

Untersuchungsvorhaben in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung in Niedersachsen 2002 - 2003



gefördert durch:



Niedersächsisches Ministerium für
den ländlichen Raum, Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Vorwort

In den vergangenen Jahren konnte Niedersachsen eine kontinuierliche Ausdehnung des Bioanbaus verzeichnen. Neben der Ausdehnung der Flächenumfänge auf mittlerweile mehr als 55.000 ha gelang es auch im Bereich der Verarbeitung und des Handels neue Partner zu gewinnen und damit neue Absatzkanäle zu erschließen.

Mit der Entwicklung dieses Anbausystems tauchten in der Praxis immer neue Fragen auf, für die bis dahin keine befriedigenden Antworten gegeben werden konnten. So entwickelte sich nach und nach auch ein eigenständiges Versuchswesen für den Ökologischen Landbau. Ganz besonders im Bereich der ökologischen Tierhaltung, die in der Vergangenheit in Niedersachsen nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat sowie im Obst- und Gemüsebau konnten aber bis in die heutige Zeit eine Reihe von Fragen nicht ausreichend bearbeitet bzw. zufriedenstellend gelöst werden.

Vor dem Hintergrund dieses Bedarfs wurde zu Beginn des Jahres 2002 in Zusammenarbeit mit Praktikern und Beratern ein umfassendes Versuchsprogramm für den Ökologischen Landbau in Niedersachsen gestartet. Mit den nunmehr vorliegenden Berichten sollen der Praxis sowie den Interessierten in Wissenschaft und Verwaltung die Ergebnisse derjenigen Versuche zugänglich gemacht werden, die mittlerweile abgeschlossen werden konnten oder für die erste aussagekräftige Ergebnisse vorliegen. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Berichte in die 5 thematisch abgeschlossenen Bereiche Rind, Schwein und Geflügel, Gemüse, Obst sowie Ackerbau untergliedert.

Mit den vorliegenden Versuchsergebnissen stehen für die Landwirte in Niedersachsen nunmehr neue wertvolle Informationen zur Verfügung, die sie dabei unterstützen, sich aktuellen Herausforderungen zu stellen und qualitativ hochwertige Produkte zu erzeugen. Ich danke in diesem Zusammenhang ganz besonders denjenigen, die zum Gelingen der Versuche beigetragen haben. Hier denke ich insbesondere an die Mitarbeiter der beiden Landwirtschaftskammern, des Ökorings, des Kompetenzzentrums Ökolandbau Niedersachsen, der Fachhochschule Osnabrück sowie der Gesellschaft für goetheanistische Forschung.



Hans-Heinrich Ehlen,
Niedersächsischer Minister für den ländlichen Raum,
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Impressum

Herausgeber

Landwirtschaftskammer Hannover
Referat Ökologischer Landbau
Johannssenstr. 10
30159 Hannover

Bearbeiter der einzelnen Kapitel

Themenbereich Geflügel:

Entwicklung von Konzepten für eine tiergerechte und standortangepasste
Bewirtschaftung von Grünausläufen in der Geflügelhaltung

Dr. Friedhelm Deerberg (freiberuflicher Berater),

hat im Auftrag des Landesverbandes Ökologischer Landbau Niedersachsen e.V.
(LÖN) das Vorhaben durchgeführt

Dorfstraße 41
37339 Böseckendorf
Tel.: 036071/91925
E-Mail: Fachberater@t-online.de

Themenbereich Geflügel:

Einsatz von 100% Öko-Komponenten im Vergleich zu einer mit D/L-Methionin
ergänzten Ration und einer Standardration in der Legehennenfütterung

Prof. Dr. Robby Andersson

Fachhochschule Osnabrück, FG Tierhaltung im Ökologischen Landbau
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück
Tel.: 0541/969-5132
E-Mail: R.Andersson@fh-osnabrueck.de

Themenbereich Fütterung von Monogastriern:

Proteinträger in der Fütterung des Ökologischen Landbaus - Prüfung der Proteingehalte und der Proteinqualität in ökologisch erzeugten Futterkomponenten

Prof. Dr. Robby Andersson

Fachhochschule Osnabrück, FG Tierhaltung im Ökologischen Landbau

Am Krümpel 31

49090 Osnabrück

Tel.: 0541/969-5132

E-Mail: R.Andersson@fh-osnabrueck.de

Themenbereich Schwein:

Untersuchung von drei verschiedenen Öko-Rationen in der Schweinemast

Dr. Hans-Gerd Brunken

Landwirtschaftskammer Weser Ems, Geschäftsbereich Landwirtschaft, FB. 3.13

Mars-la-Tour-Str. 6

26121 Oldenburg

Tel.: 0441/801-627

E-Mail: hg.brunken@lwk-we.de

Inhaltsübersicht

Themen	Seite
• Entwicklung von Konzepten für eine tiergerechte und standortangepasste Bewirtschaftung von Grünausläufen in der Geflügelhaltung	1- 86
• Einsatz von 100% Öko-Komponenten im Vergleich zu einer mit D/L-Methionin ergänzten Ration und einer Standardration in der Legehennenfütterung	87 - 105
• Proteinträger in der Fütterung des Ökologischen Landbaus - Prüfung der Proteingehalte und der Proteinqualität in ökologisch erzeugten Futterkomponenten	106 - 117
• Untersuchung von drei verschiedenen Öko-Rationen in der Schweinemast	118 - 127

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

Entwicklung von Konzepten für eine tiergerechte und
standortangepasste Bewirtschaftung von Grünausläufen in der
Geflügelhaltung

vorgelegt von:

Dr. Friedhelm Deerberg

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Danksagung	6
1 Einleitung und Problemstellung	7
2 Status Quo	9
2.1 Praxis des Auslaufmanagements	9
2.2 Stand der Forschung	11
2.2.1 Nährstoffdynamik auf Grünland	11
2.2.2 Problematik der Bestimmung des Nährstoffeintrags mit Kot	13
2.3 Verbesserungsansatz: „Optimierte Auslaufhaltung“	15
2.3.1 Diskussion der erforderlichen Mindestgröße für eine „unschädliche Auslaufhaltung“ oder „wie viele Quadratmeter braucht die Henne als Auslauf?	15
3 Material und Methoden	17
3.1 Entnahme und Transport der Bodenproben	17
3.2 Durchgeführte Untersuchungen	17
3.3 Methodik der Bodenanalyse	18
3.4 Datenauswertung und Darstellungsweise	19
3.5 Methodik der Endoparasitenuntersuchung	20
3.6 Methodik der Aufwuchsuntersuchung	20
3.7 Fehlerdiskussion	20
4 Betrieb A: Stationärer Volierenstall für 6000 Legehennen	23
4.1 Haltungsverfahren	23
4.2 Standortbedingungen	23
4.3 Auslaufmanagement	25
4.4 Ergebnisse	27

5	Betrieb B: Stationärer Volierenstall für 10300 Legehennen	33
5.1	Haltungsverfahren	33
5.2	Standortbedingungen	33
5.3	Auslaufmangement.....	34
5.4	Ergebnisse	37
6	Betrieb C: Teilmobiler Volierenstall auf Kufen für 900 Legehennen	42
6.1	Haltungsverfahren	42
6.2	Standortbedingungen	43
6.3	Auslaufmangement.....	44
6.4	Ergebnisse	46
7	Betrieb D: Stationärer Volierenstall für 900 Legehennen	55
7.1	Haltungsverfahren	55
7.2	Standortbedingungen	55
7.3	Auslaufmangement.....	56
7.4	Ergebnisse	57
8.1	Bodenuntersuchung auf Endoparasiten von Geflügel bzw. deren parasitäre Stadien.....	58
8.2	Bodenuntersuchungen zu den Humusgehalten.....	59
8.3	Untersuchungen zum Nährstoffentzug durch Pflanzenaufwuchs.....	62
9.1	Focusuntersuchung Betrieb C: Beweidung bei Parzellierung mit Mobilstall	65
9.2	Focusuntersuchung Betrieb A: Mais-Anbaustreifen	68
9.3	Focusuntersuchung: Ackerbauliche Wechselbewirtschaftung der stallnahen Zone II auf dem Betrieb D.....	70
10	Diskussion	73
11	Ausblick.....	76
12	Zusammenfassung	78
13	Literaturverzeichnis	80
14	Bildanhang	83

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

	Seite
Abbildung 1: Betrieb A: Flächenaufteilung mit Zonenzuordnung	25
Abbildung 2: Betrieb A: N_{min} -N-Gehalte	27
Abbildung 3: Betrieb A: Abweichung v. gew. Mittel 18,0 mg N_{min} -N/kg TS im Sept...	28
Abbildung 4: Betrieb A: Abw. v. gew. Mittel 18,9 mg N_{min} -N/kg TS im Dez.....	28
Abbildung 5: Betrieb A: Abweichung v. gew. Mittel 18,2 mg N_{min} -N/kg TS im März ..	28
Abbildung 6: Betrieb A: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm	29
Abbildung 7: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von sechs Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)	32
Abbildung 8: Betrieb B: Flächeneinteilung.....	35
Abbildung 9: Betrieb B: N_{min} -N-Gehalte	37
Abbildung 10: Betr. B, Fl.1: Abweichung v. gew. Mittel 8,0mg N_{min} -N/kgTS im Sept	38
Abbildung 11: Betr. B, Fl. 1: Abw. v. gew. Mittel 11,9mg N_{min} -N/kgTS im Dez.....	38
Abbildung 12: Betr. B, Fl. 1: Abw. v. gew. Mittel 12,6mg N_{min} -N/kgTS im März	39
Abbildung 13: Betrieb B: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm.....	39
Abbildung 14: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B).....	41
Abbildung 15: Kufenstall System "Wördekemper"	43
Abbildung 16: Betrieb C: Flächeneinteilung	44
Abbildung 17: Betrieb C, Herbstfläche: N_{min} -N-Gehalte	47
Abbildung 18: Betrieb C, Herbstfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 22,8 mg N_{min} -N/kg TS im Sept	48
Abbildung 19: Betrieb C, Herbstfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 36,2 mg N_{min} -N/kg TS im Okt	48
Abbildung 20: Betrieb C, Herbstfl.: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm.....	48
Abbildung 21: Betrieb C, Winterfläche: N_{min} -N-Gehalte.....	49
Abbildung 22: Betrieb C, Winterfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 58,9 mg N_{min} -N/kg TS im Dez	50
Abbildung 23: Betrieb C, Winterfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 47,7 mg N_{min} -N/kg TS im März	50
Abbildung 24: Betrieb C, Winterfl.: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm.....	51
Abbildung 25: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen und d. Stallstandfläche bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C).....	54

Abbildung 26: Betrieb D: Flächeneinteilung	56
Abbildung 27: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von sechs Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)	58
Abbildung 28: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von sieben Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)	60
Abbildung 29: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von acht Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B)	60
Abbildung 30: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)	61
Abbildung 31: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von sieben Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)	62
Abbildung 32: Stickstoff- und Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futtermittelaufnahme in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)	63
Abbildung 33: Stickstoff- und Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futtermittelaufnahme in sechs Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B)	64
Abbildung 34: Stickstoff- und Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futtermittelaufnahme in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)	64
Abbildung 35: Prozentuale Verwertung von Nitrat- und N_{min} -Stickstoff durch die Futtermittelaufnahme und den Aufwuchs aus der Bodenschicht 0-60cm in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)	67
Abbildung 36: Schematische Skizze der Anordnung des Maisstreifens	68
Abbildung 37: Maisstreifen im Legehennenauslauf (Betrieb A; September 2003)	69
Abbildung 38: N_{min} -Gehalte an drei Terminen in der Bodenschicht 0 bis 60cm in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)	70
Abbildung 39: Bewirtschaftungsschema für den stallnahen Bereich eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)	71
Abbildung 40: Nitratgehalte in zwei Bodenschichten (0-30cm;30-60cm) zu drei Untersuchungsterminen in drei Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)	72
Tabelle 1: Ertrag und Verwertung des Aufwuchses in vier Zonen eines parzellierten Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)	65

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, das dieses Projekt mit Mitteln des Landes Niedersachsen gefördert hat.

Einen großen Dank auch an die Landesvereinigung Ökologische Landbau Niedersachsen e.V., die sich in Person von Harald Gabriel für die Antragstellung und Realisierung eingesetzt hat. Auch den Beraterkollegen von der Landwirtschaftskammer Hannover, den Herren Meyercordt und Mücke sei an dieser Stelle Dank gesagt für ihre Unterstützung und Engagement.

Für die praktische Realisierung ist den vier Betriebsleitern ein aufrichtiger Dank auszusprechen, dass sie sich trotz zeitweilig erschwerender Begleitumstände aktiv eingebracht haben und so ganz entscheidend zur Durchführung beigetragen haben.

Mein ganz herzlicher Dank geht auch an Prof. Dr. Jürgen Heß für seine Unterstützung und die Bereitschaft sein technisches Team für Probenahme und Analytik zur Verfügung zu stellen, sowie Herrn Fuermetz für sein intensives Engagement. Damit abschließend einen Dank an die Mitarbeiterinnen des Fachgebietes Ökologischer Pflanzenbau Frau Ahlers, Brüggemann-Kohaupt, Sawallisch und Herrn Novy, sowie den MitarbeiterIn in den anderen Untersuchungslabors.

1 Einleitung & Problemstellung

Am 19. Juli 1999 trat die EU-Verordnung zur ökologischen Tierhaltung (ANONYM,1999) in Kraft. Diese schreibt für ökologisch wirtschaftende Betriebe grundsätzlich vor, dass die Tiere Zugang zu einem begrünten Auslauf haben müssen, wann immer die Witterungsbedingungen es erlauben. Abweichungen hiervon sind während einer Übergangszeit bis zum 31.12. 2010 auf Antrag möglich. Mit Wirkung vom 13. März 2002 trat eine geänderte gültige Hennenhaltungsverordnung (BMVEL 2002) für Deutschland in Kraft, welche die EU-Richtlinie 1999/74/EG zur Festlegung von Mindestanforderungen zum Schutz der Legehennen in deutsches Recht überführt.

Beide Regelungen sehen Mindestanforderungen für die Einhaltung einer artgemäßen landwirtschaftlichen Nutztierhaltung vor, wobei die deutsche Hennenhaltungsverordnung in ihren Forderungen teilweise detaillierter ist (DAMME, 2002).

Durch diese Regelungen wird der Anteil der Hennen in Haltungen mit Grünauslauf in den nächsten Jahren zunehmen; zumal seit Umsetzung der Eierkennzeichnungsverordnung die Nachfrage nach Eiern aus solchen Haltungssystem weiterhin ansteigt. Kritisch anzumerken ist jedoch an dieser Stelle, dass für diese Verfahren ein entsprechendes Know-how erforderlich ist, welches größtenteils nur rudimentär noch in der Praxis vorhanden ist. In besonderem Maße trifft dies für das Management der Ausläufe zu. Hier existiert teilweise noch altes Wissen, dies kann jedoch nur eingeschränkt eingesetzt werden, da die Rahmenbedingungen sich stark verändert haben. Bestandesgrößen, Arbeitswirtschaft und Anforderungen an die Umweltverträglichkeit bedingen ein geändertes Umfeld, dem Rechnung zu tragen ist.

Die Freilandhaltung von Legehennen wird als die weitestgehende Form einer artgemäßen Haltung von Legehennen angesehen. Dennoch wird diese Haltungsform der Sache nicht gerecht, wenn sich das Auslaufmanagement auf das Öffnen oder Schließen von Klappen beschränkt. Hieraus baut sich ein Widerspruch auf:

Auf der einen Seite sollen und wollen die Tiere möglichst vollzählig und möglichst lange in den Grünauslauf.

Auf der anderen Seite bauen sich hierdurch Problembereiche auf, die längerfristig an die Grenzen der Umweltverträglichkeit gelangen.

Bei Untersuchungen vor etwa 10 Jahren (MEIERHANS und MENZI 1995, MENKE und PAFFRATH 1996) zeichneten sich im stallnahen Bereich Problemzonen mit einer Anreicherung von Phosphat und einer Auswaschungsgefahr für Nitrat und Kalium ab. Nachfolgende Untersuchungen hatten die Anlage von Wechselläufen, aufwendiger Kleinstrukturierung und teilweise Verkleinerung der Herdengröße zum

Gegenstand (HÖFNER et al. 2001). Damit konnte zwar eine deutliche Verbesserung der Verteilung der Tiere auf der Auslauffläche erreicht werden, die stallnahen Problemzonen blieben jedoch erhalten, bzw. weiteten sich dennoch aus. Bei stationären Ställen besteht ein Zeiteffekt hinsichtlich des Kernbereichs mit hoher Nährstofffracht in unmittelbarer Nähe der Auslauföffnungen.

Dieser Zeiteffekt ist der Ansatzpunkt von den Anbietern und Entwicklern von mobilen Stalleinheiten für Legehennen. Zwischenzeitlich haben sich verschiedene Ausführungen herauskristallisiert, die auf unterschiedliche Ansprüche und Ansätze abgestimmt sind. Hinsichtlich ihrer Mobilität sind sie zu differenzieren in „vollmobile“ und „teilmobile“ Ställe. Bei den vollmobilen Ställen kann der Stall innerhalb von Minuten mit samt den Tieren auf der Auslauffläche versetzt werden. Bei den teilmobilen Lösungen werden längere Umsetzungsintervalle durchgeführt bis hin zu einem Jahr (BAUMANN, 2001).

Die Problematik der Nährstoffbelastung von Ausläufen soll in dieser Arbeit anhand von regelmäßigen Nährstoffuntersuchungen auf vier Praxisbetrieben in Niedersachsen beleuchtet werden. Diese Arbeit bezieht sich ausschließlich auf die Nährstoffbelastung von Legehennenausläufen. Darüber hinaus sollten unterschiedliche Ansätze zum Auslaufmanagement in praxi getestet und ihre Effekte auf den Nährstoffhaushalt der Auslauffläche überprüft werden. Inwieweit mobile Stallssysteme geeignet sind, diese Problematik zu entschärfen, konnte ebenfalls ansatzweise mit berücksichtigt werden.

Die Betriebe wurden nach den Parametern Herdengröße, Auslaufgestaltung und Dauer der Legehennenhaltung ausgewählt. Die Betriebstypen sollten nach Möglichkeit eine größere Bandbreite widerspiegeln.

Für die vorliegende Arbeit ist festzustellen, dass es sich hier um eine Praxisuntersuchung handelt, die nur bedingt wissenschaftlichen Ansprüchen genügen kann. Bei „On Farm Research“ sind die Ausgangsbedingungen der Betriebe nicht gleich und damit die Vergleichbarkeit, wie sie i.d.R. bei wissenschaftlichen Arbeiten gefordert wird, nicht zu erfüllen. Sowohl der Umfang als auch die Vorgehensweise lassen nur die Abschätzung von Tendenzen zu.

Bei den untersuchten Nährstoffen beschränkt sich die Arbeit auf mineralischen Stickstoff und dessen Auswaschungsgefährdung sowie Phosphor im Oberboden.

Das Ziel dieser Arbeit ist zum einen eine Status-quo-Analyse der Nährstoffsituation von Auslaufflächen in der derzeit praktizierten Legehennenhaltung und Überprüfung von Lösungsansätzen, die eine Verbesserung der Ausgangssituation bedingen könnten. Es soll abgeschätzt werden, in welchen Größenordnungen die Nährstoffgehalte im Boden von Auslaufflächen vorliegen und welche Umweltprobleme dadurch verursacht werden.

2 Status Quo

2.1 Praxis des Auslaufmanagements

Der überwiegende Anteil der Hennen in Auslaufsystemen wird in stationären Ställen gehalten. Die erforderlichen Flächen für den Auslauf müssen um den Stall herum arrondiert sein. Bei innerörtlichen Lagen ist dies häufig ein begrenzender Faktor für die Auslastung von Altgebäuden. In der Folge werden die Flächenressourcen auf das Notwendigste beschränkt. In den meisten Fällen handelt es sich hierbei um Dauergrünland, welches bislang zur Weidenutzung durch andere Tierarten bewirtschaftet wurde.

Der Zuschnitt dieser Flächen ist in vielen Fällen nicht unproblematisch, da die Längenausdehnung ungünstig zur Verteilung der Auslauföffnungen am vorhandenen Stall ist. Zur gleichmäßigen und gesamten Nutzung der Auslaufläche müssen die Hennen längere Distanzen zurücklegen. Dies wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst wie:

- Aufzuchtbedingungen
- Alter der Tiere
- Erfahrungen mit der Auslaufnutzung
- Verteilung und Größe der Auslauföffnungen
- Strukturierung der Fläche (Schatten, Schutz, Wasser)
- Engagement der betreuenden Personen

Das von Kleinherden vereinfachte „Arbeitsprogramm“ des Öffnens und Verschließen der Auslauföffnungen als Auslaufmanagement ist bei größeren Einheiten nicht mehr ausreichend, da der überwiegende Anteil der Tiere sich nicht über die gesamte Fläche verteilt, sondern sich häufig auf einen Aktionsradius von 30 bis 50 m vom Stall beschränkt. Die völlige Überbeanspruchung dieser stallnahen Fläche ist dann eine Frage der Zeit, wenn der fortlaufende Prozess von Überbeanspruchung, Zerstörung der Grasnarbe, Erosion und Überfrachtung nicht eingeschränkt wird. Je nach Standort und Vorbedingungen schreitet dieser Vorgang fort, was bereits innerhalb der ersten Haltungsperiode zur großflächigen Zerstörung der stallnahen Bereiche führt.

Für eine rasche Regeneration dieser Areale ist eine frühzeitige Ruhephase der überbeanspruchten Teilflächen erforderlich. Dies führt zu dem Lösungsansatz von Wechselbeweidung. So wird der stallnahe Bereich in zwei oder besser mehrere Sektoren unterteilt, von denen zeitweilig jeweils einer quasi als „Passage“ zur Hauptfläche genutzt wird, während sich die übrigen Passagen regenerieren können.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit dieses Systems ist aber, dass die Hennen den nachgelagerten Teil als Hauptweidefläche wirklich nutzen. Ausschlaggebend hierfür ist das Schutzbedürfnis der Tiere gegenüber Raubwild, vornehmlich aus der Luft.

Ein weitergehender Lösungsansatz berücksichtigt die Tatsache, dass der Pflanzenbestand trotz Ruhephasen zunehmend lückig wird. Hier kommen Durchsaatverfahren zur Anwendung. Einige Betriebe haben die Wechselweiden so bemessen, dass immer eine Parzelle im Neuansaatverfahren angelegt wird. Dadurch werden vor allem leichtere Standorte in die Lage versetzt, ein gleichmäßigeres Potential an Grünaufwuchs zu liefern. Durch die Neuansaat können bei gezielter Saatgutauswahl auch vegetationsbedingte Einflüsse mit berücksichtigt werden. Damit kann den Tieren u. U. über einen längeren Zeitraum verzehrbarer Aufwuchs im Auslauf angeboten werden.

Seit einigen Jahren werden bewegliche Ställe vermehrt für Geflügel eingesetzt. Die Stallkapazitäten sind bei diesem System begrenzt durch den Grad der Mobilität und dem technisch Vertretbarem in Bezug auf das Preis-Leistungsverhältnis. Mit dem Einsatz von beweglichen Ställen erhoffen sich die Betreiber hauptsächlich folgende Vorteile:

- Häufigere Benutzung einer „unverbrauchten“ Fläche
- Und damit verbunden eine bessere Ausnutzung der Futtergrundlage der Auslauffläche
- Bei gleichzeitiger Schonung der Vegetationsdecke
- Dadurch, dass der „Stall zur Fläche kommt“ kann eine bessere Verteilung der Hennen und damit auch gleichmäßigere Nährstoffeinträge in den Boden erreicht werden.
- Ein weiterer Effekt kann die Verringerung des Reinfektionspotentials an durch den Kot übertragbaren Krankheiten sein.

In welchem Umfang diese Aspekte ganz oder teilweise auch wirklich realisiert werden hängt ab von:

1. Der tatsächlichen Mobilität, bedingt durch die technische Ausstattung des Stallsystems
2. gesetzlichen Auflagen für die Inbetriebnahme
3. den Produktionsbedingungen des Betriebes (Standort, Flächenausstattung, Vermarktung etc.)

Vom Prinzip her gibt es zwei Grundtypen; bewegliche Ställe die während des Transportes die Hennen mitnehmen können und solche, bei denen die Tiere außerhalb des Stalles ausquartiert werden müssen. Sind für den Weitertransport umfangreichere Nebenarbeiten erforderlich, so sind die Umsetzungsintervalle i.d.R. deutlich länger. Müssen dann größere Distanzen auf der Auslauffläche zurückgelegt werden, sind Systeme mit einem Fahrwerk von Vorteil.

Das größte Maß an Variabilität hinsichtlich der Nutzung wechselnder Auslaufflächen an unterschiedlichen Standorten bieten solche Systeme, die ohne Stallzerlegung über öffentliche Strassen und Wege bewegt werden können. Dies eröffnet die Möglichkeit, die Geflügelhaltung unmittelbar in die Fruchtfolge zu integrieren. Im Idealfall wäre dann die Auslaufnutzung der Hühner ein teilintegrierter Pflanzenschutz mit gleichzeitiger Nutzung der Kotnährstoffe als Grunddüngung für die Folgefrucht.

2.2 Stand der Forschung

2.2.1 Nährstoffdynamik auf Grünland

Die Nährstoffdynamik von Grünland wird u.a. durch die Form der Nutzung beeinflusst. Sie ergibt sich aus der Bandbreite zwischen reiner Mähnutzung und ausschließlicher Beweidung. Die Ausgangsbasis für die Nährstoffverfügbarkeit ergibt sich aus den natürlichen Standortvoraussetzungen, wie z.B. Textur, Durchlässigkeit, Sorptionsfähigkeit etc.

Die Stickstoffvorräte bestimmen sich vorwiegend durch den Gehalt an organischer Substanz im Boden. Diese wird allerdings nur in einem Bruchteil der Gesamtmenge jährlich mineralisiert. KLAPP (1971:197) spricht für mineralische Grünlandböden von Werten von 60–80 kg/ha. Für die Mineralisierung wird ein Wert von 1 % des Gesamtstickstoffgehaltes angenommen, woraus sich eine jährlich mineralisierte Menge auf 40–100 kg/ha Stickstoff ergeben kann. Die Nährstoffe und ihre Fraktionen werden hinsichtlich ihrer Relevanz hinsichtlich einer Umweltbeeinträchtigung unterschiedlich eingeschätzt. Die geringe Gefahr einer Verlagerung von Phosphat durch die feste Bindung am Sorptionskomplex des Bodens wird als weniger umweltgefährdend angesehen.

Nach PETERSEN (2000) enthält der Frischkot von Hühnern 1,3 % N und 0,5 % P, wobei dies Durchschnittswerte sind. Auf der Basis mehrerer Untersuchungen mit Ergebnissen kann die Bandbreite in einem Bereich von 1,05 bis 1,86 % N-Anteil an der Frischsubstanz von Legehennenkot liegen (FRENKEN 1989). Die wichtigsten Verbindungen in denen der Stickstoff als Abbauprodukt (Nicht-Protein-Stickstoff) von Eiweißverbindungen vorliegt sind:

- Harnsäure
- Harnstoff
- Ammonium

Ein geringer Anteil am Gesamtstickstoff liegt noch als nicht resorbiertes Eiweiß vor.

Die Harnsäure wird innerhalb kurzer Zeit über Harnstoff zu Kohlendioxid und Ammoniak umgewandelt. Nach sieben Tagen sind bis zu 89 % der ursprünglichen Harnsäure umgesetzt. In Abhängigkeit von den Faktoren Feuchtigkeit und Temperatur verflüchtigt sich ein Teil des entstanden Ammoniaks durch Abgasung, ein Großteil wird jedoch unter Einbindung des im Kot vorhandenen Wassers zu Ammonium reduziert, was jedoch ein sensibles Gleichgewicht darstellt.

Daraus ist zu folgern, dass nach dem Eintrag von Legehennenkot in einen Auslauf innerhalb kürzester Zeit punktuell sehr hohe Ammoniumgehalte in der oberen Bodenzone zu erwarten sind. Deren Verbleib und weitere Umwandlung (Nitrifikation, Denitrifikation, Aufnahme durch Pflanzen, etc.) beeinflussen die Nährstoffsituation im Boden und den Pflanzenwuchs.

Die Beurteilung des Stickstoffs und seinen leicht reaktiven Fraktionen wird kritischer eingestuft. So stellt dann auch das leichtlösliche und damit auch im Boden sehr mobile Nitrat eine Gefahr durch Auswaschung als Kontamination in das Grundwasser dar. Dadurch werden Risiken für die Gesundheit der Nutzer (Mensch und Tier) des Trinkwassers verursacht (KLEMPT 1997: 11).

Der „Stickstoffhaushalt“ des Grünlands bei Weidenutzung zeichnet sich dadurch aus, dass:

- die Nutztierarten die Auslauffläche unterschiedlich nutzen
- es zu punktuellen Überbeanspruchungen kommt
- es in Abhängigkeit von täglicher Weidenutzung und Tagesrhythmik zu unterschiedlicher Kotverteilung zwischen Stall und Auslauf kommt.

Da die Ausscheidungen nicht gleichmäßig in der Menge und flächenhaft über der Weide verteilt sind, kommt es an diesen Stellen immer zu hohen Stickstoffeinträgen mit den entsprechenden Nachwirkungen wie z. B. Geilstellen (SPATZ et al. 1992). Die unter Kot- bzw. Harnflecken ermittelten $N_{\min}$ -Gehalte übersteigen die natürlichen Werte des Bodens um ein Vielfaches. So wurden in verschiedenen Untersuchungen z.B. unter Harnstellen von Rindern $N_{\min}$ -Konzentrationen von umgerechnet 350–1000 kg/ha angegeben (KLEMPT 1997: 29).

Eine Schädigung der Grasnarbe bis hin gar zur vollständigen Zerstörung durch Scharren und Staubbaden der Hühner verringert den aktiven Anteil an Bewuchs und

verstärkt punktuelle Überlastungen (KRATZ, 2002). Auf die Gesamtfläche bezogen wird die Aufnahme von Nährstoffen durch den Bewuchs reduziert. Für eine flächenhafte Verteilung der Hennen haben Schutz gebende Strukturelemente eine große Bedeutung (HÖRNING et al. 2002).

2.2.2 Problematik der Bestimmung des Nährstoffeintrags mit Kot

Die Bestimmung der genauen Menge des Frischkots auf der Auslauffläche gestaltet sich als äußerst schwierig. Dies hängt damit zusammen, dass es eine Fluktuation zwischen Auslauf und Stallbereich gibt, die Tiere über den Tag verteilt den Kot nicht gleichmäßig absetzen und die Verweildauer an einem Ort nicht zwangsläufig ein direkter Indikator für einen linearen Zusammenhang in Bezug auf die abgesetzte Kotmenge ist. Für die Bestimmung des Nährstoffeintrags kommt erschwerend hinzu, dass, wie zuvor schon erwähnt, die Zusammensetzung des Frischkotes keineswegs konstant ist.

Für die Untersuchung zur Auslaufbelastung hatten MEIERHANS und MENZI (1995) einen Volierenstall mit 400 Hennen, Schlechtwetterauslauf und ca. 4m² Grünauslauf pro Tier herangezogen. Je nach Witterung hatten die Tiere im Winter sieben und im Sommer zehn Stunden täglich Zugang zum Auslauf.

