Mühe machten und mittels verschiedenster Praktiken die Zesetzung beförderten:

*"Alle Ställe haben ihre gepflasterten Abzugsgruben und Gerinne; in diese wird nach englischer Manier täglich aller Mist des Viehes gesammelt, das eingestreute Stroh aber herausgezogen, und nebst den abgeharkten Quecken Stoppeln und Unkraut auf große Haufen gebracht, mit Rasen, Holzerde, Schurerde, Kalk, Stachelstreu und allem erdenklichen Abgang schichtweise aufgethürmt, mit dicken Pfählen senkrecht durchlöchert, und mit Düngerjauche recht oft begossen, hierauf nochmals durchgearbeitet und von neue», begossen, bis endlich alles zu einer milden Dammerde und dem sogenannten Compost zerfällt."*[127]

[124] *Joseph Hazzi*, Ueber den Dünger, zugleich aber auch über das Unwesen dabei in Deutschland, besonders in der Haupt- und Residenzstadt München und ganz Baiern, 13f.
[125] *Georg August Langguth* (Hg.), Neuer Schauplatz der Natur, nach den richtigen Beobachtung und Versuchen in alphabetischer Ordnung durch eine Gesellschaft von Gelehrten, Bd. 2 (Leipzig 1776) 290f.
[126] Für die Anlegung von Komposthaufen in der römischen Antike siehe: *Otto Graff*, Geschichte der organischen Düngung. Von Stercutus bis heute (= Studien zur Agrarökologie 15, Hamburg 1995); Zur Bereitung des Komposts in der Neuzeit, siehe: *Henry Stephens*, *Eduard Schmidlin*, Buch der Land- und Hauswirtschaft, Bd. 1 (Stuttgart 1855) 639-645.
[127] *Albrecht Daniel Thaer*, Annalen des Ackerbaues, Bd. 7 (Berlin 1809) 270.

"Die Natur erzeuget den Salpeter in der Dammerde, welche mit fäulichten thierischen oder vegetabilischen Dünsten durchdrungen ist"[128], so lautete eine weit verbreitete Anleitung zur Erzeugung des Salpeters. Die Fachliteratur des 18. und 19. Jahrhunderts über die "Natur" und "künstliche" Erzeugung des Salpeters gewährt uns detailreiche Einblicke in die zeitgenössischen Praktiken zur Anlage, Pflege und Aufwertung einer künstlichen Dammerde. Hierdurch erhalten wir Einsicht in eine zeitgenössische "Kompostkultur", deren Ziel die Gewinnung nitratreicher Komposterde war, die sich zur Salpetergewinnung eignete. Diese weitere, dritte Bedeutung der Dammerde, als "Salpetererde", wird in den folgenden Kapiteln zur künstlichen Salpeterproduktion breiter diskutiert.

Die Dammerde, wie sie als Komposterde in jedem Bauernhof auf den Misthaufen anzutreffen war, kann mit den künstlich angelegten Nachahmungen der Misthaufen in den sogenannten *Salpeterplantagen* ohnehin nicht verglichen werden. Man schenkte der Salpetererde in den Plantagen weitaus mehr Aufmerksamkeit, als den Misthaufen in den Bauernwirtschaften, sodass die Salpetererde durch diverse Praktiken zur Beförderung des Salpeterwachstums zu einem Schauplatz reger bakterieller Tätigkeit wurde. Die Komposterde auf den Miststätten der Bauern verlor aber trotz der geringeren Pflege keineswegs an Attraktivität für die Salpetersieder, welche stets auf der Suche nach salniterhältiger Erde waren.

Denn nachdem der Salpeter als das Produkt der „Fäulung […] aus einer animalischen und vegetabilischen Materie“ betrachtet wurde, war die Komposterde auf den Bauernhöfen ein begehrter Rohstoff für die Salpeterproduktion. „Eine kalkhaltige, mit wenigem Thon vermischte, lockere und mit den verwesenden Ueberresten von Pflanzen und thierischen Theilen geschwängerten Erde, die wir gewöhnlich mit dem Namen Damm=Erde (Blumen= und Mistbeet=Erde) bezeichnen, ist vorzugsweise zu einer fruchtbaren Salpeter=Erde geeignet.“[129]

Die genaue Entstehung der Nitrate durch die bakterielle Umsetzung in den Komposthaufen war in der Frühen Neuzeit unbekannt. Die Zusammenhänge, dass der Salpeter überall dort entsteht, wo organische Substanzen in die „Fäulnis“ und „Verwesung“ übergehen, waren

[128] *Christian Friedrich von Reuß*, Beobachtungen Versuche und Erfahrungen über des Salpeters, vortheilhafteste Verfertigungs=Arten an jedem Orte mit dem wolfeilsten Materialien, Bd. 2 (Tübingen 1786) 95.

[129] *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung und Bearbeitung des Salpeters, 28; Vgl.: *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 131 (Berlin 1822) 261; Vgl.: *Karl Ferdinand Becker*, Theoretische - praktische Anleitung zur künstlichen Erzeugung und Gewinnung des Salpeters, nach eigenen und nach den in Frankreich gemachten Erfahrungen und in besonderer Beziehung auf die Königl. Preussischen Staaten entworfen, nebst einem Anhange über die öffentliche Verwaltung des Salpeterwesens (Braunschweig 1814) 14.

allerdings stets bekannt.[130] Die mikrobiellen Tätigkeiten, die hinter der Umsetzung des organischen Materials standen, blieben den Menschen vorerst verborgen. Dennoch wusste man die Dekomposition der groben, organischen Biomasse durch die Destruenten, welche als Fäulnis beschrieben wurde, von der der daran anschließenden bakteriellen Umsetzung und Mineralisation organischer Bestandteile in anorganischen Stoffe, die sogenannte Verwesung, zu unterscheiden. Dazu führte Krünitz aus:

*"Jedoch muss die Verwesung von der Fäulniß wohl unterschieden werden; denn erst wenn der Prozeß der Fäulniß beendiget ist, fängt der Verwesungsprozeß an. Durch die Fäulniß werden die organischen Körper ihrer organischen Struktur und größtentheils ihrer flüchtigen Bestandtheile beraubt und dann gehen erst die Ueberreste derselben durch die Verwesung in Dammerde über und diese Erde ist es eigentlich, welche vorzüglich zur Salpeterbildung beiträgt. Man hat sich durch vielfältige Versuche überzeugt, daß organische Stoffe, so lange ihre organische Structur nicht durch die Fäulniß zerstört ist und so lange die Fortdauer des Fäulnißprozesses sich durch einen faulichten Geruch offenbart, keinen Salpeter geben, daß dieselben Stoffe aber Salpeter hervorbringen, sobald dieser Fäulnißprozeß vorüber ist."*[131]

Die Erkenntnisse über die Entstehung der Nitrate in der Dammerde beschränkten sich darauf, dass die "Erzeugung des Salpeters nichts, als eines in einem angemessenen Verhältnisse zusammengesetzten Gemenges vermoderter organischer Substanzen und kalkartiger Erde, welche der Einwirkung der Luft, des Lichts, der Wärme und Feuchtigkeit so ausgesetzt werden, daß die Bestandtheile des Salpeters nach den bekannten chemischen Gesetzen aufeinander wirken und sich miteinander verbinden müssen [bedarf].“[132] Die Menschen hatten die Erfahrung gemacht, dass bei Anwesenheit von Alkali- oder Erdalkalimetallen, wie dem Kalium ($K^+$), Natrium ($Na^+$), Magnesium ($Mg^{2+}$), oder dem Calcium ($Ca^{2+}$), und Salpetersäure ($HNO_3$) in der Dammerde Nitrate entstanden.[133] Die Salpetersäure entsteht allerdings nicht durch "chemische Gesetze" durch das Einwirken der "Fäulnis". Sie ist ein Stoffwechselendprodukt der nitrifizierenden Bakterien. Man stellte sich aber die Entstehung der Salpetersäure chemisch vor: Die Salpetersäure, so die gängige Meinung, entstünde, wenn

[130] *Jakob Andreas Weber*, Vollständige theoretische und praktische Abhandlung von dem Salpeter und der Zeugung desselben, nebst einer Abhandlung von der Gährung, durch physische und chemische Grundsätze und Erfahrung bestätiget (Tübingen 1779) 29; *Georg Ernst Stahl*, Gründliche und Nützliche Schrifften, von der Natur Erzeugung, Bearbeitung und Nutzbarkeit des Salpeters, 10; *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung und Bearbeitung des Salpeters, 34; *Christian Lebrecht Rösling*, *W. L. Kisery*, *Ernst W. Herdegen*, Neue Fabriken-Schule, 634.

[131] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 280.

[132] Ebenda, 275.

[133] Ebenda, 272.

die organischen Stoffe verwesen und sich in diesem Prozess der Stickstoff mit der Luft verbindet.[134] Mit diesem aus heutiger Sicht also zumindest unvollständigen Wissen bzw. einer falschen Hintergrundtheorie wurden dank des Erfahrungswissens der Salpetersieder gewaltige Anlagen errichtet, in welchen große Mengen salpeterreicher Dammerde künstlich erzeugt wurden.

### 4.2.2 Die salniterhältigen Arrangements in den Schauplätzen der Tierhaltung

#### 4.2.2.1 Miststätten und Düngergruben

Thaer's Schilderung einer Miststätte zur Gewinnung von Kompost- bzw. Dammerde zeigt, dass die Exkremente der Nutztiere die Grundlage des Düngers bildeten. Thaer und seine Zeitgenossen vertraten die Ansicht, dass nicht nur die Kraft der Felder, Pflanzen hervorzubringen durch den Mist der Tiere am besten befördert werde [135], sondern auch die Nitrate dort entstünden, wo viel Harn und Mist der Tiere vorhanden waren.[136] Durch den hohen Anteil stickstoffhaltiger Substanzen sei "der Auswurff der Thiere sonderlich geschickt darzu"[137] geeignet, die Nitrate für die Salpeterproduktion hervorzubringen.

Damit aus dem Mist und Abfall ein nährstoffreicher Dünger wird, muss er erst durch die Mikroorganismen umgesetzt werden. Eine Gemeinschaft verschiedenster Bakterien und Pilze sorgt für die Dekomposition und die Umsetzung der organischen Stoffe in anorganische Nährstoffe wie zum Beispiel das Nitrat.[138] Das Nitrat hat in den gemäßigten Breiten nur kurze Verweilzeiten in der Erde. Einerseits werden sie als essentieller Pflanzennährstoff rasch von diesen aufgenommen, andererseits sind die Nitrate von zahlreichen (mirkobiellen) Prozessen im Boden betroffen, sodass es nur selten zu großer Akkumulation kommt. Durch die Ernte

[134] *Jean-Antoine-Claude Chaptal*, *Friedrich Wolff*, Über die künstliche Erzeugung und Läuterung des Salpeters und die zweckmäßigste Art Schießpulver zu verfertigen. (Königsberg 1805) 4f; *Karl Ferdinand Becker*, Theoretische - praktische Anleitung zur künstlichen Erzeugung und Gewinnung des Salpeters, 3ff.
[135] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2 (Wien 1810) 540.
[136] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 311; *Georg Ernst Stahl*, Gründliche und Nützliche Schrifften, von der Natur Erzeugung, Bearbeitung und Nutzbarkeit des Salpeters, 10; *Christian Lebrecht Rösling*, *W. L. Kisery*, *Ernst W. Herdegen* (Hg.), Neue Fabriken-Schule, 181.
[137] *Christian Friedrich von Reuß*, Beobachtungen Versuche und Erfahrungen über des Salpeters, vortheilhafteste Verfertigungs=Arten an jedem Orte mit dem wolfeilsten Materialien, Bd. 2, 164.
[138] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting. In: *H. J. Rehm*, *G. Reed* (Hg.), Biotechnology, Vol. 11c (= *J. Klein*, *J. Winter* (Hg.), Environmental Processes III. Solid Waste and Waste Gas Treatment, Preparation of Drinking Water, Weinheim/New York/Chichester/Brisbane/Singapore/Toronto $^{2}$2000) 54.

wurde den ackerbaulich genutzten Böden ständig Nitrat entzogen. Zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit mussten die Verluste durch verschiedene Düngerpraktiken wieder ausgeglichen werden.

Durch die gemischte Wirtschaftsweise war allerdings nicht nur Energie für die Ausdehnung und Bearbeitung der Ackerkrume vorhanden, das Vieh entzog durch die Weide dem Grünland stetig Nährstoffe, die in den Exkrementen größtenteils wieder ausgeschieden wurden und von Menschen auf den Ackerflächen konzentriert werden konnten. Durch die Praktik der Viehhaltung verfügten die Menschen mit dem anfallenden Mist der Nutztiere also über ein Nährstofflager, mit dem sie in die Nährstoffkreislaufe des Agrarökosystems eingreifen konnten.[139] Dabei können die Arrangements zur Aufbewahrung des Stallmists als Speicher verstanden werden. Durch langsame und zeitlich verzögerte Mineralisation der Nährstoffe im Stallmist konnten die Bauern den schwer kontrollierbaren Stickstoff gezielter einsetzen:

*"Die Miststätte oder derjenige Ort, woselbst der Mist aus den Ställen gesammelt wird, bis er auf das Feld geführet werden kann, ist von äußerst wichtigem Betracht, und wird an vielen Orten wenig geachtet ; aber ein guter Landwirth achtet diesen Ort nie vor unbedeutend, weil er bey einer Landwirthschaft außerordentlich wichtig ist."*[140]

Der Mist wurde in eigens angelegten Gruben, Plätzen und Stätten für die spätere Anwendung auf dem Feld und im Garten gelagert. Im 18. Jahrhundert waren etliche verschiedene Praktiken zur Aufbewahrung und Verarbeitung des Stallmists üblich.[141] Auch über die verschiedene Wirkung der unterschiedlichen Dünger von Schaf, Pferd, Vieh und Federvieh auf Grund des variierenden Anteils org.-N (Ammonium- und Harnstoffanteile) bzw. des Phosphorgehalt im Geflügelmist wussten die Landwirte Bescheid, ein Wissen, das seit der römischen Antike in Agrarhandbüchern zur Verfügung stand.[142]

Bakterienwachstum und Umsetzungsgeschwindigkeit der organischen Substanz in anorganische Nährstoffe war von den Praktiken abhängig, mittels derer der Stallmist in den Düngerhaufen zusammengetragen und gewartet wurde. Hier werden die wichtigsten Praktiken der Mistbereitung bei der Anlage dieser Arrangements vorgestellt. Ebenso soll die Frage berücksichtigt werden, wie diese Arrangements als Habitate der Biozönosen von Destruenten

[139] *Marcel Mazoyer*, *Laurence Roudart*, A History of World Agriculture. From the Neolithic Age to the Current Crisis (London 2006) 273.
[140] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 67.
[141] *Walter Sauerlandt*, *Cord Tietjen*, Humuswirtschaft des Ackerbaues (Frankfurt am Main, 1979) 16-19.
[142] *Johann Burger*, Lehrbuch der Landwirthschaft, Bd. 1 (Wien 1819) 98-108; *Verena Winiwarter*, Böden in Agrargesellschaften: Wahrnehmung, Behandlung und Theorie von Cato bis Palladius. In: *Rolf Peter Sieferle*, *Helga Breuninger* (Hg.), Natur-Bilder. Wahrnehmung von Natur und Umwelt in der Geschichte (Frankfurt/ New York 1999) 181-221.

und nitrifizierenden Bakterien funktionieren und die Praktiken der Mistbereitung an der Konstruktion von Nischen beteiligt sind.

Eine Abgrenzung zwischen den Komposthaufen zur Gewinnung der Dammerde und den großen Düngergruben und Miststätten, die im Zuge der Tierhaltung entstanden, ist - wie aus Thaer's Beschreibung hervorgeht - eher schwer zu treffen. Den dominanten Anteil stickstoffreicher Substanzen bildeten sicherlich in beiden Fällen die tierischen Abfälle. Der Stallmist bestand aus den Exkrementen der Tiere (Kot und Harn) - sowie aus verschiedenen zur Einstreu verwendeten pflanzlichen Bestandteilen wie Stroh. Laub, Nadeln usw.[143] Gemeinsam[144] mit allerlei Unrat und Abfall wurden die Mistgruben mit dem anfallenden Stallmist gefüllt.
Die Mistplätze waren nicht nur für die Produktion des Düngers errichtet worden, sie hatten auch hygienische Aspekte. Das Ausmisten und das neuerliche Einstreuen waren für die Gesundheitszustand der Tiere grundlegend:
*"Den Mist unter dem Viehe lasse man im Stalle so lange liegen als möglich: je länger er daselbst bleibet, und je mehr er von dem Viehe untereinander getreten und benutzet wird, eine desto mehrere und frühere Gährung bekommt er. Auch die Menge nimmt zu, weil man dadurch genöthiget wird, stark zu streuen, damit das Vieh trocken liegen kann. Wenn zu Sommerszeit alle 8 Tage einmahl, und im Winter alle 10 Tage einmahl der Stall ausgemistet wird, so ist es oft genug. Die Reinlichkeit ist hier unwirthschaftlich, man halte nur sonst schön rein durch Wegkehrung der Spinneweben an den Decken durch Reinigung und Auswaschung der Krippen und übrigen Gefäße, und gehörige Oeffnung der Luftlöcher. Kann man beym Ausmisten jede Gabel Mist in Jauche tauchen, und alles noch trockene Stroh mit dicker Jauche beschmieren, so wird man auf einen guten uns kräftigen Düngerhaufen sicher rechnen können."*[145]

Die Miststätten sind ideale Habitate für die Biozönosen der Destruentengemeinschaft. Die erfolgreiche Besetzung der ökologischen Nischen zur Kompostierung des organischen Materials ist von einigen Parametern abhängig:

[143] *Ernst Ignatz Gemberly*, Praktische Abhandlung von Anlegung, Verbesserung, und Vermehrung des bey der Landwirthschaft so nothwendigen Dunges, nebst einer neuen Erfindung, wie man den Abgang derselben sehr leicht ersetzen könne (Wien 1773) 38-42.
[144] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2, 552.
[145] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 66f.

Die erfolgreiche Umsetzung der Nährstoffe bzw. die Mineralisation des Nitrats wird von vier Faktoren bestimmt: Der Zufuhr von Luft, der Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen und der richtigen Temperatur (um 60° Grad bei der Kompostierung).[146]
Ohne dass es den Menschen bewusst war, dass hinter den Prozessen der Gärung, Fäulnis und Verwesung Mikroorganismen standen, hatte sie die Erfahrung gelehrt, welche Parameter notwendig sind, um einen guten Dünger zu bereiten. So beschreibt beispielsweise Heintl in seiner Anleitung zur Bereitung des Mists eben jene Parameter:
*"Damit der Mist gehörig faulen könne, muß er in grossen Haufen, dem mässigen Zutritte der atmosphärischen Luft ausgesetzt, ruhig liegen, hinlänglich Feuchte, und mässige Wärme haben: von der grossen Hitze und Kälte, und vom Luftzuge aber nicht durchdrungen werden."*[147]

Die Dekomposition und Umsetzung der organischen Substanzen wird hauptsächlich von aeroben Mikroorganismen getragen, wofür ein steter Zufluss von Luft von Nöten ist. Heute ist bekannt, dass für die Oxidation von 100 g organischen Materials 80 g Sauerstoff gebraucht werden.[148] Diese Umstand, dass sich die Verwesung nur durch den Zutritt von Luft (Sauerstoff) vollzieht und stark von den Witterungsverhälnissen abhängig ist, war bereits in der Frühen Neuzeit bekannt:
*"Die Mistgrube muß an die freye Luft, und wenn es irgend möglich ist, an einem schattigen Ort angeleget werden, oder wenn letzteres wegen der Lage des Wirthschafthofes nicht thunlich ist, so wird es vortheilhaft seyn, Linden, oder andere schattengebende Bäume um die Mistgrube anzupflanzen, damit der Mist von dem Ausdörren der Sonne so viel möglich gesichert werde."*[149]

Der Zutritt von Luft war nicht nur für die aeroben Prozesse essentiell, sie diente auch zur Kühlung der Miststätten. Die Temperatur spielt eine wichtige Rolle. Die Kompostierung zerfällt in vier Phasen, welche sich in drei Schritten mit einem steten Anstieg der Temperatur von 60° auf bis zu 80° vollzieht und mit einem anschließenden Abfall der Temperatur und der Reife des Misthaufens endet.[150] Die Hitze entsteht durch die mikrobielle Tätigkeit. Sie ist einerseits erwünscht, um pathogene Keime, die Samen von Unkräutern und dergleichen unschädlich zu machen, andererseits verhindert sie das Bakterienwachstum der gewünschten chemolithotrophen Bakterien, welche für die Umsetzung des organischen Stickstoffs in Nitrat

[146] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting, 42.
[147] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2, 543.
[148] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting, 46.
[149] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 67.
[150] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting, 40.

verantwortlich sind.[151] Aus der Erfahrung heraus bemühte man sich um ein ausgeglichenes Mikroklima in den Misthaufen. Beim Verfahren der Heißvergärung des Stallmists wurde eine Temperatur von 60°angestrebt. Diese Methode entwickelte sich vom Übergang des 18. ins 19. Jahrhundert. Dabei war die hohe Hitzeentwicklung erwünscht, um streufähigen Dünger zu erhalten..[152]

Es war üblich den Mist in den Düngergruben gleichmäßig aufeinander zu schichten.[153] Durch das Stapelmistverfahrens war der Zutritt von Luft und damit die mikrobielle Tätigkeit eingeschränkt. Ziel dieser Praktik war es sogar, die mikrobielle Tätigkeit zu hemmen, um zu einer Düngervorratswirtschaft zu gelangen und gleichmäßig verrotteten Mist zu erhalten.[154] Dabei galt es aber, Vorsicht zu walten, dass der Mist nicht zu hoch und fest gestapelt wurde. Schnürte man die Luft zu stark ab, reduzierte sich die mikrobielle Tätigkeit so sehr, dass die Zersetzung des Mistes gehemmt war und der Misthaufen vom Schimmel befallen werden konnte.[155]

Neben der richtigen Temperatur, der Luft und dem Vorhandensein von Nährstoffen ist die mikrobielle Tätigkeit an Wasser gebunden. Auch hier zeigte die Erfahrung den Menschen, dass übermäßige Feuchtigkeit die aeroben Prozesse der Bakterien einschränkte sie aber durch ein Fehlen des Wassers überhaupt ausblieben. Das entspricht auch dem derzeitigen Stand des Wissens:[156]

*"Auch muß der Mist vor allem unwillkürlichen Zufluß des wassers, durch eine vortheilhafte Anlage der Miststätte sicher gestellt werden, weil zu viel Nässe dem Miste eben so nachtheilig ist, als zu viele Trockenheit. Der Mist, wenn er bald und gut faulen soll, muß zwar nicht im Wasser oder in der Jauche liegen, indem zu viel Nässe ihn nur zähe machen, und an der erforderlichen Gährung, und daraus erforderlichen Fäulung verhindern würde, doch aber ist hauptsächlich darauf zu sehen, dass er auch niemahl austrockne und dann anfange zu schimmeln, und sich dergestalt verbrenne, dass man am Ende wenig oder gar nichts in der Mistgrube finde, welches auf manchen Wirthschafts-höfen, wo man glaubt, der Mist bedürfe keiner weiteren Aufsicht, als dass man ihn aus dem Stalle nur auf den Hof schaffe, im Sommer der Fall ist."*[157]

[151] Die optimale Temperatur für die Nitrifikanten liegt zwischen 20° und 25°; Siehe: *Ulrich Gisi*, *Rudolf Schenker*, *Rainer Schulin*, *Franz X. Stadelmann*, *Hans Sticher*, Bodenökologie, 196.
[152] *Walter Sauerlandt*, *Cord Tietjen*, Humuswirtschaft des Ackerbaues, 17.
[153] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2 (Wien 1810) 552.
[154] *Walter Sauerlandt*, *Cord Tietjen*, Humuswirtschaft des Ackerbaues, 17.
[155] *Ernst Ignatz Gemberly*, Praktische Abhandlung von Anlegung, Verbesserung, und Vermehrung des bey der Landwirthschaft so nothwendigen Dunges, 29f.
[156] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting, 45f.
[157] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 68.

Die Bereitung des Komposts und der Misthaufen baute in der Frühen Neuzeit weniger auf einer empirischen, analytischen Wissenschaft auf, sondern war vielmehr als eine aus der systematischen Weitergabe von Erfahrung ohne Verständnis der für den Erfolg der Vorgangsweise verantwortlichen naturgesetzlichen Zusammenhänge Praxis anzusehen. Ohne dem Wissen um die mikrobielle Tätigkeit schufen die Landwirte in den Arrangements der Düngervorratswirtschaft lebendige Schauplätze mikrobieller Tätigkeit. In Abhängigkeit von den Praktiken zur Wartung und Pflege des Arrangements Misthaufen schufen und erhielten sie Nischen für die nitrifizierenden Bakterien. Die erfolgreiche Pflege dieser Habitate war letztlich auch dafür entscheidend, wie viel Nitrate in diesen Arrangements anfielen. Die Bedeutung der Miststätten für die Düngerwirtschaft und das Salpetergewerbe darf nicht unterschätzt werden.

### 4.2.2.2 Die Stallböden

In den gemäßigten Breiten Europas zählten die Schauplätze der Tierhaltung zu den bevorzugten Bezugsorten für die salniterhältige Erde. Überall wo sich Vieh aufhielt, fielen stickstoffreiche Exkremente an. Trotz der hohen Verluste durch Ammoniakausgasung und Auswaschung stellten die Miststätten essentielle Nährstofflager für die Düngung der Felder dar. Die Schauplätze der Tierhaltung umfassen aber - wie im 2. Kapitel bereits vorausgeschickt - in der Hauptsache die Stallungen. Nicht alle Bauern schafften die tierischen Exkremente regelmäßig in die Arrangements zur Aufbewahrung des Stallmists. Manche Bauern ließen die tierischen Abgänge über längere Zeit in den Ställen liegen[158], wodurch das Arrangement Stallböden neben der Düngerhaufen zu den reichhaltigsten Nitratdepots zählte:

*"Ferner halten auch manche Landwirthe nicht auf das öftere Ausmisten der Ställe, und zwar deswegen, weil sie theils weniger Dünger erhielten, theils auch weil der Dünger im Hofe (oder vielmehr in ihrer Mistlache) nicht so gut sey, als der, welcher recht lange im Stalle gelegen habe."*[159]

[158] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 123 (Berlin 1813) 737.

[159] *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärischer Unterricht über die Zucht, Wartung und Stallung des Rindviehes. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere. In: *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärische Hefte von der Zucht, Wartung und Stallung der vorzüglichsten Haus- und Nutzthiere. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere, Heft 1 (Leipzig/Voss 1799) 6.

Die Häufigkeit, mit der ein Stall entmistet und den Tieren eingestreut wurde, war von den gehaltenen Nutztieren und von der Beschaffenheit der Stallböden abhängig. Das Arrangement Stallboden begegnet uns dabei in zwei Ausprägungen. Entweder handelte es sich um einfache Erdböden, oder man versuchte, sie mit Holz oder Stein zu belegen. Pflasterte man die Stände der Tiere mit Steinen aus, verloren die Böden aufgrund des häufigeren Ausmistens ihre Funktion für die Salpeterproduktion und die Düngung. Verwendete man hölzerne Dielen und Bohlen, mussten sie öfter erneuert werden als steinerne Böden. Mistsickerwasser und Urin drangen durch die Holzdielen in den darunter liegenden Erdboden. Dadurch behielten diese Stallböden ihren Wert für die Düngerwirtschaft und das Salpetergewerbe.[160] Ausgebohlt wurden die Stände mit starkem Stammholz aus Eichen, Kiefern, Tannen und Buche.[161]
Erklärtes Ziel des Auslegens der Böden war es an sich, zu verhindern, dass Urin und Mistsickersaft in das darunter liegende Erdreich flossen. Sie sollten vom anfallenden Kot und der Einstreu aufgesogen werden können. Man erhoffte sich dadurch einen wertvolleren Dünger. Die Bauern mussten auf Grund der höheren Feuchtigkeit des mit Urin vollgesogenen Stallmists aber öfters ausmisten als in den Ställen ohne Pflaster und Dielen.
Ein weiteres Argument für das Auslegen der Stallböden hatte mit der Gesundheit der Tiere zu tun. Feuchte, schlammigen Erdböden galten auf Grund der aufsteigenden "Dünste" als für die Tiere gesundheitsschädlich. Daher empfahl man das Auspflastern mit Steinen und Holzdielen für eine bessere Reinlichkeit. In den gepflasterten Ställen wurde überdies das Anlegen von Rinnen empfohlen, über welche die flüssigen Exkremente gleich auf die Miststätten umgeleitet werden konnten.[162]

Sofern die Stallböden über keine Dielen und Pflaster verfügten, ließ man den Mist längere Zeit liegen. Mit dem verstärkten Gebrauch von Einstreu verhinderte man in diesen Fällen, dass zu viel Urin in das Erdreich drang und sorgte damit obendrein dafür, dass das Vieh trocken liegen konnte. Von der bloßen Erde wurde deshalb in der Düngerwirtschaft abgeraten,

[160] *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärische Unterricht über die Zucht, Wartung und Stallung der Pferde. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere. In: *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärische Hefte von der Zucht, Wartung und Stallung der vorzüglichsten Haus- und Nutzthiere. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere, Heft 1 (Leipzig/Voss 1799) 6. 20f; *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 123, 742f.
[161] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 111 (Berlin 1809), S 192.
[162] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 69.

da zu befürchten war, dass "sich über dieses auch noch die Jauche einziehet, und den Mist trocken zurück läßt"[163].

Die Anleitungen zur Anlegung der Stallböden sind sehr widersprüchlich. In den Schaf- und Pferdeställen war das Ausbohlen mit Bretten eher unerwünscht, da diese die Feuchtigkeit hielten, diese Tiere brauchen es allerdings trocken. Steinernes Pflaster versprach Trockenheit, im Winter aber waren die Pflaster für diese Tiere, die einen warmen Boden benötigten, zu kalt. Daraus folgen sehr unterschiedliche Empfehlungen, ob die Böden nun mit Steinen oder hölzernen Dielen gepflastert werden sollen. Insgesamt aber dürften die Ställe bevorzugt mit Bohlen angelegt worden sein oder die Tiere wurden mit reichlich Einstreu auf einfachen Erdböden gehalten.[164]

Wichtig war, dass die Tiere trocken standen und der Mist und die Einstreu den wertvollen Urin der Tiere aufsogen: "denn ein lockerer, weicher Boden schluckt die Feuchtigkeit des Düngers in sich, macht ihn also mager, und vermindert seine Güte"[165] Daher finden wir trotz aller Widersprüche die Empfehlungen die Stallböden mit Pflaster und Dielen auszulegen. Wurde aber reichlich Einstreu verwendet finden wir sogar bei Krünitz die Empfehlung die Stallböden ohne Pflaster und Dielen zur Düngerproduktion heranzuziehen:

*"Ställe ohne Pflaster oder Bohlen werden nur alsdann anzurathen seyn, wenn unter die Gegend, wo die Pferde eigentlich stehn, 1 bis 2 Fuß hoch gute Erde gebracht wird, weil man solche nach einiger Zeit, wie in Schafställen, ausstechen, und als wirklichen Dünger auf den Acker bringen, den leeren Raum aber wieder mit guter Erde ausfüllen kann. Grober oder feiner Sand schickt sich dazu nicht, weil er die Geile der Düngung, gleich einem Siebe, durchläßt, welche man daher verliert."*[166]

Anstelle des bloßen Erdbodens wurde aber auch das Ausstreuen von Mergel empfohlen, da dieser den Urin auffing und als ein verbesserter Dünger aufs Feld gebracht werden konnte.[167] Diese Praktiken der Düngerproduktion beziehungsweise Ställe mit einfachen Erdböden finden sich in erster Linie bei der Pferde- und Schafhaltung.

Sofern die Stallungen mit hölzernen Dielen ausgelegt waren oder ein simpler Erdböden vorhanden war und die tierischen Auswürfe liegen blieben sodass der Erdboden den Urin

[163] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 123, 743.
[164] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 169, 164f.
[165] Ebenda, 165.
[166] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 111, 194.
[167] *Johann Wiegand*, Anleitung zu einem österreichischen Land- und Hauswirthschaftskalender (Wien 1779) 18f.

aufsaugen konnte, hielten diese Schauplätze der Tierhaltung für die Dünger- und Salpeterwirtschaft einen großen Wert:
Den Salpetersiedern war der Nitratreichtum in den Schauplätzen der Pferde- und Schafhaltung bewusst. So galt auch in diesem Gewerbe, dass sich der Salpeter "in allen Ställen, besonders aber in den Pferdeställen und Schafställen"[168] auffinden ließe:
*"Vor allem aber hat man in den Schaf= und Pferdeställen eine rechte Fundgrube von Salpetererde, die hernach außerordentlich fruchtbar ist; vorausgesetzt, daß der Fußboden in diesen Ställen nicht mit Steinen gepflastert, sondern mit Dielen (Bohlen) belegt ist. Wenn man diese Dielen aufhebt, so findet sich darunter ein mehr oder weniger verrotteter Schlamm, der von dem Harn herrührt und von dem dünnen Miste, den dieser hinabgespült hat, und dieser wird, wenn man ihn so behandelt, wie wir bald hören werden, zu der besten Salpetererde."*[169]

Gehlen weist auf ein wichtiges Merkmal der Stallböden hin. Anders als die Düngerhaufen waren die Erden und Böden in den Schauplätzen der Tierhaltung vor dem Zutritt von Luft geschützt, sodass die bakterielle Umsetzung des Stickstoffs erst dann einsetzte, wenn diese von den Salpetersiedern, bzw. Salpetergrabern ausgehoben wurden. Über diese Praxis der Salpeterproduktion wird in den anschließenden Kapiteln berichtet.

### 4.2.2.3 Stallwände

Die Stallgebäude waren zumeist niedrig, sodass "der Mist oftmahls eine Elle hoch an[stand], daher kaum ein Mensch darin stehn kann, und das Vieh mit seinem Athemhohlen in den stärksten Dünsten steht."[170]
Aus diesem und anderen zeitgenössischen Belegen geht hervor, dass im Inneren der Stallgebäude durch die hohe Luftfeuchtigkeit und die "Ausdünstungen" der Tiere ein unerträgliches und für sie gesundheitsgefährdendes Klima herrschte.[171] Durch den Stallmist, der in den ärmeren Bauernwirtschaften sicherlich längere Zeit über liegen blieb, bildete sich Ammoniak, , die als reizend bekannten "Mistdämpfe". Durch das feuchte Klima in den Ställen wandelte sich das $NH_3$ im Kondenswasser der Stallwände zu $NH_4^+$ um. Die

[168] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 254.
[169] *Adolph Ferdinand Gehlen*, Faßliche Anleitung zu der Erzeugung und Gewinnung des Salpeters; zunächst für Landleute (Nürnberg 1816) 26.
[170] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 123, 737.
[171] *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärischer Unterricht über die Zucht, Wartung und Stallung des Rindviehes, 2.

Stallwände waren daher ein geeignetes Habitat für die nitrifizierenden Bakterien, denen hier $NH_4^+$ zur Verfügung stand. Diese Bakterien schieden in den Wänden als Stoffwechselendprodukt Salpetersäure aus. Diese starke Säure konnte die Wände auflösen. Waren diese aus kalkhaltigen Steinen erbaut oder nur mit Kalk ($CaCO_3$) verputzt, löste die $HNO_3$ das $CaCO_3$ auf.[172] Folge waren die Ausblühungen des Mauersalpeters ($Ca(NO_3)_2$), der von den Salpetersiedern bequem abgekratzt werden konnte.[173]

## 4.3 Arrangements der Dörfer und Städte

Der Schwerpunkt dieser Forschungsarbeit liegt in der Analyse des Nährstofftransfers durch Entnahme nitrathältigen Materials aus den landwirtschaftlichen Arrangements der Düngerwirtschaft.

Aus diesem Grund werden Nitrate, die in urbanen und dörflichen Schauplätzen entstanden waren, ausgespart. Die Schauplätze der Tierhaltung sind ein Teil der dörflichen Lebenswelt und wir finden sie sogar in den Städten. Es sei aber hier darauf hingewiesen, dass die Mechanismen, die zu einer Anreicherung mit Nitraten in anderen urbanen und dörflichen Schauplätzen führten, dieselben waren, welche in den Schauplätzen der Tierhaltung wirkten.

Überall nämich wo sich Menschen und Tiere aufhielten, fiel stickstoffreicher Abfall an, daher kam es auch in Städten und Dörfern zu Nitratakkumulationen in verschiedenen Arrangements gekommen ist.

Die salniterhältige Erde fand sich vor allem in den ungepflasterten Erdböden der Wohnungen armer Leute, in Heuschuppen, auf Schindangern und alten verlassenen Friedhöfen. Als Mauersalpeter fand man die Nitrate auf allen möglichen alten Gemäuern, Gartenmauern, Stadtmauern, Stadtgräben usw.[174] Diese Arrangements fanden ebenso in der Salpeterproduktion Verwendung.

[172] Für die genaue Reaktion siehe Kapitel 5.

[173] *Johann Evangelist Fürst*, Der wohlberathene Bauer Simon Strüf, eine Familien-Geschichte. Allen Ständen zum Nutzen und Interess besonders aber jedem Bauer und Landwirthe ein Lehr- und Exempel Buch (Augsburg 1841) 83; *Alexander Steinbüchel*, *Fred Bernd Oppermann-Sanio*, Mikrobiologisches Praktikum. Versuche und Theorie (Berlin/Heidelberg 2011) 89.

[174] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 254; *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen, 21.

KAPITEL 5

# ZUR GEWINNUNG DES SALPETERS

“Die Erd in Ställen wird gegraben,
Daraus wir den Salpeter haben.

Salpeter, den man grabt aus Erden,
Muß zum Gebrauch geläutert werden.

Mit Laugen muß dann aus der Erden
Derselbig ausgezogen werden.”

Neujahrsblatt der Gesellschaft der Constafleren und Feürwerkeren im Zeüghaus zu Zürich (Zürich 1724)

## 5.1 Die chemisch-technischen Grundlagen der Salpeterherstellung

Das über mehrere Jahrhunderte praktizierte Verfahren der Salpeterherstellung umfasst eine Vielzahl an arbeits- und energieaufwändigen Teilprozessen, die im Folgenden vorgestellt werden sollen. Kaliumnitrat ($KNO_3$) ist das gewünschte Endprodukt der Salpetersiedereien, das in der Regel mit einem Mengenverhältnis von zwei Dritteln bis zu drei Vierteln Hauptbestandteil des Schwarzpulvers war.[175]

Der Name Salpeter wurde für die Salze der Salpetersäure verwendet und bezeichnete nicht nur den Kalisalpeter. Die genaue Zusammensetzung der verschiedenen Nitrate wurde erst vor rund 200 Jahren beschrieben.[176] Nicht nur Kaliumnitrat fand für die Schwarzpulverherstellung Verwendung[177]. Aber nur das Kaliumnitrat war durch seine geringe hygroskopische (wasseranziehende) Wirkung für die Manufaktur des Schwarzpulvers wirklich geeignet, weshalb seine Gewinnung in möglichst reiner Form entscheidend für die Qualität des Schwarzpulvers war. Die salniterhältigen Erden und andere zur Salpeterherstellung herangezogenen Materialien beinhalteten in der Regel verschiedenste Nitratsalze. Erst durch das so genannte "Läutern" wurden diese durch Umsetzung mit der kaliumhältigen Pottasche ($K_2CO_3$) in das gewünschte Kaliumnitrat umgewandelt.[178] Pottasche entstand durch das Auslaugen von verbranntem Holz, und dem anschließendem Verkochen der Lauge. Man konnte sich beim Läuterungsprozess aber auch einfach der Asche bedienen.[179]

Die Erwirtschaftung des kostbaren Rohstoffes Nitrat erforderte eine Kenntnis des biologischen Zerfallsprozesses von organisch gebundenem Stickstoff. Wenngleich dieser Prozess bis ins späte 19. Jahrhundert[180] nicht genau erforscht war, hatte man den Zusammenhang zwischen verwesendem Material und Exkrementen mit dem Ausblühen von Nitratsalzen an Hauswänden bereits in biblischen Zeiten entdeckt.[181] Die reichhaltigsten Nitratquellen bildeten allerdings die im vorigen Kapitel beschriebenen Schauplätze der

[175] *J. R. Partington*, A History of Greek Fire and Gunpowder (Cambridge 1960) 323-329, insbesondere 326.
[176] *Jochen Gartz*, Vom griechischen Feuer zum Dynamit, 76.
[177] *Wilfried Tittmann*, *Ferdinand Nibler*, *Wolfgang John*, Salpeter und Salpetergewinnung im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit (2011); Online unter URL: http://www.ruhr-uni-bochum.de/technikhist/tittmann/; letzter Zugriff: 08.01.2013.
[178] Die zeitgenössischen Anleitungen des Salpeterläuterungsprozesses stammen aus: *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen, 51-86; *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 393-461.
[179] *Carsten Walczok*, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz. 147;
[180] *Vaclav Smil*, Enriching the Earth, 16-20.
[181] *Dennis W. Barnum*, Some History of Nitrates. In: Journal of Chemical Education 12 (2003) 1393.

Tierhaltung. Arrangements wie Misthaufen, Düngergruben, Stallböden aber auch die Stallwände waren durch den steten Anfall tierischer Exkremente und pflanzlicher Abfälle reich an stickstoffhältigen Substanzen. Im Prozess der der Dekomposition zersetzte sich der organische Stickstoff in diesen Arrangements zunächst zu Harnstoff. Darauf folgte die Nitrifikation, die bakterielle Umsetzung des Stickstoffs in das gewünschte Nitrat. Bei der bakteriellen Oxidation des Stickstoffs entstehen unterschiedliche Nitrate, da in der Bodenlösung verschiedene dissoziierte Metallkationen vorliegen. Zur den häufigsten Nitratsalzen zählten das Natrium-, Calcium-, Magnesium- aber auch das angestrebte Kaliumnitrat. In den Schauplätzen der Tierhaltung, wie in der künstlich angelegten Salpetererde auf den Salpeterplantagen - von ihnen wird noch im Anschluss die Rede sein - wurden hauptsächlich Calciumnitrat ($Ca(NO_3)_2$), Natriumnnitrat ($NaNO_3$) und Magnesiumnitrat ($Mg(NO_3)_2$) gewonnen.[182]

Dies ist eine Folge der Nitrifikation, denn sie geht mit einer Erhöhung der Bodenacidität einher, da neben Nitrat ($NO_3^-$) auch Wasserstoff-Ionen ($H^+$) freigesetzt werden, die Bodenlösung enthält dissoziierte Salpetersäure ($HNO_3$) als Stoffwechselendprodukt der Nitrifikation.

Durch die erhöhte Bodenacidität im Zuge der Nitrifikation verwittert der Kalk im Boden und an den Wänden der Ställe und Miststätten. Kalk ($CaCO_3$) wurde auch der künstlich angelegten Salpetererde beigemengt, da man sehr früh das Ausblühen des Salpeters an alten Hauswänden bemerkt hatte und ihn als einen wesentlichen Bestandteil der Salpeterbildung betrachtete. In der Bodenlösung der salniterhältigen Erde, der künstlich erzeugten Salpetererde sowie im Stallboden lag dadurch verstärkt dissoziiertes Calciumnitrat vor:

$$2HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

Das Calciumnitrat der Bodenlösung ist hygroskopisch und daher wie die meisten anderen Nitrate für die Schießpulverherstellung ungeeignet. Kaliumnitrat weist von den oben genannten Nitratsalzen die geringste Löslichkeit in Wasser auf, ist allerdings immer noch gut löslich.[183] Fand ein Salpetersieder beispielsweise in den Stallböden nitrathältige Erde, konnte er sie mit Wasser auswaschen, um an die Nitrate zu gelangen. Im ersten Teil des Herstellungsprozesses entnahm man Erde und schüttete diese in gewaltige Kupferkessel, die

[182] *Jochen Gartz*, Vom griechischen Feuer zum Dynamit, 76; *Anonymus*, Istruzione intorno alla produzione del salnitro (Verona 1858) 21.

[183] *Jaime Wisniak*, Some History of Saltpeter with a Bit of Pyrotechnics and Lavoisier. In: Chemical Educator 4 (2000) 207.

dann mit Wasser unterspült wurden. Die gut löslichen, dissoziierten Ionen der Bodenlösung wurden dadurch allesamt aus dem Humus geschwemmt, diese Lösung wurde in andere Kupferkessel umgeleitet. Dabei bediente man sich einfacher Filter aus Weidenruten und Stroh, um die groben Bestandteile zurückzuhalten. Die dadurch erhaltene „rohe Lauge“, oder „Mutterlauge“ beinhaltete in der Hauptsache dissoziierte Nitrat- und Calcium-Ionen. Um das begehrte Kaliumnitrat zu erhalten, fügte man der Lösung Asche oder aus Asche hergestellte Lauge hinzu; die Pottasche ($K_2CO_3$) brachte das nötige Kalium. Dadurch konnte Calciumnitrat in Kaliumnitrat verwandelt werden. Hierbei handelt es sich um eine Fällungsreaktion, bei der die schwerer löslichen Bestandteile als Kalk ausfallen, währenddessen sich die leicht löslichen Ionen zu Kaliumnitrat verbinden.[184]

$$Ca(NO_3)_2\,(aq) + K_2CO_3\,(aq) \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2KNO_3\,(aq)$$

Die Salpetersieder bezeichneten das Reinigen der Lauge mit Asche als "Brechen" der Lauge. Der dabei anfallende Bodensatz verschiedener, schwer löslicher Bestandteile, wie Kalk, wurde manuell entfernt, andere Unreinheiten abgeschöpft, um die Lösung möglichst weitgehend zu reinigen. Andere Prozeduren sahen an Stelle von Pottasche bzw. gewöhnlicher Asche die Zugabe von schwefelsaurem Kali ($K_2SO_4$) vor. Die Lauge beinhaltete nun unter anderem viele Nitrat- und Kaliumionen. Diese Lauge wurde anschließend in Kupferkesseln über längere Zeit, bis zu einer Woche, auf leiser Flamme zum Verdampfen gebracht, bis das Kaliumnitrat beim nächtlichen Abkühlen langsam an den Rändern auskristallisierte. Hier kommt den Salpetersiedern die Löslichkeit des Kaliumnitrats zu Gute. Kaliumnitrat weist im Unterschied zu anderen Nitraten bei niedrigen Temperaturen die geringste Löslichkeit auf, wodurch es auch als erstes beim langsamen abkühlen auskristallisiert.[185] Die leicht löslichen Salze bleiben hingegen auch beim Abkühlen in der Lösung.
Dieser erste Salpeter, der aus der Mutterlauge gewonnen wurde, hieß *roher Salpeter* und war noch verunreinigt. Wollte man eine höhere Qualität erreichen, wurde der rohe Salpeter erneut in Wasser aufgelöst und durch ein neuerliches Eindampfen der Lauge auskristallisiert, bis man den *einfach geläuterten Salpeter* erhielt. War man mit der Qualität noch immer nicht

[184] *Dennis W. Barnum*, Some History of Nitrates, 1394.
[185] *Wilfried Tittmann*, *Ferdinand Nibler*, *Wolfgang John*, Salpeter und Salpetergewinnung im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit, 18.

zufrieden, kochte man den Salpeter erneut ein, um *doppelt geläuterten Salpeter* herzustellen.[186]

Die Herstellung des Salpeters war maßgeblich von der Verfügbarkeit der Nitrate vorgegeben. Aus den salniterhältigen Materialien ausgewaschen, mussten die verschiedenen Nitrate erst in das gewünschte Kaliumnitrat überführt werden. Dafür wurde Pottasche und gewöhnliche Asche in großen Mengen verbraucht. Dass diese Materialien durch ihren hohen Kaliumgehalt auch wertvolle Pflanzennährstoffe liefern, muss an dieser Stelle hervorgehoben werden. Nicht alleine der Nährstoffverlust durch den Entzug der stickstoffhältigen Nitrate ist für eine umwelthistorische Betrachtung des Salpeterwesens relevant, auch ein Nährstoffentzug von Kalium aus der Landwirtschaft durch die verwendete Asche und Pottasche ist anzunehmen.[187] Dazu kommt der hohe Energiebedarf, den das Einkochen der Lauge mittels Brennholz hatte.

[186] Für die genaue Prozedur siehe: *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen, 87-104.

[187] Vgl.: *Jan Kunnas*, Potash, Saltpeter and Tar: Production, exports and use of wood in Finland in the 19th century. In: Scandinavian Journal of History, Nr. 3 (Abingdon 2007) 281-311.

KAPITEL 6

# DIE ADMINISTRATION DES SALNITERWESENS UND DIE SCHAUPLÄTZE DER SALPETERPRODUKTION

"Eben diese Nachlässigkeit giebt zu betrüglichen Handlungen den nächsten Anlaß, da der Salpetersieder im Winter ohne Verdienst ruhig liegen bleibt, und dannoch dem angewohnten Saufen nachziehen will; So häufet er à Conto der künftigen Erzeugung schulden auf Schulden. So bald nun das frühe Jahr anbricht, so gräbt und siedet er über Halß und Kopf so viel er nur kann. Der andurch erzeugte Salpeter wird unter allerley scheinbaren Vorwanden unterschlagen, und theils zu Bezahlung deren gemachten Schulden, theils zu Erhaltung eines ferneren Credits verkaufet, wozu die angränzende Reichs Lande, die in Menge heranziehend in- und ausländische Unterhändler, und die Bauern selbstens den würksamsten Beystand leisten. Ausser deme werden die producthältigsten Höfe, und Häuser gegen baare Bezahlung von dem Salniter-Besuch freygelassen; Die Befugnis den zubereiteten Grund zu verderben, oder auf die Äcker zu verführen wird um Geld erkaufet, und zum öfteren ist der Bauer selbsten ein Unterhändler, welcher den erschleichenden Gewinn mit dem Salpetersieder theilet."

OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1193, 1777 - 6 - 398

## 6.1 Grundlinien des europäischen Salpeterwesens

Der Forschungsstand zur Salpeterproduktion auf dem Gebiet des heutigen Österreich ist überschaubar.[188] Nicht viel besser bestellt ist es um die (deutschsprachige) Literatur zur Salpetergewinnung in Ungarn.[189] Folgt man der Literatur des 19. Jahrhunderts, war die k. k. Monarchie durch die Besitzungen in Ungarn und Galizien ein mit "natürlichen" Salpetervorkommen gesegnetes Land.[190] Im Vergleich mit den europäischen Großmächten, die in der Frühen Neuzeit in der aufwendigen, "künstlichen" Produktion des Salpeters engagiert waren, möchte man fast meinen, dass die Habsburger keinerlei Probleme hatte, an diesen Rohstoff zu gelangen.[191] Aber ist diese Einschätzung richtig und könnte dies der Grund für ein mangelndes wissenschaftliches Interesse am Salpeterwesen in der Habsburgermonarchie sein?

Grundsätzlich gab es in Europa zwei Möglichkeiten, an den Salpeter für die Herstellung des Schießpulvers zu gelangen. Entweder man bezog den Salpeter aus dem Überseehandel und begab sich damit in die Abhängigkeit von den britischen und niederländischen Ostindien-Kompagnien. Diese belieferten im 18. Jahrhundert Großbritannien, Holland, Deutschland, Dänemark, Italien, Portugal, Frankreich Spanien die Schweiz, aber auch das Osmanische Reich.[192] Oder aber man strebte eine inländische Produktion des Salpeters an, worin sich auch zahlreiche andere europäische Mächte versuchten. Am rationellsten betrieb man dieses Gewerbe in Frankreich, aber auch Preußen, Schweden und viele kleinere Herrschaften waren stark in der "künstlichen" Produktion involviert. Die Habsburgermonarchie, die nach einem

[188] *Gustav Brachmann*, Salniterer und Pulvermacher. Eine vergessene Hantierung. In: *Institut für Landeskunde am oberösterreichischen Landesmuseum* (Hg.), Oberösterreichische Heimatblätter 4 (Linz 1950) 245-256; *Maria Gann*, Die Saliterer - ein ausgestorbenes Gewerbe. In: *Innviertler Kulturkreis* (Hg.), Das Bundwerk. Schriftenreihe des Innviertler Kulturkreises 6 (Braunau 1991) 5-7; *Josef Ofner*, Saliterer und Pulvermacher. Zur Geschichte der Schießpulvererzeugung in Steyr. In: *Kulturamt Steyr* (Hg.), Veröffentlichungen des Kulturamtes der Stadt Steyr 27 (Steyr 1966) 74-78; *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpeterproduktion im burgenländisch-westungarischen Raum. In: *BLM* (Hg.), Burgenländische Heimatblätter 31, Hft. 1 (Eisenstadt 1969) 19-42; *Friederike Zaisberger*, Zur industriellen Saplетergewinnung um 1800 in Salzburg und Kärnten. In: *Wilhelm Wadl* (Hg.), Kärntner Landesgeschichte und Archivwissenschaft. Festschrift für Alfred Orgis zum 60. Geburtstag (= *Orgis Alfred* (Hg.), Archiv für vaterländische Geschichte und Topographie 84, Klagenfurt 2001) 369-376.

[189] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn. In: (*K. K. Geologische Reichsanstalt* (Hg.), Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Hft. 1, Wien 1850) 324-342; *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdistricte in Ungarn. In: (*K. K. Geologische Reichsanstalt* (Hg.), Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Hft. 1, Wien 1850) 453-472.

[190] *Martin v. Schwartner*, Statistik des Königreichs Ungern, Bd. 1 (Ofen 1809) 265.

[191] *Ottomar Thiele*, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik, 3.

[192] *Johann Samuel Halle*, Fortgesetzte Magie, oder, die Zauberkräfte der Natur, so auf den Nutzen und die Belustigung angewandt worden, Bd. 5 (Berlin 1793) 275.

kurzen Intermezzo im Indienhandel vom Salpeterimport Abstand nahm, musste sich gänzlich autark versorgen.[193] Das inländische Salpeterwesen in der Habsburgermonarchie stellt ein frühes Beispiel für die wirtschaftliche Integration der Erbländer dar. Als landwirtschaftliches Erzeugnis war der Salpeter maut- und zollfrei aus allen Landesteilen in die zentralen Zeughäuser eingeführt worden, wo er zu fixen Preisen abgenommen und in Folge zu Schießpulver weiter verarbeitet wurde. Das Salpeterwesen wurde zunächst von einer einzigen Kommission für die gesamte Monarchie organisiert und erst Ende des 18. Jahrhunderts einer breiteren Militärverwaltung anvertraut. Trotz der sich wandelnden Organisationsformen können in diesem merkantilistischen Wirtschaftskomplex drei Produktionsregime unterschieden werden.[194]

Das erste Regime kann als „nomadisches Erzeugungsregime“ gekennzeichnet werden und dürfte sich seit dem Mittelalter in Europa verbreitet haben. Die Salpetersieder zogen auf der Suche nach salniterhältiger Erde durch die Lande, von Dorf zu Dorf, von Stall zu Stall. Hatte der Salpetersieder Nitratausblühungen als "weißen Anflug"[195] an den Wänden von Ställen, Kellern, Wohnungen usw. entdeckt, kratzte er diese von den Mauern ab. Auch das Ausgraben der Stallböden war gängige Praxis, sofern sich diese durch eine Probe (Verkostung) als salniterhältig erwiesen hatten. Die Stallböden waren zwar reich an Nitraten, im überwiegenden Teil der vom Urin und dem Mistsickersaft geschwängerten Erde lagen die stickstoffhältigen Bestandteile aber noch als Harnstoff und Ammonium vor. Die aerob ablaufenden Prozesse der Oxidation von Ammonium zu Nitrat sind an die Gegenwart von atmosphärischem Sauerstoff gebunden. In den schlecht durchlüfteten Ställen unter einer Dungmatratze dürften diese Prozesse daher nur eingeschränkt stattgefunden haben. Im Zuge dessen konnte sich die Erde nur wenig mit Nitrat anreichern, dessen Herkunft sich vermutlich auf jene speziellen Bakterien zurückführen lässt, die zur anaeroben Ammoniumoxidation befähigt sind.[196]

[193] *Franz von Pollack-Parnau*, Eine österreichisch-ostindische Handelskompagnie 1775-1785.Ein Beitrag zur österreichischen Wirtschaftsgeschichte unter Maria Theresia und Joseph II. (= *G. von Below* (Hg.), Beihefte zur Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Hft. 7, Stuttgart 1927).

[194] Zum Versuch einer Dreiteilung der Erzeugungsregime siehe: *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 497.

[195] *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung und Bearbeitung des Salpeters, 94.

[196] Vgl.: *Yonatan Sher*, *Shahar Baram*, *Ofer Dahan*, *Zeev Ronen*, *Ali Nejidat*, Ammonia transformations and abundance of ammonia oxidizers in a clay soil underlying a manure pond. In: FEMS, Microbiology Ecology 81 (2012) 145-155.

Erst wenn die aerobe Nitrifikation an der freien Luft erfolgen konnte, waren diese Erden reiche Nitratquellen, die anschließend ausgelaugt werden konnten. Um aus der stickstoffreichen Stallerde eine salniterhältige, nitratreiche Erde zu machen, musste die ausgegrabene Stallerde also zunächst einige Zeit der Luft ausgesetzt und vor schadhaften Umwelteinflüssen geschützt gelagert werden. Erste Arrangements zur Aufbewahrung der Stall- und anderer salniterhältiger Erden dürften darum den Werkstätten der Salpetersieder angebaut worden sein. Unter Schuppen geschützt, wurden Salpeterberge aufgeworfen. Darunter kann man sich Erdhaufen aus ausgegrabener Stallerde und anderem stickstoffhältigen Material, darunter mit Sicherheit die festgetretene Dungmatratze aus den Ställen, vorstellen. Mit der sich vergrößernden Infrastruktur der Salpetersiedereien entwickelte sich ein vom nomadischen Regime unterscheidbares, semi-nomadisches Erzeugungsregime. Die Salpetersieder wurden sesshaft, sie operierten fortan dauerhaft in einem bestimmten Gebiet, in welchem sie einen steten Nährstofftransfer von den Ställen in ihre Salpetersiedereien organisierten und Hütten[197] für die Erdhaufen aus Stallerde und Mist anlegten. Dieses Erzeugungsregime ist zumindest für den burgenländsichen Raum seit dem 16. Jahrhundert faßbar.[198]

Diese Produktionsform wurde vom Staat autorisiert und von privater Hand getragen. Der Erfolg dieser Anlagen war vom Stickstoffgehalt der salniterhältigen Erden wie z. B. der Stallböden bestimmt, die zum "Heranreifen" des Nitrats angeliefert wurden. Die erste Erde aus den Ställen und Düngergruben war durch den hohen Stickstoffgehalt reich an Nitraten. Nach einer ersten ergiebigen Ausbeute durfte sich der Gewerbetreibende nur dann eine stabile weitere Produktion versprechen, wenn die Zufuhr nitrat- bzw. stickstoffhältigen Materials nicht ausblieb. Auf Grund der niedrigen Vergütung für den Salpeter war die kostspielige Anschaffung dieser Rohstoffe, wie Urin und Jauche zum Begießen und Bearbeiten der Erde allerdings für viele Salpetersieder nicht finanzierbar. Nachdem die besten und ergiebigsten salniterhältigen Erden aufgebraucht worden waren und diese (beispielsweise auf Grund des fehlenden Kapitals) nicht mit Urin und Dung bearbeitet wurden, sank folglich die Produktion. Die Salnitersieder mussten auf einen weiteren Nachwachs an Nitraten warten oder zogen mit ihrem Gewerbe weiter.

[197] Vgl.: *Gottlieb Siegmund Grunner*, Abhandlung von der Erzeugung des Salpeters. In: *Ökonomische Gesellschaft des Kantons Bern* (Hg.), Der Schweitzerischen Gesellschaft in Bern Sammlungen von landwirthschaftlichen Dingen 2, Hft. 4 (1761 Bern) 914.

[198] *Johannes Franck*, Der Neusiedler Saliterhof. In: *Verein zur Erforschung der Stadtgeschichte von Neusiedl am See* (Hg.), Neusiedler Jahrbuch. Beiträge zur Stadtgeschichte von Neusiedl am See, Bd. 2 (Neusiedl am See 2000) 21.

Erst als die Souveräne, der Staat und finanzkräftige Unternehmer in die Produktion eingriffen und begannen, solche Anlagen selbst zu errichten, konnte eine stete Zufuhr von stickstoffreichen Materialien sowie die zeitaufwendige Pflege der Salpeterberge finanziert werden. Daraus entwickelte sich eine Plantagenwirtschaft, mit unterschiedlichen Ausprägungen, was die Anlage der Erdberge betrifft. Eine führende Rolle darin spielte das revolutionäre Frankreich, das auch an der technischen Entwicklung solcher Anlagen merklich beteiligt war.[199]

Die Grenzen zwischen den Regimes sind nicht immer eindeutig. Sie dienen einer groben Einteilung der unzähligen Erscheinungsarten und damit verbundenen Produktionsmethoden dieses Gewerbes. Ein wesentlicher Faktor für die Zuordnung einer Produktionsstättezu einem der Regime ist das Maß an Einflussnahme in den Nährstoffhaushalt der Agrarökosysteme. Für alle Regime muss angemerkt werden, dass die stickstoffhältigen Materialien und die bereits umgesetzten Nitrate vornehmlich aus den Schauplätzen der Tierhaltung und den Arrangements zur Aufbewahrung tierischer und pflanzlicher Abfälle entnommen wurden. Während die nomadisch arbeitenden Salpetersieder, auch Salpetergraber genannt, von Salpeterausblühungen abhängig waren, konnten die Eingriffe der beiden letzten Regime durch die ständige Zufuhr stickstoffreichen Materials weitaus tiefgreifender sein.

## 6.2 Die Administration des Salpeterwesens.

Die Herstellung des Salpeters war in der Habsburgermonarchie zu jeder Zeit wie in allen anderen europäischen Ländern ein landesherrliches Regal.[200] Als Regalien werden jene Verfügungs- und Nutzungsrechte bezeichnet, die sich ausschließlich im Besitz des Landesfürsten befanden.
Die Ausbeutung dieses kriegswichtigen Rohstoffs erfolgte allerdings nicht durch das Ärar, sondern in erster Linie durch konzessionierte Private, die sich in der Ausübung dieses Handwerks verstanden. Für die Aufrechterhaltung dieses Monopol wurden immer wieder

[199] *Patrice Bret*, The Organization of Gunpowder Production in France 1775-1830. In: In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The History of an International Technology (Bath 1996) 261-274.
[200] *Johann Springer*, Statistik des österreichischen Kaiserstaates, Bd. 2 (Wien 1840) 189.

neue Salniterverordnungen erlassen, die den landesfürstlichen Anspruch auf den Salpeter untermauern sollten.[201]

So hatte Maria Theresia 1743 nach dem verlustreichen Ausgang des ersten Schlesischen Krieges neuerlich erlassen, "daß an keinem Ort in Unsern Erb-Ländern / Königreichen / und Herzogthümern weder die Geistl. oder Weltliche Obrigkeiten / oder Herschaften / noch die Gemeinde oder Privat-Leute und Unterthanen Gründen / die Salniter-Erde / als ein nur alleinig Uns privativè zustehendes / und allerdings reservirtes Regale weder selbsten / noch durch andere graben / den Salniter dauraus ziehen / und Pulver machen lassen / sondern dise Pulver- und Salniter-Erzeugung oder Fabrication eintzig und allein nur denen jenigen Salniter- und Pulver-machern / welche ein derley mit Unserem Insigl. corroborirtes Patent neben denen gewöhnlichen Cameral-Frey-Pässen / und die diesfalls mit Unserer Hof-Cammer angetroffenen Contracten zu ihrer Legitimation aufzuweisen haben werden ob-berührter masen aller Orten / ohne einiger Irr- oder Hindernuß frey zu bewürcken / verstatten / und hierzu ihen Fabrcanten all-möglichst / und zu mehrerer Erheb- und Beförderung dises dem Publico, und Unserem Dienst sehr fürträglich- und nutzlichen Geschäfts erforderliche Assistenz und Vorschub leisten sollen."[202]

Die Erlaubnis, salniterhältige Erde auszugraben, den Salpeter daraus zu läutern und diesen dann in die Zeughäuser, Legstätten oder bei den Salniter-Inspektoren und Salniter-Verwaltern einzuliefern war den Verordnungen gemäß streng durch Patente geregelt.[203] Die "Authorisation", diesen Beruf auszuüben war mit vielen Begünstigungen verbunden (Abgabenfreiheit, kein Militärdienst).[204]

Die Grabungsarbeiten der Salpetersieder waren für die Betroffenen hingegen eine lästige Qual. Damit die Sieder an die salniterhältige Erde in den Ställen und Wohnungen gelangen konnten, mussten die Menschen allerhand über sich ergehen lassen. Vom Aufbrechen der Dielen und Pflaster bis hin zum Herausnehmen der Fußbodenbrückungen musste die ländliche Bevölkerung sämtliche Grabungsarbeiten tolerieren.[205] Dabei kam es durchaus vor, dass die

[201] *Alois Jahn*, *Eugen Ritter Schlesinger v. Benfeld*, Das Pulvermonopol in Österreich-Ungarn und die Vorschriften über die Erzeugung und den Verkehr von explosiven Stoffen, von Waffen und Munitionsgegenständen (= Handausgabe der österreichischen Gesetze und Verordnungen 136, Wien 1902) 3-17.
[202] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4402, 13.04.1743.
[203] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 2128, 23.09.1703; OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4417, 06.08.1746.
[204] *Gustav Brachmann*, Salniterer und Pulvermacher, 251.
[205] Ebenda, 249.

Fundamente der Stallgebäude und Estriche der Wohnungen so tief ausgegraben wurden, dass diese ab- oder gar ganz einsackten.[206]

Da die unliebsame Grabungsarbeiten der Salpetersieder viele Schäden hinterließen, wurde patentmäßig erwirkt, dass diese: "die Oerter / wo sie die Salniter Erde ausgraben / hinwiderumen anfüllen / und da sie Salniter-sieder mit ihren Erdgraben / denen Gebäuden einigen Schaden zufügten / oder dem Proprietario des Grunds währender Zeit an ihren Nutzbarkeiten etwas entgienge / sie Salniter-macher solchen aller-dings vollkommen ersetzen / und denen Unterthanen / und Haus-Inhabern keine vexas verursachen / oder ansonsten kräncken / noch weniger von ihnen einiges Geld erpressen sollen."[207]

Durch das Regalrecht war freier Handel mit dem Salpeter unter Strafe gestellt. Nachdem die Sieder den Salpeter hergestellt hatten, mussten sie ihn nach Vorschrift zu einem von der Herrschaft festgesetzten Preis an das Ärar verkaufen. Ausschließlich die "Pulver und Salniter-Magazin-Verwalter" durften den mit Lizenzzetteln versehenen Händlern und Krämern den Salpeter weiterverkaufen.[208] Sowohl die Salpetersieder als auch die Händler erhielten für den Transport ihrer Ware "Cameral-Freipässe", da ein nicht autorisierter Transport des Salpeter streng unter Strafe gestellt war.[209] Die Freipässe stellen ein wichtiges Quellenmaterial dar, die uns zur Einschätzung der produzierten Mengen Salpeter behilflich sein können.

Für die Vergabe dieser Grabungspatente und Cameral-Freipässe zeichnete eine eigene Kommission verantwortlich. Die "Puver- und Salniterwesens Hofkommission" war eine von 18 Behörden, die neben den vier Zentralstellen (Hofkriegsrat, Hofkammer, Österreichische und Böhmische Hofkanzleien) noch zu Beginn der großen Theresianisch-josephinischen Reformen bestanden hatte.[210] Ihr Gründungsdatum ist leider noch unbekannt geblieben. In der Salniterordnung von 1607 ist allerdings bereits von einer "von viel lang Jahren hero aufgerichten, und bishero erhaltenen Salniterkammer"[211] die Rede. Ihr Ursprung liegt vermutlich im 16. Jahrhundert und wird wohl zeitlich mit der ersten Salniterordnung von 1536[212] zusammenfallen.

---

[206] *Carsten Walczok*, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz, 153.
[207] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4402, 13.04.1743.
[208] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4402, 13.04.1743, ; OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4417, 05.03.1778.
[209] OeStA, FHKA, SUS-KuR, C-469, 04.08.1725.
[210] *Gustav Siedler*, Studien zur Geschichte und Dogmatik des Österreichischen Staatsrechtes (Wien 1894) 159.
[211] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 802, 03.09.1607.
[212] *Alois Jahn*, *Eugen Ritter Schlesinger v. Benfeld*, Das Pulvermonopol in Österreich-Ungarn und die Vorschriften über die Erzeugung und den Verkehr von explosiven Stoffen, von Waffen und Munitionsgegenständen, 4. Vgl.:

Bislang konnten nur Kontrakte zur Salpeterproduktion im 18. Jahrhundert aufgefunden werden. Die "Contracte" zur Produktion, Einlieferung und dem Transport von Salniter wurden zwischen der "Hof-Kreigsbuchhalterey", den "Pulver- und Salniterwesens-Administratoren" und verschiedenen gewerbetreibenden Salnitersiedern abgeschlossen.[213] Die "Pulver- und Salniterwesens-Administratoren" waren mit großer Sicherheit Teil der gleichnamigen Hofkommission. Im Patent[214] von 1742 heißt es allerdings wieder, dass die Überwachung der Geschäfte und Arbeiten der Salpetergewinnung von Zeit zu Zeit entweder durch eben jene Administratoren oder aber durch von der Hofkammer abgestellte Inspektoren erfolgen solle. Die Aufgaben der Hofkammer und der Hofkommission konnten noch nicht eindeutig unterschieden werden.
Die Hofkommission war wahrscheinlich bis zu ihrer Reform die zentrale Leitstelle eines merkantilistischen Salpeterwesens, dessen Einflusssphäre die gesamte Monarchie (auch die ungarische Reichshälfte) umfasste. Mit der ersten polnischen Teilung 1772 und dem Zuschlag Galiziens an die Habsburgermonarchie waren die Aufgaben für eine einzige Behörde vermutlich nicht mehr länger leistbar, die Umgestaltung des Salpeterwesens folgte im selben Jahr.

Die Pulver- und Salniterwesens Hofkommission war nicht von der Kaunitz'schen Verwaltungsreform betroffen. Ihre Auflösung fällt mit der großen Reform des Artilleriewesens 1772 zusammen. Ihr letzter Direktor war Fürst Josef Wenzel Liechtenstein, der die Weiterentwicklung der Artillerie in den österreichischen Erblanden vorantrieb. Die Umgestaltung des Artilleriewesens geht auf seinen Nachfolger Fürst Franz Ulrich Kinsky zurück. Kinsky gliederte alles, was nicht zur Artillerie gehörte, aus diesem Verband aus und schuf vier zentrale Gruppen, die Feldartillerie, die Garnisons-Artillerie, das Zeugwesen und das "Saliter und Pulverwesen".[215] Die Artillerie-Anstalt für Pulver- und Salniterwesen war mit einer kurzen Unterbrechung dauerhaft in Wien bestellt.[216]

Das Salpeterwesen war nach dessen Übergabe aus der "öffentlichen" Verwaltung unter der Regie des Militärs und von 1772 an Sache des Artillerie-Hauptzeugamtes, das seinerseits dem Hofkriegsrat unterstellt war. Anfänglich ist im Hofkriegsrat darüber beraten worden, wie man mit dieser neuen Verantwortung umzugehen habe. Das Salpeterwesen war zunehmend in

[213] Siehe exemplarisch: OeStA, FHKA, SUS-KuR, C-469, 04.08.1725.
[214] Vgl.: OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4258, 06.02.1742.
[215] *Anton Semek*, Geschichte der Artillerie, 74f.
[216] *Anton Dolleczek*, Geschichte der Österreichischen Artillerie, 302.

Verfall geraten. Wollte man durch die inländische Produktion auch weiterhin von der Einfuhr des Salpeters unabhängig sein, war eine Umgestaltung unausweichlich geworden.

Bei der Umgestaltung des Salpeterwesens beriet man über drei Methoden: Eine erste Methode sah vor, dass die Salpetersiederei künftig alleine unter der ärarischen Verwaltung vorgenommen werden solle. Ein solches Vorhaben wurde aber gleich verworfen, da dies "in kleinen Staaten, und in einigen einzelnen Gegenden, nicht aber in dem weiten Umfange einer ausgebreiteten Monarchie möglich"[217] wäre. Die zweite Methode einer landesweiten Salpeterproduktion sah vor, dass man dieses Gewerbe wie bisher durch private Salpetersieder beschickte. Dieser Entwurf wurde ebenso verworfen. Wir erfahren aus den Aufzeichnungen des Hofkriegsrates, warum dieses Unternehmen so sehr in Verfall geraten war bzw. man das Salpeterwesen auf diese Weise künftig nicht mehr organisieren wollte. In den Quellen verdichten sich gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Hinweise, dass im Salpetergewerbe "betrüglich und "nachlässig" gehandelt werde.[218] Bevor das Artilleriehauptzeugamt die Leitung des Salniterwesens anvertraut bekam, beschäftigte man sich eingehend mit dem kränkelnden Gewerbe, auf der Suche nach der Ursache für den Abfall in der Produktion von Salpeter.