Durch vergleichende Kotwiegungen an Auslauf- und Schlechtwettertagen wurde der Kotanfall im Auslauf erfasst. Die Verteilung des Kotes auf Schlechtwetter- und Grünauslauf wurde proportional zur Anzahl der sich dort aufhaltenden Tiere (Zählungen) angesetzt.

Aus den Angaben „im Auslauf ausgeschiedener Kot“, „mittlere Nährstoffausscheidung/ Tier“ und „Auslauftage/ Jahr“ wurde die mittlere Nährstoffbelastung der Auslauffläche errechnet.

Die ungleiche Verteilung der Nährstoffe innerhalb der Fläche wurde durch Zählung von Kothaufen auf Teilflächen des gesamten Auslaufes ermittelt.

Ergebnisse: Bei 7-8stündiger Auslaufnutzung ergab sich rechnerisch ein Anteil von 15-25 % des Kotes im Grünauslauf. Klar festzustellen ist allerdings, dass durch die Zählung der Kothaufen eine ungleiche Verteilung der Nährstoffeinträge nachgewiesen werden konnte. Für die am stärksten belastete Teilfläche wurden umgerechnet Einträge von 482–801kg N/ha und 310–519kg PO₄ /ha ermittelt. Besonders frequentiert waren die Schutz gebenden Bereiche direkt am Stall und in unmittelbarer Nähe zu einem Waldstück, das an den Auslauf angrenzte. Aus den Ergebnissen ziehen die Autoren die Folgerungen, dass die Freilandhaltung von Geflügel aus ökologischer Sicht nicht unbedenklich ist.

Vergleichbare Erkenntnisse waren das Ergebnis aus Untersuchungen von MENKE und PAFFRATH (1996) auf sechs Legehennenbetrieben im Rheinland. Als Besonderheiten waren ein Betrieb mit Wechselauslauf und ein Betrieb mit

Rindenmulchabdeckung im stallnahen Bereich dabei. Die Auslaufflächen wurden nach optischen Kriterien (z.B. Vorhandensein von Begrünung, etc.) in Nah- und Fernbereich unterteilt. Die Bodenproben wurden bis 90 cm Tiefe entnommen und auf N_{min} , P und K untersucht. Ferner wurden Faktoren wie Bodenart, Bewuchs und Beschattung erfasst.

Im Nahbereich wurden durchschnittlich Werte von 300 kg N_{min} /ha auf die Beprobungstiefe von 0 bis 90cm festgestellt. Deutlich geringer war der Gehalt bei dem Betrieb mit Wechselauslauf. Von den ermittelten 300 kg N_{min} /ha waren teilweise bis zu 130 kg in der tiefsten Bodenschicht zu finden, woraus eindeutig Auswaschungsvorgänge abgeleitet werden konnten. Für das Aufschütten und regelmäßige Entfernen von Rindenmulch konnten keine positiven Effekte in Hinsicht auf die Nährstoffbelastung in Verbindung gebracht werden.

Im Weitbereich wurden sehr wechselnde Werte ermittelt, welche aber insgesamt deutlich geringer (ca. 50–120 kg N_{min} /ha) waren. Ein einzelner Betrieb fiel dadurch auf, dass die Gehalte im Fernbereich annähernd so hoch waren wie im Nahbereich. Dies ist als „Ermüdungserscheinung“ aufgrund der langen Nutzungsdauer (11 Jahre) zu erklären bedingt durch geringe Begrünung, hohe Beschattung des Fernbereiches und Hangneigung.

Bei den Phosphatgehalten waren ähnliche Verhältnisse anzutreffen. Alle Flächen außer dem Wechselauslauf waren den höchsten Versorgungsstufen E und F zuzuordnen. Auch in den tieferen Bodenschichten fanden sich hohe Gehalte, woraus die Autoren bei langjähriger Nutzung eine Phosphatverlagerung folgerten. Direkte Zusammenhänge zu Nutzungsdauer, Besatzdichte, o.ä., waren schwer nachvollziehbar.

Aufgrund dieser Ergebnisse fordern die Autoren Veränderungen in der Praxis der Auslaufhaltung von Hennen. Ihrer Einschätzung nach sollten alle Betriebe einen Schlechtwetterauslauf einrichten, damit eine sinnvolle zeitlich begrenzte Nutzung des Grünauslaufs möglich wird. Mobile Strukturelemente, wie fahrbare Sonnendächer sollten eingesetzt werden und eine dichte Begrünung – falls möglich mit Schnittnutzung – soll den Nährstoffentzug sichern. (MENKE und PAFFRATH 1996)

Weitere Untersuchungen von NAJATI et al. (1999), sowie auch LEOPOLD et al. (1999) zeigen, dass bereits innerhalb des ersten Jahres erhebliche Nährstoffeinträge im stallnahen Bereich zu erwarten sind.

Fazit:

Die derzeitigen Erfahrungen auf den Praxisbetrieben sind ein Spiegelbild dessen, was bislang aufgrund der wissenschaftlichen Untersuchungen festgestellt wurde. Es zeigt sich eindeutig die Tendenz der Anreicherung von Nährstoffen mit extremen Werten im Nahbereich des Stalles, was zwangsläufig durch die Kopplung eines sehr

spärlich bis nicht vorhandenen Bewuchses und damit verbunden geringen Nährstoffentzugs zu einem Teufelskreis von Phosphor-Anreicherung und Nitrat-Auswaschung führt. Aus diesem Grund kommen die Autoren (MEIERHANS und MENZI, 1995; MENKE und PAFFRATH, 1996) zu der Aussage, dass in der Praxis deutliche Verbesserungen der Auslaufgestaltung nötig seien, um eine bessere Verteilung der Tiere und somit der Nährstoffe auf die Fläche zu gewährleisten und die Problemzonen um den Stall zu entschärfen.

2.3 Verbesserungsansatz: „Optimierte Auslaufhaltung“

In Kenntnis der Erfahrungen ist der Versuch einer Entschärfung der Problemzonen durch Optimierung von Ausläufen für Legehennen ein in Folge richtiger Ansatz. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde an der Universität Gesamthochschule Kassel (HÖFNER et al. 1998) Untersuchungen mit folgenden Optimierungsmaßnahmen durchgeführt:

- die Auslauflächen wurden in Wechselausläufe unterteilt;
- Gehölzpflanzungen in Form von sogenannten „lichten Hecken“ wurden strahlenförmig vom Stall weg angelegt. Verwendet wurden dabei ausgewählte Sträucher (z.B. Holunder in Stallnähe, da dieser sehr viel N aufnehmen kann, etc.);
- überdachte Sandbadehütten wurden auf den Flächen aufgestellt;
- der Bereich um den Stallausgang wurde befestigt („Kotwanne“), das Sickerwasser aufgefangen und in die Jauchegrube geleitet;
- daran anschließend wurden sog. Rasenschutzmatten verlegt, um die Zerstörung der Grasnarbe durch die Hühner möglichst zu verhindern.

Die Flächen wurden zur Untersuchung jeweils in Nah- und Fernzone unterteilt.

Durch die Maßnahmen konnten nachweislich geringe Nährstoffeinträge im Nahbereich verzeichnet werden bei einer gleichzeitig günstigeren Verteilung über die Bereiche. Diese Effekte korrespondieren mit der regelmäßig ermittelten Nutzungsfrequenz der Tiere auf der Fläche. Allerdings ist zu konstatieren, dass trotz der oben beschriebenen Optimierungsmaßnahmen erhöhte Nährstoffeinträge in einzelnen Teilbereichen nicht vermieden werden konnten.

2.3.1 Diskussion der erforderlichen Mindestgröße für eine „unschädliche Auslaufhaltung oder „wie viele Quadratmeter braucht die Henne als Auslauf“?

Diese Frage stellt sich bereits seit Inkrafttreten der Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 zur ökologischen Tierhaltung (ANONYM 1999). Ab diesem Zeitpunkt sind 4 m²

Auslauffläche pro Tier als gesetzliche Mindestanforderung innerhalb der europäischen Union für die Haltung von Legehennen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben festgelegt. Zeitgleich war bis zu Ende 2001 die Eiervermarktungsordnung in ihrer alten Fassung noch gültig. Danach waren für eine „Freiland“-Deklaration mindestens 10m² pro Henne erforderlich. Darüber hinaus gilt auf der Basis der EU-Nitratrichtlinie bzw. Düngeverordnung und der EG-Ökoverordnung eine Obergrenze von 170kg N/ha/a. Dieser Wert bezieht sich auf den Gesamtdurchschnitt aller Flächen im Betrieb.

Die Obergrenze von 170kg N/ha/a liegt aber deutlich über dem Eckwert von 1,4 Dungeinheiten respektive 112kg N/ha/a, den sich die Verbände des ökologischen Landbaus in ihren privatrechtlichen Richtlinien gesetzt haben. Aber wie die zuvor aufgeführten Untersuchungen bereits verdeutlicht haben, wird dieser Wert auf den stallnahen Teilflächen bereits innerhalb eines Jahres erreicht, wenn kein wesentlicher Entzug durch den Pflanzenaufwuchs erfolgt. Für die angrenzenden Flächen ist der Zeithorizont etwas weiter. Stationäre Ställe haben in Stallnähe und ohne eine Bewirtschaftung auf Nährstoffentzug einen Akkumulationseffekt der pflanzenverfügbaren Nährstoffe aus dem Hühnerkot. Wie umweltrelevant dieser sich auswirkt, hängt von der Größe der Flächen mit Überfrachtung und Auswaschungsgefahr ab. Dies ist unabhängig von den Richtwerten anzusehen, da von einer Vielzahl von Betrieben nicht einmal 1,4 Dungeinheiten erreicht werden. Der Knackpunkt liegt darin, dass bereits ein punktueller Eintrag eine Beeinträchtigung für das Grundwasser darstellen kann, lange bevor im Durchschnitt der Flächen des Betriebes ein Wert von 112 kg N/ha oder 170 kg N/ha erreicht ist.

Die Bestimmung der Düngung über Modellrechnungen sind hauptsächlich mit dem Fehler belastet, dass bislang nicht eindeutig bilanziert werden kann, wie viel Kot tatsächlich von den Hennen abgesetzt wurde und wie dessen Zusammensetzung ist. Hierzu wären Identifizierungen der Hennen notwendig, die die tatsächliche Verweildauer belegen und Rückschlüsse auf Futteraufnahme und dessen Verwertung zulassen.

Kritische Werte der Obergrenze von 170kg N-Eintrag/ha/a oder für eine Auswaschungsgefahr können bei einer stationären Auslauffläche von 4m²/Huhn nur eingehalten werden, wenn der Auslauf von den Tieren wenig genutzt wird oder vielleicht ein weitreichendes Management zur Wirkung kommt. Aus Sicht der Tiere ist ein Auslauf zu fordern, der gerne angenommen wird und möglichst oft und lange zugänglich ist.

3 Material und Methoden

Zu Beginn des Projekts wurden die Betriebe aufgesucht und vor Ort gemeinsam mit dem Betriebsleiter die betriebsspezifischen Gegebenheiten und mögliche Maßnahmen erörtert. Für die Beschreibung der jeweiligen Rahmenbedingungen wurde ergänzend eine gezielte Befragung der Betriebsleiter durchgeführt. Die kurze Zusammenfassung dieser Befragung ist Basis für die Betriebscharakterisierung (Standortbedingungen, Stallsystem, etc.). Im Folgenden werden nur die Materialien und Methoden beschrieben, die sich auf alle Betriebe gleichermaßen beziehen.

3.1 Entnahme und Transport der Bodenproben

Zu Beginn dieses Projektes wurden bei einer Besichtigung der teilnehmenden Betriebe die Auslaufflächen in mehrere Zonen unterteilt, die durch eine deutlich erkennbare Nutzungsintensität von einander zu unterscheiden waren. Als Merkmale wurden hierfür Tierverteilung, Bewuchsdichte und Höhe (v. a. Schädigung der Grasnarbe) und vorhandener Strukturierung (Büsche, Hecken, Schattenwagen, Schutzdächer, etc.) benutzt. Anschließend wurden die Zonen markiert und vermessen.

In jeder Zone wurden nun zu den Beprobungszeitpunkten Mischproben aus 6 bis 8 Einzelproben zufällig über die Fläche verteilt mittels Pürckhauer gezogen. Bei der Entnahme der Einzelproben sollte eine möglichst repräsentative räumliche Verteilung auf der Fläche erreicht werden. Die Probenahme erfolgte im Herbst bis 60 cm Tiefe und im Winter und Frühjahr bis 90 cm (Ausnahme: Betrieb D, da dieser später hinzukam. Ab der Winterprobe wurde zusätzlich bei jedem Betrieb eine Kontrollfläche außerhalb des Hühnerauslaufes einbezogen, die möglichst unbeeinflusste aber vergleichbare Standortbedingungen gewährleisten sollte.

Unmittelbar nach der Probenahme wurden die Mischproben in PE-Beuteln eingepackt und mit Hilfe von Kühltaschen und –akkus transportiert und tiefgekühlt eingelagert bis zur Analyse. In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Mittel sollten Verluste oder Umsetzungsprozesse minimiert werden, um die bei der Beprobung vorherrschenden Nährstoffgehalte zu konservieren.

3.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zu Beginn der beiden Projekte wurde festgelegt, die gezogenen Proben auf folgende Nährstoffe zu untersuchen:

- $\text{NO}_3\text{-N}^1$: in allen Tiefen
- $\text{NH}_4\text{-N}$: in allen Tiefen
- P_{cal} : ebenfalls nur in 0 -30 cm
- Humusgehalt 0-30 cm; am Anfang und Ende des Untersuchungszeitraumes.

Dieser Festlegung lag anfänglich die Annahme zu Grunde, dass Nährstoffe P und NH_4 im Boden in immobilisierter Form vorliegenden und zunächst nicht von einer Verlagerung über 30 cm in tiefere Bodenschichten auszugehen ist. Bei Stichproben im Dezember konnten allerdings auch in 30-60 cm teilweise erhebliche Ammoniumgehalte gemessen werden, so dass im Dezember zusätzlich bis 60 cm auf NH_4 untersucht wurde, im März mit Ausgang der Winterperiode sogar bis auf 90 cm.

Für die anfänglichen Beprobungstermine ergibt sich somit eine etwas unterschiedliche Datengrundlage, was bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt ist.

Als Ergänzung zu den aus Bodenkarten erhaltenen Bodenarten wurde im Herbst von jedem Betrieb eine Mischprobe der obersten Schicht aller Zonen zurückbehalten und auf ihre Korngrößenverteilung untersucht. Bei Betrieb D wurde diese Bestimmung nicht mehr durchgeführt, da hier von vergleichbaren Voraussetzungen wie bei Betrieb C ausgegangen werden konnte.

Als Vergleich zu den ermittelten Werten standen bei den Betrieben A – C die Werte der Reichsbodenschätzung zur Verfügung.

Die Bodenproben für die Bestimmung von Geflügel relevanten Endoparasiten- Stadien auf der Auslauffläche wurden wie zuvor beschrieben gezogen. Da stellenweise 15 bis 20 cm tiefe Mulden von den Hennen zum Staubbaden angelegt waren, wurde die Probentiefe auf 0-30cm festgelegt.

3.3 Methodik der Bodenanalyse

Auf eine genaue Beschreibung der Analysemethoden soll hier verzichtet werden, da dies bereits ausführlich in der Literatur geschehen ist. Es werden an dieser Stelle also nur die Quellen der angewandten Methoden aufgeführt:

- Nitrat-N: nach HOFFMANN (1991), entsprechend der N_{min} -Methode des VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und

¹ Im Labor wurden die Gehalte an Nitrat-**Stickstoff** (NO_3^-) bzw. Ammonium-**Stickstoff** (NH_4^+) analytisch bestimmt. Direkt proportional zu diesen verhalten sich die Gehalte an Nitrat und Ammonium im Boden. Im Folgenden werden bei der Nennung von gemessenen Konzentrationen die Bezeichnungen $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ bzw. $\text{N}_{\text{min}}\text{-N}$ verwendet, im Text wird auf den Zusatz -N verzichtet und lediglich von NO_3 , NH_4 bzw. N_{min} die Rede sein.

Forschungsanstalten)

- Ammonium-N: nach SCHINNER et al. (1993)
- Phosphor: mittels CAL-Extraktion ebenfalls nach HOFFMANN (1991)
- Korngrößenanalyse: Kombination aus Nasssieb- (Sand bis Grobschluff) und Sedimentierverfahren nach DIN 19 683 (1973).
- Humusgehalte durch Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes VDLUFA

3.4 Datenauswertung und Darstellungsweise

Als Messergebnis erhält man bei den zuvor genannten Labormethoden einen Wert in der Einheit ppm der Extraktionslösung. Für die Umrechnung auf den Gehalt im Boden in mg/kg TS, wurde von jeder Probe die Trockensubstanz durch 24stündiges Trocknen bei 105°C und anschließendes Zurückwiegen bestimmt. Auf eine weitere Umrechnung in kg/ha wurde bei der Darstellung der Ergebnisse in der Arbeit verzichtet, da die genauen Lagerungsdichten der verschiedenen beprobten Böden nicht bekannt waren. Da die Bodenarten sehr unterschiedlich sind, wären große Schwankungen zu erwarten.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in der Arbeit mittels einer zusammenfassenden Grafik der $N_{\min}$ -Gehalte aller Zonen zu den Beprobungszeitpunkten. Um über die Gleichmäßigkeit der Nährstoffverteilung Aussagen treffen zu können, wurden die Nährstoffkonzentrationen auf die gesamte Auslauffläche hochgerechnet. Hierzu wurden die ermittelten Werte entsprechend des Flächenanteils der jeweiligen Zone an der Gesamtfläche des Auslaufes gewichtet. Der so errechnete gewichtete Mittelwert spiegelt die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Fläche zum jeweiligen Beprobungszeitpunkt wider.

Die Änderungen dieses Mittelwerts über die Zeit geben nur bedingt Auskunft über die durch die Tiere eingetragenen Nährstoffe, da der Gehalt an $N_{\min}$ im Boden natürlicherweise erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Die Abweichungen von diesem Mittelwert in den einzelnen Zonen können allerdings als Maß für die Gleichmäßigkeit der Auslaufnutzung und somit der eingetragenen Nährstoffe dienen. Auf eine über die beschriebenen Auswertungen hinaus gehende statistische Auswertung in Form einer Varianzanalyse wurde verzichtet, da jede Zone durch eine andere Nutzungsintensität charakterisiert war und je Zone nur eine Mischprobe zur Verfügung stand. Es wurden somit keine echten Wiederholungen durchgeführt, wie dies z.B. bei der Anlage von Feldversuchen der Fall ist.

3.5 Methodik der Endoparasitenuntersuchung

Die tiefgekühlten Bodenproben wurden gesammelt und anschließend von der Firma

BIO CHECK in Leipzig, einem Labor für Veterinärdiagnostik und Umwelthygiene untersucht. Die Proben wurden einem kombinierten Sedimentationsverfahren und Flotationsverfahren unterzogen. Dabei werden die Proben zunächst aufgeschwemmt, gereinigt und dann 2 mal 15ml der Boden-Wasser-Suspension zentrifugiert. Das Sediment wurde anschließend mit Flotationslösung aufgefüllt, nochmals zentrifugiert und dann auf Stadien der Endoparasiten hin begutachtet.

3.6 Methodik der Aufwuchsuntersuchung

In den bewachsenen Zonen wurden 1m² große Probeflächen markiert. Danach wurden die Aussenkannten der quadratischen Fläche mit einer Rasenkantenschere freigeschnitten. Anschließend wurde der Aufwuchs der Probefläche in Bodennähe (ca.2cm) abgeschnitten und in einen Stoffsack gestopft. Nachdem die Fläche geerntet war, wurde der Stoffsack mit dem Erntegut gewogen und das Frischgewicht bestimmt. Abschließend wurde eine Stichprobe von dem Aufwuchs gezogen, die Basis für die nachfolgende analytische Bestimmung des Nährstoffinhaltes war. Während des Transportes wurden die Proben in Kühlboxen gelagert und in das Labor für Tierernährung der Universität Kassel, Standort Witzenhausen gebracht. Dort wurde der Nährstoffinhalt der Proben mit Hilfe der Nah-Infrarot-Spektroskopie bestimmt und der Trockensubstanzgehalt ermittelt. Die Berechnung des Energiegehaltes der Futterproben erfolgte nach der Schätzggleichung der World Poultry Association.

3.7 Fehlerdiskussion

Nachfolgend soll erörtert werden, wie die gewählten Vorgehensweisen hinsichtlich ihrer Fehleranfälligkeit einzuschätzen sind. Grundsätzlich sind „On Farm“-Untersuchungen in diesem Umfeld mit dem Problem behaftet, dass die Homogenität und in Folge auch die Wiederholbarkeit im statistischen Sinne nicht gegeben ist. Damit ist die Reproduzierbarkeit eingeschränkt.

So ist für die Abschätzung von Flächenbelastungen und Auswaschungsvorgängen die zuvor beschriebene Vorgehensweise (N_{min}-Methode) in Kombination mit einer Beschreibung des Bodenwasserhaushaltes zwar geeignet, sie beinhaltet jedoch einige potentielle Fehlerquellen (KLEMPT 1997).

Besondere Bedeutung kommt hierbei der Probenahme zu. SCHMIDHALTER et al. (1991, zit. in KLEMPT 1997: 18) geben den Anteil bei dieser Methode auftretender Fehler bei der Probenahme mit bis zu 84 % an. Die hohe räumliche Variabilität von

mineralischem Stickstoff kann sowohl bei großen Flächen, als auch bereits durch kleinräumige Unterschiede eine große Fehlerquelle bilden². Die Anzahl der nötigen Einstiche, um eine ausreichende Genauigkeit der ermittelten $N_{\min}$ -Werte zu gewährleisten wird dabei laut KLEMP (1997: 18-19) von verschiedenen Autoren unterschiedlich eingeschätzt. Die Zahlen gehen dabei von 5 bis zu 110 Einstichen pro beprobter Fläche (bei unterschiedlichsten Flächengrößen).

Während die stallnahen Zonen (Zone 1 und 2) verhältnismäßig kleinflächig auf den Betrieben sind, sind die ferneren Bereiche deutlich größer. Für diese Flächen kann im Vergleich die Anzahl der genommenen Einstiche zu gering gewesen sein. Somit können die ermittelten Werte eine durch die Probenahme bedingte Variabilität enthalten, deren Größenordnung nicht abgeschätzt werden kann. Im März wurde dazu übergegangen, die großräumigen Zonen mittels kleinerer Bohrstöcke und damit deutlich mehr Einstichen (etwa 15) zu beproben, was eine graduelle Verbesserung der Repräsentativität vermuten lässt.

SCHMIDT (1991) weist zudem darauf hin, dass leichte Verfälschungen der Ergebnisse durch vertikale Verlagerung im Bohrstock selbst bei sachgemäßem Umgang nicht komplett ausgeschlossen werden können.

Auch die auf den Betrieben vorgenommene Einteilung der Zonen konnte aufgrund des vorgegebenen Finanzrahmens des Projektes nur mit einer Ungenauigkeit behaftet vorgenommen werden. Neben der durchgeführten relativ groben Einteilung in Zonen mit unterschiedlicher Entfernung vom Stall wäre eine zusätzliche Unterteilung in mehrere Abschnitte innerhalb dieser Zonen wünschenswert gewesen. Die Wohnheiten der Hennen konnten nur beschränkt berücksichtigt werden, so dass innerhalb einer Zone von angenommener gleicher Nutzungsintensität deutliche räumliche Schwankungen der $N_{\min}$ -Werte denkbar sind. Es muss davon ausgegangen werden, dass die vorgenommene räumlich repräsentative Verteilung der Einstiche nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit der tatsächlich vorhandenen Verteilung.

Diese Abschätzung der Größenordnung des gesamten potentiellen Fehlers ist v. a. aufgrund der Problematik bei der Probenahme schwer durchzuführen. Die in diesem Kapitel beschriebenen Fehlerquellen müssen aber bei der Interpretation der Ergebnisse Berücksichtigung finden, d.h. eine gewisse Schwankungsbreite der Werte ist auf die Vorgehensweise zurückzuführen und nur deutliche Unterschiede können eindeutig auf den Einfluss der Tiere zurückgeführt werden.

Für die Futterproben ist zu bemerken, dass die Bestimmung der Aufwuchsmasse nicht exakt die tatsächliche Ertragsmenge wiedergeben wird. Die Nährstoffzusammensetzung hingegen lässt tendenzielle Rückschlüsse auf den

² Diese erhöht sich noch durch oberflächlich nicht mehr sichtbare Kotstellen der Tiere. Erhöhte Werte v. a. der obersten Bodenschicht können dadurch zusätzlich zur u. U. bereits vorhandenen Flächenvariabilität entstehen.

Nährstoffentzug aus dem Boden und der Nährstoffaufnahme der Hennen aus dem Aufwuchs zu.

Bei der Bestimmung der Belastung des Bodens auf Endoparasiten wurde von einem Mindestmaß an Gleichverteilung ausgegangen. Für die Hinfälligkeit dieser Annahme gab es zunächst keine konkreten Anhaltspunkte. Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass die Zeitintervalle von etwa 3 Monaten möglicherweise zu groß waren.

4 Betrieb A: Stationärer Volierenstall für 6000 Legehennen

4.1 Haltungsverfahren

Für die Legehennenhaltung wurde auf diesem Betrieb der ehemalige Kuhstall und ein Teil der angrenzenden Fachwerkscheune umgebaut. Der entstandene Stall wurde mit einem Volierensystem des Typs „Natura Nova“ von Big Dutchman eingerichtet und im März 2000 erstmals in Betrieb genommen. In dem Stall mit einer Grundfläche von ca. 440m² und auf der Voliere werden etwa 6000 Legehennen in zwei getrennten etwa gleich großen Herden gehalten.

Auf beiden Seiten des Stalles befindet sich ein überdachter Schlechtwetterauslauf (Wintergarten) von insgesamt 404m², so dass die Herden völlig unabhängig von einander getrennt sind. Während der Lichtphase haben die Tiere ständig Zugang zu diesem Außenklimabereich in dem sie zusätzlich Rundfutterautomaten und Tränken (außer bei Frost) vorfinden und der mit einer lockeren bearbeitbaren Einstreu versehen ist. Von jedem Wintergarten führen 7 Auslauföffnungen (2,5 x 0,5 m) in den Grünauslauf.

Beide Herden bestehen zur Zeit der Untersuchung aus einer Mischung aus drei verschiedenen Herkunftstypen von Lohmann-Tierzucht (Silver, -Tradition und LSL). Die Hennen wurden im Alter von 18 Lebenswochen in die Stallabteile zusammen mit je 25 Hähnen eingestallt und hatten zu Beginn des Projektes ein Alter von etwa 40 Wochen, waren also bereits gut an Stall und Auslauf gewöhnt.

4.2 Standortbedingungen

Im Rahmen der ersten Besprechung fiel die Entscheidung nur die Auslaufläche einer Herde zu untersuchen, da die andere Auslaufläche unterschiedliche Vorgeschichten in einzelnen Teilen hatte, die nicht nachvollziehbare Einflüsse erwarten ließen. Bei der untersuchten Auslaufläche handelt es sich um eine Fläche von etwa 1,5ha, die im Jahr 1997 seit 35 Jahren hofnahe, also intensiv genutzte Kuhweide war. Mit der Umstellung auf ökologischen Landbau 1997 erfolgte ein Grünlandumbruch und auf der Fläche wurde 3 Jahre lang Getreide angebaut. Zeitgleich mit dem Stallumbau in 2000 wurde für die Legehennenhaltung im Freiland wieder mehr Grünland benötigt, so dass die Fläche mit einer Mischung aus Weißklee und Deutschem Weidelgras eingesät wurde. Jedem Tier stehen hierbei insgesamt ca. 5 m² an Grünauslauf zur Verfügung.

Die Fläche ist im hinteren Bereich Richtung Bach hin leicht abfallend mit der stärksten Neigung in den Zonen VI und VII (vgl. Skizze). Die Wasser führenden Schichten verlaufen mit der Neigung, jedoch vermutlich nicht parallel zur Oberfläche. Der Grundwasserstand befindet sich im unteren Auslaufbereich bei ca. 2m, oben

zwischen 10 und 15 m. Auf der anschließenden Schafweide sind in Bachnähe teilweise staunasse Stellen zu beobachten. Die Fläche ist dort mit einer Drainage ausgestattet, die aber aufgrund ihres Alters kaum noch funktionstüchtig ist.

Beim Bau des Schlechtwetterauslaufes wurden erhebliche Mengen Kies und gesammelte Feldsteine zum Anfüllen (Zone I) umgeschichtet, so dass hier eine Probenahme technisch nicht möglich war.

Der Bodentyp wurde nicht bestimmt, sondern einer bodenkundlichen Standortkarte³ (1 : 200 000) entnommen. Danach ist die Fläche als Podsol bzw. Podsol-Braunerde über Geschiebedecksand beschrieben, die nach der Reichsbodenschätzung mit 29 Bodenpunkten sehr niedrig eingestuft ist. Die Korngrößenanalyse ergab als Bodenart für die obersten 30 cm einen schwach lehmigen Sand (Sl2) mit fast 80% Sandanteil (vgl. Anhang 1). Laut Angaben der Reichsbodenschätzung (automatische Übersetzung im Maßstab 1 : 5 000) nimmt der Sandanteil in den tieferen Schichten sogar noch zu.

Untersuchungen zum Humusgehalt ergaben Werte von 3,3 bis 4,8% Humus in den Zonen III bis VII, in der „Waldzone“ II sogar 7,1% (vgl. Anhang 2).

Für die Region dieses Betriebes befindet sich das langjährige Niederschlagsmittel bei etwa 750 mm pro Jahr, die Durchschnittstemperatur bei 8,7°C (Quelle: www.klimadiagramme.de). Anhang 49 gibt die Niederschläge und die Bodentemperatur (in 5 cm Tiefe) während des Untersuchungszeitraumes wieder. Als Basis dafür standen zwei Wetterstationen in etwa 40 km Entfernung zur Verfügung. Gekennzeichnet ist die Phase der Untersuchungen durch niedrige Bodentemperaturen (< 5 °C) von Anfang Dezember 2002 bis Mitte März 2003 und insgesamt relativ hohe Niederschläge (etwa 400 mm), die sich aber v. a. auf die Monate Oktober bis Januar konzentrierten.

³ Auf eine genaue Quellenangabe wird bei dieser und allen weiteren Bodenkarten aus Datenschutzgründen verzichtet. Lediglich die Art der Karte wird angegeben, um eine Einordnung der Angaben möglich zu machen.