Der Hofkriegsrat stieß dabei auf einige Ungereimtheiten:

Um einen reibungslosen Ablauf der Salpeterproduktion zu gewährleisten, waren die Salnitersieder durch Patente mit zahlreichen Begünstigungen, Privilegien und Rechten aber auch Pflichten versehen worden. Der Hofkriegsrat hielt die Salnitersieder aber für "dürftige" und "unvermögende" Leute. Diese könnten die Kosten für einen effizienten Betrieb ihres Handwerks nicht aufbringen, sie ließen daher die salniterhältige Erde nicht "notwendig überarbeitet, und unbenützt" liegen. An das Anlegen von "Zieglungs Erde" sei bei ihnen gar nicht zu denken, da ihnen die Wissenschaft, der Geist und die Vorteile aus einer solchen Bearbeitung gänzlich unbekannt seien. Aus einem Mangel an Kapital wären Investition ausgeschlossen. Der "einmal festgesetzte landesübliche Preis des Salniters [schien] diesen Leuten ihrer Armut wegen niemals hoch genug". Man sah die Salnitersieder darüber hinaus in allerlei dubiose Geschäfte verstrickt. Ihnen wurde vorgeworfen, dass sie mit der Drohung nach salniterhältiger Erde graben zu wollen, die Bauern erpressten. Bauern konnten sich von der Belastung durch das Salpetergraben freikaufen. Auch Schwarzhandel mit dem Salpeter werde betrieben, da so vermutlich höhere Gewinne zu erzielen waren, als aus dem Verkauf

[217] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 998, 1774 - 6 - 169, 15.03.1774.
[218] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1193, 1777 - 6 - 398, 18.10.1776.

des Salpeters unter festgelegten Einlieferungspreisen lukriert werden konnte. Als Missstand wurde auch das Verhalten der Salnitersieder betrachtet, die Privilegien als ein vererbbares Recht zu interpretieren. Ebenfalls kritisiert wurde, dass die Sieder nur gelegentlich Salpeter einlieferten, um ihre Begünstigungen nicht zu verlieren.[219]

Die Umgestaltung des Salpeterwesens erfolgte nach einer dritten Methode, die die künftige Salpetererzeugung in den Militärdistrikten bzw. in den Provinzen größeren privaten Gesellschaften vorbehielt. Dabei hatten der Hofkriegsrat und das Artilleriehauptzeugamt gemeinsam entschieden, "daß der Salniter-Erzeugung durch wohlhabige Entrepreneurs weit besser, als durch erarmte, und ihrem Werke nicht gehörig vorzustehen vermögenede Salnitersieder geholfen seye;[220]
Die Grabungspatente der Salpetersieder wurden annulliert und eingezogen. Überall im Lande wurden sogenannte Erzeugungs-Compagnien gebildet, die fortan in den zugewiesenen Militärdistrikten[221] operierten. Die "Österreichische Erzeugungs-Compagnie", unter der Leitung eines gewissen Entrepreneurs von Bianchi operierte nun in Österreich Ob und Unter der Enns. Es wurde den Siedern freigestellt, ihre Siederein freiwillig der Bianchi'schen Societät zu überlassen und für diese auch weiterhin zu arbeiten, oder das Gewerbe zu verlassen. Einige wagten diesen Schritt, da die Eingliederung in eine Gesellschaft für die privaten Salnitersieder die einzige Möglichkeit darstellte, dieses Gewerbe weiter zu betreiben.[222] Die Bündelung von Kräften und die Ausweitung der Salpetererzeugung in einzelnen Ortschaften zu zusammenhängenden Distrikten sollte die jährliche Produktion beider Länder von 450 Zentner auf 2000 Zentner steigern und durch die Anlage von neuen Salpeterplantagen sollte der Bevölkerung das Graben in ihren Häusern und Ställen erspart bleiben.[223]
Den restlichen Salpetersiedern in den österreichischen Erblanden war, mit Ausnahme derer, die sich nichts zu Schulden hatten lassen kommen und im Stande waren, ihr Werk gut fortzuführen, das Recht der Salpeterherstellung entzogen worden.[224] Fortan mussten private Salpeterproduzenten, die bevorzugt dem Adel entstammten, wohlhabende Unternehmer oder

[219] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 998, 1774 - 6 - 169, 15.03.1774.
[220] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1000, 1774 - 6 - 615, 02.11.1774.
[221] Zur Mitte des 19. Jh. bestanden 14 Militärdistrikte in welchen die Garnisons-Artillerie die Salnitererzeugung beauchsichtigt: Wien, Prag, Ofen, Ollmütz, Grätz, Lemberg, Venedig, Mantua, Temesvar, Peterwardein, Carlstadt, Carlsburg, Innsbruck und Zara; Siehe: *Franz Ritter von Rudtdorffer*, Militär-Geographie von Europa (Prag 1839)
[222] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1049, 1775 - 6 - 37, 24.01.1775
[223] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1000, 1774 - 6 - 615, 02.11.1774
[224] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 1000, 1774 - 6 - 615, 01.03.1774.

Militärs, sowie jene, die sich einen Namen in der Salpeterherstellung machten, beim Artilleriehauptzeugamt um Genehmigung für die Herstellung des Salpeters ansuchen. Das Hauptzeugamt hatte die Aufgaben der Hofkommission bei der Ausfertigung der Patente usw. übernommen.

Die Umgestaltung des Salpeterwesens fällt zudem mit einer technischen Weiterentwicklung zusammen. Der Salniter-Inspektor Stephan Häckel[225] hatte eine neue Auslaugungsmethode entworfen. Durch eine höhere Zugabe an Pottasche in die Mutterlauge konnte die Ausbeute an Salpeter um einiges vergrößert werden. Nachdem *Häckel* seine neue Methode vorgestellt hatte und diese die Probe in den kaiserlichen Salnitereien in der Herrschaft Ungarisch-Altenburg bestanden hatte, wurde deren Verbreitung heftig betrieben. Insbesondere die Compagnien und Militärs zeichneten für den Wissenstransfer verantwortlich, welcher die neue Auslaugungsart auf die Ebene der einfachen Salnitersieder hinab transportieren sollte.[226]

Unter der Leitung der Hofkommission bis 1772 war die Überwachung der Arbeiten der Salnitersieder durch die einzelnen Administratoren und Inspektoren nicht bewältigbar. Da die Salpeterproduktion nach 1772 allerdings innerhalb der Grenzen der Militärdistrikte organisiert und vom Artilleriekommando beaufsichtigt wurde, konnte letztlich eine Produktionssteigerung erzielt werden. Die Bemühungen um eine Neugestaltung des Salniterwesens in der Habsburgermonarchie dürften seit 1772 vom Erfolg gekennzeichnet gewesen sein. Von 1772 bis 1781 stieg die Produktion von Salpeter von 7.853 Zentner auf über 14.758 Zentner an.[227]

[225] Stephan Häckel ist mit großer Wahrscheinlichkeit der Autor des Werks: *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen. Nach theoretisch= und praktischen Gründen aufgesetzet. Nebst einem Anhange von der Ausziehung des Salpeters aus verdorbenem Schießpulver (Wien 1778), das in dieser Arbeit bereits mehrfach zitiert wurde. Nachdem die neue Auslaugungsmethode von den Militärs im Auftrage der Herrschaft in alle Militärdistrikte weiterverbreitet wurde, dürfte dieses Werk als Handbuch erschienen sein. Bis auf den obzitierten Hinweis fehlt leider eine Angabe des Verfassers. In den deutschsprachigen Bibliotheken ist dieses äußerst seltene Buch unter Anonymus angeführt. In den ungarischen Bibliotheken finden wir hingegen die Übersetzung des Werks mit den Angaben zum Autor: *Haeckel István*, A' salétrom-főzésnek leg-könnyöb' és leg-bizonyosob' módgya. Magyarra fordította Rácz Sámuel (Budán 1780) darin der Verweis auf die 1778 erschienene deutsche Erstausgabe.

[226] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 8, 1773 - 10 - 453, 06.10.1773.

[227] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 15, 1782 - 10 - 107, 06.03.1782; OeStA, KA ZSt, Karton 1050, 1775 - 6 - 253, 08.10.1774.

## 6.3 Die Schauplätze der Salpetererzeugung - Die Erzeugungsregime

### 6.3.1 Das nomadische Erzeugungsregime

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich diese Form des Salpetergewerbes speziell in den deutschen Erblanden etabliert hatte. Merkmal des Regimes sind die umherziehenden Salpetersieder, die ohne eine feste Bleibe von Dorf zu Dorf wanderten, um nach der salniterhältiger Erde zu suchen. Dabei war ihnen ein festgelegter Rayon an Ortschaften anvertraut worden, in welchen sie nach der Erde graben durften.[228] Den Salpetersiedern war an "allen Orten und Enden gegen billiger Contertirung derjenigen, deren Grund würde betreten werde müssen, zu graben verstattet, allen andere aber, so dergleichen Patent nicht vorzeigen können, solches allerdings inhibiret, und ernstlich verbothen"[229]. Den "Salpetergrabern", im österreichischen Wortgebrauch auch Salniterer genannt, war dabei der Zutritt seit 1742 einzig und allein zu den weltlichen und geistlichen Gütern verwehrt.[230] Diese Regelung wurde allerdings am 18.12.1752 auf Grund eines Formfehlers erneuert und dabei auf die Wohngebäude beschränkt.[231] Die Vieh-Stallungen und Schuppen, Tennen, usw. der Meierhöfe sowie die Wirtschaftsgebäude der Klöster waren im Zuge dessen von der Befreiung ausgenommen worden.[232]

Die Salpetergraber waren gefürchtete Gäste. Sie gruben in "Höfen und Gärten das Erdreich aus, rissen Stallbrücken heraus, zertrümmerten Fußböden, untergruben Mauerwerk, zerstörten Öfen und richteten in wenigen Stunden eine Verwüstung an, daß die Hausleute nicht mehr aus und ein wußten und oft auf den Dachboden flohen. [...] Die Leute wußten das Vieh nicht mehr unterzubringen und konnten nicht auf Nachbarschaftshilfe hoffen, denn denen erging es ebenso."[233]

Um nicht den Zorn der Bevölkerung auf sich zu ziehen, waren die Salpetersieder vorschriftsmäßig dazu angehalten worden, die Gruben und Öffnungen wieder mit Erde aufzufüllen.

---

[228] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 11, 1780 - 10 - 231.
[229] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 2128, 23.09.1703.
[230] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 4258, 06.02.1742.
[231] *Maria-Theresia imperatrix Romanorum*, Sammlung der Patenten Edicten und Circular-Befehlen welche unter glorreichester Regierung Ihro Kaiserl. Königl. Apostolischen Majestät Mariae Theresiae Unserer allergnädigsten Erblandesfürstin und Frau Frau von Jahr 1740 bis Ende Jahrs 1763 in dem Erzherzogthum Oesterreich ob der Enns emanirt= und annoch in vigore seynd (Linz 1763) 300.
[232] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 8817; 05.05.1778.
[233] *Maria Gann*, Die Saliterer - ein ausgestorbenes Gewerbe, 5f.

Die nomadisch arbeitenden Salpetersieder nutzten für gewöhnlich Kupferkessel und anderes Geschirr von den Bauern, die sie aufsuchten. Den unliebsamen Gästen musste sogar Quartier gestellt werden und für den Fall, dass diese die salniterhältige Erde vor Ort auslaugen wollten, waren die Landleute gezwungen, den Siedern auch noch ihre Asche günstig zu verkaufen.[234] Die weltlichen und geistlichen Herrschaften waren nicht ausgeschlossen, sie mussten den Siedern Zugvieh, Kessel usw. zur Verfügung stellen.[235]

Diese Tradition der Salpetergewinnung ist in vielen europäischen Ländern anzutreffen. In Schweden beispielsweise zogen die Salpetersieder in kleinen Gruppen für mehrere Monate aus, um ihrer Arbeit nachzugehen.[236] In Frankreich waren sie ein fester Bestandteil des staatlichen Salpeterwesens, welche den Namen "salpêtriers ambulants" trugen. In Deutschland wurden diese Salpetersieder als Gewerbetreibende "die nirgends verbürgen" bezeichnet.[237]

Im österreichischen Sprachgebrauch waren diese Salniterer, oder Salnitergraber auch als Gaysieder bekannt. Der Begriff leitet sich von der Gayerde, der salniterhältigen Erde in den Ställen, ab. Es bleibt hier noch anzumerken, dass dieses "wanderende" Gewerbe trotz Lehre, Gesellenjahren und Meisterprüfung nicht in Zünften organisiert war, mit Ausnahme der Salpetersieder in Württemberg, Paris und Lyon.[238]

### 6.3.2. Das semi-nomadische Erzeugungsregime

Die Reform der Artillerie und die Einbettung des Salniterwesens in die Militäradministration war mit dem Aufkommen großer Salpeterplantagen bzw. Salpetergärten nach französischem Vorbild verbunden. Darunter sind gewaltige Anlagen zur künstlichen Salpetergewinnung zu verstehen. Große Erdhaufen aus tierischen und pflanzlichen Abfällen wurden dort zusammengetragen und mit dem besten Wissen der damaligen Zeit, aber mit einem begrenzten Verständnis für die chemischen und biologischen Prozesse, zur Heranziehung des Salpeters gepflegt und bearbeitet. Zwischen dieser Plantagenwirtschaft und der Gayarbeit des nomadischen Erzeugungsregimes finden wir ein weiteres, semi-nomadisches Erzeugungsregime, das den sich aus der Gaysiederei entwickelte und als Vorstufe zum Plantagenbetrieb betrachtet werden kann.

---

[234] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit, 15; OeStA, WHKR, Karton 1193, 1777 - 6 - 398, 18.10.1776.
[235] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 8817, 05.05.1778;
[236] *Bengt Åhlsund*, The Saltpetre Boilers of the Swedish Crown. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The History of an International Technology (Bath 1996) 171.
[237] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit, 15.
[238] Ebenda, 15.

Noch vor der Reformierung des Artilleriewesens finden wir während der Regierungszeit Maria Theresias Hinweise dafür, dass auf dem Gebiet der Habsburgermonarchie Vorläufer und kleinere Vorformen der großen Salpeterplantagen vorhanden waren. So heißt es beispielsweise im Patent für den Salpetersieder Sebastian Krapf aus Steinach, Tirol, falls "die Gelegenheit sothane Salnitererden daselbst abzuwäßern, und wieder anzupflanzen nicht seyn würde, dieselbe gleichwohl nach Haus geführet, und in die allda habende Pflanzhüten zu weiterer Auszüglung eingerichtet werden könne"[239].

In diesem Patent ist vom Bereiten einer "Züglungs-"[240] oder "Zieglungs-Erde"[241] in einer Salpeterhütte die Rede. Durch die Praxis, Erdhaufen zu "pflanzen", bildeten sich im Salpetergewerbe erstmals Schauplätze heraus, die einzig der Salpeterproduktion dienten.

Der Zubau von Schuppen an die Sudhütten und Siedereien ist charakteristisch für das semi-nomadische Erzeugungsregime, das einen wichtigen Entwicklungsschritt zwischen der Gayarbeit und dem Plantagenbetrieb markiert. In diesen Arrangements wurde die ausgegrabene Erde aus den Ställen, Düngergruben usw. durch den Zutritt von Luft weiter herangezogen und die aerobe Nitratumsetzung befördert.[242]

Man kann die Erdhaufen in den Salpeterhütten mit jenen der Plantagen keineswegs vergleichen. Die Salpetererde der Plantagen vor der Witterung geschützt, mit Jauche begossen, belüftet und immer wieder umgearbeitet. Ziel dieser Praktiken war es, einen kontinuierlichen Nachwachs an Salpeter auf den Plantagen zu erwirtschaften.

Joseph Szabó hingegen beschreibt die Anlagen der Gaysieder spöttisch als "Pseudoplantagen". Diese wären, nachdem die Salniterer genügend Erde aus den Stallungen zusammengetragen hatten zwar anfänglich sehr ertragreich gewesen, auf Grund der mangelnden Pflege nach einer ersten hohen Ausbeute aber bald wieder verfallen.[243]

Auch die Salniterer des semi-nomadischen Erzeugungsregimes waren von einer steten Zufuhr stickstoffreichen Materials aus den Schauplätzen der Tierhaltung abhängig. Allerdings entnahmen sie die salniterhältigen Erden und Abfälle in regelmäßigen Abständen und erst dann, wenn die Erdhaufen nicht mehr ergiebig waren. Insgesamt dürfte die Organisation des Nährstofftransfers dieses Regimes durch die periodische Entnahme salniterhältiger Erde und stickstoffreicher Materialien im Vergleich zur Plantagenwirtschaft noch marginal ausgeprägt

[239] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 8, 1778 - 10 - 549, ad. 1866, 06.10.1778,
[240] Vgl. *Friederike Zaisberger*, Zur industriellen Sapletergewinnung um 1800 in Salzburg und Kärnten, 375.
[241] Vgl.: OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 998, 1774 - 6 - 169, 15.03.1774.
[242] Vgl.: Salpeterplantage in Pamhagen: BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 16.01.1782; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 19.01.1782; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 877.
[243] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 326.

gewesen sein.[244] Wie bereits im einleitenden Teil des Kapitels angesprochen, ist die Entwicklung der Salpeterhütten mit der Absicht in Verbindung zu bringen, die stickstoffreichen Stallböden heranreifen zu lassen. Die Absicht, eine fruchtbare Salpetererde heranzuziehen, konnte in diesem Regime nicht ausgemacht werden. Waren die stickstoffhältigen Bestandteile der gesammelten tierischen und pflanzlichen Abfälle sowie der nitratreichen Gayerde völlig umgesetzt oder durch biochemische Prozesse verloren gegangen, waren die Erdhaufen ausgemergelt und nutzlos. Dann zogen die Salniterer wieder von Dorf zu Dorf, um neue Erde herbeizuschaffen oder ließen sich neue anführen, anstatt sich der Aufbesserung und Pflege der Berge zu widmen. Dabei waren die Sieder durch die mangelende Pflege der Erdhaufen stark von den Schauplätzen der Tierhaltung und damit von den Praktiken der Bauern abhängig:

"Niemalen bearbeiten sie eine Pflanze [Anm.: Salpetererde] wie es seye solle; die abgewässerte Erde wird heraussen liegen gelasse; kein Grund wird nachgefüllet; an aller wenigsten aber wird bey denen angelegten Pflanzen nachgesehen. Es hanget demnach die Erzeugung von einen bloßen Ungefehr, oder von der Willkür des Bauerns ab, wenn nemlichen dieser letzter noch so viel Redlichkeit hat, den zubereiteten Grund nicht zu verderben, oder unbetastet liegen zu lassen."[245]

Zwar sind die Salniterer in diesem Regime fest angesiedelt und verfügen über eine eigene Werkstätte, "der Salnitersieder [verbleibt] mit sothamer Hütte nur so lang, als er in dem Ort gräbt und auslauget"[246]. Auf Grund der "nomadischen Praxis", Erdhaufen und Hütten immer wieder neu anzulegen, ähnelt dieses Regime noch sehr stark der Gayarbeit der nomadischen Salpetergewinnung. Johann Georg Krünitz beschreibt die Produktionsmethoden des semi-nomadischen Regimes sehr einleuchtend:

"*In den Gebäuden, welche, wie die Schaafställe, im Sommer leer stehen, muß man den Boden im Frühling ungefähr 1/2 Fuß tief auflockern und die in kleine Theile zertheilte Erde in Beete aufwerfen, welche eine beliebige Länge und Breite und 1 1/2 bis 2 Fuß Höhe haben. Man lasse sie auf diese Weise an der Luft liegen, so lange man den Raum für die Beete entbehren kann. Es ist nöthig, daß sie wenigstens 2 Monate der Luft ausgesetzt bleibt. Wenn sie ganz trocken wird, muß man sie mit Regenwasser begießen; auch ist es gut sie einmal umzuarbeiten. Kann man diese Bearbeitung der Erde nicht in einem der Oekonomiegebäude vornehmen, so verrichte man sie unter einem auf vier Pfählen errichteten Strohdache. Die Erde wird hierauf ausgelaugt, und wenn sie gehörig abgetrocknet ist, an die vorige Stelle zurückgebracht. In dieser einmal schon ausgelaugten Erde erzeugt sich*

[244] Mehr zu der Funktionsweise dieser Anlagen in Kapitel 7.
[245] OeStA, WHKR, Karton 1193, 1777 - 6 - 398, 18.10.1776.
[246] OeStA, WHKR, Karton 999, 1774 - 6 - 395, 29.07.1774.

*demnächst der Salpeter viel schneller und reichlicher. Man kann auf diese Weise auf einem Gute, wenn die Schaafställe und andere zu diesem Zwecke benutzten Gebäude nur 6000 Quadratfuß Fläche haben und die Erde nur 1/2 Fuß tief benutzt wird, alle 3 Jahre 8 bis 10 Centner Salpeter gewinnen und auf diese Weise ein Nebengewinn erlangt werden, der im Verhältniß zu den Arbeiten, welche dazu erfordert werden, sehr beträchtlich ist.*"[247]

In der bisherigen Forschung konnte der burgenländische-westungarische Raum als Zentrum dieses Erzeugungsregimes identifiziert werden.[248] Dabei handelt es um das Gebiet des nördlichen Burgenlandes, den Seewinkel und den sogenannten "Haideboden" im heutigen Komitat Wieselburg. Dieses Gebiet schließt östlich an den Seewinkel an und verläuft in derselben Richtung bis nach Wieselburg-Ungarisch Altenburg/Mosonmagyaróvár.
Der Haideboden rund um die kaiserliche Herrschaft Ungarisch-Altenburg sowie das Gebiet des nördlichen Burgenlandes bildeten ein geschlossenes Territorium (Vgl. ehemaliges Komitat Wieselburg), das eines der wichtigsten und ältesten Zentren der Salpeterwirtschaft darstellte. Bereits in der Salniterordnung von 1607 wird speziell auf die Herrschaften Forchtenstein und Eisenstadt Bezug genommen.[249] In diesem Gebiet sind auch die - neben jenen im Bezirk um Nagy Kálló - einzigen ärarischen Salpetersiedereien angesiedelt.[250]
Der Großteil dieser Anlagen wurde von der Österreichischen Erzeugungs-Compagnie gepachtet. Der Zustand der Salpeterhütten wurde bei deren Übernahme stark bemängelt. Zwar waren beispielsweise "die 6: Salniter Werker zu Zanneg [...] mit genugsamen Erdbergen versehen, nur der erforderliche Dung, und Bearbeitung ermanglet[e] ihnen."[251] Nach der Übernahme durch die Erzeugungskompagnie sollte die neue Auslaugungsmethode vermittelt und Kapital in die Werke investiert werden.

### 6.3.3 Die Plantagenwirtschaft

Eine Abgrenzung zwischen den Salpeterhütten des semi-nomadischen Regimes und der Salpeterplantagen ist nicht immer leicht zu treffen. Es ist nirgendwo festgeschrieben, was als eine Plantage und was als eine Hütte galt. In diesem Abschnitt wurde versucht, alle Produktionsformen zusammenzufassen, die auf Anlagen basieren, welche eigens für die

[247] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 382f.
[248] Vgl.: *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpetererzeugung im burgenländisch-westungarischen Raum, 19-42.
[249] OeStA, AVA, OJST, AM 151.3, Nr.: 802, 03.09.1607.
[250] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 6, 1777 - 10 - 264, 14.05.1777
[251] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 2, 1773 - 10 - 453, 16.09.1773

"künstliche" Salpeterproduktion gebaut worden waren, mit Ausnahme der vorhin beschriebenen Salpeterhütten, die zur Gänze auf der Gayarbeit basierten.
Die Produktionsweise des semi-nomadischen Regimes, die Gayarbeit, ist durch dessen Abhängigkeit von den Stallungen geprägt. Die Salniterer bezogen in regelmäßigen Abständen frische, salniterhältige Erde und Viehmist aus den Stallungen und brachten diese Materialien zu ihren Werken, wo sie als "Züglungs-Erde" weiter umgesetzt wurden, bis diese Erde verbraucht waren. Im Unterschied zu den Salpeterhütten sind die Erdhaufen zur Salpetergewinnung in den Plantagen nicht für eine kurzfristige Ausbeute nitratreicher Komponenten gedacht. Die Erden in den Plantagen wurden für eine mehrjährige Nutzung angelegt und gepflegt. Die Plantagen kann man sich daher als große Kompostfabriken vorstellen, in welchen die salniterhältigen Erden überhaupt erst künstlich, aus allerlei pflanzlichen und tierischen Abfällen sowie aus mineralischen Bestandteilen, gewonnen wurden. Aber auch diese Anlagen sind von den Schauplätzen der Tierhaltung geprägt, weil der Stickstoff nach wie vor von der Tierhaltung rührte. Als ein eigentliches Unterscheidungsmerkmal ist der Organisationsgrad und das technische Know-how dieser Plantagen zu nennen. Diese waren für einen dauerhaften Betrieb angelegt worden, der allerdings Unsummen von Geld für die Wartung der Erdhaufen verschlang. Aus diesem Grund treten als Betreiber der Plantagen immer wieder wohlhabende Bürger, Adelige oder selbst das Haus Habsburg in Erscheinung. Die Salpeterhütten aber wurden von einfachen Salpetersiedern getragen, die ihren "Plantagenbetrieb" auf eigene Rechnung oder später durch ihr Engagement in den Erzeugungs-Compagnien aufrechterhalten konnten.[252]

In Europa hatten sich verschiedenste Formen dieser Plantagenwirtschaft etabliert. Den Kern dieser Anlagen bilden die Arrangements zur Gewinnung von Nitraten aus künstlich angelegten Erdhaufen, die sogenannten Salpeterpflanzungen. Diese Arrangements sind vermutlich aus der Salpetergrubenwirtschaft hervorgegangen. Hierfür wurden Gruben in das Erdreich gegraben, die mit Kalk und organischen Abfällen gefüllt, regelmäßig mit Harn begossen wurden und einige Zeit zur bakteriellen Umsetzung sich selbst überlassen waren, bis die zu Erde zerfallenen Bestandteile ausgelaugt werden konnten. Daraus entwickelten sich unterschiedliche Arten, eine künstliche Salpetererde zu "pflanzen".[253]
Wie in Kapitel 4. bereits vorausgeschickt, handelte es sich bei der Salpetererde um eine Dammerde (Komposterde), die aus tierischen und pflanzlichen Abfällen hervorgegangen war.

[252] Siehe: Salpeterplantage des Anton Gatka, Kapitel 7.
[253] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit, 10.

Ein zentrales Element war die Zugabe von mineralischen Bestandteilen wie Kalk, wobei man auch alten Bauschutt verwendete.[254] Aus der mikrobiellen Zersetzung der organischen Bestandteile geht Salpetersäure hervor, die sich nur in Anwesenheit von Alkali- und Erdalkalimetallionen (die aus den mineralischen Zusätzen stammten) zu Salpeter verbindet. Die Zugabe von Kalk kann aus heutiger Sicht auch dem Ziel gedient haben, den pH-Wert zu senken. Durch die Nitrifikation sinkt der pH-Wert. Kalk und andere mineralische Zusätze verhelfen das saure Milieu neutral zu halten, da die Bakterien nur innerhalb eines gewissen pH-Werts optimal arbeiten.
Die Zusammensetzung der Erdhaufen zur Gewinnung einer Salpetererde war überall in Europa ähnlich, ihre Formen waren vielfältig. Sie begegnen uns als Beete, Mauern oder Pyramiden.[255] Die Salpeterpflanzungen werden in dieser Arbeit einheitlich als "Salpetermieten", in Anlehnungen an die Mistmieten zur Lagerung von Stallmist, bezeichnet.
Ein weiteres, zentrales Unterscheidungsmerkmal der Salpeterplantagen zu den Hütten der Gaysieder waren die Arrangements zum Schutze der Erdhaufen vor der Witterung und der Austrocknung durch die Sonne sowie das beträchtliche Maß an Arbeit, das in die Bearbeitung der Erdhaufen floss. In Frankreich wurden beispielsweise überdachte Beete angelegt, die 2 m hoch in einem Abstand von 1 m aufgebettet wurden. Zwischen den Erdschichten aus Kalk und kompostierbaren Material legte man Stäbe, die nach dem Aufschichten herausgezogen wurden, um mittels der Luftkanäle die Nitrifikation zu befördern. Aber auch das Auftürmen der Erdhaufen zu Pyramiden war in Schweden, Schlesien und in Österreich eine gängige Praxis. Die Beete und Pyramiden waren gegen die Witterung mit Pfählen geschützt, die oben zusammengebunden und mit Schilf gedeckt waren. Daneben findet sich in Preußen die Anlage von Salpetermauern, sogenannte "Wällerwände". Hierbei stellte man Ziegel aus Kalk und Schafmist her, mit welchen man Gewölbe mauerte, die überdacht der freien Luft ausgesetzt waren. Am Ende folgte eine Schicht salniterhältiger Erde und im Anschluss daran wurde das ganze Gebilde mehrfach mit Urin begossen.[256]

Die Salpetermieten glichen sich also prinzipiell europaweit. Für die Erdhaufen, auch "Faulhaufen" genannt, bediente man sich in erster Linie der Erden aus Ställen, Schindangern, Schlächtereien usw. Die stickstoffreiche Erde aus den Schauplätzen der Tierhaltung und den

[254] *Stephan Häckel*, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen, 31.
[255] Für einen Überblick der verschiedenen Erscheinungsformen siehe: *Carsten Walczok*, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz, 157-177.
[256] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit, 11; Jochen Gartz, Vom griechischen Feuer zum Dynamit, 81.

Mistplätzen wurde auch als "Muttererde" bezeichnet. Sie bildete die Basis der Erdhaufen, die anschließend mit allerhand tierischen und pflanzlichen Abfällen vermengt wurden. Aus heutiger Sicht diente das "impfen" mit salniterhältiger Erde dem Zwecke, die Bakterienpopulationen in den angelegten Erdhaufen zu erhöhen bzw. das Bakterienwachstum zu beschleunigen. Anschließend mischte man die so gewonnene Erde mit mineralischen Komponenten wie Bauschutt, Mergel oder lockerem Kalk. Waren die Erdhaufen erst ein Mal angelegt worden, sorgte das regelmäßige Begießen mit Urin, Blut und Jauche für eine stete Zufuhr stickstoffreicher Materialien, wofür eigens Rinnen in die Haufen geformt wurden. Neben dem Begießen war das regelmäßige Umarbeiten der Erdhaufen eine kostspielige und arbeitsintensive Praxis, die allerdings die Nitrifikationsprozesse stark beschleunigte.[257]
Zwar war die Existenz der Bakterien bis zum letzten Viertel des 19. Jahrhunderts unbekannt, nichtsdestotrotz war man imstande, die Wachstumsbedingungen für die Bakterien zu optimieren. So wurde durch Belüftungslöcher und regelmäßige Umsetzung der Faulhaufen für die Zufuhr von Sauerstoff gesorgt. Günstige Bedingungen, wie hohe Temperatur und angemessene Feuchtigkeit wurden mittels Überdachungen, regelmäßiger Befeuchtung durch Jauche und Urin, sowie einer gewissen Exponiertheit der Faulhaufen zur Sonne - Nordlagen wurde ebenso gemieden wie direkte Sonneneinstrahlung - angestrebt.[258]

Die Salpeterplantagenwirtschaft wurde in Frankreich in den sogenannten "Nitrières" am rationellsten betrieben und erfuhr durch die Mitarbeit des bedeutenden Chemikers Antoine Laurent de Lavoisier, an der Spitze der Pulver und Salpeteradministration, und weiterer Chemiker wie Carny und Chaptal eine sehr positive Entwicklung.[259] Um den hohen Bedarf an stickstoffreichen Material decken zu können, legte man diese Anlagen bevorzugt in der Nähe von großen Städten an. Wir finden auch in den Anweisungen und Anleitungen zum Bereiten von fruchtbaren Salpetererden stets Materialien, die vorwiegend aus urbanen Arrangements stammen, wie Hundekot und der Unrat aus Gassen, Bauschutt, Abfälle aus Fabriken und Gewerbe usw.[260] Auf dem Gebiet des heutigen Österreich finden wir die ersten Salpeterplantagen bereits 1405 bei Graz, Feistritz, Seckau, Strass und Mitterdorf.[261]

[257] *Friedrich Knapp*, Lehrbuch der Chemischen Technologie. Zum Unterricht und Selbststudium, Bd. 1 (Braunschweig 1866) 135; Zur Bereitung eines Faulhaufens siehe exemplarisch: *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke*, *Johann Wilhelm David Korth* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 131, 313-323.
[258] *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung und Bearbeitung des Salpeters, 42f.
[259] *Emmerich Pászthory*, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit, 11; *Carsten Walczok*, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz, 161.
[260] *Gottfried L. C. Müller*, Anleitung zur Erzeugung und Bearbeitung des Salpeters, 45-48.
[261] *Anton Dolleczek*, Geschichte der Österreichischen Artillerie, 23.

Das prominenteste Beispiel einer solchen Anlage in der Habsburgermonarchie ist die Banater Salpeterplantage in Alibunár im heutigen Serbien. Die Plantage war 1773 als ärarischer Besitz errichtet worden, aber wenige Jahre später von der Hofkammer dem Artillerie-Hauptzeugamt übergeben worden.[262] In dieser Plantage waren Salpeterpyramiden angelegt, die jährlich bis zu 140 Zentner Salpeter abwarfen. Der Torf des angrenzenden Moors dürfte ebenso als Muttererde herangezogen worden sein wie auch als Brennmaterial zum Läutern und Sieden des Salpeters.[263]

Diese Salpeterplantage steht mit einem einzigartigen Erzeugungsregime in Verbindung, das sich in Europa ausschließlich in den weiten Steppen Osteuropas etablierte und für den Salpeterreichtum der Habsburgermonarchie verantwortlich zeichnete. Durch die Austrocknung des Alibunárer Sumpfes entstanden unweit von der Plantage sogenannte Salpeter-Kehrplätze.[264]

### 6.3.3.1 Das Erzeugungsregime Ostungarns

Bei der Suche nach den großen frühneuzeitlichen Salpeterplantagen der Habsburgermonarchie, die auch noch nach den Napoleonischen Kriegen bestanden, wird man im historischen Ostungarn fündig. Vor allem im ehemaligen Komitat Szabolcs, in dem Gebiet zwischen Theiss und Marosch in östlicher Ausdehnung bis zum Fuß des siebenbürgischen Grenzgebirges, finden wir die ergiebigsten und größten Salpeterplantagen und Siedereien.[265] Bedeutende Zentren waren Nagy Kállo, Nyiregyhazo und Debrezin, welche zu Beginn des 19. Jahrhunderts zwischen 7.000 und 8.000 Zentner Salpeter jährlich läuterten.[266] In Ostungarn waren zwei "Salpeterdistricte" eingerichtet, die primär die ehemaligen Komitate Hajdú, Szabolcs, Bihar und Szathmar umfassten.

[262] *Carl Bernhard Edler von Hietzinger*, Statistik der Militärgrenze des österreichischen Kaiserthums, Bd. 2 (Wien 1820) 298.
[263] Ebenda;
[264] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 334.
[265] *K. K. Direction der Administrativen Statistik*, Industrie-Statistik der Österreichischen Monarchie. Für das Jahr 1858, Hft.3. In: *K. K. Direction der Administrativen Statistik* (Hg.), Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik, Bd. 9, Hft. 2 (Wien 1861) 78f; OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 6, 1777 - 10 - 204, 14.05.1777.
[266] *Christian-Carl Andre*, Neueste geographisch-statistische Beschreibung des Kaiserthums Oesterreich. (= *Geographisches Institut* (Hg.), Neueste Länder- und Völkerkunde. Ein geographisches Lesebuch für alle Stände, Bd. 15, Weimar 1813) 163.

Im ersten Distrikt in der großen ungarischen Tiefebene war man auf die Läuterung des Kehrsalpeters spezialisiert.[267] Dieser Salpeterdistrict unterstand der Kállóer Erzeugungs-Compagnie, welche unter der Leitung des Freiherrn von Vaj stand.[268]

Im zweiten Distrikt, der sich von Szolnok an der Theiß (zentral im heutigen Ungarn gelegen) südlich nach Titel (Stadt in Serbien, nordwestlich von Belgrad) erstreckte, stellte man sowohl Kehrsalpeter als auch Plantagensalpeter her.[269] Das spezifische am ostungarischen Regime ist allerdings der Kehrsalpeter.

Unter Kehrsalpeter verstand man Nitratausblühungen auf der Erdoberfläche, die in Folge von kapillaren Kräften durch aufsteigendes, salzhaltiges Wasser dorthin transportiert wurden. Wie der Name bereits andeutet wurden die Salze zusammengekehrt und schließlich in den Siedereien geläutert. Die Entstehung dieser Nitratausblühungen ist besonders für die Umweltgeschichte von großem Interesse.

Die weiten Ebenen des historischen Ostungarn sind durch die Flüsse Theiß und Marosch geprägt, welche von Sümpfen und Morasten begleitet werden. In Verbindung mit dieser feuchten Aulandschaft stehen die ausgedehnten waldlosen Trockensteppen. Die Böden dieser Steppen weisen spezielle chemisch-physikalische Eigenschaften auf. Es handelt sich um Salzböden (ung. szik), welche über einen ausgeprägten Salzhorizont verfügen. Besitzen die Böden über diesem Horizont eine Humusauflage, spricht man von Solonetzböden. Liegt der salzführende Horizont frei, fehlt also eine Humusschicht oder überlagernde Sedimente, spricht man vom Solonchackböden.[270]

Die Solonchackböden sind vom Grundwasser beeinflusst. Unter ariden Bedingungen verdunstet das Grundwasser, das in diesen Böden selten tiefer als einen Meter liegt, sehr rasch.[271] Im Zuge der Evaporation durchwandert das Wasser den salzführenden Horizont des Bodens, wo es sich mit Salzen anreichert. Durch die kapillaren Kräfte in den Bodenporen wird das Wasser aber zumeist nur bei den Solonchackböden an die Erdoberfläche transportiert, wo es zur Gänze verdunstet und die Salze auskristallisieren. Ein hoher Grundwasserspiegel und gleichzeitige Niederschlagsarmut sind die hydrologischen und

[267] *Andrew Ure*, *Karl Karmarsch*, Technisches Wörterbuch oder Handbuch der Gewerbskunde, Bd. 3 (Prag 1844) 55; Vgl.: *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdisricte in Ungarn, 453-472.

[268] *Gottfried Christian Bohn*, *Gerhard Philipp Heinrich Norrmann* (Hg.), Vollständiges Wörterbuch der Produkten- und Waarenkunde, Bd. 2 (Hamburg 1806) 570.

[269] *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdisricte in Ungarn, 461

[270] *Otto Stocker*, Einige Bemerkungen über die Salzstandorte östlich des Neusiedler Sees. In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich, Bd. 100 (Wien 1960) 106ff.

[271] *L. Ábrahám*, *J. Bocskai*, The Utilization and Amelioration of Solonetz Soils in Hungary. In: *I. Szabolcs* (Hg.), European Solonetz Soils and Their Reclamation (Budapest 1971) 64.

atmosphärischen Voraussetzungen für die Bildung solcher Ausblühungen, die Niederschläge müssen geringer ausfallen als die Verdunstung.[272]
Bei solchen Salzausblühungen handelt es sich im Normalfall um Natron (Natriumcarbonat, Soda) sodass die Frage aufkommt, wie es überhaupt zu Nitratausblühungen kommen konnte?

Die Ausdehnung des Kállóer Salpeterdistricts fällt geographisch mit der Hortbágy zusammen, einem ausgedehnten Steppengebiet, das über Jahrhunderte zur Viehzucht herangezogen wurde. Es bildete lange Zeit das Zentrum der Graurinderzucht, das schon die mittelalterliche Gesellschaft Westeuropas mit Fleisch versorgt hatte.[273] Durch die bevorzugte Nutzung der Salzböden für die Viehzucht dürfte es aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Viehtriften zu hohen Einträgen an Urin und Exkrementen gekommen sein.[274] Waren ausreichend Nitrifikanten im Boden vorhanden, konnte es auf den mit dem stickstoffreichen Exkrementen getränkten Solonchackböden lokal zu Salpeterausblühungen gekommen sein.
Die Kehrplätze befanden sich allerdings nicht im freien Felde auf den Wiesen und Weiden, sondern waren in der Nähe der Dörfer angelegt. Hier werden die Wechselwirkungen zwischen der Viehzucht der Graurinder und den chemisch-physikalischen Begebenheiten der Böden, die zu den Salpeterausblühungen führten, augenscheinlich. In den waldlosen Gebieten Ostungarns wurden die extensiv genutzten Äcker nur selten gedüngt, sodass reichlich tierische Abfälle vorhanden waren. Die Exkremente wurden höchstens mit Stroh vermischt, zu Ziegeln geformt und als Brennmaterial verwendet. Die zu Dammerde zerfallenen Abgänge der Graurinder wurden allerdings auch als Baumaterial verwendet.[275] "Auch als Abgrenzungen der Hausgärten findet man aus Dänger [sic], denen durch eingemengte und damit verflochtene Ruthen u. dgl. mehr Festigkeit gegeben wird."[276]

Unbeabsichtigt hatte man damit die preußischen "Wällerwände" zur Salpeterproduktion imitiert. Durch die Ruten war für die Durchlüftung gesorgt, sodass im trockenen Klima die

[272] *Georg Wolfram*, Bedeutung und Vorkommen von Salzlebensräumen. In: *Umweltbundesamt* (Hg.), Salzlebensräume in Österreich (Wien 2006) 16-20.
[273] Siehe: *Othmar Pickl*, Routen, Umfang und Organisation des innereuropäischen Handels mit Schachtvieh im 16. Jahrhundert. In: *Alexander Novotny*, *Othmar Pickl* (Hg.), Festschrift für Hermann Wiesflecker zum sechzigsten Geburtstag (Graz 1973) 143-166; *Richard C. Hoffmann*, Footprint Metaphor and Metabolic Realities. Environmental Impacts of Medieval European Cities. In: *Paolo Squatriti* (Hg.), Natures Past. The Environment and Human History (Michigan 2007) 300f.
[274] *Martin v. Schwartner*, Statistik des Königreichs Ungern, 265; *Christian-Carl Andre*, Neueste geographisch-statistische Beschreibung des Kaiserthums Oesterreich, 162.
[275] *Ludwig Friedrich Wolfram*, Vollständiges Lehrbuch der gesammten Baukunst. Lehre von den Baustoffen ... mit Rücksicht auf die bedeutendsten Bauwerke der Alten und Neuern, Bd. 1 (Stuttgart/Wien 1833) 158.
[276] *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdisricte in Ungarn, 465.

Nitrifikation in den nur durch Regen feucht gehaltenen Wänden von statten gehen konnte. Die Salze wurden mit der Zeit in den Sandboden ausgewaschen und blühten auf Grund der Bodenverhältnisse wieder aus. Allerdings waren die meisten Ortschaften auf kleinen Erhebungen errichtet worden, sodass die Salze entlang der Abflussrichtung des Wassers an den Hängen der Dörfer ausblühten, die schließlich zu den Kehrplätzen umfunktioniert wurden. Gelegentlich blühten Nitrate auch in der Nähe ausgetrockneter Sümpfe aus.[277]
Die Kehrplätze selbst waren wohl zunächst von Bauern betrieben worden. Dabei wurden die Kehrplätze wie Felder bestellt und waren Teil des landwirtschaftlichen Betriebes.[278] Die ausgewählten Flächen waren lediglich von der Vegetation befreit worden.
Anbei eine kurze Beschreibung der Kehrplätze:

"*Der Kehrplatz bei dem erstgenannten Orte ist an einer schwach geneigten Fläche auf einem aus lockerem schwarzen Sande mit thonigen und kalkigen Theilen bestehenden Boden angelegt und stösst an einen nie ganz austrocknenden Sumpf, von dem er ursprünglich einen Theil bildete. Alle von den Gehöften des Dorfes abziehenden, mit organischen, stickstoffhaltigen Substanzen geschwängerten Flüssigkeiten, die Jauche der Ställe, sowie namentlich des Düngers, den man nach dortiger Sitte zur Umwallung der Felder benutzt, rinnen über die geneigte Fläche dem Sumpf zu und tranken den Boden. Es ist nichts weiter nöthig, als denselben von Zeit zu Zeit mit Asche zu bestreuen; die Salpeterbildung geht dann so reichlich vor sich, dass man in der wärmeren, nicht zu trocknen Jahreszeit, im Mai und Juni, täglich gegen Abend Salpeter einthun kann. Dieser sammelt sich in der allerobersten Erdschicht, wo die Feuchtigkeit verdunstet, als Ausblühungen. Um diese zu gewinnen, bedient man sich eines von Pferden gezogenen Werkzeuges, dessen wesentlicher Theil, eine messerartige eiserne Schiene, sich beim Ziehen schräg stellt und die salpeterhaltige Schicht schabend abhebt, worauf man sie mit Besen zusammenkehrt und abfährt. Die Oberfläche des Kehrplatzes muss so viel wie möglich eben gehalten werden (Szabö). Die Erde gilt als reif, wenn sie etwa. 1/4 Procent Salpeter enthält. Man rechnet unter mittleren Verhältnissen bei sechsmaligem Einsammeln 300 bis 400 Kilogr. Salpeter auf 1000 Quadratmeter Bodenfläche.*"[279]

Aus der Literatur geht nicht eindeutig hervor, ob es sich bei den Böden um Solonetz, Solonchack oder um Übergangsböden zwischen diesen handelt. Allerdings ist der Hinweis[280], dass es auf den Kehrplätzen zu Sodausblühungen kommt, ein Indiz dafür, dass es sich um Solonchackböden gehandelt haben dürfte. Mitunter war das Entstehen dieser Böden eine Konsequenz anthropogen bedingter Bodenerosion. An den Dorfhängen, durch Viehtritt und

[277] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 329.
[278] *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdisricte in Ungarn, 455ff.
[279] *Friedrich Knapp*, Lehrbuch der Chemischen Technologie. Zum Unterricht und Selbststudium, 133f.
[280] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 331.

durch das Abschaben der Erde mit dem Pflug wurde die Erosion ungemein befördert, sodass die Solonetzböden degradierten und die Salzausblühungen womöglich eine Folge waren.

Die "Düngerwände" aus den Dörfern wurden auf den Plantagen rund um Debrecen nachgeahmt. Man errichtete entsprechend dem österreichischen Usus vor der Stadt Pyramiden, die kontinuierlich stickstoffreiches Material erhielten (Dünger, Kehricht, Aas).[281] Die Plantagenwirtschaft dürfte sich aber in Richtung der Militärgrenze stärker etabliert haben. Neben der Salpeterplantage in Alibunár zählte die Temesvarer Salpeterplantagen sicherlich zu den größten ihre Art.[282] Auf dem Gebiet des heutigen Österreichs wurde die Plantagenwirtschaft nur nebenbei betrieben, das Rückgrat des "österreichischen" Salpetergewerbes bildeten die Gaysieder.

[281] *Ignaz Moser*, Ueber die Salpeterdistricte in Ungarn, 467; *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 328.
[282] OeStA, KA MBeh, AHZA, Karton 5, 1776 - 10 - 277.

KAPITEL 7

# DIE AUSWIRKUNGEN DER SALPETERPRODUKTION AUF DIE BODENFRUCHTBARKEIT DES AGRARÖKOSYSTEMS

"Terras arabiles pervestigantes observavimus, quod potior pars propter subterraneas aquas difficilioris cultura sit, quo terra arabilis licet, in parte mediocris fertilitatis sint, non pauca tamen nitra ambitium huius possessionis situant, quos [quas*] ob solum [ex] salnitro seu multum steriles esse vel ex ipsis frugibus in idem succretis conclusimus."

Wir haben beim genauen Erforschen der pflügbaren Erde beobachtet, dass der bessere Teil wegen des unteriridischen Wassers [in der Bearbeitung eher schwierig ist*]; dort, wo die pflügbare Erde es zulässt, ist sie zum Teil von mittelmäßiger Qualität, dennoch befindet sich nicht wenig Natron in der Umgebung dieses Grundstücks, [wodurch*] wir darauf schließen, dass ein großer Teil davon unfruchtbar ist - sei es wegen des salniterhältigen Bodens, oder sei es wegen der herangewachsenen Früchte selbst in ebendiesen [Teil].

KAM, IV A. 505.b. Nr.: 122, 1773

## 7.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird dem zweiten Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit Aufmerksamkeit geschenkt. Das Erkenntnisinteresse gilt den Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit frühneuzeitlicher Agrarökosysteme.
In den vorangestellten Kapiteln wurde gezeigt, wie die diversen Erzeugungsregime innerhalb der urbanen und agrarischen Ökosysteme operieren. Im Zuge dessen wurde festgehalten, dass die Salpetersieder auf die „Kräfte der Natur“ bauten, welche die Nitrate hervorbrachten. Das „Ziehen“ der salniterhältigen Erde und der „Nachwachs“ des Salpeters sind allesamt als naturale Prozesse beschrieben worden, die in enger Verbindung mit den Praktiken und Arrangements der Landwirtschaft stehen.
Es bedarf jedoch eines Perspektivenwechsels, um den Salpeter nicht nur als ein gewerbliches Erzeugnis, sondern vielmehr als ein Produkt landwirtschaftlichen Handelns zu begreifen. Die Verwebung dieses Handwerks mit der Landwirtschaft wird angesichts der bevorzugten Bezugsorte für die salniterhältige Erde augenscheinlich. Vornehmlich handelt es sich dabei um die Schauplätze der Tierhaltung.
Die Praxis der Viehhaltung und deren Arrangements, wie die Ställe und Misthaufen, formen Schauplätze, in welchen besonders günstige Bedingungen geschaffen werden, die den „Nachwachs“ der salniterhätigen Erde unterstützen. So wundert es kaum, dass wir Unmengen an genuinen Erzeugungsmethoden im "österreichischen" und dem europäischen „Salpeterwesen“ finden, die zur künstlichen Herstellung des Salpeters solche Schauplätze imitieren, in welchen die Kräfte der Natur zum Nachwachs des Salpeters angeregt wurden. Die ungarischen Erzeugungsregime im Komitat Szabolcs zeigen wohl am deutlichsten wie wir uns die Salpeterproduktion als einen Aspekt des landwirtschaftlichen Handelns vorstellen können. Anders als es uns mit dem gewohnten Bild des Ackerbaus vor Augen schwebt wurden in den hiesigen Schauplätzen, anstelle der pflanzlichen Biomasse, Salze „abgeerntet“.
Für die Salpetergraber der nomadischen und der semi-nomadischen Erzeugungsregime spielte es eine untergeordnete Rolle, ob die Bildung des Salpeters bewusst angestrebt worden war, wie im Falle der Misthaufen zur Gewinnung nitratreichen Düngers, oder ob die Salpeterkristalle am Stallgewölbe als eine unbeabsichtigt Folge der Stallhaltung ausblühten. Für die Bauern hingegen war das Graben nicht nur eine lästige Qual, es bedeutete den Verlust wertvollen Düngers.

Da es sich beim Salpeter, egal wo dieser gebildet worden ist, um die Nahrung der Pflanzen handelte, muss dieser Nährstofftransfer auf seine Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit des Ackerbausystems hin überprüft werden.

An Hand eines Fallbeispiels des semi-nomadischen Erzeugungsregimes wurde die Überschneidung der Leitfragen dieser Arbeit angestrebt. Zur Untersuchung gelangt ein Salpeterwerk, das mit Sicherheit zu den ergiebigsten des Heidebodens zählte. Allerdings war es nicht im Rayon der Bianchi'schen Compagnie, sondern Teil des Esterházyschen Wirtschaftskomplexes. Das Werk wurde von Anton Gatka ab 1778 bis zu dessen Tod 1782 geführt und produzierte zu seinen Spitzenzeiten an die 100 Zentner Salpeter im Jahr. Es war etwas außerhalb der Ortschaft Pamhagen gelegen, die heute Anteil am Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel hat. Zum Zeitpunkt der Untersuchung war diese Gemeinde im Komitat (Gespanschaft) Wieselburg/Moson gelegen, innerhalb der Esterházyschen Herrschaft Frauenkirchen.

In dieser Studie wurde der Versuch unternommen den Stickstoffkreislauf des historischen Agrarökosystems Pamhagens zu rekonstruieren. An Hand der gewonnen Einsichten in den Nährstoffhauhalt des Agrarsystems können die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Nachlieferung der Ackerkrume mit Stickstoff untersucht werden.

Grundsätzlich gilt es zu untersuchen, ob das Agrarsystem Pamhagens nachhaltig organisiert war und ob die Landwirtschaft zwischen Ackerbau und Viehzucht eine ausgeglichene Nährstoffbilanz aufzuweisen hatte. Vor dem Hintergrund der Nährstoffbilanz Pamhagens werden dann die Dimensionen der Salpetererzeugung und deren Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit diskutiert.

Zu diesem Zwecke wurde die Fruchtbarkeit des Bodens als jene Menge an pflanzenverwertbaren Stickstoff, respektive Nitrat, verstanden, die innerhalb eines Jahres in der Ackerkrume verfügbar ist. Die Menge an Stickstoff, die jährlich der Ackerkrume nachgeliefert wird, ist sowohl von naturalen Umsetzungsprozessen in der organischen Bodensubstanz und den Kreisläufen in der Biosphäre abhängig, als auch vom anthropogenen Handeln in den Agrarsystemen mitbestimmt. Neben der Nachlieferung von Stickstoff mussten auch Verluste dieses Nährstoffes als fruchtbarkeitsbestimmendes Maß berücksichtigt werden. Nachdem der pflanzenverwertbare, mineralisierte Stickstoff in quantitativer Hinsicht den wichtigsten Nährstoff für das Pflanzenwachstum darstellt und als das ersehnte Rohmaterial der Salpetersieder galt, konnte auf Basis dieser ökonomischen und ökologischen Betrachtungsweisen eine vielfältige Überschneidung der Themen Fruchtbarkeit und Salpetererzeugung diskutiert werden.

Da im Zuge dieser Studie bislang unbearbeitete Quellen für die Analyse des sozialen Metabolismus vorindustrieller Agrargesellschaften herangezogen worden sind, wurden die eigens für diese Studie entworfenen Methoden zur Datenerhebung des Viehbestandes und dem Anfall tierischer Exkremente für die Seewinkel Gemeinde Illmitz repliziert. In Ermangelung von vergleichbaren Studien wurde damit untersucht, ob sich die Ergebnisse der beiden Gemeinden decken.

## 7.2 Quellen und Material

Etliche historische Untersuchungen widmeten sich der Transition vorindustrieller Kulturlandschaften.[283] Den Wandel begleiten stets Veränderungen des gesellschaftlichen Stoffwechsels, der in der Forschung mit Schwerpunktsetzungen auf Nährstoffkreisläufe[284] und der Bilanzierung von Material- und Energieflüssen[285] in der Landwirtschaft porträtiert wurde. Ganz gleich ob diese Arbeiten auf Flächen- und Strukturanalysen oder auf sozial-ökologischen Bilanzierungsmethoden aufbauen, die historischen Fallbeispiele stehen in einer engen Verwandtschaft zueinander. Sie sind auf einem relativ beschränkten Quellenfundus empirischen Materials aufgebaut, wobei das Rückgrat der meisten Nährstoffbilanzierungen historischer Agrarökosysteme in Österreich der *Franziszeische Kataster* bildet.

Der Wert des Franziszeischen Katasters als Quelle für die wirtschaftshistorische[286] Forschung und die Umweltgeschichte[287] ist hinlänglich beschrieben. Der Kataster findet hier nur

[283] Siehe exemplarisch: *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche. Zum gesellschaftliche Stoffwechsel der Industrialisierung (= *Bernd-Stefan Grewe*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Umwelthistorische Forschungen, Bd. 2 , Köln/Weimar/Wien 2006).

[284] *Rudolf Maier*, *Andreas Geisler*, *Bettina Aigner*, *Wolfgang Punz*, Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck. Eine ökologische Analyse der Marktgemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht. In: *Amt der Niederösterreichischen Landesregierung* (Hg.), Wissenschaftlichen Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum 15 (St. Pölten 2003) 195-281; *Daniela Ziehmayer*, *Rudolf Maier*, *Wolfgang Punz*, Ökologische Bilanzierung der Gemeinde Altenberg bei Linz auf Basis von Energie, Kohlenstoff und Stickstoff im historischen und aktuellen Vergleich. In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich, Bd. 139 (Wien 2002) 97-108.

[285] *Fridolin Krausmann*, Land Use and Socio-economic Metabolism in Pre-industrial Agricultural Systems: Four Nineteenth-century Austrian Villages in Comparison (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 72, Wien 2008); Simone Gingrich, Fridolin Krausmann, Der soziale Metabolismus lokaler Produktionssysteme: Reichraming in der oberösterreichischen Eisenwurzen 1830-2000 (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 107, Wien 2008).

[286] *Roman Sandgruber*, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918, 31-34; *Roman Sandgruber*, Der Franziszeische Kataster als Quelle für die Wirtschaftsgeschichte und historische Volkskunde. In: *Niederösterreichisches Landesarchiv* (Hg.), Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesarchiv 3 (St. Pölten 1979) 16-28.

Erwähnung, weil er als die Erfüllung eines konsequenten Reformstrebens der aufgeklärten Herrscher gelten kann. Der Kataster diente der Erneuerung des Steuer- und Urbarialwesens. Allerdings beschränkt sich dieses Werk auf das 19. Jahrhundert. Um Daten für die Berechnung gesellschaftlicher Stoffflüsse vor 1800 zu erheben, müssen wir uns dem Reformwerk des Aufgeklärten Absolutismus sowie den Vorgängern des *Stabilen Katasters* zuwenden und deren Wert für die umwelthistorische Forschung untersuchen.

Der Reformeifer Maria Theresias und Josef II. wird in der Historiographie allerdings nicht alleine dem aufklärerischen Zeitgeist der Epoche zugeschrieben, die im Zeichen der monarchischen Versuche stand, die naturrechtlichen Lehren in die Tat umzusetzen.[288]

Die wirtschaftlichen und militärischen Reformschritte des 18. Jahrhunderts sind eine Folge des verlustreichen Ausgangs der ständigen, kriegerischen Auseinandersetzungen mit Preußen. Die dauerhafte Belastung des Staatsetats und der Wegfall an finanzstarken Ländereien, wie der schlesischen Provinzen im ersten Schlesischen Krieg von 1740 bis 1742, waren die Folge. Die Sanierung der Staatskassen durch die Umstellung des Finanz- und Handelssektors nach merkantilistischem Vorbild war im weitesten Sinne eine Konsequenz des Krieges. Der Wunsch nach finanzieller Restitution machte es aber zuvor notwendig, Verwaltungsreformen durchzusetzen, die die „monarchische Union von Königreichen“[289], welche sich allesamt als unabhängige Gebilde verstanden, in einen modernen europäischen Territorialstaat umgestalten sollten. Dabei galt es, den Widerstand der antireformistischen Stände und des Adels zu brechen.

Was das Militär anlangt, so wurde über die Zentralisierung des Salpeterwesen und die Verlegung des Verwaltungsapparates von der Hofkommission zum Artilleriewesen ausführlich berichtet. Zur Bearbeitung der vorliegenden Forschungsfrage wurde ein Großteil jenes Aktenmaterials herangezogen, das im Zuge des Theresianischen-josephinischen Wirtschafts- und Veraltungszentralismus zusammengetragen wurde. Zu den Quellen zählen die Tabellen des *Maria-Theresianischen Urbares* [*Urbarium*], die Steuerverzeichnisse der *Dical-Konscription* sowie die *Fassionsblätter* des *Josephinischen Katasters*.

---

[287] *Werner Drobesch*, Bodenerfassung und Bodenbewertung als Teil einer Staatsmodernisierung. Theresianische Steuerrektifikation, Josephinischer Kataster und Franziszeischer Kataster. In: Histoire des Alpes - Storia delle Alpi - Geschichte der Alpen 14 (2009) 165-183.

[288] *Lorenz Mikoletzky*, Der Versuch einer Steuer- und Urbarialregulierung unter Kaiser Joseph II. In: Generaldirektion des OeStA (Hg.), MÖS 24, 1971 (Wien 1972) 312.

[289] *Waltraud Heindl*, Reform und Modernisierung unter Maria-Theresia und Joseph II. In: *Österreichisches Kulturzentrum bei der Österreichischen Botschaft Bratislava, Österreichisches Ost- und Südosteuropa Institut Außenstelle Bratislava* (Hg), Die Maria-Theresiansichen und Josephinischen Reformen und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Slowakei (Bratislava 1998) 7.

### 7.2.1 Maria-Theresianisches Urbar

Der Ausgang des ersten und zweiten Schlesischen Kriegs zeigte die Notwendigkeit der Rekrutierung eines stehenden Heeres im Umfang von 108.000 Mann. Die Garnison, das war damals klar, würde allerdings viele Millionen Gulden an Sold verschlingen, was Maria Theresia zu den ersten, grundlegenden Verwaltungsschritten drängte, die in weiterer Folge Geld in die Kriegskasse spülten. [290]

1749 wurde die Verwaltung der böhmischen Ländereien und der österreichischen Erblande aus den Händen der Kanzleien des Hofs in das von Haugwitz gegründete *Directorium in publicis et cameralibus* gelegt. Diese zentrale Verwaltungseinrichtung vereinte nicht nur von der Finanz bis zur Justiz alle Angelegenheiten des Inneren und Äußeren, sondern schuf einen einheitlichen Flächenstaat.[291] Die Geburt der Cisleithanischen Reichshälfte war eine notwendige Voraussetzung für die Verstaatlichung des Steuerwesens, das bis dato in den Händen der Landstände gelegen hatte, und mit der *Steuerrektifikation* eine staatliche Ablöse erhielt.[292] In Ungarn gab es keine solche Reform.[293]

Da die ungarischen Steuereinkünfte vom Bauernstand getragen wurden, wollte Maria Theresia mit dem so genannten Maria-Theresianischen Urbar, oder kurz Urbarium, eine gesetzlich verankerte Ordnung des Verhältnisses zwischen Grundherren und Untertan erwirken. Ziel war es, mit diesem Rechtsstück den Bauernstand bei den Feudalabgaben zu entlasten. In der Ständeversammlung zu Pressburg 1764 wurden ihre ambitionierten Vorschläge zur Reformierung zerschlagen. Die Sammlung von Unterlagen für die Erstellung des Urbariums begann dennoch im darauf folgenden Jahr. Das Urbarium stellt für die Umweltgeschichte ein durchaus relevantes Quellenmaterial dar. In den Tabellen des Urbariums wurde erstmals nach einem 9-Punkte Frageprogramm der bäuerliche Grundbesitz, gemeinsam mit den Belastungen und Einkünften, in jeder Gemeinde zusammengestellt.[294]

---

[290] *Karl Michael Burger*, Die Reformpolitik Maria Theresias und Joseph II. im Vergleich und deren Nachwirkungen (phil. Diss. Universität Wien, Wien 2002) 56f.

[291] *Franz Zeilner*, Verfassung, Verfassungsrecht und Lehre des Öffentlichen Rechts in Österreich bis 1848 (Frankfurt am Main/Berlin/Bern/Bruxelles/New York/Oxford/Wien 2008) 40-42.

[292] *Karl Lego*, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters (Wien 1968) 13ff;

[293] *István Nagy*, Die Reform der ungarischen kameralischen Finanzverwaltung in der Zeit Maria Theresias. In: *Gerda Mraz* (Hg.), Maria Theresia als Königin von Ungarn (= *IfÖK* (Hg.), Jahrbuch Für Österreichische Kulturgeschichte 10, Eisenstadt 1984) 141.

[294] *Tünde Lengyelová*, Die Urbarregulierung Maria Theresias und ihr Einfluss auf das Leben in grundherrschaftlichen Städten in der Slowakei. In: *Österreichisches Kulturzentrum bei der Österreichischen Botschaft Bratislava, Österreichisches Ost- und Südosteuropa Institut Außenstelle Bratislava* (Hg), Die Maria-Theresiansichen und Josephinischen Reformen und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Slowakei (Bratislava 1998) 34f.

Ein zentrales Element dieses Reformwerks stellt die Normierung des Flächenumfangs für die Bauernlehen dar, wovon es verschiedenen Größenkategorien gab (1/4-Bauer, 1/2-Bauer usw.). Beispielsweise sprach man erst dann von einem ganzen Bauer, wenn dieser laut Urbar 26 Joch Ackerland zugewiesen bekommen hatte. Der Umfang einer sogenannten Bauernansässigkeit oder Session war das Maß, an Hand dessen die urbarialen Abgaben, in Form von Naturalien, Geld und Arbeitsleistung, zwingend festgelegt wurden. Die Bauern erhielten allerdings auch Freiheiten und Rechte.[295]

Mit dem Urbarium sollten der alleinigen Entscheidungsfreiheit des Adels bei der Naturalienabgabe und anderen Feudallasten Grenzen gesetzt und das Verhältnis zwischen Untertan und Grundherren grundlegend reformiert werden. Das Urbarium kann demzufolge als ein Versuch gelten, die Rechte und Pflichten der Bauern - die Roboten, den Hauszins und die Naturaliengaben festzulegen und im Urbarium, als dem entsprechenden Rechtsstück, zu artikulieren. Sowohl Grundherr als auch Untertan hatten den Vorgaben Folge zu leisten. Außer der genannten Geldleistung und Naturalien, wovon sich der Untertan auch freikaufen[296] konnte, waren die Untertanen zu keinen weiteren Zahlungen in Geld oder in Naturalien verpflichtet. Zwar war das Rechtsstück vom Charakter her eher konservativ, es schützte aber die Bauern, vor grundherrschaftlicher Willkür.[297]

### 7.2.2 Die Dical-Konscription

Die Steuerverzeichnisse in den ungarischen Komitaten werden als Dical-Konscription bezeichnet. Diese zentralen wirtschaftshistorischen Dokumente entspringen der fiskalen Steuererhebung und liefern uns einen detaillierten Einblick in die Besitz- und Produktionsverhältnisse der bäuerlichen Lebenswelt Pamhagens und Illmitz.

Im Unterschied zu den deutschen Erblanden, inklusive Böhmen und Mähren, nahm der Staatsärar der Ländereien unter der ungarischen Krone eine Sonderstellung in der Monarchie ein und kann ungeachtet der feudalen Machtstellung des Adels als zentralistisch eingestuft

[295] *Johann Seedoch*, Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen im Gebiet des heutigen Burgenlandes. In: *Helmut Feigl* (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 205-220.

[296] In Pamhagen entsprach diese Summe 48 Kr. [Kreuzer]; Vgl.: KAM, IV. B.915.b. Urbéri Iratok Nr. 17, ad 323 1830.

[297] *Tünde Lengyelová*, Die Urbarregulierung Maria Theresias und ihr Einfluss auf das Leben in grundherrschaftlichen Städten in der Slowakei, 35f.

werden. Dort, wo die Steuerrektifikation eine zentralistische Neuordnung der deutschen Erblande notwendig machte, die 1749 in der Initiierung des Directorium mündete, bestand in Ungarn bereits seit dem Hohen Mittelalter[298] ein Steuermodell, der die Steuerlast auf die Bauern des gesamten Königreichs gleichermaßen verteilte.

Die zu entrichtende Steuer setzte sich aus Militärkontribution und Domestikal-Kontribution zusammen. Das entscheidende an Letzterer war, dass sie für die Tilgung der Gremialkosten, das heißt, der Kosten für die Komitatsverwaltung, bestimmt war. Dadurch kostete der zentralistische Verwaltungsapparat dem königlichen Schatz kein Geld. Die Kontribution war in den Jahren 1700 bis 1765 nach sogenannten Porten tariert worden. Eine Porte, respektive das Tor eines Bauernhauses, wurde mit einer vom Reichstag festgesetzten Kontributionsquote von einem Gulden versehen. Nach der Auflösung des Direktoriums 1761 und der Reaktivierung der Hofkammer als oberster Finanzbehörde im darauffolgenden Jahr folgte die Ausgliederung der ungarischen Hoffinanz in eine eigene Kammer. 1764 erfolgte eine Reform der Portensteuer, wonach die Komitate, unabhängig von der tatsächlichen Anzahl der Porten, eine bestimmte Kontributionssumme zu entrichten hatten. Nachdem bereits im Vorhinein festgelegt wurde, wie hoch die Einkünfte aus der Steuer auszufallen hatten, entsprach nunmehr die zu entrichtende Summe eines Komitats einem Quotient der gesamten jährlichen Steuereinnahmen im Königreich. Mit Hilfe der Dical-Konscription wurde diese Summe von der Komitatsverwaltung auf die einzelnen Gemeinden aufgeteilt. Diese Form der Portensteuer wurde fortan als Dica bezeichnet.[299]

Vor 1764 erfolgte durch die *Conscriptio* die Erfassung sämtlicher Porten in den Komitaten.[300] Unter der Dical-Konscriptionen versteht man jene Steuerverzeichnisse, die mit der Einführung der Dica erstellt wurden. An Hand dieser viel differenzierteren, deskriptiven Tabellen des bäuerlichen Besitzes wurde fortan die Partition der Steuerlast (Dica) auf die einzelnen Bauern/Porten vorgenommen. Nach der Verwaltungsreform der Ungarischen

[298] *István Kenyeres*, Die Finanzen des Königreichs Ungarn in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts. In: *Friedrich Edelmayer*, *Maximilian Lanzinner*, *Peter Rauscher* (Hg.), Finanzen und Herrschaft. Materielle Grundlagen fürstlicher Politik in den in den habsburgischen Ländern und im Heiligen Römischen Reich im 16. Jahrhundert (= *IfOEG* (Hg.), Veröffentlichungen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung 38, Wien 2003) 89.

[299] *Gregor Berzeviczy*, II. Ueber den Zustand der Bauern in Ungarn. In: *Ernst Ludwig Posselt* (Hg.), Europäische Annalen, Bd. 11 (Tübingen 1816) 195-198. *Gottfried Mraz*, Quellen zur Geschichte Österreich Ungarns und der Nebenländer zur Zeit Maria Theresias im Österreichischen Staatsarchiv. In: *Gerda Mraz* (Hg.), Maria Theresia als Königin von Ungarn (= *IfÖK* (Hg.), Jahrbuch für Österreichische Kulturgeschichte 10, Eisenstadt 1984) 14.

[300] Siehe beispielsweise: KAM, IV A. 505.a. Moson vármegye 1720, Nr. 10.

Kammer zwischen 1772-1773 und nach der Einführung des Theresianischen Urbars wurde die Conscriptio regelmäßig erstellt und ab 1775 als Dical-Konscription fortgeführt.[301]

Um eine möglichst gerechte Verteilung der Lasten zu sichern, mussten die Bauern in der Dical-Konscription im Unterschied zum Urbar nicht nur ihren Grund anführen, sondern all ihren Besitz und alle anderen Möglichkeiten ihres Verdienstes. Jeder Bauer musste „in eigenen freywilligen Geständnissen“[302] seinen Besitz und Erwerb in 95 Kategorien eintragen. Zu den Rubriken zählten:

"Bauern, Häusler, Söhne, Töchter, Brüder, Knechte, Mägde, Ochsen, und zwar eigene, geliehene, fette, magere Kühe, und zwar melkbare, unmelkbare, jüngere, ältere, Kälber, Pferde, und zwar zum Spannen, zum Reiten, alte, junge, Fohlen, Schweine, Schafe, Ziegen, Häuser in drei Klassen, [Äcker in vier Klassen]; Gärten in drei Klassen, Mühlen in drei Klassen, Fleischbänke, Wirthshäuser, Bierbrauen, Branntweinbrennen, Pachtungen, Flachs und Hanf, Bienenstöcke, Schäfereien, Handwerke in drei Klassen, Handel in drei Klassen, Fuhrwerk, Weide, Taglohn, Nebenverdienste, Holzung, Teiche, Schilf, und Rohr."[303]

Die quantitativen Angaben zu den Gegenständen dürfen aber keineswegs unbedacht übernommen werden. Die Gründe hierfür und die Schwierigkeiten im Umgang mit dieser Quelle lassen sich wohl am besten mit den Worten überzeugter Kameralisten illustrieren:

*„Es folgt hieraus, daß die Dical-Konscription von weniger Nutzen, und vielmehr schädlich sey. Sie gründet sich auf eine allgemeine Lüge; denn in den freywilligen Fassionen ihrer Habe und Nutzmessungen bekennen die Bauern niemals die Wahrheit, den Konscribenten ist dies sehr wohl bekannt, aber sie können es nicht abändern, indem die Bauern des benachbarten Dorfes und Prozesses ebenso gut zu lügen wissen."*[304] *"Das ist jedem bekannt, niemand zweifelt daran, jedes Dorf bemüht sich bey der Dicalconscribtion das andere an Lügen zu übertreffen, weil davon der mindere Antheil an der Contribution abhängt. Der conscribirende Stuhlrichter weiß dieß recht gut, er mag und kann es nicht ändern, weil sonst das Dorf überladen würde, weil sein benachbarter Conscriptor ebenso Lügen conscribirt, und so ist diese Basis der Conscriptionsvertheilung, die Dicalconscription, eine einzige ungeheure Lüge."*[305]

[301] *István Nagy*, Die Reform der ungarischen kameralischen Finanzverwaltung in der Zeit Maria Theresias, 141.
[302] *Gregor Berzeviczy*, II. Ueber den Zustand der Bauern in Ungarn, 198.
[303] Ungarische Miscellen. Aus dem Archiv für Geographie, Historie, Staats- und Kriegskunst, Bd. 1 (Wien 1817) 46.
[304] *Gregor Berzeviczy*, II. Ueber den Zustand der Bauern in Ungarn, 198f.
[305] Ungarische Miscellen. Aus dem Archiv für Geographie, Historie, Staats- und Kriegskunst, Bd. 1, 46.

### 7.2.3 Josephinischer Steuerkataster

Durch die kalmierende Reformpolitik Maria Theresias, die mit Kompromissen an die Grundherren und Stände einherging, konnten reformierende Schritte nur recht zögerlich gesetzt werden. Im Unterschied zu seiner Mutter legte Joseph II. einen weitaus radikaleren Esprit bei seiner Regierungsarbeit an den Tag. Die Aufhebung der Leibeigenschaft 1781 wird gerne als ein Beispiel für den Reformeifer Joseph II. genannt. Wenig Beachtung wurde bisher dem Reformwerk des Josephinischen Katasters geschenkt. In den letzten Regierungsjahren Maria Theresias wurden die Grundpfeiler dieses Katasters gelegt, der die Urbarial- und Steuerangelegenheiten auf einen einheitlichen Steuerfuß bringen sollte.[306]

Mit dem Josephinischen Steuerkataster ging eine erstmalige Aufnahme der Bodenfläche und ihrer landwirtschaftlichen Nutzung einher. Joseph II legte die Verwaltung zur Durchführung der Vermessungsarbeiten in die Hände der Hofkanzlei. Mit der Installation einer eigenen Steuerregulierungs-Hofkommission und ihrer untergeordneten Provinzial- und Kreiskommissionen lag die Abmessung der Gründe nicht mehr in den Händen der Bauern und Gemeinden selbst, wie es beim Urbarium der Fall gewesen war, sondern in den Händen leitender Beamter und Ingenieure.[307]

Das Novum des Katasters war die Festlegung der Gemeindegrenzen, innerhalb derer die landwirtschaftlichen Produktivflächen in Rieden und Fluren tariert wurden. Als für die Umweltgeschichte relevantes Quellenmaterial kommen die *Flurbücher*, *Tarierungsbögen* und die *Fassions-Summarien* der Gemeinden in Frage. Sie enthalten die Abmessung der urbarialen und allodialen Grundstücke und deren Grunderträgnisse in Naturalien.[308] Bei den landwirtschaftlichen Kulturarten wurde unterschieden in Ackerland, Grünland, Wald und Weingärten.

Ohne Rücksicht auf Kulturaufwand und Urbarialschuldigkeit wurden bei der Vermessung der ertragsfähigen, steuerpflichtigen Gründe die vier Hauptkörnergattungen Weizen, Roggen, Gerste und Hafer (ohne Stroh), Holz, Heu und Wein unterschieden. Alle Produkte aus Teichen und Gärten sowie alle Handelspflanzen und Ähnliches wurden in ihrem aliquoten Wert zu den Produkten des Acker- und Grünlandes bemessen. Aus dem erhobenen

[306] *Karl Lego*, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters, 15.
[307] Ebenda, 16.
[308] *Werner Drobesch*, Bodenerfassung und Bodenbewertung als Teil einer Staatsmodernisierung, 170-171.

Naturalbruttoertrag wurde unter Zuziehung der durchschnittlichen Marktpreise der Jahre 1772 bis 1782 die Besteuerung der Grundstücke tariert.[309]

### 7.2.4 Miscella

Informationen zur Landnutzung, den Erntedaten und der Salpeterproduktion stammen aus dem Esterházy'schen Familienarchiv, das mikroverflimt im Burgenländischen Landesarchiv aufbewahrt wird. Zum verwendeten Bestand zählen Akten aus dem Bereich der Herrschaftsakten, *Acta Dominiorum*, und der Urbarialakten.
Hervorgehoben werden müssen auch die Arbeiten von Gmasz[310], Guszmann[311] und Haider-Kroiss[312], durch deren Forschungen zur Geschichte der Herrschaft Frauenkirchen die Auffindung der Quellen in den ungarischen Archiven erleichtert wurde.

## 7.3 Methoden

### 7.3.1 Zur Epistemologie des sozialen Metabolismus

Zum theoretischen Hintergrund der Berechnung einer Nährstoffbilanz von Pamhagen und Illmitz wurde bereits im einleitenden Teil knapp Stellung bezogen. Das dort vorgestellte Konzept des gesellschaftlichen Stoffwechsels wird an dieser Stelle nochmals erörtert und etwas breiter diskutiert.
Seit Ende der 1990er Jahre hat sich in der Sozialen Ökologie und der historischen Nachhaltigkeitsforschung unter den Schlagworten „sozialer Metabolismus" und „gesellschaftlicher Stoffwechsel", ein Programm zur Berechnung von Energie- und Materialflüssen zwischen der Gesellschaft und ihrer Umwelt etablieren können.[313]

[309] *Roman Sandgruber*, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918, 31.
[310] *Josef Gmasz*, "...was massen wir arme Unterhanen allhier in Frau Kürchen leider also miserie der Zeit leben mießen...". Volkskundliche Studien zur Kultur-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Gemeinde Frauenkirchen im 18. Jahrhundert (ungedr. phil. Diss. Universität Wien, Wien 1993).
[311] *Gerlinde Guszmann*, Studien zur Ortsgeschichte von Pamhagen (ungedr. phil. Diss. Universität Wien, Wien 1979).
[312] *Friedrich Haider-Kroiss*, Die Herrschaft Frauenkirchen im 18. Jahrhundert (ungedr. phil. Dipl. Universität Wien, Wien 1998).
[313] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie, 42

Gemeinsam mit der naturwissenschaftlichen Herangehensweise der Ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)[314] wird dieser sozialökologische Ansatz in einer adaptierten Form zur Berechnung der Nährstoffbilanzen in das Methodeninventar dieser Arbeit integriert. Sowohl die sozial-ökologische Perspektive, als auch die naturwissenschaftliche Herangehensweise an Nährstoffbilanzen bilden einen Analyserahmen, um die Belastungen des landwirtschaftlichen Sektors quantitativ zu erfassen. Das sozialökologische Konzept untersucht nicht alleine das stoffliche Austauschverhältnis zwischen der Gesellschaft und ihrer Umwelt, es ist darüber hinaus in einem breiteren epistemologischen Rahmen gefasst, der sich grundsätzliche Fragen zum wechselseitigen Verhältnis dieser beiden Sphären stellt.

Wie auch die Umweltgeschichte interessiert sich die Soziale Ökologie für das Verhältnis zwischen Natur und Gesellschaft. Gesellschaft wird als „Setting", als materiell-symbolisches Hybrid, verstanden. Der Natur wird daher nicht die Gesellschaft, sondern die „Kultur" gegenübergestellt. Die beiden Sphären werden dabei aus einem systemtheoretischen Blickwinkel heraus erfasst. Demzufolge handelt es sich beim Modell des sozialen Metabolismus um den stofflichen Austausch zwischen der Kultur als einem System, das gänzlich aus Kommunikation besteht, und der Natur als einem System, das den Gesetzmäßigkeiten der materiellen Wirklichkeit unterworfen ist.[315]
Das Modell nimmt Anleihe an der soziologischen Systemtheorie, indem es Autopoiesis ins Zentrum stellt. Die Natur und die Kultur werden als selbstreferentielle und operativ geschlossene Systeme begriffen, die im Zuge einer biologischen beziehungsweise einer „kulturellen Evolution" emergieren und sich autopoietisch verselbständigt haben. Durch eben jene Selbstreferentialität und operative Geschlossenheit, die autopoietischen Systemen zu eigen ist, können Austauschprozesse nicht unmittelbar über die Systemgrenzen hinweg stattfinden. Die Interaktionen zwischen Natur und Gesellschaft finden daher über die biophysischen Elemente der Gesellschaft statt, die als Bindemittel zwischen dem naturalen und dem kulturalen System im Schnittbereich der Sphären liegen und über welche der Austausch zwischen den beiden Systemen stattfindet.[316]

[314] Anm.: Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse. Zur Einleitung siehe: *Rudolf Maier*, *Wolfgang Punz*, Die Methode der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse. In: *Rudolf Maier*, *Wolfgang Punz* (Hg.), Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). 3 Fallstudien, Bisamberg, Hainfeld, Krems (Wien 2004) 7-14.
[315] Vgl.: *Verena Winiwarter*, Umweltgeschichte, 127ff; *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie 34.
[316] Ebenda, 36-44.

Ein entscheidender Aspekt dieses Systemmodells ist die Konzeption von Gesellschaft. Auf der operativen Ebene wird sie als ein kommunikativ, geschlossenes System betrachtet, materiell und energetisch ist es aber offen. Strukturell gesehen ist die Gesellschaft also als ein immaterielles, kulturales System zu verstehen, das gleichzeitig an biophysische Elemente gekoppelt ist.[317]

Diese Elemente, die Menschen, die Nutztiere und alle Artefakte der Gesellschaft, sind unbestreitbar Teil eines kulturalen Systems. Auf Grund ihrer biologischen Dimension sind sie aber auch ein Teil des naturalen Systems, mit welchem sie in Austauschbeziehungen verstrickt sind. Die biophysischen Elemente der Gesellschaft sind der „hybride Kern" dieser epistemologischen Konzeptualisierung vom Verhältnis zwischen Natur und Gesellschaft.[318]

Da sich die biophysischen Elemente sowohl materiell als auch kulturell reproduzieren müssen, treten sie in Wechselbeziehung mit den beiden Systemen. Die kulturelle Reproduktion erfolgt durch einen kommunikativ-symbolischen Austausch mit dem kulturalen System. Sieferles Ontologie kultureller Evolution - die er über die kulturelle Vererbung mittels „extrasomatischer Transmission von Informationen" herleitet - spricht der Kultur Systemcharakter Luhmann'scher Prägung zu. Diese ist aus einem Netzwerk kommunikativ-symbolischer Systemkomponenten, wie Sprache, Wissen und Sinnstrukturen, beschaffen und operiert durch das gewaltige Potential der sprachlichen Begriffswelt autopoietisch.[319]

Diese Systemelemente sind die Grundlage aller gesellschaftlichen Kommunikations- und Organisationsbedingungen, die die Reproduktion der biophysischen Elemente der Gesellschaft sowie der Wahrnehmung- und Repräsentationsweisen von Natur voraussetzen und ermöglichen. Die Koppelung des kulturalen Systems an die biophysischen Elemente und die damit einhergehenden kulturellen Reproduktionsbedingungen können nur nach den operativen Gesetzmäßigkeiten des sozialen Systems über die Kommunikation erfolgen.[320]

Verstünde man die Gesellschaft lediglich als ein System symbolischer Kommunikation ohne eine Koppelung an biophysische Elemente, hätte diese überhaupt keine metabolische

[317] *Marina Fischer-Kowalski*, *Andreas Mayer*, *Anke Schaffartzik*, Zur sozialmetabolischen Transformation von Gesellschaft und Soziologie. In: *Matthias Groß* (Hg.), Handbuch Umweltsoziologie (Wiesbaden 2011) 98.

[318] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie 44.

[319] Ebenda, 40; *Rolf Peter Sieferle*, Kulturelle Evolution des Gesellschaft-Natur Verhältnisses. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 37-53; *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 7-14.

[320] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie 44.

Dimension. Die immaterielle Kultur oder Gesellschaft, verstanden als Kommunikationssystem, kann nicht selbst auf die Natur wirken. Es bedarf also der kulturell und materiell verwobenen Elemente, die als hybride Strukturen die Brücke zwischen den beiden Systemen schlagen.[321]

Sieferle erörtert dazu weiter, dass nur die physische Population des Menschen in einem materiellen Austauschverhältnis mit der Umwelt stehen kann. „Deren Wirkungs- und Verhaltensprofil ist jedoch nur zu verstehen, wenn man es als Ausdruck genuin symbolisch-kultureller Vorgänge begreift. Diese Relation wird dadurch verkompliziert, dass die physische Population der Menschen selbst evolutionären Wirkungen ausgesetzt ist, die untrennbar mit kulturellen Prozessen verbunden sind."[322]

Die biophysischen Elemente der Gesellschaft, also alles, was durch die planvolle menschliche Tätigkeit (Arbeit) reproduziert wird, wie die menschlichen Organismen, Artefakte, Architektur und Nutztiere bedürfen zu ihrer Reproduktion und Erhaltung eines regen Stoffaustausches mit der natürlichen Umwelt.[323] Nicht nur ihre physische, ebenso ihre kulturelle Reproduktion ist essentiell für deren Funktion als hybride Körper, die den wechselseitigen Austausch zwischen den Systemen ermöglichen. Dort wo die Kommunikation als das Bindeglied zwischen eben jenen Elementen und der Kultur funktioniert, findet in der anderen Richtung der materielle Reproduktionsprozess über den gesellschaftlichen Stoffwechsel mit der Natur statt. [324]

[321] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 12.
[322] Ebenda, 12.
[323] *Helmut Haberl*, *Helga Zangerl-Weisz*, Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 135.
[324] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karl-Heinz Erb*, Epistemologische und konzeptuelle Grundlagen der sozialen Ökologie, 34.

### 7.3.1.1 Konzeptualisierung des sozialen Metabolismus

Der Begriff Stoffwechsel oder Metabolismus entstammt der Physiologie und wird in der Sozialökologie analog zur Biologie gebraucht. Seinem eigentlichen Wortsinn nach beschreibt der Metabolismus die chemischen Auf- und Abbauprozesse von Organismen. Wie auch die biologischen Organismen bedarf eine Gesellschaft eines steten Durchsatzes an Energie und Material aus der Umwelt zur Produktion und Reproduktion ihrer biophysischen Strukturen.
Die Gesellschaft entnimmt der Natur Rohstoffe und Energie, prozessiert diese zu Nahrung und Artefakten und gibt die entstehenden Reste in Form von Abfall und Emissionen wieder an die Natur ab.[325]
Kowalski unterschied für diese Austauschprozesse einen basalen und einen erweiterten Stoffwechsel.[326] Der basale Stoffwechsel entspricht dem der vorindustriellen Agrargesellschaft, die gänzlich auf der auf Solarenergie basierten pflanzlichen Primärproduktion aufbaut. Dies bedeutet, dass die Gesellschaft zur Produktion und Aufrechterhaltung ihres Material- und Energiebedarfs der Natur Biomasse, Sauerstoff, Wasser und einige Mineralien entnimmt. Die Entnahme, oder auch der *Input* dieser Ressourcen erfolgt in diesem basalen Stoffwechsel aus natürlichen Kreisläufen. Nachdem die Ressourcen innergesellschaftlich bearbeitet und umgewandelt beziehungsweise im Austausch mit anderen sozio-ökonomischen Systemen prozessiert wurden, werden diese in Form von Abfällen und Emissionen an die Natur abgegeben und emittiert. Diese Outputs unterscheiden sich grundsätzlich nicht vom Output anderer Naturprozesse, da sie sich in natürliche Abbauprozesse regenerativ integrieren. In diesem Modell wird die Natur zur Quelle des gesellschaftlichen Inputs und zur Senke des gesellschaftlichen Outputs, wobei dieser Kreislauf an die biosphärischen Kreisläufe angepasst ist. Diese Verankerung des basalen Stoffwechsels setzt aber keinesfalls voraus, dass sich die Gesellschaften der Frühen Neuzeit nachhaltig entwickelten.[327]
Der soziale Metabolismus einer frühneuzeitlichen Gesellschaft musste immer so groß sein, wie die Summe des Bedarfs aller in ihr lebenden Menschen an Nahrung, Material und Energie. Ein nachhaltiges Wachstum dieses Systems war durch die naturräumlichen

[325] *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, Stoffwechsel und Kolonisierung. Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 4.
[326] Ebenda, 4-10.
[327] Ebenda, 6.

Bedingungen einer Region, aus der die Menschen ihre Ressourcen entnahmen, stark eingeschränkt und konnte nur geringfügig über den Handel beeinflusst werden. In erster Linie betrifft dies die Landwirtschaft, über welche die stofflichen Austauschprozesse zwischen einer Gesellschaft und dem Boden geregelt werden. Die pflanzliche Produktivität ist abhängig von natürlichen Kreisläufen und an die Verfügbarkeit an von der Sonne gelieferten Energie gebunden. Auf der anderen Seite bedarf die Bestellung der Ackerkrume eines hohen Energieaufwands, der in den Gesellschaften der Frühen Neuzeit in der Regel durch Zugvieh gewährleistet wurde. Auf Grund der limitierenden Lebensgrundlagen und des zusätzlichen Nahrungsmittelbedarfs der Nutztiere, bedeutete die Mischwirtschaft[328] mit Viehherden im basalen Metabolismus eine direkte Konkurrenz für die Menschen. Rein energetisch betrachtet ist dieses Versorgungsproblem im erweiterten Metabolismus durch den gesellschaftlichen Input akkumulierter Bestände nicht erneuerbarer Ressourcen scheinbar umgangen. Darunter versteht sich der Zugriff auf fossile Brennstoffe, die außerhalb der biosphärischen Kreisläufe liegen, aber einen sprunghaften Zuwachs an Produktionsmitteln liefern. Dieser erweiterte Metabolismus betrifft vorrangig die Industriegesellschaften und wird im Zuge dieser Arbeit nicht näher beleuchtet. Für die Steigerung der Produktion pflanzlicher Biomasse und zur Überwindung der Konkurrenzsituation mit dem Vieh mussten die Menschen allerdings andere Strategien entwickeln. Im Folgenden soll abschließend eine wichtige Strategie gesellschaftlicher Naturaneignung vorgestellt werden, die insbesondere für die Aufrechterhaltung und Steigerung natürlicher Stoffkreisläufe notwendig ist, um einen höheren Output für Menschen nützlicher pflanzlicher Biomasse zu erwirtschaften. [329]

### 7.3.1.2 Kolonisierung von Natur

Die metabolischen Austauschbeziehungen zwischen den einzelnen biophysischen Elementen der Gesellschaft und der Natur lassen sich für die Menschen und ihre Artefakte ganz einfach in Form von Input- und Outputrelationen darlegen. Der stoffliche Austausch zwischen der Gesellschaft und den von ihr belebten Ökosystemen induziert aber ein weitaus komplexeres Wirkungsgefüge, das mit dem Konzept der Kolonisierung von Natur umschrieben werden kann.

[328] Unter Mischwirtschaft wird die traditionelle Dreifelderwirtschaft verstanden, die sowohl den Ackerbau, die Grünlandnutzung für die Viehzucht und die vielseitige Nutzung des Waldes integriert. Vgl.: *Ernst Langthaler*, Landwirtschaft vor und in der Globalisierung. In: *Reinhardt Sieder*, *Ernst Langthaler* (Hg.), Globalgeschichte 1800-2000 (2010 Wien/Köln/Weimar) 140f.

[329] *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, Stoffwechsel und Kolonisierung, 7f.

Zu den biophysischen Elementen zählen auch jene Bestände aus der Natur, die von der Gesellschaft im Zuge der Austauschverhältnisse stärker geprägt beziehungsweise gänzlich von ihr integriert worden sind. Namentlich sind dies jene Elemente, die dauerhaft von der Gesellschaft, im speziellen vom Sektor der Landwirtschaft, manipuliert und verändert wurden, um einen Zufluss an Material und Energie zu gewährleisten. Die gesellschaftlich intendierte Steigerung der Nützlichkeit von biophysischen Strukturen und natürlichen Systemen wird als „Kolonisierung" bezeichnet.

Nach Kowalski und Weisz beschreibt Kolonisierung die „dauerhafte, gezielte und intendierte Beeinflussung naturaler Prozesse durch die Gesellschaft als Vorleistung für die Befriedigung gesellschaftlicher Ansprüche an die natürliche Umwelt. Kolonisierung ist ein prozessuales Modell der Interaktion zwischen sozialen und naturalen Systemen, das sowohl einen naturwissenschaftlichen Rahmen der Analyse erlaubt, indem zum Beispiel die Wirkung auf ökosystemare Energieflüsse, genetische Rekombination, Bodenchemismus etc. beschrieben wird, als auch einen sozialwissenschaftlichen Rahmen der Analyse, indem Kolonisierung als gesellschaftliches Handeln, als gesellschaftlicher Organisationsaufwand, als Arbeit, als Technik usf. aufgefasst wird."[330]

Landwirtschaft kann als ein gezielter Eingriff in natürliche Lebensräume verstanden werden. Der Eingriff erfolgt, um dem Ökosystem einen Ertrag (Ernte) abzugewinnen. Die kolonisierenden Eingriffe der Landwirtschaft sind eine Kombination gesellschaftlicher Aktivitäten, mit dem Ziel, die Systeme so zu verändern, dass diese dauerhaft einen höheren Output an für den Menschen nützlicher Biomasse abwerfen. Ohne die kolonisierenden Eingriffe, das heißt, ohne einer periodischen und kontinuierlichen Aufwendung an Arbeit und Material, würden die natürlichen Systeme rasch „renaturieren", sprich in einen Zustand geraten, in dem sie sich ohne die kolonisierenden Eingriffe befänden. Für die Bearbeitung der Forschungsfrage dieser Arbeit sind allen voran jene *Kolonisierende Eingriffe in Lebensprozesse* (*KEL*) von Bedeutung, die den Ackerbau und die Viehzucht betreffen.[331]

Dazu zählen systemische Eingriffe in das Biotop. Mit einer gezielten Veränderung hydrologischer und chemischer Rahmenbedingungen (Nährstoffzyklus und Wasserhaushalt) führen diese Eingriffe zur Umgestaltung naturaler Ökosysteme zu Agrarökosystemen. Die wichtigsten ökosystemaren Eingriffe betreffen die biogeochemischen Kreisläufe der Biotope.

[330] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie, 47.

[331] *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, Stoffwechsel und Kolonisierung, 10f.

Im Zuge dieser Forschungsarbeit wird mit dem Stickstoffkreislauf einer dieser Kreisläufe untersucht, der sämtliche Bereiche der Umwelt (Sphären) berührt. [332]
Die Frage der Kolonisierung betrifft auch solche systemischen Eingriffe, die punktuell ansetzen. Darunter fallen Teilaspekte der Landwirtschaft, wie die Haltung von Nutztieren oder die Zucht und Auswahl von Nutzpflanzen. Durch die gezielte Beeinflussung der Evolution und einer symbiotischen Beziehung zwischen Bauer und Nutzpflanzen können die modernen Haustierrassen und die Nutzpflanzen als kolonisierte Systeme verstanden werden.[333]

### 7.3.2 Die Material- und Energieflussanalyse

Methodisch greift das Modell des sozialen Metabolismus auf die Material- und Energieflussanalyse [MEFA] zurück. Die MEFA untersucht die Stoffwechselvorgänge zwischen Sozioökonomien und der Umwelt auf nationalstaatlicher und regionaler Ebene. Dabei stellt die MEFA keine eigenständige Methode dar, die genuin mit der Theoriebildung des sozialen Metabolismus verbunden ist. Die MEFA entspricht wohl eher einem Methodenbündel, das in den 1990er populär wurde, und als das physische Pendant zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, neben dem BIP von nationalen statistischen Ämtern zur Bilanzierung des inländischen Materialverbrauchs respektive -konsums verwendet wird. Es liegt in der volkwirtschaftlichen Natur der Sache, dass dieses Methodenbündel zunächst für die Bilanzierung von Materialflüssen sozioökonomischer Systeme Anwendung fand und sich erst nach und nach als Indikator von Umweltproblemen für eine ganze Reihe wissenschaftlicher Arbeiten etablierte.[334]
Die MEFA operiert mit drei wesentlichen Parametern, die als Indikatoren für die Beziehungen zwischen der Gesellschaft und der Umwelt herangezogen werden. Zuallererst gilt es, die Systemgrenzen klar zu definieren, um die diversen Stoff- und Energieflüsse zwischen dem sozioökonomischen System und der Natur bestimmen zu können.
Der gesellschaftliche Input unterteilt sich in die „inländische Entnahme“ und die „Importe“. Unter der inländischen Entnahme verstehen wir alles an Material und Energie, das eine Gesellschaft aus der ihr territorial zugerechneten natürlichen Umwelt extrahiert. Dieser und

[332] *Helmut Haberl*, *Helga Zangerl-Weisz*, Kolonisierende Eingriffe, 138f.
[333] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 17; *Helmut Haberl*, *Helga Zangerl-Weisz*, Kolonisierende Eingriffe, 141f.
[334] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, Anhang: 336ff.

die Importe aus anderen Sozioökonomien bilden die „Summe des sozioökonomischen Inputs“. Demgegenüber steht der Export in fremde Sozioökonomien und die Abgabe von Emissionen, Abfällen und Abwärme an die Natur, der als „Summe der Emissionen und Abfälle“, dem Output, zusammengefasst wird. Die Differenz aus Output und Input ergibt den inländischen Konsum. Bei diesem stehen interne Flüsse von Material und Energie beziehungsweise Austauschbeziehungen zwischen den Sozioökonomien im Vordergrund. Zirkuliert ein Stoff länger als ein Jahr innerhalb des internen Kreislaufes, wird er zu den Beständen und Lagern einer Gesellschaft gerechnet. Da die Nutztiere zu den biophysischen Strukturen der Gesellschaft zählen, wird die für die Ernährung der Nutztiere erforderliche Biomasse zu den Inputs gezählt. Um dies am Beispiel Rinder deutlich zu machen: Abzüglich des Outputs (i.e. Exkremente und andere Stoffwechselprodukte), wird die von den Rindern aufgenommene Biomasse entweder zu Fleisch oder zu Milch prozessiert. Rinder bilden somit einen Bestand und deren tierische Produkte werden in der Gesellschaft prozessiert beziehungsweise wieder in Form von Abfällen abgegeben.[335]

Auf der Basis des Konzepts des sozialen Metabolismus hat Krausmann die MEFA so weiterentwickelt, dass sie zur Berechnung von Energie und Materialflüssen für vorindustrielle agrarische Produktionssysteme angewendet werden kann.[336] Das Modell aggregiert sämtliche Flüsse und Prozesse des sozialen Metabolismus und dient als Vorlage für die Modellierung der Stickstoffbilanzen der Agrarökosysteme von Pamhagen und Illmitz.

Die Untersuchung von Material- und Energieflüssen ist ein geeignetes Analysemittel zur Bewertung des historischen Wandels in der Landnutzung, der in der Regel mit einer Veränderung des sozialen Metabolismus einhergehen. Im sozialmetabolischen Modell von Krausmann sind die Grenzen des Systems von der Landnutzung determiniert, die in enger Verbindung mit dem Bevölkerungssystem und dem Produktionssystem steht.[337] Bei der Modellierung des Stickstoffkreislaufs wurde allerdings das Bevölkerungssystem vernachlässigt und die Zusammenhänge zwischen Agrarökosystem und Produktionssystem hervorgehoben.

[335] *Marina Fischer-Kowalski*, *Karlheinz Erb*, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie 46; *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, Anhang: 335f; *Fridolin Krausmann*, Land Use and Socio-economic Metabolism in Pre-industrial Agricultural Systems, 6ff.

[336] Ebenda, 5.

[337] *Reza Nourbakhch-Sabet*, Eine sozialökologische Perspektive auf die landwirtschaftliche Revolution in England und Wales, 1700 - 1850 (ungedr. nat. Dipl. Universität Wien, Wien 2008) 19.

### 7.3.3 Berechnungsmethoden

Methodisch entspringen die Stickstoffbilanzen von Pamhagen und Illmitz einer Synthese aus der *Ökosystemaren Struktur- und Flächenanalyse* [ÖSSA] und dem theoretischen Überbau des Metabolismuskonzepts aus der Sozialen Ökologie. Dieser methodischen Überschneidung liegt ein einfacher Sachverhalt zugrunde. Weil der Stickstoffkreislauf im basalen Metabolismus der vorindustriellen Agrargesellschaften einen natürlichen Kreislauf in der Biosphäre darstellt, ist die MEFA nur bedingt für die Nährstoffbilanzierung praktikabel. Unter der Bezugnahme des Methodeninventars der ÖSSA wird den natürlichen Stickstoffflüssen der Agrarökosysteme Pamhagens und Illmitz hingegen besser Rechnung getragen. Das heißt, die Prozesse, Flüsse und Bestände des agrarökologischen Stickstoffkreislaufes werden nach den erprobten Methoden der ÖSSA kalkuliert, die Modellierung des Kreislaufes erfolgt hingegen vor dem Hintergrund des Metabolismuskonzepts.
Eine Überschneidung der epistemologischen Prämissen des IFF und einer klassischen Konzeption der MEFA wurde bereits von Darge für ein Energieflussmodell der österreichischen Landwirtschaft angestrebt und von Gaube hinsichtlich der Stickstoffflüsse des österreichischen Landwirtschaftssektors modifiziert. Die darin vorgestellten Modelle zur Konzeption eines sozialen Metabolismus unter der Verwendung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen werden auch in diese Arbeit integriert. Die Visualisierung der einzelnen Flüsse erfolgt allerdings unter der Bezugnahme der Modellierung landwirtschaftlicher Material- und Energieflüsse von Krausmann.[338]

In den landwirtschaftlichen Nährstoffbilanzen werden die Summen der Zu- und Abgänge eines Stoffes in einem zeitlich und räumlich begrenzten Agrarökosystem gegenübergestellt. Eine daraus gewonnene Bilanz weist einen möglichen Differenzbetrag als einen Indikator für Umweltbeeinträchtigungen durch die landwirtschaftliche Tätigkeit aus.[339] Als Bilanzierungseinheit dient der Boden, da er als die Basis aller landwirtschaftlich genutzten Flächen an sämtlichen Nährstoffeingängen und -ausgängen teilnimmt und so die Grundlage zur Berechnung einer *Flächenbilanz* darstellt.
Die ÖSSA ist ein solches flächenbasiertes Modell, das die kommunale Flächennutzungsstruktur auf ökologischer Basis integriert und deren zeitliche Veränderungen

[338] *Fridolin Krausmann*, Land Use and Socio-economic Metabolism in Pre-industrial Agricultural Systems, 5.
[339] *Bettina Götz*, *Gerhard Zethner*, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft, I.

berücksichtigt.[340] Dabei führt die ÖSSA alle natürlichen und anthropogenen (gesellschaftlichen) Komponenten des Ökosystems zusammen und ermöglicht die Visualisierung von Flächenverteilung und –entwicklung einerseits, sowie der Stoffströme andererseits.[341]

Für die Flächenbilanz wird das Untersuchungsgebiet im Zuge einer *Flächenstrukturanalyse* in *Subsysteme* unterteilt. Die Gliederung erfolgt nach ökosystemaren Faktoren der anthropogenen Nutzung/Beeinflussung sowie der natürlichen Vegetation und ganz allgemein nach den Standortsbedingungen. Für das Untersuchungsgebiet Pamhagen und Illmitz kommt alleine die landwirtschaftlich genutzte Fläche zur Differenzierung in Subsysteme in Betracht.[342]

Ausgehend von dieser räumlichen Charakterisierung des Untersuchungsgebiets in Nutzungskategorien werden die Subsysteme in *Teilprozesse* unterteilt, zwischen welchen die Stoffflüsse stattfinden. Die Kalkulierung der Flüsse und Bestände der Subsystems erfolgt in den Teilprozessen: Planetare Grenzschicht, Boden, Biomasse (pflanzlich und tierisch), Wasser und Anthroposphäre. Jeder dieser Prozesse ist durch Input- und Outputgrößen gekennzeichnet, wobei auch hier der Verbleib eines Stoffes als Lager beziehungsweise als Zuwachs oder gegebenenfalls als Abnahme des Lagers verstanden wird.[343]

Das Forschungsvorhaben geht in erster Linie der Frage nach, welche Auswirkungen die Salpetererzeugung auf die Fruchtbarkeit des Bodens hatte. Die Bodenfruchtbarkeit wurde einleitend (und einschränkend) als die Verfügbarkeit von pflanzenverwertbarem Stickstoff im Erdreich definiert. Stickstoff stellt eigentlich nur einen der sieben Hauptnährstoffe dar. Hier steht aber die Frage im Vordergrund, ob der Stickstoff durch dessen Entnahme zur Produktion des Salpeters zu einem fruchtbarkeitsbestimmenden Nährstoff wurde.

Um dieser Frage nachzukommen, wurde der agrarökologische Stickstoffkreislauf des Ackerbodens untersucht. In diesem Sinne wurde eine Flächenbilanz erstellt, die alle Zu- und Abgänge von Stickstoff aus dem Subsystem Acker berücksichtigt. An Hand des Stoffdurchsatzes der Ackerfläche konnte evaluiert werden, ob der Bilanzsaldo ausgeglichen

[340] *Andreas Geisler*, Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) und Beitrag zu einer konsistenten Kohlenstoff-Datenbank für Österreich (ungedr. nat. Diss. Universität Wien, Wien 2005) 2.

[341] *Wolfgang Punz*, *Rudolf Maier*, Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). ÖSSA – an ecosystem-based energy and material balance. In: *Paul Heiselmayer*, *Herman Hinterstoisser* (Hg.), Symposium Landschaft im Wandel - Offenhalten der Landschaft (Tagungsband) (= Naturschutz-Beiträge 29, Salzburg 2004) 58.

[342] *R. Maier*, *W. Punz*, *A. Dörflinger*, *K. Eisinger*, *K. Fussenegger*, *A. Geisler*, *H. Gergelyfi*, Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung Wiens. Unter besonderer Berücksichtigung des natürlichen Kohlen-, Stickstoff- und Bleihaushaltes (Wien 1997) 7.

[343] Ebenda 2; *Wolfgang Punz*, *Rudolf Maier*, Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA), 58.

war und sich das Agrarökosystem regenerierte. Die Bilanz inkludiert die naturalen Prozesse (Vgl. Teilprozesse) des Bodens, der planetaren Grenzschicht und der Hydrosphäre und alle durch gesellschaftlichen Kolonisierungsarbeit bedingten Stoffströme, wie die Einsaat und die Ernte. Daraus ergibt sich die Flächenbilanz [$N_{Bilanz}$] für die Naturkolonie Ackerland:

$$N_{Bilanz} = \sum N_{Mineralisation} + N_{Deposition} + N_{Asymbiotische\ Fixierung} + N_{Saat} + N_{Residuen} + N_{Wirtschaftsdünger} - N_{Ernte} - N_{Auswaschung} - N_{Denitrifikation} - N_{Immobilisation} - N_{Erosion}$$

Die Flächenbilanz ist durch das Wirkungsgefüge Feld-Stall bestimmt. Die Stallbilanz saldiert die Nährstofffrachten, welche mit den Stoffströmen aus dem Acker- und Grünland in den Stall gelangen, abzüglich der tierischen Lagerzuwächse.[344] Die Differenz aus Input in den Stall und Lagerzuwächsen entspricht den tierischen Ausscheidungen, dem Stallmist [$N_{Stallmist}$]:

$$N_{Stallmist} = \sum N_{Stroh} \text{ x } 0{,}8^{*} + N_{Mahd} + N_{Weide} + N_{Einstreu} - N_{Tierische\ Lagerzuwächse}$$

*Annahme, dass 20 % des Strohs als Residuen am Acker verbleiben

Beim Saldo der Stallbilanz müssen wir vor allem beim Stickstoff die Verluste des Stallmistes durch Ausgasung während der Lagerung und der Rotte berücksichtigen. Der Rottemist, bzw. die Rotte, bildet ein temporäres N-Lager in der Landwirtschaft [$N_{Rotte}$]. Er gelangte schließlich als Wirtschaftsdünger auf das Feld zurück und schloss so das Wirkungsgefüge zwischen Viehwirtschaft und Feldbau:

$$N_{Rotte} = \sum N_{Stallmist} - N_{Ausgasung}$$

Während sich die Flächenbilanz auf die Frage der Bodenfruchtbarkeit bezieht, dient der zweite Bilanzierungsansatz zur Beantwortung der Frage, welche Auswirkungen die Salpetererzeugung auf den Stickstoffkreislauf und auf die Belieferung des Bodens mit Stickstoff hat.

Die Viehzucht ist mit der Nachlieferung an Nährstoffen durch den Wirtschaftsdünger das Rückgrat der anthropogenen Einflussnahme auf die natürlichen Stoffkreisläufe des Ackerbausystems. In den vorangestellten Kapiteln wurde bereits zu den Arbeitsmethoden und

[344] *Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten* (Hg.), Standpunkt Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb (Speyer 2007) 5f.

den diversen agrarökologischen Arrangements des semi-nomadischen Regimes der protoindustriellen Salpetererzeugung Stellung bezogenen. Für das Salpeterwerk des Anton Gatka kämen auch nur jene sozio-naturalen Schauplätze in Frage, wo wir zumindest eine periodische Ansammlung an N-reichen Abfällen bzw. Exkrementen vermuten können. In den Sozioökonomien Pamhagen und Illmitz zwischen Ackerbau und Viehzucht sind dies vordergründig die mit dem Vieh anfallenden Exkremente und Misthaufen, die Stallböden usw., die gleichermaßen den Wirtschaftsdünger darstellen.

$$N_{Wirtschaftsdünger} = \sum [\, N_{Rotte} - N_{Salpeterbedarf} \,] \times 0{,}45^{*}$$

*Vom N-Gehalt des Rottemist wird nur ein Teil in Nitrate umgesetzt - Siehe Mineralisationsrate (7.6.5)

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde dieser simple Bilanzansatz gewählt. Durch die Stickstoffentnahme in den Schauplätzen der Tierhaltung und die Entnahme des tierischer Abfälle haben die Salpeterwerke des semi-nomadischen Erzeugungsregimes eine direkte Auswirkung auf die Nachlieferung mit Nährstoffen. Als $N_{Salpeterbedarf}$ wurde jenes Quantum an salniterhältiger Erde oder an Rottemist bestimmt, das den Arrangements entnommen wurde, um eine gewisse Menge Salpeter zu läutern. Erst nach Abzug der gasförmigen Verluste bei der Rotte des Stallmistes und dem Anteil für die Salpeterproduktion wurde der verbliebene Stickstoff als Wirtschaftsdünger in die Flächenbilanz eingesetzt.

### 7.3.4 Darstellungsmethode

Die ÖSSA ist ein geeignetes Analysewerkzeug, um aus der Flächenbilanz des Ackerbodens Aussagen über dessen Belieferung mit Stickstoff zum Ersatz entnommenen Stickstoffs zu treffen. Um die (quantitativen Dimensionen der) Eingriffe der Salpetererzeugung in die Prozessreihen des agrarökologischen Stickstoffkreislaufes und die daraus resultierenden Folgen für die N-Nachlieferung des Bodens besser visualisieren zu können, müssen die gesellschaftlichen Prozesse detailliert betrachtet werden.
Die ÖSSA unterteilt das Untersuchungsgebiet lediglich in Subsystemklassen, also etwa Äcker, Wälder und Gärten. Innerhalb jedes dieser Subsysteme verlaufen die Stoffflüsse zwischen den genannten Teilprozessen. Die gesellschaftlich intendierten Stoffströme werden ebenso als ein Teilprozess dargestellt, wie z. B. die Stoffströme des Bodens. Dadurch wird

dem Vorhaben, die Verstrickung der Salpetererzeugung mit gesellschaftlichen und naturalen Prozessen herauszuarbeiten, nur wenig Raum zur Visualisierung geboten.
Dieses Vorhaben bedarf also einer neuen/alternativen Grenzziehung. Im Unterschied zur ÖSSA wird die Anthroposphäre in den Teilprozessen ausgewiesen und im Sinne des sozialen Metabolismus neben der Natur als ein eigenständiges System, genauer als physisches *Kompartiment der Gesellschaft* beschrieben.[345] Darunter werden alle biophysischen Elemente der Gesellschaft gezählt, die innerhalb der Systemgrenzen liegen und an den Stoffströmen über Input- und Outputprozesse partizipieren. Das heißt, neben den Subsystemen Ackerland und Grünland sind sämtliche materiellen Bestandteile der Gesellschaft, welche innerhalb der Untersuchungsgebiete liegen, zu berücksichtigen.
Dabei muss jene Grenzziehung erhalten bleiben, die im Zuge der Einteilung der Subsysteme bereits vollzogen wurde. Das heißt, die Subsysteme oder die agrarischen Produktivflächen müssen zwischen der Natur und dem physischen Kompartiment der Gesellschaft (innerhalb der definierten Systemgrenzen) bestehen bleiben, bzw. einem jeweiligen System zugewiesen werden. Hier stellt sich allerdings die Frage, ob die Subsysteme eher der Natur oder eher der Gesellschaft zugerechnet werden.

Um diese Frage zu beantworten, wurde an einer Konzeption Anleihe genommen, wie sie in den Arbeiten Darges[346] und Gaubes[347] zur Modellierung der Input- und Outputströme des Landwirtschaftssektors vorgestellt wurde. (Abb. 7.1)
Die Gemeindegrenzen von Pamhagen und Illmitz definieren jeweils die territorialen Grenzen des Untersuchungsgebiets. Innerhalb dieser Systemgrenzen werden sämtliche Flüsse berechnet. Das Untersuchungsgebiet wird von zwei miteinander in Beziehung stehenden Systemen, der Natur (weiße Fläche) und dem physischen Kompartiment der Gesellschaft (dunkelgraue Fläche) eingenommen. Da der Fokus auf den Landwirtschaftssektor gelegt wird, ist dieser Teil der Gesellschaft (hellgraue Fläche) hervorgehoben.
Um hierbei speziell der Frage nachgehen zu können, wie die bereits vollzogene Unterteilung der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Subsysteme berücksichtigt werden kann, wurde mit

[345] *Marina Fischer-Kowalski*, Methodische Grundsatzfragen. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 62f.
[346] *Ekkehard Darge*, Energieflüsse im österreichischen Landwirtschaftssektor 1950-1995. Eine humanökologische Untersuchung (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 64, Wien 2002).
[347] *Veronika Gaube*, Gesellschaftliche Stickstoffflüsse des österreichischen Landwirtschaftssektors 1950-1995. Eine humanökologische Untersuchung(= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 68, Wien 2002).

dem Konzept der Kolonisierung von Natur eine Integration der Subsysteme als *Naturkolonien* (farbige Flächen) erarbeitet.

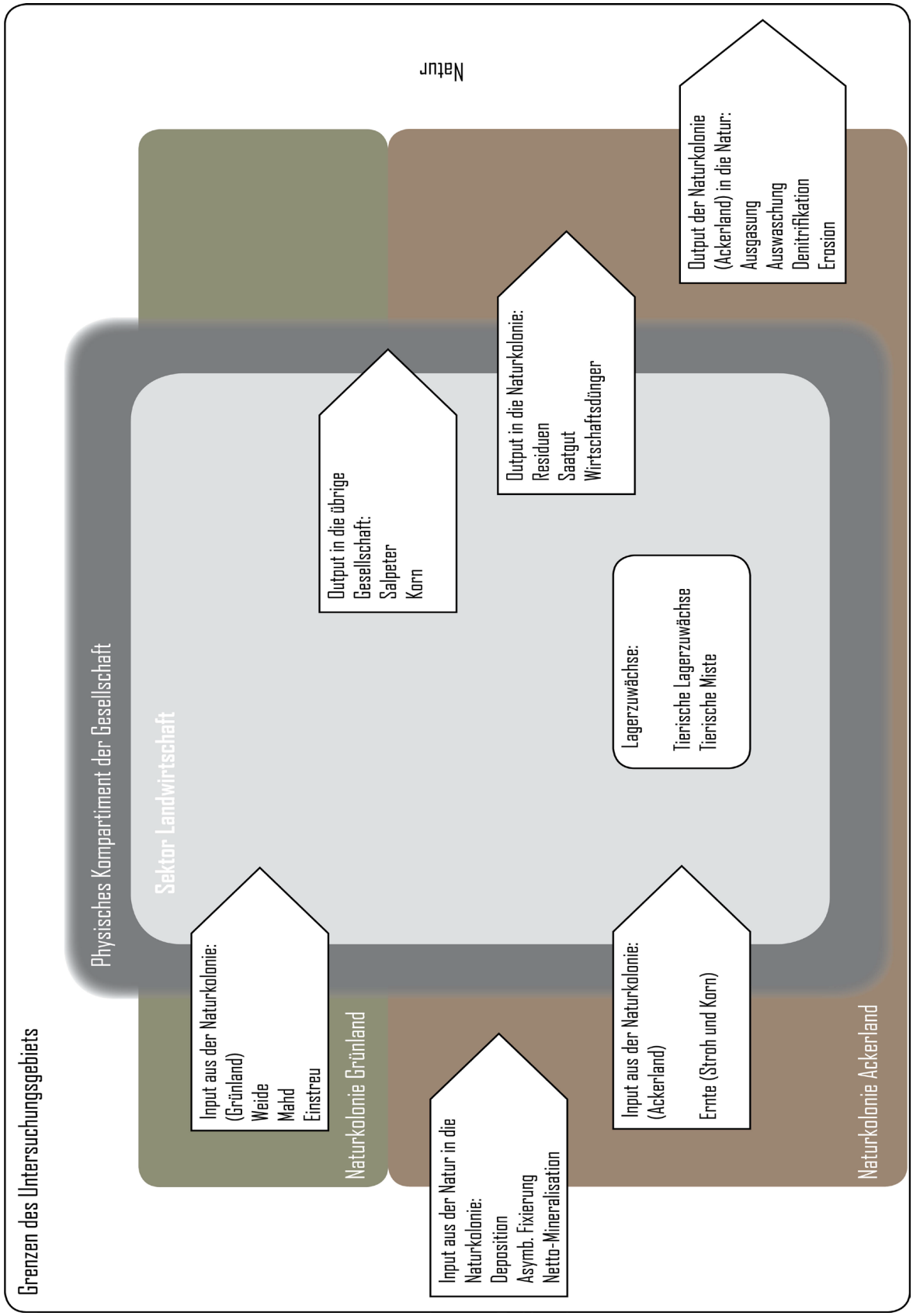



Abbildung 7.1: Stickstoffflussmodell des Landwirtschaftssektors

Wie weiter oben erwähnt, ist bei den kolonisierenden Eingriffen zu prüfen, ob die Systeme der Natur oder der Gesellschaft zugedacht werden sollten. Vom Menschen stark beeinflusste Subsysteme der Natur sind beispielsweise die Nutzpflanzen und mit ihnen die Getreidefelder und Wiesen. Diese Systeme können trotz ihrer starken anthropogenen Nutzung und der kolonisierenden Eingriffe weiterhin zur Natur gezählt werden. Da diese Systeme allerdings „Produkte" der kolonisierenden Eingriffe der Landwirtschaft darstellen, werden sie als Naturkolonien verstanden.

Die Einteilung der Subsysteme im Zuge der ÖSSA beschränkt sich genau auf diese agrarischen Produktivflächen. Die Subsysteme können daher als Naturkolonien[348] verstanden werden. Innerhalb der Systemgrenzen des Untersuchungsgebiets werden diese Kolonien aber weiterhin der Natur zugedacht. Für Pamhagen und Illmitz umfassen die Naturkolonien das Ackerland, die Wiesen und Weiden, sowie das Sumpfgebiet des Hanság oder Waasen. Zu den durch den Menschen kolonisierten Subsystemen der Gesellschaft zählen alle domestizierten Nutztiere.[349] Gemeinsam mit allen landwirtschaftlich tätigen Menschen zählen diese zum Landwirtschaftssektor.

Gemäß dieser Konzeption liegt der Fokus auf jenen Bereichen (vgl. Subsysteme) der jeweiligen Systeme, die von den Kolonisierungseingriffen am stärksten geprägt sind, mit anderen Worten den Kolonien. Die Kolonien liegen in der Schnittmenge der einander überlappenden Systeme und wurden bereits als die hybriden Elemente des Systemmodells klassifiziert, über welche der Metabolismus organisiert wird.

Die Flächen- und die Stallbilanz wurden als Stoffflüsse zwischen den Systemen Gesellschaft und Natur mit besonderer Berücksichtigung ihrer jeweiligen Kolonien dargestellt. Im Zuge dessen werden die Stoffdurchsätze der landwirtschaftlichen Subsysteme (Naturkolonien) mit den gesellschaftlichen Stoffdurchsätzen des Sektors Landwirtschaft gekoppelt, um so den agrarökologischen Stickstoffkreislauf der Untersuchungsgebiete zu modellieren.

Zwischen allen Prozessen der Natur und der Gesellschaft sowie ihrer Kolonien können Input- und Output-Flüsse modelliert werden. Dabei ist der Blick variabel. Es liegt an der Wahl der Systemgrenzen, die zur Untersuchung herangezogen werden, wie die Input- und Output-Ströme definiert werden. Mit dem Fokus auf den Landwirtschaftssektor als Teil des physischen Kompartiments des Gesellschaftssystems, gliedern sich die Prozesse der Flächen- und Stallbilanzen in folgende Prozesse:

[348] *Marina Fischer-Kowalski*, Methodische Grundsatzfragen, 65.
[349] Ebenda, 64.

*Input aus der Natur in die Naturkolonie Ackerland:*

- $N_{Deposition}$
- $N_{Asymbiotische\ Fixierung}$
- $N_{Netto\text{-}Mineralisation}$ $[N_{Mineralisation} - N_{Immobilisation}]$

*Input aus den Naturkolonien Ackerland und Grünland:*

- $N_{Ernte}$ $[N_{Korn} + N_{Stroh}]$
- $N_{Weide}$
- $N_{Mahd}$
- $N_{Einstreu}$

*Lagerzuwächse der Landwirtschaft:*

- $N_{Tierische\ Lagerzuwächse}$
- $N_{Rotte} = [N_{Stallmist}]$ x 0,565

*Output von der Landwirtschaft in die übrige Gesellschaft:*

- $N_{Salpeter}$
- $N_{Korn}$ [*abzüglich* $N_{Saatgut}$]

*Output von der Landwirtschaft in die Naturkolonie Ackerland:*

- $N_{Residuen}$ $[N_{Stroh}$ x 20 %]
- $N_{Saatgut}$
- $N_{Wirtschaftsdünger} = [N_{Rotte} - N_{Salpeterbedarf}]$ x 0,45

*Output der Naturkolonie Ackerland in die Natur:*

- $N_{Ausgasung}$
- $N_{Denitrifikation}$
- $N_{Auswaschung}$
- $N_{Erosion}$

### 7.3.5 Zusammenfassung

Das Modell (siehe Abbildung 7.1) skizziert sämtliche Stickstoffflüsse des Agrarökosystems, die im Zuge der Flächenbilanz berechnet wurden und für das Forschungsvorhaben relevant sind. Entsprechend der Forschungsfrage wurden zwei Bilanzgleichungen aufgestellt, die sich jeweils in den modellierten Stoffdurchsätzen der Subsysteme bzw. der Kolonien widerspiegeln. Das ist zum einen die Flächenbilanz der Naturkolonie Ackerland. Mit dieser Bilanz können wir eine Aussage über das N-Nachlieferungspotential des Bodens und damit über die zentrale Frage der Bodenfruchtbarkeit treffen. Es wurde bereits festgestellt, dass dieser Stoffdurchsatz im wesentlichen von den naturalen Kreisläufen der Biosphäre abhängt und die Menschen nur mittels der Viehwirtschaft, respektive des Wirtschaftsdüngers, in diese Kreisläufe eingreifen können. Hier setzt die zweite Bilanzrechnung an. Um letztlich eine Aussage über die Bodenfruchtbarkeit machen zu können, ist es wichtig, die internen Stoffflüsse des gesellschaftlichen Subsystems der Viehwirtschaft zu untersuchen. Dieser Kreislauf porträtiert das Wirkungsgefüge zischen Feld und Stall, welcher mit der Stallbilanz erfasst wird. Nicht zuletzt ist die Darstellung dieses vornehmlich innergesellschaftlichen Stoffdurchsatzes essentiell, weil die Salpeterwerkstätten des semi-nomadischen Erzeugungsregimes in die Kreisläufe der Düngerwirtschaft eingreifen und dem System auf diese Weise wichtige Nährstoffe entziehen. Der Vollständigkeit halber wurde die Naturkolonie Grünland in die Stallbilanz aufgenommen. In Ermangelung adäquater Quellen und Berechnungsmethoden wurde der Stoffdurchsatz des Grünlands mit der Natur nicht berücksichtigt. Es kann angenommen werden, dass sich der N-Ein- und –Austrag aus den Naturkolonien durch die extensive Nutzung annähernd im Gleichgewicht befindet, wodurch die N-Entnahmen durch Weide und Mahd als überschüssig vorausgesetzt werden konnten. Eine Berechnung des Nährstoffhaushaltes des Grünlandes wurde daher vernachlässigt.

## 7.4 Sozioökonomische und naturräumliche Begenbenheiten

An dieser Stelle sollen die wichtigsten Eckpunkte zu den sozioökonomischen und naturräumlichen Begebenheiten vorgestellt werden.
Die Herrschaften Eisenstadt und Forchtenstein waren zur Mitte des 17. Jahrhunderts von den Habsburgern abgetreten und den Grafen Esterházy verpfändet worden. Die Ortschaften dieser

Herrschaften lagen allerdings verstreut in den Komitaten Wieselburg/Moson (Pamhagen) und Ödenburg/Sopron (Illmitz). Erst um 1700 richteten die Esterházy den neuen wirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Besitzkomplex der Herrschaft Frauenkirchen ein, dem folgende Ortschaften angehörten: Apetlon, Frauenkirchen, Gols, Illmitz, Pamhagen, Wallern, Wüst-Sommerein.[350]

Für die Menschen von Pamhagen und Illmitz bedeutete dies allerdings einen Wandel von der landesfürstlichen Regentschaft der Habsburger zum ungarischen Modell der Grundherrschaft. Alle staatlichen und kirchlichen Lasten wurden im Ungarn des 18. Jahrhunderts von den Bauern bzw. den Untertanen getragen. Dazu zählen die ständige Portalsteuer (lucrum camerae; Vgl.: Dical-Konscription), die außerordentlichen Kriegssteuern, der Kirchenzehent, die Lecitalgebühr (eine Abgabe an den Pfarrer) sowie sämtliche Feudallasten, die Nona (das Neuntel) und das Zehntel.[351]

Dem relativ homogenen Verhältnis zwischen Grundherren und Untertan steht ein heterogenes Gefüge einer sozialen Diversifizierung der Untertanen gegenüber. Von den 1298 Menschen in Illmitz und den 1196 Einwohner Pamhagens waren nur einige Bauern (Höfler, Sessionalisten, Colini) mit einem eigenem Hof und Grundstück. Dieses zerfiel in einen *fundus intravillanus*, dem Hausgrund, Ställe und Garten angehörten, und dem *fundus extravillanus*, der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Daneben waren die Häusler bzw. Kleinhäusler (behauste Söllner, Hofstätter, Inquilini) nur mit einem einfachen Haus und ein wenig Land belehnt. Inwohner (Insassen, unbehauste Söllner, Holden, Subinquilini) verfügten nur selten über Boden, eine Bleibe und nennenswerte Habe.[352]

Die naturräumliche Differenzierung des Untersuchungsgebietes ist zu facettenreich, als dass sie nur skizzenhaft dargestellt werden könnte. Dort, wo dies für die Forschungsfrage wichtig ist, wurde entsprechend im Detail recherchiert.

Für die Gemeinden Pamhagen und Illmitz sind drei Landschaftselemente von Relevanz. Der Seewinkel, der *Hanság* [ung.] oder auch *Waasen* [dt.], sowie der Neusiedler See.

Grundsätzlich ist der Lebensraum aquatisch geprägt. Für das heutige geologische Erscheinungsbild sind die Entwicklungen in den Erdzeitaltern Pliozän und Pleistozän prägend. Nach der Verlandung des pannonischen Binnenmeeres und der Ablagerung von

[350] *Friedrich Haider-Kroiss*, Die Herrschaft Frauenkirchen im 18. Jahrhundert, 33f.

[351] *Karl Homma*, Zur Entwicklung des Urbarialwesens im burgenländischen Raum. In: *Oberösterreichisches Landesarchiv* (Hg.), MOÖL Bd. 5, Staat und Land (Graz/Köln 1957) 351.

[352] *Johann Seedoch*, Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen im Gebiet des heutigen Burgenlandes, 196; *Danyi Dezseoe*, *David Zoltan*, Központi statisztikai hivatal könyvtára Müvelödesügyi Minisztérium Leveltari Osztalya. Az elsö Magyarorszagi népszámlálás (1784-1787) (Budapest 1960) 92f.

Meeres-Sedimenten sowie fluvial-terrestrischer und äolischer Sedimente im Pliozän folgte die Aufschüttung einer Terrassenlandschaft durch das Geschiebe der Paläo-Donau.[353]

Der Seewinkel zählt zu diesem Niederterrassensystem, das naturräumlich eine Einheit bildet. Der 10-25 m mächtige Schotterkörper ist aus würmzeitlichen und tertiären Schichten aufgebaut, welche die eiszeitliche Donau hinterlassen hat. Agrarökologisch zerfällt das Gebiet in die Seerandzone, den Seedamm, den eigentlichen Schotterkörper und den Hanság.

Der Schotterkörper des Seewinkels liegt oberhalb der 120 Meter Höhenlinie; auf ihm haben sich fruchtbare Ackerböden gebildet. Diese lassen sich in *Feuchtschwarzerden*, *Paratschernoseme* und *Schwarzerden* gliedern. Unter dieser Höhenstufe, in der sogenannten *Muldenzone*, wo sich der Schotterkörper nicht festsetzen konnte und der salzführende Horizont an die Oberfläche treten kann, treffen wir alkalische Salzböden an. Die sogenannten *Szikböden* ähneln den bereits besprochenen Böden, die in den Schauplätzen der Salpeterproduktion Ostungarns ausgebeutet worden waren. Im Seewinkel treffen wir allerdings vornehmlich *Solontschak-Solonetz* Übergangsböden. Neben der Muldenzone kommen diese in der Seerandzone vor, wo sie mit der Genese von *Salzlacken* in Verbindung stehen.[354]

Der Hanság ist heute der Meliorierung und Urbarmachung durch Entwässerung und Trockenlegung zum Opfer gefallen und hat von seinem ursprünglichen Charakter als Niedermoorlandschaft vieles einbüßen müssen. Mitte des 18. Jahrhunderts dürfte der Hanság höchsten als Grünland und zum Schneiden von Rohr und Heu genutzt worden sein. Gemeinsam mit dem großteils ackerbaulich genutzten Schotterplateau des Seewinkels bildeten diese Landschaftselemente eine Pusztalandschaft, die der heutigen nur noch stellenweise gleicht.

Diese Graslandschaft war regelmäßig von Lacken und kleineren Seen und kargen Salzböden, an die nur halophile Vegetation angepasst ist, durchbrochen. Die ohnehin beschwerlichen Lebensbedingungen für die Bewohner dieser Sumpflandschaft erfuhren durch die wiederkehrenden Überschwemmungen des Neusiedler Sees weitere Erschwernis. Oftmals

[353] *Alois Wegleitner*, Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel. Genese und Struktur des Raumes - Weltkulturerbe - touristisches Leitprojekt. In: *Harald Hitz*, *Helmut Wohlschlägl* (Hg.), Das östliche Österreich und benachbarte Regionen. Ein geographischer Exkursionsführer (Wien/Köln/Weimar 2009) 133-137; *Herman Häusler*, *Jürgen Heischmann*, Quartäre Landschaftsentwicklung und Morphotektonik des nördlichen Burgenlandes. In: *Harald Hitz*, *Helmut Wohlschlägl* (Hg.), Das östliche Österreich und benachbarte Regionen. Ein geographischer Exkursionsführer (Wien/Köln/Weimar 2009) 117-121.

[354] *Klaus Arnold*, Die Land- und Forstwirtschaft im Burgenland (= *ABL Landesamtsdirektion - Raumplanungsstelle* (Hg.), Raumplanung Burgenland 3, Eisenstadt 1979) 25-29.

waren die Pamhagener gezwungen, ihren Lebensunterhalt auf den überschwemmten Feldern mit Fischfang zu bestreiten.[355]

Abbildung: 7.2 - Lebensraum Seewinkel 1784




Quellen: DeStA, Josephinische Landesaufnahme, Kartenblätter: BIXa527 col.V sect.X, BIXa527 col.V sect.XI.

[355] *Gerlinde Guszmann*, Ortgeschichte Pamhagens, 167-188.

## 7.5 Datenerhebungen

Nachdem die Entwicklung der Statistik[356] erst zu Beginn des 19. Jahrhundert Fuß zu fassen beginnt und deskriptive Daten, wie die Operate des Franziszeischen Kataster, für den Untersuchungszeitraum fehlen, musste eine Datenbasis über großer Umwege zusammengestellt werden. Die Schwerpunkte der Datenerhebung wurden auf die wichtigsten Elemente zur Berechnung der Prozesse im Stickstoffkreislauf gelegt.
Das sind die flächenmäßige Ausdehnung des Untersuchungsgebiets und eine möglichst genaue Abschätzung der agrarischen Produktivflächen, die pflanzliche Biomasseproduktion, der Viehbestand sowie die Inhaltssstoffe der tierischen Ausscheidungen.

### 7.5.1 Landnutzung in Pamhagen

Der Boden ist das zentrale Element dieser Arbeit. Seine essentielle Rolle in den Umsetzungsprozessen des N-Kreislaufes ist im einführenden Teil bereits erläutert worden. Es wurde auch gezeigt, welche Funktion dem Boden, respektive der nitratreichen/salniterhältigen Erde, für die Pflanzenernährung und für die Salpeterproduktion zukommt. Auch im Falle der Flächenbilanz bleibt der Boden das primäre Analysemedium.
Als Rechnungsgrundlage für die Flächenbilanz ist eine möglichst akkurate Rekonstruktion der agrarischen Produktivfläche für das Forschungsvorhaben maßgeblich. Der Feststellung der Flächenausdehnung folgt die Differenzierung des Bodens in Flächennutzungskategorien (Subsysteme/Naturkolonien), daran schließt sich die Berechnung der naturalen Prozesse und gesellschaftlichen Kolonisierungsarbeiten an. Bei der Charakterisierung der Landnutzung in Subsysteme stehen die beiden Naturkolonien Ackerland und Grünland im Vordergrund, wobei das Grünland durch diverse Bewirtschaftungsformen und naturräumliche Begebenheiten in die halbextensiv genutzte Hutweide sowie extensive, zur Weide genutzten Sumpfwiesen des Hanság zerfällt.

[356] Siehe z.B.: *K. K. Statistische Central-Commission* (Hg.), Tafeln zur Statistik der österreichischen Monarchie (Wien). Erschienen in 20 Bänden zwischen 1828 und 1871.

### 7.5.1.1 Ackerland

Das wirtschaftliche Rückgrat der „Heidebauern“ stellte neben der Viehhaltung der Ackerbau dar. Die Getreidesorten Hafer, Weizen, Roggen (Korn) und Gerste bildeten dabei die Basis der pflanzlichen Produktion. Die heterogene Bodenstruktur ließ allerdings den Ackerbau nur auf ausgewählten Standorten zu.
In Pamhagen entspricht dies vor allem jenem Relief, das durch die jungpleistozäne Sedimentation von Donauschottern in einer Linie zwischen Pamhagen, Wallern, Tadten und Andau aufgehäuft wurde. In der Regel liegt dieser Seewinkelschotter über der 120m-Isohypse[357] und bildet gemeinsam mit einem geringmächtigen Horizont aus Seesedimenten und Lössen den mineralischen Unterboden (C-Horizont) für die organische Auflage.[358]
Auf diesem Schotterrücken formierten sich hochwertige Ackerböden, die sich in Schwarzerde-, Feuchtschwarzerdeböden und Paratschernoseme gliedern.[359] Dieses fruchtbare Plateau bildet auch heute noch das Zentrum des Getreidebaus in Pamhagen und unterscheidet sich nur geringfügig von jenem Ackerbaugebiet, das auf der Josephinischen Landesaufnahme kartographisch dargestellt wurde.[360]

Zur Feststellung des tatsächlichen Flächeninhaltes des ackerbaulich genutzten Reliefs steht uns ein buntes Mosaik an Quellen zur Verfügung. Um daraus ein ganzheitliches Bild zusammensetzen zu können, muss quellenkritisch vorgegangen werden. Dabei wurde versucht bei der Quellenwahl ein möglichst enges Zeitfenster in Rücksicht auf die Untersuchungszeiträume, bei Pamhagen zwischen 1779 und 1780 und bei Illmitz um 1766, einzuhalten.
Als Datengrundlage für die Erhebung der Ackerfläche Pamhagens bietet sich grundsätzlich die Dical-Konscription von 1779/80 an.[361] Darin geben die steuerpflichtigen Bauern, Kleinhäusler und Söllner ihr Ackerland (fundus extravillanus) mit 1.618 2/8 Joch an. Diese Summe teilt sich in 125 5/8 Joch Ackerland der zweiten Güteklasse, 680 6/8 Joch der dritten

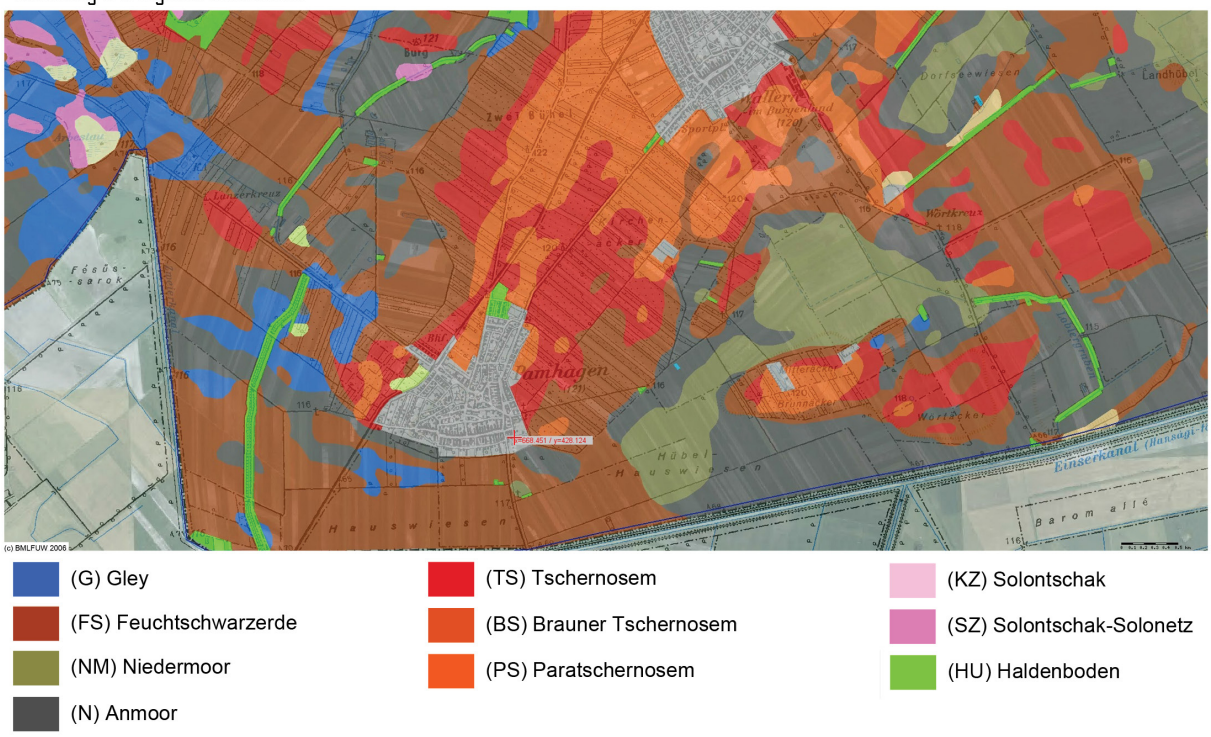
[357] Anm.: Isohypse=Höhenlinie
[358] *Alfons Friedrich Tauber*, Zur Oberflächengeologie des Seewinkels. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 24f; *Alfons Friedrich Tauber*, Geologische Stratigraphie und Geschichte des Neusiedlerseegebiets. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 21.
[359] Siehe: *BMLFUW* (Hg.), eBOD - Digitale Bodenkarte Österreichs.
[360] OeStA - Kartensammlung; BIXa527 col.V sect.X.
[361] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1779-80.

und schließlich in 812 7/8 Joch der vierten Klasse. Ein Joch entspricht in der „Dical-Beschreibung“ laut Grailich 1.300 Quadratklafter, sodass das Ackerland mit 757 Hektar berechnet werden konnte.[362] Berücksichtigt man aber die zeitgenössische Kritik an den Steuerverzeichnissen, erscheinen diese Angaben aus zweierlei Gründen unwahrscheinlich.

Abbilung 7.3: Josephinische Landesaufnahme




Abbildung 7.4: Digitale Bodenkarte




(G) Gley
(FS) Feuchtschwarzerde
(NM) Niedermoor
(N) Anmoor
(TS) Tschernosem
(BS) Brauner Tschernosem
(PS) Paratschernosem
(KZ) Solontschak
(SZ) Solontschak-Solonetz
(HU) Haldenboden

[362] *Andreas Grailich*, Versuch einer Beschreibung des Marktfleckens Zorndorf. In: *Christian Carl André* (Hg.), Hesperus. Encyclopädische Zeitschrift für den gebildeten Leser, Bd. 26, Nr. 26 (Stuttgart/Tübingen 1820) 203.

Nach 1773 und speziell mit der Einführung der Dical-Konscription 1775 wurden die Steuerverzeichnisse jährlich erstellt. Es muss wohl das Theresianische Urbar vorerst als die Grundlage für die Einschätzung des bäuerlichen Besitzes in der Portalsteuer herangezogen worden sein. Die Äcker im Urbarium sind 1767 mit 1.610 Joch angesetzt worden. Scheinbar blieb man auch den Folgejahren bei dieser einmaligen Einschätzung der Ansässigkeiten aus dem Urbarium.

Ein Vergleich der Dical-Konscriptionen von 1773 bis 1800 unterstreicht diese Annahme.[363] Mit Ausnahme der Konscription von 1773 unterscheidet sich die Ausdehnung des Ackerlandes von 1775 bis 1800 nur marginal. Es kann eine geringfügigen Variabilität hinsichtlich der Größe des Ackerlandes in den einzelnen Güteklassen bei einer vernachlässigbaren Streuung von 1/8 - 3/8 Jochen festgestellt werden. Mit Ausnahme der Angaben aus dem Jahre 1773 (1.549 Joch) entspricht das fundus extravillanus der Bauern in den restlichen 25 Jahren rund 1.619 Joch, was in etwa der Ackerfläche des Theresianischen Urbars[364] mit 1.610 Joch gleichkommt. Alleine durch den Umstand, dass die hohen Wasserspiegelschwankungen[365] des immer wieder ansteigenden Neusiedlersees zu periodischen Überschwemmungen führten, die das angrenzende Ackerland unter Wasser setzten, muss man diesen Angaben, die doch ein relativ stabiles und fast statisches Abbild des Ackerlandes zeichnen, sehr skeptisch gegenüberstehen. Mit Sicherheit dürfte es aber einen Wandel bei der Ausdehnung der Bauernfelder gegeben haben, einerseits durch erbrechtliche Realteilung nach ungarischem Gebrauch[366], und andererseits durch die anhaltenden Hochwässer des Sees. Die Ausdehnungen des Überschwemmungsgebiets dürften in den 1770er und 1780er Jahren derart große Ausmaße angenommen haben, dass der See die Pamhagener zur Bestreitung ihres Lebensunterhalts dazu nötigte, den Fischfang auf ihren ehemaligen Äckern zu praktizieren. Dies bescherte ihnen allerdings massive Auseinandersetzungen mit der Esterházy'schen Herrschaft, da es eine Verletzung der grundherrschaftlichen Privilegien darstellte.[367]

[363] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1773-1800.
[364] KAM, IV. B. 915.b. Urbéri Iratok Nr. 17, ad 323 1830.
[365] *Franz Sauerzopf*, Die Wasserstandschwankungen des Sees. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 92-101.
[366] *Alois Wegleitner*, Die geschichtliche Entwicklung der Gemeinde Illmitz mit besonderer Berücksichtigung der Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte (ungedr. phil. Diss. Universität, Wien 1973) 195-198.
[367] *Gerlinde Guszmann*, Studien zu Ortsgeschichte Pamhagens, 167-188.

Die Anzahl der Joche aus dem Theresianischen Urbar stimmen mit jenen, die in der Dical-Konscriptionen übernommen wurden, überein. Hält man sich das Entstehungsdatum des Urbariums mit 1767 vor Augen, ist die so definierte Zeitspanne für die Berechnung der Flächenbilanz um 1780 zu breit gefasst. Ein weiterer Faktor, der eine Verwendung der Steuerverzeichnisse ausschließt, ist die problematische Bestimmung des Flächeninhalts der einzelnen Joche.