4.3 Auslaufmanagement

Die Einteilung der Auslaufläche ist aus der nachfolgenden Skizze ersichtlich:

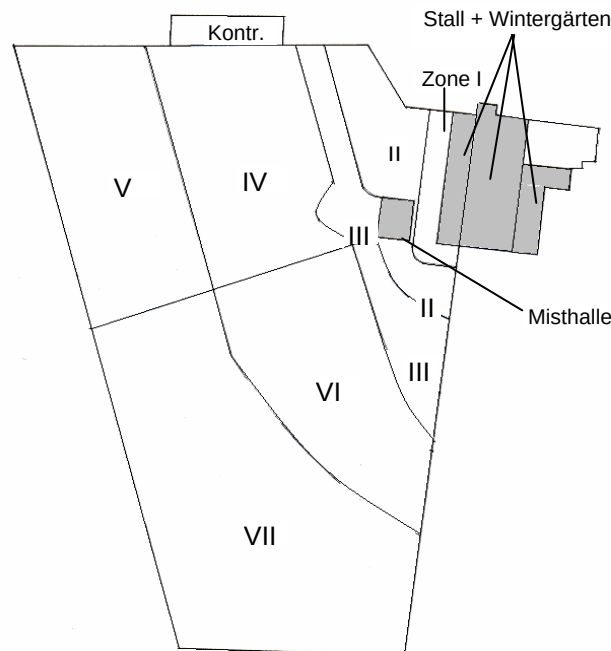


Abbildung 1: Betrieb A: Flächenaufteilung mit Zonenzuordnung

Die verschiedenen Zonen lassen sich durch folgende Merkmale charakterisieren:

- Zone I: kein Bewuchs, Holzhackschnittschicht von wenigen cm, die zeitweilig erneuert wird; darunter geringe Bodenauflage; darunter Kies, Größe: ca. 290m² (entspricht 1,9% des Gesamtauslaufes)
- Zone II: Waldzone (die komplette Zone hat im oberen Bereich einen etwa 30 Jahre alten Fichtenbestand, im unteren Bereich befinden sich auch Laubbäume), darunter etwas Buschwerk, kein Gras, unterbrochen durch die Mistlagerhalle, 960 m² (6,4%)
- Zone III: bis zur Misthalle gleichzeitig Zufahrtsweg, in diesem Bereich bis auf schmale Randstreifen kein Bewuchs und teils tiefe Fahrspuren, viele Steine an der Oberfläche, im unteren Bereich teilweise noch Baumbestand, sonst kein Bewuchs, 1080 m² (7,2%)
- Zone IV: zunehmender Bewuchs mit Gras, außerdem neu angepflanzte, junge Obstbäume (noch wenig Schutz bietend), 2400 m² (16,0%)
- Zone V: durchgehender Bewuchs, ebenfalls junge Obstbäume, am entferntesten Zaun breite Hecke als Windschutz, 2600 m² (17,3%)

Zone VI: Grasnarbe großteils beschädigt, leicht abschüssig zum Bach, 2390 m² (16,0%)

Zone VII: wie Zone V, ebenfalls abschüssig, 5270 m² (35,1%)

Kontrolle: grenzt direkt an die Auslaufläche an, dient als Maschinenabstellplatz und wird somit nicht genutzt, gemäht, o.ä.

Wechselweiden:

In unregelmäßigem Rhythmus wird in Abhängigkeit von Aufwuchsintensität und Nutzung durch die Hennen zwischen zwei Hauptbereichen in Form von Wechselausläufen getauscht. Während die Zone I und der größte Teil der Zone II immer zur Verfügung stehen, ist Zone III immer nur zur Hälfte und dazu entweder IV und V (Wechselauslauf 1) oder VI und VII (Wechselauslauf 2) zugänglich. Im jeweils nicht zugänglichen Teilstück werden, wenn nötig Pflegearbeiten wie z.B. Nachsaaten von übernutzten Flächen oder Mulchen von überständigem Gras durchgeführt.

Zugang zum Grünauslauf besteht abhängig von Witterung und Tageslänge an etwa 250 Tagen im Jahr, jeweils 8-10 Stunden pro Tag. Der Auslauf wird von den Tieren bis zu den stallfernen Zonen sehr gut angenommen. Der Aktionsradius der Herden geht über 100m hinaus. Als zusätzlicher Anreiz für die Tiere werden die Körner komplett im Grünauslauf gefüttert und im Sommer sind auch Tränken auf die Fläche verteilt. Zusätzlich befinden sich im jeweils genutzten Weidebereich 2 „Schattenwagen“ die von Zeit zu Zeit umgesetzt werden. Diese bieten den Hennen zusätzlichen Schutz, den die Bäume z .Z. noch nicht ausreichend bieten können.

Der Auslauf ist außen von einem 1,8 m hohen, festen Zaun umgeben und wird mittels Knotengitter unterteilt. Trotzdem treten relativ häufig Probleme mit Fuchs und teils auch Greifvögeln auf.

Zusammenfassung der für die Nährstoffsituation wichtigsten Faktoren:

- ca. 5 m² Auslaufläche/ Huhn
- langer Zugang und sehr gute Nutzung des kompletten Auslaufes durch die Tiere
- gute Strukturierung des Auslaufes, Wechselweiden
- Fläche seit 2000 als Auslauf genutzt, davor drei Jahre ökologischer Ackerbau, davor 35 Jahre konventionelles Dauergrünland
- leichter Boden mit sehr hohem Sandanteil, 29 Bodenpunkte, 3,3-4,8% Humus, nicht von Grundwasser beeinflusst, teilweise Staunässe
- während des Untersuchungszeitraumes ca. 400 mm Niederschlag, durchschnittliche Bodentemperaturen von <5°C von Anfang Dez. bis Mitte März

4.4 Ergebnisse

Im diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Bodenuntersuchung vom September 2002 bis März 2003 behandelt. In nachfolgender Abbildung sind die $N_{\min}$ -Gehalte unterschiedlicher Probestermine für die jeweiligen Zonen der Auslauffläche zusammengestellt. In der stallnahen, mit Bäumen bewachsenen Zone II wurde im September in der Beprobungstiefe 0-90cm etwa 87 mg $N_{\min}$ -N/kg TS festgestellt. Bis zum März 2003 verringerte sich der Wert um etwa ein Drittel auf ca. 59 mg. In der daran anschließenden Zone III ist eine umgekehrte Entwicklung zu beobachten. Hier wurden im September ca. 25 mg $N_{\min}$ -N/kg TS und im März ein Anstieg auf 35 mg $N_{\min}$ -N/kg TS festgestellt. Die stallferneren Auslauftteile IV/V und VI/VII sowie im Bereich der Kontrollfläche zeigten Werte zwischen 10 und 20 mg $N_{\min}$ -N/kg TS. Die deutlichste Abnahme der $N_{\min}$ -Konzentration zeigt sich in Zone II in 0-30 cm (v.a. durch Nitrat), bei gleichzeitiger Zunahme der Konzentration im Bereich 30-60 cm.

Mineralischer Stickstoff:

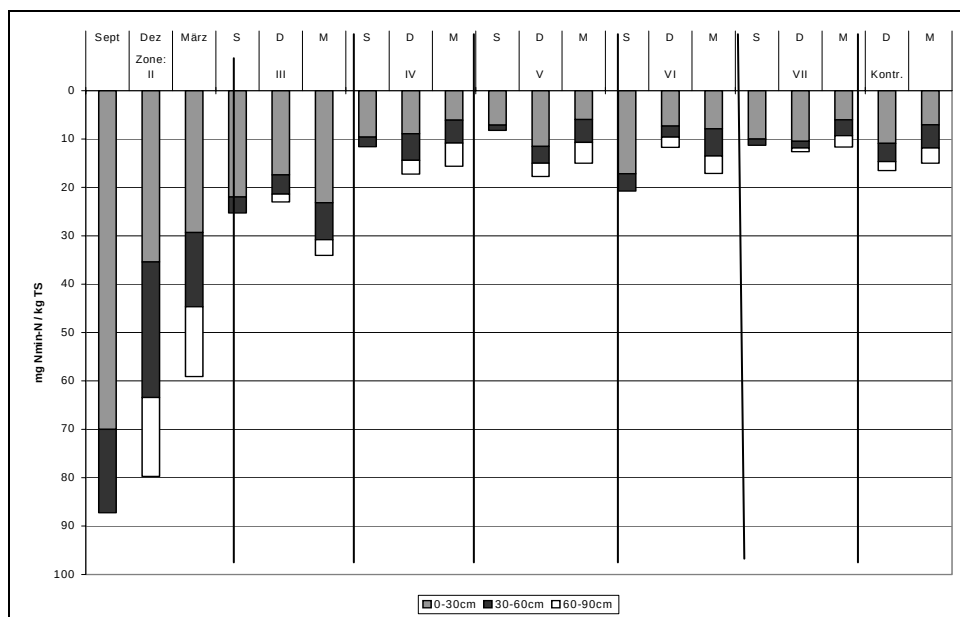


Abbildung 2: Betrieb A: $N_{\min}$ -N-Gehalte

Entwicklungen von Dezember zu März:

Diese Phase ist gekennzeichnet durch Rückgänge der $N_{\min}$ -Konzentrationen in den Zonen II, IV und V, denen konstante Gehalte in Zone VII bzw. Zunahmen in den Zonen III und VI gegenüberstehen. Auffällig für diesen Zeitraum ist, dass in den Zonen III bis VII eine Zunahme der Gehalte in 60-90 cm festzustellen ist. Der Einfluss der im März zusätzlich untersuchten NH_4 -Fraktion spielt in den tieferen Bodenschichten nur in einzelnen Zonen eine kleine Rolle. Die maßgebliche Ursache für die Zunahmen sind die Nitrat-Gehalte in dieser Tiefe. Auch die Nitratwerte in 30-

60 cm nehmen in den Zonen IV bis VII in dieser Zeit leicht zu. Die bereits erwähnten Unterschiede zwischen stallnahen und –fernen Bereichen werden auch aus den Abbildungen 3-5 zur Abweichung vom gewichteten Mittelwert an den drei Beprobungsterminen ersichtlich.

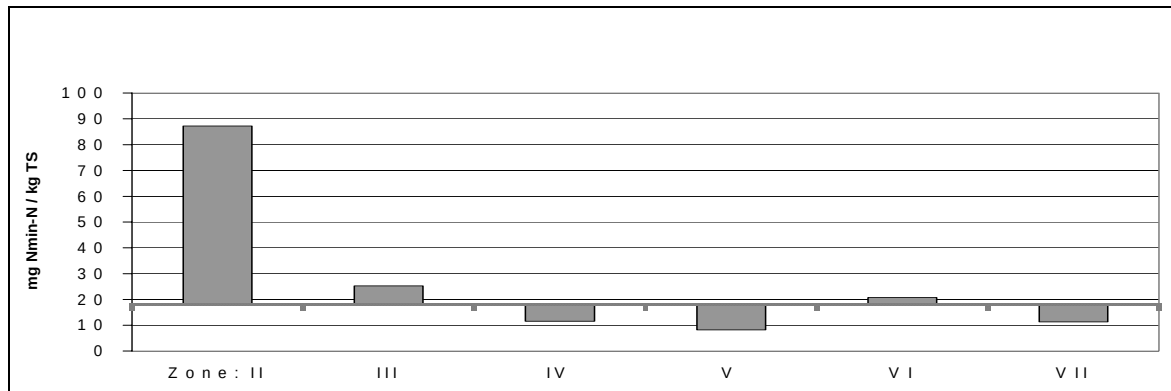


Abbildung 3: Betrieb A: Abweichung v. gew. Mittel 18,0 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im Sept.

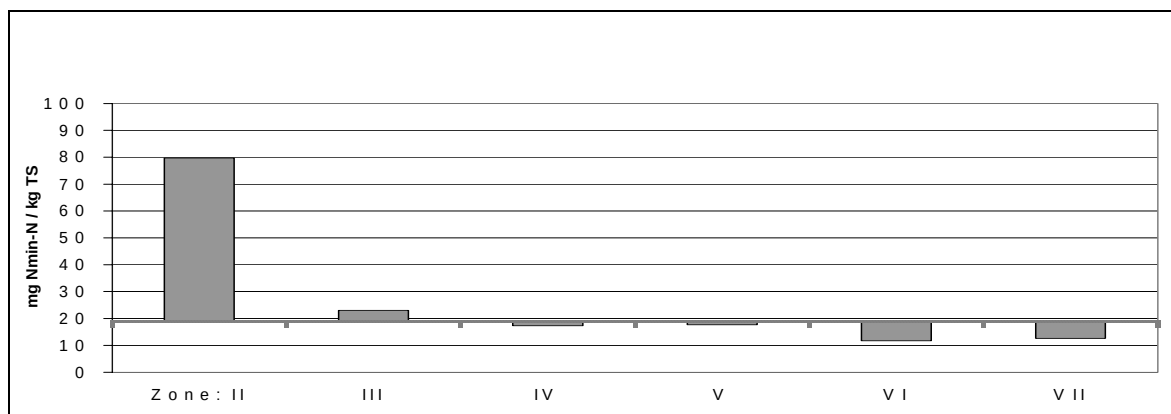


Abbildung 4: Betrieb A: Abweichung vom gew. Mittel 18,9 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im Dez.

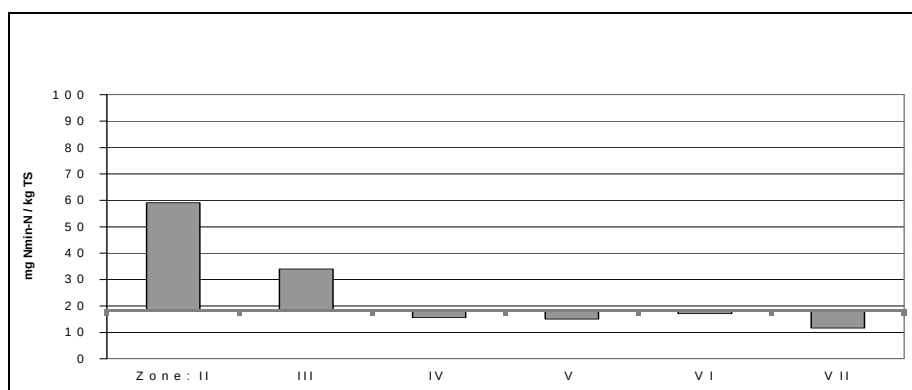


Abbildung 5: Betrieb A: Abweichung vom gew. Mittel 18,2 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im März

Aus den Grafiken ist gut ersichtlich, dass die mittlere Flächenbelastung durch $N_{\min}$ -N auf den „Weideflächen“ nur geringfügig im Laufe des Untersuchungszeitraumes schwankte, wenn die Zone II nicht als solche angesehen wird.

Phosphor:

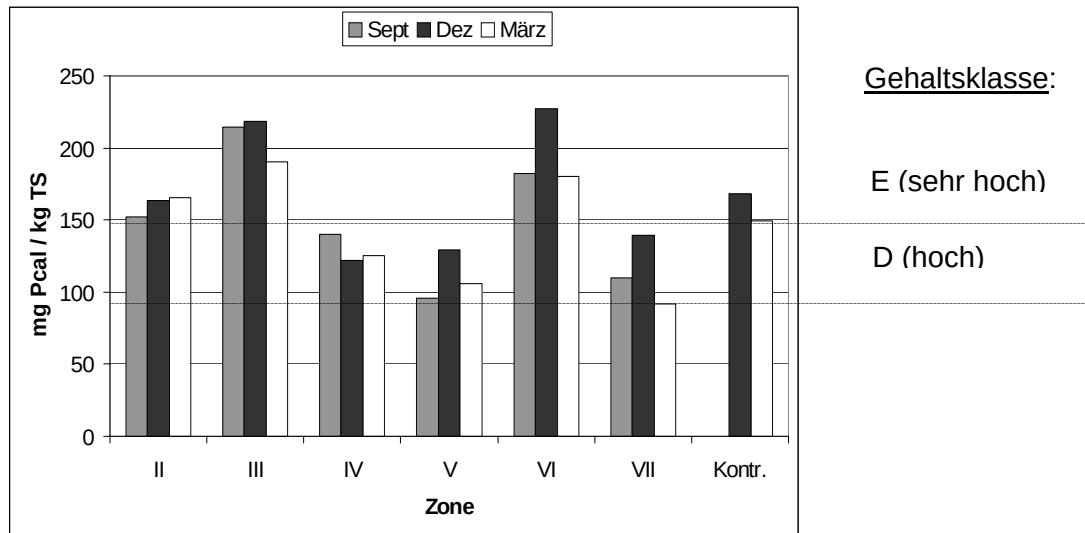


Abbildung 6: Betrieb A: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm

Die Abbildung 6 verdeutlicht, dass sich die Phosphorversorgung der Auslauffläche bereits auf hohem Niveau (Gehaltsklasse D) befindet. Trotz der ständigen Zugänglichkeit von Zone II ist hier ein vergleichsweise geringer Anstieg der P-Gehalte festzustellen. In der Entwicklung der Zonen III und VI spiegelt sich die aktuelle Auslaufzuteilung wider. Die leichten Schwankungen von einem Beprobungstermin zum nächsten unterliegen keinen eindeutigen Tendenzen. Insgesamt ist jedoch eine Abnahme der Werte von Zone III hin zu V und von Zone VI zu VII zu beobachten. Die Entfernung zum Stall und die Nutzungsintensität zeichnen sich ab. Zone II liegt deutlich unter dem Niveau der Zone III; offensichtlich hat der Nadelbaumbewuchs hier einen Einfluss.

Diskussion

Die ungleiche Verteilung der Nährstoffe mit einem Rückgang bei zunehmender Entfernung vom Stall entsprechen den Beobachtungen früherer Untersuchungen und bestätigen die These der Problemzonen im Nahbereich.

Die Ergebnisse für den Herbst mit einer Zunahme der $N_{\min}$ -Gehalte in Zone IV und V, die abnehmenden bzw. konstanten Werten in den Zonen VI und VII gegenüberstehen, sind darauf zurückzuführen, dass in diesem Zeitraum die Tiere vornehmlich die Wechselweide 1 nutzten.

Die abnehmenden Werte in der obersten Schicht der Zone II sind auf abnehmende Nitrat-Konzentration zurückzuführen, was jedoch mit einer Zunahme in 30-60 cm einherging. Dies deutet bereits auf erste Verlagerungstendenzen in dieser stark belasteten Zone zum Ende der Vegetationsperiode hin.

In der Phase von Dezember bis März wurde demgegenüber, entsprechend der Veränderung der Nährstoffgehalte zu urteilen, in erster Linie die Wechselweide 2 mit den Zonen VI und VII genutzt, wobei in der entfernteren Zone VII aufgrund geringerer Nutzungsintensität im Winter offensichtlich kaum mehr Nährstoffe eingetragen wurden.

Die zunehmenden Nitratwerte in den tieferen Bodenschichten der stallferneren Zonen IV bis VII und der Kontrollfläche weisen auf Verlagerungen von Nitrat in relativ geringem Umfang hin.

Die in Zone II konstant überdurchschnittlich hohen Werte in 60-90 cm bei abnehmenden Gehalten in den oberen Bodenschichten weisen auf Verlagerung auf höherem Niveau hin. Die Rückgänge an N_{min} der beiden späteren Termine im Vergleich zu September sind durch Verluste in Form von Auswaschung bzw. Denitrifikation bei gleichzeitig geringem Neueintrag während dieser Phase erklärbar.

Demgegenüber steigt die N_{min} -Konzentration der Zone III in allen Tiefen im März aufgrund stark zunehmender NH_4 -Werte. Eine Ursache für die ansteigenden NH_4 -Werte kann mit der Funktion der Zone III als Zufahrtsweg zur Misthalle in Zusammenhang gebracht werden, weil in der Zeit vor der Beprobung im März Mist ausgelagert wurde. Dadurch sind Transportverluste auf der Zone III nicht auszuschließen, die als Erklärung für die hohen Werte in 0-30 cm sein könnten. Damit nicht zu erklären sind allerdings die ebenfalls hohen NH_4 -Werte in 30-60 cm.

Die Höhe der durchschnittlichen Flächenbelastung im Dezember mit etwa 19 mg N_{min} -N/kg TS entspricht hochgerechnet etwa 74-85 kgN/ha. Zu Beginn des Winters ist dies als durchaus kritisch einzustufen, da Vegetationsruhe besteht. So gibt z.B. die schweizerische Düngungsnorm für die ganze Vegetationsperiode einen Bedarf für eine mittelintensiv genutzte Wiese von 60-80 kg N an (MEIERHANS und MENZI 1995). Da N_{min} -Mengen in diesem Bereich noch am Ende der Vegetationsperiode vorliegen, sind Verlagerungen in tiefere Schichten und entsprechende N-Verluste zu erwarten. Betont sei an dieser Stelle allerdings auch, dass die Höhe der aktuellen mittleren N_{min} -Belastung wohl nicht ausschließlich dem Eintrag durch die Hühner zugeschrieben werden kann. Hier sind noch Nachwirkungen durch die vorangegangene Nutzung (in diesem Fall Grünlandumbruch vor drei Jahren) möglich. Darauf lässt auch das Niveau der Kontrollfläche etwa im Bereich der stallfernen Zonen schließen.

Eine noch kritischere Beurteilung ergibt sich für die Teilflächen, die deutlich über diesem Flächenmittel liegen oder nur spärlich bewachsen sind. Selbst wenn es sich

hierbei um kleiner Areale handelt, bleibt eine übermäßige Nährstoffbelastung in kleinen Teilen des Auslaufes aus Umweltaspekten als kritisch einzustufen

Die hohen Konzentrationen an Phosphat sind angesichts der ebenfalls hohen Gehalte in der Kontrollfläche wohl in erster Linie auf die Vornutzung (v.a. die lange Zeit als intensive Weide, da während der Ackernutzung keine Düngung durchgeführt wurde) zurückzuführen. Zone II nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da hier die Vornutzung seit etwa 30 Jahren in Form von Fichten anders war als auf den anderen Zonen. Ob das geringere Niveau im Vergleich zu Zone III trotz der offensichtlich höheren Einträge (vgl. Stickstoff) durch die Hühner darauf zurückzuführen ist oder auf den stärkeren Entzug durch die Bäume, kann nur vermutet werden. Innerhalb der aufgrund ihrer Vornutzung vergleichbaren Zonen III bis VII ergibt sich deutlich ein Absinken mit zunehmender Stallentfernung.

In der nachfolgenden Grafik ist der zeitliche Verlauf der $N_{\min}$ -Gehalte für den Untersuchungszeitraum in den Zonen zusammengestellt. Es zeigt sich, dass die Zone II den stärksten Schwankungen unterzogen ist und hier die höchsten Werte gemessen wurden. In der Winterperiode von Dezember 2002 bis März 2003 ist ein Rückgang um etwa ein Drittel des Dezemberwertes festzustellen. Ab März 2003 war dann ein rapider Anstieg des $N_{\min}$ -Stickstoffs in der oberen Schicht von 0 bis 30 cm der sich auf etwa 165mg $N_{\min}$ -N belief, wovon allein in der oberen Schicht ca. 115g $N_{\min}$ -N gemessen wurden.

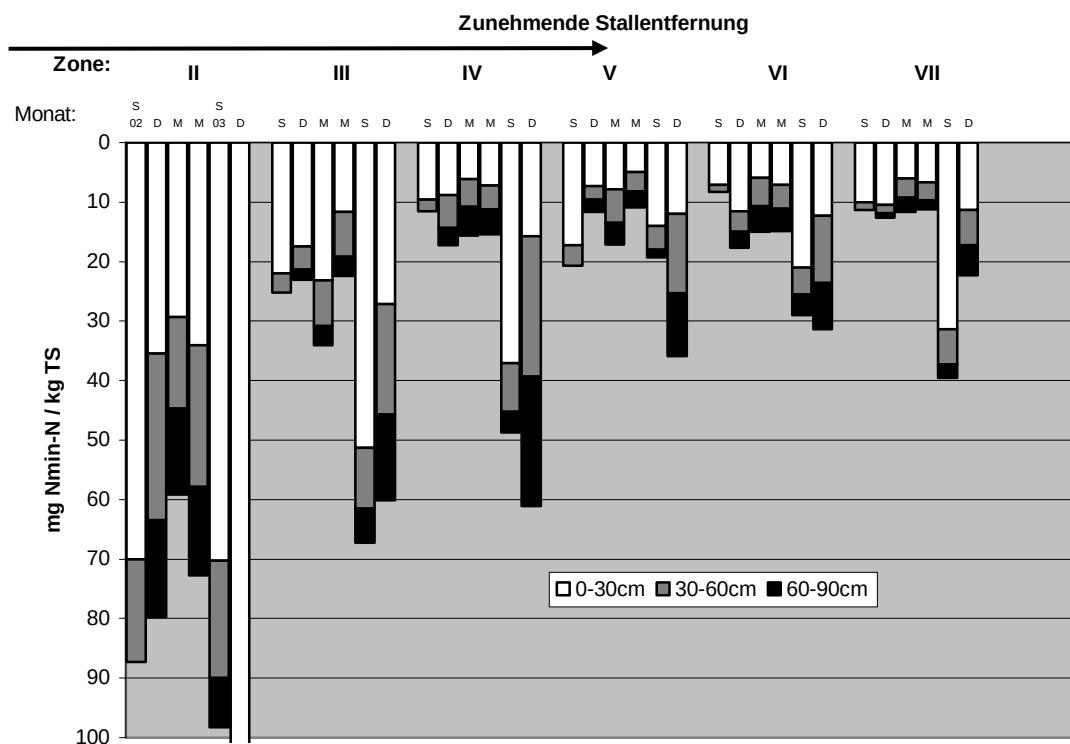


Abbildung 7: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von sechs Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)

In der Zone III sind nicht so hohe Werte festgestellt worden. Zu den Untersuchungsterminen im September und Dezember 2003 zeigt sich ein deutlicher Anstieg der N_{min} -Gehalte mit Verlagerungstendenz zu den unteren Bodenschichten. Die anschließende Zone IV in der Wechselweide 1 zeigt analoge Verhältnisse auf nahezu gleichem Niveau. In der weiter entfernten Zone V ist das Niveau der N_{min} -Werte erkennbar geringer. Aber auch hier ist eine heftige Reaktion in der Zeit von September bis Dezember auszumachen.

Die Zone VI weist für die Termine März und Mai 2003 ähnliche Werte wie die bezüglich der Stallnähe vergleichbare Zone IV auf. Zum September hin fällt hier der Anstieg der N_{min} -Werte geringer aus, weil sie für die Hennen zu einem großen zeitlichen Anteil nicht zugänglich war. Dementsprechend fällt der Anstieg zum September geringer aus. Zum Ende der Untersuchung erreichen die Gehalte im Boden ungefähr das Niveau der Zone V. Gut zu erkennen sind die Verlagerungen des Stickstoffs in der Zeit von September bis Dezember. Die Zone VII in der Wechselweide 2 zeigt bis Ende Mai 2003 nahezu gleich bleibende Bedingungen. Der sprunghafte Anstieg zum September hin ist allerdings nicht erklärlich, weil bis zu diesem Zeitpunkt die Tiere noch keinen Zugang hatten.

5. Betrieb B: Stationärer Volierenstall für 10300 Legehennen

5.1 Haltungungsverfahren

Auf dem Betrieb B befindet sich ein Stallneubau in Teilaussiedlungslage und arrondierter Auslauffläche, der im Herbst 1998 für 10300 Legehennen gebaut. Der Stall hat eine Grundfläche von etwa 650 m², ist mit einer Voliere des Typs „Natura Nova“ von Big Dutchman ausgestattet und hat an Längsseiten angebaut einen überdachten Schlechtwetterauslauf (Wintergarten). Sie sind je 4 m breit und mit Tränke- und Fütterungseinrichtungen versehen. Die Körner werden ein- oder mehrmals täglich von Hand verteilt. Der Wintergarten ist den Tieren ständig zugänglich. Im Sommer 2002 wurde der Stall in vier (vorher zwei) gleich große Abteile unterteilt. Jede Herde umfasst dementsprechend etwa 2600 Tiere.

Die Tiere wurden Ende Juli 2002 im Alter von etwa 15 Wochen eingestallt, waren also zu Beginn des Projektes 21 Wochen alt. Drei der vier Herden bestehen aus Tieren der Herkunft Tetra und LSL, die vierte nur aus Tetra. Diese hatte Zugang zu einer der untersuchten Auslaufflächen (Zone V-VIII).

In der Herde, die die Auslauffläche 1 nutzt, befanden sich 12 Hähne (entsprechend ca. 200 Hennen pro Hahn), in den anderen Herden gibt es keine männlichen Tiere. Die Hennen wurden in einem ähnlichen Volierensystem mit Wintergarten, allerdings ohne Grünauslauf aufgezogen.

5.2 Standortbedingungen

Auch die Auslauffläche ist entsprechend der Einteilung des Stalles seit Sommer 2002 in vier Flächen unterteilt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden davon zwei Flächen beprobt.

Die gesamte Fläche um den Stall herum wurde bis zum Beginn des Stallbaus als Ackerfläche genutzt. Sie wurde bis zu dem Zeitpunkt 1989 im Rahmen der Fruchtfolge ökologisch bewirtschaftet mit v. a. Getreide- und Ackerfutteranbau.

Die Fläche ist drainiert, aufgrund des Alters der Drainage und durch die Erdarbeiten beim Stallbau ist die Funktionsfähigkeit zumindest teilweise in Frage zu stellen. Der beim Stallbau abgetragene Mutterboden wurde im Nahbereich zum Ausgleich des Geländeniveaus um den Stall aufgeschüttet. Dies hatte Beeinträchtigungen der Wasserführung zur Folge, was sich nach Angaben des Betriebsleiters auf die Zonen I der Auslauffläche 1 und auf die Zonen V, VI und z. T. auch noch die Zone VII der Fläche 2 (vgl. Skizze) auswirken könnte.

In der Nähe des an Auslauf 1 angrenzenden Baches kommt es stellenweise zu Staunässebildung, die sich auch auf den Aufwuchs (Sauergäseranhäufungen) auswirkt.

Der Bodentyp ist laut bodenkundlicher Standortkarte (Maßstab 1 : 200 000) eine Parabraunerde auf Löss, teilweise mit Pseudogley-Merkmalen. Unter der mächtigen Löss-Auflage befindet sich Geschiebelehm. Die Qualität dieses Bodens lässt sich auch an der hohen Bepunktung durch die „Reichsbodenschätzung“ von 66 Bodenpunkten in Bachnähe bis zu 86 Bodenpunkten im Bereich der Fläche 2 ablesen. Die Korngrößenanalyse ergab als Bodenart stark tonigen Schluff (Ut3) mit fast 80 % Schluff und über 15 % Ton (vgl. Anhang 1). Diese Bodenart ist laut Reichsbodenschätzung (automatische Übersetzung im Maßstab 1 : 5 000) auch bis in eine Tiefe von einem Meter anzutreffen. Die Humusgehalte liegen in einem für Ackerböden normalen Bereich von 1,5 bis 2,3 %, die niedrigen Werte in Zone V und VI (1,7 bzw. 1,5 %) sind vermutlich auch auf die Vermischung des Oberbodens mit gering humushaltigem Unterboden beim Stallbau zurückzuführen.

Die typischen Wetterdaten dieses Betriebes werden mit etwa 700 mm Jahresniederschlag und 9,5°C Jahresdurchschnittstemperatur beschrieben (Quelle: www.klimadiagramme.de). Für die Phase der Untersuchungen stand eine Wetterstation in etwa 15 km Entfernung zur Verfügung. Demnach waren in der Zeit von Anfang September bis Mitte November die Niederschläge mit etwa 150 mm relativ gering. Die Aufzeichnungen der Bodentemperatur in 5 cm Tiefe zeigen auch hier eine Phase mit niedrigen Temperaturen (< 5°C) von Anfang Dezember 2002 bis Mitte März 2003.

5.3 Auslaufmanagement

Zonierung und Anordnung der beiden Auslauflächen lassen sich der folgenden Skizze entnehmen.

Die erste Auslaufläche (Zone I-IV) hat eine Größe von knapp 1,7 ha, die zweite Fläche (Zone V-VIII) von knapp 1,5 ha. Dies ergibt rechnerisch beim Einstellen der Tiere ein Flächenangebot von 6,6 bzw. 5,8 m² pro Henne.

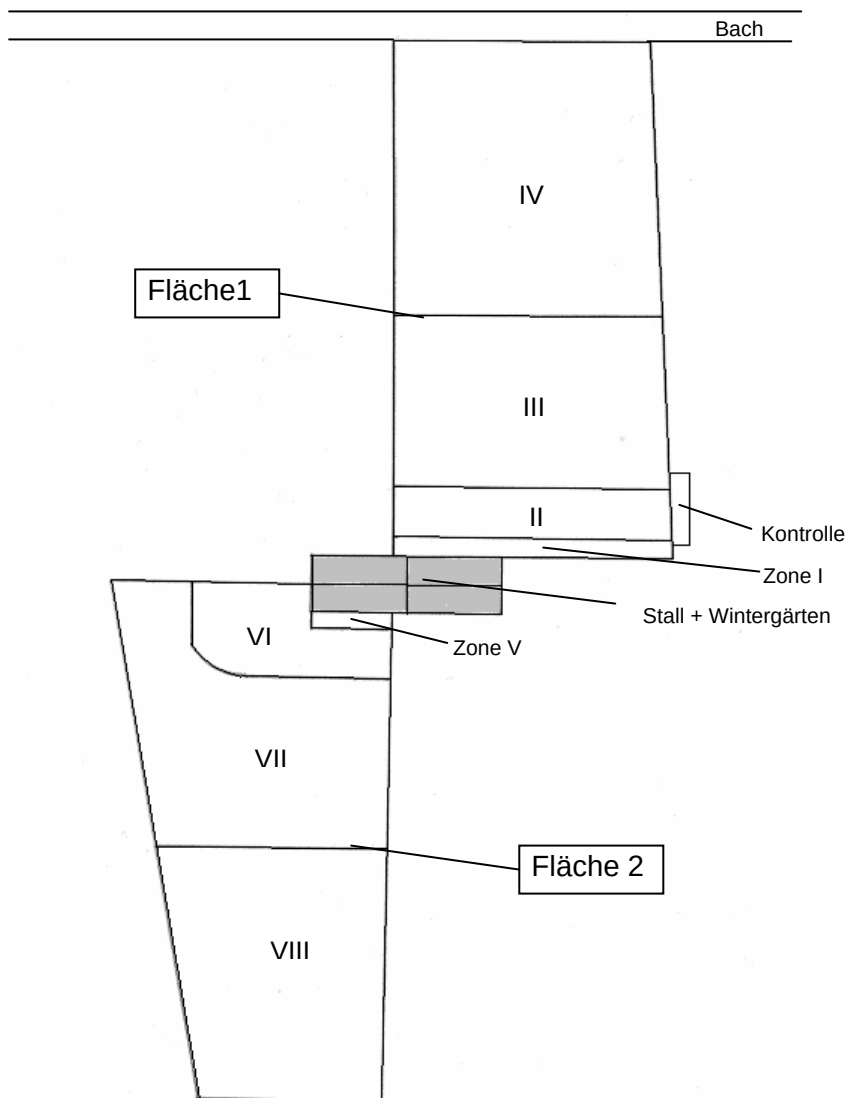


Abbildung 8: Betrieb B: Flächeneinteilung

Charakteristika der einzelnen Zonen:

Zone I: kein Bewuchs, teilweise aufgefüllter und verdichteter Boden mit Schotteraufbau als Wegbefestigung, darauf ca. 20 cm Holzhackschnitzel, die nach jedem Durchgang ausgetauscht werden, Größe: ca. 570 m² (entspricht 3,4% der Auslauffläche 1)

Zone II: spärlicher Bewuchs, ebenfalls noch partiell verdichteter Boden, Anpflanzung von Büschen, die aber bisher relativ wenig Schutz bieten, ca. 1710 m² (10,2%)

Zone III: guter Bewuchs, Grasnarbe intakt, ca. 5640 m² (33,5%)

Zone IV: guter Bewuchs, zum Ende hin mit feuchten Stellen, ca. 8915 m² (53,0%)

Zone V: Nahzone des Auslaufes 2, ebenfalls verdichteter und aufgeschütteter Boden mit ca. 20 cm Holzhackschnitzel, ca. 190 m² (1,3% der Auslauffläche 2)

Zone VI: zunehmender Bewuchs, komplette Zone mit Büschen bepflanzt, die ebenfalls noch sehr klein sind, ca. 1980 m² (13,3%)

Zone VII: intakte Grasnarbe, ca. 6160 m² (41,5%)

Zone VIII: intakte Grasnarbe, ca. 6510 m² (43,9%)

Kontrolle: grenzt direkt an die Auslauffläche 1 an, frisch angepflanzter, eingezäunter Heckenstreifen, der sonst nicht genutzt wird, wird auf der anderen Seite von einem Zufahrtsweg begrenzt

Abgesehen von den jungen Büschen befinden sich als Strukturelemente noch mobile Schattenwagen als Schutzdach etwa an der Grenze zwischen Zone III und IV bzw. VII und VIII als Stützpunkte. Ansonsten handelt es sich bei beiden Ausläufen um freie, ebene Flächen.

Die vier Teilstücke sind sowohl nach außen als auch voneinander durch 1,80 m hohe, feste Zäune getrennt. Um die stallnahen Bereiche nicht zu sehr zu strapazieren, werden die Tiere bei guter Annahme des Auslaufes mit Hilfe von flexiblen Zäunen in einer Art Korridor zu den entfernten Flächen geleitet. Aufgrund von Krankheitsproblemen kurz nach dem Einstellen der Junghennen verzögerte sich die Grünauslaufphase bis in den Oktober, wobei sich die Tiere nicht nennenswert vom Stall entfernten.

Die Fütterung von Körnern findet auch im Grünauslauf statt und während der frostfreien Periode befinden sich ebenfalls Tränken auf der Fläche.

Die Grünlandfläche ist ursprünglich aus einer Untersaat aus Deutsches Weidelgras und Weißklee entstanden. In den stallfernen Bereichen ist der Klee noch gut erhalten, im stallnahen Bereich wurden später horstbildende Gräser wie Wiesenschwingel, u.ä. nachgesät. Für die Auslaufpflege von überständigem Aufwuchs werden neben dem Mulchmäher auch zeitweilig Schafe oder Mastrinder eingesetzt. Für die Untersuchung können sich hierdurch Verfälschungen ergeben, wenn in eine Einstichprobe oberflächlich nicht mehr sichtbare Kotstellen mit einbezogen wurden. Probleme mit Greifvögeln treten auf diesem Betrieb relativ selten auf, dafür ist der Fuchs laut Aussagen des Betriebsleiters ein ernstes Problem.

Zusammenfassung der für die Nährstoffsituation wichtigsten Faktoren:

- 6,6 bzw. 5,8 m² Auslauffläche/ Huhn
- geringe Zugangszeit und sehr schlechte Nutzung des Auslaufes durch die Tiere, Nutzung während des Untersuchungszeitraumes fast ausschließlich in Stallnähe und erst ab Oktober
- geringe Strukturierung des Auslaufes im Stall entfernten Bereichen
- Fläche seit 1999 als Auslauf genutzt, davor zehn Jahre ökologischer Ackerbau, davor konventioneller Ackerbau

- schwerer, guter Lössboden mit sehr hohem Schluffanteil und hohem Tongehalt, 66-86 Bodenpunkte, 1,5-2,3 % Humus, nicht grundwasserbeeinflusst, teilweise Staunässe
- Beeinflussung des Bodens durch den Stallbau

5.4 Ergebnisse

Mineralischer Stickstoff⁴:

Auch bei diesem Betrieb zeigen sich auf der Fläche 1 deutliche Unterschiede bei den $N_{\min}$ -Konzentrationen zwischen Nah- und Fernbereich. Auffällig ist auch, dass die zwei stallnahen Zonen I und V sich aber auch in ihren Werten nochmals deutlich unterscheiden. Während in der Zone I Werte von bis zu 80 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im Boden vorhanden sind, bewegen sich die Werte der Zone V bis etwa 50mg. Die stallfernen Bereiche liegen davon nochmals deutlich abgesetzt niedriger mit etwa 10 mg $N_{\min}$ -N/kg TS.

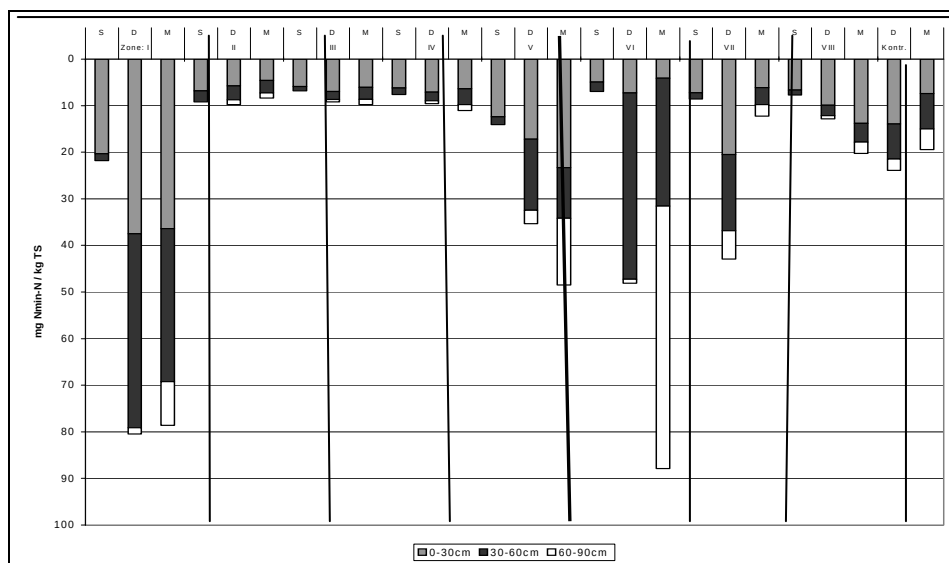


Abbildung 9: Betrieb B: $N_{\min}$ -N-Gehalte

Entwicklungen von September zu Dezember:

Ein sehr deutlicher Anstieg an $N_{\min}$ zeigt sich bei Fläche 1 in der stallnahen Zone. Dieser Anstieg ist auf die zusätzlich in 30-60 cm untersuchte NH_4 -Fraktion zurückzuführen und auch durch einen sehr deutlichen Anstieg an NH_4 in den oberen

⁴ Da die Fläche 2 aufgrund der Erdarbeiten beim Stallbau offensichtlich so gestört war, dass die Ergebnisse der $N_{\min}$ -Untersuchungen keine Rückschlüsse auf die Einflüsse der Legehennen bezüglich Stickstoffeintrag zuließen, werden im Folgenden lediglich die ermittelten Werte in Abbildung 9 dargestellt. Auf eine Erklärung und Diskussion der Gehalte wird verzichtet. Zur Problematik von Ammonium in tieferen Bodenschichten vgl. Kapitel 10.

30 cm. In den stallferneren Zonen finden sich in diesem Zeitraum kaum nennenswerte Zunahmen.

Entwicklungen von Dezember zu März:

Die Werte in der Fläche 1 zeigen sich in allen Zonen relativ konstante $N_{\min}$ -Werte in 0-90 cm, Zone I bleibt dabei auf sehr hohem Niveau. Nach Untersuchungen sind auch hier über die Winterzeit bei Nitrat leichte Anstiege in 60-90 cm zu verzeichnen, bei den Zonen III und IV auch in 30-60 cm.

Auch auf diesem Betrieb stand eine Kontrollfläche erst ab Dezember zur Verfügung. Auffallend sind hier im Vergleich zu den stallfernen Zonen II bis IV deutlich höhere Werte bei beiden Beprobungsterminen, die vorwiegend auf hohe Nitratwerte zurückzuführen sind.

Betrachtet man die gewichteten Mittelwerte der Fläche 1 an den drei Terminen, ergibt sich folgendes Bild:

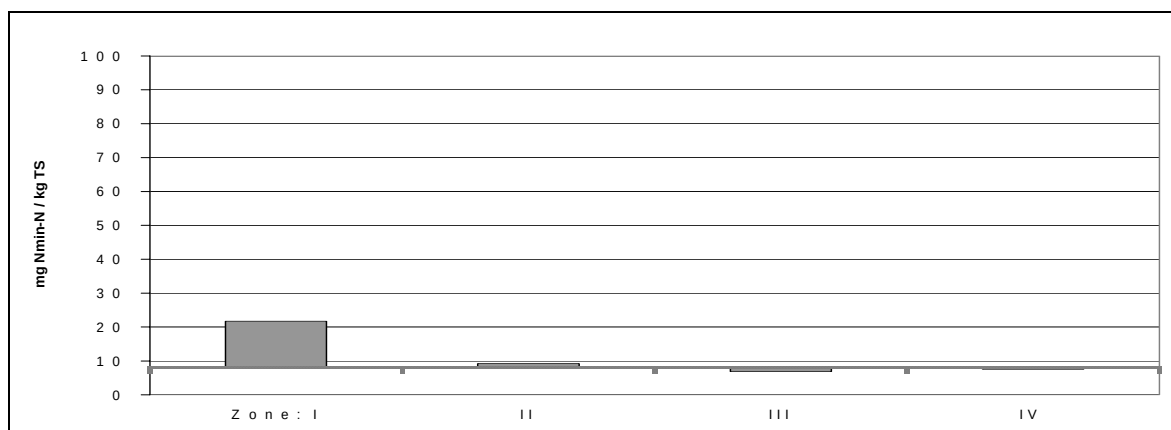


Abbildung 10: Betr. B, Fl. 1: Abweichung v. gew. Mittel 8,0 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im Sept.

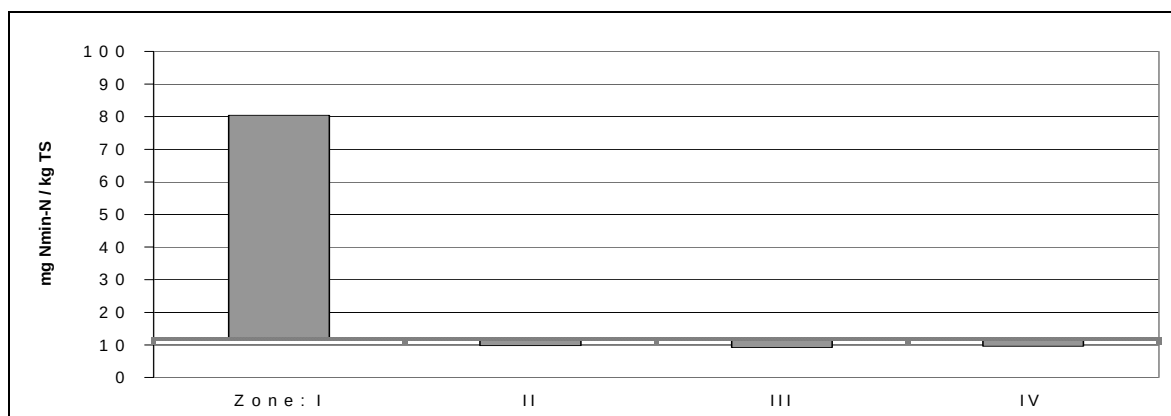


Abbildung 11: Betr. B, Fl. 1: Abweichung v. gew. Mittel 11,9 mg $N_{\min}$ -N/kg TS im Dez.

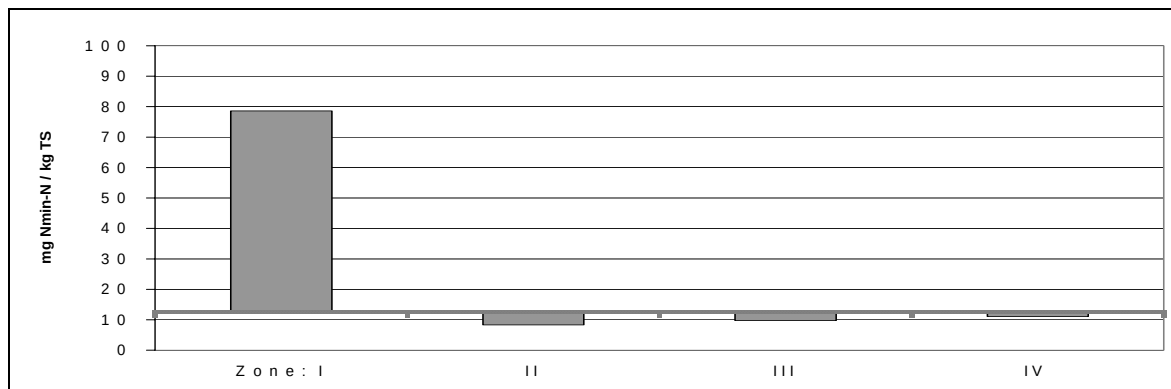


Abbildung 12: Betr. B, Fl. 1: Abweichung v. gew. Mittel 12,6 mg N_{min}-N/kg TS im März

Aus den Abbildungen 10 bis 12 wird ein leichter Anstieg der durchschnittlichen Flächenbelastung von September zu Dezember erkennbar. Über Winter steigt die Belastung bis März nur noch geringfügig an. Deutlich zu erkennen ist auch die weit über dem Mittel liegende Belastung in der stallnächsten Zone ab Dezember, die auch über die Sickerwasserperiode nur geringfügig abnimmt. Die anderen Zonen liegen zu allen Zeitpunkten nur unerheblich über bzw. meist unter dem Flächenmittel.

Phosphor:

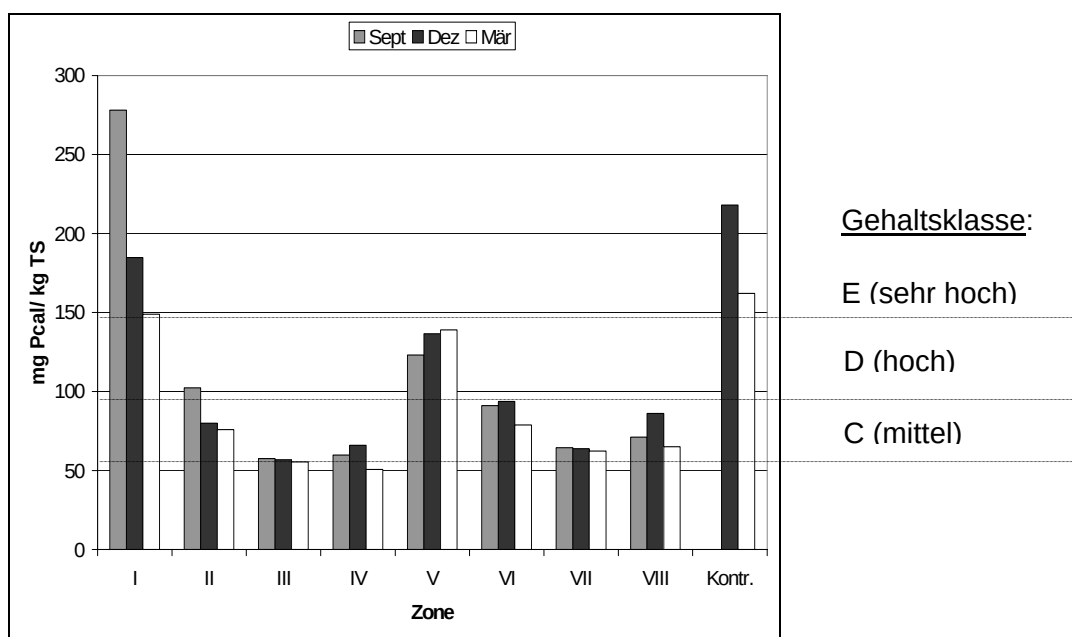


Abbildung 13: Betrieb B: P_{cal}-Gehalte in 0-30 cm

Die Phosphorgehalte bei Betrieb B befinden sich, wie aus Abbildung 13 ersichtlich wird, im sehr hohen (Zone I und Kontrolle), hohen (Zone V) bzw. mittleren (restliche Zonen) Bereich. Es zeichnet sich dabei eine deutliche Abhängigkeit der Phosphorgehalte von der Stallentfernung ab. In beiden untersuchten Flächen sanken

sie mit zunehmender Entfernung vom Stall ab, steigen allerdings in den entferntesten Zonen geringfügig wieder an.

In Zone I nehmen die Gehalte von Termin zu Termin ab, In den anderen Zonen sind nur leichte Schwankungen der Werte festzustellen, die keiner eindeutigen Tendenz unterliegen.

Auffällig sind außerdem die sehr hohen Phosphorgehalte der Kontrollfläche, die zu beiden Beprobungsterminen noch über der ansonsten am stärksten belasteten Zone I liegen. Eine plausible Erklärung hierfür ist jedoch nicht herzuleiten.

Diskussion

Aufgrund der bereits beschriebenen Probleme und der daraus resultierenden langen Phase ohne Hühner auf der Fläche, ist der Anstieg von September zu Dezember in Zone I in erster Linie auf die ab Anfang Oktober sich vorwiegend dort aufhaltenden Tiere zurückzuführen. Dementsprechend liegen die Werte in dieser Zone auch sehr deutlich über der durchschnittlichen Flächenbelastung. Da die entfernteren Zonen kaum von den Tieren genutzt wurden, erscheinen auch die dort nur unwesentlichen Zunahmen plausibel.

Hinzu kommen die zusätzlich vorgenommenen Untersuchungen zu NH_4 in tieferen Schichten, die teils erhebliche NH_4 -Gehalte ergaben.

Das Ansteigen der Nitratwerte in den tieferen Schichten aller Zonen deutet bereits auf leichte Verlagerungstendenzen von Nitrat hin. Die Verluste in Form von Auswaschung und Denitrifikation scheinen aber selbst in der stark belasteten Zone I relativ gering zu sein. Dies verwundert nicht, da es sich bei diesem Boden um tonigen Schluff handelt, der nach HEß et al. (1992) lediglich als mittel bis gering für Auswaschungen gefährdet eingestuft wird. Hinzu kommen vermutlich noch Verdichtungen in tieferen Schichten aufgrund der Bautätigkeiten. Ein Großteil der N_{min} -Belastung in Zone I liegt in Form von Ammonium vor. Nach den Untersuchungsergebnissen vom März sind diese in der Tiefe von 60-90 cm in deutlich geringer als in den beiden oberen Schichten.

Die gewichteten Mittelwerte N_{min} -Gehalte der Hauptfläche liegen auf relativ niedrigem Niveau. Ob dies ganz oder teilweise auf die geringe Nutzung des Auslaufes durch die Tiere oder auf die Standortbedingungen zurückzuführen ist, kann nicht gesichert identifiziert werden. Hierzu wäre eine Untersuchung zu einem anderen Zeitpunkt mit Tieren, die den Auslauf besser nutzen, sinnvoll. Besonders deutlich werden durch das relativ niedrige Flächenmittel die stark erhöhten Werte in der flächenmäßig kleinsten, stallnächsten Zone.

Überraschend sind auch die hohen N_{min} -Werte der Kontrollfläche. Zu erwarten wären

Werte im Bereich der angrenzenden Zonen II und III (da diese gering von den Tieren genutzt wurden). Diese werden jedoch v. a. im Dezember deutlich überschritten. Ob die hohen Werte auf mögliche Erdbewegungen beim Pflanzen der Büsche in diesem Bereich oder auf die Vornutzung (evtl. Vorgewende, als die Fläche noch beackert wurde) zurückzuführen sind, kann nur vermutet werden und nicht eindeutig bestimmt werden. In jedem Fall war die Fläche für eine Kontrolle ungeeignet und Vergleiche mit der genutzten Fläche erscheinen nicht sinnvoll. Auch die Phosphatwerte liegen in der Kontrolle unerklärlich hoch.

Der Gradient der Phosphorgehalte mit zunehmender Entfernung vom Stall in den beiden Auslaufflächen lässt auf erste Anreicherungstendenzen von Phosphat durch Hühnerkot schließen.

In der nachfolgenden Grafik ist der Verlauf der N_{min} -Gehalte für den gesamten Untersuchungszeitraum in den Zonen I bis IV zusammengestellt. In der Zone I kommt es in unmittelbarer Stallnähe in der Zeit von September bis Dezember 2002 zu einem sprunghaften Anstieg des N_{min} -Gehaltes im Bereich 0 bis 60cm, der im wesentlichen auf dem Niveau stehen bleibt. Es kommt jedoch zu Verlagerungen, so dass die Gehalte in den Bereichen 30 bis 60cm und 60 bis 90 cm ansteigen.

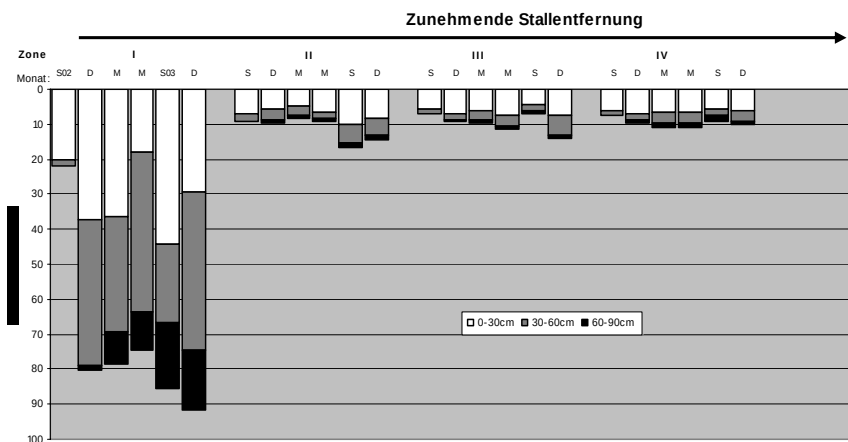


Abbildung 14: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B)

In den Zonen II, III und IV sind die Gehalte wesentlich geringer. Der N_{min} -Stickstoff unterliegt hier auch nicht einer so starken Verlagerung wie in Zone I. Deutliche Nährstoffentzüge durch den Aufwuchs sind in den Zonen III und IV aber nicht zu erkennen. Ein leichter Rückgang des N_{min} -Gehaltes in der Zeit vom Mai bis September 2003 lassen dies ansatzweise vermuten.

6 Betrieb C: Teilmobiler Volierenstall auf Kufen für 900 Legehennen

Durch die Mobilität dieses Stallsystems musste eine andere Art der Beprobung gewählt werden. Aufgrund wechselnder Weideparzellen erfolgte die Probenahme jeweils beim Versetzen des Stalles, also zu Beginn und zum Ende der Nutzungszeit einer Teilfläche. Es ergaben sich somit zwei Untersuchungszeiträume: Anfang September bis Anfang Oktober und Mitte Dezember bis Anfang März. Zwischen diesen beiden Zeiträumen stand der Stall außerhalb der untersuchten Fläche (vgl. Abbildung 16)

6.1 Haltungsverfahren

Seit April 2001 wird auf diesem Betrieb Legehennenhaltung in einem teilmobilen Kufenstall (System „Mobilstall Würdekemper“) der französischen Firma Le Triangle (Vertrieb in Deutschland: Würdekemper Kollenberg GbR) betrieben. Auf 120 m² Stallgrundfläche werden unter Verwendung einer Voliere des Typs Öko-Voletage, Typ 4 der Firma Volito 900 Legehennen gehalten. Es handelt sich hierbei um Tiere der Herkunft Tetra, die zu Beginn des Projektes ein Alter von ca. 27 Wochen hatten. Der Stall hat eine ähnliche Bauweise wie ein Gewächshaus-Folientunnel (vgl. Abbildung 15). Ein Rahmen aus verzinkten Metallelementen ist mit einer doppelten Schicht PVC-Plane als Dachabdeckung bespannt, dazwischen befindet sich Mineralwolle als Isolierung. Die Längswände bestehen aus verzinktem Sandwich-Paneels mit 40 mm Isolierung, oben anschließend befindet sich engmaschiges Drahtgeflecht mit einem Vorhang aus PVC-Plane. Dieser Vorhang dient der Steuerung der Lüftung und des Tageslichteintritts. Die ebenfalls aus Sandwich-Paneel bestehenden Frontwände enden etwa 35 cm über dem Boden, so dass beim Versetzen der Stall über die Mistmatratze hinweg gezogen werden kann. Der Stall hat keinen eigenständigen Boden, sondern steht auf mehreren Metallkufen, und wird auf diesen, durch einen Schlepper gezogen, versetzt. (MÖBIUS 2001)

Ab einer Temperatur von ca. –10°C wird der Stall zusätzlich beheizt. Ein überdachter Auslauf war auf diesem Betrieb nicht vorhanden, kann auf Wunsch jedoch geliefert werden.

Derzeit sind keine Hähne in der Herde. Die Hennen wurden in einem Voliersystem mit Wintergarten ohne Grünauslauf aufgezogen.



Abbildung 15: Kufenstall System "Wördekemper" (Quelle: www.mobilstall.de)

6.2 Standortbedingungen

Die Auslauffläche war vor Aufnahme der Legehennenhaltung im April 2001 auch extensives Grünland, das vorwiegend als Weide für Schafe und Rinder genutzt wurde. Seit 1994 wird der Betrieb ökologisch bewirtschaftet.

Auf diesem Standort ist der Bodentyp Niedermoor mit einem Grundwasserstand von ca. einem Meter vorzufinden. In niederschlagsreichen Zeiten steigt das Wasser gelegentlich noch höher (bei der Beprobung im März waren alle Proben in 60-90 cm wassergesättigt, Grundwasser stand also bis in etwa 0,5 m Tiefe an). Das Ausgangsmaterial dieses Bodens ist laut bodenkundlicher Standortkarte (1 : 200 000) Niedermoortorf über fluviatilen Sand. Landwirtschaftlich nutzbar wurde dieses Gebiet erst durch Entwässerungsmaßnahmen in den 60er Jahren. Hierbei wurde reiner Sand auf die Fläche aufgetragen und durch Tiefpflügen eingearbeitet. Daraus ergeben sich auch heute noch wechselnde Schichten analog der wendenden Arbeit des Pfluges aus der ursprünglich stark humosen Schicht und dem eingearbeiteten, reinen Sand. Die Fläche wurde in der Reichsbodenschätzung mit 29 Bodenpunkten bewertet. Die Korngrößenanalyse ergab als Bodenart schwach tonigen Sand (St2) mit fast 90% Sand- und gut 8% Tonanteil. Es ergaben sich bei der Analyse auch für Grünland überdurchschnittlich hohe Humusgehalte von 6,4 bis 12%, die allerdings für Moorboden sehr niedrig liegen. Auch diese Tatsache kann eigentlich nur auf die Vermischung des eigentlichen Bodenmaterials mit reinem Sand zurückgeführt werden.

Die untersuchte Fläche ist eben und mit einer bedingt funktionsfähigen Drainage ausgestattet, die in ein Grabensystem am Rande der Fläche mündet.

Die typischen Klimadaten des Betriebes werden mit 650 mm Jahresniederschlag und 9,2°C mittlerer Jahrestemperatur angegeben (Quelle: www.klimadiagramme.de). Für den Untersuchungszeitraum standen die Daten einer Wetterstation in unmittelbarer

Nähe zum Betrieb (Entfernung etwa 2 km) zur Verfügung. Aus deren Aufzeichnungen (vgl. Anhang 51) wird deutlich, dass in der Zeit Anfang Oktober 2002 bis Anfang Februar 2003 eine mittlere Niederschlagsmenge von etwa 270 mm fiel. Die Bodentemperatur lag auch hier von Mitte Dezember 2002 bis Anfang März 2003 auf sehr niedrigem Niveau (unter 5°C).