In der Regel gingen die Beamten und Magistrate des Urbariums bei der Beurteilung des Ackerlandes so vor, dass sie zur Abschätzung des Flächeninhaltes ein einheitliches Maß verwendeten, den Pressburger Metzen. Ein Pressburger Metzen entspricht 600 *Quadratklaftern* [QK], er ist aber eigentlich ein Getreidehohlmaß[368]. Dieses bestimmt, wie groß ein Feld sein kann, welches mit der gegebenen Menge an Aussaat besät werden kann. Im Urbarium wurden an Hand dessen die Dimensionen eines Feldes beziehungsweise eines Joches mit zwei Pressburger Metzen, respektive 1.200 Quadratklafter, festgelegt.[369]
Angenommen, die Bekenntnisse in der Dical-Konscription stimmen mit dem Urbarium überein, so stünde dieser Umstand bereits im Widerspruch mit der von Grailich angeführten Größe eines Jochs mit 1.300 Quadratklaftern. Verwendet man hingegen das ungarische Joch zur Berechnung der Ackerfläche, so schrumpft das Ackerland von 757 auf 699 Hektar Ackerland. Schenkt man dem Wort Grailichs nicht allzu viel Glauben, stellt sich dennoch ein unauflösbarer Widerspruch ein.

Das Theresianische Urbar unterschied die Bauernansässigkeiten oder Sessionen in einen fundus intravillanus und einen fundus extravillanus. Ersterer, der Hausgrund, dem das Bauernhaus selbst, ein Garten und ein Tretplatz angehörten, wurde mit zwei Pressburger Metzen fixiert.[370]
Die Größe des fundus extravillanus, des ackerbaulich genutzten Bodens, erfolgte nach zweierlei Maß. Im Zuge der Begehung und Abmessung der bäuerlichen Liegenschaften hielten die Beamten des Theresianischen Urbars die *Benefizien* und *Malefizien* der Ortschaften fest. Auf der Basis dieser Einschätzung von Vor- und Nachteilen erfolgte durch

[368] *Harald Prickler*, Alte Getreidemaße im österreichisch-ungarischen Grenzraum. In: *Alphons Augustinus Barb (Hg.),* Festschrift für Alphons A. Raab (=*BLM* (Hg.), WAB 35, Eisenstadt 1966) 440.
[369] *Johann Seedoch*, Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen im Gebiet des heutigen Burgenlandes, 216.
[370] Hier tritt ein weiterer Widerspruch auf, da *Mailáth* den fundus intravillanus mit 1.100 Quadratklaftern beziffert. Siehe: *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem oder des Grundherrn und des Bauer Wechselverhältnis in Unganr (Pesth/Leipzig 1838) 10.

die königlichen Kommissare eine Einteilung der Ortschaften in unterschiedliche Klassen. In der Regel unterschied man in den Komitaten zwischen vier[371] Klassen. Die Klassen waren nach bestimmten Kriterien, wie der Fruchtbarkeit des Bodens, Wirtschaftlichkeit, Nähe und Anbindung zum Markt und geographischen Bedingungen usw., beginnend mit der besten Klasse absteigend gestaffelt.[372]

Sowohl Pamhagen als auch Illmitz waren in der IV. und letzten Klasse eingestuft worden, was für eine durchschnittliche bis eher magere Bodenfruchtbarkeit stand und durch die häufigen Überschwemmungen sowie die große Distanz zu den Märkten, wie Neusiedl am See, bedingt war.[373]

Die Kategorisierung der Ortschaften in Klassen war der Hintergrund, vor dem die Festlegung der Größe einer ganzen Urbarialsession entschieden wurde. Das heißt, die Klassen determinierten, wie viele Joch Acker und wie viel Tagwerk Wiesen eine ganze Bauernansässigkeit umfassen musste. Eine Bauernsession in einer Ortschaft der ersten Klasse erhielt weniger Grund als eine Ansässigkeit in der zweiten, dritten, vierten usw. Klasse. In der Wieselburger Gespanschaft umfasste eine ganze Bauernsession der ersten Klasse 20 Joch Äcker, in der zweiten 22 Joch, in der dritten 24 Joch, und in der vierten 26 Joch Ackerland.[374]

Wie bereits geschildert, waren die Abgaben an den Grundherren entsprechend der Größe der Bauernliegenschaften sowie der Benefizien und Malefizien geregelt.

Zwar orientierte sich die Größe einer Bauernsession nach der Klasse, in welcher die Ortschaft lag, doch unterschieden sich in den einzelnen Komitaten die Attribute der Klassen grundlegend voneinander. Der Gedanke hinter einem Klassifizierungsschlüssel, in welchem sich die Größenklassen nach den Komitaten richteten, war der, dass das Urbarium für das ganze Königreich Ungarn Gültigkeit haben und die Heterogenität des ungarischen Boden berücksichtigt werden sollte.

"Denn da bei der Vertheilung der Vortheile und der Lasten auf die Bevölkerung und auf andere Umstände Rücksicht genommen wird so werden an einigen Orten einem ganz ansässigen Bauer nur 16 Joch Acker zugetheilt an andern 40 und im Békéscher Comitat gar 50. Und so muss denn zwischen dem Zustande eines auf dem unfruchtbaren und felsigten Boden des Arwer Comitats (auf 40 Joch) arbeitenden und im Schweisse seines Angesichts Hafer einerntenden und zwischen dem Zustande des Bauers der auf den gesegneten Fluren (an

[371] Mit Ausnahme der Komitate Neutra/Nyitra und Berg/Bereg, in denen es bis zu V. Klassen gab. Siehe: ebenda, 78.
[372] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 10f.
[373] *Felhö Ibolya*, Az úrbéres birtokviszonyok Magyarországon Mária Therézia korában. (Budapest 1970) 166-169.
[374] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 78.

50 Joch) Aecker des Béké'scher Comitats den schönsten Weizen mit leichter Arbeit gewinnt ein sehr grosser Unterschied seyn."[375]

Unter den Gemeinden selbst gab es große Unterschiede, was die Fruchtbarkeit der Felder anbelangte, etwa auf Grund des Bodenprofils oder des Wasserhaushalts. Um die Abgaben möglichst gerecht und egalitär zu verteilen, wurde nicht nur bei der Zahl der Joche, sondern auch bei der Größe der Joche einer Urbarialsession unterschieden.

In der historischen Forschung[376] wird bei der Berechnung des Urbarium das ungarische Joch (magyar hold) von 1.200 Quadratklafter angenommen, zumal es als das einheitliche Maß per Amtsgebarung installiert wurde.[377] In der Literatur zum Urbar finden wir aber vermehrt den Hinweis, dass in Rücksicht auf die Fruchtbarkeit des Bodens die Felder in drei Klassen aufgeteilt wurden, wobei ein Joch erster Klasse 1.100, ein Joch zweiter Klasse 1.200 und ein Joch der dritten Klasse 1.300 Quadratklafter zählten.[378] Dies scheint allerdings nicht einheitlich gehandhabt worden zu sein, da sich selbst in der zeitgenössischen Literatur widersprüchliche Angaben finden. So wird beispielsweise bei Pauly der Umfang der dritten Klasse mit 2.300 angeführt.[379]

Aus diesen beiden Grundsätzen folgte der Schluss, dass im Urbarium "die Sessionen zweier Dörfer in Rücksicht der Zahl der Joche gleich, und in Rücksicht der Größe derselben verschieden, oder umgekehrt, in Rücksicht der Größe gleich und in Zahl verschieden seyn"[380] konnten.

Wie gezeigt worden ist, stimmt die Ausdehnung des Ackerlandes in der Dical-Konscription mit jener im Urbarium überein. Um den Flächeninhalt des Ackerlandes entsprechend den Angaben zu den diversen Klassengrößen auszurechen, bieten sich grundsätzlich die

Tabelle 7.1: Flächeninhalt des Ackerlandes berechnet nach diversen Größenklassen

| Dical-Konscription 1779/80 | | |
|---|---|---|
| Klasse: | Ackerfläche | |
| | in Joch | in ha |
| Classe 1mae | k. A. | k. A. |
| Classe 2dae | 125 5/8 | 50 |
| Classe 3tiae | 680 6/8 | 294 |
| Classe 4tae* | 812 7/8 | 380 |
| Summe | 1619 2/8 | 724 |

*Für die vierte Klasse wure mit einem Minimum von 1.300 QK gerechnet

[375] *Pál Magda*, Neuste statistisch-geographische Beschreibung des Königreichs Ungarn, Croatien, Slavonien und der ungarischen Militär-Grenze (Leipzig 1832) 129.
[376] *Johann Seedoch*, Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen im Gebiet des heutigen Burgenlandes, 216.
[377] *Gerlinde Guszmann*, Studien zur Ortsgeschichte Pamhagens, 157f.
[378] *Károly Pfahler*, Jus Georgicum Regni Hungaricae et Partium Eidem Adnexarum (Keszthely 1820) 45.
[379] *Caroli Pauly*, Constitutio Rei Urbarialis Regni Hungaricae (Wien 1817) 6.
[380] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 12.

novellierten Maße für die Klassen des Urbariums an. Allerdings scheint in der Konscription eine weitere, vierte, Klasse auf, für die sich im Zuge dieser Arbeit kein Hinweis auf deren tatsächliche Größe finden ließ. In Ermangelung detaillierterer Kenntnisse zu diesem Quellentypus war es nicht möglich, die Widersprüchlichkeiten aufzulösen. Letztlich konnte das Vorhaben aus diesen Quellengattungen die Landnutzung zu erschließen, nicht weiter verfolgt werden.

Die Steuerrektifikation und das Urbarium stellten bereits fortschrittliche Instrumentarien der Verstaatlichung des Steuerwesens sowie eine Verbesserung der Grundrechte der Bauern dar. Die genannten Erfassungs- und Bewertungssysteme leiteten neue Formen der Staatsmodernisierung ein. Sie waren wegweisend für die künftigen katastralen Erfassungen, indem erstmals der Boden als Grundlage der Besteuerung herangezogen wurde. Die Schwachstelle dieser Bodenerfassungssysteme liegt allerdings darin, dass auf grundherrschaftlicher Ebene vorgegangen wurde. Als nachteilig erwies sich dabei, dass sich die Erfassung auf die Esterházy'sche Herrschaft als die primäre Verwaltungseinheit beschränkte. Somit wurden nur das *Rustikal-* (dem Bauern gehöriges Land) und das *Dominikalland* (im Besitz der Grundherrschaft und von ihr bewirtschaftet), das innerhalb der Grenzen eines *Dominiums* (Grundherrschaft) in Selbstbekenntnissen der Bauern und Grundherren aufschien, aufgenommen. Dies trifft sowohl bei der Steuerrektifikation als auch bei der Dical-Konscription und dem Urbarium zu.[381]

Des weiteren muss man sich vor Augen halten, dass im Urbarium nur dem Grundherren untertänige Urbarialbauern erfasst wurden, allodiale Bauern, die der Kurie unterstanden, nicht.[382] Die Kurialbauern waren darüber hinaus auch von der Steuer befreit, weshalb sie ebenso wenig in der Dical-Konscription erscheinen. Steuerfreiheit, Betrug bzw. Falschangaben und der freiwilligen Verzicht[383], in das Urbar aufgenommen zu werden, bewirken ein sehr heterogenes Gefüge bei der Zusammensetzung der Ortschaften. Dadurch können wir mit dem verfügbaren Quellen nur annähernd die Flächenausdehnung der Hotterung[384] rekonstruieren. Für eine Flächenbilanz ist allerdings nicht der Hotter und dessen

[381] Vgl. für Steuerrektifikation: *Karl Lego*, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters, 13ff;
[382] *Gerlinde Guszmann*, Studien zu Ortsgeschichte Pamhagens, 158.
[383] Das Urbar wurde durch königliche Kommissare 1773 eingeführt, und erstmals im ungarischen Landtag 1791 von den Ständen angenommen und galt für Urabarialbauern. Jene Bauern, die allerdings nicht in das Urbarium aufgenommen waren, konnten einen Vergleich (Contractus urbariales) mit ihren Grundherren über die zu entrichtenden Dienstleistungen erwirken, welche von den königlichen Kommissaren Maria Theresia zur Ratifikation vorgelegt wurde. Siehe: *Pál Magda*, Neuste statistisch-geographische Beschreibung des Königreichs Ungarn, Croatien, Slavonien und der ungarischen Militär-Grenze, 129.
[384] Der Hotter oder die Hotterung als "Vorstufe" zur Gemeinde bezeichnet im Mittelalter und der Frühen Neuzeit die dörfliche Gemeinschaft oder eine Ortschaft. (Vgl.: Gemarkung) Siehe: *Hans Gehl*, Wörterbuch der

Fluren sondern eine geschlossene Verwaltungseinheit, wie wir sie heute mit den politischen Gemeinden kennen, wünschenswert.

Eine große Neuerung bei der Erfassung des „wahren Flächeninhaltes“ einer Gemeinde brachte die Umbildung der Grundsteuer im Zuge des Josephinischen Katasters. Als junger Alleinregent stürzte sich Joseph II. gleich nach der Thronübernahme auf die Neuregulierung des Steuer- und Urbarialwesens. Die Habsburgermonarchie erhielt erstmals eine länderübergreifende und flächenhafte Aufnahme der Besitzverhältnisse bei Grund und Boden. Dabei hob Joseph II. die Mängel der oben geschilderten Quellen weitestgehend auf und installierte gemäß seiner Überzeugung eines aufgeklärten Absolutisten und Physiokraten[385] den Boden als das einheitliche Maß für die Besteuerung beziehungsweise zur "Ermessung eines wahren Grunderträgnisses"[386]. Erstmals wurde dadurch in Europa ein Prinzip eines staatlichen Steuerfußes festgelegt, der allgemeine Gültigkeit genoss:[387]

*"Grund und Boden, von der Natur den Menschen geschenkt, um sie zu ernähren, sind die einzigen Quellen, aus denen alles hervorgeht, zu denen alles wieder zurückkehrt und die in Ewigkeit bestehen. Daraus ergibt sich die unleugbare Wahrheit, daß der Boden und nur der Boden die staatlichen Bedürfnisse zu befriedigen vermag und daß kein Unterschied zwischen den Besitzungen der Menschen, welchem Stand auch immer sie auch angehören mögen bestehen dürfe..."*[388]

Eine weitere Verbesserung stellte die Umgestaltung dar, die besitzmäßig zersplitterten Herrschaften als die primäre Verwaltungseinheit zu definieren. An deren Stelle rückte nun die Steuer- beziehungsweise die Katastralgemeinde als eine geschlossene staatliche Verwaltungseinheit, wobei als Gemeinde jenes Gebiet verstanden wurde, das einem eigenen Richter unterstand.[389] Wie in Kapitel 7.2.3 bereits geschildert, wurden innerhalb dieser neuen Einheit, der Gemeinde, all jene Gründe in einer Fassion tariert, die gewinnbringend waren, sprich alle landwirtschaftlichen Produktivflächen. Gemäß dem Grundsatz, dass "der Boden die einzige Quelle sei, aus der alles kommt"[390], wurden Steinbrüche und Teiche neben den

donauschwäbischen Lebensformen (= *IDGL* (Hg.), Schriftenreihe des Instituts für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde 14, Stuttgart/Steiner 2005). 452. Vgl. *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft. Volkswirthschaftlicher Bericht an das königl. bayerische Staatsministerium des Handels und der öffentlichen Arbeiten (Leipzig 1867) 84.

[385] *Karl Lego*, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters, 16.

[386] Für Ungarn erschienene Anleitung zur Abmessung der Gründe in lateinischer Sprache siehe: *Johann Thomas Edler von Trattnern* (Hg.), Circumstantialis et practica instructio: qualiter dimensio tenutorum peragenda horumque procreatio eruenda (Wien 1786).

[387] *Werner Drobesch*, Bodenerfassung und Bodenbewertung als Teil einer Staatsmodernisierung, 167

[388] Aus dem Patent Josef II.: Zitiert nach: *Karl Lego*, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters, 16.

[389] *Werner Drobesch*, Bodenerfassung und Bodenbewertung als Teil einer Staatsmodernisierung, 167; *Lorenz Mikoletzky*, Der Versuch einer Steuer- und Urbarialregulierung unter Kaiser Joseph II., 318.

[390] Ebenda. 318.

Äckern, Wiesen, Weingärten und Wäldern in die Fassion aufgenommen. Die in Rieden oder Fluren tarierten Produktivflächen können vor dem Hintergrund des Metabolismuskonzepts durchaus als die Naturkolonien interpretiert werden. Das physische Kompartiment der Gesellschaft und Elemente des Landwirtschaftssektors, wie die Menschen, das Nutzvieh und alle Wirtschaftsgebäude, aber auch die Infrastruktur, Märkte und Kirchen, kurz all jene architektonischen Elemente der Gesellschaft, die den Boden versiegeln, wurden nicht in die Fassion mit einbezogen.

Nachdem die Katastralgemeinde zur homogenen Verwaltungseinheit erhoben sowie der Boden und dessen Früchte als das einheitliche Maß der Tarierung installiert worden waren, kann man sich dem Flächeninhalt Pamhagens annähern. In der Fassion scheinen nicht nur die steuerpflichtigen bzw. von den Feudallasten rentierten Produktivflächen der Flur auf, wie es im Urbarium oder der Dical-Konscription der Fall war. Vielmehr erhalten wir einen Gesamteindruck der kommunalen Flächenausdehnung Pamhagens. Nachdem nun aller Grundbesitz, unabhängig von Besitzverhältnissen und des Standes, gleichwertig tariert wurde, sind sowohl der allodiale als auch der urbariale Grundbesitzes in den Fassionsblättern inkludiert.

Was die Frage der Flächengröße anbelangt, so kann im Falle der Josephinischen Fassion mit Sicherheit das Niederösterreichische Joch als einheitliches Flächenmaß - auch für Ungarn und Böhmen - angegeben werden. Maria Theresias Drang zur Zentralisierung veranlasste sie, den herrschenden Pluralismus bei Maßen und Gewichten zu vereinheitlichen. So gelang es ihr beispielsweise, den Wiener Klafter[391] mit rund 1,9 Metern zunächst als universelles Maß für Niederösterreich festzusetzen und schließlich auf die österreichischen Erblande auszudehnen. In Niederösterreich war zu dieser Zeit das Joch zu drei Metzen mit 528 QK geläufig. Für die Durchführung der katastralen Vermessungen sollte das Niederösterreichische Joch in allen österreichischen Erblanden eingeführt werden. Nachdem die drei Metzen die unbequeme Zahl von 1.584 Wiener Quadratklafter ergaben, wurde am 13.05.1785, noch bevor Hand an den Kataster angelegt wurde, das Joch zu 1.600 QK. vervollständigt.[392]

Für den Fall, dass eine Fläche nicht den vollen Inhalt eines Joches erreichte, wurde die überschüssige oder ausfallende Zahl in 64tel eines ganzen Jochs dargestellt.[393]

[391] Dieses Maß wurde im vorliegenden Kapitel für alle Umrechnungen der Klafter in Meter herangezogen.

[392] *Karl Ulbrich*, Die historische Entwicklung der Grundstücksvermessung im burgenländischen Raum von den Anfängen im 16. Jhdt. bis zum Ende des Josephinischen Grundkatasters im Jahre 1790. In: *BLA* (Hg.), Burgenland in seiner pannonischen Umwelt (= *BLA* (Hg.), Burgenländische Forschungen Sonderband VII, Eisenstadt 1984) 413.

[393] *Johann Thomas Edler von Trattnern* (Hg.), Ausführliche und praktische Belehrung zur Ausmessung der Gründe und Erhebung eines wahren Grunderträgnisses (Wien 1786) § 43.

Per Patent vom 20.04.1785 rief Joseph II den Kataster für die deutschen Erblande ins Leben. Kaum ein Jahr später, am 10.02.1786, wurde die Grundsteuervermessung auf die ungarischen Erblande ausgedehnt. Damit war das Niederösterreichische Joch auch in Ungarn eingeführt worden und das bis dato gängige Flächenmaß von 1.200 QK Umfang abgelöst worden. Die Katastralvermessung ging inselweise oder parzellenweise, ohne Triangulierung, von Statten. Dort, wo die Vermessung nicht von Gemeindefunktionären und unter Mithilfe von Grundbesitzern erfolgte, wurden eigene Fachleute beauftragt, wobei ein chronischer Mangel an entsprechenden Experten herrschte.[394] Zusätzlich hat eine Überprüfung der so erstellten Tarierungsbögen von Mönchhofen und einiger Arbeitsblätter der Vermessungsingenieure, die im Seewinkel tätig waren, ergeben, dass kontinuierlich mit 1.600 Quadratklafter gearbeitet wurde.[395] Falschangaben, Bestechung und allerhand Versuche, die Vermessung zu manipulieren versuchte man zu verhindern, indem bei "falsum voluntarium" sowohl dem Grundbesitzer als auch dem Ingenieur sechs Jahre Zuchthaus drohten.[396] Tabelle 7.2 zeigt die Flächenangaben aus dem Fassions- Summarium der Gemeinde Pamhagen, unterteilt in allodiale und urbariale Gründe.[397]

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts ist die Landnutzung vom Ackerbau und der Wiesenwirtschaft geprägt. Waldungen, Forste und Weingärten fehlen hingegen gänzlich. Für die Berechnung der Nährstoffbilanz Pamhagens zwischen 1779 und 1780 wird aus quellenkritischen Überlegungen die landwirtschaftlich genutzte Ackerfläche aus dem

Tabelle 7.2: Flächenumfang der Subsysteme im Fassions-Summarium Pamhagens 1789

| Naturkolonie | in Joch* | in Hektar |
|---|---|---|
| Acker (allodial) | 8 52/64 | 5,05 |
| Acker (urbarial) | 1519 62/64 | 874,70 |
| Acker (gesamt) | 1528 50/64 | 875,76 |
| Wiesen (allodial) | 16 5/8 | 9 ,58 |
| Wiesen (urbarial) | 7166 11/64 | 4123,95 |
| Gärten (allodial) | 1 | 0,61 |
| Gärten (urbarial) | 12 1/6 | 7 |
| Hutweiden (allodial) | 2 3/8 | 1,37 |
| Hutweiden (urbarial) | 590 | 339 ,53 |
| Grünland (gesamt) | 7788 2/5 | 4482,02 |
| Summe: | 9288 19/64 | 5345 1/6 |

* Ein Joch zu 1.600 Quadratklafter

[394] *Karl Ulbrich*, Die historische Entwicklung der Grundstücksvermessung im burgenländischen Raum ..., 414; *Joseph Kropatschek* (Hg.), Handbuch aller unter der Regierung des Kaisers Joseph des II. für die K. K. Erbländer ergangenen Verordnungen und Gesetze in einer Sistematischen Verbindung, Bd. 10 (Wien 1788) 166.

[395] KAG, IV.A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi. Bizottság iratai. Nr. 11, fol. 341.

[396] *Lorenz Mikoletzky*, Der Versuch einer Steuer- und Urbarialregulierung unter Kaiser Joseph II., 319.

[397] KAG, IV.A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi. Bizottság iratai. Nr. 15. Összesitö ivek 1789 (Pamhagen/Pomogy).

Josephinischen Kataster mit 874,7 ha herangezogen. Das grundherrschaft-liche Land, mit rund 5 ha, wird in der Berechnung vernachlässigt.

### 7.5.1.2 Grünland

Die dominierende Dreifelderwirtschaft ist durch eine enge Verknüpfung von Ackerland und Grünland gekennzeichnet.[398] Zum Pflügen der Ackerkrume beziehen die Bauern die nötige Arbeitskraft aus der Zugleistung ihrer Arbeitstiere, der Ochsen und Pferde. Darüber hinaus ist die Viehwirtschaft eng an die Ackerwirtschaft durch die Bereitstellung von Wirtschaftsdüngern gekoppelt. [399]
So wundert es, dass im Urbarium der Gemeinde Pamhagen keine Wiesen für die Ortschaft zur Versorgung der Nutztiere ausgewiesen sind.[400] Oder wie ein Beamter der Esterházy'schen Herrschaft treffend diese Angaben aus dem Urbarium kommentierte:
*"... zu Pamaggen wollen sie von gar keiner wüßen nichts wissen ..."*[401]

Eigentlich standen einer ganzen Bauernsession der IV. Klasse nach urbarialer Verordnung 10 Tagwerk Wiesen zu. Die Vergabe der Größe eines Tagwerks richtete sich nach der Möglichkeitsbedingungen der Mahd. Konnten die Wiesen immer gemäht werden, standen dem Bauern 6 Tagwerk zu, konnten diese nur selten gemäht werden, bekam ein Sessionsbauer 8 Tagwerk Wiesen. Konnten diese nie gemäht werden, waren 10 Tagwerk Wiesen vorgesehen.[402]
Wie bei den Äckern wurde beim Tagewerk zwischen drei Güteklassen unterschieden. So waren Wiesen der ersten Klasse mit 800 QK, der zweiten Klasse mit 900 QK und die letzte Klasse mit 1.000 QK veranschlagt worden.[403]
Ebenso wie beim Ackerland entsprechen die Angaben zum Grünland in der Dical-Konscription von 1779-80 dem Urbarium. Das heißt, die Bauern hatten die Wiesen des fundus extravillanus nicht versteuert.
In der Dical-Konscription ist allerdings die *pascuatio*, die Gemeinschaftswiese oder Hutweide[404], angezeigt. Die Hutweide unterteilte sich in 696 Tagwerk für Kleinvieh und 816

[398] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 221, 231f.
[399] *Marcel Mazoyer*, *Laurence Roudart*, A History of World Agriculture, 259-311.
[400] KAM, IV. B. 915.b. Urbéri Iratok Nr. 17, ad. 323 1830.
[401] *Gerlinde Guszmann*, Studien zur Ortsgeschichte Pamhagens, 159.
[402] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 78.
[403] Ebenda, 12f.

Tagwerk für Großvieh.[405] Nachdem beide Grünlandkategorien in der dritten Klasse lagen, wurde für ein Tagwerk (*falcastrum*) ein Flächeninhalt von 1.000 QK angenommen. Als primäre Einheit des Grünlands konnte die gemeinschaftliche Viehweide oder Hutweidefläche mit rund 544 ha in die Berechnung einbezogen werden.
Die Hutweide in der Josephinischen Fassion fällt geringer aus und wurde mit knapp 340 ha vermessen.[406] Hält man sich vor Augen, dass der Neusiedler See in den Jahren der Vermessung 1786/1787[407] eine seiner größten Ausdehnungen erreichte, so läßt sich der Unterschied zu den Angaben aus der Dical-Konscription der Jahre 1779-1780 erklären.
Es ist höchst interessant, dass die Angaben zur Gemeinschaftsweide in der Dical-Konscription zwischen 1773 und 1800 großen Schwankungen unterliegen. Mit Ausnahme der Konscription des Jahres 1773, die keine Gemeinschaftswiesen anzeigt, sind die angeführten Tagwerke Wiesen dem jährlich schwankenden Wasserstand des Neusiedler Sees angepasst.[408] Aus diesem Grunde wurde den Bekenntnissen der Dical-Konscription mit 544 ha Glauben geschenkt, da die Bauern darin eine Ursache hatten, ihre Steuerlast zu mindern.

Dem Hanság, als dem dominierenden Landschaftselement, kommt eine Schlüsselrolle in der Grünlandwirtschaft zu. Als Grundbesitz der Esterházy'schen Herrschaft war dieser in der Dical-Koscription und dem Urbarium nicht ausgewiesen worden. Die Bauern kauften jedes Jahr von der Herrschaft per Lizitation das Gras einer bestimmten Fläche, die sogenannte *Ruting*.[409] Somit wurde der Hanság als eine weitere Kategorie Grünland in die Berechnungen aufgenommen.
Die Entscheidung, den Hanság nicht als Natur, sondern als eine Naturkolonie zu beschreiben, kann an Hand zweierlei Praktiken begründet werden.
Die Mahd und die Weide des Viehs nehmen entscheidenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften. Vor der "Meliorierung" durch die Trockenlegung der Sümpfe zur Gewinnung neuen Ackerlandes, dürfte der Hanság ein

[404] *Alois Kapfer*, Mittelalterlich-frühneuzeitliche Beweidung der Wiesen Mitteleuropas. Die Frühjahrsvorweide und Hinweise zur Pflege artenreichen Grünlands. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 42, Hft. 6 (2010) 180-187.
[405] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1779-80.
[406] KAG, IV.A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi. Bizottság iratai. Nr. 15. Összesitö ivek 1789 (Pamhagen/Pomogy).
[407] *Franz Sauerzopf*, Die Wasserstandschwankungen des Sees, 98.
[408] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1773-1800.
[409] *Hans Lunzer*, Änderungen der Produktion und der Arbeitsorganisation in der Landwirtschaft. In: *Kárly Gaál*, *Olaf Bockhorn* (Hg.), Tadten. Eine Dorfmonographische Forschung der Ethnographia Pannonica Austriaca 1972/73 (*BLM* (Hg.), WAB 56, Kulturwissenschaften 23, Eisenstadt 1976) 67.

geschlossenes Niedermoor- und Bruchwald-Gebiet (z. B. Kapuvárer Erlenwald) geformt haben.[410] Dennoch fanden bereits in der Frühen Neuzeit kolonisierende Eingriffe zur Bewahrung und Nutzbarmachung der Kulturlandschaft statt. Die Esterházy'sche Herrschaft beauftragte beispielsweise eine größere Familie[411] damit, die Sumpfwiesen nutzbar zu halten.[412] Vermutlich wurde der Hanság öfters abgebrannt, um einer Ausbreitung des Schilfs und anderer für Nutztiere ungenießbarer Pflanzen[413] entgegenzuwirken. Die regelmäßige Mahd des Hanság zur Heugewinnung, wie auch die Weide selbst, hatten mit Sicherheit ebenfalls Auswirkungen auf die Pflanzenzusammensetzung. Durch Beweidung können „Problemarten" wie Landreitgras (*Calamagrostis epigejos*), Gemeine Quecke (*Elymus repens*) und vor allem Schilf (*Phragmites australis*) auf den "Kulturflächen" zurückgedrängt werden, wie aus dem Monitoring der Beweidung als Teil der Managementstrategie des Nationalparks Neusiedlersee für die Gegenwart nachgewiesen wurde.[414]

In erster Linie wurden die Flächenangaben der "Wiesen" aus dem Josephinischen Kataster zur Bestimmung der Ausdehnung der Pamhagener Nutzflächen im Hanság herangezogen. Anstelle des ausgewiesenen Hutweidelandes im Kataster sind die Gemeinschaftswiesen aus der Dical-Konscription herangezogen worden. Die Differenz zwischen dem im Fassionsblatt ausgewiesenen Hutweideland und jenem der Jahre 1779-1780 wurde schließlich der Fläche des Hanság/der Wiesen abgezogen. Diesem Schritt liegt die Annahme zu Grunde, dass das im Zuge der Überschwemmung durch den Neusiedler See verlorene Hutweideland dem Hanság zugerechnet wurde. Abzüglich des Mehranteils der Hutweide aus der Dical-Konscription entspricht die Ausdehnung des Hanság rund 3927 ha.

Neben der Hutweide und den Sumpfwiesen wurde die Ackerbrache als dritte Kategorie des Grünlands in die Kalkulationen aufgenommen. Die Brache entspricht rund einem Drittel des im Fassions-Summarium beschreibenden Ackerlandes und zählt 292 ha.

---

[410] *Manfred A. Fischer*, Lebensraum Sumpfwiesen. In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (=*BLM* (Hg.), WAB 133, Eisenstadt 2010) 217.

[411] i. O.: "ampliorem familiam".

[412] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1773.

[413] z.B.: Schwertlilien (*Iris sibirica*), oder der große Wasserschierling (*Cicuta virosa*). Siehe: *Markus Königsberg-Aulendorf*, Die Entwicklung der Landnutzung im Moorgebiet "Hansag" (ungedr. nat. Diplomarbeit Universität Bodenkultur Wien, Wien 1990) 47.

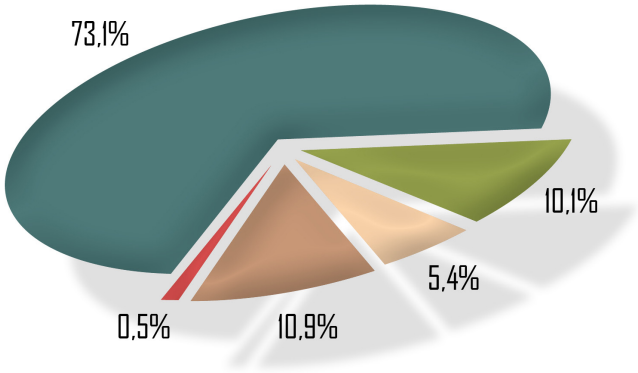
[414] *Ingo Korner*, *Thomas Wrbka*, *Markus Staudinger*, *Manuel Böck*, Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel. Ergebnisse der vegetationsökologischen Langzeitmonitoring-Studie 1990-2007. In: *W. Waitzbauer*, *I. Korner*, *T. Wrbka* (Hg.), Vegetationsökologisches und faunistisches Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedler See -Seewinkel 2000-2006 (= *Zoologisch Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, Bd. 37, Wien 2008) 1-84, insbesondere 41, 53.

### 7.5.1.3 Zusammenfassung

Die verschiedenen Formen der Landnutzung in Pamhagen 1779/80 wurden in Tabelle 7.3 in Subsysteme zusammengefasst. Die Naturkolonie Ackerland ist mit 875 ha beziffert. Nachdem ein Drittel der Ackerfläche brach lag, werden für die Berechnung der Flächenbilanz und der Bodenfruchtbarkeit nur 583 ha eingesetzt. Das verbliebene Drittel von 292 ha Brache wurde zu den Naturkolonien des Grünlands gereiht. Neben der Brache sind die Sumpfwiesen des Hanság und die Hutweiden als Grünland mit 4470 ha ausgewiesen. Insgesamt dürfte sich das Grünland auf eine Fläche von 4762 ha erstreckt haben. An Hausgründen mit Gärten sind in Pamhagen 24 ha festgestellt worden, berechnet mit 1.200 QK für eine ganze Ansässigkeit.[415]

Tabelle 7.3: Gemeindefläche Pamhagens 1779/80

| Subsysteme | |
|---|---|
| ÄCKER | 583 ha |
| BRACHE | 292 ha |
| HUTWEIDE | 544 ha |
| HANSÁG | 3927 ha |
| HAUSGRÜNDE | 24 ha |




Quellen:
KAG - IV.A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi. Bizottság iratai. Nr. 15. Összesitö ivek 1789 (Pamhagen/Pomogy);
KAM - IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848.Nr.: 122 1779-80.

### 7.5.2 Landnutzung Illmitz

Die Rekonstruktion der Landnutzung für Illmitz verläuft weniger komplex, als es bei Pamhagen der Fall ist. Für Illmitz wurde der Fokus auf eine Flächenbilanz des Ackerlandes gelegt. Dies liegt am Mangel adäquaten Quellenmaterials, sodass sich die Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzflächen alleine auf die Ackerflächen (Flur) der Hotterung beschränkt. Wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, werden die eigens für die Untersuchung Pamhagens entworfenen Methoden zur Datenerhebung des Viehbestandes und dem Anfall tierischer Exkremente für Illmitz repliziert. Zum einen kann damit der Quellenmangel

[415] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1779-80.

kompensiert werden, zum anderen können die Ergebnisse der Methoden durch einen direkten Vergleich der beiden Gemeinden überprüft werden.

### 7.5.2.1 Ackerland

Die Gemeinde Illmitz war Mitte des 18. Jahrhunderts in Ober- und Unterillmitz unterteilt. Währenddessen der nördliche Teil, Oberillmitz, geistlicher Besitz war, befand sich der südliche Teil des Hotters in den Händen weltlicher Herren.[416] Die Größe des Ackerlandes von Unterillmitz entstammt der *Conscriptio Possessionis*[417]. Dieser Urbarialakt ist im Jahr 1766 im Zuge der Vermessungsarbeiten des Urbariums entstanden. Vermutlich hatte ihn die Herrschaft selbst in Auftrag gegeben. Ähnlich der Dical-Konscription finden wir in diesem Urbarialverzeichnis die Zusammensetzung der Untertanen und ihrer Familien sowie Angaben zur Größe des Viehbestandes. Acker- und Grünland sind in Jochen angegeben. Für ein Joch Ackerboden wurde das ungarische Maß mit 1.200 QK herangezogen. Demgemäß dürften in Illmitz mindestens 803 ha unter den Pflug genommen worden sein.

Abbildung: 7.5 - Illmitz um 1784




Quellen: OeStA, Josephinische Landesaufnahme, Kartenblätter: BIXa527 col.IV sect.III, BIXa527 col.IV sect.IV.[418]

[416] Zur Geschichte der Gemeinde siehe: *Alois Wegleitner*, Die geschichtliche Entwicklung der Gemeinde Illmitz mit besonderer Berücksichtigung der Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte.
[417] BLA, P 179 Urbarialschriften, Fasz. H, Nr. 14 Fasc. C Urb., fol. 175-189, 27.06.1766.
[418] Anm: Kartenmaterial mit freundlicher Genehmigung von Prof. Erich Draganits zur Verfügung gestellt.

### 7.5.2 Salpeterproduktion

Zentrales Erkenntnisinteresse ist der Umfang der Salpeterproduktion im 18. Jahrhundert und deren Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit. An Hand eines Fallbeispiels wurde eine inhaltliche Überschneidung dieser Leitfragen vor dem epistemologischen Hintergrund der sozio-naturalen Schauplätze der Salpetererzeugung mit dem sozialen Metabolismus im Untersuchungsgebiet erarbeitet.

Zur Untersuchung gelangt das Pamhagner Salpeterwerk des *Anton Gatka*, dessen Bestehen von 1778 bis 1782 nachgewiesen werden kann. Die burgenländischen Salpeterwerke des Seewinkels und des angrenzenden Haidebodens, als Repräsentantinnen des semi-nomadischen Erzeugungsregimes, wurden bereits in Kapitel 6 exemplarisch angeschnitten. An dieser Stelle werden die Auswirkungen der Arbeitsmethoden dieses protoindustriellen Gewerbes auf die Bodenfruchtbarkeit von Agrarökosystemen diskutiert.

Gatka wurde 1776 aus dem Zurndorfer Salpeterwerk abgeworben. Nachdem sich dieser gegen den Zaunegger Salpetermeister durchsetzte, wurde er nach Frauenkirchen geladen, um die dortige Erde "zu verkosten" und zu überprüfen, ob sich reichlich Salpeter im Boden auffinden ließe.[419] In der Schlesischen Kriege verteilte Maria Theresia eine Vielzahl an Patenten und "Cameral-Freipässen" zur Produktion von Salpeter. Bereits 1742 wurden ein Freipass von 150 Zentner Salpeter für ein Salpeterwerk in der Herrschaft Frauenkirchen an die Esterházy'sche Herrschaft herausgegeben. Über dessen Existenz ist allerdings nur wenig bekannt.[420]

Sollte es vor 1776 ein Werk in Frauenkirchen gegeben haben, so dürfte dieses verfallen und mit „Nutzen der Herrschaft eine Sallniter-Siederey" neu erbaut worden sein.[421] Ob das Frauenkirchner Werk bereits im selben Jahr fertig gestellt wurde, konnte nicht sicher festgestellt werden. Im Dezember 1776 waren die logistischen und bautechnischen Vorbereitungen noch in vollem Gange, wobei besonders eine Bezugsquelle wertvoller Hölzer in der waldarmen Gegend für den Bau des Werks gesucht wurde.[422] Vermutlich durch die Witterung, verzögerten sich die Arbeiten an den „Boden Einlegen" der Salniterei bis 13. April 1777. Bis auf kleinere Mängel dürfte das Werk in Frauenkirchen samt Wohnung für den Salnitermeister, grundsätzlich bezugsfertig gewesen sein.

Gatka nahm seine Arbeit im Frauenkirchner Werk trotz der Mängel auf und fing mit dem Sieden an. Trotz anfänglicher Schwierigkeiten beim Bereiten der Mutterlauge zeigte sich

[419] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, Nr. 37, 17.09.1776.
[420] *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpetererzeugung im burgenländisch-westungarischen Raum, 28f.
[421] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, Nr. 37, 17.09.1776.
[422] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, Nr. 50, 06.12.1776.

Gatka zuversichtlich, dass er mit dem projektierten Gewinn des Jahres 1777 die Kosten für die Erstellung des Werkes decken könne.[423]

Rund ein Monat später hatte Gatka bereits 9 Zentner Salpeter aus der Erde ausgewaschen. Dabei kam es zu beträchtlichen Verlusten, da das Geschirr in der "Wachskammer" beim Verdampfen zerronnen war.[424] Dadurch dürften an die 4 Zentner verloren gegangen sein. Aus der ersten Produktion schloss der Frauenkirchner Verwalter, dass „so lang man bei der Sallniterey arbeithen kann, und die Kälte der arbeith kein End machen wird“ monatlich 12 Zentner Salpeter abgeliefert werden könnten.[425] Ab Mitte Mai 1777 war die Produktion im Frauenkirchner Werk voll angelaufen und der Salpetersieder mit salniterhältiger Erde für die nächsten sechs Monate versorgt worden.[426] Allerdings dürfte die Kälte den Arbeiten sehr früh ein Ende beschert oder sie zumindest erschwert haben. Da den Winter 1777 hindurch keine „Häitz“ vorhanden gewesen war, hatte Gatka zu Beginn 1778 keinen Salpeter abliefern können.[427] Bis zum 24. Oktober 1778 konnte aus der Frauenkirchner Salniterei lediglich eine Lieferung von 27 Zentner einfachem und 25 Pfund doppelt geläutertem Salpeter nachgewiesen werden.[428]

Bei den ersten Salpeterlieferungen, die in „Bier=Väässl“ über Hornstein nach Wien eingeliefert wurde, handelte es sich um rohen Salpeter.[429] Erst später dürfte Gatka auf die Produktion von doppelt geläutertem Salpeters umgestiegen sein, wofür eine neue Wachskammer eingerichtet worden war.[430]

Am 18.Oktober 1777 war von der königlichen Kanzlei ein Freipass über 200 Zentner Salpeter erstellt worden, der für zwei Salpeterwerke in Frauenkirchen und Pamhagen bestimmt war.[431]

Der Bau des Pamhagener Salpeterwerks kann allerdings erst für das Jahr 1778 belegt werden.[432] Anfänglich hätte die Salniterei auf Pfählen gestützt werden sollen, vermutlich zum Schutz vor Hochwässern des Neusiedler Sees.[433] Aus dem Plan sowie der Kosten- und Materialaufstellung für den Bau des Salpeterwerks geht hervor, dass das Werk in landestypischer Weise mit Ziegeln auf festen Boden errichtet worden war. Allerdings dürfte

[423] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 14.04.1777.
[424] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 17.05.1777.
[425] Ebenda.
[426] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 31.05.1777.
[427] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.
[428] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 04.11.1778.
[429] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 31.05.1777.
[430] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.
[431] *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpetererzeugung im burgenländisch-westungarischen Raum, 28.
[432] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.
[433] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 20.04.1778.

sich das Werk, ebenfalls zum Schutz vor Hochwässern auf einer Anhöhe befunden haben, wie aus der Josephinischen Landesaufnahme hervorgeht.[434]

Das Werk war Ende Juni 1778 aufgebaut und „die dazu erforderlichen geräthschaften sind in Monath Aug[ust] gänztlichen verfertiget, und hergestellet worde[en]“.[435] Noch im ersten Jahr waren 7 Zentner roher Salpeter hergestellt und weitere 30 Zentner in Aussicht gestellt worden. Ob es sich dabei um die weiter oben erwähnte Fuhre von knapp 30 Zentner handelt, kann in Ermangelung weiterer Rechnungsextrakte nicht eindeutig festgestellt werden. Nachdem aber der ausgestellte Pass zur Lieferung des Salpeters von 150 Zentner doppelt geläuterten Salpeters für Oktober 1778 auslief, wurde ein weiterer bis September 1779 beantragt der auf 180 Zentner aufgestockt wurde.[436] Bei der Beständigkeit der hohen Quantitäten, um die man mit den Freipässen ansuchte, kann allerdings angenommen werden, dass die Summen auch tatsächlich produziert wurden.

Auf Gesuch der Esterházy’schen Administration wurde der Freipass für die Pamhagener und Frauenkirchner Salpeterwerke 1779 auf die tatsächlich hergestellte Menge Salpeters von 200 Zentner erhöht.[437] Die vorliegende Untersuchung stützt sich im Speziellen auf jene Summen, die in den Jahren 1779 und 1780 hergestellt worden waren. Es liegen hierfür mehrere Ausfertigungen Gatkas vor, in welchen er die produzierten Mengen sorgfältig protokollierte. Tabelle 7.4 zeigt die Abschrift dieser Extrakte.[438] Die darin aufgelisteten Liefermengen an Salpeter bilden die Grundlage zur Berechnung des Nährstoffentzuges. Ab 1780 bis zum Tod des Salpetersieders 1782 verliert sich bedauerlicherweise die Spur der Salpetererzeugung.

[434] OeStA - Kartensammlung; BIXa527 col.V sect.X.
[435] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.
[436] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.
[437] *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpetererzeugung im burgenländisch-westungarischen Raum, 29.
[438] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 25 1780, ad. Nr. 1, 13.01.1781.

Tabelle 7.4: Überschlag zur Salpeterproduktion zwischen 1779 und 1780

| | Abgelieferter doppelt geläuterter Salniter | | Empfang | | Auß Gaab | | | | Summa der Auß Gaaben | | Über Abzug verbleibt an puren Nutzen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Dieser betraget á 28 1/2 fl.* | | Des Salitners lohn vom Zentner á 20 fl. | | Kauf, Salniterey Werkreparation und andere Unkosten | | | | | |
| | Zentner | Pfund | Gulden | Kreuzer | Gulden | Kreuzer | Gulden | Kreuzer | Gulden | Kreuzer | Gulden | Kreuzer |
| 1779 | | | | | | | | | | | | |
| (s.d.) | 202 | 88 | 5364 | 30 1/6 | 3527 | 53 | 1964 | 33 5/6 | 5491 | 86 10/12 | | |
| 1780 | | | | | | | | | | | | |
| August | 42 | 84 | 1220 | 93 1/3 | 856 | 80 | 4 | 95 | 861 | 75 | 314 | 58 2/6 |
| Oktober | 22 | 2 | 627 | 56 2/3 | 440 | 40 | 4 | 20 | 444 | 60 | | |
| Dezember | 23 | 3 | 656 | 35 | 460 | 60 | 38 | 8 1/3 | 498 | 68 1/3 | 157 | 66 2/3 |
| (gesamt) | 290 | 77 | 7769 | 15 1/6 | 5285 | 33 | 2011 | 57 1/6 | 7296 | 90 1/6 | 472 | 25 |

*Gulden

Quelle: BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 25 1780, ad. Nr. 1, 13.01.1781

### 7.5.3 Pflanzliche Produktion

Die Daten zur Produktion von pflanzlicher Biomasse aus dem Ackerland entstammen den Zehentregistern, die im Schriftgut der Acta Dominiorum der Esterházy'schen Herrschaft Frauenkirchen aufbewahrt wurden. Für Illmitz konnte daraus ein Mittelwert für die ackerbaulichen Erzeugnisse aus den Jahren 1762 bis 1765 veranschlagt werden. Für Pamhagen liegt ein Zehentregister aus dem Jahre 1779 vor. Für das gesamte 18. Jahrhundert findet sich in den Esterházy'schen Herrschaftsakten im BLA nur ein einziges Register dieser Art für die Herrschaft Frauenkirchen, welches obendrein genau für die Örtlichkeit und den Untersuchungszeitraum Bericht erstattet.

Für die Evaluierung des Viehbestandes Pamhagens und die Berechnung des Viehmistes wurde der Output an pflanzlicher Biomasse aus der Naturkolonie Grünland erhoben. Die Angaben entsprechen den durchschnittlichen Erträgnissen aus der Heumahd, welche in der Josephinischen Fassion festgehalten worden sind. Auf Grund des Quellenmangels konnte für Illmitz kein Datenmaterial für die Heuernte erhoben werden. Wie bereits erwähnt, werden daher sämtliche Methoden, die im Zusammenhang mit den Erhebungen zur Heuernte entwickelt wurden, also der Viehbestand und die Berechnungen des Viehmists, für Illmitz aus den Pamhagener Berechnungen übernommen.

Tabelle 7.5 fasst die Umrechnungswerte für die gängigen nordburgenländischen Maße und Gewichte[439] des 18. Jahrhunderts zusammen und gibt einen Überblick über den Stickstoff- und Trockenmassegehalt der pflanzlichen Biomasse[440].

Tabelle 7.5: - Maße, Gewichte und Inhaltsstoffe pflanzlicher Produkte für das Burgenland im 18. Jahrhundert

| | | Weizen | Roggen | Gerste | Hafer |
|---|---|---|---|---|---|
| Maße | | | | | |
| Garbe | in kg | 1,31 | 1,29 | 1,1 | 0,8 |
| Hektoliter | in kg | 77,3 | 66,3 | 61,5 | 35,8 |
| | | | | | |
| Gehaltswerte | | | | | |
| N-Gehalt Frucht | in ‰ | 21 | 18 | 16 | 19 |
| N-Gehalt Stroh | in ‰ | 4 | 5,6 | 6,4 | 5,6 |
| N-haltige Stoffe | in % | 3,1 | 3 | 3,4 | 3,6 |
| TM Frucht | in % | 86 | 85,70 | 86 | 87,10 |
| TM Stroh | in % | 85,70 | 85,70 | 85,70 | 86,20 |
| | | | | | |
| Verhätnis Korn zu Stroh | | 40,6:100 | 41,5:100 | 50,7:100 | 61,6:100 |
| | | | | | |
| | | Wiesenheu | Wiesengras | | |
| Gehaltswerte | | | | | |
| N-Gehalt | in ‰ | 15,5 | 5,8 | | |
| TM | in % | 87 | | | |

### 7.5.3.1 Ackerland - Getreide

Das Landschaftsbild in weiten Teilen Österreichs, Tschechien und auch in Ungarn ist von fulminanten Schlossbauten des Barock geprägt. Die Inbegriffe barocker Baukunst sind nicht nur thronende Zeitzeugen der Macht der Grundherren, sie versinnbildlichen den schier unüberbrückbaren Gegensatz zwischen der armen, von der Leibeigenschaft belasteten Mehrheit der Bevölkerung und dem herrschenden Adel.[441] Der Reichtum der Esterházy'schen

[439] *Harald Prickler*, Alte Getreidemaße im österreichisch-ungarischen Grenzraum, 418-444.
[440] *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth (Wien [9]1891) 304f, 454, 456; *Johann Nepomuk von Schwerz*, Anleitung zum practischen Ackerbau, Bd. 2 (Stuttgart/Tübingen 1825) 13, 16f, 17, 18f.
[441] *Karl Gutkas*, Probleme der Landwirtschaft zur Zeit Maria Theresias und Joseph II. In: *Helmut Feigl* (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut*

Herrschaft, der solch kostspielige Anlagen, wie das Jagdschloss Esterháza letztlich finanzierte (siehe Abb. 7.2), stammte aus dem Verkauf der landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Neben der Eigenwirtschaft, wie der Meierhöfe in der Frauenkirchner Herrschaft (jeweils in Frauenkirchen und Tadten), dem allodialen Grundbesitz sowie der Schäfereien und anderer vorindustrieller Betriebe und Gewerbe, wie den Salpetersiedereien, stammte die Mehrheit der Einnahmen aus den bäuerlichen Abgaben.[442]

Im Ungarn des 18. Jahrhunderts war das feudale Muster ausgeprägt. „Das Produktionssystem bestand in traditionellen feudalen Grundherrschaften, auf denen die Grundherren fast uneingeschränkte Befugnisse hatten und von ihren Untertanen Geldabgaben, Naturalien, Arbeit und Dienste nach eigenem Ermessen verlangen konnten.“[443] Unterschieden wurden die Naturalienabgaben agrarischer Erzeugnisse in eine Nona/Neuntel und den Zehent.

Das Neuntel ist Ausdruck grundherrschaftlicher Rechte, es gründet auf der Abgabepflicht der Bauern dem Grundherren gegenüber. Der Zehent ist als kirchliche Abgabe gedacht, dessen Funktion sich im Unterhalt des Klerus, der Instandhaltung von Sakralbauten und der Armenfürsorge erfüllt.

Ab dem 16. Jahrhundert wurde der Zehent als tausch- und kaufbare Rente an jedermann, der ihn erwerben konnte, von der Grundherrschaft verpachtet.[444]

Der Zehent verblieb speziell in der Herrschaft Frauenkirchen in den Händen des Esterházy’schen Dominiums. Bis 1700 wurde er in Geld abgelöst. Die Fürsten Esterházy behielten es sich bei der Errichtung der Herrschaft Frauenkirchen und mit der einsetzenden Konjunktur des Getreidebaus zu Beginn des 18. Jahrhunderts allerdings vor, die Zehent-Abgaben in Form von Naturalien einzufordern.[445] Die gesteigerte Getreideproduktion veranlasste schließlich die Esterházy'sche Herrschaft auch 1714 zur Einhebung des Naturalienneuntels, das zuvor, wie der Zehent, in Geld abgelöst werden konnte. Diese Änderung erfolgte sehr zum Leidwesen der Bauern, da die Differenz durch den Verkauf von

*für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 4.

[442] *Friedrich Haider-Kroiss*, Die Herrschaft Frauenkirchen im 18. Jahrhundert, 138; *Harald Prickler*, Die Grundherrschaft als wirtschaftliche Basis des Fürstenhauses Esterházy. In: *Johann Seedoch*, *Jakob Perschy*, *Harald Prickler* (Hg.), Die Fürsten Esterházy. Magnaten, Diplomaten & Mäzene (= *ABL Abteilung XII/2 Landesarciv und -bibliothek* (Hg.), BLF, Sonderband XVI (Eisenstadt 1995) 60-83.

[443] *Tünde Lengyelová*, Die Urbarregulierung Maria Theresias und ihr Einfluss auf das Leben in grundherrschaftlichen Städten in der Slowakei, 31.

[444] *Friedrich Haider-Kroiss*, Die Herrschaft Frauenkirchen im 18. Jahrhundert, 73.

[445] Ebenda, 75.

Getreide größere Summen abwarf, als die Herrschaft durch die Geldabgaben aus den Börsen der Bauern erlösen konnte.[446]

Mit den Verordnungen des Maria-Theresianischen Urbars wurde ein gesetzlicher Rahmen geschaffen, der die Abgabepflichten für die ackerbaulichen Erzeugnisse des fundus extravillanum regelte. Zu diesen Feudallasten zählen auch das Neuntel und der Zehent.

Mit der Einführung des Urbariums hatte man die Wahl der Entrichtungsart des Neuntel in die Hände der Bauern gelegt. Es war ihnen grundsätzlich freigestellt worden, den Verhältniswert in Naturalien abzugeben, oder die Erträgnisse im Vergütungswert zu entrichten, sofern es vor der Einfuhr des Urbariums keinen von der Herrschaft festgesetzten Gebrauch gab.[447]

Nach der Errichtung des Dominiums Frauenkirchen wurden der Zehent und bald darauf auch die Nona in Naturalien abgegolten. So wundert es kaum, dass im Urbarium der Gemeinde Pamhagen das Naturalienneuntel, wider des Wahlrechts der Untertanen die Abgaben zu vergüten, als die einzige Abgeltungsform angeführt wurde:

*"Von allen Erdgewächsen (ausgenommen derenjenigen, so in denen zum Hausgrund gehörigen Gärten gefächset werden,) desgleichen auch von denen im nämlichen Jahr erzeugten Lämmern, Kitzeln, und Bienenstöcken hat der Unterthan das Neuntl in Natura zu entrichten, welches jedoch von selben weder im Geld gefordert, weder auch auf eine andere Gattung erstreckt werden darf "*[448]

Für den Fall, dass es einem Untertanen gestattet war, das Neuntel zu vergüten, entsprach dessen Vergütungswert 12 Zugroboten, 24 Handroboten oder 4 Gulden, wobei die Entschließung hierfür in der Hand des Grundherren lag, der aus diesen drei Möglichkeiten frei wählen konnte.[449]

Gleiches galt im Übrigen für den Naturalienzehent. Zwar findet der Zehent als Kirchensteuer im Urbarium nicht explizit Erwähnung, doch wurde bestimmt, dass überall dort, wo es nicht Gebrauch war, den Zehent vor Einfuhr des Urbariums einzuheben, dieser auch in Zukunft nicht einzuheben sei. Die Esterházy'sche Herrschaft behielt sich vor, den Zehent selbst einzuheben. Dieser wurde nur von bestimmten Früchten (Weizen, Hafer, Korn, Gerste, Halbfrucht, Wein) und von Lämmern, Ziegen und Bienen abgefordert. Überall, wo ein weltlicher anstelle eines geistlichen Zehents eingehoben wurde, war dieser wie das Neuntel zu

[446] Ebenda, 76.
[447] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 36f.
[448] KAM, IV. B. 915.b. Urbéri Iratok Nr. 17, ad 323 1830.
[449] *Johann Mailáth*, Das ungrische Urbarialsystem, 40.

behandeln, wodurch auch hier für die Bauern die Möglichkeit entfiel, den Zehent zu vergüten.[450]

Die Angaben zum Zehent und zur Nona sind demnach für Illmitz und Pamhagen gleichwertig zu behandeln. Die Situation bei den Abgaben in Illmitz um 1766 ist nicht von jener in Pamhagen 1779 unterschieden, trotz der dazwischen liegenden Reformen durch das Urbarium. Auch ist das Verbot, die Nona und damit auch den weltlichen Zehent, in Geld und anderen Diensten zu vergüten, ein wichtiger Hinweis, um an Hand der Ernteregister die Getreideernte zu eruieren.

Die Bezeichnung Nona oder Neuntel ist etwas irreführend. Sie suggeriert ein Neuntel der gesamten Ernte, der Zehent hingegen ein Zehntel, oder den zehnten Teil des Fruchtertrags. Was für den Zehentbetrag seine Richtigkeit hat, galt allerdings nicht für das Neuntel. Die Nona ist der Neunte aus zehn Teilen und entspricht damit einem weiteren Zehentanteil. Insgesamt summieren sich die Abgaben an die Herrschaft zu 2/10 beziehungsweise 1/5 der gesamten eingebrachten Ernte.[451] In Tabelle 7.6 werden die entsprechenden Teile der Zehentregister für Pamhagen[452] (1762-1765 / 1779) und Illmitz[453] (1762-1765) präsentiert.

Die Angaben zur Nona und zum Zehent erfolgten in *Garben*. Bei der Ernte bündelten die Bauern und Schnitter die Strohfrucht (Stroh und Korn) zu so genannten Garben. Die Garben wurden dann über Kreuz gelegt. Je nach Ortschaft galt eine bestimmte Norm, wie viele Garben kreuzweise übereinander zu einem Getreidebund gehäuft wurden. Laut Prickler[454] wurden in Pamhagen und Illmitz etwa 15 Garben zu einem *Häufel* gelegt. Für das 18. Jahrhundert darf allerdings angenommen werden, dass diese Anzahl an jene angepasst wurde, welche auch in der Herrschaft Eisenstadt gängig war und 20 Garben pro Häufel zählte.[455]

[450] *Karl Homma*, Zur Entwicklung des Urbarialwesens im burgenländischen Raum, 379.
[451] *Karl-Peter Krauss*, Deutsche Auswanderer in Ungarn. Ansiedlung in der Herrschaft Bóly im 18. Jahrhundert. (= *IDGL* (Hg.), *Instituts für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde* (Hg.), Schriftenreihe des Instituts für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde 11, Stuttgart/Steiner 2003) 139.
[452] EAB, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 24 1779, Nr. 22; EAB, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 16 1765-1766, Nr. 24. 04.06.1766.
[453] EAB, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 16 1765-1766, Nr. 24. 04.06.1766.
[454] *Harald Prickler*, Alte Getreidemaße im österreichisch-ungarischen Grenzraum, 419.
[455] *Gerlinde Guszmann*, Studien zur Ortsgeschichte von Pamhagen, 155.

Tabelle 7.6: Ernteregister Pamhagens und Illmitz

| Pamhagen: | | Weizen | | Korn | | Gerste | | Hafer | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben |
| 1762 | Neuntel | 437 | 7 | 1214 | 18 | 217 | 9 | | |
| | Zehent | 417 | | 1072 | | 191 | | 14 | 1 |
| 1763 | Neuntel | 461 | 15 | 1313 | 12 | 346 | 15 | | |
| | Zehent | 407 | | 1159 | | 306 | | 15 | 14 |
| 1764 | Neuntel | 682 | 7 | 1331 | 5 | 320 | 5 | | |
| | Zehent | 610 | 2 | 1327 | 7 | 296 | 11 | | 10 |
| 1765 | Neuntel | 378 | 12 | 962 | 14 | 255 | 15 | | |
| | Zehent | 325 | | 489 | | 225 | | | 4 |
| 1779 | Neuntel | 624 | 18 | 916 | 18 | 156 | | | |
| | Zehent | 499 | 18 | 733 | 3 | 124 | 16 | | |

| Illmitz | | Weizen | | Korn | | Gerste | | Hafer | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben | Kreuz | Garben |
| 1762 | Neuntel | 562 | 6 | 995 | 9 | 87 | 16 | | |
| | Zehent | 469 | | 879 | | 76 | | | |
| 1763 | Neuntel | 463 | 17 | 923 | 3 | 96 | 3 | | |
| | Zehent | 407 | | 814 | | 85 | | | |
| 1764 | Neuntel | 840 | 9 | 1270 | 9 | 142 | 6 | | |
| | Zehent | 707 | 9 | 1024 | 6 | 120 | 7 | | |
| 1765 | Neuntel | 559 | 9 | 1245 | 18 | 129 | 17 | | |
| | Zehent | 492 | | 1099 | | 115 | | | |
| Ø 62-65 | Neuntel | 644 | 11 | 1178 | 10 | 121 | 11 | | |
| | Zehent | 551 | 5 | 1014 | 3 | 105 | 4 | | |

Ein Kreuz entspricht 20 Graben

Diese Erntepraxis, Getreidebündel *in stramine*, das heißt zu *Kreuz*, *Mandln*, oder auch *Schöberl/Schober* genannt, aufzutürmen, macht es schwierig, das exakte Frucht- beziehungsweise Strohgewicht zu kalkulieren.[456] Es ist dennoch möglich, die verschiedenen Angaben zum Kreuzgewicht der burgenländischen Getreidegarben in Kilogramm umzurechnen. Nachdem die Garben geschnitten und verführt wurden, musste man sie dreschen, um an die Früchte zu gelangen:

Aus den Aufzeichnungen der Batthyány'schen Herrschaft in der Gespanschaft Eisenburg (Komitat Vas) konnte das Druschgewicht der Getreidegarben in Gratzer Metzen ermittelt werden. Die Kleingliedrigkeit des westungarisch-burgenländischen Raumes spiegelt sich auch hier im Pluralismus der gängigen Getreide- und Gewichtmaße wieder. Während im nordburgenländischen Raum der Pressburger Metzen mit rund 62.39 Litern vorherrschte,

[456] *Harald Prickler*, Alte Getreidemaße im österreichisch-ungarischen Grenzraum, 418ff.

dominierte im südlichen Burgenland bzw. im westungarischen Raum der Grazer Metzen mit 79.0875 Liter für das kleine Maß und 83.186 Liter für das große Maß. [457]

Prickler führt das Druschgewicht von einem Schober (80 Garben) Weizen aus den Schüttkästen der Herrschaft Batthyány mit 1.64 Grazer Metzen an. Aus einem Schober Korn (Roggen) konnten 1.87 Metzen gedroschen werden. Die Angaben für Gerste und Haber (Hafer) sind in Ermangelung von Vergleichslisten ungenauer und mit jeweils 1.79 und 2.23 Grazer Metzen angeführt. Um auf das Fruchtgewicht der einzelnen Getreidearten zu schließen, bezieht sich Prickler auf die Ergebnisse einer ungarischen Untersuchung historischer Getreidegewichte. Im ungarischen Staatsarchiv wurden Getreidekörner einer Maria-Theresianischen Kommission aufgefunden, aus denen Rückschlüsse auf das Fruchtgewicht des Getreides im 18. Jahrhundert gezogen werden konnten. Ein Hektoliter Weizen wog demnach 77.3 kg (heute 65-85 kg), Korn 66.3 kg (heute 65-78 kg), Gerste, 61.5 kg (heute 58-72 kg) und Hafer 35.8 kg (heute 40-50 kg).[458]

Daraus schließt Prickler, dass sich die Fruchterträgnisse für eine Garbe Weizen mit 1.31 kg für Roggen mit 1.29 kg, für Gerste mit 1.1 kg und schließlich für Hafer mit 0.8 kg beziffern lassen.[459]

Geht man davon aus, dass das Neuntel und der Zehent ein Fünftel der Gesamternte umfassen, kann mit Hilfe der Umrechnungsschlüssel von Prickler das Fruchtgewicht der Getreideerträgnisse für Illmitz und Pamhagen erhoben werden. Gemessen am Gewicht der Trockenmasse entstammt der überwiegende Teil der pflanzlichen Biomasse aus der ackerbaulichen Produktion der Strohernte, die daher für eine Flächenbilanzierung notwendig ist.

Die Ableitung des Strohgewichts vom kalkulierten Fruchtgewicht der einzelnen Getreidearten erfolgt nach dem artspezifischen Verhältnis von Korn zu Stroh. Die Angaben hierfür wurden aus der historischen Literatur, möglichst nahe zur Zeitspanne der Untersuchung, entnommen. Hierfür boten sich mehrere Kameralisten an, die bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts empirische Daten zur pflanzenbaulichen Produktion lieferten. Im wesentlichen wurden die Angaben aus Johann Nepomuk von Schwerz herangezogen. Schwerz gibt einen Überblick zu verschiedensten Verhältnissen von Stroh und Korn und bezieht seine Angaben aus der wichtigsten agronomischen Literatur seiner Zeit, darunter wichtigen Vertretern wie Albrecht

[457] Ebenda, 425, 428f.
[458] Ebenda, 441.
[459] Ebenda, 443f. [Anm.: Prickler führt kein genaues Maß für den Grazer Metzen an. Rein rechnerisch dürfte er sich aber auf das größere Maß mit rund 83 Liter beziehen.]

Daniel Thaer oder Johann Burger[460]. Letzterer sticht speziell für den Habsburgischen Herrschaftsraum hervor. Aus den zahlreichen Angaben errechnet Schwerz Mittelwerte für das Verhältnis von Korn zu Stroh bei Weizen von 40,6:100, bei Roggen 41,5:100, bei Gerste 50,7:100 und bei Hafer von 61,6:100.[461]

Neben dem Frischgewicht des Getreideerträgnisses wurde schließlich die *Trockenmasse* [TM] der pflanzlichen Biomasse berechnet. Die verwendeten Daten für die TM der Körnerfrucht und des Strohs (beide ~86 %) stammen aus Hitschmanns Vademecum und wurden in Tabelle 7.5 weiter oben angeführt.[462]

Die Ergebnisse der Berechnung der pflanzlichen Produktion aus den in den Zehentregistern angeführten Mengen, inklusive einer Unterteilung in Stroh- und Korngewicht, werden für Pamhagen in Tabelle 7.7 und für Illmitz in Tabelle 7.8 angegeben. Nachdem angenommen werden kann, dass die Dreifelderwirtschaft die vorherrschende Wirtschaftsform war, beziehen sich die Ergebnisse auf die rekonstruierten Ackerflächen abzüglich der Brache.

[460] Siehe: *Johann Burger*, Lehrbuch der Landwirtschaft I. (Wien 1819); *Johann Burger*, Lehrbuch der Landwirtschaft II. (Wien 1821);
[461] *Johann Nepomuk von Schwerz*, Anleitung zum practischen Ackerbau, 13, 16f, 17, 18f.
[462] *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 454.

Tabelle 7.7: Erntedaten Pamagen

| Pamhagen | | | Ernte (Abgaben) | | Gesamternte (berechnet) | | | Gesamternte (kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Neuntel | Zehent | frisch | TM | | | |
| Weizen | Korn | in t | 16 | 13 | 147 | 127 | in kg | 253 | |
| | Stroh | in t | 40 | 32 | 363 | 311 | in kg | 622 | |
| Roggen | Korn | in t | 24 | 19 | 213 | 182 | in kg | 365 | |
| | Stroh | in t | 57 | 46 | 513 | 440 | in kg | 880 | |
| Gerste | Korn | in t | 3 | 3 | 31 | 27 | in kg | 53 | |
| | Stroh | in t | 7 | 5 | 61 | 52 | in kg | 104 | |
| Summe: | Korn | in t | 43 | 35 | 391 | 336 | in kg | 671 | |
| | Stroh | in t | 104 | 83 | 937 | 803 | in kg | 1.606 | |

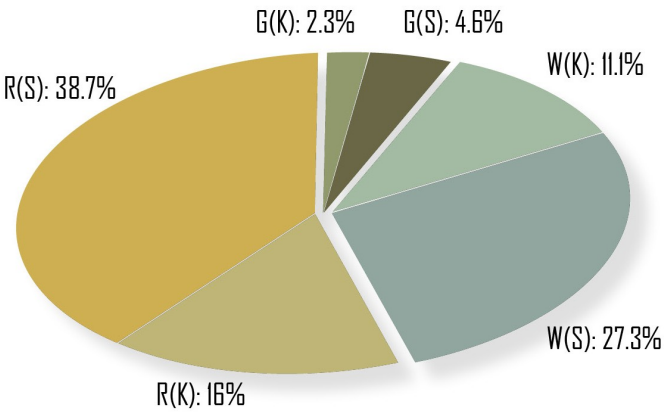
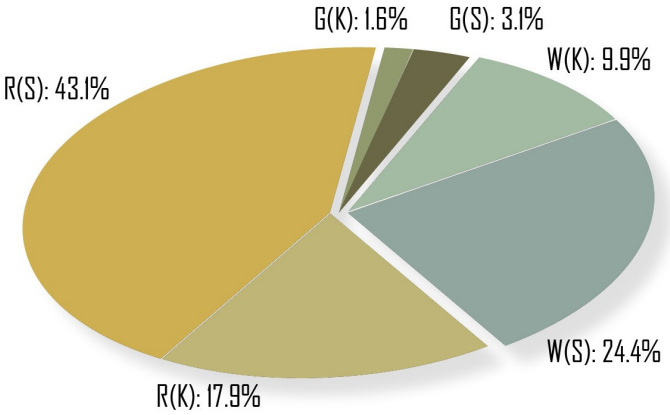



Tabelle 7.8: Erntedaten Illmitz

| Illmitz | | | Ernte (Abgaben) | | Ernte (berechnet) | | | Ernte (kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Neuntel | Zehent | frisch | TM | | | |
| Weizen | Korn | in t | 17 | 14 | 157 | 135 | in kg | 293 | |
| | Stroh | in t | 42 | 36 | 386 | 331 | in kg | 721 | |
| Roggen | Korn | in t | 30 | 26 | 283 | 242 | in kg | 528 | |
| | Stroh | in t | 73 | 63 | 681 | 584 | in kg | 1.273 | |
| Gerste | Korn | in t | 3 | 2 | 25 | 21 | in kg | 46 | |
| | Stroh | in t | 5 | 5 | 49 | 42 | in kg | 92 | |
| Summe: | Korn | in t | 50 | 43 | 464 | 398 | in kg | 867 | |
| | Stroh | in t | 120 | 103 | 1.116 | 957 | in kg | 2.086 | |



### 7.5.3.2 Grünland - Heu:

Der Ertrag an pflanzlicher Biomasse aus der Naturkolonie Grünland dient zur Ermittlung der Stallbilanz und des Viehbestandes von Pamhagen. Nachdem der Schwerpunkt der Analyse auf eine Flächenbilanz des Ackerlandes gelegt wurde, wurden die hier ermittelten Heuerträge vorausgesetzt. Der Entzug des Grünfutters durch die Weide auf den Hutweideflächen und den Brachflächen wurde geschätzt und zur Vervollständigung der Stallbilanzen angegeben. Insgesamt ist davon ausgegangen worden, dass trotz eines Nährstoffentzugs durch Weide und Mahd, die Nährstoffbilanz des Grünlandes durch dessen extensive Nutzung ausgeglichen war. Die Heumahd aus dem Hanság spielt eine zentrale Rolle für die Berechnung des Viehbestandes der Gemeinden und der Erhebung des N-Gehalts im Stallmist. In Ermangelung adäquaten Quellenmaterials konnte der Output aus dem Grünland nur für die Heumahd Pamhagens aus dem Josephinischen Fassions-Summarium entnommen werden. Es wurde angenommen, dass diese Werte mit der Heumahd 1779 übereinstimmen.