6.3 Auslaufmanagement

Die Auslaufläche und deren Einteilung ist auf der folgenden Skizze dargestellt:

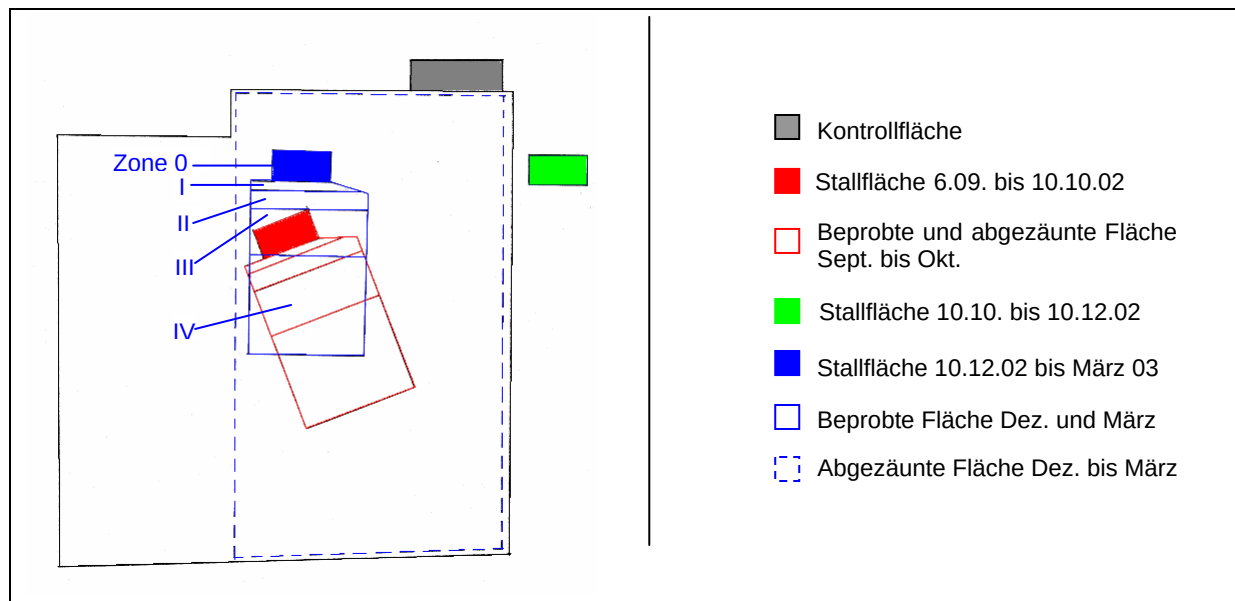


Abbildung 16: Betrieb C: Flächeneinteilung

Die Hauptauslaufläche für die Hühner hat eine Gesamtgröße von ca. 1,3 ha, es werden den Tieren aber je nach Standort des Stalles immer nur kleine Teilstücke als Portionsweide zugeteilt. Dementsprechend stehen den Tieren insgesamt gut 14m²/Tier zur Verfügung. Zu Beginn der Untersuchungen stand den Hennen durchschnittlich eine Fläche von ca. 1,5 m²/ über einen Zeitraum von 4 Wochen zur Verfügung.

Beprobte wurden wie oben angesprochen eine sog. Herbst- (September bis Oktober) und eine Winterfläche (Dezember bis März). Stellfläche und dazugehöriger Auslauf von Oktober bis Dezember befanden sich außerhalb der eigentlich vorgesehenen Hühnerfläche und wurden nicht untersucht.

Das Versetzen des Stalles erfolgt durch einfaches Ziehen auf den Kufen mit geeigneten Zugmaschinen. Daraus ergibt sich eine starke Abhängigkeit von den jeweiligen Bodenverhältnissen, da der Zugwiderstand aufgrund der Reibungskräfte der vielen Kufen beträchtlich sein kann. Hinzu kommt die Gefahr, dass sich der Stall

bei Kurvenfahrten durch die auftretenden seitlichen Scherkräfte leicht „verziehen“ kann. Die Mobilität wird somit stark eingeschränkt durch Witterung (trockener Boden oder Frost nötig) und die fehlende Steuerungsmöglichkeit des Stalles (am besten wäre laut Aussage des Betriebsleiters eine lange, schmale Fläche, auf der der Stall immer einige Meter weiter gezogen werden könnte, ohne Kurvenfahrten nötig zu machen). Vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen wurde der Stall auf Betrieb C seit seiner Inbetriebnahme im April 2001 bis Untersuchungsbeginn zweimal versetzt, die beiden in diesem Abschnitt untersuchten Flächen überschneiden sich dabei.

Ab Dezember musste aufgrund von entsprechenden Auflagen der zuständigen Behörde die Portionsweide an jedem Standort eine Mindestgröße von 4m² je Henne ständig zur Verfügung stellen⁵. Da sich die Tiere laut Betriebsleiter in den kalten, nassen Wintermonaten jedoch kaum vom Stall entfernten, was auch am Zustand der Grasnarbe zu erkennen war, wurde dasselbe Beprobungsschema wie im Herbst angewandt (jeweils ca. 0,15 ha beprobte Fläche). Die Zonierung wird in Abbildung 16 anhand der Winterfläche aufgezeigt.

Am Ende Nutzungszeiträume ließen sich folgende Merkmale für die einzelnen Zonen beschreiben:

Zone 0: Standfläche des Stalles, zerstörte Grasnarbe, Reste der Einstreu

(v. a. Rindenmulch), 8,2 % der zugeteilten Fläche

Zone I: Grasnarbe ebenfalls komplett zerstört, zahlreiche „Sandbadestellen“, 4,3 %

Zone II: Grasnarbe weitgehend zerstört, 10,3 %

Zone III: Grasnarbe weitgehend intakt, aber kaum Bewuchs, 25,7 %

Zone IV: Grasnarbe intakt, Bewuchs vorhanden, 51,5 %

Kontrolle: grenzt an die Auslaufläche an, wird als Abstellplatz für Maschinen genutzt. Die zur Verfügung stehende Fläche wird von den Tieren unterschiedlich gut genutzt. Bei der Herbstfläche befand sich als Strukturelement ein Anhänger als mobiler Schattenwagen im Grenzbereich zwischen Zone III und IV, ansonsten ist die Fläche nicht weiter strukturiert. Die Gesamtfläche ist nicht für Legehennen eingezäunt, nur jeweils die Teilstücke werden mittels elektrischem Knotengitter abgetrennt. Im Auslauf werden Körner gefüttert, nach Bedarf werden zusätzlich Behälter mit Muschelkalk draußen aufgestellt.

Zugang zum Auslauf wird witterungsabhängig an etwa 250 Tagen im Jahr jeweils ab 9 Uhr bis zur Dämmerung gewährt. Während der Winterphase von Dezember bis März war der Zugang zum Auslauf nur sehr eingeschränkt gegeben. Der Stall wurde

⁵ Die Auslegung dieser Vorschrift wird bisher noch unterschiedlich gehandhabt. Während einige Behörden darauf bestehen, dass ständig 4m² pro Tier zur Verfügung stehen, genehmigen andere bei mobilen Stallsystemen oder Wechselweiden kleinere Teilstücke, wenn die geforderten 4m² insgesamt zur Verfügung stehen. Letztere Auslegung ist für die gezielte Weideführung der Tiere und eine phasenweise Entlastung von Teilen des Auslaufes mittels Wechselweiden oder Mobilställen als praktikabler einzustufen.

bei Frost im Dezember versetzt, der Zaun konnte jedoch erst Ende Januar wieder aufgebaut werden. Von diesem Zeitpunkt bis zur Beprobung im März war wie oben erwähnt von einer Nutzung aufgrund der schlechten Witterung allerdings nur im unmittelbaren Nahbereich des Stalles zu sprechen.

Auf der Weidefläche wurde 1995 Klee gras angesät, der Kleeanteil ist bis heute erhalten. Bei Bedarf wird die Fläche gemäht und das Mähgut abgefahren.

Trotz der nicht vorhandenen festen Außeneinfriedung gibt es kaum Probleme mit Füchsen, nur Greifvögel sind ein Problem.

Zusammenfassung der für die Nährstoffsituation wichtigsten Faktoren:

- 14 m² Auslauffläche/ Huhn, davon ca. 4 m²/ Tier zugänglich
- geringe Mobilität des Stalles (viermal versetzt in zwei Jahren)
- langer Zugang und sehr gute Nutzung des Auslaufes durch die Tiere im Herbst
- nur teilweise zugänglich und dann sehr geringe Nutzung im Winter
- teilweise Überschneidung der Herbst- und Winterfläche
- geringe Strukturierung des Auslaufes, jedoch kurze Stallentfernung wegen kleiner Gruppen- und Auslaufgröße
- Fläche seit 2001 als Auslauf genutzt, davor sieben Jahre ökologisches Grünland, davor konventionelles Grünland
- Niedermoorboden mit sehr hohem Sandanteil, 29 Bodenpunkte, hohe, z.T. sehr unterschiedliche Humusgehalte (6,3-12 %), stark grundwasserbeeinflusst
- während des Untersuchungszeitraumes ca. 270 mm Niederschlag, durchschnittliche Bodentemperaturen <5°C von Mitte Dez. bis Mitte März

6.4 Ergebnisse

Herbstfläche: *Mineralischer Stickstoff*:

In der Abbildung 17 sind die Ergebnisse der N_{min}-Untersuchungen der Herbstfläche im September und Oktober zusammengestellt. Um den weiteren Verlauf der Stickstoffvorräte im Boden zu dokumentieren, wurde die am stärksten belastete Teilfläche (der Stallstandort 0) auch im Dezember und März beprobt.

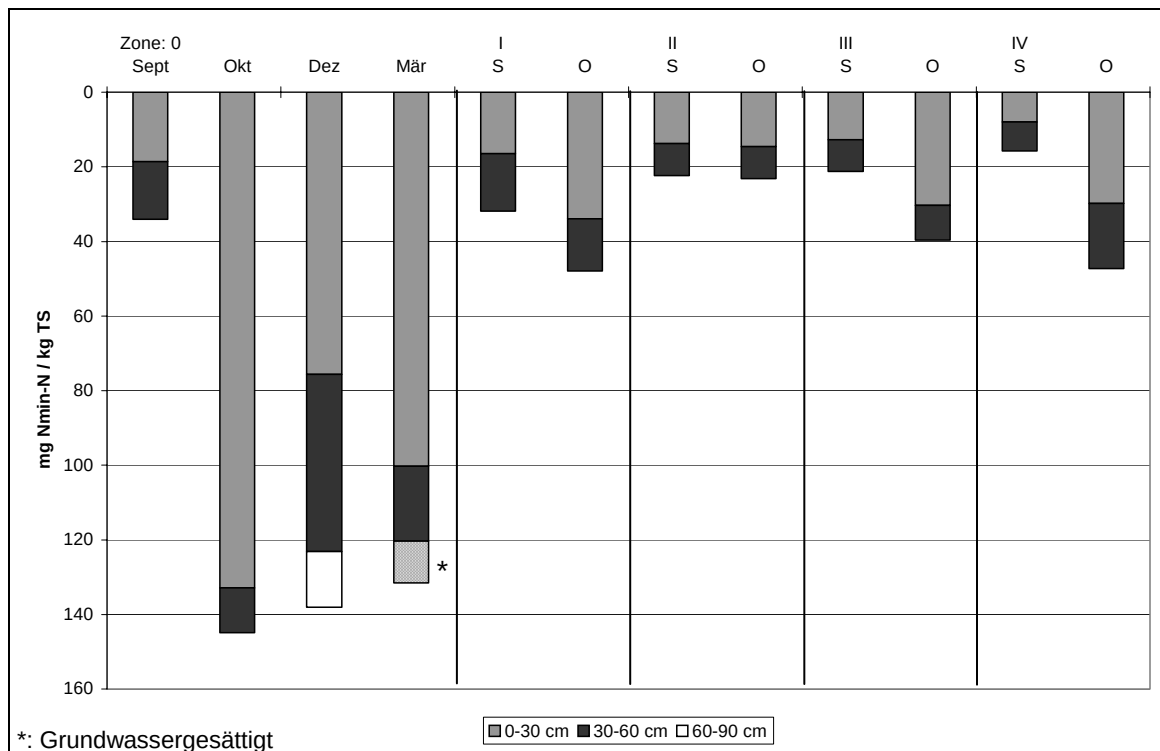


Abbildung 17: Betrieb C, Herbstfläche: N_{min} -N-Gehalte

Aus der Grafik wird deutlich, dass bereits die September-Werte ein leichtes Gefälle von der Zone I zur Zone IV hin aufweisen. Nach der vierwöchigen Nutzungsphase ergibt sich ein erwartungsgemäß sehr starker Anstieg unter der Stall-Standfläche. Die Auslaufzonen I, III und IV weisen vergleichsweise geringe Zunahmen der N_{min} -Werte auf. Dies ist im wesentlichen auf die Steigerung der NO_3 -Gehalt aller Zonen in dieser Phase zurückzuführen und dies in besonderem Maße für die Zonen 0 und IV. Demgegenüber haben sich die NH_4 -Konzentrationen lediglich in den Zonen 0 und I erhöht, in den anderen Bereichen sind sie leicht abgesunken.

Auffallend deutlich wird die N_{min} -Verlagerung unter der Stall-Standfläche in der Zeit von Oktober bis Dezember, was auf steigende Nitratgehalte zurückzuführen ist. Zum März hin, nehmen die N_{min} -Werte insgesamt leicht ab, wobei ein Anstieg in 0-30 cm Abnahmen in den tieferen Schichten gegenüber steht.

Gewichtete Mittelwerte:

Aus den Abbildungen 18 und 19 wird ersichtlich, dass sich die mittlere Flächenbelastung, die bereits im September auf hohem Niveau lag, in der Nutzungsphase noch einmal stark erhöht hat. Es wird deutlich, dass sich die relativ ausgeglichene Verteilung im September hin zu einer stärkeren Belastung in den Zonen 0 (besonders stark belastet), I und IV im Dezember verschiebt.

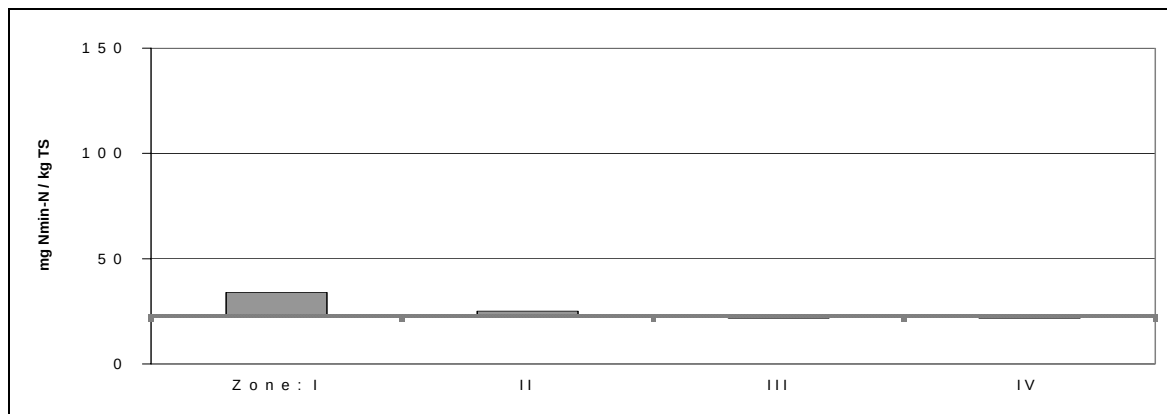


Abbildung 18: Betrieb C, Herbstfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 22,8 mg N_{min} -N/kg TS im Sept.

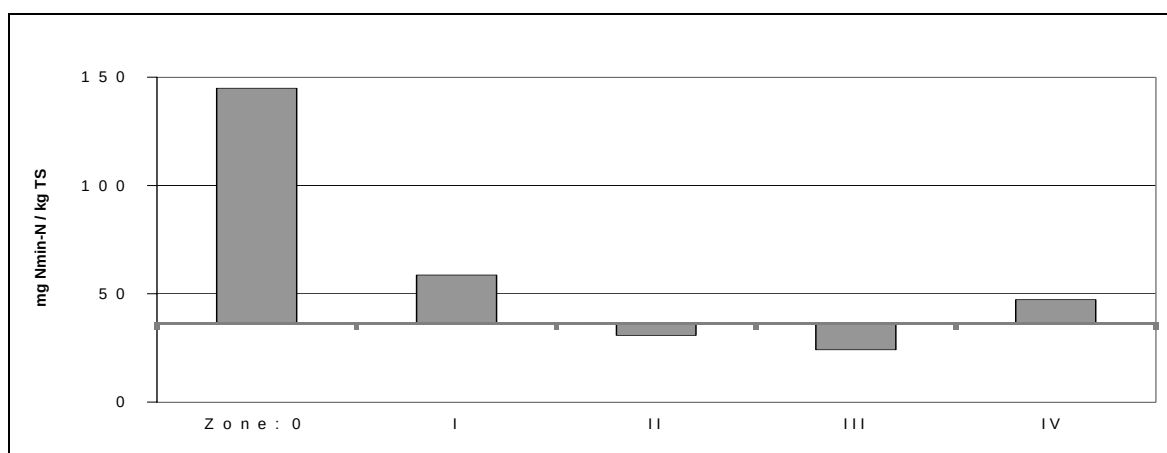
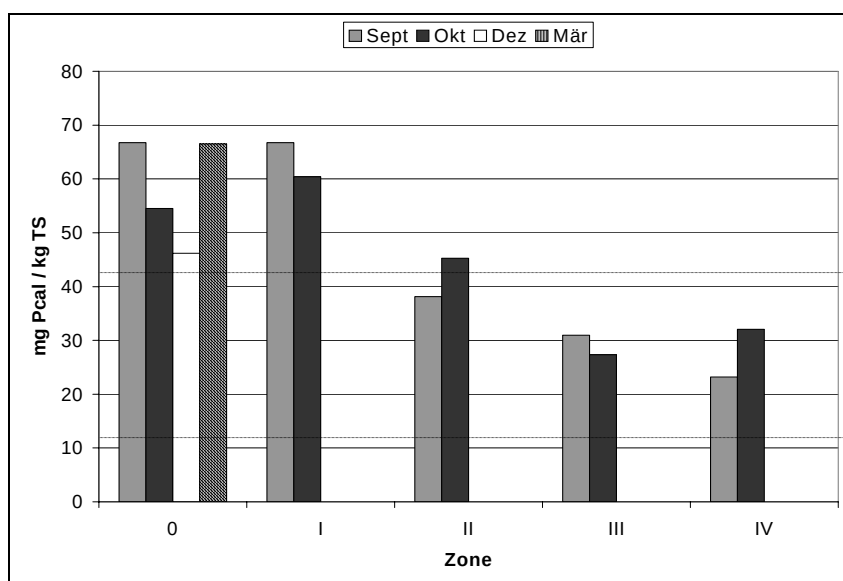


Abbildung 19: Betrieb C, Herbstfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 36,2 mg N_{min} -N/kg TS im Okt.

Phosphor:



Gehaltsklasse:

C (mittel)

B (niedrig)

A (sehr niedrig)

Abbildung 20: Betrieb C, Herbstfl.: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm

Wie aus Abbildung 20 ersichtlich befinden sich die P_{cal} -Gehalte der Herbstfläche von

Betrieb C im mittleren (Zone 0 und I) bis niedrigen (Zone II-IV) Bereich. Es ist eine abfallende Tendenz vom Stall weg zu beobachten, die allerdings bereits vor der Nutzung der Fläche im September anzutreffen ist. Von September zu März schwanken die Werte leicht, es ist allerdings keine eindeutige Tendenz festzustellen.

Winterfläche:

Mineralischer Stickstoff:

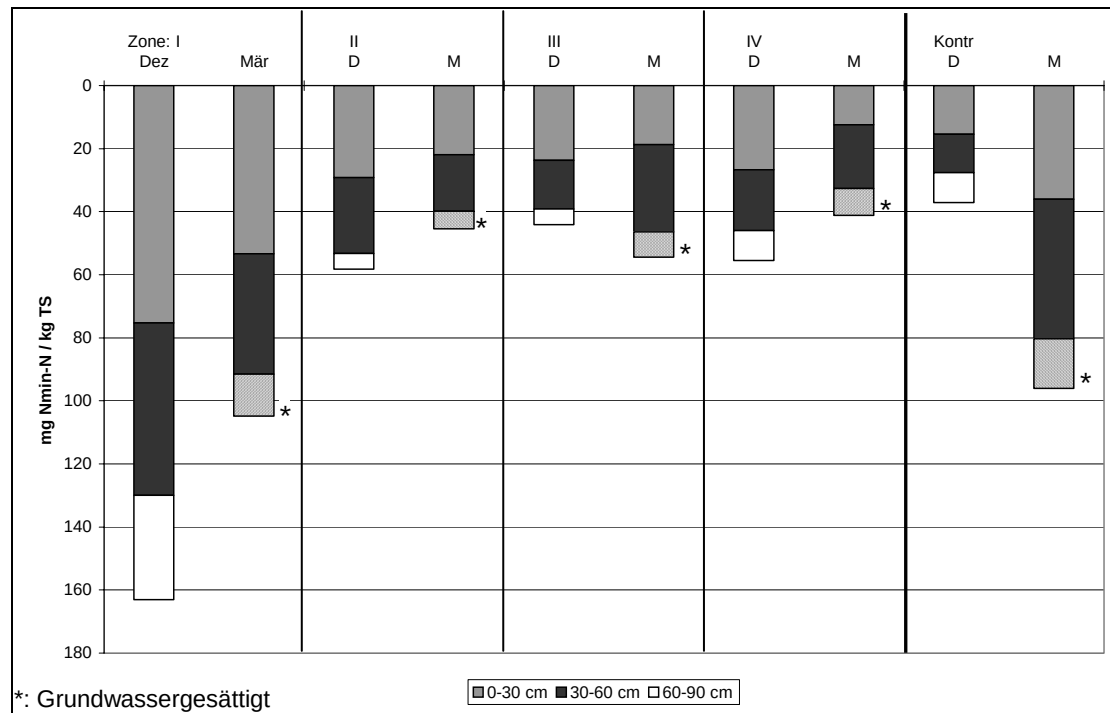


Abbildung 21: Betrieb C, Winterfläche: N_{min} -N-Gehalte

Auch die Winterfläche weist wie die Herbstfläche bereits zu Beginn der Nutzung im Dezember ein deutliches Gefälle der N_{min} -Werte vom Stall weg auf, die dann in Zone IV wieder leicht ansteigen. Insgesamt sind im Dezember hohe N_{min} -Konzentrationen in allen Zonen anzutreffen, ein Extremwert findet sich in Zone I.

Diese hohen Ausgangswerte verringern sich in den Zonen I, II und IV in allen Tiefen über die Sickerwasserperiode, in Zone III sind leichte Zunahmen in den tieferen Schichten zu beobachten. Diese beschriebenen Verluste sind auf Rückgänge der Nitratgehalte in allen Tiefen zurückzuführen, während bei Ammonium eine Abnahme in 0-30 cm und leichte Zunahmen in 30-60 cm (ausgenommen Zone III) zu beobachten sind.

Auch bei Betrieb C wurde im Dezember eine Kontrollfläche eingerichtet. Es fällt auf, dass diese im Herbst nur geringfügig unter und im März sogar deutlich über dem Niveau der Zonen II bis IV liegt.

Gewichtete Mittelwerte:

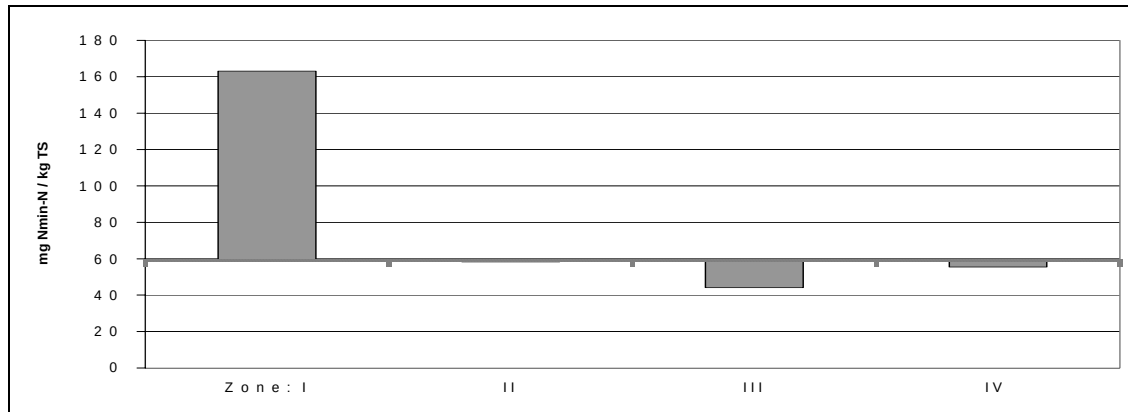


Abbildung 22: Betrieb C, Winterfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 58,9 mg N_{min}-N/kg TS im Dez

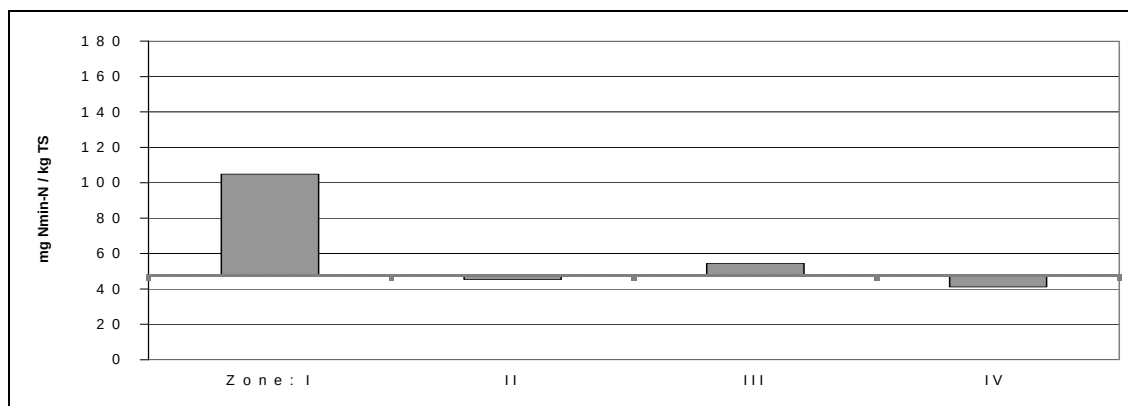


Abbildung 23: Betrieb C, Winterfl.: Abweichung vom gewichteten Mittelwert 47,7 mg N_{min}-N/kg TS im März

Aus den Grafiken zum gewichteten Mittelwert im Dezember und März geht ein leichter Abfall der mittleren Flächenbelastung in dieser Zeit hervor. Die im Dezember weit über dem Mittel liegende Zone I nähert sich über diesen Zeitraum dem Mittelwert an, bleibt allerdings nach wie vor deutlich über diesem Niveau.

Phosphor:

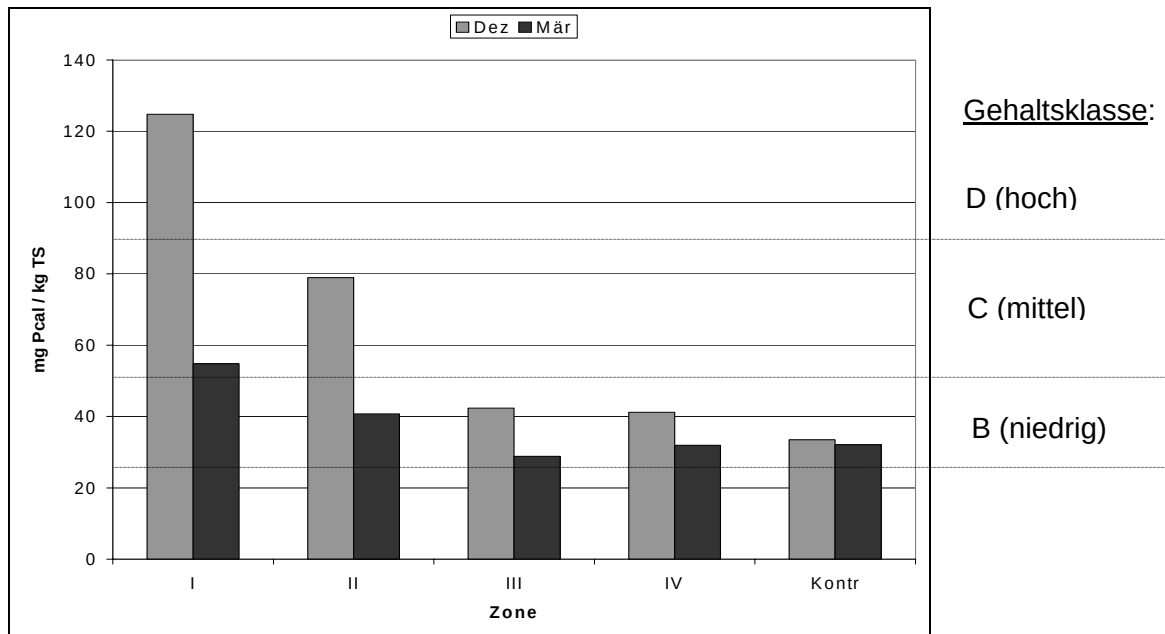


Abbildung 24: Betrieb C, Winterfl.: P_{cal} -Gehalte in 0-30 cm

Wie aus Abbildung 24 ersichtlich wird, befinden sich die Phosphorgehalte der Winterfläche im Dezember auf hohem (Zone I), mittlerem (Zone II) bzw. niedrigem (Zone III und IV) Niveau. Auch diese Gehalte sinken über Winter deutlich ab und im März befinden sich alle Zonen im niedrigen bis mittleren Bereich (Gehaltsklassen B und C). Bei der Kontrollfläche bleibt der Phosphorgehalt über die Winterzeit im Gegensatz zur genutzten Fläche relativ konstant und befindet sich zu beiden Terminen im niedrigen Bereich.

Diskussion

Herbstfläche:

Die bereits im September mit Entfernung zum Stall abnehmenden Nährstoffgehalte (P und N_{min}), sind wohl in erster Linie auf die Vornutzung zurückzuführen. Diese sind auf die vorherige Beweidung durch Schafe und Rinder und durch eine teilweise Überschneidung von Auslaufflächen für Hennen im vorhergehenden Durchgang verursacht. Daher können die im September höheren Gehalte in den stallnahen Zonen noch von dieser Nutzungsphase herrühren.

Der enorme Anstieg der N_{min} -Konzentration unter der Stallfläche erscheint sehr plausibel, da im Stall laut Aussagen der Betriebsleiterin aufgrund von Problemen mit verlegten Eiern kaum Stroh, sondern lediglich ein wenig Rindenmulch eingestreut wurde. Der im Stall anfallende Kotanteil wurde somit lediglich in der Voliere aufgefangen, im Scharrbereich verblieb er auf der Fläche und konnte zumindest nicht in Form einer Mistmatratze aufgefangen werden.

Die $N_{\min}$ -Steigerungen in der Fläche lassen in diesem Beobachtungszeitraum keinen eindeutigen Zusammenhang mit der Stallentfernung erkennen. Lediglich die ansteigenden Ammoniumwerte in Zone I deuten auf erhöhten Nährstoffeintrag in Stallnähe hin. Die starke Erhöhung des Nitratgehaltes in der stallfernten Zone IV ist durch Hühnerkot nicht erklärbar.

Die weitere Beprobung der Zone 0 zeigt bereits im Dezember eine deutliche Verlagerung der Nitratfraktion in tiefere Bodenschichten, die jedoch zu dem Zeitpunkt schon Anschluss an das Grundwasser hatten. Der Rückgang im März zeigt sich besonders in den tiefen Schichten und deutet auf Nitratverluste durch Auswaschung und gasförmige Verluste hin. Während im Zeitraum Oktober bis Dezember noch mit möglichem, wenn auch sehr geringem Pflanzenentzug gerechnet werden kann, ist dies in der Phase bis März nicht der Fall.

Auffallend bei den mittleren Flächenbelastungen ist die Veränderung von einer relativ ausgeglichenen Verteilung im September zu einer stärkeren Variabilität im Oktober. Das bereits hohe Ausgangsniveau ist neben der Vorbelastung auf die Standortbedingungen (Niedermoor mit hohem Humusgehalt und natürlicherweise sehr hoher N-Mineralisierung) zurückzuführen. Dieses wird durch die vierwöchige und relativ intensive Nutzung der Teilfläche deutlich erhöht.

Die Abnahme der Phosphor-Gehalte vom Stall weg ist, wie oben erwähnt, nur durch die Vornutzung erklärbar. Diese Tendenz findet allerdings auf niedrigem Niveau statt.

Winterfläche:

Die Ausgangswerte zu Beginn dieser Phase sind hoch, was vermutlich durch die Vornutzung bedingt ist. Ein Vergleich mit der vierwöchigen Nutzung der Herbstfläche lässt die Werte jedoch schnell erklären. Da über die Vegetationszeit nur mit geringen Verlusten durch Denitrifizierung und Auswaschung zu rechnen ist und kein effektiver Entzug durch Abfuhr von Schnittgut stattfand (es wurde lediglich gemulcht), dürften große Teile dieses Vorrats auch zu Beginn der Sickerwasserperiode im Herbst noch vorhanden gewesen sein. Auch das Gefälle vom Stall weg bestätigt die Annahme, dass diese Vorbelastung großteils auf die Hühner zurückzuführen ist. Eine leichte Zunahme der Konzentration in Zone IV ist ebenfalls plausibel, da sich diese Zone, wie in Abbildung 16 zu sehen ist, mit den Zonen II und III der Herbstfläche überschneidet und somit als einzige Zone der Winterfläche nicht komplett neun Monate ohne Nutzung war.

Die Verluste an Nitrat über die Winterzeit zeigen nur in Zone III Verlagerungstendenzen, in den anderen Zonen deuten die sinkenden Werte in den Abschnitten auf Verluste durch Auswaschung hin. Die sehr feuchten Bodenverhältnisse führen vermutlich auch zusätzlich zu Denitrifikation.

Die Ammoniumwerte werden demgegenüber über die Winterzeit mehr oder weniger konserviert, in den Zonen I, II und IV zeigen sich dabei Verlagerungstendenzen.

Auch bei diesem Betrieb stellt sich die Frage, ob die Kontrollfläche als unbeeinflusst einzustufen ist. Da die Nutzung der Winterfläche, wie oben beschrieben wurde, zeitlich und örtlich nur sehr beschränkt stattgefunden hat, ist es verständlich, dass die offensichtlichen N-Verluste über Winter nicht durch Nachlieferung aus dem Hühnerkot ausgeglichen wurden.

Die Annäherung der Zone I an das Flächenmittel ist verbunden mit einem drastischen Rückgang der Nitratkonzentration von über 100 auf etwa 40 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg TS}$. Dies weist auf das Dilemma hin, dass dieser Standort natürlicherweise aufgrund hoher N-Mineralisierungsraten und hoch anstehendem Grundwasser sehr anfällig für Nitratauswaschung und Denitrifikation ist. Unter dem Gesichtspunkt der Nährstoffbelastung durch die Freilandhaltung von Geflügel stellt sich die Frage nach der Mobilität und der generellen Standorteignung.

Die Verteilung der Nährstoffe über die Fläche im Dezember zeigt deutlich, dass beim Mobilstall nach einjähriger Nutzung an einer Stelle die Probleme in eine ähnliche Richtung deuten wie bei stationären Ställen (Nährstoffanreicherung im stallnahen Bereich).

Auch die Phosphorgehalte zeigen im Dezember eine mit zunehmender Entfernung vom Stall abfallende Tendenz. Der starke Abfall der Phosphorkonzentrationen in allen Zonen deutet ebenfalls auf Auswaschungsverluste bei diesem Nährstoff hin. Obwohl Phosphor allgemein als sehr gering von Auswaschung gefährdet gilt, da in Böden starke Sorption und Festlegung an mineralische Bodenbestandteile anzutreffen sind, wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass die mineralischen Sorbenten in Moorböden in wesentlich geringerem Umfang vorliegen und somit hier auch höhere P-Austräge stattfinden können (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1998: 243).

Dieser Erklärung widerspricht jedoch der ansteigende Phosphorwert von Dezember zu März auf der ehemaligen Stallfläche 0 (vgl. Abbildung 20). Die Ursache für diese Erscheinung könnten die Schwankungen im Bodenaufbau durch das Tiefpflügen sein. Ferner wäre zu erwägen, dass die Kotanreicherung erheblich war und zu wenig Phosphor verlegt werden konnte.

In der nachfolgenden Grafik sind die $N_{\min}$ -Werte für den Untersuchungszeitraum September 2002 bis September 2003 zusammengestellt. Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass auf diesem Standort die Zonen (Stall, I, II), welche von den Tieren intensiv genutzt wurden, einen lang nachwirkenden Nährstoffeintrag erfahren haben. Aufgrund der nicht vorhandenen Bodenplatte ist die Stallfläche am stärksten betroffen. Solange die Stallfläche überdacht ist, findet der Nährstoffeintrag in den

oberen 30cm des Bodens statt. Sobald sie jedoch „frei liegt“ kommt es zu deutlichen Verlagerungen der löslichen Nährstoffe

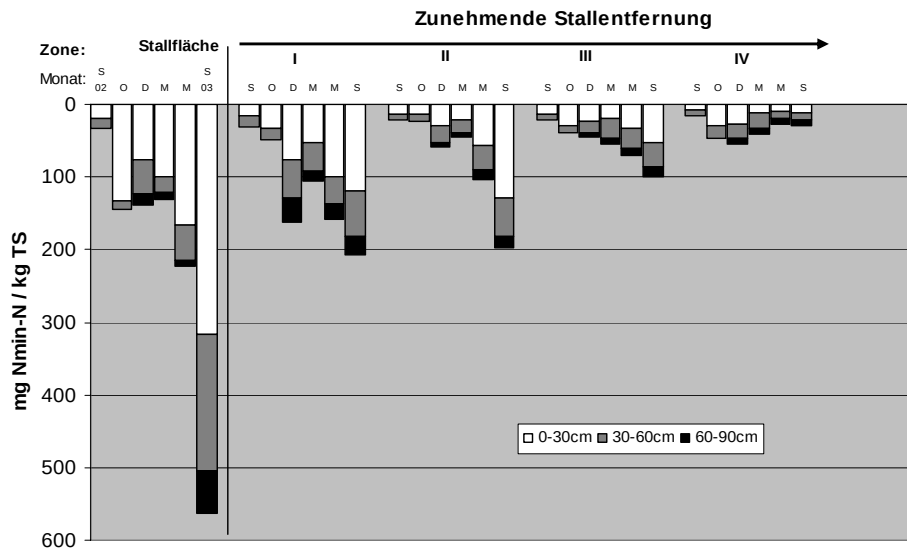


Abbildung 25: N_{min}-Konzentrationen in drei Bodenschichten von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen u. der Stallfläche bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)

Unter den Winterniederschlägen kam es zu einer Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten. Ende Mai 2003 hatte sich der N_{min}-Gehalt unter der Stallfläche nahezu verdoppelt. In der Zeit von Ende Mai bis September 2003 kam es trotz der allgemeinen Trockenheit zu einem starken Anstieg der N_{min}-Werte; insgesamt im Vergleich der Werte vom März etwa eine Vervierfachung in den drei Bodenschichten. Offensichtlich hatten sich in diesem Zeitraum optimale Bedingungen für die Umsetzung von Stickstoff ergeben, wie sie eigentlich nicht eingeschätzt wurden.

In den Zonen I und II kommt es bereits in der Zeit von Oktober bis Dezember 2002 zu vermehrter Stickstoffumsetzung und einem Anstieg der N_{min}-Konzentrationen in den Bodenschichten. Über der Winterzeit ist in diesen Zonen ein leichter Rückgang der N_{min}-Gehalte zu beobachten, der jedoch im weiteren Verlauf in der Zeit von März bis September 2003 aufgehoben und zu einem erneuten Anstieg führt; allerdings auf deutlich geringerem Niveau im Vergleich zur Stallfläche

Bei der Zone III ist ein stetiger Anstieg der N_{min}-Gehalte in den drei Bodenschichten zu beobachten. Auch hier sind noch die Verlagerungstendenzen zu erkennen. In der Zone IV kommt es trotz der geringen Nutzungsintensität durch die Hennen bis zum Winterbeginn 2002 zu einem Anstieg der N_{min}-Werte. Im weiteren zeitlichen Verlauf kommt es zu einem Stillstand und anschließend zu einem Rückgang der N_{min}-Gehalte aufgrund des Nährstoffentzugs durch den Aufwuchs im Frühjahr 2003

7 Betrieb D: Stationärer Volierenstall für 900 Legehennen

7.1 Haltungsverfahren

Auf diesem Betrieb werden Legehennen in drei Ställen gehalten. Für die Untersuchung wurde ein Stall genommen, der seit 1998 in einem Teil eines früheren Rindviehstalles einen Legehennenstall eingebaut hat. Auf einer Stallgrundfläche von ca. 82 m² und einer Voliere des Typs „Ökovoletage“ von Volito Deutschland werden etwa 850 Legehennen gehalten.

In der Verlängerung des Stalles befindet sich ein überdachter Schlechtwetterauslauf (Wintergarten) von ca. 70 m², der den Tieren ständig zugänglich und mit Rundfutterautomaten und Tränken (außer bei Frost) ausgestattet ist. Von dem Wintergarten und dem Stall führen Auslauföffnungen in den Grünauslauf.

Die Legehennen der Herkunft Tetra braun wurden auf dem Betrieb selbst aufgezogen. Zu Beginn des Projektes waren sie etwa 40 Wochen alt und trotz zeitweiliger Auslaufsperrung wegen Geflügelpest gut an Stall und Auslauf gewöhnt.

In der Herde gibt es 5 Hähne, das entspricht etwa 170 Hennen pro Hahn.

7.2 Standortbedingungen

Die Auslauffläche war vor Aufnahme der Legehennenhaltung eine Ackerfläche mit vorwiegend Gemüsebau, die ökologisch bewirtschaftet wurde. Auf diesem Standort ist der Bodentyp Niedermoor mit einem Grundwasserstand von ca. einem Meter vorzufinden. In niederschlagsreichen Zeiten steigt das Wasser gelegentlich noch höher. Das Ausgangsmaterial dieses Bodens ist laut bodenkundlicher Standortkarte (1 : 200 000) Niedermoortorf über fluvialem Sand. Landwirtschaftlich nutzbar wurde dieses Gebiet erst durch Entwässerungsmaßnahmen. Die Fläche wurde in der Reichsbodenschätzung mit 31 Bodenpunkten bewertet. Die Korngrößenanalyse ergab als Bodenart schwach humosen Sand mit Humusgehalten von 5 bis 10%, die allerdings für Moorboden sehr niedrig liegen. Diese Tatsache ist vermutlich auf die vorherige Beackerung zurückzuführen.

Die untersuchte Fläche ist eben und mit einer bedingt funktionsfähigen Drainage ausgestattet.

Die typischen Klimadaten des Betriebes werden mit 650 mm Jahresniederschlag und 9,2°C mittlerer Jahrestemperatur angegeben (Quelle: www.klimadiagramme.de). Für den Untersuchungszeitraum standen die Daten einer Wetterstation in unmittelbarer Nähe zum Betrieb (Entfernung etwa 2 km) zur Verfügung. Aus deren Aufzeichnungen (vgl. Anhang 51) wird deutlich, dass in der Zeit Anfang Oktober 2002 bis Anfang Februar 2003 eine mittlere Niederschlagsmenge von etwa 270 mm

fiel. Die Bodentemperatur lag auch hier von Mitte Dezember 2002 bis Anfang März 2003 auf sehr niedrigem Niveau (unter 5°C).

7.3 Auslaufmanagement

Die Einteilung der Auslaufläche ist aus der folgenden Skizze ersichtlich:

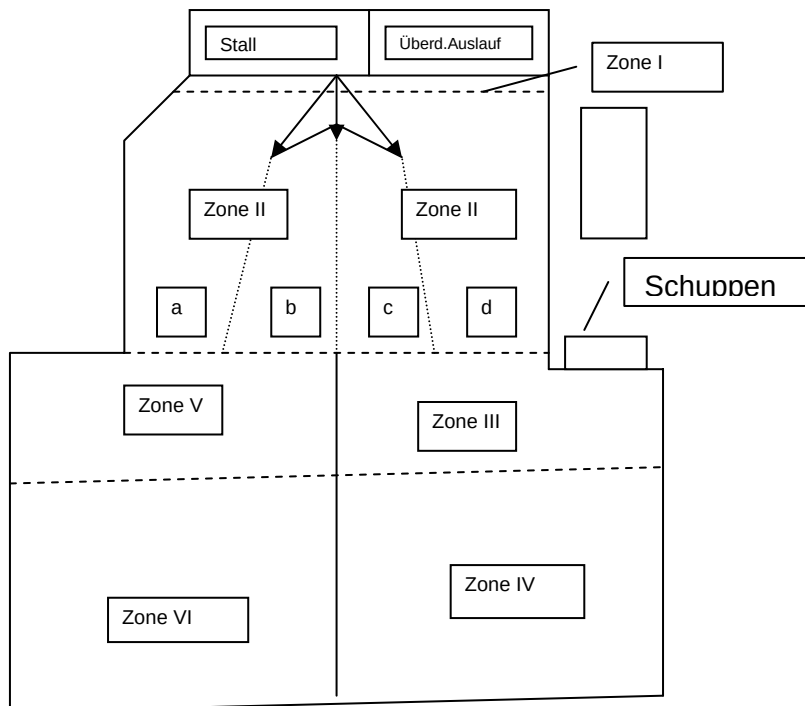


Abbildung 26: Betrieb D: Flächeneinteilung

Die verschiedenen Zonen lassen sich durch folgende Merkmale charakterisieren:

Zone I: kein Bewuchs, Kies-Sandaufschüttung, teilweise bedeckt mit Strohhäcksel aus Schlechtwetterauslauf, Größe: ca. 40m² (entspricht 0,55% des Gesamtauslaufes)

Zone II: aufgefüllter steiniger Bereich mit 30 bis 40cm Bodenauflage; phasenweise ohne Bewuchs, ca. 1600 m² (21%)

Zone III: zunehmender Bewuchs mit anfänglich lückigem Grasbestand, außerdem neu angepflanzte, junge Obstbäume (wenig Schutz), 500 m² (6,5%)

Zone IV: durchgehender Bewuchs, ebenfalls junge Obstbäume, am entferntesten Zaun breite Hecke, 2100 m² (28%)

Zone V: Grasnarbe leicht beschädigt, größere Nässestelle, 400 m² (5,3%)

Zone VI: 2850 m² (38,6%)

Wechselweiden:

In unregelmäßigem Rhythmus wurde zwischen zwei Wechselläufen getauscht. Während die Zone I immer zur Verfügung steht, werden die Zonen II; IV und V zu einer Weide gekoppelt. Die zweite Wechselweide setzt sich dann aus den Zonen III, VI und VII zusammen. Zugang zum Grünauslauf besteht abhängig von Witterung und Tageslänge an etwa 300 Tagen im Jahr, jeweils 8-10 Stunden pro Tag. Der Auslauf wird von den Tieren bis zu den stallfernen Zonen sehr gut angenommen. Als zusätzlicher Anreiz für die Tiere werden die Körner im Grünauslauf gefüttert und im Sommer sind auch Tränken auf der Fläche verteilt.

Als weitere Pflegemaßnahme wird während der Vegetationsperiode bei überständigem Gras gemulcht, oder zeitweilig werden Fresser auf die Zonen IV und V bzw. VI und VII zum Vorweiden gestellt.

Der Auslauf ist außen von einem 1,8 m hohen, festen Zaun umgeben und wird mittels Knotengitter unterteilt. Trotzdem treten relativ häufig Probleme mit Fuchs und teils auch Greifvögeln auf.

Zusammenfassung der für die Nährstoffsituation wichtigsten Faktoren:

- ca. 5 m² Auslauffläche/ Huhn
- langer Zugang und sehr gute Nutzung des kompletten Auslaufes durch die Tiere
- gute Strukturierung des Auslaufes, Wechselweiden
- Fläche seit 1998 als Auslauf genutzt, davor ökologischer Ackerbau
- leichter Boden mit sehr hohem Sandanteil, 29 Bodenpunkte, 3,3-4,8% Humus, nicht grundwasserbeeinflusst, teilweise Staunässe

7.4 Ergebnisse

In der nachfolgenden Grafik sind die N_{min}-Konzentrationen für den Untersuchungszeitraum Mai bis Dezember 2003 zusammengestellt. Die Zone I ist die mit weitem Abstand an N_{min}-Stickstoff angereicherte Zone. Innerhalb des Betrachtungszeitraumes von etwa 6 Monaten hat sich in dieser Zone der Gehalt bereits fast verdoppelt. Für die Zone II ist dies auch zutreffend, jedoch beträgt das Niveau ein sechstel dessen von Zone I. In der Zeit von Mai bis September kam es in der oberen Bodenschicht von Zone II zu einem leichten Anstieg des N_{min}-Wertes. Zum Dezember hin kam es dann zu einer Verdopplung der Gehalte, wovon die unterste Schicht 60 bis 90 cm am stärksten betroffen war. In dieser Zeit fand als eine starke Verlagerung von oben nach unten statt.



Abbildung 27: N_{min} -Konzentrationen in drei Bodenschichten von sechs Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)

In der Zone III blieben die Werte während des Untersuchungszeitraumes nahezu konstant. Von März zum September 2003 hin zeigt sich ein leichter Anstieg des N_{min} -Gehaltes in der Schicht 0 bis 30cm. Da dieser Bereich anschließend eine Ruhephase hatte und der Aufwuchs sich weiterentwickeln konnte, wurde noch ein Teil des Nährstoffpotentials umgesetzt. So liegen die Dezember Werte dann wieder etwas niedriger.

Die Zone IV liegt insgesamt auf einem höheren Niveau als die Zone III. Die Ursache hierfür wird vermutlich die vorausgehende Beweidung mit Rindern sein. Die Veränderungstendenzen sind aber analog zu Zone III.

Für die Zone V ist auffällig, dass in der Schicht 60 bis 90cm ein hohes N_{min} -Potential zu Beginn der Untersuchung vorlag, das mit Ausnahme von Zone I über den Werten der anderen Zonen lag. Danach stellte sich nahezu eine Gleichverteilung über die drei Schichten hinweg ein. In der weiter entlegenen Zone VI sind zu Beginn auch höhere Gehalte in den Schichten 0 bis 30cm und 30 bis 60 cm zu beobachten. Diese halbieren sich bis zum September jedoch.

8.1 Bodenuntersuchung auf Endoparasiten von Geflügel bzw. deren parasitäre Stadien

Die Bodenproben wurden parallel mit den anderen Proben in den jeweiligen Zonen gezogen. Sie sollten Aussagen darüber geben, ob mit dem unterschiedlichen Koteintrag in den Zonen ein Effekt auf die Anreicherung von Endoparasiten in

ähnlicher Weise zu registrieren ist. Die Ergebnisse des Flotationsverfahrens zeigen, dass auf keinem der untersuchten Betriebe für Geflügel relevante parasitäre Stadien im Boden eindeutig nachzuweisen waren. In einigen Proben konnten zwar Larven und eiähnliche Gebilde gefunden werden. Ihr Zustand ermöglichte jedoch keine eindeutige Klassifizierung.

Bei den Betrieben mit stationären Ställen A und B konnten in den Proben aus entfernteren Bereichen Larven-ähnliche Gebilde festgestellt werden. Auf dem Betrieb A in der Zone III und IV und VI und VII. Bemerkenswert dabei ist, dass dies nur bei den Proben im September und Dezember 2002 vorkam. Bei dem Betrieb B hingegen waren in den Bereichen VI und VII bis in den März 2003 Anzeichen von Milben zu beobachten. In den stallnahen Bereichen gab es keine Anzeichen. Eine Erklärung hierfür ist in der Ergänzung und in dem Austausch von Rindenmulch oder Hackschnitzeln zu sehen. Dieser Vermutung müsste in weitergehenden Untersuchungen nachgegangen werden. Auf dem Betrieb D wurden in der unmittelbar an den Stall angrenzenden Zone I Milben gefunden. Die Ursache hierfür könnte eine Verschleppung von Einstreu aus dem Scharraum oder dem überdachten Auslauf sein

Auf dem Betrieb C mit dem Mobilstall konnten auf dem Winterstandort in den Zonen I bis III Larven-ähnliche Gebilde festgestellt werden. Dies entspricht dem Hauptaktionsradius der Tiere. Dennoch scheint es zunächst so, dass aufgrund der längeren Standzeit im Winter vom Boden noch kein erhöhtes Gefahrenpotential durch Endoparasiten ausgehen muss. Bleibt die Frage offen, was geschieht, wenn keine längeren Frostperioden einwirken.

8.2 Bodenuntersuchungen zu den Humusgehalten

Der Humusgehalt eines Bodens wird als wichtige Kenngröße für die Bodeneigenschaften eingestuft. Er beeinflusst die Struktur, den Lufthaushalt, die Durchdringung des Bodens durch die Wurzeln und damit auch die Nährstoffdynamik. Die durchschnittlichen Gehalte im Boden variieren in Abhängigkeit von Bodenart, Bewirtschaftung und Klimafaktoren

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden die Humusgehalte der Auslaufflächen am Anfang und zum Ende bestimmt, da zunächst davon ausgegangen wurde, dass eine quartalsmäßige Erfassung keine gravierenden Veränderungen erkennen ließe, und um die Kosten-Nutzen-Relation des Budgets nicht zu überstrapazieren.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse für den Betrieb A graphisch dargestellt. Im Laufe der Zeit hat sich unter Hackschnitzelschüttung im Bereich der Zone I etwas Boden gebildet, der mit 2,4 bis 2,5 % einen für den Standort guten

Humusgehalt aufweist. In der daran anschließenden Zone II kommt das Gehölz zur Wirkung, wodurch der Humusgehalt um etwa das dreifache auf 7,1% ansteigt. Über den Zeitraum von 15 Monaten waren in diesen beiden Zonen keine nennenswerten Veränderungen des Humusanteils im Boden durch den Nährstoffeintrag des Kotes festzustellen.

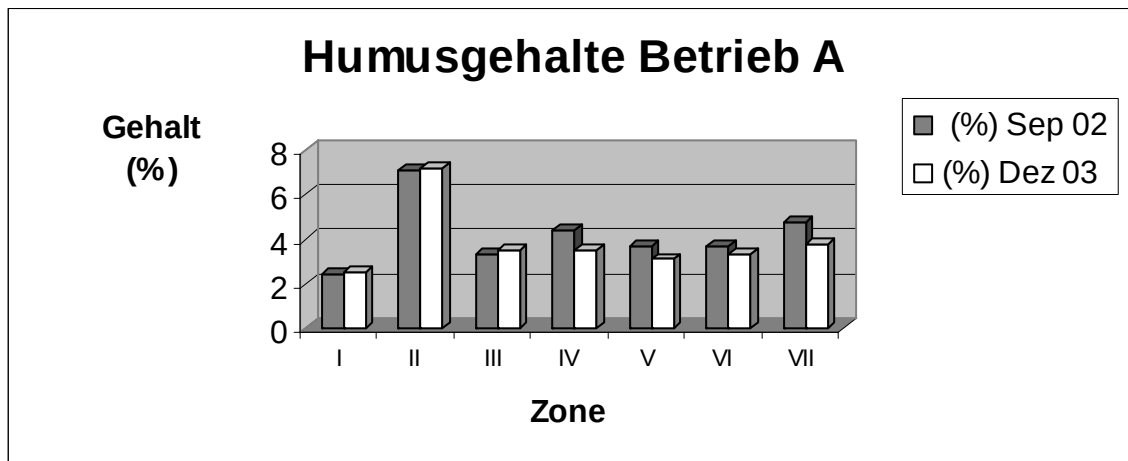


Abbildung 28: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von sieben Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)

In der Zone drei ist trotz der prägenden Wirkung des Fahrweges im oberen Bereich ein Humusgehalt von 3,3-3,5% bestimmt worden. Der in Zone IV im September 2002 bestimmte Wert von 4,4% liegt deutlich über den Werten der angrenzenden Flächen V und VI. Die Ursache hierfür können vorangegangene Pflegemaßnahmen wie Mulchen und Durchsaat sein, die häufiger wiederkehrend hier durchgeführt wurden. Die Zone VII liegt zu einem großen Teil im feuchteren Bereich, der als Grünland genutzt wurde. Zum Ende der Untersuchungen lag der Humusgehalt in den Zonen IV bis VII deutlich unter den Anfangswerten.

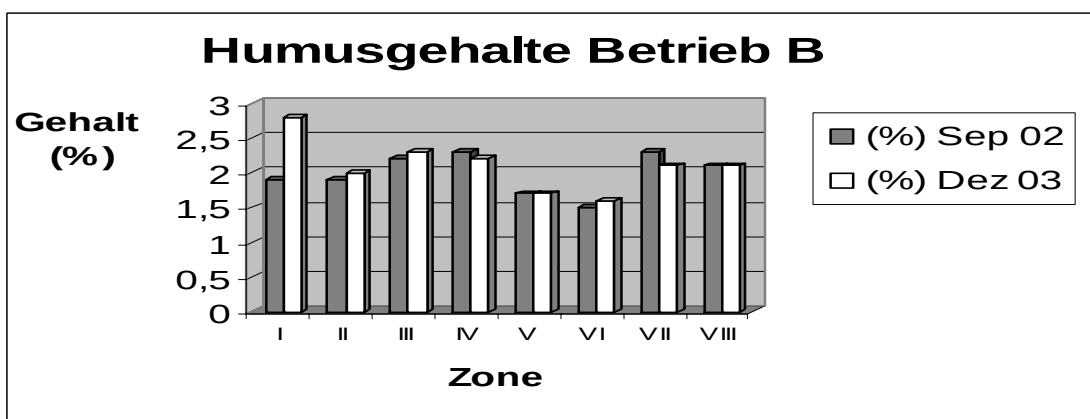


Abbildung 29: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von acht Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B)

Beim Betrieb B zeigen sich Unterschiede zwischen den zwei untersuchten Bereichen mit den Zonen I bis IV und V bis VIII. Die stallnahen Zonen (I/II bzw. V/VI) sind gut erklärlich gekennzeichnet durch die Baumaßnahmen, die durch die Vermengungen von Ober- und Unterboden zu tendenziell herabgesetzten Humusgehalten geführt haben, die für den Standort eher unterdurchschnittlich sind. Die weiter ab gelegenen Zonen III/IV und VII/VIII entsprechen in ihren Humusgehalten von 2,1 bis 2,3% den Standortgegebenheiten unter Ackerbau.

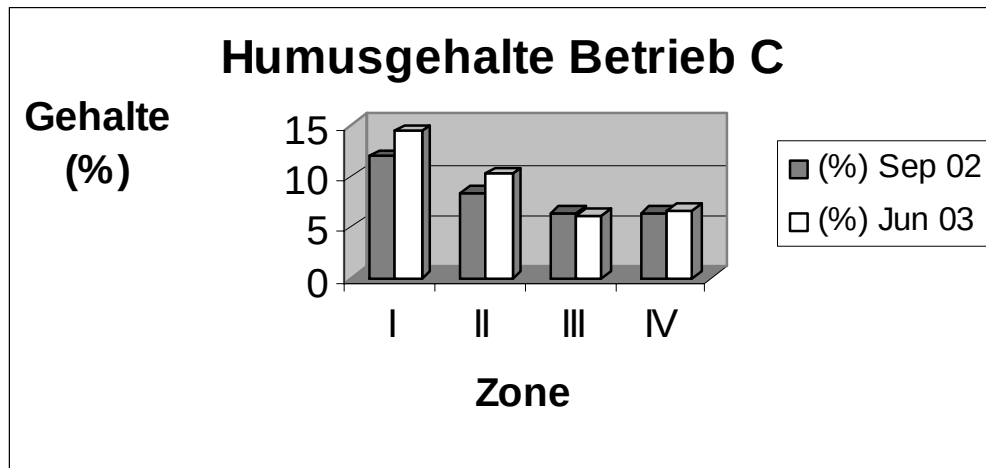


Abbildung 30: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von vier Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)

Die Betriebe C und D befinden sich wie bereits näher beschrieben auf leichtem, anmoorigem Standort. Auf dem Betrieb C beziehen sich die Werte auf einen Zeitraum von September 2002 bis Juni 2003, wobei der erste Standplatz zu Beginn der Untersuchungen als Referenz herangezogen wurde. Es zeigt sich, dass die stallnahen Zonen I und II mit einem Aktionsradius von etwa 10 m vom Stall deutlich höhere Gehalte nach der Beweidung aufweisen. Mögliche Ursachen hierfür können sein, dass in der Zone I ein Teil der Einstreu aus dem Stall von den Hennen eingearbeitet wurde. Hinzu kommt organische Substanz aus dem Kot und möglicherweise in der Zone I organische Substanz aus Schichten unterhalb 20 cm, die von den Hühnern beim Scharren im Staubbad nach oben befördert wurden. Da der Sandboden für die Hennen leicht bearbeitbar ist, wird sicherlich auch ein Teil des Grasaufwuchses eingearbeitet worden sein. Die von den Tieren weniger genutzten Zonen III und IV zeigten keine so großen Veränderungen.

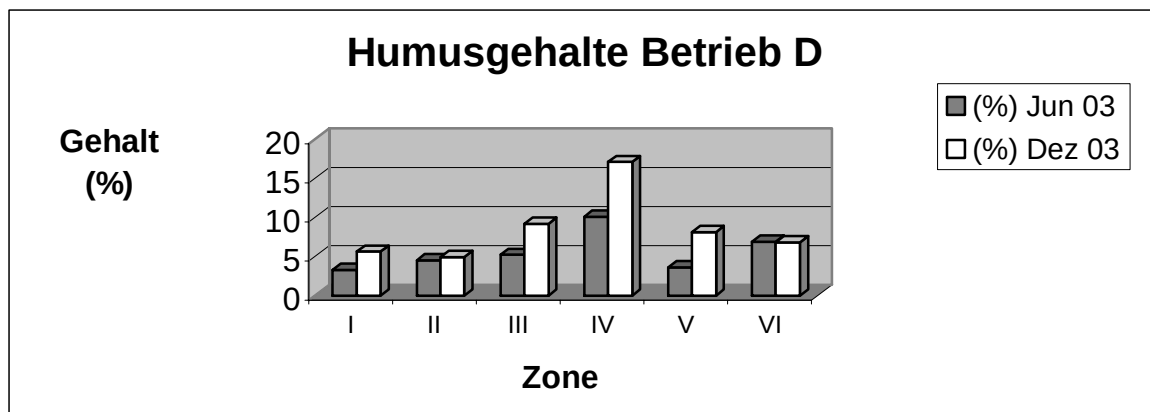


Abbildung 31: Entwicklung der Humusgehalte in der Bodenschicht 0-30cm von sieben Zonen eines Auslaufs für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)

Beim Betrieb D zeigt sich ebenfalls eine Heterogenität bei den Teilflächen. Der Boden in der Zone II hat in der Ausgangssituation deutlich höhere Humusgehalte als der von Zone I. Innerhalb von 6 Monaten war ein Anstieg von 0,4% zu verzeichnen. Die Ursache hierfür ist in der intensiven Bewirtschaftung mit regelmäßigen Neuansaat zu sehen. Die starken Unterschiede zwischen den Zonen III, IV, V und VI sind aus dem Management nicht zu erklären.