Tabelle 7.9: Heuernte Pamhagens 1789

| | Fläche | Ernte | | | Trockenmasse (TM) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Gutes Heu | Saures Heu | Grummet | Saures Heu |
| | ha | | Zentner | | kg/ha* |
| Wiesen (allodial) | 9,6 | 233,2 | | 116,6 | |
| Wiesen (urbarial) | 4123,9 | | 18073 | | 209,9 |
| Gärten (allodial) | 0,6 | 12,5 | | 43 | |
| Gärten (urbarial) | 7,0 | 89,4 | | 5,9 | |
| Hutweiden (allodial) | 1,4 | 4,8 | | | |
| Hutweiden (urbarial) | 339,5 | | 1189,9 | | 170,7 |
| Grünland (gesamt) | 4482,0 | 339,8 | 19262,9 | 165,4 | 206,1 |

Quelle: Josephinisches Fassions Summarium: KAG, IV.A 22, Nr. 15. (Pamhagen/Pomogy).

Zur Berechnung des Heuertrags um 1779 wurde der durchschnittliche Ertrag aus der Mahd der urbarialien Wiesen von 1789 mit rund 210 kg $ha^{-1}$ TM herangezogen. Vor dem Hintergrund der rekonstruierten Grünlandfläche des Hanság 1779 mit einem Umfang von 3927 ha ergibt sich daraus ein Heuertrag von rund 824 t TM.

Die Sumpf- und Feuchtwiesen des Hanság zählen pflanzensoziologisch zur Ordnung der *Molinietalia.* Wurden diese regelmäßig gemäht, entstand ein von Pfeifengras geprägter Vegetationstyp. Diese Pfeifengraswiesen taufte man wegen der geringen Futterqualität der Sauergräser (Seggen, Bimsen, Simsen) im Volksmund "saure Wiesen". Das saure Heu dieser

Wiesen fand vorwiegend als Einstreu Verwendung, was den Wiesen schließlich auch den Beinamen Streuwiesen bescherte.[463]

Auf Grund der unzureichenden Futtermittel kann davon ausgegangen werden, dass die Heuschneider und Bauern diese Gräser auch als Futtermittel verwendeten beziehungsweise ab dem 19. Jahrhundert nach Wien weiterverkauften. Die Arbeit gestaltete sich schwer und begann erst spät im Jahr. Ab Juni bevölkerten die Heubauern den Hanság und richteten sich dort häuslich ein. Wenn die Distanz zum Dorf und die Arbeitszeit es notwendig machten, errichteten sie aus dem geschnittenen Heu und Rohr längliche, zeltartige Hütten, *Csárda* genannt.[464] Die Arbeiter verbrachten bis September die Zeit in den Rohrwäldern. Ehe sie das Heu verladen und es abtransportieren konnten, wartete man zu, bis der "Waasen" gefroren war und so den Transport erleichterte.[465]

### 7.5.4 Viehbestand:

Die Evaluierung des Viehbestandes stellt neben der Rekonstruktion der Flächenstruktur und Ausdehnung der Naturkolonien methodisch eine große Herausforderung dar. Dies liegt vornehmlich an quellenkritischen Problemstellungen. In Analogie zu den Angaben der Landnutzung um 1779/80 spielt beim Viehbestand von Pamhagen die Dical-Konscription[466] eine Schlüsselrolle. Im Falle von Illmitz wurde wie bei der Landnutzung von 1766 die Conscriptio Possissionis[467] aus dem Esterházy'schen Familienarchiv herangezogen.

Die angeführten Materialien sind die einzigen Quellen für Informationen zum Viehbestand. Vor dem Hintergrund des oben dargestellten Wertes der Quellengattungen wäre es wünschenswert, Vergleichsmöglichkeiten mit weiteren Quellen zu erschließen, die Richtigkeit der Angaben kann daher nicht ausreichend quellenkritisch geprüft werden.

Grundsätzlich ist den Selbstbekenntnissen der Bauern mit Skepsis zu begegnen. Während eine Verfälschung der Ackerfläche im Zuge der Abschätzung durch die Kommissare des Urbariums gewissen Einschränkungen unterlag, blieb den Bauern bei beweglichem Gut wie dem Vieh, weitaus mehr Spielraum zur Verheimlichung der tatsächlichen Bestandsgrößen.

---

[463] *Manfred A. Fischer*, Überblick über Vegetation und Flora. In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (= *BLM* (Hg.), WAB 133, Eisenstadt 2010) 66.

[464] *A. Kornhuber*, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen“ (magyr. "Hanság"). In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 35 (Wien 1885) 626.

[465] *Hans Lunzer*, Änderungen der Produktion und der Arbeitsorganisation in der Landwirtschaft, 67.

[466] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848, Nr.: 122 1779-80.

[467] BLA, P 179 Urbarialschriften, Fasz. H, Nr. 14 Fasc. C Urb., fol. 175-189, 27.06.1766.

Aus den zeitgenössischen Kritiken an der Dical-Konscription können Angaben zum Viehbestand nicht validiert werden, da die Schätzungen zu ungenau sind. Sie schwanken zwischen dem Hinweis, dass von "300 Ochsen oder Kühe oder Pferde [...], kaum 50 in die Konscription hineinkommen"[468], und Grailichs Plädoyer[469], den Bestand einfach zu verdoppeln. Nichtsdestotrotz sind diese Reflexionen wichtige Zeugnisse dafür, dass der tatsächliche Viehbestand deutlich größer zu beziffern ist als die Angaben in den Quellen ausweisen.

Die Konscriptionen enthalten, bei aller Problematik ihres Quellenwertes, eine akribische Auflistung von verschiedenen Tiergattungen. Vor allem bei der Portensteuer wurde nach ökonomischen und ökologischen Aspekten (Alter, Sterilität, Laktation usw.) unterschieden. Durch diese differenzierten Schilderungen verfügen wir über einen breiten Fundus an Informationen zur frühneuzeitlichen Viehhaltung. Vor dem Hintergrund der landschaftsökologischen Kriterien können uns diese Informationen bei der Evaluierung eines potentiellen Viehbestandes behilflich sein.

Um angesichts der zeitgenössischen Reflexionen über die "unwahren Bekenntnisse" in der Dical-Konscription einen "wahren Viehbestand" zu veranschlagen, wurden zwei Methoden entwickelt. Dabei galt es festzustellen, wie hoch der maximale Viehbesatz bei den ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen der Viehherden und dem verfügbaren Land ausfallen könnte. Die Verdoppelung und Versechsfachung des Viehbestandes ist aus der Perspektive einer adäquaten Versorgung der Tiere mit pflanzlicher Biomasse unrealistisch. Die Plausibilisierung erfolgte anhand der beiden folgenden Fragen:

1. *Kann der Futterbedarf einer potentiellen Viehherde gedeckt werden? (Frage des Viehbestandes = Methode I)*
2. *Reicht die zu Grunde liegende Fläche für eine Beweidung dieser Herde aus? (Frage des Viehbesatzes =Methode II )*

Dabei wurde sowohl der ökologischen Kriterien als auch ökonomischer Aspekte gedacht. Diese Faktoren umfassen folgende Punkte:

- Das Futterangebot (Getreidestroh, saures Heu aus dem Hanság)
- Physiognomie (artspezifisches Tiergewicht und wo möglich der genaue Schlag bzw. die Rasse)
- Haltungsbedingungen bzw. Haltungsform (Winterweide, Stallhaltung usw.)

[468] *Gregor Berzeviczy*, II. Ueber den Zustand der Bauern in Ungarn. 199.
[469] *Andreas Grailich*, Wieselburger Gespanschaft. In: János Csaplovics (Hg.), Topographisch-statistisches Archiv des Königreichs Ungern, Bd. 2 (Wien 1821) 196.

Die beiden Rechenwege wurden miteinander verglichen, um so den maximal zu ernährenden *Viehbestand* zu eruieren und den maximalen *Viehbesatz* auf der Gemeindefläche abzuschätzen. Mit Hilfe dieser Überlegungen konnte der Ausgangswert der Dical-Konscription und der Conscriptio-Possessionis um den *Faktor 1,5* vervielfacht werden. Sofern die Bauern in ihren Selbstbekenntnissen den wahren Viehbesatz verschwiegen haben, dürften diese jedes dritte Tier verheimlicht haben. Auf Grund des beschränkten Quellenstandes für Illmitz konnte nur für Pamhagen ein maximaler Viehbesatz empirisch berechnet werden. Die Ergebnisse der Untersuchung Pamhagens wurden auf Illmitz übertragen.

*ad. Futterangebot:*

Der potentielle Viehbestand rekrutiert sich aus der jährlich für die Tierernährung eingebrachten Menge an Futter. Um welchen Faktor der maximale Viehbestand vom gemeldeten abweicht, läßt sich mittels des "Futterangebots" berechnen. Das verfügbare Futter beschränkt sich allerdings auf die mit der Winter- und der Sommer-Stallfütterung zugeführte pflanzliche Biomasse, Weideland ist nicht inkludiert.

Das Futter berechnet sich aus dem bei der Ernte eingefahrenen Getreidestroh und jenem geschnittenen, sauren Heu, das im Zuge der Mahd im Hanság während der trockeneren Monate geerntet werden konnte. Bei einem durchschnittlichen TM-Gehalt von rund 86 %[470] des Frischgewichts bei Weizen-, Roggen- und Gerstenstroh sowie für Grummet, und einen mittleren TM-Gehalt von saurem Heu bei 87 %[471] des Frischgewichts, waren in Pamhagen durchschnittlich 1.467 t $a^{-1}$ an TM für die Tierernährung verfügbar.

Diese Menge errechnet sich zum Einen auf Basis des in der Josephinischen Fassion angeführten, durchschnittlich geschnittenen Heus mit einer Menge von 824 t $a^{-1}$. 642 t $a^{-1}$ entstammen dem jährlich mit dem Getreide eingefahrenen Stroh, unter der Annahme, dass 20 % des Strohgewichts als Stoppeln und anderer Residuen am Acker verbleiben (Siehe Ergebnisse der Tabelle „pflanzliche Produktion“).[472]

Das von den Bauern aus den Naturkolonien Ackerland und Grünland entnommene Viehfutter bildet das Rückgrat der winterlichen und sommerlichen Stallfütterung. Mit anderen Worten stellt es jenes Repertoire an Futter dar, aus dem die Bauern schöpften, um zumindest die Ernährung jener Viehherde sicher zu stellen, die in der Dical-Konscription ausgewiesen ist.

[470] *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 454.
[471] Ebenda, 448.
[472] Eigene Berechnungen, siehe Tab. 7.7 und Tab. 7.9;

Der Zukauf von Futter kann ausgeschlossen werden. In einem Extrakt[473] vom 7. Oktober 1779 erfahren wir, dass die Ortschaft Pamhagen, nachdem das geschnittene Heu aus dem Hanság eingefahren wurde, der Herrschaft eine "Waasen Fuhr" im Umfang von 304,5 Zenter abliefern hatte können. Darüber hinaus konnten die Bauern des Seewinkels als Zuverdienst den Rohrschnitt und das Heu nach Wien verführen.[474] Aus einem möglichen Überschuss, der sich durch Vergleich des Futterbedarfs der angeführten Herde der Konskriptionen und dem Futtervorrat ergab, wurde schließlich ein potentiell ernährbarer Viehbestand veranschlagt.

*ad. Physiognomie und Haltung*

Um der Frage nachzugehen, ob das Nahrungsmittelangebot zur Deckung des angegeben Viehbestandes gereicht hat, beziehungsweise ob dieser um den oben angeführten Faktor von 1,5 multipliziert werden kann, ist ein genauer Kenntnisstand des Futterbedarfs der Viehherde und die Dauer der notwendigen Zufütterung notwendig.

Die Menge und die Dauer der Fütterung hängen ihrerseits sowohl von der Physiognomie der Tiere - Alter und Gewicht je nach Tiergattung - als auch von der jahreszeitlich alternierenden Haltungsform - Winter-Innenhaltung, Winter-Außenhaltung und Sommerweide - ab.[475]

Hitschmann bietet einen detaillierten Überblick über den Futterbedarf der einzelnen Tiergattungen, den er im Verhältnis zum Gewicht der Tiere definiert. Dieser Betrag an benötigtem Futter wird in ein Verhältnis zu 1.000 kg des Lebendgewichts eines Tieres gesetzt. Zudem passt Hitschmann den Futterbedarf ökonomischen Fragen an, das heißt, in wie weit die Tiere in die Tiererzeugung (Laktation, Wollproduktion) eingebunden sind oder ob diese physische Arbeit (Zugarbeiten) verrichten müssen und folglich einen erhöhten Bedarf haben. Nach den ökonomischen Parametern richtet sich der Nahrungsbedarf der Tiere, für den Hitschmann ein Spektrum zwischen minimalem und maximalem Futterbedarf angibt.[476] Die Form der Tierhaltung, die Tiernutzung und das Gewicht der Tiere sind die entscheidenden Faktoren für den Futterbedarf, an Hand derer die potentielle Viehherde berechnet wurde. Im folgenden Abschnitt wird gezeigt, wie diese ökonomischen und ökologischen Aspekte zur Berechnung des Viehbestandes aus der zeitgenössischen Literatur rekonstruiert wurden. Die Ergebnisse aus der Beurteilung zur Physiognomie (Tiergattung und Gewicht), der

[473] EAB, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 24, 1779, Nr. 389, 07.08.1779.

[474] *Gergely Krisztián Horvath*, Rahmen des bäuerlichen Handels im Wieselburger Komitat (Ungarn) in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Modell der Kommerzialisierung einer west-ungarischen Region. In: *Frank Konersmann*, *Klaus-Joachim*, *Lorenzen-Schmidt* (Hg.), Bauern als Händler. Ökonomische Diversifizierung und soziale Differenzierung bäuerlicher Agrarproduzenten (15.-19. Jahrhundert) (Stuttgart 2011) 164.

[475] *Karl Buchgraber*, *Anton Deutsch*, *Gerhard Ginsl*, Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung (Graz/Stuttgart 1994) 48-74.

[476] *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 442f.

Haltungsformen und deren jeweiliger Dauer werden in Tabelle 7.10 vorausgeschickt. Tabelle 7.11 fasst die Ergebnisse der Berechnungen zusammen:

Tabelle 7.10: Ökologische und ökonomische Aspekte der Tierhaltung

| | Ochsen | Kühe | Färsen 3 Jahre | Färsen 2 Jahre | Kälber 6. Monate | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Boves | Vaccae | Juvenci | Juvenci | Vituli | Setigeri | Oves | Equi et Equae |
| | Proprii | Muligibiles / Steriles | 3 Annorum | 2 Annorum | | | | Curiferi / Armentales |
| Lebendgewicht | 650 | 350 | 329 | 164,2 | 45,5 | 50 | 36 | 429 |
| GVE* | 1,3 | 0,7 | 0,66 | 0,33 | 0,09 | 0,1 | 0,07 | 0,86 |
| Stalltage | 91,25 | 91,25 | 91,25 | 91,25 | 91,25 | 203 | 203 | 203 |
| Weidetage | 273,75 | 273,75 | 273,75 | 273,75 | 273,75 | 162 | 162 | 162 |

* Eine Großvieheinheit (GVE) entspricht 500kg Lebendgewicht

Tabelle 7.11: Zahlen zur Viehhaltung in Pamhagen 1779 und Illmitz 1766

| Viehbestand Pamhagen | Ochsen | Kühe | Färsen 3 J. | Färsen 2 J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i. D. (Dical-Konscription) | 256 | 210 | 52 | 28 | 47 | 10 | 697 | 218 |
| berechnet | 384 | 315 | 78 | 42 | 70 | 15 | 1045 | 327 |

| Viehbestand Illmitz | Ochsen | Kühe | Färsen 3. Jahre | Färsen 2. Jahre | Kälber 6. Monate | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i. D. (Conscriptio)** | 268 | 215 | 106 | 57 | 96 | 175 | 1123 | 250 |
| berechnet | 402 | 322,5 | 158,5 | 85 | 143 | 262,5 | 1684,5 | 375 |

** Die Jungrinder und Zugtiere sind in der Conscriptio zusammengefasst worden. Die Differenzierung für den entsprechenden Tierbestand erfolgte gemäß der prozentuellen Aufteilung in der Dical-Konscription Pamhagens

Quellen: KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedőjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773-1848, Nr.: 122 1779-80; BLA, P 179 Urbarialschriften, Fasz. H, Nr. 14 Fasc. C Urb., fol. 175-189, 27.06.1766.

Die Physiognomie der Nutztiere in der Frühen Neuzeit unterscheidet sich grundlegend von der körperlichen Beschaffenheit rezenter Tierrassen. Züchtung, verbesserte Hygiene, eine proteinreiche Ernährung usw. haben zur Ausprägung des heutigen Erscheinungsbildes der Tiere geführt.[477] In der Terminologie der Wiener Schule der sozialen Ökologie werden die anthropogen bedingten Veränderungen an den Tieren als kolonisierende Eingriffe in lebende Systeme bezeichnet. Die Nutztiere und deren Stoffwechsel sind dermaßen von landwirtschaftlichen Praktiken beeinflusst, dass diese als gesellschaftliche Kolonien betrachtet und dem physischen Kompartiment der Gesellschaft zugerechnet werden können. Zu jenen Praktiken, die zur co-evolutionären Entwicklung der domestizierten Tiere beigetragen haben, zählt beispielsweise die ganzjährige Stallhaltung.

In der Beschreibung von Grailich erfahren wir, dass im Komitat Wieselburg die Innovationen beim Kartoffel- und Maisanbau erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts zunehmend Früchte zu tragen beginnen. Bei der Viehzucht herrschten 1813 nach wie vor alte Praktiken. So mangle es, um beim Pflanzenbau zu bleiben, am Kleefutteranbau, der der Milchviehwirtschaft zu neuen Höhen und einer gesteigerten Produktion verhelfen könnte.[478]

Der Mangel des Kleefutteranbaus ist nicht alleine mit einer Rückständigkeit der ungarischen Bauern zu erklären, vielmehr sind die klimatischen Standortbedingungen und die ungarischen Böden für den Rotkleeanbau ungeeignet.[479] Zur Mitte des 19. Jahrhunderts dominierte in der ungarischen Tiefebene der Luzernenanbau[480], der bis zum heutigen Tage einen wichtigen Faktor in der Gründüngung mit Stickstoff und als Futtermittel darstellt. Der Futtermittelanbau (Klee- und Hackfruchtanbau) ist allerdings auch als ein wichtiges Indiz einer ganzjährigen Stallhaltung zu interpretieren, dessen Mangel ein Anzeichen für extensive Weidewirtschaft. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurde diese intensive Haltungsform sehr stark propagiert, um einerseits eine Leistungsmaximierung bei der tierischen Produktion zu erreichen, andererseits um die Verfügbarkeit von Dünger, dessen Einsatz nicht weniger heftig propagiert wurde, zu steigern.[481]

---

[477] *Peter Dinzelbacher*, Mensch und Tier in der Geschichte Europas (= Körners Taschenbuchausgabe Bd. 342, Stuttgart 2000);

[478] *Andreas Grailich*, Wieselburger Gespanschaft, 196.

[479] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 233.

[480] Die Luzerne ist die bekannteste Futterpflanze in Trockenlagen und bringt auch in feuchteren Gebieten sehr hohe Erträge. Vgl.: *Karl Buchgraber*, *Anton Deutsch*, *Gerhard Ginsl*, Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung, 118.

[481] *Ernst Ignatz Gemberly*, Praktische Abhandlung von Anlegung, Verbesserung, und Vermehrung des bey der Landwirthschaft so nothwendigen Dunges, nebst einer neuen Erfindung, wie man den Abgang derselben sehr leicht ersetzen könne (Wien 1773); *Franz Ritter Edler von Heintl,* Die Landwirthschaft des Kaiserthumes, Bd. 1 (Wien 1808) 264.

Grailichs Kritik der Futtermittelproduktion folgt im Zusammenhang mit der Beschreibung der Tiergattungen. In seinem Artikel erhalten wir Auskunft über die körperliche Beschaffenheit der langgehörnten Ochsen, deren Statur er als hoch gewachsen und von weiß-grauer Zeichnung beschreibt. Ihre Milchleistung ist allerdings sehr niedrig.[482] Was Grailich hier beschreibt sind eindeutig ungarische Grau- oder Steppenrinder, die sich durch ihre extensive Haltungsweise ideal an die Heide- und Sumpflandschaft des Seewinkels anpassen konnten.[483]

Abbildung 7.6: Weidende Graurinder im Hanság



Quelle: BLM (Hg.) Naturjuwele im Burgenland, 21.

Grailichs Verweis auf einen mangelnden Futteranbau, der eine winterliche Stallfütterung implizieren würde, ist darüber hinaus ein weiterer Hinweis auf die ursprünglich extensiv gehaltenen Graurinder.

Vor dem landschaftsökologischen Wandel der mit dem Ende des 18. Jahrhunderts einsetzte, finden wir im Seewinkel und dem Haideboden eine ausgedehnte Pusztalandschaft.[484] In der alten Kulturlandschaft des Seewinkels, mit ihren Hutweideflächen und ausgedehnten pannonischen Trockenrasengesellschaften, sowie dem Feuchtgebiet des Hanság, charakterisiert durch die Feucht- und Sumpfwiesenvegetation, konnte höchstens einer

[482] *Andreas Grailich*, Versuch einer Beschreibung des Marktfleckens Zorndorf, 204.

[483] *Z. Wagenhoffer*, *F. Szabo*, *M. Mézes*, Livestock farming systems in Hungary with special emphasize on beef cattle production. In: *Annick Gibon*, *Stefan Mihina* (Hg.), Livestock Farming Systems in Central Europe and Easern Europe (= *European Association for Animal Production* (Hg.) European Association for Animal Production Technical Series, Bd. 3, Wageningen 2003) 85-104.

[484] *Helmut Grosina*, Aspekte des Beziehungsgefüge Mensch - Raum am Neusiedler See. In: *BLA* (Hg.), Burgenland in seiner pannonischen Umwelt, 120f; *Andreas Grailich*, Wieselburger Gespanschaft, 188f; Zum Landschaftswandel des Hanság allgemein siehe: *Markus Königsberg-Aulendorf*, Die Entwicklung der Landnutzung im Moorgebiet "Hansag" (nat. Dipl. Universität Bodenkultur Wien, Wien 1990).

*halbextensiven*[485] Viehzucht nachgegangen werden. Die extensive Weidewirtschaft beansprucht sehr große Weideflächen bei geringem Viehbesatz.[486]

Diese Form der Landnutzung ist darüber hinaus sehr typisch für die ungarische Tiefebene, in der die Bauern im Unterschied zur kleinteiligen Parzellierung der österreichischen Nachbarn ausgedehnte Weidegründe und Ackerflächen besaßen.[487] Die landschaftsökologischen Gegebenheiten der Puszta des Heidebodens/Seewinkels verdichten sich gemeinsam mit dem Mangel an Futterbau zur These, dass vorrangig extensive Freilandhaltung betrieben wurde.

Nachdem in der Dical-Konscription laktierende Kühe (*vaccae mulgibiles*) angeführt wurden, die Milchleistung der Kühe bei Grailich aber als ärmlich beschrieben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Bauern nicht nur über Ochsen, sondern auch über Kühe des ungarischen Schlags verfügten. Zucht und Fortpflanzung des ungarischen Rindes hielten sie vermutlich in ihren eigenen Händen. Ein Indiz hierfür sind die verschiedenen Altersangaben der Jungrinder. Für die Rinder kann angenommen werden, dass es sich um ungarische Steppen- oder Graurinder handelte, bei den Schweinen, Schafen und Pferden fehlen leider weitere Angaben.

Dieser Hintergrund ist allerdings für eine Einschätzung des Lebendgewichts der Tiere notwendig. Ein ungarisches Graurind brachte bereits in der Frühen Neuzeit ein ähnlich großes Gewicht auf die Waage wie es heutzutage die modernen Hochleistungsrassen erreichen. Die größeren, österreichischen Rassen (z.B.: Murbodner mit max. 500 bis 600 kg) erreichten nicht einmal gegen Ende des 19. Jahrhunderts vergleichbare Werte.[488] Für das Steppenrind wurden die Werte des „primitiven Schlags“ aus Bartosiewicz[489] übernommen, für Schweine die Angaben aus Beck[490], der ein Agrarökosystem Mitte des 18. Jahrhunderts untersucht, die

[485] *I. Korner*, *A. Traxler*, *T. Wrbka*, Vegetationsökologisches Beweidungsmonitoring Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel 1990-1998. In: *BFB* (Hg.), BFB-Bericht 88 (Illmitz 2000) 5.

[486] *M. Golze*, *J. Stefler*, Möglichkeiten und Grenzen der extensiven Weidewirtschaft mit landwirtschaftlichen Nutztieren. In: *Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.* (Hg.), Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. 49. Jahrestagung vom 25. bis 27 August 2005 in Bad Elster (= *Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft* (Hg.), Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Bd. 7, Dresden 2005) 13.

[487] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 7, 225; *Tamás Hofer*, Europäische Analogien der Entwicklung von Rinderzucht-Monokulturen in der Großen Ungarischen Tiefebene. In: *Vera Zimányi* (Hg.), Studien zur deutschen und ungarischen Wirtschaftsentwicklung (16.-20. Jahrhundert) (Budapest 1985) 90.

[488] *Franz Zopf*, Rinder des Oberen Donauthales in Ober- und Niederösterreich, Hft. 1 (= *K. K. Ackerbau-Ministerium* (Hg.), Die Oesterreichischen Rinder-Racen, Bd. 2, Wien 1881) 61.

[489] *László Bartosiewicz*, The Hungarian Grey Cattle: A Traditional European Breed. In: Animal Genetic Resources Information 21 (Cambridge 1997) 54.

[490] *Rainer Beck*, Unterfinning. Ländliche Welt vor Anbruch der Moderne (München 1993) 166.

Gewichtsangaben zu den Pferden stammen aus Sandgruber[491], jene für die Schafe aus Benecke[492]. In Tabelle 7.10 erfolgt eine Aufschlüsselung der verschiedenen Gewichtsklassen nach Tiergattungen aus der genannten Literatur. Die Angaben zu den Jungrindern und den Kälbern des ungarischen Schlags wurden nach Hoffmann[493] berechnet und leiten sich vom Gewicht der ausgewachsenen Mutterkühe ab. Nach Hoffman wiegen Kälber 27,70 %, Färsen im zweiten Lebensjahr 49,90 % und Färsen im dritten Jahr 94 % des Gewichts ausgewachsener Muttertiere.
Das Lebendgewicht der Tiere ist für weitere Berechnungen grundlegend. Das artspezifische Gewicht ist ausschlaggebend für den Futterbedarf eines Tieres. Der Futterbedarf der jeweiligen Tierrassen wurde unter der Zuhilfenahme des von Hitschmann angeführten Schlüssels berechnet.

Ziel der Untersuchung ist es, die potentielle Zahl an Vieh über die Abgleichung des entsprechenden Futterbedarfs mit dem tatsächlichen Futterangebot aus der landwirtschaftlichen Produktion über einen definierten Zeitraum von Stalltagen zu bestimmen. Diese Zeitspanne setzt sich aus den effektiven Stalltagen während der Winterhaltung und der Unterstellung des Viehs in den Ställen während der Weide zusammen. Hier gilt es aber nach den besonderen Ansprüchen der diversen Tiergattungen zu unterscheiden. Die robusten, verhältnismäßig großen Tiere der ungarischen Rasse, die von behaglicher Natur und starker Widerstandskraft sind, konnten in extensiver Weide gehalten werden. Diese Graurinder verbrachten den überwiegenden Teil ihres Lebens auf der Weide und konnten ohne Ställe im Freiland gehalten werden.[494]
Es ist anzunehmen, dass trotz der permanenten Außenhaltung dieser Tiere, eine Futterstelle errichtet wurde, die einen gewissen Schutz vor Hitze und Regen bot.[495] Diese Tretplätze

[491] Siehe Großvieheinheitenschlüssel: *Roman Sandgruber*, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918, 27; Vgl.: Eine Großvieheinheit = 300 kg: *Rudolf Maier*, *Andreas Geisler*, *Bettina Aigner*, *Wolfgang Punz*, Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck, 222.
[492] *Norbert Benecke*, Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung (Stuttgart 1994) 123f.
[493] *P. C. Hoffman*, Innovations in Dairy Replacement Heifer Management. In: 2007 Western Dairy Management Conference Proceedings (Reno 2007) 245.
[494] *V. Szente*, *G. Tarnavölgyi*, *Sz. Berke*, *O. Szigeti*, *Z. Szakály*, Organic production and nutrimarketing strategy of 'Hungaricums' of animal origin. In: *Malla Hovi*, *Micheal Walkenhorst*, *Susanne Padel* (Hg.), Systems development: quality and safety of organic livestock products. Proceedings of the 4th SAFO Workshop 17-19 March 2005, Frick, Switzerland (2005) 26.
[495] *Walter Achilles et. al.*, Ganzjährige Freilandhaltung von Fleischrindern. Baulich-technische Anforderungen an tier- und standortgerechte Verfahren (= *KTBL* (Hg.), KTBL-Schrift 409, Darmstadt 2002) 86f; *Andreas Weih*, Strategien für die Erhaltung der tiergebundenen Landnutzung in peripheren Regionen zur Pflege und Gestaltung wertvoller Kulturlandschaften. Perspektiven von Tierhaltung und Beweidung im Biosphärenreservat Rhön (gedr. nat. Diss. Universität Kassel, Kassel 2006) 151.

dienten sowohl im Winter als auch im Sommer als „nächtlicher Stall“, wobei davon ausgegangen werden kann, dass speziell im Winter stark zugefüttert wurde. Solche Tretplätze bedürfen einer hohen Menge an Einstreu, um den Tieren eine Liegefläche zu betten. Durch diese Praktiken sind diese Schauplätze der Tierhaltung ein idealer „Nährboden“ für salpeterreiche Erde, da die Böden nicht versiegelt waren und hohe Nitrat- und Ammoniumakkumulationen durch den Urin zu erwarten waren.[496] Die Tretplätze waren gleichzeitig Mist- und Liegeplätze, ähnlich einem Tiefstall. Es wurde angenommen, dass die Tiere nur 8 Stunden in der Nacht, ob Winter oder Sommer, an diesen Stellen verbrachten und tagsüber auf den Weiden grasten.[497] Sofern die Tiere täglich acht Stunden auf den Tretplätzen verbrachten, summierten sich diese rein rechnerisch zu 91,25 Stalltagen im Jahr auf.

Sowohl im Sommer als auch im Winter musste zugefüttert werden. Zur Berechnung der Futtermengen, die in diesem Zeitraum aufgebracht werden mussten, dient uns die theoretische Zahl an Stalltagen und der tägliche Bedarf an Futter (kg/d).

Anders als bei der ganzjährigen Freilandhaltung der Graurinder ergeben sich die Stalltage im Falle der Schweine, Schafe und Pferde aus den Stalltagen während der Winterhaltung und einem geschätzten Wert für die sommerlichen Stalltage während der Weide. Beim Kleinvieh kann von der winterlichen Stallhaltung ausgegangen werden. Pferde können allerdings auch im Freien gehalten werden. Hier ist allerdings der Hinweis *Curiferi* aus der Dical-Konscription zu beachten. Wertvolle Tiere dürften demzufolge eine Pflege erhalten haben, weshalb angenommen wurde, dass diese im Winter in Ställen gehalten wurden.

Für die Winter-Stallhaltung wurde den Empfehlungen Wiegands gemäß eine Haltungsdauer von 149 Tagen veranschlagt. Wiegand beschreibt, dass die Weidehaltung so früh als möglich im April beginnen solle. Bevor man aber das Rind auf die Felder treibt, empfiehlt Wiegand die Mäuler und Zungen der Tiere mit Salpeter zu reinigen.[498] Spätestens im Herbst, Ende November, sollte die Weide eingestellt und die Tiere in die Ställe getrieben werden. Der Wert für die Sommer-Stalltage berechnet sich ähnlich wie die Stalltage zu Nacht bei der Außenhaltung der Graurinder. Allerdings gelten als Rechengrundlage die Nächte während der Weide von April bis November, welche mit 54 Tagen kalkuliert wurden. Die so gewonnene Zahl an Stalltagen summiert sich mit den Winter-Stalltagen zu insgesamt 203 Tagen. Eine

[496] *A. Milimonka*, *G. Ebel*, *K. Richter*, Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffs unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv bewirtschafteten Schafweide. In: Pflanzenbauwissenschaften 5, Hft. 1 (2001) 1–6;

[497] *Robert S. Shiel*, Improving soil producitvity in pre-fertiliser era. In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity (Manchester 1991) 68.

[498] *Johann Wiegand*, Anleitung zu einem österreichischen Land- und Hauswirthschaftskalender (Wien 1779) 112, 364.

Übersicht zu den einzelnen Stalltagen unter Berücksichtigung der spezifischen Haltungsformen nach Tiergattungen wurde bereits in Tabelle 7.10 veranschlagt.

### 7.5.4.1 Methode I - Berechnung des Viehbestandes

Tabelle 7.12 zeigt die Rechenschritte zur Abschätzung des Viehbestandes an Hand der erhobenen Daten zum Futtermittelbedarf. In Abhängigkeit vom Lebendgewicht der Tiere wurde ein minimaler und ein maximaler Bedarf an Futter pro Tier (*cap.*) und Stalltag (*d.*), in Form der täglich zugeführten TM der pflanzlichen Biomasse berechnet. Die verfügbare TM wurde aus den Berechnungen zur Pflanzenproduktion entnommen (Siehe Tab 7.7 und 7.9). Multipliziert man den in der Dical-Konscription Pamhagens angeführten Viehbestand mit dem täglichen Futterbedarf der gesamten Herde und den jeweiligen Stalltagen zeigt sich, dass die durchschnittlich benötigte Menge (Mittelwert von min. und max. Bedarf) an TM von 970 t $a^{-1}$, weit unter der verfügbaren Menge von rund 1.467 t $a^{-1}$ TM liegt.

Ziel dieser Methode ist es, an Hand der verfügbaren TM pflanzlicher Biomasse den maximal zu ernährenden Viehbestand zu eruieren. Hierfür wurde eine 100%ige Versorgung des Viehs mit dem mittleren Bedarf der Herde an TM als Parameter definiert. Gleichzeitig müssen die minimalen Anforderungen einer Zufuhr stickstoffhältiger Bestandteile in der Nahrung sicherstellt sein. Dazu wurde analog zum Futterbedarf an TM der minimale Bedarf an stickstoffhaltigen Substanzen nach Hitschmann berechnet und mit dem Anteil stickstoffhältiger Substanzen in den ausgewählten Futtermitteln verglichen.[499] Die Werte für die stickstoffhaltigen Substanzen (z.B.: Proteine) sind in Tab. 7.5 angeführt.

Nimmt man den mittleren Futterbedarf als Maß für die potentielle Größe der Viehherde, so ergibt sich, dass eineinhalb mal soviele Tiere versorgt hätten werden können, als in der Quelle als Bestand angegeben wurde. Hierbei wurde nicht unter den verschiedenen Tierrassen unterschieden. Grailichs gab an, dass die Zahlen verdoppelt werden sollten, dies ist rein rechnerisch nicht wahrscheinlich. An einer anderen Stelle[500] weist er aber darauf hin, dass sich der Viehbestand in der Gemeinde Zurndorf wohl um mehr als ein Drittel vergrößern lässt, was rechnerisch durchaus möglich scheint.

[499] *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 442.
[500] *Andreas Grailich*, Versuch einer Beschreibung des Marktfleckens Zorndorf, 204.

Tabelle 7.12: Viehbestand - Methode I

| | | Ochsen | Kühe | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viehbestand Pamhagen | Stk. | 384,00 | 315,00 | 78,00 | 42,00 | 70,50 | 15,00 | 1045,50 | 327,00 |
| | in GVE | 499,20 | 220,50 | 51,32 | 13,79 | 6,41 | 1,50 | 75,28 | 280,57 |
| | | | | | | | | | |
| Futterbedarf | | | | | | | | | |
| min. TM-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 9,7 | 7 | 6,9 | 3,5 | 1 | 1 | 0,7 | 6,4 |
| max. TM-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 13,7 | 10,5 | 9,5 | 4,8 | 1,2 | 1,5 | 1 | 9,9 |
| Ø TM-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 11,7 | 8,8 | 8,2 | 4,1 | 1,1 | 1,3 | 0,8 | 8,2 |
| | | | | | | | | | |
| min. N-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,4 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,04 | 0,6 |
| max. N-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,6 | 1,12 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,06 | 1 |
| Ø N-Bedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,5 | 0,95 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,05 | 0,8 |

| Minimale Winterfütterung | | frisch | TM | TM in % | Stickstoff | N in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Futterbedarf | in t | 1355 | 1179 | 100,00% | 86 | 100,00% |
| Strohfutter (80% der Gesamternte): | in t | 803 | 642 | | 25 | |
| Heumahd | in t | 1062 | 824 | | 81 | |
| Futteranfall (gesamt) | in t | 1865 | 1467 | 124,37% | 105 | 121,71% |

| Durchschnittliche Winterfütterung | | frisch | TM | TM in % | Stickstoff | N in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Futterbedarf | in t | 1673 | 1456 | 100,00% | 112 | 100,00% |
| Strohfutter (80% der Gesamternte): | in t | 803 | 642 | | 25 | |
| Heumahd | in t | 1062 | 824 | | 81 | |
| Futteranfall (gesamt) | in t | 1627 | 1467 | 100,74% | 105 | 93,57% |

### 7.5.4.2 Methode II - Berechnung des Viehbesatzes

Um zu überprüfen, ob der Faktor 1,5, mit dem die Werte in der Dical-Konscription multipliziert werden müssen, um zu den wahrscheinlichen Viehbeständen zu gelangen, plausibel ist, wurde eine weitere Methode entwickelt. Anstelle einer Abwägung des Futterbedarfs der Tiere an Hand der Stallfütterung wurde über den Weg eines möglichen *Viehbesatzes* untersucht, wie viel Vieh das Grünland überhaupt ernähren konnte. Der tägliche Bedarf an Futter lässt sich über den Boden und dessen Bewuchs definieren. Um die adäquate, ganzjährige Ernährung eines Rindes ohne Zukauf von Tierfutter zu sichern, muss dem Tier täglich eine gewisse Fläche Weideland zugänglich sein. Dieses Verhältnis ist sowohl von der Tiergattung als auch von der Größe und Qualität der Weideflächen abhängig. Das Weideland ist besonders durch die naturräumlichen und pflanzensoziologischen Begebenheiten bestimmt. Als Beispiel: Für ein ungarisches Graurind, das extensiv gehalten wird und das gesamte Jahr auf der Weide verbringt, wären bspw. 5 Hektar bis 10 Hektar in Abhängigkeit der Futterqualität von Nöten.[501] Für die Abschätzung ist zu berücksichtigen, dass es sich um Steppenböden handelt, deren Trockenrasengesellschaften keineswegs mit gut gedüngt Fettwiesen, wie sie uns im österreichischen Grünland anzutreffen begegnen, zu vergleichen sind.

Mit der zweiten Methode wurde versucht, die *Viehbesatzdichte* zu berechnen. Der Viehbesatz ist per Definition die "betriebswirtschaftliche Kenngröße, die in GV $ha^{-1}$ ausdrückt, wie viele Großvieheinheiten GV = 500 kg Lebendgewicht je ha der gesamten Betriebsfläche gehalten werden."[502] Die Viehbesatzdichte wird in dieser Arbeit als jene Zahl definiert, die uns Auskunft über die maximale Anzahl an Vieh gibt, welche auf einer bestimmten Fläche (in Hektar) weiden und das ganze Jahr über versorgt werden kann.
Da die Physiognomie der Tiere von Individuum zu Individuum differieren kann, wird als ein einheitliches Maß für die Anzahl an Tieren die *Großvieheinheit* [GVE] verwendet. Eine Großvieheinheit entspricht prinzipiell 500kg Lebendgewicht. In Tabelle 7.10 erfolgte eine Aufzählung der Individuen verschiedener Tierrassen und ihrer Umrechnung in GVE. Auf Grund der Abweichungen des Lebendgewichts in der Frühen Neuzeit wurde kein eigener

[501] *V. Szente*, *G. Tarnavölgyi*, *Sz. Berke*, *O. Szigeti*, *Z. Szakály*, Organic production and nutrimarketing strategy of 'Hungaricums' of animal origin, 26.
[502] *Erich Geßl*, Das Grünland (Graz/Stuttgart 1985) 45.

spezieller GVE-Schlüssel, wie ihn beispielsweise Sandgruber bestimmt, veranschlagt. Eine Großvieheinheit sämtlicher Tierrassen entspricht also 500kg.
Im Regelfall bedarf eine GVE im Mittel bei der Sommer- und Winterfütterungsperiode 40-45 dt. TM im Jahr. Im Schnitt produzieren die Dauergrünlandflächen Österreichs 45 bis 80 dt. TM jährlich, was einem Viehbesatz 1,0 bis 1,8 GVE $ha^{-1}$ gleichkommt.
Die flächenbezogene Viehwirtschaft ist von der Beschaffenheit des Grünlandes und vom Bewirtschaftungsniveau geprägt. In den Berglagen schwankt deswegen der Viehbesatz zwischen 0,5 und 1,2 GVE $ha^{-1}$. In den günstigeren Tallagen mit höheren Ertragslagen liegt dieses Verhältnis zwischen 1,0 und 1,8 GVE $ha^{-1}$.[503]

Das Grünland in Pamhagen umfasst die Hutweiden, die Brache und die Sumpfwiesen des Hanság. Steht dem berechneten Viehbestand Pamhagens (in GVE) genügend Weideland zur Verfügung, um diesen vollständig über das ganze Jahr zu versorgen? Als Bewertungsgrundlage wurde festgesetzt, dass, gemäß der oben geschilderten Varianz des Viehbesatzes zwischen 0,5 und 1,8 GVE $ha^{-1}$, eine GVE mindestens einen Hektar Dauergrünland im Jahr benötigt.
Die Bewertung des Dauergrünlandes ist allerdings der wesentliche Schlüssel für die Beurteilung des Viehbesatzes, da das ausgewiesene Weideland keineswegs eine so hohe Besatzdichte ernähren konnte.
Der überwiegende Teil des Grünlandes in Pamhagen zählt zu den Feucht- und Sumpfwiesen des Hanság. Diese Flächen konnten höchstens mit einem Viehbesatz von 0,2 GVE $ha^{-1}$ beweidet werden. Dies entspricht in etwa jenem Verhältnis, das für extensiven Viehbesatz der Graurinder bei niedrigen Ertragslagen in Steppenregionen angegeben wird.[504]
Ein dichterer Viehbesatz im Hanság ist ausgeschlossen. Diese Annahme beruht auf rezenten Untersuchungen im Zuge des vegetationsökologischen Beweidungsmonitorings in Illmitz. Der überwiegende Teil der Versuchsflächen (Sumpfwiesen bis hin zu schilfreichen Zickgraswiesen) wurde mit einer Viehbesatzstärke von 0,2 bis 0,3 GVE $ha^{-1}$ betrieben.[505]
Darüber hinaus erhalten wir aus den historischen Quellen ein recht klares Bild über die Gesundheit der Tiere und die Qualität des sumpfigen Weidelandes:
*"Wegen der eher schwierigen Bebauung dieser Stelle haben die Bewohner viele Zugtiere, [doch] die schwächliche Natur ebendieser erfordert es [einerseits], sie zu behüten, und [andererseits] sind sie*

[503] *Buchgraber Karl*, *Anton Deutsch*, *Gerhard Gindl*, Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung, 46f.
[504] Angenommen ein Graurind des modernen Schlags entspricht 2 GVE und Bedarf zwischen 5 und 10 ha.
[505] *I. Korner*, *A. Traxler*, *T. Wrbka*, Vegetationsökologisches Beweidungsmonitoring Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel 1990-1998, 7f.

*dazu gezwungen, sie mit so großer Unannehmlichkeit aufzuziehen, dass wegen dieser schlechten Beschaffenheit des Weidelandes jeder Einzelne der Einwohner, seien es [seine] Pferde, seien es [seine] Rinder, zum Röhricht essen antreiben, und an derselben Stelle weiden lassen muss, oder den Ertrag von den [angelegten] Feldern so anstelle der Zugtiere, wie auch des anderen Viehs, von Tag zu Tag mit Hilfe eines kleinen Bootes über das Wasser bringen, und die Spitzen des Schilfs in einer so großen Anzahl, damit das Vieh nicht an Hunger zu Grunde geht, oben abschneiden muss;"* [506]

Ein Gutteil der Weiden in Pamhagen waren als Gemeinschaftswiesen bewirtschaftet. Auf Grund des Flurzwangs, der in der Dreifelderwirtschaft gang und gäbe war, kann auch die Brache zu dieser Hutweide gezählt werden. Aus dem ÖPUL-Maßnahmenkatalog kann entnommen werden, dass eine Hutweide, wie sie bei den Trockenrasengesellschaft im Seewinkel gängig ist, mit einem Viehbesatz von 0,6 GVE $ha^{-1}$ belegt werden kann.[507]
Durch konstanten Weidedruck stellt sich auf der Hutweide ein dichter Rasenbewuchs ein. Dessen Widerstandsfähigkeit wird durch Ausläufer treibende, ausdauernde Gräser bewerkstelligt. Die Vegetationsdecke der Brache, mit den typischen auf einer Segetalflur (Ackerbbrache) auftretenden Lebensformen, kann den Weidedruck weniger standhalten, als die betrittresistenten und dem Weidedruck eher resistenten Lebensformen einer Hutweide. Für die Brache wurde daher der Weidedruck auf die Viehbesatzstärke der naturnahen Flächen des Hanság mit 0,2 GVE $ha^{-1}$ beschränkt.[508]

Aus der Einschätzung der Ertragslagen des Grünlandes folgt, dass die Feucht- und Sumpfwiesen des Hanság mit einer Fläche von 3.927 Hektar und einem maximalen Viehbesatz von 0,2 GVE $ha^{-1}$ etwa 785 ha Dauergrünland entsprechen.

Tabelle 7.13: Viehbestand - Methode II

| | in ha | GVE/LN* | Viehbesatz |
|---|---|---|---|
| Brache | 291,57 | 0,2 | 58,31 |
| Gemeindewiesen | 293,49 | 0,6 | 176,10 |
| Gemeindewiesen | 250,33 | 0,6 | 150,20 |
| Hutweide | 3926,65 | 0,2 | 785,33 |
| Weidefläche gesamt: | 4762,04 | | 1169,94 |
| | | | |
| Viehbestand: | | in GVE | 1148,57 |

*LN = landwirtschafltiche Nutzfläche

[506] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1773.
[507] *BLFUW* (Hg.), ÖPUL 2000. Sonderrichtlinie für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft. Zl. 25.014/37-II/B8/00. 23.
[508] *Heinz Ellenberg*, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (Stuttgart [5]1996) 870-873.

Die Hutweiden und die Brachflächen, mit einem Viehbesatz von 0,6 GVE $ha^{-1}$ und 0,2 GVE/ha, sind bei einer Ausdehnung von 835 ha mit 385 ha Dauergrünland gleichzusetzen. Somit steht einer Viehherde von rund 1.149 GVE 1.170 ha Weideland zu Verfügung. Bei einem veranschlagten Viehbesatz von mindesten einer GVE $ha^{-1}$ ist bei einer Korrektur des Viehbestandes vom Ausgangswert um den Faktor 1,5 genügend Weideland vorhanden.

### 7.5.5 Tierische Abfälle:

Trotz aller widrigen Umstände, die den Menschen in Illmitz und Pamhagen durch ein Leben am Wasser aufgebürdet war, verstanden sie es, die Viehzucht zur Blüte zu bringen. Ungeachtet des kärglichen Nahrungsangebots, das der Hanság bot, standen zumindest jeder Familie mehrere Rinder, Schafe und einige Schweine und Pferde zur Verrichtung der Zug- und Spannarbeit sowie der Eigenversorgung mit Fleisch, Milch, Wolle und vielen anderen tierischen Produkten zur Verfügung. Nebst den tierischen Erzeugnissen warf eine solch beträchtliche Anzahl an Vieh eine große Menge an wirtschaftseigenem Dünger ab, welcher in der ungarischen Landwirtschaft, der es am Klee- und Leguminosenanbau mangelte, den potentiell größten Fundus an Stickstoffdünger darstellte.
Der Mist wird für die folgenden Berechnungen in drei Kategorien unterteilt, in Frischmist, Stallmist und Rottemist. Der Frischmist umfasst laut Definition[509] die stallfallenden Exkremente (Kot und Urin) des Viehs, die mit der Einstreu aus Stroh und anderem flüssigkeitsabsorbierenden Material vermengt werden. Entweder lagert der zu dicken Dungmatratzen[510] festgetretene Mist auf den Stallböden und wird von dort gelegentlich zu Mist- und Dunggruben geführt oder er wird von den Bauern zu Miststapeln oder Misthaufen aufgetürmt.[511] Frischmist ist der noch junge, frische und mit Einstreu vermengte Stallmist, der reich an Ammonium (Harnstoff) und frischen organischen N-Verbindungen (Eiweißen) ist. Bereits in diesem Stadium treten erste Verluste durch die Ausgasung von $NH_3$ auf. Für eine bessere Übersichtlichkeit bei den diversen Rechenschritten beschränkt sich in dieser Arbeit der Begriff Frischmist [FM] alleine auf die Summe der frischen tierischen Ausscheidungen (Kot und Harn). Erst mit der Einstreu vermengt sprechen wir vom Fest- oder Stallmist [SM].

[509] *Karl Beinert*, Der wirtschaftseigene Dünger. Seine Gewinnung, Behandlung und Verwertung. Sechste, neubearbeitet Auflage von Prof. Dr. W. Sauerlandt (Berlin 1951) 12.
[510] *D. Johann Georg Krünitz*, *Friedrich Jakob Floerken*, *Heinrich Gustav Flörke* (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, Bd. 169, Siehe Stall: 169-170.
[511] *Johann Wilhelm Joseph Weissenbruch*, Das Ganze der Landwirthschaft, 67ff; (Anm.: siehe Kapitel 4).

Der Rottemist [RM] beschreibt jenen Stallmist, der bereits seit geraumer Zeit den Umsetzungs- und Mineralisationsprozessen (Rotte) unterliegt und sich daher durch eine fortgeschrittene mikrobielle Tätigkeit auszeichnet. Die organische Substanz ist in diesem Stadium bereits Zersetzungs- und Umsetzungsprozessen ausgesetzt, was sich auch an hoher Hitzentwicklung zeigt.[512] Infolge der Rotte wird ein großer Teil der Nährstoffe mineralisiert, zum Beispiel der Org.-N zu $NO_3^-$, gleichzeitig aber können bei einer schlechten Lagerung, das heißt, durch einen mangelnden Schutz vor Hitze und Regen, große Mengen an $NH_3$ durch die Ausgasung dem Rottemist verloren gehen. Nachdem der Rottemist einige Wochen bis Monate der Zersetzung und Umsetzung unterworfen lag, bildet er trotz aller Verluste ein reiches Lager an Nitraten, die sowohl von der Landwirtschaft als auch von den Salpetersiedern genutzt werden konnten.

Lässt man die Salpeterwirtschaft an dieser Stelle außer Acht, treten nach den Stall- und Lagerverlusten zusätzlich noch Ausbringungsverlust auf. In Summe umfassen die Defizite durchschnittlich mehr als die Hälfte des gesamten Stickstoffs des Ausgangsmaterials.[513] Die Verluste wurden allesamt als Ausgasungsverluste deklariert und der besseren Übersicht halber als gesellschaftlicher Output an die Natur im Punkt N-Ausgasung inkludiert. Der verbliebene Mist wurde in dieser Arbeit als Wirtschaftsdünger bezeichnet, dessen potentieller Nitratgehalt durch Abzug sämtlicher Stickstoffverluste vom RM berechnet wurde.

Die Erhebung der Daten beschränkt sich auf den Frischmistanfall, respektive den Festmistanfall, und die Berechnung des potentiellen N-Gehalts der beiden. Eine Abschätzung des N-Gehalts des Rottemistes nach Abzug aller Verluste infolge der Lagerung und Ausbringung desselben und dessen Wirksamkeit als Wirtschaftsdünger im Jahr der Anwendung und in den drei Folgejahren (Zyklus der Dreifelderwirtschaft!) werden unter den Punkten $N_{Rotte}$ und $N_{Wirtschaftsdünger}$ vorgestellt.

### 7.5.5.1 Anfall tierischer Ausscheidungen

Um den Stallmistanfall abschätzen zu können, wurde eine Reihe jener Daten in die Berechnungen miteinbezogen, die bereits im Kapitel 7.5.4 präsentiert wurden. Dazu zählen die Angaben zum Viehbestand der Gemeinden (Tab. 7.11), ebenso das Lebendgewicht der einzelnen Tiergattungen (sowie der daraus kalkulierte GVE-Schlüssel) und die Anzahl der Stall- und Weidetage (Tab. 7.10). Die Ergebnisse wurden in Tabelle 7.14 zusammengefasst.

[512] *Hans Jürgen Kutzner*, Microbiology of Composting, 37ff.
[513] Vgl.: *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.) Stickstoff, 34.

Die täglich beziehungsweise jährlich anfallenden Mengen an tierischen Exkrementen (*in kg*) wurden auf der Basis von Literaturdaten berechnet. In Abhängigkeit vom Lebendgewicht des jeweiligen Nutztieres fällt täglich proportional zum Gewicht eine bestimmte Menge an Kot und Harn an (*% Lebendgewicht*).[514]

Zu dem ausgeschiedenen Frischmist muss in der Regel den Tieren ein gewisses Quantum an Einstreu (*in kg*) als Liegefläche und zum Aufsaugen des Urins gebettet werden. Die Menge der notwendigen Einstreu wurde ebenfalls auf der Basis von Angaben aus der Literatur geschätzt. In der Regel orientieren sich die Richtlinien für eine adäquate Menge Einstreu am Lebendgewicht der Tiere und werden standardmäßig in *kg/GVE* angegeben. Diese der Literatur entstammenden Werte beziehen sich auf die Stallhaltung und werden mit 4 kg/GVE Einstreu angegeben.[515] Die winterliche Außenhaltung des Steppenrindes erforderte hingegen beträchtliche Mengen an Stroh zur Bettung der Tiere die mit Summen zwischen 6 und 15 kg/GVE zu Buche schlagen.[516]

Die täglich ausgebrachte Menge an Einstreu und das täglich anfallende Frischgewicht an Exkrementen ergeben gemeinsam den Fest- oder Stallmist [SM]. Um schlussendlich eine Einschätzung über den jährlich anfallenden Stallmist geben zu können, der sowohl als Wirtschafsdünger auf die Felder gebracht werden konnte, als auch den Salpetersiedern als Quelle des Nitrats diente, muss beachtet werden, dass nur jener Mist für die Gesellschaft von Nutzen ist, der ihr auch direkt zur Verfügung steht. Daher wird nur jener Mist gezählt, der von den Bauern und von den Salpetersiedern gleichermaßen, ohne großen Arbeitsaufwand, gesammelt und verlustschonend gelagert werden konnte. Dies umfasst aber nur einen gewissen Prozentsatz des jährlich anfallenden Stallmistes, der sich wie der Name schon sagt, auf die Stallungen, Tretplätze und Unterstellungen der Nutztiere konzentriert. Der SM, oder auch stallfallende Mist, bildet den Saldo der Stallbilanz. Nach Abzug der gasförmigen Verluste stellt der verbliebene N-Gehalt des Rottemistes jenes so wichtige Lager dar, das der Salpetererzeugung und der landwirtschaftlichen Düngung gleichermaßen als Grundlage diente.

Der im Grünland anfallende FM stellt einen wichtigen Teilprozess des N-Kreislaufes der Naturkolonie Grünland dar. Die Flächenbilanzen der Grünflächen konnten im Zuge dieser

[514] Für Rinder und Schweine siehe: *Heinz Vetter*, *Günter Steffens*, Wirtschaftseigene Düngung. Umweltschonend - bodenpflegend - wirtschaftlich (München 1986) 13f; Für Pferde und Schafe kalkuliert nach: *BMLF* (Hg.), Wirtschaftsdünger. Richtige Gewinnung und Anwendung, tiergerecht, wirksam, wirtschaftlich, qualitätsbewusst, bodenschonend, umweltfreundlich. In: Sonderausgabe der Zeitschrift "Förderungsdienst" (Wien 1991) Tabelle 4, 56.

[515] *Heinz Vetter*, *Günter Steffens*, Wirtschaftseigene Düngung, 122; *BMLF* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 44.

[516] *Walter Achilles et. al.*, Ganzjährige Freilandhaltung von Fleischrindern, 86f.

Arbeit nicht näher berücksichtigt werden. Alleine der Input der Naturkolonie Grünland in den Landwirtschaftssektor (Stallbilanz) wurde in dieser Untersuchung berechnet.

Bei der Berechnung des Frischmistanfalls ist daher lediglich der stallfallende Mist von Relevanz, der sich während der Haltung im Winter bzw. bei der nächtlichen und winterlichen Stallhaltung angesammelt hatte. Auch an dieser Stelle musste die spezielle Haltungsform der Steppenrinder berücksichtigt und die hypothetischen Stalltage während der Wintermonate mit eingeschlossen werden. In Summe ergeben sich die jährlichen Mengen SM (*in kg*) aus den täglich anfallenden FM und der Einstreu, die mit der Zahl an Stalltagen (inkl. Nachthaltung bei Sommer- und Winterweide) multipliziert werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.14 festgehalten:

Tabelle 7.14: Mistanfall

| | | Ochsen | Kühe | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lebendgewicht | in kg | 650 | 350 | 329 | 164 | 45,5 | 50 | 36 | 429 |
| Ausscheidungen nach mittleren Tiergewicht | in % | 9,10% | 6,70% | 6,30% | 9,40% | 10,80% | 6,30% | 7,00% | 4,38% |
| Täglicher FM | in kg | 59,15 | 23,45 | 20,73 | 15,43 | 4,91 | 3,15 | 2,52 | 18,81 |
| Jährliches Mittel* | in kg | 5397,44 | 2139,81 | 1891,34 | 1408,18 | 448,16 | 639,45 | 511,56 | 3817,51 |
| Einstreubedarf $d^{-1}$ | in kg | 13,65 | 7,35 | 6,91 | 3,45 | 0,95 | 0,60 | 0,29 | 4,00 |
| Jährliches Mittel* | in kg | 1245,56 | 670,69 | 630,45 | 314,59 | 87,14 | 121,80 | 58,46 | 812,00 |
| Täglicher SM | in kg | 72,80 | 30,80 | 27,64 | 18,88 | 5,87 | 3,75 | 2,81 | 22,81 |
| Jährliches Mittel* | in kg | 6643,00 | 2810,50 | 2521,79 | 1722,77 | 535,30 | 761,25 | 570,02 | 4629,51 |

*Das jährliche Mittel ist durch die Anzahl der Stalltage bestimmt. Siehe Tab.: 7.10

### 7.5.5.2 Inhaltsstoffe tierischer Ausscheidungen

Stallmist stellt ein heterogenes Gemisch aus Einstreu, Kot und Harn dar. Diese Zusammensetzung der verschiedenen Elemente ist artspezifisch und variabel, sodass der N-Gehalt des Frischmistes sogar von Tier zu Tier stark schwanken kann.[517]

Bei der Zusammensetzung des Kot und Harngemisches können die Stickstoffanteile des Ausgangsmaterials, das heißt des Futters, die Basis des N-Gehalts der Ausscheidungen ausmachen. Die Berechnung des potentiellen N-Gehalts ist daher schwierig, sie sollte sich nach dem N-Gehalt des aufgenommen Futters richten. Darüber hinaus sind die

[517] Für einen Überblick zu den verschiedenen Gehaltsstoffen, siehe: *Heinz Vetter*, *Günter Steffens*, Wirtschaftseigene Düngung, 13f, 18f.

Stickstoffanteile der Exkremente nicht alleine vom Futter abhängig, eine Vielzahl an Parametern spielt dabei ein Rolle. Dazu zählen beispielsweise das Gewicht und die Haltungsformen der Herbivoren sowie das artspezifische Verhältnis der Komponenten Kot und Harn.
Unter Berücksichtigung der heterogenen Zusammensetzung des Stallmistes (Kot und Harn) sowie unter Einbeziehung der genannten Parameter - Ernährung, Physiologie, Haltungsform - wurden zwei Berechnungsmethoden entwickelt, die den historischen Verhältnissen der lokalen Viehzucht gerecht werden. Nachdem sowohl die Zusammensetzung des Grünfutters und des Strohs, als auch die Größe und Beschaffenheit der Nutztiere in der Frühen Neuzeit stark von den heutigen Zuständen abweichen, wurde mit Hilfe dieses Ansatzes versucht, möglichst nahe an die frühneuzeitlichen Gegebenheiten heranzurücken. Die Literaturwerte[518] des BMLF wurden abschließend zur Korrektur der berechneten Werte herangezogen.

Der erste Rechenschritt berücksichtigt Angaben zur Zusammensetzung von Kot und Harn, die aus der moderneren Literatur der 50er Jahre stammen.[519] Der zweiten Aufstellung liegt eine eigens entwickelte Rechenmethode zu Grunde, die sich der Ernährung der Tiere widmet und die spezifischen Ansprüche der verschiedenen Tierrassen bei Haltung und Aufzucht berücksichtigt. Die Eigenheiten der lokalen, frühneuzeitlichen Viehhaltung werden hier besonders berücksichtigt. Die Ergebnisse der beiden Rechenwege stellen zwei Extrempositionen dar, da die moderneren Parameter hohe Gehaltswerte und die berechneten Größen sehr niedrige Gehaltswerte liefern. Die diametralen Positionen ergeben ein sehr breites Konfidenzintervall, dessen mittlere Position sehr nahe an den Werten der ökologischen Landwirtschaft der Moderne liegt (siehe Literaturwerte BMLF).
Mit den beiden Rechenmethoden wurden vorerst nur die N-Gehaltswerte der täglich ausgeschiedenen tierischen Exkremente kalkuliert (Siehe Tab. 7.15 und Tab. 7.16). Erst im Anschluss daran wurde der N-Gehalt der täglich zugemengten Einstreu den beiden Rechenmethoden zum FM hinzugefügt. Ohne die vorangestellten Rechenschritte dadurch zu verfälschen, wurde so eine differenzierte Abschätzung des N-Gehalts im SM getroffen. Des Weiteren wurden in einer übersichtlichen Tafel (Tabelle 7.17) die Werte für den FM und den SM, berechnet nach beiden Methoden mit vergleichenden Literaturwerten, zusammengeführt. Für die Berechnung des jährlich mit den tierischen Ausscheidungen anfallenden Stickstoffs

[518] *BMLF* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 58.
[519] Anm.: Die Wahl dieser Literatur hängt mit der Vermutung zusammen, dass die Messungsmethoden bereits fortgeschritten sind, das durchschnittliche Gewicht der Tiere allerdings etwas niedriger als heute ist.

wurde eine mittlere Position aus den Ergebissen der Methode I. und II. gewählt und in Tabelle 7.18 für die beiden Untersuchungsgemeinde präsentiert.

### 7.5.5.2.1 Stickstoffgehalt Frischmist

### Methode I:

Das Verhältnis von Kot und Harn im FM der Rinder beträgt im Mittel 3:2 .[520] Im ersten Schritt wurden solche tierspezifischen Relation des Kot-Harn-Gemisches eruiert. [521] Im Anschluss daran wurde aus der Masse der täglich anfallenden tierischen Exkremente die verhältnismäßigen Anteile für den Kot und den Harn berechnet.

Für die Verhältnisse der täglich mit dem Mist anfallenden Mengen von Kot und Harn (*in %*) wurde die angeführte Literatur herangezogen. Die Verhältnisse differieren zwischen den einzelnen Tiergattungen, pendeln sich aber grundsätzlich im oben angeführten Mittel der Rinder ein. Bei der Umrechnung der verhältnismäßigen Anteile von Kot und Harn wurde die täglich ausgeschiedene Menge an FM herangezogen (*in kg*). Die täglich anfallenden Mengen FM sind an die physiognomischen Eigenschaften des Viehs im Untersuchungsgebiet angepasst.

Die jeweiligen N-Gehaltswerte von Kot und Harn sind ihrerseits artspezifisch. Der prozentuelle Anteil an Stickstoff für die jeweilige Komponente des FMs wurde mit Messwerten aus Beinert berechnet.[522] Mit dieser Methode wurde sowohl die täglich anfallende N-Menge des Frischmistes ermittelt, als auch ein Wert für den N-Gehalt $kg^{-1}$ FM festgelegt.

[520] *Cord Tietjen*, *Klaus Grabbe*, *Dieter Strauch*, *Hans Georg Hilliger*, Zusammensetzung, Eigenschaften, und Verhalten tierischer Exkremente. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 19.
[521] Ebenda, 19; *Karl Beinert*, Der wirtschaftseigene Dünger, 12.
[522] Ebenda, 13.

Tabelle 7.15: Stickstoffgehaltswerte des FM - Methode I

| | | Ochsen | Kühe | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FM $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 59,15 | 23,45 | 20,73 | 15,43 | 4,91 | 3,15 | 2,52 | 18,81 |
| Kot | | | | | | | | | |
| Anteil im FSM | in % | 60% | 60% | 60% | 60% | 60% | 40% | 50% | 66% |
| | in kg | 35,49 | 14,07 | 12,44 | 9,26 | 2,95 | 1,26 | 1,26 | 12,41 |
| N-Gehalt Kot | in % | 0,30% | 0,30% | 0,30% | 0,30% | 0,30% | 0,60% | 0,60% | 0,55% |
| | in kg | 0,11 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 |
| Harn | | | | | | | | | |
| Anteil im FM | in % | 40% | 40% | 40% | 40% | 40% | 60% | 50% | 33% |
| | in kg | 23,66 | 9,38 | 8,29 | 6,17 | 1,96 | 1,89 | 1,26 | 6,21 |
| N-Gehalt Harn | in % | 1,00% | 1,00% | 1,00% | 1,00% | 1,00% | 1,15% | 1,50% | 1,20% |
| | in kg | 0,24 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,07 |
| N-Gehalt FM | in kg | 0,34 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,14 |

## Methode II:

Die Literaturangaben zu den Inhaltsstoffen tierischer Exkremente basieren auf Berechnungen der Ausscheidungen moderner oder rezenter Tiergattungen, deren Ernährungssituation, abgesehen von der ökologischen Grünlandhaltung, stark von der Futtermittelindustrie beeinflusst wird. Darüber hinaus werden Tierhaltungsformen wie die winterliche Weidehaltung - auch Winteraußenhaltung oder ganzjährige Außenhaltung genannt - heute nicht mehr im großen Maßstab praktiziert. Die Tiernahrung, die Haltungsform und die Physiologie der domestizierten in der Frühen Neuzeit unterscheidet sich maßgeblich von der heutigen Situation. Aus diesem Grund können die Werte aus der rezenten Literatur nur bedingt für die Berechnung historischer Zustände herangezogen werden.
Die genannten Parameter divergieren nämlich sehr stark von der Situation, wie sie im frühneuzeitlichen Pamhagen und in Illmitz vorgeherrscht haben dürften. Alleine die landschaftsökologischen Voraussetzungen und die Landnutzung sind von der rezenten Situation sehr verschieden. Das vorherrschende Grünland auf den versalzten Grundwasserböden, dem Niedermoor des Hanság, sowie der Feucht- und Trockenwiesen, konnte nur schwer für eine ausreichende Ernährung des Viehs sorgen.[523] Mit Ausnahme weniger in den diversen Pflanzengesellschaften auftretenden Klee- und Luzernearten konnte das Vieh in Ermangelung eines ausgeprägten Klee- und Grünfutteranbaus in Ungarn kaum proteinreiche Nahrung aufnehmen.[524] Glauben wir der Beschreibung des Jahres 1773, so dürfte die Versorgungslage des Viehs so schlecht gewesen sein, dass ihm sogar Schilf hatte zugefüttert werden müssen.[525] Die mit der Nahrung aufgenommenen Nährstoffe sind die Ausgangswerte für den N-Gehalt der tierischen Ausscheidungen. Auf dieser Überlegung fußt der zweite methodische Ansatz, der an Hand der Ernährungssituation, der Physiologie und der Haltungsform die N-Zusammensetzung des FM abzuschätzen versucht.

Im Kern bemüht sich dieser methodische Zugang, den N-Gehalt der tierischen Ausscheidung auf der Basis der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials zu schätzen. Diesem Vorhaben liegt der theoretische Gedanke zu Grunde, dass Wiederkäuer nur 10-30 % des mit der

[523] *Manfred A. Fischer*, Überblick über Vegetation und Fauna, 54, 66.
[524] Siehe: *A. Kornhuber*, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen".
[525] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1773.

Nahrung aufgenommen Stickstoffs in den Stoffwechsel aufnehmen und die restlichen 70-90 % wieder unverdaut ausscheiden.[526]

In einem ersten Schritt wurde der täglich mit dem Futter aufgenommene Stickstoff kalkuliert. Als Grundlage hierfür diente der bereits zur Berechnung des Viehbestands herangezogene Schlüssel des minimalen und maximalen Bedarfs an Futter-Trockenmasse. Der Anteil des Stickstoffs in der TM variiert allerdings stark je nach Futterangebot. Das Futterangebot seinerseits wird von den Haltungsperioden bestimmt, die in die Weide- und Stallhaltung unterteilt wurden. Die Summe des aufgenommenen (retendierten) Stickstoffs ist von den Variablen Futterbedarf und N-Gehalt des Futters abhängig. Letzteres richtet sich nach dem Futterangebot der Haltungsform. Als Ausgangsmaterial liegt zur Zeit der Weide zwischen April und November frisches Grünfutter zum Abgrasen vor, wo hingegen während der winterlichen Stall- und Außenhaltung mit Getreidestroh und Heu zugefüttert werden musste. Dieses saure Heu und Grummet wurde im Zuge der Mahd des Hanságs zumindest ein Mal jährlich geheut. Der N-Gehalt der Tiernahrung wurde nach Hitschmann für saures Heu und Getreidestroh mit durchschnittlich 1,02 %[527] angesetzt und mit 0,58 % für frisches Grünfutter per kg TM beziffert.[528] Für Schweine wurde eine ganzjährige Fütterung mit Küchenabfällen und Wurzeln angenommen, welche sich zu einem durchschnittlichen N-Gehalt von 1,95 % summiert.[529]

Der N-Gehalt des FMs setzt sich einerseits aus jener Menge Stickstoff zusammen, die während der Winterfütterung mit dem Stroh und Heu von den Tieren aufgenommen und wieder nach Abzug des retendierten Stickstoffs ausgeschieden wurde. Andererseits sind die Werte des feldfallenden FMs alleine vom N-Gehalt des Grünfutters bestimmt, das während der Weidezeit aufgenommen wurde. Die N-Gehaltswerte des FM richten sich also auch nach den Haltungsformen.

Zunächst wurden für diese beiden Haltungsformen auf der Basis des minimalen und maximalen Futterbedarfs an TM, die aufgenommenen Stickstoffmengen berechnet. Die

[526] *A. Milimonka*, *G. Ebel*, *K. Richter*, Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffs unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv bewirtschafteten Schafweide, 1. *Heinz Vetter*, *Günter Steffens*, Wirtschaftseigene Düngung, 15.

[527] Berechnet mit dem durchschnittlichen N-Gehalt für Getreidestroh von 0,48% und für Wiesenheu von 1,55%. Bei einem Verhältnis von 1:1 für Stallfutter.

[528] Für Grünfutter und Wiesenheu siehe: *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 302; Für Getreide Stroh siehe: *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 305; eigene Berechnungen (Tab. 7.9).

[529] Schätzung des N-Gehalt für Schweinefutter: Weizen- und Roggenkleie, Gartenbohnen, Spreu und diverse Wurzelgewächse. Zusammengestellt nach: *Hugo H. Hitschmann*, Vademecum für den Landwirth, 302-307.

entsprechende Menge an mit der Nahrung aufgenommenem Stickstoff richtet sich dabei nach den N-Gehaltswerten des während der Weide- und Stallhaltung aufgenommenen Futters. Es wurde angenommen, dass auf Grund der schlechten Versorgungslage des Viehs mit proteinreicher Nahrung mindestens 80 % des Stickstoffs wieder unverdaut ausgeschieden wurden. Von den kalkulierten Mengen Stickstoff, die je nach Haltungsform und Futtermenge aufgenommenen wurden, sind zur Berechnung der Gehaltswerte der Exkremente 20 % abgezogen worden. Die verbliebene Mengen wurden als potentielle N-Gehaltswerte für den FM gewertet.