8.3 Untersuchungen zum Nährstoffentzug durch Pflanzenaufwuchs.

Mit diesen Untersuchungen sollte abgeschätzt werden, welche Nährstoffmengen durch den Aufwuchs aufgenommen werden und wie viel davon von den Tieren als Futter aufgenommen wurde. Dies wurde für die einzelnen Zonen exemplarisch bestimmt, um das mögliche Potential einschätzen zu können. Eine statistisch absicherbare Stichprobennahme war aufgrund der finanziellen Rahmenbedingungen nicht möglich. Aus diesem Grund werden die errechneten Werte nicht auf die übliche Angabe „kg/ha“ hochgerechnet, weil die Homogenität des Aufwuchses auf den Flächen im Rahmen dieser Untersuchung nicht gesichert bestimmt werden konnte.

Für die Berechnungen wurden die Ergebnisse der Ertragserhebung für den Zeitraum von September bis Oktober 2002 auf Betrieb C und September bis Dezember 2002 auf den Betrieben A und B, sowie die Ergebnisse aus den Nährstoffbestimmungen des Grönaufwuchses verwendet. Die Bestimmungen wurden im Jahr 2002 gemacht, so dass vom Betrieb D hierzu keine Angaben gemacht werden. Die Werte von N- bzw. P-Total geben den Entzug durch den möglich zu erntenden Grösaufwuchs wider. Demgegenüber werden die Werte gestellt, die durch die Bewuchsaufnahme der Tiere tatsächlich „geerntet“ wurden. Die Differenz zwischen den Werten ist quasi

ungenutztes „Nährstoffentzugspotential“ Diese Nährstoffmengen werden zum Beispiel durch Mulchen wieder an Ort und Stelle zurückgeführt.

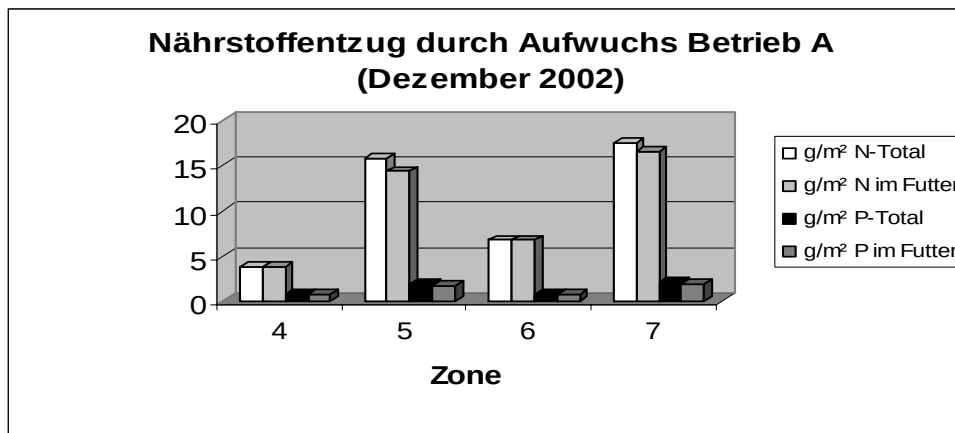


Abbildung 32: Stickstoff- und Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futteraufnahme in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)

Die Auslauffläche von Betrieb A ist, wie bereits ausgeführt, markant durch Baum- und Heckenbestand geprägt. Der Nährstoffentzug dieser Pflanzen wurde nicht bestimmt und nicht mit in die Berechnungen einbezogen. Aus diesem Grund wurden für die Betrachtungen die Hauptflächen IV bis VII herangezogen.

Die Zonen IV und VI sind die Zonen, die von den Hennen zum Ende der Vegetation hin quasi komplett „abgeweidet“ wurden. Der vorhandene Aufwuchs wurde von den Tieren als Futter verwendet. Die weiter entfernten Zonen V und VII hatten noch Reserven. Für das Auslaufmanagement in der nachfolgenden Winterperiode folgt daraus, dass die Tiere in der nachfolgenden Winterperiode (Dezember bis März) die stallnahen Bereiche I bis IV/VI überstrapazieren werden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse auf Betrieb B zeigt sich, welchen Einfluss die Zugänglichkeit zum Auslauf auf das Ertragspotential des Aufwuchses hat. Während das Stallviertel mit den Zonen I bis IV Zugang zum Auslauf hatte, wurde die andere Gruppe aufgrund eines Infektes nicht herausgelassen. Der Massenertrag in den stallnahen Zonen VI und VII ist deutlich höher als bei II und III; auch wenn keine absolute Homogenität vorausgesetzt werden kann. Die Ernte und Abfuhr des Pflanzenbewuchses führt demzufolge zu einem effektiven Nährstoffentzug bzw. liefert für die Winterphase für die Hennen verwertbares Futter auch noch im Nahbereich.

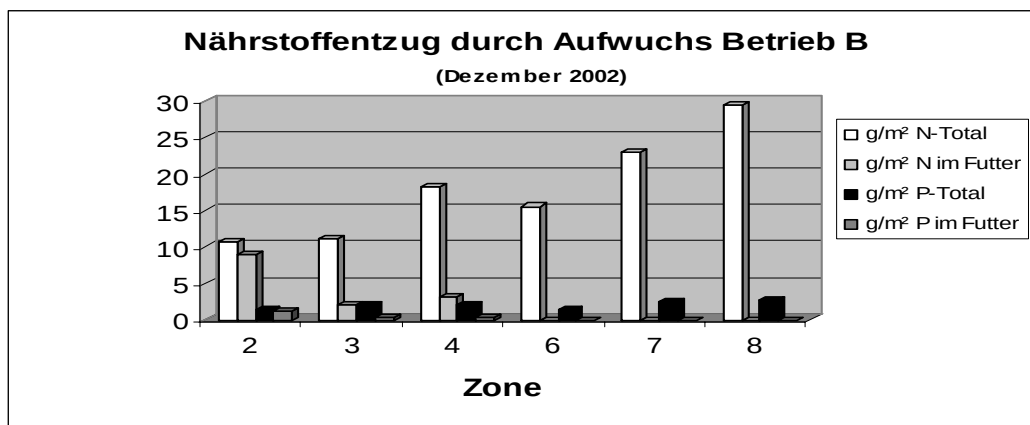


Abbildung 33: Stickstoff- u. Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futteraufnahme in sechs Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb B)

Vergleicht man die Betriebe A und B, so zeigt sich deutlich, welchen Einfluß der Boden hinsichtlich der Nährstoffverwertung hat. Der „leichte“ Sandboden von Betrieb A kann nicht das Entzugspotential durch Pflanzenmasse aufbauen, wie auf dem Boden von Betrieb B. Hinzu kommt, dass er auch nicht über die Sorptionskapazität verfügt, was mit Zeiteffekt zu einer Verlagerung und ggf. anschließendem Verlust von Nährstoffen führt.

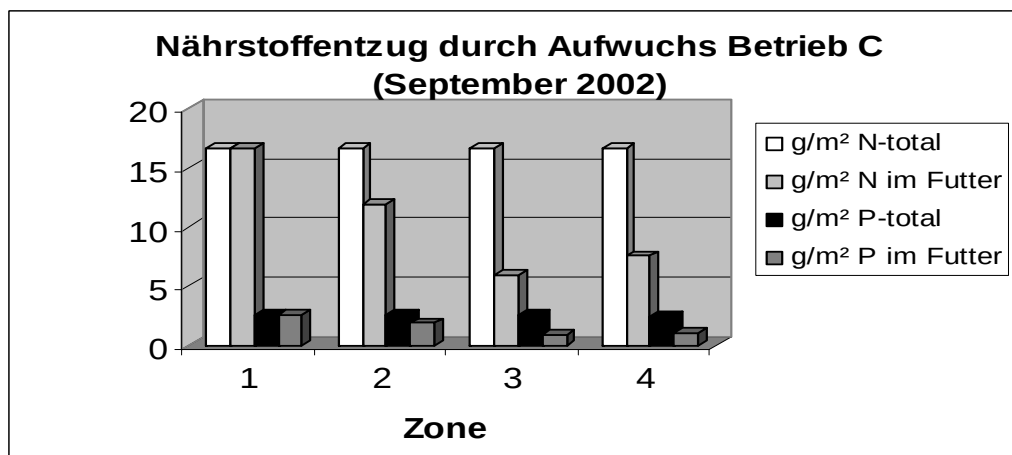


Abbildung 34: Stickstoff- und Phosphorentzug durch Aufwuchs und Futteraufnahme in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)

Auf dem Betrieb C wurde innerhalb der Vegetation ein Beweidungsabschnitt von 35 Tagen betrachtet. Die Aufwuchsmasse war zu dem Zeitpunkt gut. In den Zonen I und II wurde der Aufwuchs weitestgehend als Futter genutzt. Im Vergleich zu den anderen Betrieben sind die Zonen III und IV mit einer maximalen Entfernung von 45m verhältnismäßig nah am Stall. Trotzdem wurde das Gras nur zu gut einem

Drittel in diesen Zonen aufgenommen. Zusätzlich hatten die Hennen etwa im Zentrum der Parzelle noch einen Schattenwagen als „Stützpunkt“ zur Verfügung. Dieser vermochte es jedoch anscheinend nicht, die Hennen stärker in der zweiten Hälfte zum Weiden zu animieren.

9.1 Focusuntersuchung Betrieb C: Beweidung bei Parzellierung mit Mobilstall

Bei dieser Untersuchung sollte beispielhaft näher untersucht werden, was die Tiere an Gras aufnehmen, wie sich die Aufnahme auf die Zonen verteilt und welche Erfordernisse für eine Parzellierung daraus zu entwickeln wären. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt.

	Zone	I	II	III	IV	Gesamt
Entfernung v. Stall	m	< 2,5	2,5-7,5	7,5-20	20-45	45,00
Gesamtertrag	kg FS/m ²	1,90	1,95	2,00	2,10	
Restbestand	kg FS/m ²	0,00	0,10	0,75	1,50	
Aufnahme Fläche/Zone	kg FS/m ²	1,90	1,85	1,25	0,60	
Futtermenge	m ²	75,00	150,00	375,00	750,00	1350,00
	kg FS	142,50	277,50	468,75	450,00	1338,75
Durchschnittlich:						
Futterraufnahme/Tag	kg FS	4,07	7,93	13,39	12,86	38,25
Futterraufnahme/Henne/Tag	g FS	4,79	9,33	15,76	15,13	45,00
Weidetage in der Zone	d	3,73	7,25	12,25	11,76	35,00
Anteil Zone/an FS	%	10,64	20,73	35,01	33,61	100,00
totale Futtermenge	kg FS	142,50	292,50	750,00	1575,00	2760,00
max. Weidetage	d	3,73	7,65	19,61	41,18	72,16
Anteil Total:effektive FS	%	100,00	94,87	62,50	28,57	48,51
Verwertungsquotient	%	48,51				
Weidedauer	d	16,98				

Tabelle 1: Ertrag und Verwertung des Aufwuchses in vier Zonen eines parzellierten Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C)

Den etwa 850 Hennen stand für 35 Tage eine Weidefläche von ca. 1350 m² zur Verfügung. Während dieser Weideperiode haben sie von insgesamt 2760 kg Grasaufwuchs etwa 1338kg als Futter aufgenommen. Das entspricht einem Aufnahme- bzw. Verwertungsquotienten von 48,5% der Aufwuchsmasse. Pro Tag wurden im Durchschnitt 45 g pro Henne gefressen, was einer Gesamtmasse von etwa 38,25 kg Gras am Tag entspricht. Bei dieser Größenordnung wäre der Aufwuchs in der Zone I z.B. nach 3 bis 4 Tagen abgeweidet; in der doppelt so großen Zone II hätte es nochmals 7 Tage gedauert. Der Aufwuchs in der Zone III wurde noch zu knapp zwei Drittel genutzt und liegt damit über dem Durchschnittswert von 48,5%. Offensichtlich hatte diese Herde unter den gegebenen Umständen einen Aktionsradius, der in einer Entfernung von 15 bis 20 m vom Stall anzusiedeln ist. Dies entspricht in etwa auch der halben Gesamtentfernung vom Stall.

Bei einer völligen Nutzung vom Aufwuchs dieser Parzelle hätte der Stall bis zu 70 Tage an dem Standort verbleiben können, allerdings mit der Konsequenz einer Zerstörung der Grasnarbe. Bei einer Positionierung in der Mitte der Parzelle, hätten die Hennen den Aktionsradius von etwa 20m auf beiden Seiten des Stalles gehabt. Durch alternierendes Öffnen der linken oder rechten Stallseite hätten die stallnahen Zonen entlastet und eine Überbeanspruchung der Grasnarbe verhindert werden können. Bei einer gesamten Stellzeit von 35 Tagen wären rund um den Stall noch 50% von dem Aufwuchs mit gleichmäßigerer Beanspruchung vorhanden gewesen. Dementsprechend hätte der Stall bei einseitiger Nutzung und einer Verwertung des Aufwuchses von 48% bereits nach 16 bis 17 Tagen umgestellt werden müssen.

In der nachfolgenden Grafik ist der Nährstoffentzug des Aufwuchses und der Futtermenge differenziert nach Nitrat- und N_{min}-Stickstoff als Anteil der jeweiligen Fraktion im Bodenbereich 0 bis 60cm in den Zonen zusammengestellt.

In der Zone I konnte der Aufwuchs knapp 60% des im Boden enthaltenen Nitrats entziehen. Aufgrund der völligen Aufnahme des Aufwuchses als Futter ist der Wert für die Verwertung nahezu gleich. Der Wert bezogen auf N_{min}-Stickstoff liegt deutlich um etwa 15% darunter. In der Zone II mit etwas geringerem Nährstoffgehalt in der Ausgangssituation konnte, der Pflanzenaufwuchs 92% des Nitrats im Boden aufnehmen.

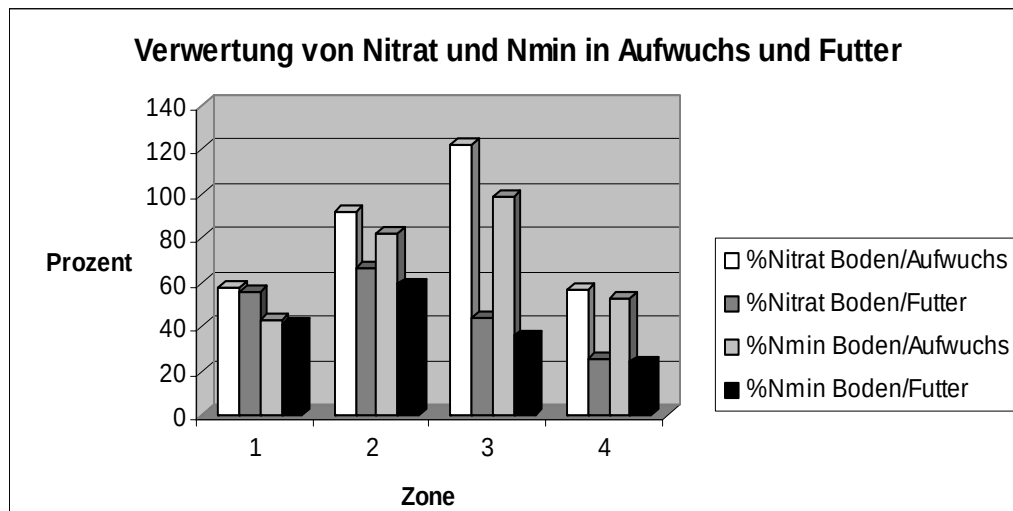


Abbildung 35: Prozentuale Verwertung von Nitrat- und N_{min}-Stickstoff durch die Futteraufnahme und den Aufwuchs aus der Bodenschicht 0-60cm in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem teilmobilen Stall (Betrieb C).

Davon wurden etwa zwei Drittel über das Futter von den Hennen verwertet. In der Zone III konnte der Aufwuchs den gesamten Nitrat-Stickstoff aufnehmen und nahezu auch das N_{min}-Stickstoffpotential ausnutzen. Hingegen wurden von den Tieren über das Futter ca. 40% verwertet. In der Zone IV konnte der Aufwuchs etwa die Hälfte der Stickstoffvorräte aus dem Boden aufnehmen bei annähernd gleichem Ertragspotential.

Vergleicht man die Zonen untereinander, so ist für die Zone I zu konstatieren, dass hier zwei Faktoren zur Wirkung gelangt sind, welche die Nährstoffrelationen zwischen Bodenvorrat und Pflanzenentzug negativ beeinflusst haben.

1. Die intensive Nutzung beeinträchtigt das Nachwachsen der Pflanzen und vermindert dadurch flächenbezogenes Entzugspotential .
2. Verstärkend kommt hier hinzu, dass gleichzeitig durch anhaltende Präsenz der Hennen hier vermehrt Kot abgesetzt wird und damit zusätzlich Nährstoffe schon wieder zugeführt werden.

Für die Zone II scheint der zweite Faktor noch nicht so wirksam geworden zu sein. Der optimale Zeitpunkt für einen Wechsel war unter den Voraussetzungen leicht überschritten, während für Zone III dieser Punkt gerade erreicht wurde. Hieraus ist für den Zuschnitt der Ausläufe die Erkenntnis zu bestätigen, dass die stallnahen Flächen (Zonen I und II) einen möglichst großen Anteil an der Gesamtfläche erlangen müssen. Die Ergebnisse für Zone IV verdeutlichen, dass ungünstige Voraussetzungen (etwa doppelte Nährstoffgehalte wie in den Zonen II und III) auf

dem Standort durch eine Nutzung nicht verwertet werden können. Die Anpassung solcher Zonen kann durch Schnitt und Abfuhr des Aufwuchses und durch Aussetzen der Beweidung erfolgen.

In ähnlicher Weise trifft dies auch offensichtlich für die Restmengen an Aufwuchs zu, die in Zone III nicht aufgenommen wurden. Die übliche Praxis des Mulchmähens führt einen nicht unerheblichen Teil der Nährstoffe wieder an Ort und Stelle zurück, so dass hier zumindest mit Langzeiteffekten zu rechnen ist. Sicherlich spielt der Zeitpunkt bei der Entscheidung Abfuhr oder als Mulch liegen lassen eine Rolle. Während der Vegetation und Beweidung sollte das Wachstums- und Entzugspotential so gut wie möglich ausgeschöpft werden.

9.2 Focusuntersuchung Betrieb A: Mais-Anbaustreifen

Bei diesem Focus sollte beobachtet werden, welche Wirkungen von der Ansaat eines Maisstreifens im Auslauf mit Schwerpunkt auf die Nährstoffverhältnisse im Boden ausgehen. In der Praxis wird dies vereinzelt auf Legehennenbetrieben bereits durchgeführt. Wenn die Maispflanzen eine Wuchshöhe von etwas über 60cm erreicht haben, bieten sie den Hennen bereits eine Schutzmöglichkeit. Auf diese Weise können die Hennen in die Tiefe des Auslaufs geleitet werden.

Für die Untersuchung wurde auf dem Betrieb A im Juni 2003 ein Maisstreifen von etwa 6m Breite und 30m Länge gesät. Der Streifen wurde an die Grenze zwischen den Wechselweiden 1 und 2 angelegt. Der Anfang lag in der Zone III und setzte sich dann fort über IV/VI und V/VII (s. Skizze).

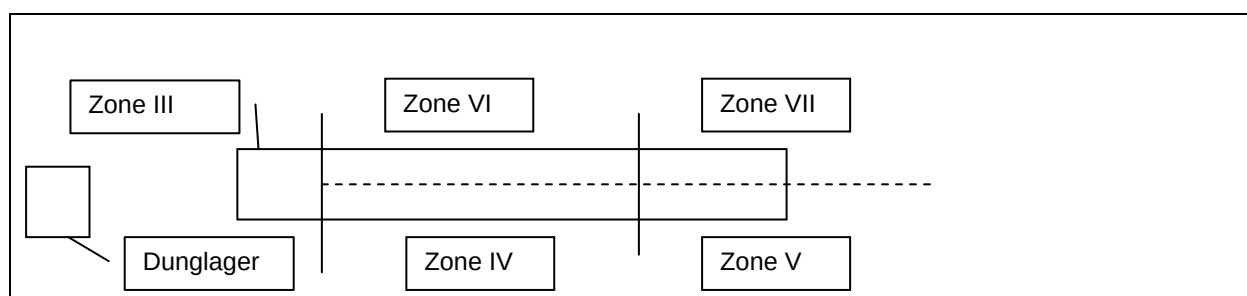


Abbildung 36: Schematische Skizze der Anordnung des Maisstreifens

Der Streifen wurde anfänglich mit einem Mobilzaun ausgezäunt. Dennoch war es schwierig, die Hühner vom heranwachsenden Mais fern zu halten. Im Bereich der Zonen V/VII war das Wachstum schwächer, so dass die Jungpflanzen im hintern Bereich frühzeitig „geerntet“ wurden.

Die Wuchshöhe und die Grünfärbung der Pflanzen waren ein direktes Spiegelbild der Nährstoffverhältnisse im Boden (siehe Bild).



Abbildung 37: Maisstreifen im Legehennenauslauf (Betrieb A; September 2003)

Deutlich erkennbar die abnehmende Wuchshöhe und die „Bearbeitungshöhe von ca. 60cm an den Maispflanzen

Die Pflanzen im Bereich der Zone III und teilweise auch noch IV und VI waren intensiv grün gefärbt und stärker im Wachstum. So waren die Hennen auch in der Lage im hinteren Bereich des Maisstreifens die Maiskolben selber zu ernten; an Maiskolben bis zu einer Höhe von etwa 50cm waren die Körner sauber entfernt worden. Bei Gefahr wurde der Maisstreifen sehr schnell von den Hühnern als Fluchtkorridor genutzt. Vertiefungen in Form von Kuhlen zwischen den Maisreihen hatten die Hennen zum Staubbaden angelegt.

Das Verhalten der Hennen spiegelt sich auch in den Stickstoffgehalten im Boden wider. In der nachfolgenden Grafik sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen von Juni bis Dezember 2003 für die betroffenen Zonen zusammengestellt. Es zeigt sich, dass zu Beginn des Versuchs die $N_{\min}$ -Konzentration im Maisstreifen deutlich niedriger war als in der Zone III; etwa vergleichbar mit Zone VI, welche bis dato von den Hennen nicht beweidet wurde.

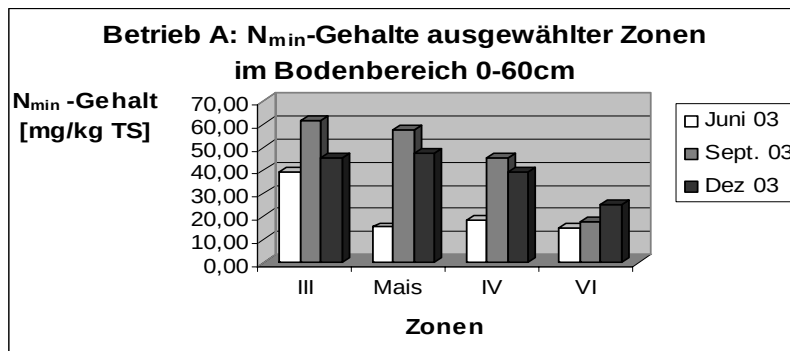


Abbildung 38: N_{min} -Gehalte an drei Terminen in der Bodenschicht 0 bis 60cm in vier Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb A)

Zum September steigt jedoch der N_{min} -Gehalt unter dem Maisstreifen drastisch an, liegt jedoch noch gut feststellbar unter dem Niveau der Zone III. Die Zone VI ist bis zu diesem Zeitpunkt noch immer nicht als Auslauf genutzt worden. Der Aufwuchs der Zonen VI und VII wurde zu Heunutzung verwendet. Damit verbunden zeigt sich eine deutliche Absenkung der N_{min} -Gehalte, die bis in den Dezember hinein wirken. In der Zeit von September bis Dezember zeigt sich in der Zone III ein deutlicher Rückgang des N_{min} -Wertes, der auf die verstärkte Nutzung der Wechselweide 2 mit den Zonen VI und VII zurückzuführen ist. Gleichzeitig wird in diesem Zeitraum der Maisstreifen von den Hennen stark aufgesucht, so dass der N_{min} -Wert für den Dezember über dem der anderen Zonen liegt.

Hier zeigt sich offensichtlich ein Dilemma: einerseits führt die Attraktivität des Maisstreifens dazu, dass er von den Hennen angenommen wird und kann dadurch seine Leitfunktion erfüllen. Andererseits reichern sich aufgrund der verstärkten Anwesenheit der Hennen aber auch Nährstoffe wiederum an, die mit Ende der Vegetation auch vom Mais nicht mehr aufgenommen werden können. Wird solch ein Streifen dauerhaft an einer Stelle angelegt, so ist von einem erhöhten lokalen Eintragspotential auszugehen.

9.3 Focusuntersuchung: Ackerbauliche Wechselbewirtschaftung der stallnahen Zone II auf dem Betrieb D

Auf dem Betrieb D wurde die Zone II in vier Sektoren unterteilt. Jeweils einer der Sektoren wurde als Wechselzugang zu der anschließenden Zone III oder V genutzt, während die anderen drei Sektoren Zeit zum Regenerieren hatten.

Da bei den betrieblichen Gegebenheiten eine selbständige Erholung des Aufwuchses zu erwarten war, wurde ein gezieltes Ansaatmanagement für die Zone II zusammengestellt (siehe nachfolgende Tabelle)

Betrieb D Ansaatmanagement für Zone II				
	Parzelle I	Parzelle II	Parzelle III	Parzelle IV
Mai 03	Phacelia/Hafer	Sommergerste	Wickroggen	Phacelia/Hafer
	Phacelia/Hafer	Sommergerste	Phacelia/Hafer	Phacelia/Hafer
Jun 03	Phacelia/Hafer	Sommergerste	Phacelia/Hafer	Phacelia/Hafer
	Mais/Gerste	Sommergerste	Phacelia/Hafer	Phacelia/Hafer
Jul 03	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Phacelia/Hafer	Phacelia/Hafer
	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Phacelia/Hafer
Aug 03	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Tritikale
	Hafer/Mais	Mais/Gerste	Mais/Gerste	Tritikale
Sep 03	Hafer/Mais	Tritikale	Mais/Gerste	Tritikale
	Hafer/Mais	Tritikale	Hafer/Mais	Tritikale
Okt 03	Hafer/Mais	Tritikale	Hafer/Mais	Feldsalat/Roggen
	(Wick)Roggen	Tritikale	Hafer/Mais	Feldsalat/Roggen
Nov 03	(Wick)Roggen	(Wick)Roggen	Hafer/Mais	Feldsalat/Roggen
	(Wick)Roggen	(Wick)Roggen	Feldsalat/Roggen	Feldsalat/Roggen

Abbildung 39: Bewirtschaftungsschema für den stallnahen Bereich eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)

Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass die Sektoren von der Ansaat bis zur Wiederbelegung eine Ruhephase von etwa 8 Wochen hatten (jedes Kästchen repräsentiert 2 Wochen). Entsprechend der Jahreszeit und den Möglichkeiten wurde eine Ansaat mit dem Ziel ausgewählt, sich möglichst rasch zu entwickeln, eine dichte Wiederbegrünung zu erlangen und den Hennen einen Nährwert zu bieten bei gleichzeitigem Nährstoffentzug aus dem Boden.

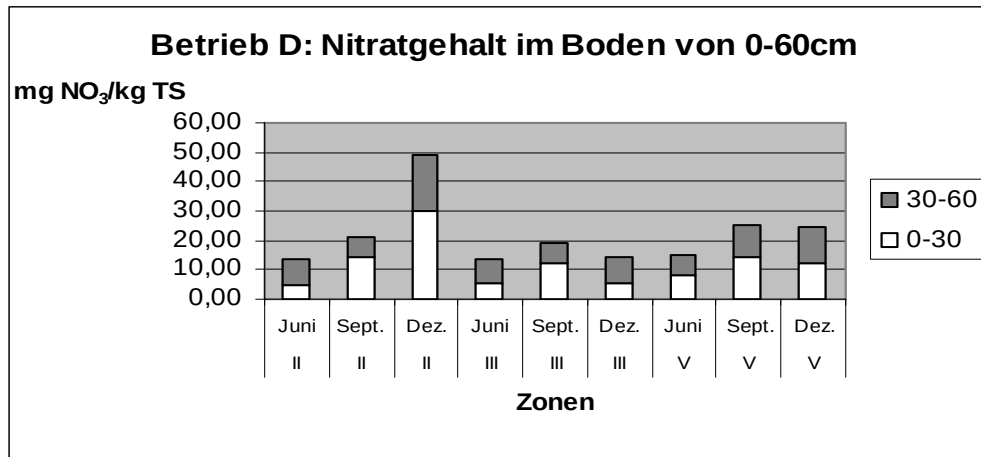


Abbildung 40: Nitratgehalte in zwei Bodenschichten (0-30cm;30-60cm) zu drei Untersuchungsterminen in drei Zonen eines Auslaufes für Legehennen bei einem stationären Stall (Betrieb D)

In der Abbildung sind die Nitratgehalte in der Bodenschicht 0 bis 60cm für die an einander grenzenden Zonen II, III und V in der Zeit von Juni bis Dezember 2003 zusammengestellt. Zu Beginn im Juni war der Gesamtgehalt in den drei Zonen auf dem nahezu gleichen Niveau. Der Anteil von Nitrat in der Schicht von 30 bis 60 cm ist in den Zonen II und III etwas höher als in der Zone V. In der Zeit von Juni bis September verdoppeln sich die Nitratgehalte im Bereich 0 bis 60 cm. Auffällig ist die Zunahme des Nitratgehaltes in der oberen Schicht bis 30 cm. Dies ist offensichtlich auf eine intensive Auslaufnutzung zurückzuführen. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Hennen jedoch nur noch Zugang zum Weideareal mit den Zonen V und VI.

Aufgrund der anhaltenden Trockenheit liefen die Ansaaten jedoch nur noch sehr schlecht auf. Dies schlug sich in den Ergebnissen der Dezember-Untersuchung nieder. In der Bodenschicht 0 bis 60 cm der Zone II kam es zu einem sprunghaften Anstieg des Nitratgehaltes. In der oberen Schicht bis 30 cm kam es im Vergleich zu den September-Werten nahezu zu einer Verdreifachung. In der Schicht 30 bis 60 cm verdoppelten sich etwa die Gehalte; es hatte also bereits eine Nährstoffverlagerung in tiefere Schichten stattgefunden. In der Zone III, die seit etwa Juli nur noch wenig genutzt wurde, stellten sich ungefähr wieder die Ausgangswerte ein. In der Zone V war im Dezember in etwa noch das Niveau vom September vorzufinden; jedoch zeichnen sich auch hier bereits Verlagerungstendenzen ab.

Auch hieraus wird wieder erkennbar, dass ein Nährstoffentzug erst dann gewährleistet ist, wenn die Kultur vor der Erstbeweidung ein bestimmtes Massepotential aufbauen konnte und dass die Beweidung rechtzeitig beendet werden muss.