Für die Forschungsfrage ist nur jener FM von Relevanz, der auch in den Ställen gesammelt werden konnte. In der Berechnung des Viehbestandes wurde bereits ein Wert für die potentiellen Stalltage festgesetzt. Diese setzen sich allerdings bei allen Tierrassen aus einem speziellen Verhältnis aus Winter- und nächtlicher Sommer-Stallhaltung zusammen. Das heißt, der stallfallende FM besteht sowohl aus Futter, das in den Tagen der Weidehaltung aufgenommen wurde und solchem, das im Winter zugefüttert wurde. Der N-Gehalt des anfallenden FM wurde daher aus dem Verhältnis der potentiellen Stalltage der Weide- und Winterhaltung und nach den jeweils in diesen Tagen durchschnittlich aufgenommenen Stickstoffmengen aus Weide- und Winterfutter zusammengesetzt. Von den rund 91 Stalltagen der Graurinder werden die N-Gehaltswerte des FM zu 50 % aus den Ausgangswerten des Winterfutters und zu 50 % aus dem Sommerfutter errechnet. Die N-Gehaltswerte der 203 Stalltage der restlichen Viehherde setzen sich aus dem Winterfutter, das an 149 Tagen gefressen wurde, und dem Sommerfutter, das an 54 Tagen aufgenommen wurde, zusammen. Schließlich wurde ein Mittelwert aus dem Minimum und Maximum an N-Gehaltswerten berechnet, der das Verhältnis von Winter- und Sommerfutter im angegebenen Zeitraum von Stalltagen berücksichtigt.

Durch diese Rechenart erhalten wir eine breite Streuung der Daten. Der Mittelwert des N-Gehalts wurde als das Maß für den täglich anfallenden N-Gehalt des FM herangezogen.

Tabelle 7.16: Stickstoffgehaltswerte des FM - Methode II

| | | Ochsen | Rinder | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Futterbedarf** | | | | | | | | | |
| Futterbedarf TM pro 1000kg Lebendgewicht/min | in kg | 15,00 | 20,00 | 21,00 | 21,00 | 21,00 | 20,00 | 18,00 | 15,00 |
| Futterbedarf TM pro 1000kg Lebendgewicht/max | in kg | 21,00 | 30,00 | 29,00 | 29,00 | 27,00 | 30,00 | 26,00 | 23,00 |
| täglicher Bedarf pro Tier min | in kg | 9,75 | 7,00 | 6,91 | 3,45 | 0,95 | 1,00 | 0,65 | 6,44 |
| täglicher Bedarf pro Tier max | in kg | 13,65 | 10,50 | 9,54 | 4,76 | 1,23 | 1,50 | 0,94 | 9,87 |
| **N-Gehalt TM** | | | | | | | | | |
| Winterfutter | in kg | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,010 | 0,010 |
| Sommerfutter | in kg | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,020 | 0,006 | 0,006 |
| **Haltungsperioden** | | | | | | | | | |
| Winterhaltung | in Tg | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 149 | 149 | 149 |
| Nächtliche Stallhaltung während der Weide (~25%) | in Tg | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 54 | 54 | 54 |
| Stalltage gesamt | in Tg | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 203 | 203 | 203 |
| Weidehaltung | in Tg | 274 | 274 | 274 | 274 | 274 | 216 | 216 | 216 |
| **Winterhaltung** | | | | | | | | | |
| N-Gehalt nach min. Futterbedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,079 | 0,057 | 0,056 | 0,028 | 0,008 | 0,016 | 0,005 | 0,052 |
| N-Gehalt nach max. Futterbedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,111 | 0,085 | 0,077 | 0,039 | 0,010 | 0,023 | 0,008 | 0,080 |
| **Sommerhaltung:** | | | | | | | | | |
| N-Gehalt nach min. Futterbedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,045 | 0,032 | 0,032 | 0,016 | 0,004 | 0,016 | 0,003 | 0,030 |
| N-Gehalt nach max. Futterbedarf $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,063 | 0,049 | 0,044 | 0,022 | 0,006 | 0,023 | 0,004 | 0,046 |
| **N-Gehalt des FM im Verhältnis zu den Stalltagen/Futter** | | | | | | | | | |
| Minimaler N-Gehalt des FM $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,062 | 0,045 | 0,044 | 0,022 | 0,006 | 0,016 | 0,005 | 0,046 |
| Maximaler N-Gehalt des FM $cap^{-1} d^{-1}$ | in kg | 0,087 | 0,067 | 0,061 | 0,030 | 0,008 | 0,023 | 0,007 | 0,071 |
| Mittelwert Nährstoffgehalt | in kg | 0,075 | 0,056 | 0,052 | 0,026 | 0,007 | 0,020 | 0,006 | 0,059 |

### 7.5.5.2.2 Stickstoffgehalt Stallmist

Die Ergebnisse der beiden Methoden vermitteln uns jeweils ein Bild über den N-Gehalt der frischen tierischen Ausscheidungen [FM]. Um sich ein Bild des stallfallenden Mistes [FM und Einstreu] und dessen Zusammensetzung machen zu können, mussten die N-Gehaltswerte der Einstreu den kalkulierten Werten des FM hinzugefügt werden.

Als Einstreu kann prinzipiell Heu und Getreidestroh dienen, das allerdings auf Grund der begrenzten Verfügbarkeit an Tiernahrung wohl kaum als Einstreu verwendet wurde. In der Not griffen die Bauern auf jeglichen pflanzlichen Schnitt zurück, der zur Bettung und Aufsaugung des Urins verwendbar war. Diese Materialien reichten von den Nadeln der Bäume über Laub bis hin zu Schilf und Rohr.[530]

Das Schilf (*Arundo phragmites* L.) bevorzugte Standorte wie die Niedermoorlandschaft des Hanság, oder den Schilfgürtel bei Illmitz. Diese dominierende Vegetation der Sumpflandschaft drang aber auch in die Ackerflächen vor, wo sie als Ruderalvegetation auf feuchten Standorten, in der „schwarzen, bündigen, aber sehr kräftigen und nahrhaften Ackererde“ gut gedeihen konnte.[531] Nachdem uns dazu genauere Unterlagen fehlen, wurde ein standardisierter Wert für die N-Gehaltswerte der Einstreu nach Vetter übernommen, wonach ein Kilogramm Einstreu 0,4 % Stickstoff enthält.[532]

### 7.5.5.3 Zusammenfassung

Der Stickstoffgehalt der tierischen Ausscheidungen wurde mit zwei möglichst unabhängigen Methoden berechnet. Unterschieden wurden dabei der feldfallende FM und der stallfallende FM, der sich mit der Einstreu zum SM vermengt und daher einen höheren N-Gehalt aufweist. Tabelle 7.17 zeigt die Ergebnisse dieser beiden Rechenwege. Die berechneten Gehaltswerte sind artspezifisch und beschränken sich auf die Ausscheidungen eines Individuums (cap.). Die pro Kopf-Werte wurden für die täglich und die jährlich anfallende Menge von FM und SM herangezogen. Zum Vergleich wurden auch Werte aus der Literatur zum ökologischen Landbau herangezogen.

Tabelle 7.18 zeigt das Spektrum der jährlich anfallenden Mengen tierischer Exkremente und den darin enthaltenen Stickstoff. Auch hier wurde eine Trennung der tierischen

[530] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2, 540.
[531] *A. Kornhuber*, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen“, 622.
[532] *Heinz Vetter*, *Günter Steffens*, Wirtschaftseigene Düngung, 135.

Ausscheidungen in den feldfallenden und den stallfallenden Mist unternommen. Der Stickstoffgehalt des SM liegt durch die Einstreu bekanntlich höher als jener des FM. Die berechneten Werte in Tabelle 7.18 stellen eine mittlere Position zwischen den N-Gehaltswerten aus Methode I. und II. dar. In weiterer Folge ist diese mittlere Position für die Berechnung der Flächen- und Stallbilanz herangezogen worden.

Die Werte der Methode I. entstammen aus der moderneren Literatur der 1950er, wodurch entsprechend hohe N-Gehaltswerte für die tierischen Exkremente berechnet wurden. Auf Grund der veränderten Haltungsformen, einer unterschiedlichen Physiognomie der Tiere und einer proteinreicheren Fütterung kann angenommen werden, dass diese hohen Ergebnisse der Methode I. Maximalwerte darstellen, die in der Frühen Neuzeit nicht erreicht worden sind.
Die Werte der Methode II entsprechen hingegen einem Minimum an Stickstoff, dass ausgeschieden wurde. Die Ergebnissen basieren auf den N-Gehaltswerten des Ausgangsmaterials, dem Tierfutter aus der Mahd und der Weide. Über den N-Gehalt des Futters können aber nur schwer qualitative Aussagen getroffen werden. Es ist von einer mageren Proteinversorgung der Tiere ausgegangen worden, weshalb mit einem entsprechend niedrigen N-Gehalt für das Futter gerechnet wurde. Hierbei handelt es sich um Durchschnittswerte für saures Heu und getrocknetes Wiesenheu. Ob allerdings zugefüttert wurde und wie sich die natürlich auftretenden proteinreichen Klee- und Luzernearten auf den N-Gehalt auswirken, kann nicht gesagt werden.
Die Ergebnisse beider Methoden stellen also Extrempositionen dar, die in der Realität wahrscheinlich so nicht erreicht wurden. Für die Berechnung des N-Gehalts der tierischen Ausscheidungen ist daher von einer mittleren Position zwischen diesen Werten ausgegangen worden. Zur Kontrolle wurden die Literaturwerte aus dem ökologischen Landbau herangezogen.

Tabelle 7.17: Überblick zu den verschiedenen Berechnungsarten des Stickstoffgehalts von FM und SM

| | | Ochsen | Rinder | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Einstreu** | | | | | | | | | |
| Täglicher Einstreubedarf | in kg | 13,7 | 7,4 | 6,9 | 3,5 | 1 | 7,7 | 4,1 | 4 |
| N-Gehalt Einstreu | in % | 0,40% | 0,40% | 0,40% | 0,40% | 0,40% | 0,40% | 0,40% | 0,40% |
| | in kg | 55 | 29 | 28 | 14 | 4 | 2 | 1 | 16 |
| **Literatur** | | | | | | | | | |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,30 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,11 |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 81 | 32,1 | 28,4 | 21,1 | 6,7 | 3,1 | 3,3 | 18,3 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,35 | 0,15 | 0,13 | 0,09 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,13 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 32 | 13,4 | 12 | 8,3 | 2,6 | 4,3 | 4,3 | 26,2 |
| N-Gehalt SM per kg | in g | 4,8 | 4,7 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,7 | 7,6 | 5,7 |
| **Methode 1** | | | | | | | | | |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,34 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,14 |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 94 | 37,2 | 32,9 | 24,5 | 7,8 | 4,8 | 4,3 | 23,1 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,40 | 0,17 | 0,15 | 0,10 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,16 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 36,3 | 15,1 | 13,5 | 9,4 | 3 | 6,4 | 5,6 | 32,2 |
| N-Gehalt SM per kg | in g | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 5,5 | 8,5 | 9,8 | 7 |
| **Methode 2** | | | | | | | | | |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,06 |
| N-Gehalt FM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 20,4 | 15,3 | 14,4 | 7,2 | 1,9 | 3,2 | 0,9 | 9,5 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $d^{-1}$ | in kg | 0,13 | 0,09 | 0,08 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,07 |
| N-Gehalt SM $cap^{-1}$ $a^{-1}$ | in kg | 11,8 | 7,8 | 7,3 | 3,7 | 1 | 4,5 | 1,4 | 15,1 |
| N-Gehalt SM per kg | in g | 1,8 | 2,8 | 2,9 | 2,1 | 1,8 | 5,9 | 2,4 | 3,3 |

Tabelle 7.18: Angaben zur Menge und den N-Gehaltswerten des feld- und stallfallenden Mistes

| Pamhagen: | | Ochsen | Rinder | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde | Gesamt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stallfallender Mist: | | | | | | | | | | |
| SM-Anfall $a^{-1}$ | in t | 2.551 | 885 | 197 | 72 | 38 | 11 | 596 | 1.514 | 5.864 |
| Nstallfallend $a^{-1}$ | in t | 9,23 | 3,60 | 0,81 | 0,27 | 0,14 | 0,08 | 3,66 | 7,75 | 25,54 |
| davon Einstreu | in t | 1,91 | 0,85 | 0,20 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,24 | 1,06 | 4,35 |
| Feldfallender Mist | | | | | | | | | | |
| FM-Anfall $a^{-1}$ | in t | 6.218 | 2.656 | 590 | 217 | 113 | 9 | 476 | 1.208 | 11.487 |
| Nfeldfallend $a^{-1}$ | in t | 22,23 | 8,66 | 1,74 | 0,99 | 0,38 | 0,28 | 3,24 | 5,54 | 43,06 |

| Illmitz: | | Ochsen | Rinder | Färsen 3J. | Färsen 2J. | Kälber | Schweine | Schafe | Pferde | Gesamt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stallfallender Mist: | | | | | | | | | | |
| SM-Anfall $a^{-1}$ | in t | 2671 | 906 | 400 | 147 | 77 | 200 | 960 | 1736 | 7096 |
| Nstallfallend $a^{-1}$ | in t | 9,66 | 3,69 | 1,65 | 0,56 | 0,28 | 1,43 | 5,89 | 8,88 | 32,04 |
| davon Einstreu | in t | 2,00 | 0,87 | 0,40 | 0,11 | 0,05 | 0,13 | 0,39 | 1,22 | 5,16 |
| Feldfallender Mist | | | | | | | | | | |
| FM-Anfall $a^{-1}$ | in t | 6509 | 2070 | 899 | 361 | 193 | 134 | 688 | 1142 | 11996 |
| Nfeldfallend $a^{-1}$ | in t | 35,15 | 11,18 | 4,86 | 1,95 | 1,04 | 1,02 | 6,36 | 7,76 | 69,32 |

Anm.: SM - Stallmist; FM - Frischmist (ohne Einstreu)

## 7.6 Berechnung der Flüsse

Alle N-Flüsse der Flächenbilanz werden in N kg $ha^{-1}$ $a^{-1}$ ausgedrückt und beziehen sich auf die ackerbaulich genutzte Fläche. Beziehen sich die Angaben auf die N-Lager, wie im Falle der Stallbilanz, wurden die Stickstofffrachten in N t $a^{-1}$ angegeben.

### 7.6.1 Input aus der Natur in die Naturkolonie

#### N-Einträge durch Deposition

Unter Deposition werden sämtliche atmosphärische Stickstofffrachten, die auf physikalischem Wege in den Boden gelangen, zusammengefasst. In der Literatur wird die Deposition von Stickstoff mit Werten zwischen 4 und 60 kg $ha^{-1}$ angegeben.[533] Durch die hohen rezenten Emissionen von $NO_x$ aus Industrie, Hausbrand, Viehhaltung und Verkehr sind dieses Werte nur bedingt auf vorindustrielle Landschaften übertragbar.

Nach Molina et. al. kann man die trockene Deposition vernachlässigen und sich auf die nasse Deposition beschränken und über die durchschnittliche Niederschlagsmenge den N-Eintrag kalkulieren. Der N-Gehalt des Regenwassers in nicht verschmutzten Regionen liegt im Schnitt bei 0,7 g $m^{-3}$ und wurde für frühneuzeitliche Verhältnisse auf 0,57 g $m^{-3}$ geschätzt.[534]

Das langjährige Mittel meteorologischer Messdaten aus der Wetterstation Illmitz diente zur Abschätzung der jährlichen Niederschlagsmenge für die beiden Untersuchungsgemeinden und wurde mit rund 595 mm angenommen.[535] Für Illmitz und Pamhagen wurden aus der Literatur übernommene Einträge von jährlich 3,6 kg $ha^{-1}$ angenommen.[536]

#### N-Einträge durch Asymbiotische Fixierung

Der Anbau von Leguminosen dürfte sich auf den eigenen Bedarf beschränkt haben und eine gewichtige Rolle beim Anbau von Gemüse in den Gärten des fundus intravillanus spielen.[537]

---

[533] *Andreas Geisler*, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien, 80.

[534] *Manuel González de Molina*, *Roberto García Ruiz*, *Gloria Guzmán Casado*, *David Soto Fernández*, *Juan Infante Amate*, Guideline for constructing nutrient balance in historical agricultural systems (And Its Application To Three Case-Studies In Southern Spain) (2011) 10.

[535] *Alexander Konrad*, Wetter und Klima im Burgenland. Wetterchronik, Klimatabellen, Wettervorhersagen, offizielle Wetterdienste, burgenländische Wetterstation im Portrait (Salmannsdorf 2005) 73.

[536] *A. Machon*, *L. Horváth*, *T. Weidinger*, *B. Grosz*, *K. Pintér*, *Z. Tuba*, *E. Führer*, Estimation of net nitrogen flux between the atmosphere and a semi-natural grassland ecosystem in Hungary. In: European Journal of Soil Science 61 (2006) 631–639.

[537] *Freiherr v. Mednyanfzky,* Neutraer Gespanschaft In: János Csaplovics (Hg.), Topographisch-statistisches Archiv des Königreichs Ungern, Bd. 2 (Wien 1821) 36.

Mit Ausnahme der spontan auftretenden Ruderal- und Segetalvegetation[538], worunter sich auch Klee- und Luzernearten befanden, darf angenommen werden, dass der Anbau von Leguminosen zur Gründüngung, als Zwischenfrucht und für den Futtermittelanbau noch nicht verbreitet war. [539]

Damit beschränkt sich die bakterielle Fixierung atmosphärischen Stickstoffs auf die Leistung der asymbiotischen $N_2$-Fixierer. Die Populationen der freilebenden $N_2$-Fixierer sind in alkalischen Böden, wie sie rund um den Neusiedler-See anzutreffen sind, vergleichsweise hoch, wodurch wir N-Fixierungsraten zwischen 5,8 und 14 kg $ha^{-1}$ annehmen können.[540] Für Pamhagen und Illmitz wurde daraus eine jährliche N-Fixierung mit 9,9 kg $ha^{-1}$ angenommen, die den Durchschnittswerten aus der Literatur mit 10 kg $ha^{-1}$ entspricht.

**N-Nachlieferung durch die Mineralisation der organischen Substanz des Bodens**

Die organische Bodensubstanz bildet ein gewaltiges Lager an organisch-gebundenen Nährstoffen, welche durch die mikrobielle Umsetzung frei und für die Pflanzen verfügbar werden. Die organische Bodenauflage wird gemeinhin als Humus bezeichnet. Ihre Zusammensetzung und die Mächtigkeit der Humusauflage schwankt sehr stark zwischen den ackerbaulich genutzten Mineralböden. Der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff im Humus schwankt bei Ackerkrumen in der Regel zwischen 3.000-6.000 t $ha^{-1}$.[541] Der Anteil an organischer Bodensubstanz in den Untersuchungsgemeinden ist durch die dort vorhandenen Schwarzerden, Parabraunerden und Feuchtschwarzerden sehr viel höher. Die Humuskörper sind dementsprechend reich an organischem Stickstoff, der mittels Mineralisation und Nitrifikation zu pflanzenverwertbaren anorganischen Stickstoffverbindungen umgesetzt wird. Die Umsatzraten beziehungsweise das natürliche Nachlieferungspotential dieser Böden ist sehr hoch. Schwarzerden weisen Mineralisationsraten zwischen 75 - 160 kg $ha^{-1}$ auf.[542]

Für die historische Untersuchung sind wir in der glücklichen Lage, dass für das Untersuchungsgebiet an Hand eines anaeroben Bebrütungsversuchs Niederösterreichischer Schwarzerdeböden das N-Nachlieferungspotential hergeleitet werden kann.[543] Die Netto-N-

[538] *A. Kornhuber*, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen“, 628; 631.
[539] *Andreas Grailich*, Wieselburger Gespanschaft, 194.
[540] *Sophie Zechmeister-Boltenstern*, Biologische Stickstofffixierung und Stickstoffmineralisation in Böden Ostösterreichs (= Verband der wissenschaftlichen Gesellschaften Österreichs (Hg.), Dissertationen der Universität Wien 198, Wien 1989) 58.
[541] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.) Stickstoff, 10.
[542] *Andreas Geisler*, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien, 88.
[543] *G. Dersch*, *M. Pfeffer*, *O. H. Danneberg*, Die anaerobe Bebrütung zur Bestimmung des N-Nachlieferungspotentials von Böden und ihre Kalibrierung im Gefäßversuch. In: Die Bodenkultur Jg. 54, Hft. 2 (Wien 2003) 69-81.

Mineralisierung [NNMin.] für kalkhaltige Tschernosems und Feuchtschwarzerden liegt bei diesem Bebrütungsversuch zwischen 18,45 mg und 38,69 mg N $kg^{-1}$. Im Untersuchungsgebiet liegen vorwiegend Tschernoseme und Feuchtschwarzerden aus älterem, kalkhaltigen Schwemmmaterial vor. In der historischen Untersuchung wurde vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse für diese Bodentypen eine mittlere Position mit einem durchschnittlichen NNMin. von 27,2 mg $kg^{-1}$ gewählt.

Auf einem Hektar Ackerland befinden sich bei einem Bearbeitungshorizont[544] von 25 cm 25.000 $m^3$ Boden (0,25 mal $10^4$). Mit einer Trockenrohdichte[545] der Bodenmasse von 1,43 g $cm^{-3}$ entspricht dies 3575 t Erdreich. Bei einer NNMin. von 27,2 mg $g^{-1}$ (= g $t^{-1}$) können rund 97.2 kg $ha^{-1}$ im Jahr freigesetzt werden.[546]

Ein wichtiges Element bei der Bestimmung der potentiellen NNMin. ist die organisch bedingte Immobilisation des Stickstoffs, die eine kurzfristige Vorhersage der Mineralisationsrate schwer fassbar macht.[547] Die N-Immobilisation ist stark vom Verhältnis von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden geprägt und kann insbesondere nach der Einarbeitung von Stroh in die Ackerkrume von 30 auf 40 kg $ha^{-1}$ ansteigen.[548] Die saisonale, kurzzeitige Immobilisierung des mineralischen Stickstoffs durch die mikrobielle Assimilation kann im organischen Landbau noch höher ausfallen. Diese liegt zwischen 37 % und 46 % des nitrifizierten Stickstoff (hauptsächlich $NO_3^-$) und wurde für die Untersuchungsgebiete mit mindestens 36 kg $ha^{-1}$ berechnet.[549] Nach Abzug des $N_{Immobilisation}$ vom $N_{Mineralisation}$ verbleiben als $N_{Netto\text{-}Mineralisation}$ im Jahr rund 61,3 kg $ha^{-1}$ als zusätzlicher Stickstoff im Boden.

[544] Ebenda, 71.

[545] *István Jászberényi*, *Jakab Loch*, *Wulf Bartolomaeus*, *Detloff Köppen*, Messung der Stickstoffverlagerung mit Saugsonden in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen. In: Acta Agraria 01 (2001) 3.

[546] Für den Rechenweg siehe: *David L. Rowell*, *Martina Börsch-Supan*, *Jean C. Munch*, Bodenkunde. Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen (Berlin/Heidelberg 1997) 397.

[547] *A. M. Herrmann*, *E. Witter*, Predictors of gross N mineralization and immobilization during decomposition of stabilized organic matter in agricultural soil. In: *British Society of Soil Science* (Hg.), European Journal of Soil Science 59 (2008) 653.

[548] *Rolf Nieder*, *K. Christian Kersebaum*, *Paul Widmer*, *Jörg Richter*, Untersuchungen zur Stickstoff-Immobilisation in mineralisch gedüngten Ackerböden aus Löß während der Vegetationszeit von Winter-Weizen. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 156, Hft. 1 (1993) 299.

[549] *Martin Burger*, *Louise E. Jackson*, Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification rates in organic and conventional cropping systems. In: Soil Biology and Biochemistry 35 (2003) 29.

## 7.6.2 Input aus den Naturkolonien Ackerland und Grünland

### N-Gehalt des Getreides

Der N-Entzug durch die Getreideernte wurde für Pamhagen mit Bezug auf die Ackerfläche zu 20,5 kg $ha^{-1}$ und für Illmitz zu 26,6 kg $ha^{-1}$ berechnet. Die Getreideernte zerfällt jeweils in $N_{Korn}$ und $N_{Stroh}$. Der N-Anteil des Korns beträgt in Pamhagen rund 12,5 kg $ha^{-1}$ und in Illmitz 16 kg $ha^{-1}$, der N-Gehalt des Strohs liegt in Pamhagen bei 8,1 kg $ha^{-1}$ und in Illmitz bei 10,6 kg $ha^{-1}$. Die Berechnung erfolgte auf Basis der erhobenen Erntedaten, wobei der artspezifische N-Gehalt des Frucht- und Strohanteils für Weizen, Roggen, Gerste und Hafer getrennt berechnet wurde. Die Stoffströme wurden in Tabelle 7.19 in t $a^{-1}$ und mit Bezug auf die Ackerfläche in kg $ha^{-1}$ zusammengefasst. Die Inhaltsstoffe stammen aus Hitschmann und sind bereits in Tabelle 7.5 vorgestellt worden.

Tabelle 7.19: N-Gehalt Ernte

| | | | Pamhagen | | Illmitz | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | in t | kg/ha | in t | in kg/ha |
| Weizen | Korn | in kg | 3.021 | 5,18 | 3.211 | 6,00 |
| | Stroh | in kg | 1.452 | 2,49 | 1.543 | 2,88 |
| Roggen | Korn | in kg | 3.746 | 6,42 | 4.976 | 9,30 |
| | Stroh | in kg | 2.872 | 4,93 | 3.815 | 7,13 |
| Gerste | Korn | in kg | 494 | 0,85 | 398 | 0,74 |
| | Stroh | in kg | 390 | 0,67 | 314 | 0,59 |
| Summa Sumarum | Korn | in kg | 7.261 | 12,45 | 8.585 | 16,04 |
| | Stroh | in kg | 4.714 | 8,08 | 5.673 | 10,60 |

### N-Gehalt des Heus

Der Bezeichnung "saures Heu" ist ein Sammelbegriff für das Heu der Feuchtwiesen, das aus dem Hanság gewonnen werden konnte. Allerdings geht daraus nicht hervor, welche Pflanzenarten bevorzugt gemäht wurden. Kornhuber berichtet, dass Rohr (*Typha*) und Schilf (*Arundo phragmites* L.) geschnitten wurden. Die Massenvegetation des Hanság bilden Wasser-Schwaden (*Glyceria spectabilis M. u. L.*), welche die ausgiebigste Pflanze für die Heugewinnung darstellte und von Rindern genauso gerne gefressen wurde, wie die zahlreichen Klee- und Luzernearten auf den Hutweiden.[550]

Für den Stickstoffentzug mit der Mahd wurde daher ein durchschnittlicher N-Gehalt von Wiesenheu mit 1,55 % angenommen (Siehe Tab.: 7.5), nachdem die Zusammensetzung der

[550] *A. Kornhuber*, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen“, 631, 636.

Gräser nicht näher bestimmt werden konnte. Der N-Input Pamhagens durch das Heu wurde bei einer durchschnittlichen Ernte von 1062 t $a^{-1}$ Heu mit 16,5 t $a^{-1}$ kalkuliert.

#### N-Gehalt des Wiesenfutters

Durch die nächtliche Stallhaltung im Sommer stammt ein gewisser N-Anteil des SM aus der Weide. Der mit der sommerlichen Weidehaltung aufgenommene Stickstoff ist für die Stallbilanz Pamhagens rechnerisch ausgeglichen und mit rund 7,5 t $a^{-1}$ kalkuliert worden. Diese Menge dürfte den Hutweide- und Brachflächen entzogen worden sein, was einem Stickstoffimport aus dem Grünland von 9 kg $ha^{-1}$ entspricht.
Insgesamt dürfte sich der durch die Weide entzogene Stickstoff auf 12,4 kg $ha^{-1}$ belaufen (Bei einem N-Entzug von 51,5 t $a^{-1}$ während der Weide, für das gesamte Grünland).

#### N-Gehalt der Einstreu

Nachdem die Bauern das saure Heu für die Stallfütterung verwendet haben dürften, blieb das Schilf und Rohr als Einstreu über.[551] Für die Einstreu wurde ein mittlerer N-Gehalt von 0,4 % angenommen. Demzufolge wurden mit der Einstreu 4,2 t $a^{-1}$ Stickstoff in die Ställe Pamhagens transportiert. In Illmitz summiert sich dies zu 5,2 t $a^{-1}$.

### 7.6.3 Lagerzuwächse der Landwirtschaft

#### N-Gehalt des Rottemists

Die jährlich mit dem Stallmist anfallenden Mengen an Stickstoff wurden für Pamhagen mit rund 25,5 t $a^{-1}$ und für Illmitz mit knapp 32 t $a^{-1}$ berechnet. Gemäß der Stallbilanz setzen sich diese Mengen zusammen aus der Summe:

$$N_{Stallmist} = \sum [ (N_{Stroh} \times 0{,}8) + N_{Mahd} + N_{Weide} + N_{Einstreu} - N_{Tierische\ Produkte} ]$$

Die Berechnungen für $N_{Stallmist}$ erfolgten bereits im Zuge der Datenerhebungen. Nachdem nicht vollständig geklärt werden konnte, wie viel Stickstoff der Weide entzogen wurde und wie viel Stickstoff im tierischen Bestand anfiel, erfolgte die Berechnung von $N_{Stallmist}$ über die kalkulierten Gehaltswerte des jährlich anfallenden FM. Die fehlenden Werte der Stallbilanz wurden geschätzt bzw. ergänzt.

[551] *Andreas Ranner*, *Roland Albert*, Lebensraum Schilfgürtel In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (=*BLM* (Hg.), WAB 133, Eisenstadt 2010) 160.

Im Verlauf des Jahres wurde der anfallende SM auf Miststapeln und Misthaufen gelagert oder er verblieb zu dicken Dungmatratzen zertreten im Boden der Stallungen liegen. Zwischen Ausbringung und dem Düngereinsatz liegt somit eine längere Zeitspanne, in der beträchtliche Mengen an Stickstoff durch Ausgasungsprozesse verloren gehen können. Der Rottemist nach Abzug der gasförmigen Verluste und einer bereits eingesetzt habenden Mineralisation des Stallmistes wurde für diese Arbeit als das eigentliche N-Lager der Landwirtschaft definiert:

$$N_{Rotte} = \sum N_{Stallmist} - N_{Ausgasung}$$

Der RM wurde als der Umsetzung ausgesetzte SM festgelegt. Tatsächlich aber stellt der RM bzw. die Mistrotte eine von vielen Mistkulturen dar, welche von den Bauern angelegt worden waren. Ziel dieser Praktiken war es, die Inhaltsstoffe besser zu konservieren beziehungsweise die Umsetzung zu unterstützen, um die Inhaltsstoffe nach Ausbringung auf die Felder schneller pflanzenverfügbar zu machen. Das Spektrum dieser Mistkulturen reicht neben dem Rottemist vom Stapelmist bis zum Tiefstallmist. Der Mistkompost (Erde mit Stallmist vermengt) lässt sich eher mit der Salpetererde vergleichen, die auf den Salpeterplantagen "gepflanzt" worden waren. In der Tat dürften die Arrangements auf den Wirtschaften des Untersuchungsgebiets in Form der Mistgruben und Misthaufen sowie der Dungmatratzen in den Ställen den Rottemistkulturen beziehungsweise den Stapelmisthaufen gleichkommen, deren Auftürmen bereits im 18. Jahrhundert eine bekannte Praxis war.[552]

Die Unterstellungen für die Graurinder im Freiland könnte man auf Grund der hohen Einstreumengen als Tiefstallmistkulturen[553] klassifizieren. Nach Abzug sämtlicher Verluste (Siehe: $N_{Ausgasung}$), bleiben vom ursprünglichen N-Depot des $N_{Stallmist}$ rund 56 % Stickstoffs in der Rotte über. Den Bauern in Pamhagen verblieben somit 14,5 t $a^{-1}$ als $N_{Rotte}$ und die Landwirte in Illmitz konnten auf ein N-Lager von etwa 18,1 t $a^{-1}$ $N_{Rotte}$ zurückgreifen.

**Tierische Lagerzuwächse**

Die tierischen Bestandszuwächse betreffen in der Stallbilanz jenen Anteil des Stickstoffs, der von den Tieren in den Stoffwechsel aufgenommen wird. Nachdem rund 20 % des mit der Nahrung aufgenommenen Stickstoffs von den Tieren retendiert werden, wurden 6,4 t $a^{-1}$ als

[552] Für die verschiedenen Mistkulturen im 18. und 19. Jh. siehe: *Walter Sauerlandt*, *Cord Tietjen*, Humuswirtschaft des Ackerbaues, 14-29; Für die verschiedenen rezenten Mistkulturen siehe: *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 9-13; Exemplarische Anleitung für das Anlegen eines Misthaufens: *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2, 538-554;

[553] *Karl Beinert*, Der wirtschaftseigene Dünger, 25-29.

Bestandszuwachs berechnet. Dieser Wert bezieht sich allerdings alleine auf die Stallbilanz Pamhagens, das heißt, von jenem Stickstoff, der mit der Nahrung aufgenommen und im Stall ausgeschieden wurde, können 6,4 t $a^{-1}$ als Bestandszuwachs definiert werden. Zum Vergleich: Der Bestandszuwachs durch die Nahrungsaufnahme im Freiland hält bei knapp 10,3 t $a^{-1}$. Somit beträgt der tierische Zuwachs von stickstoffhaltigen Verbindungen im Jahr 16,7 t $a^{-1}$.

## 7.6.4. Output der Landwirtschaft in die übrige Gesellschaft

### N-Gehalt des Salpeters

Aus dem Rechnungsextrakt[554] von 1781 erfahren wir, dass die „Erdfuhren" zu gleichen Teilen in die Salpetersiedereien geführt wurden. Daraus können wir schließen, dass die produzierten Mengen doppelt-geläuterten Salpeters von 1779 zur Hälfte aus dem Pamhagner Salpeterwerk stammen. Jenes Quantum wurde mit 101,44 Zt. bemessen bzw. auf 5,7 t Kaliumnitrat geschätzt. Der Stickstoffanteil von Salpeter ($KNO_3$) liegt bei 13,85 %.[555] Der N-Export aus dem Agrarökosystem Pamhagens durch die Salpetereinlieferung nach Wien kann mit etwa 787 kg für das Jahr 1779 angegeben werden.

### N-Gehalt des Korns

Der Stickstoffgehalt des Korns, das für den Verzehr und die Abgaben bestimmt war, wurde abzüglich der Einsaat mit 9,4 kg $ha^{-1}$ (= 5.489,3 t $a^{-1}$) für Pamhagen und mit 12,1 kg $ha^{-1}$ (= 6.474,5 $a^{-1}$) für Illmitz saldiert.

## 7.6.5 Output von der Landwirtschaft in die Naturkolonie Ackerland

### N-Gehalt der Residuen

Es wurde angenommen, dass nach der Ernte 20 % des Strohs und anderer oberflächlicher Abfälle als Residuen auf den Feldern verbleiben und wieder in die Ackerkrume eingepflügt werden. Für Pamhagen beträgt der Output durch Ernteabfälle 1,6 kg $ha^{-1}$, für Illmitz beträgt dieser 2,1 kg $ha^{-1}$.

[554] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 25 1780, ad. Nr. 1, 13.01.1781

[555] *Gerhard W. Kramer*, Das Feuerwerkbuch: Its importance in the early history of black powder. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The history of an international technology (Bath 1996) 52.

### N-Gehalt des Saatguts

Der Ernteindex im Ungarn des 18. Jahrhunderts rangiert im Vergleich zur (west-) europäischen Produktion auf den hintersten Plätzen. Im Schnitt musste zwischen 1700 und 1800 jedes vierte Korn, das mit der Ernte eingefahren wurde, anschließend wieder der Ackerkrume zurückgebracht werden.[556]

Die Josephinische Fassion beziffert die Einsaat mit drei Preßburger Metzen.[557] Entsprechend den Ausführungen zum Gewicht des Korns (Siehe: Tab. 7.5) und mit Rücksicht auf ein Saatverhältnis bei Weizen und Roggen von 2:3 entspricht dies einem N-Output von 5,3 kg $ha^{-1}$ Ackerfläche. Im Verhältnis zur Ernte scheint dieser pauschale Wert zu hoch gegriffen. Um ein einheitliches Maß für die beiden Untersuchungsgemeinden zur Verfügung zu haben, wurde ein Mittelwert aus den Ernteindizes zwischen 1700 und 1800 berechnet und herangezogen.[558] Er liegt bei 4,1. In Pamhagen gelangten so jährlich rund 3 kg $ha^{-1}$ und in Illmitz knapp 3,9 kg $ha^{-1}$ mit der Einsaat zurück in den Boden.

### N-Gehalt des Wirtschaftsdüngers

In der frühneuzeitlichen Landwirtschaft beschränken sich die Möglichkeiten der Bauern auf das sensible Gleichgewicht des agrarökologischen Stickstoffkreislaufes Einfluss zu nehmen zum größten Teil auf die organische Düngung. Neben der Aufwertung der Ackerkrume durch den Anbau von Leguminosen stellten die tierischen Exkremente das "allgemeinste" und "vorzüglichste Mittel" zur Revitalisierung der ausgemergelten Felder dar.[559]

Die Verfügbarkeit dieses wertvollen Pflanzendüngers wurde allerdings durch die Möglichkeiten der Landleute, diese Ressource zu sammeln und verlustarm zu lagern, eingeschränkt. Für das Untersuchungsgebiet wurde bereits erörtert, dass sich jene Praktiken auf die Ställe selbst, die Mistgruben und auf die Misthaufen, die oftmals auch den Beinahmen Düngerhaufen[560] trugen, beschränkten. Der deponierte Stallmist dürfte möglichst vor Kälte, Hitze und zu viel Regen geschützt der Rotte überlassen worden sein. Im Zuge der Lagerung traten in diesen Arrangements N-Verluste durch Ausgasungsprozesse[561] auf, sodass rund 56 % des $N_{Stallmist}$ verblieben. Der übrig gebliebene Stickstoff ($N_{Rotte}$) stellte jenes Lager dar,

[556] *Peter Kriedte*, Spätfeudalismus und Handelskapital. Grundlinie der europäischen Wirtschaftsgeschichte vom 16. bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts (Göttingen 1980) 33.
[557] KAG, IV.A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi. Bizottság iratai. Nr. 15. Összesitö ivek 1789 (Pamhagen/Pomogy).
[558] *Peter Kriedte*, Spätfeudalismus und Handelskapital, 33.
[559] *Franz Ritter Edler von Heintl,* Die Landwirthschaft des Kaiserthumes, Bd. 2, 540.
[560] Ebenda, 506.
[561] Anm.: Zum Zwecke der Übersichtlichkeit wurden die Ausbringungsverluste und die Verluste am Feld den Ausgasungsprozessen im Stall und bei der Lagerung hinzugefügt.

das sowohl zur Düngung der Felder als auch zur Ziehung der Salpetererde herangezogen werden konnte. An dieser Stelle überschneiden sich die beiden Kernthemen der Forschungsfrage, die Salpeterproduktion und die Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit:
Die Bodenfruchtbarkeit wurde einschränkend als die Verfügbarkeit von pflanzenverwertbarem Stickstoff definiert. Die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers stellt eine der wichtigsten Praktiken zur Versorgung des Bodens mit Org.-N und $NO_3^-$ dar, mit dem Ziel, die Fruchtbarkeit des Ackerlandes nachhaltig zu gewährleisten.
Die Menge des Stickstoffes, die mit dem Wirtschaftsdünger auf das Feld gelangt, stammt prinzipiell aus dem verbliebenen N-Gehalt des RMs. Vom $N_{Rotte}$ ist allerdings nicht das gesamte Quantum als $N_{Wirtschaftsdünger}$ zu behandeln. Der $N_{Wirtschaftsdünger}$ beschreibt jene Menge an Stickstoff, die tatsächlich pflanzenverfügbar wird. Diese Menge wird von der Mineralisationsrate bestimmt. Die Mineralisationsrate des N-Org. in $NO_3^-$ wurde nach einem Richtwert aus der Literatur berechnet. Die Wirksamkeit des RMs als Dünger, respektive des $N_{Wirtschaftsdünger,}$ wird im ersten Anwendungsjahr mit 20 % angegeben. Im folgenden, zweiten Jahr werden 15 % und im dritten Jahr nach der Ausbringung schließlich nur mehr 10 % des Stickstoffs nachmineralisiert. In Summe werden rund 45 % des $N_{Rotte}$ in mineralischen Stickstoff umgesetzt.[562] Lässt man die Salpeterproduktion außer Acht, so könnten mit dem Wirtschaftsdünger in Pamhagen jährlich 6,5 t $a^{-1}$ zurück in die Ackerkrume geführt werden. In Illmitz belief sich dieser Wert auf rund 8,1 t $a^{-1}$.

Die Bauern des Komitats Wieselurg bestellten ihr Feld mit Einsicht und hielten viel "auf reichliche Düngung".[563] In der Regel wurden die Ackerflächen nie gleichzeitig gedüngt und erhielten höchstens alle drei Jahre eine neue Fuhr Wirtschaftsdünger. Die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers war dabei fest in die Routine der Dreifelderwirtschaft eingebunden. Die Düngung erfolgte konzentriert und erfolgte im Rahmen der Bearbeitung des Brachefeldes. [564]
Da die Brache im Rahmen der Dreifelderwirtschaft durch den Flurzwang zur Hutweide herangezogen worden war, dürfte sich die Düngung auf die Bestellung des Sommergetreides

[562] *Cord Tietjen*, *Dieter Bardtke*, Wirkung tierischer Exkremente auf Boden, Pflanze und Gewässer. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 202.
[563] *Andreas Grailich*, Wieselburger Gespanschaft, 203.
[564] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des östereichischen Kaiserthumes, Bd. 1 (Wien 1808) 266.

am Ende des Brachezyklus im Frühjahr beschränkt haben.[565] Der Dünger wurde dabei auf das Feld aufgebracht und während des Pflügens in die Ackerkrume eingeackert.[566]

Zwar wird bei einer Mineralisationsrate von 45 % die oben genannte Menge Stickstoff frei, durch die Dreifelderwirtschaft verteilt sich diese aber im Untersuchungsjahr nicht gleichmäßig auf die Getreideäcker.

Angenommen, es wäre jedes Jahr ausschließlich die Brache - vor der Aussaat des Sommergetreides - gedüngt worden und die Nutzung des Landes hätte jährlich im Turnus der Dreifelderwirtschaft zwischen Brache, Sommerfrucht und Winterfrucht gewechselt, so würden sich die Stickstofffrachten in einem Zyklus von drei Jahren bei den oben angeführten, jährlichen Mineralisationsraten ganz unterschiedlich verteilen. Der Wirtschaftsdünger wurde in der Regel nur auf jenem Drittel der Ackerfläche eingeackert, das am Ende der Brache zur Bestellung des Sommergetreides umgebrochen wurde.[567] Dem Sommerfeld können demzufolge 20 % des mit dem Wirtschaftsdünger zugeführten N angerechnet werden. Auf dem zweiten Drittel der Ackerfläche folgt im Zyklus der Dreifelderwirtschaft nach der Sommerfrucht die Bestellung des Wintergetreides. Diesem Feld können 15 % des N aus dem Wirtschaftsdünger als Nachwirkung angerechnet werden. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wäre im Turnus der Dreifelderwirtschaft ein weiteres Drittel der Ackerfläche Brache. Der Brache können weitere 10 % des $N_{Rotte}$ durch die Nachwirkungen aus der Düngung von vor zwei Jahren zugedacht werden.

Betrachtet man also das N-Lager des Rottemists, können wir davon ausgehen, dass bei einer ein- bis dreijährigen Mineralisationsrate von 20 % bis 45 %, ein entsprechender Anteil Stickstoff mineralisiert wird (= *Mineralisationsrate-Lager*).

Im Unterschied dazu zeichnet der Nährstoffkreislauf ein stationäres Abbild einer höchst wechselhaften und nicht gleichmäßig verteilten Nährstoffzufuhr ins Ackerland. Gemäß der erörterten prozentuellen Verteilung kann auf der Basis der jährlich zugeführten Mengen Dünger für die gesamten Ackerflächen (Winter- und Sommergetreide) mit einer Mineralisierungsrate von 17,5 % gerechnet werden (= *Mineralisationsrate-Acker*).

Der gesellschaftliche Input in die Ackerflächen durch den Wirtschaftsdünger umfasst demgemäß in Pamhagen 8,7 kg und in Illmitz 11,8 kg $ha^{-1}$.

---

[565] *Fridolin Krausmann*, Von der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zur Steigerung der Erträge. In: *Helga Dirlinger*, *Martin Fliegenschnee*, *Fridolin Krausmann*, *Gerhard Liska*, *Martin A. Schmidt*, Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften, (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 51, Wien 1998) 11.

[566] *Walter Achilles*, Landwirtschaft in der Frühen Neuzeit, 22f.

[567] *Marcel Mazoyer*, *Laurence Roudart*, A History of World Agriculture, 273ff.

Der Einsatz des RM als Wirtschaftsdünger stellt den zentralen kolonisierenden Eingriff der Bauern zur Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit dar. Die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers ist nicht nur der wichtigste anthropogen bedingte Teilprozess, der für eine ausgeglichene Flächenbilanz des Ackerlandes sorgen soll. Der RM ist ebenso das Rückgrat der Salpetererzeugung durch Plantagen. Sofern die Rotte nicht so weit fortgeschritten war, dass die Nitrate bereits aus der salniterhältigen Erde ausgelaugt werden konnten, wie es oftmals bei Stallerde praktiziert wurde, konnte Rottenmaterial vornehmlich zum Ziehen der Plantagenerde herangezogen werden. Die Auswirkungen der Salpeterproduktion können daher am sinnvollsten an Hand einer Gegenüberstellung des $N_{Wirtschaftsdünger}$ mit dem $N_{Salpeterbedarf}$ geschehen.

Der $N_{Salpeter}$ wurde für den Zeitraum von 1779 bis 1780 mit 787 kg Stickstoff beziffert. Beim $N_{Salpeter}$ handelt es sich allerdings um den rechnerischen Anteil des Stickstoffs vom gesamten doppelt-geläuterten $KNO_3$. Der $N_{Salpeterbedarf}$ beschreibt hingegen jenen Anteil des $N_{Rotte}$, der im Zuge der Mineralisation des $N_{Rotte}$ notwendig war, um jene Summen an $NO_3^-$ zu gewinnen, die 1779 hergestellt worden war. Unter der Annahme, dass im ersten Jahr nur 20 % des N-Org. im Rottemist in $NO_3^-$ mineralisiert werden, waren rund 3,9 t $a^{-1}$ $N_{Rotte}$ nötig, um daraus die Menge an doppelt-geläutertem $N_{Salpeter}$ zu gewinnen. Daraus folgt, dass von den potentiell verfügbaren 14,5 t $a^{-1}$ $N_{Rotte}$ 3,9 t $a^{-1}$ für die Salpetererzeugung abgezweigt werden müssen. Von den verbliebenen 10,6 t $a^{-1}$ wären somit bei einer Wirksamkeit von 45 % nur knapp 4,8 t $a^{-1}$ als $N_{Wirtschaftsdünger}$ anrechenbar.

## 7.6.5 Output der Naturkolonie Ackerland in die Natur

### N-Verluste durch Ausgasung

Beträchtliche Mengen des Stickstoffs im SM entweichen als Gase direkt nach der Ausscheidung oder aber erst nach einiger Zeit zurück in die Atmosphäre. Der verbliebene N-Gehalt, nach Abzug sämtlicher gasförmig bedingter Verluste im Stall, bei der Lagerung und der Ausbringung sowie am Felde, wurde als Gehaltswert für den RM übernommen. Die Verluste durch Ausgasung und

Tabelle 7.20: Ab-/Ausgasungsverluste

| | Stallmist (SM) | Gülle, Spaltenboden |
|---|---|---|
| | Kot, Harn, Stroh | Kot, Harn, Stroh |
| im Stall | 10-15 | 5 |
| Lagerung | 15-25 | 5-10 |
| Ausbringung | 2-5 | 5 |
| am Feld | 10-15 | 10-30 |
| Σ Verlust (in % des Anfalls) | 27-60 | 25-50 |

Verändert nach: Landwirtschaftskammer Salzburg (Hg.), Wirtschaftsdünger, 27.

Denitrifikation weisen eine große Bandbreite auf und werden im Schnitt mit rund 44 % vom Ausgangsgehalt angesetzt.[568] Die Bandbreite der gasförmigen Stickstoff-verluste wurde nach Galler in Tabelle 7.20 wiedergegeben. Die gasförmigen Verluste in Pamhagen wurden mit 11,1 t $a^{-1}$ und in Illmitz mit 13,9 t $a^{-1}$ berechnet.

**N-Verluste durch Auswaschung und N-Denitrifikation**

Die Stickstoffverluste durch Auswaschung und Denitrifikation werden gemeinsam diskutiert, da diese beiden Prozesse des Bodens in enger Verbindung miteinander stehen. Die Denitrifikation findet bevorzugt unter anaeroben Bedingungen statt, was andererseits auf eine hohe Wassersättigung und Feldkapazität des Bodens schließen lässt. Diese Aspekte sind allerdings Anzeichen für Böden, die zu Staunässe neigen, oder unter Einfluss des Grundwassers stehen und daher hohe Stickstofffrachten durch Auswaschung zu verzeichnen haben.[569] Da beide Prozesse nur auf der Basis von Literaturdaten in die Abschätzung einbezogen werden konnten, wurde versucht mit Rücksicht auf die Bodenmorphologie des Untersuchungsgebiets die potentielle Auswaschung- und Denitrifikation herzuleiten.

Trotz der Heterogenität der Bodentypen konnte für Pamhagen und Illmitz der Schwerpunkt der ackerbaulich genutzten Produktivflächen auf Böden aus Schwarzerden (Tschernosme), Paratschernosemen und Feuchtschwarzerden eingeschränkt werden.[570] Vereinzelt dürften auch schwarzerdeähnliche Böden unter den Pflug genommen worden sein. Wichtig ist, dass diese fruchtbarsten Ackerböden über der Isohypse von 120m liegen und auf dem jungpleistozänen Seewinkelschotter aufliegen.[571] Unterhalb dieser Marke sind lediglich die ackerbaulich genutzten Böden der Seerandzone in Illmitz zu erwähnen, die allesamt tiefgründig und schwarzerdeartig sind.[572]

Im westlichen Teil des Seewinkels sind die Schwarzerden überwiegend aus sandigen Lockermaterial entstanden. Im Osten des Seewinkels ist Löss und lößähnliches Material als Muttersubstanz zu identifizieren.[573] Die Paratschernoseme weisen eine wechselnde Textur auf, es dominieren jedoch lehmige Sande.[574] Als Bodensubstrat für die ackerbaulich genutzten

[568] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 27.
[569] *Bettina Götz*, *Gerhard Zethner*, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft, 78.
[570] Siehe Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Neusiedel am See - Süd/Mitte. Zitiert nach: *Tanja Maria Palkovits*, Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel. Unter besonderer Berücksichtigung der Salzböden im Nationalparkgebiet (ungedr. nat. Diplomarbeit Universität Wien, Wien 1997) Anhänge.
[571] *Klaus Arnold*, Die Land- und Forstwirtschaft im Burgenland, 28.
[572] *A. Bernhauser*, Zur Verlandungsgeschichte des Burgenländischen Seewinkels. In: *BLM* (Hg.), WAB, Naturwissenschaften, Hft. 29 (Eisenstadt 1962) 158.
[573] *Peter Nelhiebel*, Die Boden des Seewinkels (= *BFB* (Hg.), BFB-Bericht 37, Illmitz 1980) 42.
[574] *A. Bernhauser*, Zur Verlandungsgeschichte des Burgenländischen Seewinkels, 149.

Flächen können somit in erster Linie Sande bzw. lehmige Sande angenommen werden, eine Ausnahme bilden die Böden der Seerandzone in Illmitz. Durch das Fehlen der Schotterflur sind diese an Gleye erinnernden "Grauen Böden" eher als lehmig und schluffig einzustufen.[575] Eine Kenntnis über das Bodensubstrat ist für eine Einschätzung der Verluste druch Denitrifikation und Auswaschung essentiell.

Der Austrag an Stickstoff ins Grundwasser wird für Ackerflächen zwischen 20 und 70 kg $ha^{-1}$ angegeben.[576] Bei den genannten Bodentypen kann eine mittlere nutzbare Feldkapazität[577] zwischen 140-220 mm und eine mittlere bis hohe Durchlässigkeit angenommen werden.[578] Diese Parameter wurden als das Maß zur Beurteilung der Auswaschungsgefährdung der Ackerböden herangezogen.[579] Nachdem sich dieser Wert im Mittelfeld befindet, wurde die Auswaschung innerhalb der oben angegebenen Bandbreite angesetzt. Zur Orientierung richtet sich dieser Wert an eine Studie[580] zur Nitratauswaschung im ökologischen Landbau. Bei ähnlichen Bodenverhältnissen (Löss-Schwarzerde) und dem Fehlen von Zwischenfrüchten wurde eine Auswaschung von 46 kg $ha^{-1}$ gemessen. Als plausibler Wert für die $N_{Auswaschung}$ wurde daher der Mittelwert aus der Literatur mit 45 kg $ha^{-1}$ für das Untersuchungsgebiet herangezogen.

Die Denitrifikationsverluste werden oberhalb der hydraulischen Wasserscheide mit mindestens 20 kg $ha^{-1}$ beziffert.[581] Dies entspricht etwa dem durchschnittlichen Denitrifikationspotential von Paratschernosemen und Schwarzerden, wie sie im

[575] Ebenda, 158.
[576] Siehe Literaturübersicht: *Andreas Geisler*, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien, 103.
[577] Anm.: Staukapazität des Bodens.
[578] *BMLFUW* (Hg.), eBOD - Digitale Bodenkarte Österreichs.
[579] *M. Eisenhut*, Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden mittels Auswertung der Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung - Versuch einer flächenhaften Darstellung. In: *BAL* (Hg.), BAL Bericht 4. Über die 4. Lysimetertagung, „Übertragung von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen und Regionen“, vom 19. bis 20. April 1994 (Irdning 1994) 57-64.
[580] *Brigitte Hansen*, *Erik Steen Kristensen*, *Ruth Grant*, *Henning Høgh-Jensen*, *Svend Erik Simmelsgraad*, *Jørgen E. Olesen*, Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems - a systems modelling approach. In: European Journal of Agronomy 13 (2000) 65-82.
[581] *K Isermann*, *R. Isermann*, Die Anteile des N-Austrages mit dem Sickerwasser aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche über die (un)gesättigte Zone in die Oberflächengewässer Westeuropas/EU und Deutschlands an der jeweiligen N-Bilanz der Landwirtschaft (1987/92). In: *BAL* (Hg.), BAL Bericht 5. Über die 5. Lysimetertagung, „Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone“, vom 25. bis 26. April 1995 (Irdning 1995) 85-91.

Untersuchungsgebiet vorliegen.[582] Wenn Schwarzerden starke Merkmale von Vergleyung aufweisen, sind sogar Denitrifikationsraten zwischen 30 und 50 kg $ha^{-1}$ anrechenbar.[583]
Für Pamhagen und Illmitz wurden 20 kg $ha^{-1}$ als $N_{Denitrifikation}$ in der ungesättigte Zone angenommen. Nachdem aber unterhalb der hydraulischen Zone in der gesättigten Zone nochmals 59 % des $N_{Auswaschung}$ denitrifiziert werden können, beträgt die eigentliche Denitrifikationsrate im Untersuchungsgebiet 46,6 kg $ha^{-1}$. Gerechnet wird allerdings nur mit dem erstgenannten Wert. Für die Flächenbilanz sind lediglich die N-Verluste durch die Denitrifikation in der ungesättigten Zone mit 20 kg $ha^{-1}$ von Relevanz. Die denitrifikationsbedingten N-Verluste in der gesättigten Zone basieren auf dem ausgewaschenen Nitrat, das in der Flächenbilanz bereits als $N_{Auswaschung}$ abgezogen wurde und der Ackerkrume schon "verloren" gegangen ist.

**N-Verluste durch Erosion**

Die N-Frachten durch die natürliche und anthropogen bedingte Erosion sowie die Oberflächenabschwemmung wurden für beide Gemeinden auf 1,7 kg $ha^{-1}$ geschätzt.[584]

[582] *U. Müller*, *F. Raissi*, *H. Höper*, *W. Schärfer*, *J. Kues*, Arbeitshilfe für bodenkundliche Stellungsnahmen und Gutachten im Rahmen der Grundwassernutzung (= *NLfB* (Hg.), Arbeitshefte Boden 2, Hannover 2002) 46.
[583] Feuchtschwarzerde → Gley-Schwarzerde Siehe: *Hans Joachim Fiedler*, Böden und Bodenfunktionen in Ökosystemen, Landschaften und Ballungsgebieten (Renningen 2001) 319.
[584] *Bettina Götz*, *Gerhard Zethner*, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft, 81ff.

## 7.6.6 Stoffflusmodell Pamhagens

**Erläuterungen zur Abbildung 7.7:**

Dargestellt ist der Stickstoffkreislauf des Agrarökosystems Pamhagens, der alle obangesprochenen Teilprozesse zusammenführt (Abb.: 7.7). Die Mengenangaben der N-Flüsse (in kg) stehen in Beziehung zur agrarischen Produktivfläche (in ha). Darunter sind sämtliche Anbauflächen mit Sommer- und Wintergetreide zu verstehen, die zusammen die Naturkolonie Ackerland bilden.

Im Zuge der Dreifelderwirtschaft sind allerdings nicht alle Felder gleichzeitig gedüngt worden. Da angenommen wurde, dass nur die Sommerfelder gedüngt wurden, sind die mit einem Stern (*) markierten N-Flüsse im Verhältnis zur Ausdehnung der Sommerfelder gesetzt worden.

Die Angaben zum Wirtschaftsdünger beziehen sich hingegen wieder auf die gemeinsame Fläche von Sommer- und Winterfrucht. Der N-Fluss durch den Wirtschaftsdünger setzt sich aus der Wirkungen des Düngers auf dem Sommerfeld im ersten Jahr der Anwendung (bei Mineralisationsrate von 20 %) und den Nachwirkungen auf dem Winterfeld im Folgejahr (bei einer Mineralisationsrate von 15 %) zusammen (Vgl.: Mineralisationsrate-Acker).

Die Mengenangaben zu den N-Flüsse aus der Naturkolonie Grünland wurden in der Darstellung vernachlässigt, da diese ebenso in Relation zum Stallmist hätten gesetzt werden müssen und damit zur Ausdehnung des Sommerfeldes, was die Angaben als zu hoch erscheinen lässt.

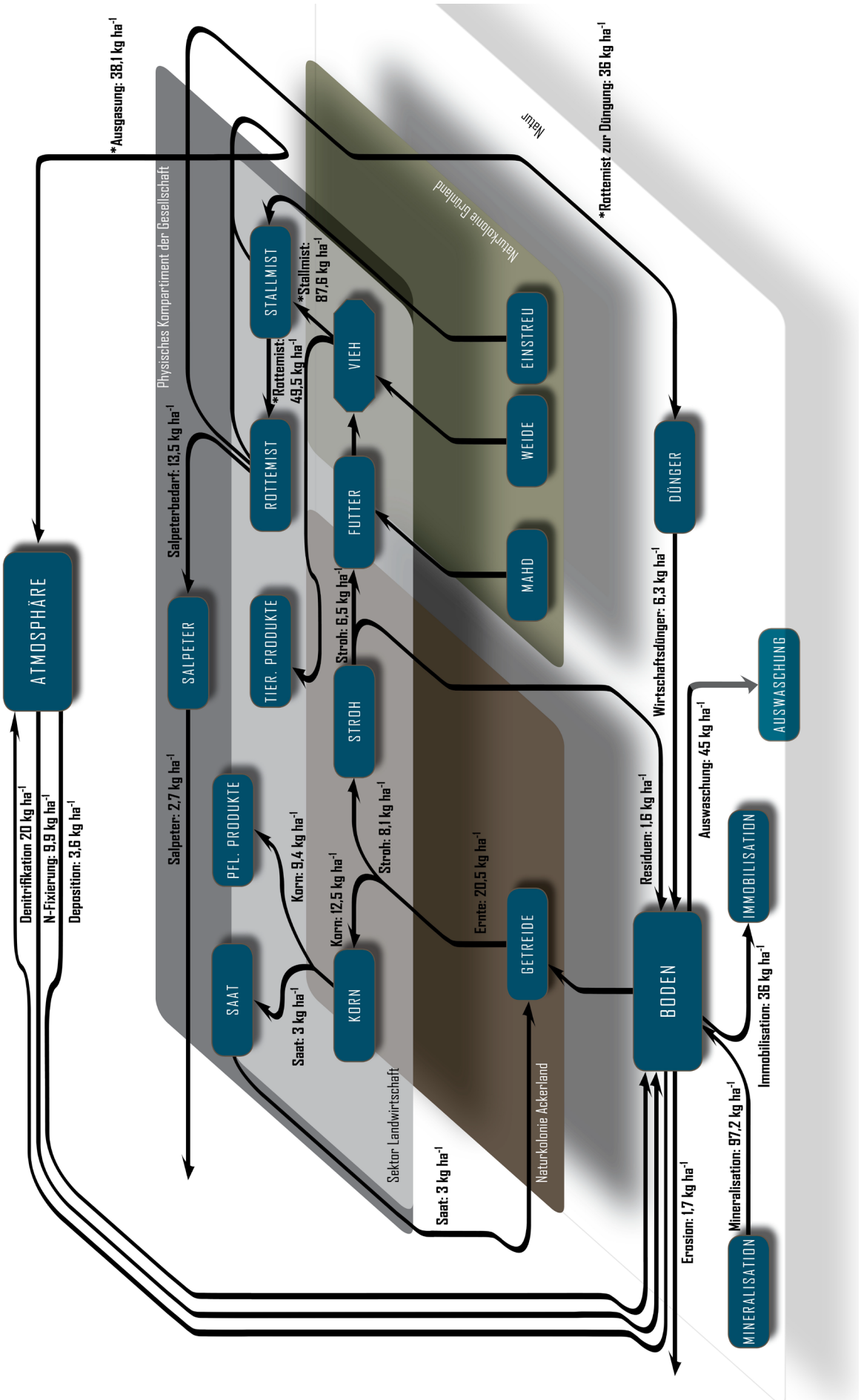



Abbildung 7.7: Stoffflussmodell Pamhagens 1779/80

## 7.7 Ergebnisse und Diskussion

### 7.7.1 Die Nährstoffbilanzen Pamhagens und Illmitz als Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit

Zentrales Forschungsinteresse dieser Arbeit ist die Untersuchung der Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit eines ausgewählten Agrarökosystems. Zur Beantwortung dieser Frage musste das Agrarsystem auf seine Wirtschaftsweise hin untersucht werden, die in Verbindung mit naturalen Prozessen eine Determinante der Fruchtbarkeit des Bodens darstellt. Dabei galt es festzustellen, ob die Ackerböden in diesem System nachhaltig bewirtschaftet worden sind und ob deren Nährstoffhaushalt zwischen Input und Output als ausgeglichen beurteilt werden kann. Erst an Hand dessen können die Wirkungen der Salpeterproduktion abgewogen und der agrarischen Produktivität gegenübergestellt werden.

Die Frage einer nachhaltigen Nutzung von Böden beinhaltet immer auch eine ökonomische, landwirtschaftliche Komponente. Infolge ständiger Entnahme über die Ernte mussten die Landwirte des Untersuchungsgebiets einer Unterversorgung der Böden mit Nährstoffen durch Düngung entgegenwirken. Insbesondere im traditionellen, europäischen Agrarsystem der Mischwirtschaft, das Wald-, Weide- und Ackernutzung integrierte, sind seit der römischen Antike[585] diverse Strategien zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit bekannt. Die Abfälle aus der Tierhaltung spielten dabei eine nicht zu unterschätzende Rolle .
Eine nachhaltige Bodenfruchtbarkeit setzt ein nachhaltiges Nährstoffmanagement voraus, was wiederum von der Wirtschaftsweise - als der Summe der anthropogenen Eingriffe in den Stickstoffkreislauf - bedingt wird. Es ist sinnvoll, die Dimensionen landwirtschaftlicher Produktivität und die nachhaltige Nutzung der Ackerkrume vor dem Hintergrund der Bodenökologie zu erfassen. Bodenfruchtbarkeit im Kontext der Nachhaltigkeit ist keineswegs ein Stoffaustausch durch ein lebloses Medium. Die Menschen konnten zwar durch diverse landwirtschaftliche Praktiken auf diese Stoffflüsse Einfluss nehmen. Bodenfruchtbarkeit ist aber letztlich das Resultat aus dem Zusammenspiel einer ganzen Reihe biologischer,

[585] *Verena Winiwarter*, Böden in Agrargesellschaften: Wahrnehmung, Behandlung und Theorie von Cato bis Palladius. In: *Rolf Peter Sieferle*, *Helga Breuninger* (Hg.), Natur-Bilder. Wahrnehmung von Natur und Umwelt in der Geschichte (Frankfurt/ New York 1999) 181-221.

geologischer und chemischer Prozesse und deren Einwirken auf die biologische Bodensubstanz (Humus), insbesondere der „leichten Fraktion“ der organischen Substanz.[586]

Die Fruchtbarkeit und die Kapazität des Bodens, Pflanzen hervorzubringen sind in der Landwirtschaft durch die natürlichen Bodeneigenschaften und Bodenbildungsprozesse sowie die anthropogene Rückführung der endlichen und erneuerbaren Ressourcen/Nährstoffe im Agrarökosystem bestimmt.[587] Die sieben essentiellen Nährstoffe der Pflanzen sind Stickstoff, Phosphor, Kalium, Schwefel, Magnesium, Calcium und Kohlenstoff. Diese Forschungsarbeit beschränkt sich bei der Analyse des Salpetergewerbes allerdings alleine auf den Nährstoff Stickstoff. Die anthropogenen und natürlichen Einflussgrößen auf die Stickstoffnachlieferung werden in den folgenden Kapiteln separat behandelt und jeweils als Input und Output quantifiziert. Anschließend werden sämtliche Prozesse in der Nährstoffbilanz zusammengefasst.

#### 7.7.1.1 Anthropogene Einflussgrößen auf die N-Nachlieferung des Bodens

Die burgenländischen Untersuchungsgebiete können auf Grund der landschaftsökologischen Gliederung des Seewinkels und der entsprechenden Landnutzung - bedingt durch die feudalen Verhältnisse des Grundbesitzes - sowie der Praktiken bei Viehzucht und Feldbau, der ungarischen Tradition der extensiven Wirtschaftsweise zugeordnet werden.[588]
Die Produktivität extensiver Agrarökosysteme der Frühen Neuzeit ist durch das natürliche oder vom Menschen geringfügig modifizierte Nährstoffreservoir des Bodens stark eingeschränkt.[589] Eine Gesellschaft vermag dieses Niveau durch kolonisierende Eingriffe anzuheben. Dazu zählt eine verbesserte Düngung[590], zu berücksichtigen ist aber die Erhöhung der Arbeitskraft, die für solche Praktiken aufgebracht werden muss.

[586] *E. A. Stockdale*, *M. A. Shepherd*, *S. Fortune*, *S. P. Cuttle*, Soil fertility in organic farming systems - fundamentally different? In: Soil Use and Management (2006) 301.
[587] *Ulrich Gisi*, *Rudolf Schenker*, *Rainer Schulin*, *Franz X. Stadelmann*, *Hans Sticher*, Bodenökologie, 236.
[588] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 225.
[589] *Joy Tivy*, Landwirtschaft und Umwelt. Agrarökosysteme in der Biosphäre. Aus dem Englischen übersetzt von Christa Holz und Steffi Knoll (Heidelberg/Berlin/Oxford 1993) 100.
[590] Vgl.: *Helga Dirlinger*, *Martin Fliegenschnee*, *Fridolin Krausmann*, *Gerhard Liska*, *Martin A. Schmidt*, Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften.

### 7.7.1.1.1 Kolonisierende Eingriffe - Die Wirtschaftsweise

Die Menschen greifen im Zuge der Kolonisierung in die natürlichen Stoffkreisläufe der Agrarökosysteme ein beziehungsweise gestalten diese so um, dass sie für die Gesellschaft einen gewünschten Output an pflanzlicher Biomasse liefern. Ob diese Kreisläufe vom Menschen nachhaltig organisiert sind, ist abhängig vom Ausmaß der Eingriffe und davon, wie viel Energie in die Aufrechterhaltung dieser Kreisläufe gesteckt wird.
Im basalen Metabolismus der Agrargesellschaften mit ihrem solarenergiebasierten Wirtschaftssystem, ist der Umfang der Eingriffe in die Kreisläufe durch die Investition an Arbeitskraft, vornehmlich jene von Zugtieren, definiert. Die Energie, welche durch die Arbeit der Zugtiere aufgewendet wird, entstammt ihrerseits aus der Photosyntheseleistung von Pflanzen. Mit der pflanzlichen Biomasse, die dem Land durch Ernte und Weide entzogen wurde, wird die darin gespeicherte Energie über die Nahrung und das Futter von Mensch und Tier aufgenommen und in Form von Arbeit wieder in die agrarischen Nutzflächen investiert. Dabei ist die Menge an verfügbarer Energie durch die Produktivität und Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bestimmt.[591]
In einem an die Fläche gebundenen Energiesystem ist das Ausmaß der Kolonisierungseingriffe durch die in der pflanzlichen Biomasse gespeicherte Solarenergie begrenzt. An dieser Beziehung wird ersichtlich, wie sich die Konkurrenzsituation von Korn und Vieh bezüglich der Landnutzung im Paradigma des flächengebundenen Solarenergiesystems vorindustrieller Agrargesellschaften darstellt.[592] Da die Energie für die Nutztiere aus dem Grünland bzw. aus dem Ackerland stammt, stellt die gemischte Landnutzung auch eine direkte Konkurrenz für die menschliche Nahrung dar.[593]
Bei beschränkter Verfügbarkeit an Energie und einem gleichzeitigen Bedarf des Zugviehs richtet sich in den Agrargesellschaften mit Dreifelderwirtschaft ein spezifisches Verhältnis zwischen Grünland und Ackerland ein. Prinzipiell sind die Menge des Viehs und die entsprechende Größe des Grünlandes am Energiebedarf des Feldbaus ausgerichtet.[594]

Für die Bearbeitung und die Düngung ihrer ausgedehnten Ackerflächen waren die burgenländischen Landwirte auf Zugvieh angewiesen. Exklusive der Brache standen den

[591] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 22-24.
[592] Ebenda, 32f.
[593] *E. A. Wrigley*, Energy availiability and agricultural productivity In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock. In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity (Manchester 1991) 326.
[594] *Rainer Beck*, Unterfinning, 100-109.

Bauern in Pamhagen rund 1,3 GVE $ha^{-1}$ für Spann- und Pflugarbeiten zur Verfügung. Im Idealfall ist eine GVE zur Bearbeitung eines Jochs Ackerfläche ausreichend, in Pamhagen standen 0,8 GVE $Joch^{-1}$ zur Verfügung.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass für die Verrichtung der wichtigsten Arbeiten im Felde genügend tierische Arbeitskraft zur Verfügung stand. Dabei handelt es sich in der traditionellen Form der Dreifelderwirtschaft um die Bestellung der Ackerkrume und andere mit der Einsaat und der Ernte verbundene Spannarbeiten. Für weitere Arbeiten ist es allerdings fraglich, in wie weit die Landwirte auf die tierische Arbeitskraft zurückgreifen konnten.

Die Möglichkeit der Bauern, Arbeit bzw. Energie in die Ackerkrume zu investieren, etwa für das Sammeln, Auftragen und das anschließende Einarbeiten des Wirtschaftsdüngers in die Scholle, ist mitbestimmend für den Nährstoffhaushalt des Bodens.[595]

Die Düngerstrategien zur Hebung des Nachlieferungspotentials sind breit gefächert und umfassen neben diversen Formen der Landnutzung, wie dem Fruchtwechsel, der Gründüngung und der Brache auch den Einsatz verschiedener tierischer und mineralischer Abfälle (Stallmist, Mergel, Kalk, Bauschutt usw.).[596] Sämtliche mit der Düngung verbundenen Strategien sind allerdings arbeitsintensive Prozesse.[597]

Nachdem zahlreiche Hinweise auf den ärmlichen Zustand des Viehs vorliegen, ist davon auszugehen, dass die geringe Einsetzbarkeit des Viehs bei Zug- und Spannarbeiten für die Verteilung des Wirtschaftsdüngers auf dem Felde verwendet wurde. Ein Bauer auf einer ganzen Bauernansässigkeit in Pamhagen verfügte im Schnitt über 13 Joch Ackerland und 6 Ochsen bzw. Pferde für Spann- und Zugarbeiten.[598] Es wurde angenommen, dass die Felder jährlich mit dem Aufbrechen des Brachfeldes und vor der Einsaat des Sommergetreides gedüngt wurden. (somit erhält ein Feld im besten Fall alle drei Jahre, bei der Vollendung des Zyklus der Dreifelderwirtschaft eine Fuhr Dünger). Für die Bearbeitung[599] der Brache von rund 2 ha[600] wären knapp 16 Spanntage nötig gewesen. Mit dem berechneten und in der

[595] *Verena Winiwarter*, The View from Below: On Energy in Soils (and Food) In: *Richard Unger* (Hg.), Rachel Carson Center Perspectives, erscheint voraussichtlich 2013.

[596] *Fridolin Krausmann*, Von der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zur Steigerung der Erträge, 5-26.

[597] *Elisabeth Schaschl*, Rekonstruktion der Arbeitszeit in der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert am Beispiel von Theyern in Niederösterreich (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 96, Wien 2007), insbesondere: 31ff.

[598] KAM, IV A. 505.b. Moson vármegye adószedöjének iratai. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848. Nr.: 122 1779-80.

[599] Mist ausführen (einspännig: 2 Arbeitstage $ha^{-1}$); Mist einpflügen (zweispännig: 2,18Arbeitstage $ha^{-1}$); 2 mal Eggen (zweispännig: 0,22 Arbeitstage $ha^{-1}$); Walzen (zweispännig: 0,33 Arbeitstage $ha^{-1}$); aus *Elisabeth Schaschl*, Rekonstruktion der Arbeitszeit in der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert am Beispiel von Theyern in Niederösterreich, 31ff, 113.

[600] Bei mindestens 1.300 QK $Joch^{-1}$ (Nach Grailichs Angabe für die Größe eines Jochs in der Dical-Konscription)

Originalquelle angeführten Bestand an Zugtieren hätten die burgenländischen Bauern über genügend Zugkraft besessen. Es ist aber fraglich, ob die Bauern über genügend menschliche Arbeitskraft verfügt haben, um im arbeitsintensiven Spätsommer neben der Ernte und dem Bestellen des Wintergetreides nochmals Arbeit in die Düngung des Ackers zu investieren. Als Grund hierfür ist die große, flächenmäßige Ausdehnung des extensiv genutzten Ackerlandes zu nennen.

Abbildung 7.8: Graurinder beim Pflügen der schweren Böden im Hanság



Quelle: Gemeinde Tadten (Hg.) Chronik Tadten, 279.

Die Möglichkeit Arbeit in die Ackerfläche, respektive den Boden zu investieren, ist insbesondere bei den frühneuzeitlichen Formen der Landnutzung auch eine Frage der feudalen Gesellschaftsordnung (Besitzrechte, Feudallasten, Frondienst/Robot usw.).[601]
Nachdem das Abgabe-System unelastisch war, konnten Hungersnöte bei Ernteschwankungen schwer abgefedert werden.[602] Das Lehnsverhältnis zwischen Bauern und Grundherrschaft war in Ungarn auch durch tributäre Zwangsarbeit geprägt, weshalb zu den Überschüssen, die abgeschöpft wurden, nicht nur Naturalien und Zins, sondern auch die Arbeitskraft gezählt werden muss. Speziell durch diese Robotleistungen gingen der ungarischen Landwirtschaft und den Bauern bedeutende Mengen an „Kraft“ für die Felder verloren.[603] In der Gemeinde Pamhagen mussten beispielsweise 43 1/4 Tage Zugrobot geleistet werden.[604]

[601] *Erich Landsteiner*, Landwirtschaft und Wirtschaftliche Entwicklung 1500-1900. Eine Agrarrevolution in der Frühen Neuzeit? In: *Markus Cerman*, *Ilja Steffelbauer*, *Sven Tost* (Hg.), Agrarrevolutionen. Verhältnisse in der Landwirtschaft vom Neolithikum zur Globalisierung (= *Verein für Geschichte und Sozialkunde* (Hg.), Querschnitte 24, Wien 2008) 173-205.
[602] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 36f.
[603] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 227.
[604] KAM, IV. B. 915.b. Urbéri Iratok Nr. 17, ad 323 1830.

Sofern genügend Arbeitskraft frei und vorhanden war, hätte es im 18. Jahrhundert bereits genügend Strategien[605] gegeben, die in direkter oder indirekter Weise auf eine Steigerung der Bodenfruchtbarkeit abzielten. Vor dem Hintergrund der Mischwirtschaft wäre die Einstellung der Brache und eine Umstellung der Landnutzung auf die Fruchtwechselwirtschaft eine wichtige Form der Intensivierung der Arbeitskraft in der Landwirtschaft. Die Gründüngung mit Leguminosen, welche hinterher auch verfüttert hätten werden können, wären ebenso lohnend gewesen, wie ein Anbau von Futterplanzen selbst. Gemeinsam mit einer Ausdehnung der winterlichen Stallhaltung und der Stallhaltung im Sommer - die allerdings nicht nur Vorteile mit sich brachte - kann insgesamt eine Verbesserung der Ernährungssituation des Viehs erreicht werden.[606] Eine verbesserte Versorgung des Viehs hatte zur Folge, dass man das Vieh auch für die schwersten Zug- und Spannarbeiten einsetzt konnte und sich einen Anstieg in der Produktion tierischer Produkte versprechen durfte. Neben einem Anstieg des Netto-Energieertrags ist durch die veränderten Haltungsbedingungen ein Zuwachs beim Anfall des Wirtschaftsdüngers der wichtigste Aspekt, da er direkte Wirkung auf Bodenfruchtbarkeit und Salpeterproduktion hat.

In den extensiven Agrarökosystemen des Untersuchungsgebiets fielen große Mengen an Nährstoffen im Feld an. Durch eine Steigerung des Arbeitsaufwands hätte man diese einsammeln und verarbeiten können, wie es in den Schweizer Alpen der Fall war.[607] In den ungarischen Puszten hingegen ließ man die Fladen auf den Feldern verwesen, oder sammelte diese höchstens in den waldarmen Gegenden, um sie zu verbrennen.[608]

### 7.7.1.1.2 Kolonisierende Eingriffe - Anthropogene Stoffströme

Vorindustrielle Agrargesellschaften, deren kolonisierende Eingriffe in die Ökosysteme als extensiv beschrieben werden, sind sehr stark von den Umweltbedingungen abhängig.[609] Wie sehr allerdings solche Gesellschaften von den naturalen Prozessen der Böden abhängig sind,

[605] *Roman Sandgruber*, Produktions- und Produktivitätsfortschritte der Niederösterreichischen Landwirtschaft im 18. und frühen 19. Jahrhundert. In: Helmut Feigl (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 95-138

[606] Ebenda, 109.

[607] *Robert McC. Netting*, Smallholders, Householders. Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture (Stanford 1993) 37f.

[608] *Franz Ritter Edler von Heintl*, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes II., 555.

[609] *Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 38.

zeigt sich, wenn man sich bei den Stickstoffbilanzen von Pamhagen und Illmitz auf die kolonisierenden Eingriffe der Menschen beschränkt.
Die kolonisierenden Eingriffe in den agrarökologischen Stickstoffkreislauf befanden sich in der extensiven Landwirtschaft auf einem niedrigen Niveau. Zu diesen anthropogenen Eingriffen zählten vornehmlich der arbeitsintensive Einsatz von Wirtschaftsdünger, die Einsaat und eine Strohdüngung durch Erntereste (Siehe gesellschaftlicher Output in die Naturkolonie). Zu den anthropogenen Einflussgrößen in den Nährstoffhaushalt der Böden muss der Output durch die Ernte gezählt werden. Zur Beantwortung der Frage, ob die Wirtschaftsweise in den Untersuchungsgebieten eine nachhaltige Bodenfruchtbarkeit gewährleisten konnte, werden Input- und Output an Stickstoff durch die kolonisierenden Eingriffe miteinander verglichen.
In den landwirtschaftlichen Stickstoffbilanzen werden in der Regel die naturalen Prozesse des Bodens und der planetaren Grenzschicht sowie der Hydrosphäre außer Acht gelassen, da die prozessorientierten, umweltbelastenden Überschüsse aus der landwirtschaftlichen Praxis eruiert werden sollen.[610]

*Landwirtschaftliche Stickstoffbilanz:*

$$N_{Ernte} = \sum N_{Residuen} + N_{Saat} + N_{Wirtschaftsdünger}$$

Im Falle unserer frühneuzeitlichen Agrarsysteme zeigt sich mit Hilfe dieser Gleichung, dass es gewaltige Defizite in der landwirtschaftlichen Stickstoffbilanz gibt. In Pamhagen verzeichnen wir -7,2 kg $ha^{-1}$ und in Illmitz -8,8 kg $ha^{-1}$. Dies entspricht zwischen einem Drittel und einem Viertel des durch die Menschen der organischen Bodensubstanz, in Form des Wirtschaftsdünger, der Residuen und der Einsaat zugeführten Stickstoffs. Das bedeutet, dass die Differenz in der Nährstoffbilanz durch die natürliche Regenerationskraft der Böden in der Nachlieferung mit Nährstoffen ausgeglichen werden musste.

### 7.7.1.2 Naturale Einflussgrößen auf die N-Nachlieferung des Bodens

Nachdem die anthropogenen Prozesse einen negativen Bilanzsaldo aufweisen, sind die nachhaltige Gewährleistung der Bodenfruchtbarkeit und die erfolgreiche, dauerhafte Kultivierung des Getreides auf die Überschüsse aus dem natürlichen Nachlieferungspotential

[610] *Bettina Götz*, *Gerhard Zethner*, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft, II-III.

des Bodens mit Stickstoff angewiesen. Die Produktivität ist aus bodenökologischer Perspektive durch die Prozesse in der organischen Bodensubstanz determiniert. Diese Prozesse des Bodens umfassen den Input aus der Natur in die Naturkolonie und den Output aus der Naturkolonie in die Natur, exklusive der Deposition (Prozess der planetaren Grenzschicht).

*Stickstoffbilanz der Prozesse des Bodens:*

$$N_{Prozesse\text{-}Boden} = \sum N_{Mineralisation} + N_{Asymbiotische\ Fixierung} - N_{Immobilisation} - N_{Auswaschung}{}^{611} - N_{Denitrifikation} - N_{Erosion}$$

Für die beiden Agrarökosysteme liegt ein Stickstoffüberschuss ($N_{Prozesse\text{-}Boden}$) durch die bodenökologischen Input- und Ouput-Prozesse des Bodens mit 4,4 kg $ha^{-1}$ vor. Ob es sich dabei um Stickstoff handelt, der aus der organischen Bodensubstanz mittels Mineralisation und Nitrifikation nachgeliefert wurde, oder ob die Überschusse aus der $N_2$-Fixierung stammen, kann nicht festgestellt werden. Wichtig bleibt aber hervorzuheben, dass mit Ausnahme der physikalischen Prozesse der Erosion und der Auswaschung die quantitativ größten Stickstofffrachten durch Mikroorganismen im Boden umgesetzt werden.
Ditz ist der Meinung, dass die Dreifelderwirtschaft in Ungarn eine Raubwirtschaft war, die der organischen Bodensubstanz stetig Nährstoffe entzog. Dass dieses System dauerhaft funktionierte, also nachhaltig betrieben werden konnte, hängt womöglich mit der Pedogenese der Schwarzerdeböden zusammen. Diese Böden sind in der Lage, während der Brache und durch eine Rückführung von Humus durch den Stallmist organische Bodensubstanz aufzubauen.[612] Dass dadurch kaum Erntezuwächse erzielt werden konnten, darf vermutet werden. Solange aber der "Werth der Producte den der Bodenkraft, aus welcher diese genommen sind"[613] überstieg, war nach Ditz in Ungarn keine Kritik an dem System zu vernehmen.

In Summe sind die Überschüsse der Stickstoffbilanz der Prozesse des Bodens 4,4 kg $ha^{-1}$ nicht ausreichend, um die Defizite der landwirtschaftlichen Bilanzen auszugleichen. Letztlich ist die $N_{Deposition}$ mit 3,6 kg $ha^{-1}$ ein nicht zu unterschätzender Faktor, der die Ausgeglichenheit

[611] Anm.: Eigentlich ein Prozess der Hydrosphäre. Da sich die Auswaschung im Medium Boden vollzieht, wird diese dennoch zu den Bodenprozessen gezählt.
[612] Vgl.: *C. W. Watts*, *A. R. Dexter*, *E. Demitru*, *A. Canarache*, Structural Stability of two Romanian Soils as Influenced by Management Practices. In: Land Degradation & Development 7 (1996) 217-238.
[613] *Heinrich Ditz*, Die ungarische Landwirthschaft, 233.

des Nährstoffhaushaltes bewirkt. Neben der biologischen $N_2$-Fixierung spielt die atmosphärische Deposition durch Staub und Niederschlag in den extensiven Agrarsystemen mit einem geringfügen N-Input durch die Landwirtschaft eine Schlüsselrolle.[614]

In Summe ergeben die natürlichen Stoffströme aus den Prozessen des Bodens ($N_{Prozesse\text{-}Boden}$) und der Deposition ($N_{Deposition}$) einen Stickstoffüberschuss von 8 kg $ha^{-1}$. Dieser Wert steht dem negativen Saldo der anthropogenen Stoffströme, das heißt der landwirtschaftlichen Stickstoffbilanzen von Pamhagen und Illmitz, gegenüber.

### 7.7.1.3 Zusammenfassung

Die extensive Landnutzung vorindustrieller Agrarsysteme zeichnet sich durch ein annäherndes Gleichgewicht der Stoffeingänge und -ausgänge in der Nährstoffbilanz aus.[615] So weisen die extensiv genutzten Agrarökosysteme Pamhagens und Illmitz einen relativ ausgeglichenen Bilanzsaldo im Nährstoffhaushalt auf (Siehe Tab. 7.21). Zur Ermittlung des Nährstoffhaushaltes werden die anthropogenen und natürlichen Stoffströme zusammengeführt.
Der Nährstoffhaushalt der Gemeinden ist relativ ausgeglichen. Der negative Saldo der anthropogenen Stoffströme, ausgedrückt durch die landwirtschaftliche Stickstoffbilanz ($N_{Ernte}$), wird durch die N-Überschüsse der natürlichen Stoffströme, das sind zum einen der positive Saldo der Stickstoffbilanz der Prozesse des Bodens ($N_{Prozesse\text{-}Boden}$) und zum anderen die Deposition ($N_{Deposition}$), ausbalanciert.

*Nährstoffhaushalt:*

$$N_{Bilanz} = \sum N_{Ernte} + N_{Prozesse\text{-}Boden} + N_{Deposition}$$

Dies bedeutet, dass die Summe der Stoffströme in den Boden der Summe aller Stoffströme aus dem Boden entspricht. Lässt man die Salpeterfrage zunächst noch außer Acht, ist in beiden Agrarsystemen ein - allerdings sehr fragiles - Gleichgewicht zu bilanzieren.

[614] *M. Wivstad*, *A. S. Dahlin*, *C. Grant*, Perspectives on nutrient management in arable farming systems. In: Soil Use and Managment 21 (2005) 114.
[615] *G.I. Guzmán Casadoa*, *M. González de Molina*, Preindustrial agriculture versus organic agriculture. The land cost of sustainability. In: Land Use Policy 26 (2009) 502–510.

Tabelle 7.21: Flächenbilanzen

| INPUT: | | Residuen | Einsaat | Deposition | Wirtschafts-dünger | Asymbiotische Fixierung | Symbiotische Fixierung | Mineralisa-tion |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pamhagen | kg/ha | 1,6 | 3,0 | 3,6 | 8,7 | 9,9 | k.A. | 97,2 |
| Illmitz | kg/ha | 2,1 | 3,9 | 3,6 | 11,8 | 9,9 | k.A. | 97,2 |
| | | | | | | | | |
| OUTPUT: | | Ernte (Stroh und Korn) | Immobilisa-tion | Denitrifikation | Auswaschung | Erosion | | |
| Pamhagen | kg/ha | 20,5 | 36 | 20 | 45 | 1,7 | | |
| Illmitz | kg/ha | 26,6 | 36 | 20 | 45 | 1,7 | | |
| | | | | | | | | |
| BILANZSALDO: | | Input | Output | Saldo | | | | |
| Pamhagen | kg/ha | 124 | 123,2 | +0,8 | | | | |
| Illmitz | kg/ha | 128,6 | 129,4 | -0,8 | | | | |

Wo in Pamhagen marginale Überschüsse (+0,8 kg $ha^{-1}$) rein rechnerisch saldiert werden können, ist der Abfall der agrarischen Produktivität[616] der fortlaufenden 1760er Jahre in Illmitz durch ein negatives Budget (-0,8 kg $ha^{-1}$) nachweisbar (Siehe Tab. 7.21). Berücksichtigt man im Nährstoffhaushalt Pamhagens jedoch die Abgänge durch Salpeterproduktion ergibt sich eine negative Bilanz von 1,6 $kg^{-1}$ $ha^{-1}$.

Ob eine nachhaltige Nutzung der Böden in den Untersuchungsgebieten gewährleistet war, kann dann beurteilt werden, wenn die anthropogenen und naturalen Einflussgrößen auf die N-Nachlieferung gemeinsam betrachtet werden.
Die kolonisierenden Eingriffe, das heißt, der anthropogen bedingte Input und Output von Stickstoff, führten in Summe zu einem Nährstoffaustrag. Mit der Kultivierung des Getreides wurden der organischen Bodensubstanz mehr Nährstoffe entzogen, als mit der Düngung und anderen Prozessen wieder in den Boden zurück gelangten. Ohne ein entsprechendes Gleichgewicht im Nährstoffhaushalt war eine Reduktion der Produktivität unausweichlich. Bei den burgenländischen Fällen dürfte das Defizit der Nährstoffbilanz durch die Überschüsse aus den naturalen Bodenbildungsprozessen kompensiert worden sein. Bei dieser Wirtschaftsweise kann nur auf einem natürlichen Niveau des Nachlieferungspotentials an Nährstoffen unter der Zuhilfenahme von Düngermittel gearbeitet werden, andernfalls wären die Böden im Laufe der Zeit mehr und mehr ausgelaugt worden.
Ohne eine adäquate Düngung kann über wenige Jahrhunderte die organische Bodensubstanz solch einer Form der Landnutzung zur Hälfte abgebaut und mit der Ernte eingefahren

[616] Siehe: *Wilhelm Abel*, Agrarkrisen und Agrarkonjunktur. Eine Geschichte der Land- und Ernährungswirtschaft Mitteleuropas seit dem hohen Mittelalter (Hamburg, Berlin 1978).

werden.[617] Solche Praktiken, die dem Boden bis zur völligen Erschöpfung Nährstoffe entziehen, sind in den nomadischen Wanderwirtschaften anzutreffen.[618] Auch die europäischen Siedler in der Neuen Welt verzichteten in der Plantagenwirtschaft auf ihre traditionellen Formen der Mischwirtschaft.[619]

Die europäischen Agrarsysteme West- und Mitteleuropas konnten aber durch die Mischwirtschaft langfristig bewirtschaftet werden. Eine nachhaltige Bodennutzung bedarf junger, stabiler Böden, sowie eines relativ extensiv betriebenen Regenfeldbaus in Kombination mit Viehwirtschaft und Waldnutzung.[620] Insbesondere das Agrarsystem "Norfolk (four-course) rotation" operierte mit einer nachhaltigen Nährstoffbilanz, bei gleichzeitiger Verdopplung der Produktivität ab der Mitte des 16. Jh. bis 1800.[621] Dazu war allerdings der Umstieg auf eine Fruchtwechselwirtschaft mit Leguminosen und anderen Zwischenfrüchten sowie der Anbau von Futtermitteln für die Nutztiere notwendig.[622]

In den burgenländischen Untersuchungsgebieten sind die Agrarverhältnisse der Frühen Neuzeit keineswegs mit den Methoden der Norfolk-Rotation vergleichbar. Durch das Fehlen des Leguminosen- und des Futtermittelanbaus stagnierten die Stickstofffrachten in die Ackerkrume auf mittelalterlich-frühneuzeitlichem Niveau.[623] Die N-Nachlieferung im Zuge kolonisierender Eingriffe basierte auf der Brache, der Einsaat, auf Residuen und Ernteresten sowie der Düngung mit Wirtschaftsabfällen. Mit 65 % vom gesamten anthropogen bedingten N-Input in die Ackerkrume war die Düngung mit Rottemist der wichtigste Faktor.

Insgesamt waren der anthropogene Einfluss auf die N-Nachlieferung des Bodens marginal. Die frühneuzeitliche Landwirtschaft Pamhagens und Illmitz war demzufolge durch die ökologischen Grenzen der Belastbarkeit und Nutzbarkeit des Agrarökosystems definiert und in diesem Sinne nachhaltig organisiert. Dies bedeutet, dass eine ausgeglichene Nährstoffbilanz Pamhagens und Illmitz durch die natürlichen Prozesse der N-Nachlieferung zustande kam. Diese Einschätzung beruht auf der Annahme, dass natürliche Ökosysteme und deren Stoffhaushalt nachhaltig funktionieren, wobei die agrarische Produktivität diverser

[617] *Robert C. Allen*, The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution. In: Journal of Economic History 68, Nr. 1 (2008) 199.
[618] *Ester Boserup*, The conditions of agricultural growth. The economics of agrarian change under population pressure (New Brunswick/London [3]2008) 24, 28-34.
[619] *Geoff Cunfer*, Manure Matters on the Great Plains Frontier. In: Journal of Interdisciplinary History 23, Nr. 4 (2004) 560.
[620] *Rolf Peter Sieferle*, *Fridolin Krausmann*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Das Ende der Fläche, 20.
[621] *Robert C. Allen*, Tracking the agricultural revolution in England. In: Economic History Review 52, Hft. 2 (1999) 209-235; *Robert C. Allen*, The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution; *Ester Boserup*, The conditions of agricultural growth. The economics of agrarian change under population pressure, 38.
[622] *Robert C. Allen*, The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution, 193.
[623] Zum Vergleich: *R. S. Loomis, D. J. Connor,* Crop Ecology, 212f;

Agrarökosysteme von ihrer inhärenten Belastbarkeit für biotischen und abiotischen Stress geregelt wird.[624]

## 7.7.2 Die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit

Vor dem Hintergrund des sensiblen Nährstoffhaushaltes vorindustrieller Ackerbausysteme und der beschränkten Möglichkeiten der Menschen in der Frühen Neuzeit, die Fruchtbarkeit zu steigern, wird nun die Salpeterproduktion diskutiert.
Nach einer Darstellung der Produktionsform des Pamhagener Salpeterwerks werden die verschiedenen landwirtschaftlichen Arrangements, die für die Erzeugung des Salpeters im Untersuchungsgebiet in Frage kommen, dargestellt. Der Entzug an Nährstoffen wird anschließend an Hand jener Mengen stickstoffhältigen Materials quantifiziert, die für die Produktion des Salpeters zwischen 1778 und 1780 den besprochenen Arrangements hätten entnommen werden müssen. Dabei wurden verschiedene Möglichkeiten für die Dauer der Mineralisation und der damit verbundene Ausgangsmenge des stickstoffreichen Materials in das gewünschte Nitrat berücksichtigt. Gleichzeitig erfolgt eine Einschätzung dieser für die Salpeterproduktion aus dem Nährstoffkreislauf entnommenen Mengen Stickstoff als potentiellem Dünger.

### 7.7.2.1 Produktionsform des Pamhagener Salpetergewerbes

Das Salpeterwerk des Anton Gatka in Pamhagen gehört dem semi-nomadischen Erzeugungsregime an. Neben der Salpetersiederei als dem lokalen Produktionszentrum waren dem Werk nachträglich immer wieder „Schupfen“ angebaut worden.[625] Ziel dieser Zubauten war es, die angelieferte Erde vor der Witterung zu schützen, da "allermassen besonders zur Herbstzeit bei öfters einfallenden Regenwetter, in abgang derley Schupfen der Sallniter mehrentheils zerflüßet"[626]. Aus dieser Praxis, Salpetersiedereien anzulegen wird bereits der Einfluss der Reformen[627] sichtbar. Die Reform des Salpeterwesens zu Beginn 1772 sah vor, den Werkstätten Plantagen hinzuzufügen, an welchen die salniterhältige Erde weiter gezogen

[624] *J. J. Ewel*, Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. In: Agroforestry Systems 45 (1999) 1–21.
[625] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 16.01.1782; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 19.01.1782; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 877.
[626] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, ad. Nr. 50 1776, 19.01.1782.
[627] OeStA, KA ZSt, WHKR, Karton 998, 1774-6-169, 23.03.1774.

werden konnte. Die Bauern sollten durch die "Sesshaftwerdung" der Salpetersieder vom Aufbrechen der Stall- und Küchenböden verschont bleiben. Diese Praxis dürfte sich im burgenländischen Raum allerdings schon vor dem 18. Jahrhundert etabliert haben, da zumindest seit dem 16. Jahrhundert sogenannten Saliterhöfe nachweisbar sind.[628] Darüber hinaus finden wir im Abschlussbericht zum Bau des Frauenkirchner Salpeterwerkes die wörtliche Nennung der Anlage als eine „Plantage“.[629]

Hier lohnt sich ein Vergleich mit dem Wallner Salpeterwerk, an dessen Erwerb die Esterházy'sche Herrschaft mehrmals Interesse zeigte. Aus der Untersuchung der Wallner Anlage durch den Kapuvárer Salnitermeister erfahren wir, dass die Erdhaufen seit etlichen Jahren ausgelaugt worden waren. Deshalb befanden sie sich in einem dermaßen mangelhaften Zustand, dass sich die Herrschaft keinen großen Zugewinn durch den Kauf des Werks zu erwarten gehabt hätte. Daraus können wir schließen, dass zur Mitte des 18. Jahrhunderts im burgenländisch-westungarischen Raum Salpeterwerke für einen dauerhaften Betrieb mit "Züglungs-Erden" angelegt worden waren.

Noch während das Salpeterwerk in Pamhagen errichtet worden war, hatte man Gatka dazu angehalten, salniterhältige Erde anliefern zu lassen, sodass gleich nach der Fertigstellung des Werks mit der Arbeit begonnen werden konnte. Für diesen nicht näher definierten Vorrat an Erde kommen für das Pamhagener Salpeterwerk all jene Arrangements des Agrarökosystems in Frage, in denen Tierhaltung betrieben wurde.

Nach der Verkostung der Erden dürfte sich Gatka für die Stallerden und die Erden aus Mistgruben und Miststätten entschieden haben. Das Anlegen von Salpeterpyramiden (*Salniter* oder *Erden Hütten*) kann angenommen werden.[630] Da die Erdhaufen allerdings geschützt angelegt und der Betrieb des Salpeterwerks für mehrere Jahre angestrebt worden war, ist mit Sicherheit auch jede Menge bereits gut zersetzter Rottemist auf diese Haufen gebracht worden.

### 7.7.2.2 Die Nährstoffentnahme - Zur Quantifizierung des Nährstofftransfers

Die vom semi-nomadischen Erzeugungsregime ausgebeuteten agrarökologischen Schauplätze der Tierhaltung sind zugleich jene Arrangements, in welchen im sozialen Metabolismus die temporären Lagerzuwächse in der Landwirtschaft (Vgl. 7.3; physisches Kompartiment der

[628] Siehe exemplarisch: *Johannes Franck*, Der Neusiedler Saliterhof, 19-34.
[629] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, ad. Nr. 50, 27.08.1777.
[630] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, ad. Nr. 50 1776, 19.01.1782; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 10.02.1778

Gesellschaft) zu verorten sind. Dazu zählen die Böden der Ställe und Unterstände für das Nutzvieh, sowie der Rottemist aus den Mistplätzen und Düngergruben.
An diesen Arrangements, die entweder für die landwirtschaftliche Düngung der Felder oder schlichtweg im Zuge der Tierhaltung angelegt worden waren, akkumulierten über die Zeit beträchtliche Mengen an Nitrat. Sowohl der Rottemist, als auch die mit dem Urin der Tiere getränkten Böden - allerdings in weitaus geringerer Frequenz bei der Ausbringung - sind das Rückgrat des gesellschaftlichen Outputs an Stickstoff in die Naturkolonien.
Aus den Berichten, Gesuchen und Rechnungsextrakten kann geschlossen werden, dass Gatka größere Erdhaufen errichtete. Dies dürften 1778 in zahlreichen Robotfuhren vor Beginn der Arbeiten im Salpeterwerk im Frühjahr 1779 angeführt worden sein. Im Agrarökosystem Pamhagens kämen prinzipiell die oben erwähnten landwirtschaftlichen Arrangements, die mit der Tierhaltung und der Düngerwirtschaft in Verbindung stehen, für die Errichtung der Erdhaufen in Frage. Ob die Salpetersieder mit ihrer Arbeit einen direkten Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit hatten, wird in einem ersten Schritt an Hand jener Mengen an Rottemist und Stallerde illustriert, welche für die geläuterte Menge Salpeter der Jahre 1778 und 1780 den N-Lagern der Landwirtschaft entzogen worden ist. Ein Urteil über die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit erfolgt im Anschluss durch ein monokausales Erklärungsmodell, das den Entzug dieser Düngemittel als direkten Einfluss auf die Nährstoffbilanz wertet und der agrarischen Produktivität gegenüberstellt.

#### 7.7.2.2.1 Rottemist

Nachdem in den Schauplätzen der Tierhaltung jährlich knapp 5864 Tonnen Stallmist (Frischgewicht) anfielen, verfügte Gatka über ausreichend Rohmaterial, um daraus eine salpeterreiche Dammerde herzustellen. Dass nicht alleine Stallerde zur Läuterung des Salpeters sondern auch Rottemist mit fortgeschrittenen Umsetzungsraten herangezogen worden ist, kann überdies aus den Überschlägen zum Wallner Salpeterwerk rekonstruiert werden.[631]
Bei einer Beurteilung der Beschaffenheit und ökonomischen Rentabilität des Werks stellte der Kapuvárer Salnitermeister fest, dass die "Salniter-Berg[e] völlig ausgemerglet" wären.[632] Um

[631] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 21, 02.09.1757; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 21, 25.10.1757; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 27, 10.12.1757; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 27 A, 14.12.1757; BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 28, 11.11.1757.
[632] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 21, 02.09.1757.

für die Herrschaft einen gewinnbringenden Betrieb des Werks sicherzustellen, müsste aus den umliegenden Ortschaften "eine gute Erden durch 6. oder mehrer Jahr nacheinander bey 2000 Robath Fährtln alljährlich nothwendig verschaffet werden".[633]

In einem späteren Bericht konkretisiert eine abgestellte Kommission, die sich mit dem Kauf des Wallner Salpeterwerks beschäftigte, die Herkunft und die genaue Menge der Erdenfuhren. Falls dem künftigen Wallner Salnitermeister:

*"Jährlich 1000 Fuhr Erden gar von Fraukürchen aus dem Schäflerhoff herein, welches wohl 2000 Robath Färtl machten, zu geführet würden, auch mit allen anderen Nöttigen Sachen da ist Haitz, Aschen, und dergleichen guth versehen würde, damnoch Jährlichen [...] 40:Centter Sallit. machen kendte"*[634]

Dass es sich hierbei nicht alleine um die Stallerde sondern auch um festgetretenen Dung handeln musst, kann an Hand folgenden Rechenbeispiels illustriert werden. Frühneuzeitliche Angaben sind schwer quantitativ umzusetzen. Es wurde angenommen, dass eine Fuhre Erde prinzipiell einer Fuhre Dung entspricht. Diese wird bei Mistfuhren mit 10 Zentner und bei Robotfuhren mit höchstens 6 bis 7 Zentner gehandelt.[635] Demzufolge dürfte die Erde aus den Schafställen der Herrschaft bei einem angestrebten Gewinn von 40 Zentner Salpeter einen N-Gehalt von mindestens 0,55 g $kg^{-1}$ aufweisen. Der N-Gehalt des jährlich in Pamhagen anfallenden Stallmists liegt im Schnitt bei rund 3 g $kg^{-1}$. Nach Abzug der gasförmigen Verluste (~44 %) kann nach einer einjährigen Umsetzungsrate von 20 % mit 0,5 g $kg^{-1}$ Stickstoff gerechnet werden. Alleine aus diesem Vergleich wird ersichtlich, dass große Mengen bereits umgesetzten Rottemists (Wirtschaftsdünger) für die Salpeterproduktion und speziell für die Anlegung von Plantagen herangezogen worden sein müssen.

In der Quelle ist eigentlich von "Erde" die Rede. Allerdings sind die umgerechnet 560 t Erde, die für die Produktion von rund 40 Zentner (310 kg) Salpeter angeführt werden hätten sollen, unwahrscheinlich. Wie im anschließenden Kapitel gezeigt wird, müsste die Erde der Stallböden bei geringeren Mengen weitaus reicher an Nitraten sein. Es könnte sich bei der Anlieferung aus der herrschaftlichen Schäferei um die "Pocht"[636] gehandelt haben, den zusammengetretenen Mist aus tierischen Exkrementen und der Einstreu.

[633] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 27 A., 10.12.1757.
[634] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 12 1757, Nr. 27, 14.12.1757.
[635] *Rudolf André*, *Augustin Rieger*, Darstellung der vorzüglichsten landwirthschaftlichen Verhältnisse. Insofern sie auf Bewirthschaftung des Grundes und Bodens die damit verbundenen Nebenzweige der Ökonomie Bezug haben (Prag 1840) 133.
[636] *Josepef Gmasz*, Volkskundliche Studien zur Kultur-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Gemeinde Frauenkirchen im 18. Jahrhundert, 86.

Sofern Anton Gatka für den Betrieb seines Salpeterwerks auf solche tierischen Exkremente zurückgriff, musste er dem N-Lager aus Rottemist einen entsprechenden Anteil abzweigen, um daraus den Salpeter zu läutern.
Die aliquote Menge *Rottemist*, die für die Läuterung einer bestimmten Menge *N-Salpeter* aufgebracht werden musste, wurde unter der Berücksichtigung einer ein- bis dreijährigen Mineralisationsrate (Mineralisationsrate-Lager) als *N-Salpeterbedarf* definiert:

$$N_{Salpeterbedarf} = N_{Salpeter} / Mineralisationsrate\text{-}Lager$$

Um die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Bodenfruchtbarkeit diskutieren zu können, sind jene 787 kg N-Salpeter relevant, die 1779 aus den Erden ausgewaschen wurden. Dafür kommen zwei Szenarien in Betracht:

1.: Bei einer einjährigen Mineralisationsrate von 20 % entsprechen die 787 kg N-Salpeter 3,9 t bzw. 27 % vom Stickstoffs des Rottemists. Für die Salpeterproduktion des Jahres 1779 wäre damit mehr als ein Viertel des jährlich im Rottemist verfügbaren Stickstoffs dem N-Kreislauf entzogen worden. Den Bauern verblieben nur noch 10,8 t $N_{Rotte}$, der aliquot zu 4,9 t $N_{Wirtschaftsdünger}$ den Feldern aufgebracht hätte werden können.

2.: Bei der Errichtung der Pamhagener "Saliterei" wurde aber veranlasst, dass noch während die Bauarbeiten bis Juni 1778 im Gange waren, die salniterhältige Erde angeliefert werde, damit Gatka nach der Fertigstellung seine Arbeit unmittelbar aufnehmen könne. Nimmt man an, dass der Output an Salpeter der folgenden drei Jahre 1778, 1779 und 1780 aus dieser zusammengetragenen Erde stammte, kann weiter gerechnet werden.
Bis Jahresende 1778 konnte Gatka vielleicht 40 Zentner[637] Salpeter sieden, in den Jahren 1779 und 1780 rang er der Erde in Pamhagen die beträchtliche Summe von 145 Zentnern ab. Sofern die aufgehäuften "Salniterberge" aus Rottemist stammten und diese in den folgenden drei Jahre ausgelaugt wurden, müssten für die Produktion von 185 Zentner Salpeter (= 1435 kg N-Salpeter) bei einer dreijährigen Mineralisationsrate von 45 % der Gemeinde Pamhagen bereits 1778 3,2 t Stickstoff mit dem Rottemist entzogen worden sein. Diese Rechnung erscheint wahrscheinlicher als das weiter oben geschilderte Szenario für die Produktion des Jahres 1779. Als Grund hierfür muss die große Menge an Rottemist, die auf

[637] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.09.1778.

diese Weise hätte ausgelaugt werden müssen, angegeben werden. Rechnen wir die benötigte Menge von 3,2 t Stickstoff aliquot auf die entsprechende Menge Rottemist hoch, wären 1303 Tonnen desselben in die Salpetersiederei des Anton Gatka geflossen. Selbst wenn wir davon ausgehen, dass der Rottemist bei einem durchschnittlichen TM-Gehalt[638] von 20 bis 25 % reichlich an Wasser und Masse verloren hat und nur noch 293 Tonnen auf die Waage brächte, sind diese gewaltigen Mengen als einzige Bezugsquelle des Salpeter eher auszuschließen. Alleine die Größe der Anlage hielt keinesfalls die Kapazitäten, um ein Fünftel des Stallmistes (in TM gerechnet) zu prozessieren.
In Summe hätten zwischen 3.2 t und 3,9 t Stickstoff aus dem Rottemist für die Salpeterproduktion hätte abgezweigt werden müssen,.

#### 7.7.2.2.2 Salniterhältige Erden

Gatka dürfte alles versucht haben, um an nitratreiche Erden zu gelangen. So fragte er selbst beim örtlichen Pfarrer nach, ob er den alten, aufgegebenen Totenacker nach salniterhältiger Erde durchgraben dürfe:

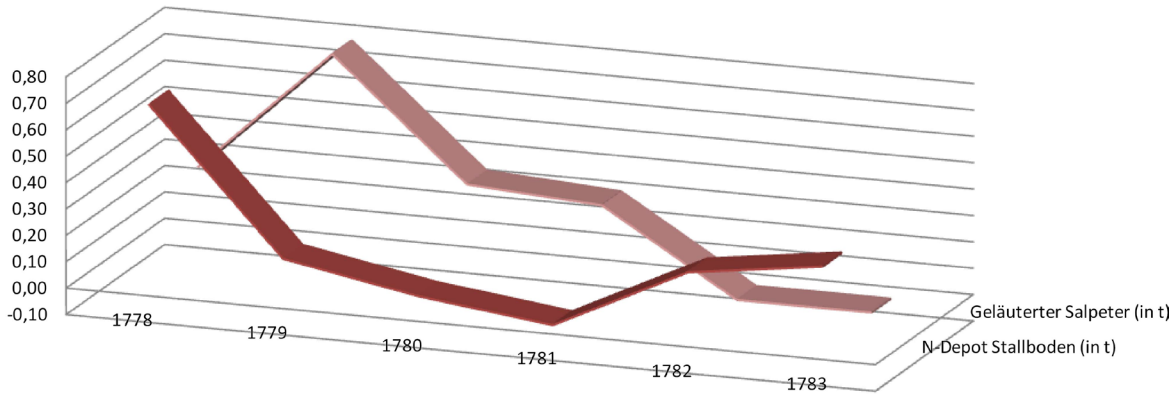
"*Mit dem Pamagger Hern Pfahrer habe gesbrochen wegen auf den Feld stehenden alten Freydthoff ob er es zulassen kann von solchend die Erd zur Salniterey bearbeitung weck führen zu lassend. Er gabe mir aber zur Andworth er kan es nicht zulassend, sondern es muß zu Sr. Excell: Bischoff; oder zu dem Hochlöblen Consistario um die Erlaubnüß geschrieben werden, weil es nur 22 Jahr ist, daß in solchen Freydhoff kein Mensch begraben wird*"[639]

In der Fachliteratur zur Gewinnung von Salpeter finden wir am häufigsten die Böden der Ställe und Mistgruben als Quellen der salniterhältigen Erde (Siehe Kapitel 4 und 6). Für den Fall, dass Anton Gatka die Erde aus diesen Arrangements der Tierhaltung bezogen hat, wurde ein weiteres Szenario des Nährstofftransfers erarbeitet. Die Akkumulation der Nitrate in den Schauplätzen der Tierhaltung wurde bereits ausführlich im Kontext landwirtschaftlichen Schauplätze der Salpeterproduktion erläutert.
Sofern im Agrarökosystem Pamhagens die Unterstände bei der Freilandhaltung und die Stallungen solche Schauplätze darstellen, können diese Böden durch die Auswaschung mit dem Mistsickerwasser besonders hohe Konzentrationen an Nitraten aufweisen. In den

[638] *BMLF* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 56.
[639] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 23 1778, Nr. 8, 17.05.1778.

Schauplätzen der Tierhaltung fielen in Pamhagen durchschnittlich 25,5 t $a^{-1}$ an. Davon gingen im Stall selbst bereits 7 % gasförmig verloren. Der Großteil des Stallmists wurde in unregelmäßigen Abständen aus dem Stall abtransportiert und auf den Mistgruben der Rotte überlassen, wo nochmals große Verluste durch Ausgasung auftraten. Es wurde angenommen, dass durchschnittlich 2,25 % des stallfallenden Stickstoffs als Mistsickerwasser in die Stallböden verfrachtet wird.[640] Dies entspricht rund 0,5 t N $a^{-1}$. Da es sich beim Auftürmen der Dungmatratzen auf den mit Kot und Harn verdichteten Stallböden um ein Gemisch aus tierischen Exkrementen, Einstreu und Futterresten handelte, wurde angenommen, dass dieses in den Stallboden verfrachtete und ausgewaschene Material ähnlich wie Gülle bzw. Jauche handzuhaben sei. Gülle weist eine Mineralisationsrate von 75 % des gesamten Stickstoffs auf. Davon werden bereits 50 % im ersten Jahr und 25 % in Folge pflanzenwirksam.[641] Trotz der höheren und rascheren Wirksamkeit im Vergleich zum Stallmist treten auch bei der Gülle N-Verluste auf, die rund 38 % vom gesamten N ausmachen.[642] Nach Abzug der Verluste können aus dem jährlich im Stallboden verfrachteten N-Depot von 0,5 t N auf einer Salpeterplantage im ersten Jahr 165 kg $NO_3^-$ gewonnen werden und inklusive der Nachwirkungen mit 248 kg $NO_3^-$ gerechnet werden.

Abbildung 7.9: Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die N-Nachlieferung in Stallböden




| | 1778 | 1779 | 1780 | 1781 | 1782 | 1783 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N-Depot Stallboden (in t) | 0,68 | 0,14 | 0,05 | -0,01 | 0,24 | 0,31 |
| Geläuterter Salpeter (in t) | 0,31 | 0,79 | 0,34 | 0,31 | 0,00 | 0,00 |

Abbildung 7.9 zeigt eine Gegenüberstellung der potentiellen Nitratmengen, die den Stallböden hätte entzogen werden können, mit dem jährlichen N-Output durch die

[640] *Joachim Raupp*, *Meike Oltmanns*, Reduzierung von Nährstoffverlusten während der Stallmistrotte durch Beeinflussung der Rottebedingungen. Literaturstudie und Auswertung eigener Rotteversuche (Darmstadt 2006) 14.
[641] *Landwirtschaftskammer Salzburg* (Hg.), Wirtschaftsdünger, 24.
[642] Ebenda, 27.

Salpeterproduktion. Als Zeitraum wurde die Dauer zwischen der ersten Anlieferung mit Erden 1778 und der letzten bekannten Erdenfuhr 1781 gewählt.

Den Empfehlungen der Kameralisten zufolge sollte diese Stallerde alle vier Jahre auf die Felder gebracht werden.[643] Für den Fall, dass die Pamhagener dieser Empfehlung Folge leisteten und mit dem Wirtschaftsdünger auch regelmäßig die Stallerde verführten, konnte Gatka auf ein N-Depot im Boden zurückgreifen, das nicht älter als vier Jahre war. Entsprechend wäre das N-Depot im Stallboden 1778 zumindest vier Jahre lang angewachsen, wodurch Gatka bereits im ersten Jahr mit 1 t $NO_3^-$ rechnen hätte können. In den darauf folgenden Jahren wurden diesem N-Depot jährliche N-Frachten von 248 kg angerechnet. Ausgehend vom N-Depot des Jahres 1778 und den Zuwächsen wurde der jährliche N-Entzug durch die Salpetergewinnung abgezogen.

Sofern Gatka die Stallböden und Unterstände regelmäßig aufgerissen und ausgewaschen hätte, hätte sich ab 1781 das Nitrat-Depot des Bodens erschöpft und der "Salniter-Nachwachs" wäre noch im laufenden Jahr aufgebraucht worden.

### 7.7.2.3 Die Auswirkungen des Nährstofftransfers auf die N-Nachlieferung des Ackerbodens

Um die Auswirkungen der Salpeterproduktion auf die Fruchtbarkeit des Bodens abzuschätzen wird die Analyse der Nährstoffentnahmen vor dem Hintergrund der Mischwirtschaft und den landwirtschaftlichen Kolonisierungseingriffen, die im Output in die Naturkolonie zusammengefasst sind, diskutiert.

Die Mischwirtschaft wurde anfangs als ein wesentlicher Parameter für eine nachhaltige Bewirtschaftung unter vorindustriellen Bedingungen genannt. In den Ackerbausystemen mit kurzen Brachzeiten (short-fallow), sind die Schonung und die Revitalisierung des Ackerbodens unabdingbar für eine nachhaltige Nutzung.[644] In Europa hatte sich seit dem Mittelalter überall die Mischwirtschaft ausgebreitet, ein Agrarsystem mit kurzen Brachzeiten, dass sich durch eine erweiterte Landnutzung mit Viehzucht und der Nutzung des Waldes auszeichnet. Dieses Agrarsystem versucht über den Nährstofftransfer aus den Naturkolonien Grünland und Wald die Balance im Nährstoffhaushalt des Ackerbausystems wiederherzustellen.[645]

[643] *Heinrich Georg Hoff*, Das Buch für Oekonomen, 130.
[644] *Ester Boserup*, The conditions of agricultural growth, 25.
[645] *Marcel Mazoyer*, *Laurence Roudart*, A history of world agriculture, 273-276.

Der Nährstofftransfer konnte aber nicht direkt erfolgen, sondern lief über Umwege, nämlich die Düngung. Das weidende Vieh ist der „organische Motor“ der den Nährstofftransfer von der Weide ins Feld antrieb.[646] Durch die organische Biomasse; seine Nahrung; entzieht das Vieh dem Grünland beständig Nährstoffe. Ein Teil davon verbleibt durch die Ausscheidungen auf der Weide, die Nährstoffbilanz des Grünlandes ist dadurch wie jene des Ackerlandes von naturalen Nachlieferungsprozessen und einem nachhaltigen Management abhängig.[647] Je nach Haltungsform fällt allerdings ein gewisser Teil der Exkremente in den Schauplätzen der Tierhaltung, auf den Mistplätzen und den Stallböden, an.
Es ist bereits festgestellt worden, dass Nitrate überwiegend aus der Mineralisation und der anschließenden Nitrifikation tierischer Exkremente stammten. Der Rottemist und die salniterhältige Erde aus den Schauplätzen der Tierhaltung sind ein reicher Fundus an pflanzenwichtigen Nitraten, deren Wert zur Düngung der Ackerfläche nicht unterschätzt werden kann.
Die Entnahme der nitrathältigen Materialien zur Produktion des Salpeters hätte eine Unterbrechung des Nährstofftransfers von der Weide auf den Acker zur Folge. Die Salpeterproduktion wirkt sich auf die Bodenfruchtbarkeit durch die verringerte Verfügbarkeit von nitrathältigem Material zur Düngung und einer entsprechend niedrigeren N-Nachlieferung in die Ackerkrume aus. Rottemist, dessen Entzug sich im Unterschied zur Stallerde in der Nährstoffbilanz wiederspiegeln lässt, wird als Berechnungsgrundlage verwendet.

In der Nährstoffbilanz Pamhagens konnte ermittelt werden, dass nach Abzug der gasförmigen Verluste 14,5 t $a^{-1}$ $N_{Rotte}$ als Lagerzuwächse im Sektor der Landwirtschaft zu verzeichnen sind. Bei einer dreijährigen Mineralisationsrate von 45 % können 6,5 t Stickstoff als $N_{Wirtschaftsdünger}$ für die Düngung der Felder zur Verfügung gestanden haben. Zwar werden vom jährlich anfallenden N-Lager des Rottemists 45 % mineralisiert. Durch den Turnus der Dreifelderwirtschaft und unter der Annahme, dass jede Ackerfläche höchstens alle drei Jahre - mit dem Aufbrechen der Brache vor der Saat der Sommerfrucht - gedüngt wurde, verteilt sich dieser Transfer durch die Nachwirkungen in den Folgejahren nicht gleichmäßig. Für die Flächenbilanz wurde daher überschlagsmäßig mit einer Mineralisationsrate von 17,5 % für alle Ackerflächen gerechnet (Mineralisationsrate-Acker). Betrachten wir den Stoffffluss vom

[646] *Projektgruppe Umweltgeschichte*, Landschaft hat Geschichte. Historische Entwicklung von Umwelt und Gesellschaft in Theyern. CD-ROM Veröffentlichung, WUV-Verlag Wien, 1999. ISBN 3-85076-462-1.
[647] *Brian Donahue*, The Great Meadow. Famers and the land in colonial concord (New Haven/London 2004) 56ff; *Geoff Cunfer*, Manure Matters on the Great Plains Frontier, 548

Sektor Landwirtschaft in die Naturkolonie, können wir ohne Salpetergewinnung mit einem Output von 8,7 kg $ha^{-1}$ rechnen.

Eine Berechnungsmethode für die Auswirkungen der Salpetergewinnung durch die verringerte Verfügbarkeit von Wirtschaftsdünger wurde bereits bei der Berechnung der Flüsse vorgestellt (Siehe: $N_{Rotte}$ und $N_{Wirtschaftsdünger}$). Die Stallbilanz wurde etwas erweitert, um die Auswirkungen der Salpeterproduktion zu simulieren:

Für den Fall, dass der Rottemist zur Salpeterproduktion direkt aus den Ställen und Mistgruben auf die Plantagen abgeführt worden ist, interveniert Gatka mit der Salpetererzeugung in diesen Nährstofftransfer. Die Entnahme an Nährstoffen kann daher in eine erweiterte Stallbilanz integriert werden:

$$N_{Wirtschaftsdünger} = \sum [N_{Rotte} - N_{Salpeterbedarf}] \; x \;\; Mineralisationsrate\text{-}Acker$$

Die geläuterte Menge Salpeter aus dem Jahr 1779 macht bei einer einjährigen Mineralisationsrate von 20 % (Mineralisationsrate-Lager) mehr als ein Viertel des stallfallenden Mists beziehungsweise des mineralisierten Stickstoffs im Wirtschaftsdünger aus. Dieses Quantum entspricht 3,9 t und wurde als $N_{Salpeterbedarf}$ definiert und vom N-Lager aus Rottemist abgezogen. Die Entnahme des Rottemists für die Produktion des Salpeters hat Auswirkungen auf die N-Nachlieferung des Bodens.

Abzüglich des $N_{Salpeterbedarf}$ wären den Bauern anstelle der 14,5 t nur noch 10,8 t $N_{Rotte}$ verblieben, der aliquot zu 4,7 t $N_{Wirtschaftsdünger}$ auf die Felder aufgebracht hätte werden können. Geht man von diesem verringerten Wert für den $N_{Wirtschaftsdünger}$ in der Flächenbilanz Pamhagens aus, wären an Stelle der 8,7 kg $ha^{-1}$ nur noch 6,3 kg $ha^{-1}$ den Äckern zugeführt worden. Somit fehlen auf der Seite des Inputs in das Ackerland unter Berücksichtigung der Mineralisationsrate von 17,5 % 2,4 kg $ha^{-1}$. Im Verhältnis zur Ernte entspricht der N-Salpeter 12 % des Stickstoffs, der mit dem Getreide dem Boden entzogen worden ist.

Da aber ebenso gut angenommen werden kann, dass die Produktion des Salpeters 1779 aus jenem Rottemist stammte, der bereits 1778 mit der Errichtung der Anlage herangeschafft wurde, konnte ein weiteres Rechenexempel erstellt werden.

Für dieses Exempel wurden bereits weiter oben ein $N_{Salpeterbedarf}$ für die Salpeterproduktion der Jahre 1778 bis 1780 definiert und unter Berücksichtigung einer dreijährigen Mineralisationsrate (Mineralisationsrate-Lager) mit 3,2 t angegeben. In diesem Fallbeispiel

würde sich die verfügbare Menge $N_{Wirtschaftsdünger}$ auf 5,1 t reduzieren und der N-Transfer auf den Acker von 8,7 kg $ha^{-1}$ auf 6,7 kg $ha^{-1}$ herabsinken.

Aus diesen beiden Rechenbeispielen wird ersichtlich, dass die Salpetergewinnung einen erheblich Einfluss auf die N-Nachlieferung der Ackerkrume hatte. Der N-Transfer durch die Produktion von 1,75 t Salpeter kann mit mindestens 10 % der jährlichen Getreideernte (Stroh und Korn) gleichgesetzt werden. Die Frage der Bodenfruchtbarkeit aber ist nicht nur als ein Austausch von Nährstoffen durch ein lebloses Medium zu betrachten. Der Entzug von organischem Material hatte zusätzlich eine Wirkung auf die Humusnachlieferung. Die 1,75 t Salpeter, die zwischen 1778 und 1780 produzierten wurden, hätten aus einem Viertel der jährlich anfallenden Mengen Rottemist gewonnen werden müssen. Durch den Wirtschaftsdünger gelangten nicht nur Nährstoffe in mineralischer Form auf die Felder zurück. Die Böden wurden auch dauerhaft mit neuem organischem Material versorgt, das als Ausgangsmaterial (vgl. organische Fraktion) für die Genese von Böden dient. Infolge des Entzugs des Rottemistes durch die Anlage von Salpetermieten wurde die Nachlieferung an organischem Material unterbrochen. Die tierischen Exkremente sind für den Aufbau von Humus und die allgemeine Verbesserung der bodenökologischen Situation grundlegend. Mist befördert generell die Aktivität bei Fauna und Flora im Boden. Diese Mikroorganismen sind das Nadelöhr, für die meisten Umsetzungsprozesse des Bodens. Sie steuern als der eigentliche Antrieb natürlicher Umsetzungsprozesse die Nachbelieferung des Bodens mit Nährstoffen und sind für gesunde Böden grundlegend.

Um die ökonomischen Dimensionen des Nährstoffentzugs zu illustrieren, lohnt sich ein genauerer Blick auf das landwirtschaftliche Produktionsystem. Durch die Salpeterproduktion des Jahres 1779 gingen dem Pamhagener Ackerboden rund 2,7 kg N $ha^{-1}$ verloren. Im selben Jahr konnten die Menschen mit dem Getreidekorn dem Acker rund 12,5 kg N $ha^{-1}$ abgewinnen. Nachdem die Herrschaft rund ein Fünftel der Getreideernte als Zehent und Nona einbehielt und mit der Einsaat 3 kg $ha^{-1}$ verloren gingen, konnten die Menschen prinzipiell nur mit 7 kg N pro Hektar Ackerfläche rechnen. In einem direkten Vergleich zeigt sich, dass die Produktion des Salpeters rund 39 % des N ausmachte, der von den Bauern in Form von Getreideprodukten konsumiert wurde.

### 7.7.3 Die Ökonomie des Salpetergewerbes im Kontext des Agrarökosystems

In den Jahren 1778 bis 1781 rollten bis zu 1,75 Tonnen mineralischer Stickstoff in Fässern in die Salniter-Magazine nach Wien. Ganz gleich, ob der Salpeter aus Rottemist oder aus Erden mit hohen Nitrat-Konzentrationen geläutert wurde, dem bestellten Ackerboden Pamhagens gingen mit diesem Transfer 3 kg $ha^{-1}$ verloren, 15 % des jährlich mit der Ernte abgeführten Stickstoffs.

Die Salpeterwerke Gatkas in Frauenkirchen und Pamhagen waren entsprechend dem heutigen Forschungsstand, unter den ergiebigsten ihrer Zeit.[648] Zumindest auf österreichischen Boden haben sich bislang keine vergleichbaren Werke finden lassen. 13,6 % des gesamten Salpetervorrats, der sich im Wiener Magazin zwischen Oktober 1779 und November 1780 vorfand, stammte aus den Händen Gatkas.[649] Nach 1781 brach die Produktion ein und mit dem Tod Gatkas 1782 folgte im folgenden Jahr die Stilllegung des Gewerbes, trotz der Ambitionen seines Sohnes, das Werk weiterführen zu wollen.

Wieso aber waren die Esterházy'schen Werke ungeachtet ihrer hohen Ausbeute bereits 1782 vom Verfall betroffen, währenddessen das Wallner Salniterwerk bis mindestens 1778 bestehen konnte, obwohl 1757 dessen mittelmäßiger Zustand nach seinem 15-jährigen Bestehen bemängelt worden war?

Der Rückgang der Produktivität seit 1781 und speziell nach dem Tod Gatkas 1782 kann nicht alleine auf die Unfähigkeit seines Sohnes zurückgeführt werden, das Werk gewinnbringend weiter zu führen, nachdem man diesen in das Mönchhofer Salpeterwerk weiter vermittelte.[650]

Der hohe Schuldenstand, der sich während der Jahre angehäuft hatte, steht im Widerspruch zur Produktivität des Werks.[651] Vermutlich aber war die Vergütung des Produkts durch die niedrigen Einlösung des Salpeters zu gering, als dass große Gewinne hätten erzielt werden können. Das Scheitern des Unternehmens muss aber vor dem Hintergrund des Wirkungsgefüges der Nachhaltigkeit dieses protoindustriellen Produktionssystems und jener des Agrarökosystems selbst beurteilt werden.

Der Nachwachs an Nitraten war gesichert, solange das Vieh weidete und den Nährstofftransfer aufrechterhielt, indem es reichlich Exkremente produzierte. Die Bauern

[648] *Harald Prickler*, Zur Geschichte der Salpetererzeugung im burgenländisch-westungarischen Raum, 28f.
[649] OeStA, KA ZSt, AHZA, Karton 15, 1782-10-107, 14.02.1782; BLA, P 150, Acta Dominiorum, Fasc. 25, Nr. 3, 1780.
[650] BLA, P 150, Acta Dominiorum, Fasc. 27, 1783-1785, Nr. 6, 15.03.1783.
[651] Ebenda.

konnten den nitrathältigen Dünger "bequem" in ihren Ställen und Miststätten sammeln und ihn von dort bei Bedarf auf die Felder ausführen. Für die Salpetersieder war die Entnahme der salniterhältigen Erde und des Rottemists mindestens so zeitintensiv und arbeitsaufwendig wie die Praktiken der Bauern zur Düngung. Der gewaltige Nährstofftransfer war daher nicht alleine ein Verlust für das Agrarsystem, der sich in Form des entnommenen Stickstoffs quantifizieren und vor dem Hintergrund der Nährstoffbilanz diskutieren lässt. Die aufwendige Ausbringung, Aufteilung und das anschließende Einarbeiten des Wirtschaftsdüngers in den Ackerboden steht - zumindest was den Arbeitsaufwand betrifft - in enger Verwandtschaft mit dem Salpetergewerbe.
Die Heranschaffung der Erden und des Mists war im Falle des Pamhagener Salpeterwerks mit hohen Kosten verbunden. Für die Anlieferung der tonnenschweren Erdfrachten in die Siedereien waren zahlreiche Erdfuhren nötig. Die Arbeitskosten hierfür waren im semi-nomadischen Erzeugungsregime offenbar so gewaltig, dass die Vergütung der letzten 1.500 Fährtl Erden, die 1781 in das Pamhagener Salpeterwerk gebracht wurden, die Unternehmung in die Knie zwang und dem Salpetersieder nach Abzug aller Auslagen nur noch 8 fl. 60 kr. zum Leben blieben.[652] Der hohe Schuldenstand des Salpetermeisters ist ein Indiz dafür, dass die kontinuierliche Betreibung eines Werkes und die Zufuhr stickstoffreichen Materials stetig Kosten verursachte. Die erste Anlieferung der Erdmassen im Jahre 1778 dürfte mittels Frondiensten erledigt worden sein. Der weitere Transfer an Nährstoffen, das heißt, die weitere Heranschaffung nährstoffreichen Materialien, musste allerdings vergütet werden.

Dabei spielte es auch eine entscheidende Rolle, welche Materialien in den teuren Fuhren herangeschafft wurden. Überwiegend dürfte Stallerde bezogen worden sein. Wie Szabó anführt, haben "Pseudoplantagen" wie die hier besprochene mit ihrer Gayarbeit zwar kurzzeitig eine hohe Ausbeute.[653] Für die konsequente Betreibung des Werkes hätte der Salpetersieder verstärkt auf den Rottemist zurückgreifen müssen, wie aus dem Überschlag zur Sanierung des Wallner Salniterwerks zur Regeneration der Erdhaufen hervorgeht. Durch das Anlegen einer Salpetererde hätte dieses Werk auf Grund der kontinuierlichen Mineralisation des Nitrats aus der organischen Substanz länger operieren können. Eine konsequente Zufuhr an salniterhältigen Erden aus den Stallböden mittels Robotfuhren oder Erdfuhren, die vergütet werden mussten, waren nämlich auf die Dauer nicht tragbar. Den Siedern blieb aber auf Grund ihres steten Bedarfs an tierischen und pflanzlichen Abfällen keine andere Wahl, als

[652] BLA, P 150 Acta Dominiorum, Fasc. 22 1776-1777, Nr. 877.
[653] *Joseph Szabó*, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn, 326.

sich in die unliebsame Konkurrenz mit den Bauern zu stellen, was die Ursache zahlreicher Konflikte war. Es war allerdings ein notwendiger Schritt, wollte man ein Werk über mehrere Jahre führen. Konnte und wollte man nicht alleine nitratreiche Erden aus den Ställen heranführen, mussten stickstoffreiche Materialen, die steten Schrittes auf den Erdbergen zu Nitraten mineralisiert wurden, herbeigeschafft werden.

Aus dieser Analyse des Pamhagener Werkes werden die Reformen und die Reorganisation des Salpeterwesens 1772 mit den Bestrebungen um eine Einstellung der Gayarbeit verständlich. Alleine die großen Compagnien waren in der Lage, den N-Transfer längerfristig zu betreiben und vor allem zu finanzieren. Die Fürsten Esterházy waren zweifelsohne wichtige Entrepreneure auf dem Feld der Salpeterproduktion, sie zählten noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts zu den wichtigsten Unternehmern in diesem Gewerbe.[654]

Die Grundherren - sofern sie mit Patenten zur Salpeterproduktion versehen waren - konnten frei entscheiden, ob sie auf ihren Länderein in die Salpeter- oder in die Landwirtschaft investierten. Es stellte sich lediglich die Frage, in welchen Dimensionen man die verfügbare Arbeitskraft aus den Frondiensten und die kostbaren Rohstoffe aus der Landwirtschaft abgezweigte und der Salpeterwirtschaft zukommen ließ. Mit einer intensiveren Bearbeitung der Felder und der Verwendung der stickstoffhältigen Ressourcen zur Düngung hätten vermutlich größere Gewinne erzielt werden können, als mit der Herstellung des Salpeters. Allerdings ist der Grund in die Salpeterwirtschaft zu investieren sicherlich auch politisch motiviert, da man sich so in die Gunst der Militärs und Herrscher stellen konnte.

[654] OeSTA, KA MBeh, TMK AAA, Schriften XIV Ac2.

KAPITEL 8

# ZUSAMMENFASSUNG

## 8. Zusammenfassung

Ziel dieser Forschungsarbeit war es, einen ersten umwelthistorischen Bericht über die Geschichte des frühneuzeitlichen Salpeterwesens in der k .k. Monarchie abzuliefern. Zentrales Erkenntnisinteresse war eine Untersuchung der sozionaturalen Schauplätze der Salpetergewinnung und die damit verbundenen Auswirkungen der auf die Bodenfruchtbarkeit historischer Agrarökosysteme.

"Salpeter" ist als Trivialname für die Salze der Salpetersäure, die sogenannten Nitrate, in Verwendung. In der Frühen Neuzeit bedeutete der Begriff "Salpeter" Kaliumnitrat. Dieses Salz bildete den zentralen Bestandteil des Schießpulvers, dessen Aufstieg gegen Ende des Mittelalters vollkommen neue militärstrategische Voraussetzungen in der Kriegsführung schuf. Sieg und Niederlage waren fortan zusehends von der Verfügbarkeit von Schießpulver abhängig. Sofern der Salpeter nicht über den Handel mit Venedig und später über die Ostindien-Kompagnien aus Übersee bezogen werden konnte, musste dieses in der Natur nur äußert selten vorkommende Salz "künstlichen" hergestellt werden, was eine Vielzahl europäischer Staaten auch tat. Das Kaliumnitrat wurde dabei in Salpetersiedereien aus nitratreichen Materialien und kaliumhältiger Pottasche in einem Läuterungsprozess chemisch erzeugt.

In der Forschungsarbeit wurde diesem frühen chemischen Gewerbe und speziell dessen größtem Sorgenkind, dem Grundstoff Nitrat, Aufmerksamkeit geschenkt. Dieser Rohstoff war nicht einfach zu erzeugen. Die Nitrate entstehen aus dem Zerfall stickstoffreicher, organischer Biomasse und der anschließenden mikrobiellen Umsetzung des Stickstoffs. Dabei kamen allerlei Abfälle pflanzlichen und tierischen Ursprungs in Frage. Die europäische Salpeterwirtschaft war von der Abbauleistung toter organischer Substanzen durch kleinste Lebewesen abhängig. Die Zersetzungsprozesse, aus denen das Nitrat in abbauwürdigen Mengen hervorging, fanden überwiegend an solchen Schauplätzen statt, die reich an stickstoffhältigen Abfällen waren. In den von der Mischwirtschaft geprägten europäischen Agrarökosystemen sind dies in erster Linie die Schauplätze der Tierhaltung.

Wegen des kontinuierlichen Anfalls stickstoffreicher Exkremente waren insbesondere die Mist- und Düngerstätten sowie die Stallböden die begehrtesten Fundgruben für die Nitrate. Im ersten Teil der Diplomarbeit wurde untersucht, wie in diesen Arrangements durch das Zusammenwirken landwirtschaftlicher Praktiken Lebensräumen für jene Bakterien geschaffen wurden, die für die Umsetzung der Nitrate verantwortlich waren. Durch die bakterielle Tätigkeit wurden aus den organischen Abfällen wieder Nährstoffe. Deshalb waren diese

landwirtschaftlichen Arrangements unabhängig von der Salpeterwirtschaft ganz in der Absicht der Bauern für eine gezielte Düngung ihrer Felder angelegt worden.
Ein weiterer Schwerpunkt dieser Forschungsarbeit bildet eine Analyse der Organisation des Salpeterwesens. In der Habsburgermonarchie wurden diverse Erzeugungsregime entwickelt, die unter Verwendung verschiedener Produktionsmethoden allesamt auf die stickstoffhaltigen Materialien aus den landwirtschaftlichen Arrangements zurückgriffen. Entweder sammelte man die bereits umgesetzten Nitrate auf den Stallwänden und den Stallböden oder man entnahm die noch im Zerfall begriffenen stickstoffreichen Abfälle, vornehmlich die tierischen Exkremente, und karrte diese auf eigens angelegte Plantagen, um dort die Umsetzung der Nitrate zu fördern. Besonders die Erzeugungsregime in Ungarn liefern der Umweltgeschichte noch viele Forschungsinhalte.

Gleich in welcher Form der Stickstoff aus den Schauplätzen der Tierhaltung entnommen wurde, die Arbeit der Salpetersieder bedeutete einen Einschnitt in die Düngerwirtschaft und den sensiblen Nährstofftransfer von der Weide ins Feld. Es wurde daher im zweiten Teil der Arbeit der Frage nachgegangen, ob die Entnahme der stickstoffreichen Materialien aus den Schauplätzen der Tierhaltung Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit des Agrarökosystems hatte.
Für die Produktion des Salpeters musste vom jährlich mit den tierischen Exkrementen anfallenden Stickstoff ein gewisser Anteil abgezweigt werden. Die Summe des mit den Abfällen entnommen Stickstoffs ist allerdings höher, als jene Menge Stickstoff, die im Salpeter enthalten war. Auf Grund von Stickstoffverlusten durch natürliche Prozesse und einer jährlich schwankenden mikrobielle Umsetzungsrate wird nur ein gewisser Prozentsatz des Stickstoffs zu Nitraten mineralisiert. Dies war sowohl auf den Mistplätzen als auch in den Salpeterplantagen der Fall, wobei der Anfall von Nitraten stark vom Stickstoffgehalt des Ausgangsmaterials abhängig ist. An Hand eines Fallbeispiels konnte dies konkretisiert und quantifiziert werden.
Für die Gemeinde Pamhagen konnte gezeigt werden, dass mehr als ein Viertel des jährlich mit dem Stallmist anfallenden Stickstoffs für die Produktion des Salpeters hätte abgezweigt werden müssen. Für die Düngung mit Stallmist bedeutete dies einen ebenso großen Verlust, da damit die N-Nachlieferung in die ackerbaulich genutzten Flächen unterbrochen bzw. vermindert wurde.
Die Verluste, die durch die Entnahme des stickstoffreichen Mists entstanden, sind für die Bodenfruchtbarkeit der Agrarökosysteme gravierend. Die in Pamhagen produzierte Menge

Salpeter entsprach mindestens 10 % des Stickstoffs, der mit der Getreideernte (Stoh und Korn) von den Äckern abgeführt worden war.
Für den Fall, dass die Nitrate bereits größten Teils umgesetzt aus den Stallböden oder aus anderen Arrangements entnommen wurden, konnte gezeigt werden, dass dadurch dem Ackerboden ein Anteil von über 10 % des mit der Ernte entzogenen Stickstoffs verloren gingen.
Die Salpeterwerkstätten wirkten sich mit Sicherheit auf den Nährstoffhaushalt der Agrarökosysteme in der Frühen Neuzeit aus. Im Zuge dieser Untersuchung wurde auch versucht, die Frage aufzugreifen, ob die Arbeiten durch die Salpeterproduktion einen Eingriff in den Energiehaushalt der Agrarökosysteme darstellten.
Das Maß an Energie, das durch die Arbeiten im Felde, wie das Pflügen, Jäten, usw., in den Ackerboden investiert werden kann, ist als anthropogener Einflussgröße wesentlich mitbestimmend für die Fruchtbarkeit der Böden. Infolge der Mischwirtschaft betrifft dies Aspekte der Landwirtschaft, die sich dem Nährstofftransfer von der Weide in den Acker widmen. Dies sind vordergründig alle Arbeiten, die mit der Tierhaltung verbunden sind, das Bereiten Aufbringen, Aufteilen und Einarbeiten des Düngers. Interessant erscheint dabei der Aspekt, dass die Bauern im Zuge der Salpetererzeugung nicht alleine einen Verlust an Nährstoffen zu erleiden hatten, sondern auch einen energetisch bedingten. Anstatt ihren eigenen Dünger, der für ihre Felder bestimmt war, auch auf ihre Felder zu bringen, waren sie durch Frondienste gezwungen worden, ihn in die Salpeterwerkstätten zu karren. Durch diese Praxis wurde nicht allein der Nährstofftransfer zwischen Grün- und Ackerland unterbrochen, sondern wertvolle Energie wurde durch Spannarbeiten und das Ausgraben der Erde in gewerbliche Praktiken investiert, die ansonsten der Landwirtschaft hätte zu Gute kommen können.

Im Zuge dieser Forschungsarbeit konnten die wichtigsten Strukturen des ehemaligen "österreichischen" Salpeterwesens und deren Veränderung herausgearbeitet werden. Der Verlust an Nährstoffen durch dieses Gewerbe konnte an Hand eines Fallbeispiels quantifiziert werden und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit diskutiert werden. Die Analyse des Entzugs des Pflanzennährstoffs Kalium durch die Läuterung des Salpeters und die hohen Energiekosten für den Läuterungsprozess durch das Verkochen der Salpeterlauge bleiben weiteren Forschungsarbeiten vorbehalten.

# BIBLIOGRAPHIE UND QUELLENVERZEICHNIS

# Bibliographie und Quellenverzeichnis

## Abkürzungen

| | | |
|---|---|---|
| *ABL* | - | *Amt der Burgenländischen Landesregierung* |
| *BFB* | - | *Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland* |
| *BLF* | - | *Burgenländische Forschungen* |
| *BLA* | - | *Burgenländisches Landesarchiv* |
| *BLM* | - | *Burgenländisches Landesmuseum* |
| *BMLF* | - | *Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft* |
| *IDGL* | - | *Institut für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde* |
| *IFF* | - | *Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* |
| *IfOEG* | - | *Institut für Österreichische Geschichtsforschung* |
| *IfÖK* | - | *Institut für Österreichische Kulturgeschichte* |
| *KAG* | - | *Komitataarchiv Györ* |
| *KAM* | - | *Komitatsarchiv Mosonmagyaróvár* |
| *KTBL* | - | *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft* |
| *MOÖL* | - | *Mitteilungen des Oberösterreichischen Landesarchivs* |
| *MÖS* | - | *Mittelungen des Österreichischen Staatsarchivs* |
| *NLfB* | - | *Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung* |
| *OeStA* | - | *Österreichisches Staatsarchiv* |
| *WAB* | - | *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* |

## Quellenverzeichnis

### BAL - Burgenländisches Landesarchiv

***P 150 Acta Dominiorum - Filmrollen Ungarisches Staatsarchiv:***

*Herrschaft Frauenkirchen*:

Rolle 380: Fasc. 12 1757

Rolle 382: Fasc. 16 1765-1766

Rolle 384: Fasc. 21 1774-1775

Rolle 385: Fasc. 22 1776-1777; Fasc.23 1778;

Rolle 386: Fasc. 25 1780; Fasc. 27 1783-1785.

***P 179 Urbarialschriften - Filmrollen Ungarisches Staatsarchiv:***

Rolle 545: Fasz. H, Nr. 14 Fasc. C Urb.

### KAG - Komitatsarchiv Györ / Raab

***IV. A 22 Györ-Moson egyesitett vármegye területén múködó földmeresi:***

*Bizottság iratai:*

Kartone: Nr. 11 1786; Nr. 15. 1789

### KAM - Komitatsarchiv Mosonmagyaróvár / Wieselburg Ungarisch-Altenburg

***IV. A. 505. Moson vármegye adószedöjének iratai:***

*a. országos összeírások*

Nr. 10 1720

*b. Vármegyei adóösszeírások és adókezelési iratok 1773–1848:*

Nr.: 122 1773-1800 (Pomogy/Pamhagen)

***IV. B. 915.b. Moson vármegyei úrbéri iratok levéltári gyűjteménye:***

Urbéri Iratok Nr. 17 (Pomogy/Pamhagen)

## OeStA - Österreichisches Staatsarchiv

***Allgemeines Verwaltungsarchiv:***

*Oberste Justizstelle:*

Karton: AM 151.3

***Finanzhofkammerarchiv:***

*Sonderbestände und Sammlungen:*

*Kontrakte und Reverse - Karton: C-55*

***Kriegsarchiv:***

*Artilleriehauptzeugamt:*

Kartone: 2; 5; 6; 8; 11; 15

*Technisches Militärkomitee:*

Schriften XIV Ac2

*Wiener Hofkriegsrat:*

Kartone: 998; 999; 1000; 1049; 1050; 1112; 1193

***Kartensammlung:***

*Josephinische Landesaufnahme:*

Kartenblätter: BIXa527 col.V sect.X, BIXa527 col.V sect.XI.

# Bibliographie


***- A -***

*Wilhelm* ***Abel***, Agrarkrisen und Agrarkonjunktur. Eine Geschichte der Land- und Ernährungswirtschaft Mitteleuropas seit dem hohen Mittelalter (Hamburg, Berlin 1978).

*L.* ***Ábrahám***, *J.* ***Bocskai***, The Utilization and Amelioration of Solonetz Soils in Hungary. In: *I. Szabolcs* (Hg.), European Solonetz Soils and Their Reclamation (Budapest 1971) 61-98.

*Walter* ***Achilles*** *et. al.*, Ganzjährige Freilandhaltung von Fleischrindern. Baulich-technische Anforderungen an tier- und standortgerechte Verfahren (= *KTBL* (Hg.), KTBL-Schrift 409, Darmstadt 2002).

*Walter* ***Achilles***, Landwirtschaft in der Frühen Neuzeit (= *Lothar Gall* (Hg.), Enzyklopädie deutscher Geschichte 10, München 1991).

*Bengt* ***Åhlsund***, The Saltpetre Boilers of the Swedish Crown. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The History of an International Technology (Bath 1996) 163-181.

*Robert C.* ***Allen***, The nitrogen hypothesis and the English agricultural revolution. In: Journal of Economic History 68, Nr. 1 (2008) 182-210.

*Robert C.* ***Allen***, Tracking the agricultural revolution in England. In: Economic History Review 52, Hft. 2 (1999) 209-235.

*Christian-Carl* ***Andre***, Neueste geographisch-statistische Beschreibung des Kaiserthums Oesterreich. (= *Geographisches Institut* (Hg.), Neueste Länder- und Völkerkunde. Ein geographisches Lesebuch für alle Stände, Bd. 15, Weimar 1813).

*Rudolf* ***André***, *Augustin* ***Rieger***, Darstellung der vorzüglichsten landwirthschaftlichen Verhältnisse. Insofern sie auf Bewirthschaftung des Grundes und Bodens die damit verbundenen Nebenzweige der Ökonomie Bezug haben (Prag 1840).

***Anonymus***, Istruzione intorno alla produzione del salnitro (Verona 1858).

***Anonymus***, Ungarische Miscellen. Aus dem Archiv für Geographie, Historie, Staats- und Kriegskunst, Bd. 1 (Wien 1817).

*Klaus* ***Arnold***, Die Land- und Forstwirtschaft im Burgenland (= *ABL Landesamtsdirektion - Raumplanungsstelle* (Hg.), Raumplanung Burgenland 3, Eisenstadt 1979).

***- B -***

*Dennis W.* ***Barnum***, Some History of Nitrates. In: Journal of Chemical Education 12 (2003) 1393-1396.

*László* ***Bartosiewicz,*** The Hungarian Grey Cattle: A Traditional European Breed. In: Animal Genetic Resources Information 21 (Cambridge 1997) 49-60.

*Rainer **Beck***, Unterfinning. Ländliche Welt vor Anbruch der Moderne (München 1993).

*Karl Ferdinand **Becker***, Theoretische - praktische Anleitung zur künstlichen Erzeugung und Gewinnung des Salpeters, nach eigenen und nach den in Frankreich gemachten Erfahrungen und in besonderer Beziehung auf die Königl. Preussischen Staaten entworfen, nebst einem Anhange über die öffentliche Verwaltung des Salpeterwesens (Braunschweig 1814).

*Karl **Beinert***, Der wirtschaftseigene Dünger. Seine Gewinnung, Behandlung und Verwertung. Sechste, neubearbeitet Auflage von Prof. Dr. W. Sauerlandt (Berlin 1951).

*Norbert **Benecke***, Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung (Stuttgart 1994).

*Walter **Benjamin***, Illuminationen. Ausgewählte Schriften 1 (Frankfurt a. M. 1974).

*A. **Bernhauser***, Zur Verlandungsgeschichte des Burgenländischen Seewinkels. In: *BLM* (Hg.), WAB, Naturwissenschaften, Hft. 29 (Eisenstadt 1962) 143-171.

*Gregor **Berzeviczy***, II. Ueber den Zustand der Bauern in Ungarn. In: *Ernst Ludwig Posselt* (Hg.), Europäische Annalen, Bd. 11 (Tübingen 1816) 159-207.

*Günther **Blanken***, *Stephan **Schirz***, Sammlung, Transport und Speicherung tierischer Exkremente. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 55-75.

*Marc **Bloch***, Apologie der Geschichtswissenschaft oder der Beruf des Historikers. Nach der von Étienne Bloch edierten französischen Ausgabe herausgegeben von Peter Schöttler (Stuttgart 2002).

*Hans-Peter **Blume***, *Gerhard W. **Brümmer**, Rainer **Horn**, Ellen **Kandeler**, Ingrid **Kögel-Knabner**, Ruben **Kretzschmar**, Karl **Stahr**, Berndt-Michael **Wilke***, Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde (Heidelberg $^{16}$2010).

***BMLF*** (Hg.), Wirtschaftsdünger. Richtige Gewinnung und Anwendung, tiergerecht, wirksam, wirtschaftlich, qualitätsbewusst, bodenschonend, umweltfreundlich. In: Sonderausgabe der Zeitschrift "Förderungsdienst" (Wien 1991)

*Gottfried Christian **Bohn***, *Gerhard Philipp Heinrich **Norrmann*** (Hg.), Vollständiges Wörterbuch der Produkten- und Waarenkunde, Bd. 2 (Hamburg 1806).

*Ester **Boserup***, The conditions of agricultural growth. The economics of agrarian change under population pressure (New Brunswick/London $^{3}$2008).

*Stephen R. **Bown***, A Most Damnable Invention. Dynamite, Nitrates, and the Making of the Modern World (New York 2005).

*Gustav **Brachmann***, Salniterer und Pulvermacher. Eine vergessene Hantierung. In: *Institut für Landeskunde am oberösterreichischen Landesmuseum* (Hg.), Oberösterreichische Heimatblätter 4 (Linz 1950) 245-256.

*Patrice **Bret***, The Organization of Gunpowder Production in France 1775-1830. In: In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The History of an International Technology (Bath 1996) 261-274.

*F. A.* ***Brockhaus*** (Hg.), Brockhaus Konversations-Lexikon, Bd. 7, Bd. 13 (Leipzig [14]1908).

*Brenda J.* ***Buchanan***, Saltpetre: A Commodity of Empire. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder, Explosives and the State. A Technological History (Ashgate 2006) 67-90.

*Karl* ***Buchgraber***, *Anton* ***Deutsch***, *Gerhard* ***Ginsl***, Zeitgemäße Grünland-Bewirtschaftung (Graz/Stuttgart 1994).

*Johann* ***Burger***, Lehrbuch der Landwirthschaft, Bd. 1 (Wien 1819).

*Johann* ***Burger***, Lehrbuch der Landwirtschaft II. (Wien 1821).

*Karl Michael* ***Burger***, Die Reformpolitik Maria Theresias und Joseph II. im Vergleich und deren Nachwirkungen (ungedr. phil. Diss. Universität Wien, Wien 2002).

*Martin* ***Burger***, *Louise E.* ***Jackson***, Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification and nitrification rates in organic and conventional cropping systems. In: Soil Biology and Biochemistry 35 (2003) 29-36.

***- C -***

*G.I. Guzmán* ***Casadoa***, *M. González de* ***Molina***, Preindustrial agriculture versus organic agriculture. The land cost of sustainability. In: Land Use Policy 26 (2009) 502–510.

*Jean-Antoine-Claude* ***Chaptal***, *Friedrich* ***Wolff***, Über die künstliche Erzeugung und Läuterung des Salpeters und die zweckmäßigste Art Schießpulver zu verfertigen. (Königsberg 1805).

*Geoff* ***Cunfer***, Manure Matters on the Great Plains Frontier. In: Journal of Interdisciplinary History 23, Nr. 4 (2004) 539-567.

***- D -***

*Ekkehard* ***Darge***, Energieflüsse im österreichischen Landwirtschaftssektor 1950-1995. Eine humanökologische Untersuchung (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 64, Wien 2002).

*G.* ***Dersch***, *M.* ***Pfeffer***, *O. H.* ***Danneberg***, Die anaerobe Bebrütung zur Bestimmung des N-Nachlieferungspotentials von Böden und ihre Kalibrierung im Gefäßversuch. In: Die Bodenkultur Jg. 54, Hft. 2 (Wien 2003) 69-81.

*Danyi* ***Dezseoe***, *David* ***Zoltan***, Központi statisztikai hivatal könyvtára Müvelödesügyi Minisztérium Leveltari Osztalya. Az elsö Magyarorszagi népszámlálás (1784-1787) (Budapest 1960).

*Peter* ***Dinzelbacher***, Mensch und Tier in der Geschichte Europas (= Körners Taschenbuchausgabe Bd. 342, Stuttgart 2000).

*Heinrich* ***Ditz***, Die ungarische Landwirthschaft. Volkswirthschaftlicher Bericht an das königl. bayerische Staatsministerium des Handels und der öffentlichen Arbeiten (Leipzig 1867).

*Anton* ***Dolleczek***, Geschichte der Österreichischen Artillerie. Von den frühesten Zeiten bis zur Gegenwart (Wien 1887).

*Brian* ***Donahue***, The Great Meadow. Famers and the land in colonial concord (New Haven/London 2004).

*Werner* ***Drobesch***, Bodenerfassung und Bodenbewertung als Teil einer Staatsmodernisierung. Theresianische Steuerrektifikation, Josephinischer Kataster und Franziszeischer Kataster. In: Histoire des Alpes - Storia delle Alpi - Geschichte der Alpen 14 (2009) 165-183.

***- E -***

*M.* ***Eisenhut***, Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung von Böden mittels Auswertung der Ergebnisse der Österreichischen Bodenkartierung - Versuch einer flächenhaften Darstellung. In: *BAL* (Hg.), BAL Bericht 4. Über die 4. Lysimetertagung, „Übertragung von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen und Regionen“, vom 19. bis 20. April 1994 (Irdning 1994) 57-64.

*Heinz* ***Ellenberg***, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (Stuttgart [5]1996) 870-873.

*George E.* ***Erikson***, Geology an Origin of the Chilean Nitrate Deposits (= U.S. Department of the Interior (Hg.), Geology Survey Professional Paper 1188, Washington 1981).

*J. J.* ***Ewel***, Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. In: Agroforestry Systems 45 (1999) 1–21.

***- F -***

*Stuart J.* ***Ferguson***, *David J.* ***Richardson***, *Rob J. M.* ***van Spanning***, Biochemestry and Molecular Biology of Nitrification. In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007), 210-222.

*Hans Joachim* ***Fiedler***, Böden und Bodenfunktionen in Ökosystemen, Landschaften und Ballungsgebieten (Renningen 2001).

*Manfred A.* ***Fischer***, Lebensraum Sumpfwiesen. In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (=*BLM* (Hg.), WAB 133, Eisenstadt 2010) 217-227.

*Manfred A.* ***Fischer***, Überblick über Vegetation und Flora. In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (= *BLM* (Hg.), WAB 133, Eisenstadt 2010) 44-85.

*Maria* ***Fischer-Kowalski***, *Karlheinz* ***Erb***, Epistemologische und Konzeptuelle Grundlagen der Sozialen Ökologie In: *Geographische Gesellschaft Österreich* (Hg.), Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft 148 (Wien 2006) 33-56.

*Marina* ***Fischer-Kowalski***, Methodische Grundsatzfragen. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 57-66.

*Marina* ***Fischer-Kowalski***, *Helmut* ***Haberl***, Stoffwechsel und Kolonisierung. Konzepte zur Beschreibung des Verhältnisses von Gesellschaft und Natur. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 3-12.

*Marina* ***Fischer-Kowalski***, *Andreas* ***Mayer***, *Anke* ***Schaffartzik***, Zur sozialmetabolischen Transformation von Gesellschaft und Soziologie. In: *Matthias Groß* (Hg.), Handbuch Umweltsoziologie (Wiesbaden 2011) 97-120.

*Johannes* ***Franck***, Der Neusiedler Saliterhof. In: *Verein zur Erforschung der Stadtgeschichte von Neusiedl am See* (Hg.), Neusiedler Jahrbuch. Beiträge zur Stadtgeschichte von Neusiedl am See, Bd. 2 (Neusiedl am See 2000) 19-34.

*James W.* ***Frey***, The Indian Saltpeter Trade, the Military Revolution, and the Rise of Britain as a Global Superpower. In: The Historian 71, Hft. 3 (2009) 507-554.

*Johann Evangelist* ***Fürst***, Der wohlberathene Bauer Simon Strüf, eine Familien-Geschichte. Allen Ständen zum Nutzen und Interess besonders aber jedem Bauer und Landwirthe ein Lehr- und Exempel Buch (Augsburg 1841).

***- G -***

*Maria* ***Gann***, Die Saliterer - ein ausgestorbenes Gewerbe. In: *Innviertler Kulturkreis* (Hg.), Das Bundwerk. Schriftenreihe des Innviertler Kulturkreises 6 (Braunau 1991) 5-7.

*Veronika* ***Gaube***, Gesellschaftliche Stickstoffflüsse des österreichischen Landwirtschaftssektors 1950-1995. Eine humanökologische Untersuchung(= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 68, Wien 2002).

Jochen **Gartz**, Vom griechischen Feuer zum Dynamit. Eine Kulturgeschichte der Explosivstoffe (Hamburg/Berlin/Bonn 2007).

*Hans* ***Gehl***, Wörterbuch der donauschwäbischen Lebensformen (= *IDGL* (Hg.), Schriftenreihe des Instituts für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde 14, Stuttgart/Steiner 2005).

*Adolph Ferdinand* ***Gehlen***, Faßliche Anleitung zu der Erzeugung und Gewinnung des Salpeters; zunächst für Landleute (Nürnberg 1816).

*Andreas* ***Geisler***, Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) und Beitrag zu einer konsistenten Kohlenstoff-Datenbank für Österreich (ungedr. nat. Diss. Universität Wien, Wien 2005).

*Andreas* ***Geisler***, Quantifizierung und ökologische Bewertung des Stickstoffhaushaltes von Wien (ungedr. nat. Dipl. Universität Wien, Wien 1998).

*Ernst Ignatz* ***Gemberly***, Praktische Abhandlung von Anlegung, Verbesserung, und Vermehrung des bey der Landwirthschaft so nothwendigen Dunges, nebst einer neuen Erfindung, wie man den Abgang derselben sehr leicht ersetzen könne (Wien 1773).

*Gemeinde* ***Tadten*** (Hg.), Chronik Tadten. Menschen und Geschichte (Tadten 2007).

*Erich* ***Geßl***, Das Grünland (Graz/Stuttgart 1985).

***Gesellschaft der Constafleren und Feürwerkeren im Zeüghaus zu Zürich***, Neujahrsblatt der Gesellschaft der Constafleren und Feürwerkeren im Zeüghaus zu Zürich (Zürich 1724).

*Simone* ***Gingrich***, *Fridolin* ***Krausmann***, Der soziale Metabolismus lokaler Produktionssysteme: Reichraming in der oberösterreichischen Eisenwurzen 1830-2000 (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 107, Wien 2008).

*Ulrich* ***Gisi***, *Rudolf* ***Schenker***, *Rainer* ***Schulin***, *Franz X.* ***Stadelmann***, *Hans* ***Sticher***, Bodenökologie (Stuttgart/New York $^{2}$1997).

*Josef* ***Gmasz***, "...was massen wir arme Unterhanen allhier in Frau Kürchen leider also miserie der Zeit leben mießen...". Volkskundliche Studien zur Kultur-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Gemeinde Frauenkirchen im 18. Jahrhundert (ungedr. phil. Diss. Universität Wien, Wien 1993).

*Bettina* ***Götz***, *Gerhard* ***Zethner***, Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft. Der Nährstoffhaushalt im Hinblick auf seine Umweltwirkung am Beispiel des Einzugsgebietes Strem (= *Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie* (Hg.), Monographien 78, Wien 1996).

*Otto* ***Graff***, Geschichte der organischen Düngung. Von Stercutus bis heute (= Studien zur Agrarökologie 15, Hamburg 1995).

*Andreas* ***Grailich***, Wieselburger Gespanschaft. In: János Csaplovics (Hg.), Topographisch-statistisches Archiv des Königreichs Ungern, Bd. 2 (Wien 1821) 187-236.

*Andreas* ***Grailich***, Versuch einer Beschreibung des Marktfleckens Zorndorf. In: *Christian Carl André* (Hg.), Hesperus. Encyclopädische Zeitschrift für den gebildeten Leser, Bd. 26, Nr. 26 (Stuttgart/Tübingen 1820) 201-207.

*Helmut* ***Grosina***, Aspekte des Beziehungsgefüge Mensch - Raum am Neusiedler See. In: *BLA* (Hg.), Burgenland in seiner pannonischen Umwelt (= *BLA* (Hg.), Burgenländische Forschungen Sonderband VII, Eisenstadt 1984) 117-125.

*Gottlieb Siegmund* ***Grunner***, Abhandlung von der Erzeugung des Salpeters. In: *Ökonomische Gesellschaft des Kantons Bern* (Hg.), Der Schweitzerischen Gesellschaft in Bern Sammlungen von landwirthschaftlichen Dingen 2, Hft. 4 (1761 Bern) 911-942.

*Gerlinde* ***Guszmann***, Studien zur Ortsgeschichte von Pamhagen (ungedr. phil. Diss. Universität Wien, Wien 1979).

*Karl* ***Gutkas***, Probleme der Landwirtschaft zur Zeit Maria Theresias und Joseph II. In: *Helmut Feigl* (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 1-35.

***- H -***

*Helmut* ***Haberl***, *Helga* ***Zangerl-Weisz***, Kolonisierende Eingriffe: Systematik und Wirkungsweise. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 129-148.

*Stephan* ***Häckel***, Anleitung zur leichtesten und sichersten Art Salpeter zu erzeugen. Nach theoreitsch= und praktischen Gründen aufgesetzet. Nebst einem Anhange von der Ausziehung des Salpeters aus verdorbenem Schießpulver (Wien 1778).

*Friedrich* ***Haider-Kroiss***, Die Herrschaft Frauenkirchen im 18. Jahrhundert (ungedr. phil. Dipl. Universität Wien, Wien 1998).

*Johann Samuel* ***Halle***, Fortgesetzte Magie, oder, die Zauberkräfte der Natur, so auf den Nutzen und die Belustigung angewandt worden, Bd. 5 (Berlin 1793).

*Brigitte* ***Hansen***, *Erik Steen* ***Kristensen***, *Ruth* ***Grant***, *Henning* ***Høgh-Jensen***, *Svend Erik* ***Simmelsgraad***, *Jørgen E.* ***Olesen***, Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems - a systems modelling approach. In: European Journal of Agronomy 13 (2000) 65-82.

*P. J.* ***Harris***, Microbial Transformations of nitrogen. In: *Alan Wild* (Hg.), Russell's Soil Conditions and Plant Growth, New York [11]1988) 608-651.

*Joseph* ***Hazzi***, Ueber den Dünger, zugleich aber auch über das Unwesen dabei in Deutschland, besonders in der Haupt- und Residenzstadt München und ganz Baiern (München 1824).

*Herman* ***Häusler***, *Jürgen* ***Heischmann***, Quartäre Landschaftsentwicklung und Morphotektonik des nördlichen Burgenlandes. In: *Harald Hitz*, *Helmut Wohlschlägl* (Hg.), Das östliche Österreich und benachbarte Regionen. Ein geographischer Exkursionsführer (Wien/Köln/Weimar 2009), 117-132.

*Waltraud* ***Heindl***, Reform und Modernisierung unter Maria-Theresia und Joseph II. In: *Österreichisches Kulturzentrum bei der Österreichischen Botschaft Bratislava, Österreichisches Ost- und Südosteuropa Institut Außenstelle Bratislava* (Hg), Die Maria-Theresiansichen und Josephinischen Reformen und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Slowakei (Bratislava 1998) 7-18.

*Franz Ritter Edler von* ***Heintl***, Die Landwirthschaft des östereichischen Kaiserthumes, Bd. 1 (Wien 1808).

*Franz Ritter Edler von* ***Heintl***, Die Landwirthschaft des österreichischen Kaiserthumes, Bd. 2 (Wien 1810).

*A. M.* ***Herrmann***, *E.* ***Witter***, Predictors of gross N mineralization and immobilization during decomposition of stabilized organic matter in agricultural soil. In: *British Society of Soil Science* (Hg.), European Journal of Soil Science 59 (2008) 653-664.

*Carl Bernhard Edler von* ***Hietzinger***, Statistik der Militärgrenze des österreichischen Kaiserthums, Bd. 2 (Wien 1820).

*Hugo H.* ***Hitschmann***, Vademecum für den Landwirth (Wien [9]1891).

*Tamás* ***Hofer***, Europäische Analogien der Entwicklung von Rinderzucht-Monokulturen in der Großen Ungarischen Tiefebene. In: *Vera Zimányi* (Hg.), Studien zur deutschen und ungarischen Wirtschaftsentwicklung (16.-20. Jahrhundert) (Budapest 1985) 89-102.

*Heinrich Georg* ***Hoff***, Das Buch für Oekonomen, oder theoretisch = praktische Regeln und Grundsätze für Gütherbesitzer, Pächter, Verwalter und Landleute etc. (Salzburg 1793).

*Richard C.* ***Hoffmann***, Footprint Metaphor and Metabolic Realities. Environmental Impacts of Medieval European Cities. In: *Paolo Squatriti* (Hg.), Natures Past. The Environment and Human History (Michigan 2007) 288-325.

*Karl* ***Homma***, Zur Entwicklung des Urbarialwesens im burgenländischen Raum. In: *Oberösterreichisches Landesarchiv* (Hg.), MOÖL Bd. 5, Staat und Land (Graz/Köln 1957) 340-386.

*Gergely Krisztìán* ***Horvath***, Rahmen des bäuerlichen Handels im Wieselburger Komitat (Ungarn) in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Modell der Kommerzialisierung einer west-ungarischen Region. In: *Frank Konersmann*, *Klaus-Joachim*, *Lorenzen-Schmidt* (Hg.), Bauern als Händler. Ökonomische Diversifizierung und soziale Differenzierung bäuerlicher Agrarproduzenten (15.-19. Jahrhundert) (Stuttgart 2011) 163-212.

***- I -***

*Felhö* ***Ibolya***, Az úrbéres birtokviszonyok Magyarországon Mária Therézia korában. (Budapest 1970).

***Maria-Theresia Imperatrix Romanorum***, Sammlung der Patenten Edicten und Circular-Befehlen welche unter glorreichester Regierung Ihro Kaiserl. Königl. Apostolischen Majestät Mariae Theresiae Unserer allergnädigsten Erblandesfürstin und Frau Frau von Jahr 1740 bis Ende Jahrs 1763 in dem Erzherzogthum Oesterreich ob der Enns emanirt= und annoch in vigore seynd (Linz 1763).

*K* ***Isermann***, *R.* ***Isermann***, Die Anteile des N-Austrages mit dem Sickerwasser aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche über die (un)gesättigte Zone in die Oberflächengewässer Westeuropas/EU und Deutschlands an der jeweiligen N-Bilanz der Landwirtschaft (1987/92). In: *BAL* (Hg.), BAL Bericht 5. Über die 5. Lysimetertagung, „Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone“, vom 25. bis 26. April 1995 (Irdning 1995) 85-91.

***- J -***

*Alois* ***Jahn***, *Eugen Ritter Schlesinger von* ***Benfeld***, Das Pulvermonopol in Österreich-Ungarn und die Vorschriften über die Erzeugung und den Verkehr von explosiven Stoffen, von Waffen und Munitionsgegenständen (= Handausgabe der österreichischen Gesetze und Verordnungen 136, Wien 1902)-

***- K -***

***K. K. Direction der Administrativen Statistik***, Industrie-Statistik der Österreichischen Monarchie. Für das Jahr 1858, Hft.3. In: *K. K. Direction der Administrativen Statistik* (Hg.), Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik, Bd. 9, Hft. 2 (Wien 1861).

***K. K. Statistische Central-Commission*** (Hg.), Tafeln zur Statistik der österreichischen Monarchie (Wien). Erschienen in 20 Bänden zwischen 1828 und 1871.

*Alois* ***Kapfer***, Mittelalterlich-frühneuzeitliche Beweidung der Wiesen Mitteleuropas. Die Frühjahrsvorweide und Hinweise zur Pflege artenreichen Grünlands. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 42, Hft. 6 (2010) 180-187.

*István* ***Kenyeres***, Die Finanzen des Königreichs Ungarn in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts. In: *Friedrich Edelmayer*, *Maximilian Lanzinner*, *Peter Rauscher* (Hg.), Finanzen und Herrschaft. Materielle Grundlagen fürstlicher Politik in den in den habsburgischen Ländern und im Heiligen Römischen

Reich im 16. Jahrhundert (= *IfOEG* (Hg.), Veröffentlichungen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung 38, Wien 2003) 84-122.

*Friedrich* ***Knapp***, Lehrbuch der Chemischen Technologie. Zum Unterricht und Selbststudium, Bd. 1 (Braunschweig 1866).

*Markus* ***Königsberg-Aulendorf***, Die Entwicklung der Landnutzung im Moorgebiet "Hansag" (ungedr. nat. Diplomarbeit Universität Bodenkultur Wien, Wien 1990).

*Alexander* ***Konrad***, Wetter und Klima im Burgenland. Wetterchronik, Klimatabellen, Wettervorhersagen, offizielle Wetterdienste, burgenländische Wetterstation im Portrait (Salmannsdorf 2005).

*Ingo* ***Korner***, *Thomas* ***Wrbka***, *Markus* ***Staudinger***, *Manuel* ***Böck***, Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel. Ergebnisse der vegetationsökologischen Langzeitmonitoring-Studie 1990-2007. In: *W. Waitzbauer*, *I. Korner*, *T. Wrbka* (Hg.), Vegetationsökologisches und faunistisches Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel 2000-2006 (= *Zoologisch Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, Bd. 37, Wien 2008) 1-84.

*I.* ***Korner***, *A.* ***Traxler***, *T.* ***Wrbka***, Vegetationsökologisches Beweidungsmonitoring Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel 1990-1998. In: *BFB* (Hg.), BFB-Bericht 88 (Illmitz 2000).

*A.* ***Kornhuber***, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederungen des „Wasen“ (magyr. "Hanság"). In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 35 (Wien 1885) 619-656.

*Gerhard W.* ***Kramer***, Das Feuerwerkbuch: Its importance in the early history of black powder. In: *Brenda J. Buchanan* (Hg.), Gunpowder: The history of an international technology (Bath 1996) 45-55.

*Fridolin* ***Krausmann***, Land Use and Socio-economic Metabolism in Pre-industrial Agricultural Systems: Four Nineteenth-century Austrian Villages in Comparison (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 72, Wien 2008).

*Fridolin* ***Krausmann***, Von der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zur Steigerung der Erträge. In: *Helga Dirlinger*, *Martin Fliegenschnee*, *Fridolin Krausmann*, *Gerhard Liska*, *Martin A. Schmidt*, Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften, (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 51, Wien 1998) 5-26.

*Karl-Peter* ***Krauss***, Deutsche Auswanderer in Ungarn. Ansiedlung in der Herrschaft Bóly im 18. Jahrhundert. (= *IDGL* (Hg.), Schriftenreihe des Instituts für Donauschwäbische Geschichte und Landeskunde 11, Stuttgart/Steiner 2003).

*Shepard* ***Krech***, *John Robert* ***McNeill***, *Carolyn* ***Merchant*** (Hg.), Encyclopedia of World Environmental History, Bd. 3 (London/New York 2004).

*Peter* ***Kriedte***, Spätfeudalismus und Handelskapital. Grundlinie der europäischen Wirtschaftsgeschichte vom 16. bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts (Göttingen 1980).

*Joseph* ***Kropatschek*** (Hg.), Handbuch aller unter der Regierung des Kaisers Joseph des II. für die K. K. Erbländer ergangenen Verordnungen und Gesetze in einer Sistematischen Verbindung, Bd. 10 (Wien 1788).

*D. Johann Georg* ***Krünitz***, Herrn D. Wolfs Beschreibung der Art wie der Salpeter in Podolien gemacht wird. In: *Hermann Heinrich Holle* (Hg.), Neues hamburgisches Magazin, oder gesammelte Schriften, zum Unterricht und Vergnügen, aus der Naturforschung und den angenehmen Wissenschaften überhaupt, Bd. 62 (Leipzig 1772) 99-121.

*D. Johann Georg* ***Krünitz***, *Friedrich Jakob* ***Floerken***, *Heinrich Gustav* ***Flörke*** (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 111 (Berlin 1809).

*D. Johann Georg* ***Krünitz***, *Friedrich Jakob* ***Floerken***, *Heinrich Gustav* ***Flörke*** (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 123 (Berlin 1813).

*D. Johann Georg* ***Krünitz***, *Friedrich Jakob* ***Floerken***, *Heinrich Gustav* ***Flörke***, *Johann Wilhelm David* ***Korth*** (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 131 (Berlin 1822).

*D. Johann Georg* ***Krünitz***, *Friedrich Jakob* ***Floerken***, *Heinrich Gustav* ***Flörke***, *Johann Wilhelm David* ***Korth*** (Hg.), D. Johann Georg Krünitz's ökonomisch=technologische Encyklopädie, oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus und Landwirthschaft, und der Kunstgeschichte in alphabetischer Ordnung, Bd. 169 (Berlin 1838).

*Jan* ***Kunnas***, Potash, Saltpeter and Tar: Production, exports and use of wood in Finland in the 19th century. In: Scandinavian Journal of History, Nr. 3 (Abingdon 2007) 281-311.

*Hans Jürgen* ***Kutzner***, Microbiology of Composting. In: *H. J. Rehm*, *G. Reed* (Hg.), Biotechnology, Vol. 11c (= *J. Klein*, *J. Winter* (Hg.), Environmental Processes III. Solid Waste and Waste Gas Treatment, Preparation of Drinking Water, Weinheim/New York/Chichester/Brisbane/Singapore/Toronto $^{2}$2000) 35-100.

***- L -***

*Erich* ***Landsteiner***, Landwirtschaft und Wirtschaftliche Entwicklung 1500-1900. Eine Agrarrevolution in der Frühen Neuzeit? In: *Markus Cerman*, *Ilja Steffelbauer*, *Sven Tost* (Hg.), Agrarrevolutionen. Verhältnisse in der Landwirtschaft vom Neolithikum zur Globalisierung (= *Verein für Geschichte und Sozialkunde* (Hg.), Querschnitte 24, Wien 2008) 173-205.

***Landwirtschaftskammer Salzburg*** (Hg.) Stickstoff. Kreislauf - Düngung - Umwelt. Ein Praxisratgeber von Josef Galler (Salzburg 2007).

***Landwirtschaftskammer Salzburg*** (Hg.), Wirtschaftsdünger. Kreislauf - Düngung - Umwelt. Ein Praxisratgeber von Josef Galler (Salzburg 2009).

*Georg August* ***Langguth*** (Hg.), Neuer Schauplatz der Natur, nach den richtigen Beobachtung und Versuchen in alphabetischer Ordnung durch eine Gesellschaft von Gelehrten, Bd. 2 (Leipzig 1776).

*Ernst* ***Langthaler***, Landwirtschaft vor und in der Globalisierung. In: *Reinhardt Sieder*, *Ernst Langthaler* (Hg.), Globalgeschichte 1800-2000 (2010 Wien/Köln/Weimar) 135-169.

*Karl* ***Lego***, Die Geschichte des Österreichischen Grundkatasters (Wien 1968).

*G. J.* ***Leigh***, The World's Greatest Fix. A History of Nitrogen and Agriculture (New York 2004).

*Tünde* ***Lengyelová***, Die Urbarregulierung Maria Theresias und ihr Einfluss auf das Leben in grundherrschaftlichen Städten in der Slowakei. In: *Österreichisches Kulturzentrum bei der Österreichischen Botschaft Bratislava, Österreichisches Ost- und Südosteuropa Institut Außenstelle Bratislava* (Hg.), Die Maria-Theresiansichen und Josephinischen Reformen und ihre Bedeutung für die Entwicklung der Slowakei (Bratislava 1998) 31-40.

*R. S.* ***Loomis****, D. J.* ***Connor****,* Crop Ecology. Productivity and Management in Agricultural Systems (Cambridge 2003).

*Hans* ***Lunzer***, Änderungen der Produktion und der Arbeitsorganisation in der Landwirtschaft. In: *Kárly Gaál*, *Olaf Bockhorn* (Hg.), Tadten. Eine Dorfmonographische Forschung der Ethnographia Pannonica Austriaca 1972/73 (*BLM* (Hg.), WAB 56, Kulturwissenschaften 23, Eisenstadt 1976) 65-92.

***- M -***

*A.* ***Machon***, *L.* ***Horváth***, *T.* ***Weidinger***, *B.* ***Grosz***, *K.* ***Pintér***, *Z.* ***Tuba***, *E. Führer*, Estimation of net nitrogen flux between the atmosphere and a semi-natural grassland ecosystem in Hungary. In: European Journal of Soil Science 61 (2006) 631–639.

*Pál* ***Magda***, Neuste statistisch-geographische Beschreibung des Königreichs Ungarn, Croatien, Slavonien und der ungarischen Militär-Grenze (Leipzig 1832).

*R.* ***Maier***, *W.* ***Punz***, *A.* ***Dörflinger***, *K.* ***Eisinger***, *K.* ***Fussenegger***, *A.* ***Geisler***, *H.* ***Gergelyfi***, Der natürliche Stoffhaushalt als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung Wiens. Unter besonderer Berücksichtigung des natürlichen Kohlen-, Stickstoff- und Bleihaushaltes (Wien 1997)

*Rudolf* ***Maier***, *Wolfgang* ***Punz***, Die Methode der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse. In: *Rudolf Maier*, *Wolfgang Punz* (Hg.), Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). 3 Fallstudien, Bisamberg, Hainfeld, Krems (Wien 2004) 7-14.

*Rudolf* ***Maier***, *Andreas* ***Geisler***, *Bettina* ***Aigner***, *Wolfgang* ***Punz***, Kulturlandschaft unter Siedlungsdruck. Eine ökologische Analyse der Marktgemeinde Bisamberg aus historischer und aktueller Sicht. In: *Amt der Niederösterreichischen Landesregierung* (Hg.), Wissenschaftlichen Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum 15 (St. Pölten 2003) 195-281.

*Johann* ***Mailáth***, Das ungrische Urbarialsystem oder des Grundherrn und des Bauer Wechselverhältnis in Unganr (Pesth/Leipzig 1838).

*Thomas Robert* ***Malthus***, An Essay on the Principle of Population (Mineola/New York 2007).

*Petra* ***Marscher***, Plant-Microbe Interactions in the Rhizosphere and Nutrient Cycling. In: *Petra Marschner*, *Zdenko Rengel* (Hg.), Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems (= Ajit Varma (Hg.), Soil Biology 10, Berlin/Heidelberg/New York 2007) 159-182.

*Marcel* ***Mazoyer***, *Laurence* ***Roudart***, A History of World Agriculture. From the Neolithic Age to the Current Crisis (London 2006).

*Freiherr v.* ***Mednyanfzky,*** Neutraer Gespanschaft In: János Csaplovics (Hg.), Topographisch-statistisches Archiv des Königreichs Ungern, Bd. 2 (Wien 1821) 3-140.

*Lorenz* ***Mikoletzky***, Der Versuch einer Steuer- und Urbarialregulierung unter Kaiser Joseph II. In: Generaldirektion des OeStA (Hg.), MÖS 24, 1971 (Wien 1972) 310-346.

*A.* ***Milimonka***, *G.* ***Ebel***, *K.* ***Richter***, Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffs unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv bewirtschafteten Schafweide. In: Pflanzenbauwissenschaften 5, Hft. 1 (2001) 1–6.

*Manuel González de* ***Molina***, *Roberto García* ***Ruiz***, *Gloria Guzmán* ***Casado***, *David Soto* ***Fernández***, *Juan Infante* ***Amate***, Guideline for constructing nutrient balance in historical agricultural systems (And Its Application To Three Case-Studies In Southern Spain) (2011).

*Ignaz* ***Moser***, Ueber die Salpeterdistricte in Ungarn. In: (*K. K. Geologische Reichsanstalt* (Hg.), Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Hft. 1, Wien 1850) 453-472.

*Gottfried* ***Mraz***, Quellen zur Geschichte Österreich Ungarns und der Nebenländer zur Zeit Maria Theresias im Österreichischen Staatsarchiv. In: *Gerda Mraz* (Hg.), Maria Theresia als Königin von Ungarn (= *IfÖK* (Hg.), Jahrbuch für Österreichische Kulturgeschichte 10, Eisenstadt 1984) 7-17.

*Gottfried L. C.* ***Müller***, Anleitung zur Erzeugung, Gewinnung und Bearbeitung des Salpeters. Besonders in Hinsicht auf die Anlegung der Salpeter=Bühnen, oder Stallsalpeter=Gewölbe; zunächst für Landleute in Fragen und Antworten bearbeitet (= *Gottfried L. C. Müller* (Hg.), Müllers chemisch technische Abhandlungen, Bd. 2, Regensburg 1829).

*U.* ***Müller***, *F.* ***Raissi***, *H.* ***Höper***, *W.* ***Schärfer***, *J.* ***Kues***, Arbeitshilfe für bodenkundliche Stellungsnahmen und Gutachten im Rahmen der Grundwassernutzung (= *NLfB* (Hg.), Arbeitshefte Boden 2, Hannover 2002).

***- N -***

*István* ***Nagy***, Die Reform der ungarischen kameralischen Finanzverwaltung in der Zeit Maria Theresias. In: *Gerda Mraz* (Hg.), Maria Theresia als Königin von Ungarn (= *IfÖK* (Hg.), Jahrbuch Für Österreichische Kulturgeschichte 10, Eisenstadt 1984) 137-144.

*Ann* ***McNeill***, *Murray Unkovich*, The Nitrogen Cycle in Terrestrial Ecosystems. In: *Petra Marschner*, *Zdenko Rengel* (Hg.), Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems (= *Ajit Varma* (Hg.), Soil Biology 10, Berlin/Heidelberg/New York 2007) 37-64.

*John Robert* ***McNeill***, Observations on the Nature and Culture of Environmental History. In: History and Theory 42, Hft. 4 (2003) 5-43.

*Peter* ***Nelhiebel***, Die Boden des Seewinkels (= *BFB* (Hg.), BFB-Bericht 37, Illmitz 1980) 41-48.

*Robert McC.* ***Netting***, Smallholders, Householders. Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture (Stanford 1993).

*William E.* ***Newton***, Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology of Nitrogen Fixation. In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007) 109-129.

*Rolf* ***Nieder***, *K. Christian* ***Kersebaum***, *Paul* ***Widmer***, *Jörg* ***Richter***, Untersuchungen zur Stickstoff-Immobilisation in mineralisch gedüngten Ackerböden aus Löß während der Vegetationszeit von Winter-Weizen. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 156, Hft. 1 (1993) 293-300.

*Reza* ***Nourbakhch-Sabet***, Eine sozialökologische Perspektive auf die landwirtschaftliche Revolution in England und Wales, 1700 - 1850 (ungedr., nat. Dipl Universität Wien, Wien 2008).

***- O -***

*Josef* ***Ofner***, Saliterer und Pulvermacher. Zur Geschichte der Schießpulvererzeugung in Steyr. In: *Kulturamt Steyr* (Hg.), Veröffentlichungen des Kulturamtes der Stadt Steyr 27 (Steyr 1966) 74-78.

***- P -***

*Tanja Maria* ***Palkovits***, Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel. Unter besonderer Berücksichtigung der Salzböden im Nationalparkgebiet (ungedr. nat. Diplomarbeit Universität Wien, Wien 1997).

*Caroli* ***Pauly***, Constitutio Rei Urbarialis Regni Hungaricae (Wien 1817).

*Károly* ***Pfahler***, Jus Georgicum Regni Hungaricae et Partium Eidem Adnexarum (Keszthely 1820).

*J. R.* ***Partington***, A History of Greek Fire and Gunpowder (Cambridge 1960).

*Emmerich* ***Pászthory***, Salpetergewinnung und Salpeterwirtschaft vom Mittelalter bis in die Neuzeit. In: Chemie in unserer Zeit, Hft. 1 (1995) 8-20.

*Othmar* ***Pickl***, Routen, Umfang und Organisation des innereuropäischen Handels mit Schachtvieh im 16. Jahrhundert. In*: Alexander Novotny*, *Othmar Pickl* (Hg.), Festschrift für Hermann Wiesflecker zum sechzigsten Geburtstag (Graz 1973) 143-166.

*Franz von* ***Pollack-Parnau***, Eine österreichisch-ostindische Handelskompagnie 1775-1785.Ein Beitrag zur österreichischen Wirtschaftsgeschichte unter Maria Theresia und Joseph II. (= *G. von Below* (Hg.), Beihefte zur Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Hft. 7, Stuttgart 1927).

*Harald* ***Prickler***, Alte Getreidemaße im österreichisch-ungarischen Grenzraum. In: *Alphons Augustinus Barb (Hg.),* Festschrift für Alphons A. Raab (=*BLM* (Hg.), WAB 35, Eisenstadt 1966) 418-445.

*Harald* ***Prickler***, Die Grundherrschaft als wirtschaftliche Basis des Fürstenhauses Esterházy. In: *Johann Seedoch*, *Jakob Perschy*, *Harald Prickler* (Hg.), Die Fürsten Esterházy. Magnaten, Diplomaten & Mäzene (= *ABL Abteilung XII/2 Landesarciv und -bibliothek* (Hg.), BLF, Sonderband XVI (Eisenstadt 1995) 60-83.

*Harald* ***Prickler***, Zur Geschichte der Salpeterproduktion im burgenländisch-westungarischen Raum. In: *BLM* (Hg.), Burgenländische Heimatblätter 31, Hft. 1 (Eisenstadt 1969) 19-42.

*Wolfgang* ***Punz***, *Rudolf* ***Maier***, Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). ÖSSA – an ecosystem-based energy and material balance. In: *Paul Heiselmayer*, *Herman Hinterstoisser* (Hg.), Symposium Landschaft im Wandel - Offenhalten der Landschaft (Tagungsband) (= Naturschutz-Beiträge 29, Salzburg 2004) 58.

***- R -***

*Andreas* ***Ranner***, *Roland* ***Albert***, Lebensraum Schilfgürtel In: *BLM* (Hg.), Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen (=*BLM* (Hg.),WAB 133, Eisenstadt 2010) 158-174.

*Christian Friedrich von* ***Reuß***, Beobachtungen Versuche und Erfahrungen über des Salpeters, vortheilhafteste Verfertigungs=Arten an jedem Orte mit dem wolfeilsten Materialien, Bd. 2 (Tübingen 1786).

*Johann* ***Riem***, *Gottlob Sigismund* ***Reutter***, *J. A.* ***Heine***, Ökonomisch-Veterinärischer Unterricht über die Zucht, Wartung und Stallung des Rindviehes. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere. In: *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärische Hefte von der Zucht, Wartung und Stallung der vorzüglichsten Haus- und Nutzthiere. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere, Heft 1 (Leipzig/Voss 1799).

*Johann* ***Riem***, *Gottlob Sigismund* ***Reutter***, *J. A.* ***Heine***, Ökonomisch-Veterinärische Unterricht über die Zucht, Wartung und Stallung der Pferde. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere. In: *Johann Riem*, *Gottlob Sigismund Reutter*, *J. A. Heine*, Ökonomisch-Veterinärische Hefte von der Zucht, Wartung und Stallung der vorzüglichsten Haus- und Nutzthiere. Nebst Zeichnungen zu Ställen, mit Grundrissen Aufrissen und Durchschnitten zur Aufbewahrung dieser Thiere, Heft 1 (Leipzig/Voss 1799).

*Christian Lebrecht* ***Rösling***, *W. L.* ***Kisery***, *Ernst W.* ***Herdegen***, Neue Fabriken-Schule. Worin nicht blos zu verbesserten und auf richtige physikalische Grundsätze und Erfahrungen gegründete Fabrikationsweisen ... angemessene Weise Anleitung gegeben wird, Bd. 1 (Erlangen 1806).

*David L.* ***Rowell***, *Martina* ***Börsch-Supan***, *Jean C.* ***Munch***, Bodenkunde. Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen (Berlin/Heidelberg 1997).

***- S -***

*Roman* ***Sandgruber***, Der Franziszeische Kataster als Quelle für die Wirtschaftsgeschichte und historische Volkskunde. In: *Niederösterreichisches Landesarchiv* (Hg.), Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesarchiv 3 (St. Pölten 1979) 16-28.

*Roman* ***Sandgruber***, Produktions- und Produktivitätsfortschritte der Niederösterreichischen Landwirtschaft im 18. und frühen 19. Jahrhundert. In: *Helmut Feigl* (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 95-138.

*Roman* ***Sandgruber***, Österreichische Agrarstatistik 1750-1918 (= *Alfred Hoffmann* et. al. (Hg.), Materialien zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte 2, Wien 1978).

*Walter* ***Sauerlandt***, *Cord* ***Tietjen***, Humuswirtschaft des Ackerbaues (Frankfurt am Main, 1979).

*Franz* ***Sauerzopf***, Die Wasserstandschwankungen des Sees. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 92-101.

*Elisabeth* ***Schaschl***, Rekonstruktion der Arbeitszeit in der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert am Beispiel von Theyern in Niederösterreich (= *IFF* (Hg.), Social Ecology Working Paper 96, Wien 2007).

*Theodore R.* ***Schatzki***, Nature and Technology in History. In: History and Theory. Theme Issue 42 (Oxford 2003) 82-93.

*Martin* ***Schmid***, Die Donau als sozionaturaler Schauplatz. Ein konzeptueller Entwurf für umwelthistorische Studien in der Frühen Neuzeit. In: *Sophie Ruppel*, *Aline Steinbrecher* (Hg.), „Die Natur ist überall bey uns". Mensch und Natur in der Frühen Neuzeit (Zürich 2009) 59-79.

*Franz Xaver* ***Schmidt***, Lehrbuch der gewerblichen Chemie für den Unterricht an gewerblichen Fortbildungsschulen, Real- und Gewerbeschulen, technischen Lehranstalten, Realgymnasien sowie für den Selbstunterricht, Bd. 1 (Erlangen 1864).

*Carl* ***Schmieder***, Das Gemeinnützige der Chemie, gemeinfaßlich vorgetragen, als Lektüre für Freunde der Natur und Handbuch für Lehrer in Schulen, Bd. 2 (Freyberg 1805).

*Martin v.* ***Schwartner***, Statistik des Königreichs Ungern, Bd. 1 (Ofen 1809).

*Johann Nepomuk von* ***Schwerz***, Anleitung zum practischen Ackerbau, Bd. 2 (Stuttgart/Tübingen 1825).

*Johann Balthasar* ***Sedlezki***, Jakob Baniers der Gesellschaft Jesu vollständiger Mayerhof, oder Sechzehn Bücher von der Landwirthschaft (Augsburg 1772).

*Johann* ***Seedoch***, Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen im Gebiet des heutigen Burgenlandes. In: *Helmut Feigl* (Hg.), Die Auswirkungen der Theresianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft und die ländliche Sozialstruktur Niederösterreichs. Vorträge und Diskussionen des ersten Symposiums des Niederösterreichischen Institutes für Landeskunde. Geras 9.-11. Oktober 1980 (= *Niederösterreichisches Institut für Landeskunde* (Hg.), Studien und Forschungen aus dem Niederösterreichischen Institut für Landeskunde 3, Wien 1982) 205-220.

*Anton* ***Semek***, Geschichte der Artillerie, ihr Werdegang, ihre Entwicklung bis heute (Wien 1908).
*Yonatan Sher*, *Shahar Baram*, *Ofer Dahan*, *Zeev Ronen*, *Ali Nejidat*, Ammonia transformations and abundance of ammonia oxidizers in a clay soil underlying a manure pond. In: FEMS, Microbiology Ecology 81 (2012) 145-155.

*Robert S.* ***Shiel***, Improving soil producitvity in pre-fertiliser era. In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity (Manchester 1991) 51-77.

*Gustav* ***Siedler***, Studien zur Geschichte und Dogmatik des Österreichischen Staatsrechtes (Wien 1894).

*Rolf Peter* ***Sieferle***, *Fridolin* ***Krausmann***, *Heinz* ***Schandl***, *Verena* ***Winiwarter*** (Hg.), Das Ende der Fläche. Zum gesellschaftliche Stoffwechsel der Industrialisierung (= *Bernd-Stefan Grewe*, *Verena Winiwarter* (Hg.), Umwelthistorische Forschungen, Bd. 2 , Köln/Weimar/Wien 2006).

*Rolf Peter* ***Sieferle***, Kulturelle Evolution des Gesellschaft-Natur Verhältnisses. In: *Marina Fischer-Kowalski*, *Helmut Haberl*, *Walter Hüttler*, *Harald Payer*, *Heinz Schandl*, *Verena Winiwarter*, *Helga Zangerl-Weisz* (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in

Sozialer Ökologie. Mit Beiträge von *Thomas Macho*, *Maria Nicolini*, *Rolf Peter Sieferle* (Amsterdam 1997) 37-53.

*J.* ***Six***, *J.D.* ***Jastrow***, Organic Matter Turnover. In: *Rattan Lal* (Hg.), Encyclopedia of Soil Science (New York 2002) 936-942.

*Vaclav* ***Smil***, Enriching the earth. Fritz Haber, Carl Bosch and the Transformation of World Food Production (Cambridge/London 2001).

*Johann* ***Springer***, Statistik des österreichischen Kaiserstaates, Bd. 2 (Wien 1840).

*Gary* ***Stacey***, The Rhizobium-Legume Nitrogen-Fixing Symbiosis In: *Hermann Bothe*, *Stuart J. Ferguson*, *William E. Newton* (Hg.), Biology of the Nitrogen Cycle (Amsterdam 2007) 147-163.

*Georg Ernst* ***Stahl***, Gründliche und Nützliche Schrifften, von der Natur Erzeugung, Bearbeitung und Nutzbarkeit des Salpeters (Stettin/Leipzig 1748).

*Alexander* ***Steinbüchel***, *Fred Bernd* ***Oppermann-Sanio***, Mikrobiologisches Praktikum. Versuche und Theorie (Berlin/Heidelberg 2011).

*Henry* ***Stephens***, *Eduard* ***Schmidlin***, Buch der Land- und Hauswirtschaft, Bd. 1 (Stuttgart 1855).
*E. A. Stockdale*, *M. A. Shepherd*, *S. Fortune*, *S. P. Cuttle*, Soil fertility in organic farming systems - fundamentally different? In: Soil Use and Management (2006) 301-308.

*Otto* ***Stocker***, Einige Bemerkungen über die Salzstandorte östlich des Neusiedler Sees. In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich, Bd. 100 (Wien 1960) 106-111.

*Joseph* ***Szabó***, Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn. In: *K. K. Geologische Reichsanstalt* (Hg.), Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Hft. 1 (Wien 1850) 324-342.

***- T -***

*Alfons Friedrich* ***Tauber***, Geologische Stratigraphie und Geschichte des Neusiedlerseegebiets. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 18-24.

*Alfons Friedrich* ***Tauber***, Zur Oberflächengeologie des Seewinkels. In: *Franz Sauerzopf*, *Alfons Friedrich Tauber* (Hg.), Landschaft Neusiedlersee. Grundriss der Naturgeschichte des Grossraumes Neusiedlersee (= *BLM* (Hg.), WAB 23, Eisenstadt 1959) 24-26.

*Albrecht Daniel* ***Thaer***, Annalen des Ackerbaues, Bd. 7 (Berlin 1809).

*Ottomar* ***Thiele***, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik. Eine volkswirtschaftliche Studie über das ehemalige europäische Salpeterwesen nebst Beilagen (= *K. Bücher* (Hg.), Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Ergänzungsheft 15, Tübingen 1905).

*Johann Thomas Edler von* ***Trattnern*** (Hg.), Ausführliche und praktische Belehrung zur Ausmessung der Gründe und Erhebung eines wahren Grunderträgnisses (Wien 1786).

*Johann Thomas Edler von* ***Trattnern*** (Hg.), Circumstantialis et practica instructio: qualiter dimensio tenutorum peragenda horumque procreatio eruenda (Wien 1786).

*Cord* ***Tietjen***, *Dieter* ***Bardtke***, Wirkung tierischer Exkremente auf Boden, Pflanze und Gewässer. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 190-245.

*Cord* ***Tietjen***, *Klaus* ***Grabbe***, *Dieter* ***Strauch***, *Hans Georg* ***Hilliger***, Zusammensetzung, Eigenschaften, und Verhalten tierischer Exkremente. In: *Dieter Strauch*, *Wolfgang Baader*, *Cord Tietjen* (Hg.), Abfälle aus der Tierhaltung. Anfall, Umweltbelastung, Behandlung, Verwertung (Stuttgart 1977) 17-54.

*Joy* ***Tivy***, Landwirtschaft und Umwelt. Agrarökosysteme in der Biosphäre. Aus dem Englischen übersetzt von Christa Holz und Steffi Knoll (Heidelberg/Berlin/Oxford 1993).

***- U -***

*Karl* ***Ulbrich***, Die historische Entwicklung der Grundstücksvermessung im burgenländischen Raum von den Anfängen im 16. Jhdt. bis zum Ende des Josephinischen Grundkatasters im Jahre 1790. In: *BLA* (Hg.), Burgenland in seiner pannonischen Umwelt (= *BLA* (Hg.), Burgenländische Forschungen Sonderband VII, Eisenstadt 1984) 410-421.

*Andrew* ***Ure***, *Karl* ***Karmarsch***, Technisches Wörterbuch oder Handbuch der Gewerbskunde, Bd. 3 (Prag 1844).

***- V -***

*Heinz* ***Vetter***, *Günter* ***Steffens***, Wirtschaftseigene Düngung. Umweltschonend - bodenpflegend - wirtschaftlich (München 1986).

***- W -***

*Z.* ***Wagenhoffer***, *F.* ***Szabo***, *M.* ***Mézes***, Livestock farming systems in Hungary with special emphasize on beef cattle production. In: *Annick Gibon*, *Stefan Mihina* (Hg.), Livestock Farming Systems in Central Europe and Easern Europe (= *European Association for Animal Production* (Hg.) European Association for Animal Production Technical Series, Bd. 3, Wageningen 2003) 85-104.

*Carsten* ***Walczok***, Die Pulvermühlen von Meckelfeld und Bomlitz. Die Fabrikation von Schießpulver im 18. und 19. Jahrhundert am Beispiel zweier Pulvermühlen (= *Arno Herzig*, *Franklin Kopitzsch* (Hg.), Veröffentlichungen des Hamburger Arbeitskreises für Regionalgeschichte 26, Berlin 2009).

*C. W.* ***Watts***, *A. R.* ***Dexter***, *E.* ***Demitru***, *A. Canarache*, Structural Stability of two Romanian Soils as Influenced by Management Practices. In: Land Degradation & Development 7 (1996) 217-238.

*Jakob Andreas* ***Weber***, Vollständige theoretische und praktische Abhandlung von dem Salpeter und der Zeugung desselben, nebst einer Abhandlung von der Gährung, durch physische und chemische Grundsätze und Erfahrung bestätiget (Tübingen 1779).

*Andreas* ***Weih***, Strategien für die Erhaltung der tiergebundenen Landnutzung in peripheren Regionen zur Pflege und Gestaltung wertvoller Kulturlandschaften. Perspektiven von Tierhaltung und Beweidung im Biosphärenreservat Rhön (gedr. nat. Diss. Universität Kassel, Kassel 2006).

*Johann* ***Wiegand***, Anleitung zu einem österreichischen Land- und Hauswirthschaftskalender (Wien 1779).

*Alois* ***Wegleitner***, Die geschichtliche Entwicklung der Gemeinde Illmitz mit besonderer Berücksichtigung der Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte (ungedr. phil. Diss. Universität, Wien 1973).

*Alois* ***Wegleitner***, Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel. Genese und Struktur des Raumes - Weltkulturerbe - touristisches Leitprojekt. In: *Harald Hitz*, *Helmut Wohlschlägl* (Hg.), Das östliche Österreich und benachbarte Regionen. Ein geographischer Exkursionsführer (Wien/Köln/Weimar 2009) 133-147.

*Johann* ***Wiegand***, Anleitung zu einem österreichischen Land- und Hauswirthschaftskalender (Wien 1779).

*Johann Wilhelm Joseph* ***Weissenbruch***, Das Ganze der Landwirthschaft. Ein Buch für den deutschen Landwirth der seinen Wohlstand zu verbessern sucht (Grätz 1803).

*Alan* ***Wild***, Plant nutrients in soil: nitrogen. In: *Alan Wild* (Hg.), Russell's Soil Conditions and Plant Growth, New York [11]1988) 652-694.

*Verena* ***Winiwarter***, Böden in Agrargesellschaften: Wahrnehmung, Behandlung und Theorie von Cato bis Palladius. In: *Rolf Peter Sieferle*, *Helga Breuninger* (Hg.), Natur-Bilder. Wahrnehmung von Natur und Umwelt in der Geschichte (Frankfurt/ New York 1999) 181-221.

*Verena* ***Winiwarter***, Kulturelles Erbe als Ergebnis von Eingriffen in natürliche Systeme. „Der Mensch hat die Geschichte, weil er die Natur verändert." (M. Godelier). In: *Karl C. Berger*, *Margot Schindler*, *Ingo Schneider* (Hg.), Erb.gut? Kulturelles Erbe in Wissenschaft und Gesellschaft. Referate der 25. Österreichischen Volkskundetagung vom 14.-17.11.2007 in Innsbruck (= *Verein für Volkskunde* (Hg.), Zeitschrift für Volkskunde 23, Wien 2009) 89–101.

*Verena* ***Winiwarter***, Natur und Umwelt. Spielt die Natur in der Geschichte eine Rolle? (Wien 2010) unveröffentlichtes Manuskript, 17 Seiten.

*Verena* ***Winiwarter***, The View from Below: On Energy in Soils (and Food) In: *Richard Unger* (Hg.), Rachel Carson Center Perspectives, erscheint voraussichtlich 2013.

*Verena* ***Winiwarter****, Martin* ***Schmid****, Severin* ***Hohensinner****, Gertrud* ***Haidvogl***, The Environmental History of the Danube River Basin as an Issue of Long-Term Socio-Ecological Research. In: *Simron Jit Singh, Helmut Haberl, Marian Chertow, Michael Mirtl, Martin Schmid (Hg.),* Long Term Socio-Ecological Research. Studies in Society: Nature Interactions Across Spatial and Temporal Scales (= Human Environment Interactions 2, 2013) 103-122.

*Verena* ***Winiwarter***, *Martin* ***Schmid***, Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers „Oeconomia" umwelthistorisch zu interpretieren. In: *Thomas Knopf*, Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart. Vergleichende Ansätze (Göttingen 2008) 158-173.

*Verena* ***Winiwarter***, *Martin* ***Knoll***, Umweltgeschichte. Eine Einführung (Wien 2007).

*Jaime* ***Wisniak***, Some History of Saltpeter with a Bit of Pyrotechnics and Lavoisier. In: Chemical Educator 4 (2000) 205-209.

*M.* ***Wivstad***, *A. S.* ***Dahlin***, *C.* ***Grant***, Perspectives on nutrient management in arable farming systems. In: Soil Use and Managment 21 (2005) 113-121.

*E. A.* ***Wrigley***, Energy availiability and agricultural productivity In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock. In: *Bruce M. S. Campbell*, *Mark Overton* (Hg.), Land, labour and livestock: historical studies in European agricultural productivity (Manchester 1991) 323-339.

*Georg* ***Wolfram***, Bedeutung und Vorkommen von Salzlebensräumen. In: *Umweltbundesamt* (Hg.), Salzlebensräume in Österreich (Wien 2006) 13-26.

*Ludwig Friedrich* ***Wolfram***, Vollständiges Lehrbuch der gesammten Baukunst. Lehre von den Baustoffen, In Bezug aufihr Vorkommen, ihre Erkennung, Benennung, Gewinnung, Prüfung, Behandlung, Zurichtung und Anwendung als Mauer- , Deck- , Pflaster- , Straßenbau- und Zierdestoff, mit Rücksicht auf die bedeutendsten Bauwerke der Alten und Neuern, nebst Anhang über die natürlichen Baufarbstoffe, Bd. 1 (Stuttgart/Wien 1833).

***- Z -***

*Friederike* ***Zaisberger***, Zur industriellen Sapletergewinnung um 1800 in Salzburg und Kärnten. In: *Wilhelm Wadl* (Hg.), Kärntner Landesgeschichte und Archivwissenschaft. Festschrift für Alfred Orgis zum 60. Geburtstag (= *Orgis Alfred* (Hg.), Archiv für vaterländische Geschichte und Topographie 84, Klagenfurt 2001) 369-376.

*Sophie* ***Zechmeister-Boltenstern***, Biologische Stickstofffixierung und Stickstoffmineralisation in Böden Ostösterreichs (= Verband der wissenschaftlichen Gesellschaften Österreichs (Hg.), Dissertationen der Universität Wien 198, Wien 1989).

*Franz* ***Zeilner***, Verfassung, Verfassungsrecht und Lehre des Öffentlichen Rechts in Österreich bis 1848 (Frankfurt am Main/Berlin/Bern/Bruxelles/New York/Oxford/Wien 2008).

*Daniela* ***Ziehmayer***, *Rudolf* ***Maier***, *Wolfgang* ***Punz***, Ökologische Bilanzierung der Gemeinde Altenberg bei Linz auf Basis von Energie, Kohlenstoff und Stickstoff im historischen und aktuellen Vergleich. In: *Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich* (Hg.), Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich, Bd. 139 (Wien 2002) 97-108.

*Franz* ***Zopf***, Rinder des Oberen Donauthales in Ober- und Niederösterreich, Hft. 1 (= *K. K. Ackerbau-Ministerium* (Hg.), Die Oesterreichischen Rinder-Racen, Bd. 2, Wien 1881)

## Online Publikationen:

***BLFUW*** (Hg.), ÖPUL 2000. Sonderrichtlinie für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft. Zl. 25.014/37-II/B8/00.(Wien 2000).
Online unter URL:
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/landwirtschaft/OEPUL/OEPUL_2000.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*M.* ***Golze***, *J.* ***Stefler***, Möglichkeiten und Grenzen der extensiven Weidewirtschaft mit landwirtschaftlichen Nutztieren. In: *Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.* (Hg.), Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. 49. Jahrestagung vom 25. bis 27 August 2005 in Bad Elster (= *Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft* (Hg.), Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Bd. 7, Dresden 2005) 6-13.
Online unter URL:
http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/36741/aggf_tagungsband_49_sachsen.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*P. C.* ***Hoffman***, Innovations in Dairy Replacement Heifer Management. In: 2007 Western Dairy Management Conference Proceedings (Reno 2007) 237-248.
Online unter URL:
http://www.wdmc.org/2007/WDMC%202007.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*István* ***Jászberényi***, *Jakab* ***Loch***, *Wulf* ***Bartolomaeus***, *Detloff* ***Köppen***, Messung der Stickstoffverlagerung mit Saugsonden in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen. In: Acta Agraria 01 (2001).
Online unter URL:
http://www.date.hu/acta-agraria/2001-01i/jaszber-n.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*Joachim* ***Raupp***, *Meike* ***Oltmanns***, Reduzierung von Nährstoffverlusten während der Stallmistrotte durch Beeinflussung der Rottebedingungen. Literaturstudie und Auswertung eigener Rotteversuche (Darmstadt 2006).
Online unter URL:
http://orgprints.org/8098/1/r-studie-fin07.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*V.* ***Szente***, *G.* ***Tarnavölgyi***, *Sz.* ***Berke***, *O.* ***Szigeti***, *Z.* ***Szakály***, Organic production and nutrimarketing strategy of 'Hungaricums' of animal origin. In: *Malla Hovi*, *Micheal Walkenhorst*, *Susanne Padel* (Hg.), Systems development: quality and safety of organic livestock products. Proceedings of the 4th SAFO Workshop 17-19 March 2005, Frick, Switzerland (2005) 25-28.
Online unter URL:
http://orgprints.org/5965/1/5965.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

*Wilfried* ***Tittmann***, *Ferdinand* ***Nibler***, *Wolfgang* ***John***, Salpeter und Salpetergewinnung im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit (2011);
Online unter URL:
http://www.ruhr-uni-bochum.de/technikhist/tittmann/
Letzter Zugriff: 30.01.2013.

***Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten*** (Hg.), Standpunkt Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb (Speyer 2007).
Online unter URL:
http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/10-Naehrstoffbilanzierung.pdf
Letzter Zugriff: 30.01.2013

## Digitale Ressourcen:

***BMLFUW*** (Hg.), eBOD - Digitale Bodenkarte Österreichs.
Online unter URL:
http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&gui_id=eBOD
Letzter Zugriff: 30.01.2013

***Projektgruppe Umweltgeschichte***, Landschaft hat Geschichte. Historische Entwicklung von Umwelt und Gesellschaft in Theyern. CD-ROM Veröffentlichung, WUV-Verlag Wien, 1999.
ISBN 3-85076-462-1.

# Anhang

## Abstract (dt.):

Die Habsburgermonarchie hatte aufgrund ihrer zahlreichen Feldzüge eine konstante und signifikante Nachfrage nach Schießpulver. Schießpulver ist ein Gemisch, bestehend aus Kaliumnitrat (Salpeter), Schwefel und Kohle. Die Nitrate zur Herstellung des Salpeters wurden ursprünglich in Ställen im ganzen Land gesammelt. Dort waren sie durch die Zersetzung der tierischen Abfälle in den Stallböden entstanden oder sie blühten in ihrer Reinform an den Stallwänden aus.

Im Laufe des 18. Jahrhunderts setzten im Salpetergewerbe proto-industrielle Prozesse ein, welche auf die verbesserte und effizientere Produktion von Salpeter abzielten, indem man nitratreiche Erden aus verschiedensten organischen Abfällen herstellte. Setzte man zuvor auf die natürlichen Prozesse der Nitrat-Mineralisation in den stickstoffreichen Schauplätzen der Landwirtschaft wie den Ställen, Scheunen und Mistplätzen, ging man nun zusehends dazu über die Nitrate künstlich auf privaten und staatlich finanzierten Salpeter-Plantagen zu „ziehen“. Auf lange Sicht verfolgte man mit dieser Strategie die Absicht, eine konstante Zufuhr von Schießpulver in größeren Mengen sicherzustellen. Mit dieser Produktionsform sollte die Landwirtschaft gleichzeitig entlastet werden, da das Nitrat einen essentiellen Nährstoff für das Pflanzenwachstum darstellt. Im Zuge dieser Umstellung wurde nach und nach ein älteres semi-nomadisches Produktionssystem durch eine zentral gesteuerte Produktion unter direktem militärischen Befehl ersetzt.

Die Diplomarbeit zeichnet die Organisation des frühneuzeitlichen Salpeterwesens in der Habsburgermonarchie nach, versucht die Auswirkungen einer Entnahme nitratreicher Materialien aus den lokalen Agrar-Ökosystemen abzuschätzen und diskutiert die zunehmende Zentralisierung der Produktion. Zentrales Erkenntnisinteresse ist die Frage, ob die Produktion des Salpeters und die dadurch verursachte Entnahme von Nährstoffen eine Auswirkung auf die agrarische Produktivität und die Bodenfruchtbarkeit von Agrarökosystemen hatte? War diese Produktion "nachhaltig" organisiert? Wodurch war dieses Gewerbe eingeschränkt?

Der Nährstoffentzug durch die Salpeterproduktion konnte anhand eines konkreten Fallbeispiels im nordburgenländischen Raum für den Stickstoff quantifiziert werden. Die Produktion des Salpeters um 1780 nahm dabei beträchtliche Ausmaße an und entsprach bis zu einem Viertel des mit dem Getreide dem Boden entzogenen Stickstoffs. Neben diesem beträchtlichen Verlust an Nährstoffen für das Agrarökosystem konnte gezeigt werden, dass für ein nomadisch operierendes Salpetergewerbe die Verfügbarkeit von Arbeitskräften mindestens so entscheidend war wie die theoretische Verfügbarkeit von Nährstoffen: Stickstoff war vorhanden, er konnte aber aus einem Mangel an Arbeitskräften nicht eingesammelt werden.

**Abstract (en.):**

The Habsburg Monarchy with its various military campaigns had a constant and significant demand for gunpowder. Gunpowder is a mixture consisting of potassium nitrate (saltpeter), sulfur and charcoal. The nitrates, which are needed to produce the saltpeter, were originally collected from stables all around the country. There they could be found in the barns soil, due to the decomposition of animal wastes, or on the stable walls, where they bloomed in their pure form.

In the course of the 18th century, proto-industrial processes were employed, which aimed for an enhanced and more efficient way to produce saltpeter from nitrate-rich soils, “grown” from various organic resources. Relying only on the natural process of nitrate mineralization in agrarian settings rich in organic wastes, such as stables, barns and manure heaps, new approaches to grow nitrate artificially on private and state-funded saltpeter-plantations had been undertaken. On the long run this strategy was aimed at providing a consistent supply of gunpowder on a larger scale, at the same time it relieved the agrarian systems, as nitrate is a nutrient crucial to plant growth. Therefore the older semi-nomadic system of production was gradually substituted by a more centrally controlled production under direct military command.

The thesis-paper traces the organization of saltpeter production throughout the provinces of Austria and Hungary, tries to estimate the impact of the removal of nutrients on local agro-ecosystems and discusses the evolution of an increasingly centralized control of the production. Did saltpeter production and the removal of nutrients caused by it lead to a demise of soil fertility and agricultural yields? Was it "sustainable"? Where did the constraints of the system lie?

In a concrete case study for the northern Burgenland the nutrient removal by the production of saltpeter could be quantified for nitrogen. Around 1780 the production of saltpeter took considerable proportions and corresponded to a quarter of the amount of nitrogen, which had been removed from the soil by crops.

It turns out that, given a swidden system of saltpeter production, labor availability proved to be a limit at least as important as theoretical nutrient availability: Nitrogen was out there, but could not be harvested due to a lack of manpower.

## Lebenslauf

**Name:** Dino Leon Güldner

**Geburtsdatum:** 01.08.1985
**Geburtsort:** Klagenfurt/Celovec
**Staatsangehörigkeit:** Österreich

## Ausbildung und berufliche Tätigkeiten

**von 04. bis 12.2012** **Zivildienst:** Dokumentationsarchiv des österreichischen Widerstands

**seit 10.2009** **Mitarbeiter der Österreichischen Nationalbibliothek**

**von 03. bis 12.2007** **Ausstellungs-Begleiter** in den Dauerausstellungen des Dokumentationsarchivs des österreichischen Widerstands

**seit 10.2004** **Studium der Geschichtswissenschaft** an der Universität Wien und am Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung mit Schwerpunkt Umweltgeschichte

- **Wiss. Mitarbeiter** der Ausstellung: „Das Werden einer Weltstadt. Wien in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Kartographische Zeugnisse, Ansichten und Photografien“
  Leitung: Mag. Dr. Tebel (Universität Wien)
- **Wiss. Mitarbeiter** der Ausstellung: „SMS Novara. Hintergründe und Vorbereitungen zur ersten Weltumsegelung unter Österreichs Flagge“
  Leitung: Mag. Dr. Tebel (Universität Wien) und Mag. Holzer (ÖAW)

**1995 - 2004** **Bundesrealgymnasium** Peraustraße (Villach)

**1991 - 1995** **Volksschule** Damtschach (Wernberg)