10 Diskussion

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf den Betrieben zeigen, dass sich durch die Nutzung der Auslauffläche Gradienten für die Nährstoffgehalte im Boden aufbauen. Dieser Gradient entwickelt sich dreidimensional auf der Fläche.

1. In Abhängigkeit von der Nutzungsintensität durch die Hennen und der Dimensionierung der Fläche entwickelt sich ein horizontaler Gradient von stark erhöhten Gehalten in Stallnähe bis hin zum „Normalpotential“ ohne Nährstoffeintrag durch Kot in den stallfernen Bereichen.
2. Der vertikale Gradient wird durch die Standort prägenden Bodeneigenschaften, Witterungsverhältnissen und Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflusst. Er ist in Abhängigkeit von dem Nährstoffentzug durch die Pflanzen bestimmend für das Potential der Auswaschungsgefahr.

Die von MENKE und PAFFRATH (1996) ermittelten Durchschnittswerte für die Nahzonen mehrerer Betriebe in einer Größenordnung bis zu etwa 300 kg $N_{\min}$ /ha in der Schicht von 0 bis 30 cm werden durch die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigt. Hierbei muss aber auch berücksichtigt werden, dass es sich bei dieser Konzentrationsangabe um eine Hochrechnung handelt, die jedoch lediglich in einem oder ggf. mehreren kleinen Teilbereichen des Auslaufes anzutreffen ist. Die durchschnittlichen auf die gesamte Fläche hochgerechneten Belastungen liegen in einem Bereich von etwa 55 bzw. 80 kg $N_{\min}$ -N/ha. Dies verdeutlicht, dass es also bei den Extremwerten um punktuelle Belastungen geht, die durch Umrechnung auf den Gesamtdurchschnitt in einem wesentlich harmloseren Wert erscheinen. Dies darf nicht dazu führen einen rechnerischen Ausgleich mit unbelasteten Flächen herbei zu führen, weil der Nährstoffüberhang der stallnahen Zone eines stationären Stalls vertikal verlagert wird und somit nicht effektiv auf die unbelastete Restfläche verteilt werden kann. Bei einem Stall der versetzt werden kann ist diese Ausgleichsrechnung zulässig, wenn er bei fest zu legendem Zeitraum auf der gesamten Auslauffläche Standorte hatte, die eine annähernde Gleichverteilung ermöglichen.

Aus Umweltschutzaspekten sind auf Dauer dauerhafte Problemzonen nicht akzeptabel und müssen für die Zukunft praktikabel gelöst und gemanagt werden. Für die Bewertung dieser Zonen bei stationären Ställen müsste das Auswaschungsrisiko eingeschätzt werden, welches zu berücksichtigen hätte:

- die Bodenverhältnisse (Art, Struktur etc.)
- Niederschlagsmenge, Niederschlagsverteilung,
- Art und Beschaffenheit des Pflanzenbewuchses

- Art der Auslaufflächennutzung (Dauerauslauf: stationär, mobil, Rotationsfläche)
- Kompensatorische Massnahmen

Hieraus wäre die Ableitung von Indexwerten denkbar, die die Eignung des Standortes für eine Freilandhaltung charakterisieren, mit der z.B. die Anzahl der Weidetage pro m² im Jahr für den jeweiligen Standort definiert werden kann.

Ersichtlich wird aus den Ergebnissen dieser Arbeit auch, dass ab einer bestimmten Entfernung vom Stall nicht mehr von abnehmenden N_{min}-Gehalten die Rede sein kann, da sich ein Standort angepasstes Gleichgewicht einstellt. Dies lässt auf relativ gleichmäßige Einträge auf (auch bei guter Auslaufnutzung) relativ niedrigem Niveau schließen.

Bei Phosphor konnten abnehmende Werte mit zunehmender Stallentfernung bei beiden Betrieben mit stationären Ställen angetroffen werden.

Die Focusuntersuchung zur Parzellierung gibt Anhaltspunkte dafür, dass der Aufwuchs ein Gleichgewicht für den Stickstoffeintrag und den Entzug ermöglichen kann. Wichtig hierfür scheint eine Mindestmasse an Pflanzenbestand zu sein, der in der Lage ist, größere Mengen an Nährstoffen aufzunehmen, bevor die Hennen mit ihrer Nutzung durch den Kot wieder Nährstoffe eintragen. Zur effektiven Nährstoffverwertung durch den Aufwuchs ist auch eine Entfernung des Restes an Aufwuchs erforderlich, insbesondere bei großer Menge. Das üblich durchgeführte Mulchen führt einen beachtlichen Anteil an Nährstoffen zurück, was längerfristig zu einer Anreicherung von Nährstoffen führen kann.

Wird die gesamte Auslauffläche intensiv genutzt, so bleibt die Gradientenbildung zwischen Nah- und Fernbereichen bei einem stationären Stall aufrecht erhalten. Es hat den Anschein, dass die Nutzungsintensität nicht zwangsläufig mit einem Nährstoffeintrag durch Kot in analoger Relation einhergeht. Bei intensiver Nutzung der gesamten Fläche, was das eigentlich angestrebte Ziel ist, muss beachtet werden, dass mit Ende des Sommers das Wachstumspotential des Bestandes i.d.R. stark zurückgeht. Mit dem verringerten Nährstoffentzug gehen steigende Nährstoffgehalte im Boden einher, welche in der niederschlagsreichen Folgezeit stärker von Auswaschung gefährdet sind.

Die in der Stall nahen Zone häufig aufgebrachte Holzhäcksels- oder Rindenmulchschicht kann den Nährstoffanfall nicht besser „verarbeiten“. Die Vermutungen von PAFFRATH (1996), dass es unter dieser Schicht eher zu Verlagerungen kommt, scheinen sich zu bestätigen. Die vielfach geäußerte Aussage, damit auch eine Nährstoffverlagerung in tiefere Bodenschichten zu vermeiden, ist

wohl eher im Bereich der Wunschvorstellungen anzusiedeln. Die Ergebnisse der Zonen I, II und V, VI auf dem Betrieb B bestätigen diesen Ansatz nicht. Im Gegenteil liegt die Vermutung nahe, dass der dunkle Rindenmulch sich unter der Wintersonneneinstrahlung schneller erwärmt und durch seine Strukturverhältnisse frühzeitig Umsetzungsprozesse ermöglicht. Da aber unter der Streuschicht keine Pflanzen mehr wachsen, können die Nährstoffe nicht entzogen werden. Somit besteht eine verstärkte Auswaschungsgefahr, die durch Auffangen des Sickerwassers vermieden werden könnte. In der Folge müssten nicht überdachte und mit einer Streuschicht versehene Flächen mit einer Auffang-Vorrichtung ausgestattet werden, damit das Sickerwasser erfasst werden könnte. Neben einer optisch-kosmetischen Funktion kann sie die Aufgaben erfüllen, eine Verschlammung und ggf. eine Erosion zu verhindern.

Ein ähnlicher optischer Effekt ist auch bei der Anbringung von Rasenschutzgittern, Matten und Rosten in der Zone I zu erwarten. Hierdurch kann zwar die Zerstörung von Aufwuchs verringert oder bestenfalls verhindert werden. Dennoch wird in dieser Zone der Nährstoffeintrag ein Mehrfaches von dem sein, als durch den vorhandenen Pflanzenbestand entzogen werden kann. Welches Potential sich nachhaltig innerhalb von vier Wochen aufbauen kann, belegt die Stall-Stellfläche von Betrieb C, welche nach Monaten erhöhte Werte aufwies.

Die Focusuntersuchung mit dem Maisstreifen zeigt, dass der Nährstoffzehrer Mais in der Lage ist Nährstoffe aus dem Boden zu entziehen. Wird dies mit der Doppelfunktion eines Leitsystems für die Hennen genutzt, um diese in stallferne Bereiche zu führen, kann es zu Zielkonflikten kommen. Ab dem Zeitpunkt, an dem der Mais sein Wachstum einstellt oder abgeschlossen hat, wird der Nährstoffeintrag durch den Kot größer und es kommt zur Anreicherung. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Tatsache, dass zu diesem Zeitpunkt die Tiere sich einerseits an die Schutzfunktion vom Mais gewöhnt haben, und eine vergleichbare Alternative dazu fehlt. Hierfür könnten Daueranpflanzungen hilfreich sein; doch auch sie entziehen während der Ruhephase keine Nährstoffe oder zu wenig, wie es sich an dem Nadelbaumbestand der Zone II auf dem Betrieb A abzeichnet. Möglicherweise könnte eine größere mit Nadelbäumen angepflanzte Fläche auf einem Standort mit geringerem Auswaschungsrisiko das Versickern im Winter verhindern.

Eine Wechselbewirtschaftung der Auslauffläche für einen Zeitraum von sechs und mehr Monaten bei der der Aufwuchs auch noch von der Fläche entfernt wird, kann zu einer Verschiebung zu Gunsten des Nährstoffentzugs führen. Bei stationären Ställen ist dies i.d.R. für die stallfernen Bereiche zutreffend, welche allerdings auch den größeren Flächenanteil ausmachen. Die stallnahen Zonen bieten aber dennoch ein Auswaschungspotential, für das eine Lösung gefunden werden muss.

Der hierfür auf Betrieb D verfolgte Ansatz einer rotierenden Parzellierung mit

Neuansaat könnte eine Möglichkeit sein. Welche Effekte sich damit realisieren lassen, kann aufgrund des zu knappen Beobachtungszeitraums nicht gesagt werden. Die Grenzen dieses Verfahrens zeigten sich dennoch, da durch die Sommertrockenheit das Auflaufen der Einsaaten erschwert wurde. Hinzu kommt der Aspekt, dass bei kleinen Ställen das Bearbeiten der Kleinparzellen einen speziellen Maschineneinsatz erfordert, über den der Betrieb im Normalfall nicht verfügt.

11 Ausblick

Die in der EU-Verordnung für den ökologischen Landbau aufgestellte Forderung einer artgerechten Tierhaltung in Verbindung mit Zugang zu Grünausläufen ist für die Geflügel haltenden Betriebe eine Herausforderung, für die sie Unterstützung benötigen. Anders wie bei den anderen Tierarten stellt die Geflügelhaltung im Grünauslauf Anforderungen, die bislang nicht soweit entwickelt sind, wie es von umweltschonenden Produktionsverfahren erwartet wird. Deshalb muss im Verbund von Forschung, Beratung und Praxisbetrieben an dieser Problematik gearbeitet werden.

Die Ergebnisse im ersten Teil der Untersuchung bestätigen die aus vorgehenden Untersuchungen und unterstreichen einmal mehr die Erfordernis der Weiterentwicklung der Freilandhaltung, um für die sich andeutenden Probleme hinsichtlich Nährstoffbelastung adäquate Lösungen zu finden. Es ist eine weitergehende Forschungsarbeit erforderlich, welche entsprechende Maßnahmen und Verbesserungen für die Praxis ermöglicht.

Bei dem in dieser Arbeit geschilderten Vorgehen ergaben sich an zahlreichen Stellen Ansätze für weitere Untersuchungen, um den Problembereich der Nährstoffbelastung von Legehennenausläufen besser abschätzen und durch entsprechende Maßnahmen entschärfen zu können.

Ein erster Ansatzpunkt wäre, den Koteintrag in den Auslauf zu reduzieren, ohne dabei die Dauer für den Zugang in den Auslauf zu stark einzuschränken. Hierfür wäre es erforderlich, mehr Informationen über das Abkotverhalten zu erhalten und Steuerungsmöglichkeiten zu erarbeiten, damit mehr Kot in bereits überdachten Bereichen ohne Auswaschungsgefährdung anfallen kann.

Eine Verringerung der Auswaschungsgefährdung wäre auch zu erreichen, wenn die intensiv genutzten stallnahen Bereiche mit Auffangmöglichkeiten für Niederschläge und oder Sickerwassern versehen werden.

Denkbar wären auch Ansätze, die durch den Einsatz von zulässigen Produkten zu einer Einschränkung der Ureaseaktivität und oder zu einer zeitlich begrenzten Unterdrückung der Nitrifikation führen. Dies in Kombination mit einer Streuschicht, welche ihrerseits gezielt entfernt und ausgetauscht wird, könnte die vom Kot

eingetragenen Stickstoffverbindungen zunächst für begrenzte Zeit konservieren und anschließend unter kontrollierten Bedingungen einlagern helfen.

Eine weitaus diffizilere Aufgabe wäre die Bestimmung von Maximalwerten für Gradienten von Nährstoffgehalten im Boden von Auslaufflächen. Unter Berücksichtigung der Standortfaktoren Boden, Klima, Tierzahl könnten Eckwerte (Indexbestimmung) für die Risikoeinschätzung einer Umweltgefährdung erarbeitet werden.

Wie erste Ergebnisse gezeigt haben, sind Verbesserungen durch pflanzenbauliche Maßnahmen möglich. Auch hier sind Weiterentwicklungen erforderlich, welche die betrieblichen Gegebenheiten berücksichtigen und zu einer Verbesserung führen können.

In diesem Zusammenhang wären auch Untersuchungen erforderlich, die zu mehr Informationen zur Bestimmung des optimalen Wechselintervalls der Auslaufflächen führen und damit das Gleichgewicht zwischen Entzug und Eintrag großflächig erhalten bleibt

Ein weiterer Ansatz wäre die Weiterentwicklung und Ausweitung von mobilen Stallsystemen in der Praxis. Zu betonen ist hierbei die Notwendigkeit einer effektiven Mobilität, welche die Gewähr für ein regelmäßiges Versetzen bietet. Unablässig für diese Stalltypen ist, wie die Ergebnisse gezeigt haben, dass der Kot so aufgefangen wird, dass auf der Stallstandfläche kein erhöhtes Eintragspotential sich einstellen kann. Zur Entschärfung der Problemzone unmittelbar am Stall ist u.U. eine sofortige Neuansaat erforderlich.

Mobilstallsysteme mit großer Beweglichkeit bieten aber auch die Möglichkeit, dass die Auslauffläche ein Teil in der Fruchtfolge ist, so dass die Nährstoffe von den Tieren quasi auf den Acker gebracht werden. Auch dies System wäre so zu entwickeln, dass die Nährstoffe effizient von den Folgekulturen verwertet und Verluste minimiert werden.

Langfristig angelegte Untersuchungen zum weiteren Verlauf der Phosphatgehalte in den stark frequentierten Zonen und möglicher Probleme bei starker Phosphatanreicherung wären ebenfalls anzustreben. Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoffeinträge würden teilweise auch Wirkungen beim Phosphor zeigen. Ferner wären die erforderlichen Gehalte an Phosphor im Futter und ggf. auch der Einsatz von Enzymen (Phytasen) im Futter zu überdenken. Diese Maßnahmen würden im Vorfeld das Ausscheidungspotential schon verringern helfen.

Ergänzt werden sollten alle Untersuchungen und Maßnahmen durch begleitende ethologische Studien zum Verhalten von Legehennen im Auslauf. Von Interesse wären dabei Aussagen über die Akzeptanz der Ausläufe durch Schutzeinrichtungen und Informationen über die Zusammenhänge zwischen Aufzucht, Haltungsbedingungen und der Nutzung des Auslaufes. Dies wäre wichtig, um die

teils erheblichen Unterschiede bei der Auslaufnutzung von Jahr zu Jahr bzw. von Betrieb zu Betrieb genauer verstehen zu können. Abschließend bleibt festzustellen, dass mit der Freiland- oder Auslaufhaltung von Legehennen ein großer Schritt in Richtung artgerechtes Haltungsverfahren gemacht wurde. Im Sinne der Tiere sind für die Fortführung weitere Anstrengungen erforderlich, die weit über das rechtzeitige Öffnen der Auslaufklappen hinausgehen. Das nicht Beachten von Umweltaspekten, auch wenn sie auf kleinere Teilbereiche beschränkt sind, darf nicht dazu führen, dieses Haltungsverfahren auf Kosten der Tiere wieder zu verbannen. Somit gibt es offensichtlich noch viel zu tun...!

12 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Abschätzung der Nährstoffsituation im Boden von Legehennenausläufen und die Überprüfung von strategischen Ansätzen zur Optimierung des Managements. Drei Betriebe hatten einen stationären Stall und ein Betrieb einen teilmobilen Kufenstall. Die Ausläufe wurden unter optisch erkennbaren Merkmalen jeweils in mehrere Zonen unterschiedlicher Nutzungsintensität eingeteilt. Von September 2002 bis Dezember 2003 wurden in Zeitabständen von ca. drei Monaten Bodenproben in den entsprechenden Zonen gezogen. Die Bodenproben wurden auf ihre Gehalte an mineralischem Stickstoff, pflanzenverfügbarem Phosphat, Humus und auf Belastung durch Endoparasiten untersucht. Die Ansätze zur Optimierung waren als Focusuntersuchung ausgerichtet auf eine Wechselbewirtschaftung der stallnahen Zone, Anlegen eines Maisstreifens, Nutzung und Verwertung des Aufwuchses durch die Hennen, sowie das Potential für den Nährstoffentzug durch den Aufwuchs.

Die Ergebnisse des N_{min} -Stickstoffs bestätigen die Befunde aus vorangegangenen Untersuchungen, dass in den stallnahen Zonen ein massiver Stickstoffeintrag in den Boden stattfindet. Die stallferneren Zonen sind wenig oder normal versorgt. Der Anteil von Ammoniak am mineralisierbarem Stickstoff ist schwankend und teilweise beträchtlich höher als angenommen. Auch für Phosphor ist ein analoger Gradient für die Gehalte im Boden der Auslauffläche festzustellen.

Ferner zeigt sich, dass einmal mit Stickstoff überfrachtete Areale für bis zu einem Jahr ein erhöhtes Risiko darstellen können, wenn nicht rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Eine starke Beeinflussung der Humusgehalte konnte innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht zugeordnet werden. Die Untersuchungen der Bodenproben auf Endoparasiten waren ohne Befunde.

Die Focusuntersuchungen ergaben, dass der Aufwuchs während der Vegetation den Nitratstickstoff verwerten kann. Restmengen, die nicht von den Hennen gefressen werden, sollten nicht nur gemulcht sondern ggf. auch abtransportiert werden. Durch

ausschließliche Schnittnutzung kann innerhalb der Vegetation ein größeres Entzugspotential aufgebaut werden. Der Anbau von Mais wirkt ebenfalls Nährstoff zehrend, so lange Pflanzenmasse gebildet wird. Danach kann der Nährstoffeintrag durch den Kot wieder dominant wirken. Eine Wechselbewirtschaftung der stallnahen Bereiche ist denkbar und machbar. Begrenzend für den Entzug sind die standortspezifischen und klimatischen Gegebenheiten, welche die Bildung der Pflanzenmasse vor der Beweidung beeinflussen.

Abschließend werden begleitende Maßnahmen erörtert, mit denen der Nährstoffeintrag in der stallnahen Zone zusätzlich verringert werden könnte.

13 Literaturverzeichnis

ANONYM (1999): Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999, ABl. EG Nr. L 222 vom 24.08.1999, S. 1. Quelle: www.verbraucherministerium.de.

BAUMANN, W. (2001): Ökologische Hühnerhaltung, Stallbaukonzepte, Bioland Verlags GmbH, Mainz

BMVEL (2002): Erste Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 16, www.verbraucherministerium.de

DAMME, K. (2002): Die neuen Verordnungen zur Legehennenhaltung und Eiervermarktung. In: Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003, S. 23-29, Ulmer-Verlag, Stuttgart

DIN, Deutsches Institut für Normung, (1973): DIN 19 683, Teil 1-19, 1973: Bodenuntersuchungsverfahren im landwirtschaftlichen Wasserbau; Physikalische Laboruntersuchungen. Beuth-Vertriebs GmbH, Berlin.

FRENKEN, A. (1989): Stickstoffverluste aus verschiedenen Stickstoffverbindungen des Legehennenkotes während der Lagerung in unterschiedlichen Haltungssystemen. Dissertation an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

HEß, J., PIORR, A., SCHMIDTKE, K. (1992): Grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch Ökologischen Landbau? Eine Bewertung des Leguminosenanbaus und des Wirtschaftsdüngereinsatzes im Anbausystem Ökologischer Landbau. Institut für Wasserforschung, Dortmund

HOFFMANN, G. (1991): Methodenbuch, Band 1: Die Untersuchung von Böden. 4. Auflage, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

HÖFNER, M., ENGELHARD, U., FÖLSCH, D.W. und HÖRNING, B. (2001): Abschlußbericht für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung „Optimierung von Auslaufflächen für Hühner auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Hinblick auf eine Reduzierung von bestimmten Krankheitserregern sowie einer Verminderung der Nähr- und Schadstoffbelastung“. Universität Kassel-Witzenhausen

HÖRNING, B., HÖFNER, M., TREI, G., und FÖLSCH, D.W. (2002): Auslaufhaltung von Legehennen. KTBL-Arbeitspapier 279, Darmstadt

KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. Vierte, neubearbeitete Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin

KLEMPT, L. (1997): Ermittlungen zum Nitrataustrag aus Dauergrünland unter Weidenutzung auf Flussmarsch unter besonderer Berücksichtigung von Exkrementstellen. Ökologie und Umweltsicherung 13/97, Dissertation am Fachbereich 11 – Landwirtschaft, Internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung der Universität Kassel-Witzenhausen

KRATZ, S. (2002): Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Belastung von Böden in Grünausläufen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 240, Braunschweig

LEOPOLD, A. (1999): Abschlußbericht zum BML-Modellvorhaben 1997 „Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung“. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

MEIERHANS, D. und MENZI, H. (1995): Freilandhaltung von Legehennen: Bedenklich aus ökologischer Sicht? In: DGS-Magazin 9/95, S.12-17

MENKE, A. und PAFFRATH, A. (1996): Freilandhaltung von Legehennen – artgerechte Tierhaltung ökologisch bedenklich? In: DGS-Magazin 22/96, S. 11-16

MÖBIUS, C. (2001): Mobilstall: Gesehen, verliebt und gekauft. In: DGS-Magazin 9/2001, S. 10-14

NAJATI, M. und VAN DEN WEGHE, H. (1999): Abschlußbericht zum BML-Modellvorhaben 1997 „Artgemäße und umweltverträgliche Geflügelhaltung“. Universität Göttingen, Außenstelle Vechta

PETERSEN, J. (2000): Faustzahlen zur Legehennenaufzucht und –haltung. In: Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000, S. 103-120, Ulmer-Verlag,

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

SCHINNER, F., ÖHLINGER, R., KANDELER, E., MARGESIN, R. (1993): Bodenbiologische Arbeitsmethoden. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag, Berlin.

SCHMIDT, G. (1991): Hat der Bohrstock ausgedient? In: DLG-Mitteilungen 1/1991, S. 40-42.

14 Bildanhang



Abbildung 41: Betrieb A; Focusuntersuchung zum Maisstreifen

Der Maisstreifen aus der Perspektive der Hennen verdeutlicht den „Korridoreffekt“ durch die Maisreihen. Die Ausrichtung der Reihen hat somit gleichzeitig eine Leitfunktion.



Abbildung 42: Betrieb A; Focusuntersuchung zum Maisstreifen

Sobald die Hennen in den Streifen konnten fingen sie mit der Ernte an. Anfänglich waren es die Blätter; später entfernten sie die Lieschblätter und ernteten den Mais direkt von der Spindel.



Abbildung 43: Betrieb A; Weidebereich 1

Komplette Nutzung der Auslauffläche im Bereich der Weide 1 im Sommer 2003. Die Folgen der Trockenheit sind zu erkennen: der Pflanzenbestand ist erschöpft. Die Schattendächer sind wichtig; sie werden immer genutzt.



Abbildung 44: Betrieb A: Weidebereich 1

Die Weide wurde bis zum Zaun intensiv genutzt. Die hinter dem Zaun erkennbare Hecke wurde anschließend durch Versetzen des Zauns in den Auslauf integriert.



Abbildung 45: Betrieb D; Wechselbewirtschaftung des stallnahen Bereichs
In der Mitte aktuell genutzter Sektor 2, daneben Sektor 1 mit Hafer/Pacelia-Aufwuchs.
Rechts in Sektor 3 ist die Maisansaat zu erkennen, die bereits unter Trockenheit leidet.



Abbildung 46: Betrieb C: Weideparzellierung
Legehennen im Auslauf des teilmobilen Kufenstalls zu Beginn der Neuparzellierung im Sommer 2002



Abbildung 47: Betrieb C; Weideparzellierung
Auslauffläche am Ende der Winterperiode im März 2003



Abbildung 48: Betrieb C; Weideparzellierung
Im Vordergrund ist die Standfläche des Stalls nach dem Standortwechsel zu erkennen. Links daneben die Zonen I und II die stark genutzt wurden.

Abschlussbericht

zum Forschungsprojekt

Einsatz von 100% Öko-Komponenten im Vergleich zu einer mit D/L-Methionin ergänzten Ration und einer Standardration in der Legehennenfütterung

vorgelegt von:

Prof. Dr. Andersson

Fachhochschule Osnabrück, FG Tierhaltung im Ökologischen Landbau

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Kurzfassung.....89
2	Einleitung90
3	Material und Methode.....91
3.1	Tiere92
3.2	Futter92
3.3	Gefiederbonitierung.....93
3.4	Nester / Eier.....94
3.5	Darstellung.....94
3.6	Auswertung.....95
4	Ergebnisse.....95
4.1	Versuchsabschnitt 195
4.2	Versuchsabschnitt 297
4.3	Gefiederbonitierung.....100
4.4	Tiergesundheit101
4.5	N-Bilanz.....101
4.6	Ökonomische Folgen102
	Anhang.....104

1 Kurzfassung

Der Versuch wurde 2003 auf dem Versuchsbetrieb (Bioland) der FH-Osnabrück durchgeführt. Es sollten die Folgen eines sehr weit gehenden Komponentenaustausches bei den Proteinträgern untersucht werden.

Der Futterkomponentenaustausch wurde unter den Versuchsbedingungen extremer vollzogen, als es einem Praxisbetrieb zugemutet werden kann.

Geprüft wurden Futterrationen mit 100 % Ökokomponenten

- die „fettreich“ waren - durch die Verwendung gemahlener, nicht-entölter Sojabohnen
- die „fettarm“ waren - durch den Austausch nicht-entölter Sojabohnen gegen Sojabohnenkuchen
- die im Rohproteingehalt abgesenkt wurden, aber konventionelles, synthetisches D/L Methionin enthielten.

Als Vergleichsgruppe diente eine Ration mit Maiskleber, die als Standardration bezeichnet wird, da sie sich in der Vergangenheit in der Praxis bewährt hat.

Ergebnisse:

Abgesehen davon, dass durch den Einsatz von D/L Methionin die Eier nicht als Öko-Ware zu vermarkten sind, zeigen sich die Nachteile hoher Anteile von ölhaltigen Proteinträgern sehr deutlich.

- Die Verwendung ölhaltiger Proteinträger führte zu einem deutlichen Anstieg der Eigewichte
- Höhere Eigewichte hatten keinen Einfluss auf die Legeleistung
- Die Verfütterung einer fettreichen Ration führte zu einer deutlichen Verschlechterung der Einstreuqualität und letztlich zu deutlich mehr Schmutzeiern
- Der Futteraufwand war in der mit ganzen Sojabohnen gefütterten Gruppe am größten (145 bis 148 g/ Huhn und Tag), in der Gruppe mit Standardfutter am niedrigsten (133 g/ Huhn und Tag)
- Der Einsatz von D/L Methionin ermöglichte eine Absenkung des Rohproteingehaltes und reduzierte die N-Ausscheidungen der Tiere um 23 %, die Eier können aber nicht als Öko-Ware vermarktet werden
- Nach ca. 35 Legewochen nahm bei Verfütterung der fettreichen Ration der Anteil an Schmutz- sowie Knick- und Brucheiern erheblich zu. Bei Versuchsende, in der 39. Legewoche waren ca. 39 % aller gesammelten Eier Schmutzeier, zusätzlich waren ca. 9% aller gesammelten Eier Knick- und Brucheier

Für die Praxis stellt sich heraus, dass aufgrund dieser Ergebnisse ölhaltige Proteinträger aus ökonomischen Gründen mit Bedacht eingesetzt werden müssen.

2 Einleitung

Im Ökologischen Landbau soll ab August 2005 auf konventionelle Anteile in der Fütterung verzichtet werden. Dieses löst in der Praxis Sorgen aus, da insbesondere in der Geflügelhaltung die zuverlässige Versorgung mit essentiellen Aminosäuren aus heimischen Pflanzen schwierig ist.

Wird zur Abdeckung des Aminosäurebedarfs der Rohproteingehalt der Ration erhöht

- führt dies zu einer vermehrten N-Ausscheidung und letztlich zu erhöhten Emissionen
- belastet dies den Stoffwechsel des Tieres, was zu einer reduzierten Immunität führt

Wird eine Unterversorgung mit Aminosäuren bei Legehennen in Kauf genommen, führt dies zu

- einer schlechteren Befiederung
- einer erhöhten Neigung hinsichtlich Kannibalismus
- bei Methioninmangel zu Stoffwechselproblemen aufgrund einer Leberverfettung
- mangelhaften Legeleistung

Eine Lösung dieser Probleme wäre der Einsatz von Rassen/Herkünften, die aufgrund geringerer Leistung auch geringere Ansprüche an das Futter stellen. Derartige Rassen/Herkünfte sind jedoch derzeit nicht verfügbar.

Ob Tiere mit geringerer Leistung die Lösung für die Ökologische Nutztierhaltung darstellen, muss zukünftig allerdings vermehrt unter ökonomischen Gesichtspunkten diskutiert werden. Aktuell werden auf Betrieben, die mit der Eierzeugung Einkommen erwirtschaften, Hybridlinien eingesetzt.

Die Auswirkungen des Austausches von konventionellem Kartoffeleiweiß und Maiskleber gegen Öko-Sojakuchen bzw. nicht-entölte Öko-Sojabohnen sollte in einem Versuch an der FH-Osnabrück geklärt werden. Zusätzlich wurde in einer Versuchsgruppe die Folge einer abgesenkten Rohproteinversorgung bei Zugabe von D/L Methionin geprüft.

In einem zweigeteilten Fütterungsversuch mit Legehennen wurden 4 Futtermittelvarianten getestet. Jede Futtergruppe wurde mit einer Wiederholung angelegt:

1. Standard-Bio
2. abgesenktes Rohprotein und Zugabe von D/L-Methionin
3. 100% Bio-Futter mit hohem Fettanteil
4. 100% Bio-Futter mit abgesenktem Fettanteil

In allen Rationen wurde mindestens 50% Getreide eingesetzt, da von einigen Bio-Verbänden ein Eigenanteil von mind. 50% Eigenerzeugung gefordert wird. Im norddeutschen Raum ist das in erster Linie Weizen und Triticale.

3 Material und Methode

Die Ergebnisse wurden in 2 Versuchsabschnitten erzielt:

Versuchsabschnitt 1

Die Gruppe 1 („Standard-Bio“) diene als Kontrollgruppe. Es ist das Futter, welches sich auf vielen Betrieben etabliert hat. Es enthält 10% Maiskleber (siehe Anhang).

Die Gruppe 2 bekam Futter, welches im Rohproteingehalt von 18,5% auf 14,9% abgesenkt wurde. Die limitierende Aminosäure Methionin wurde jedoch zugesetzt. D/L-Methionin wird vollsynthetisch hergestellt. Daher wird der Einsatz in der Fütterung völlig anders diskutiert als bei Lysin. Bei der Herstellung von Methionin werden keinerlei gentechnische Verfahren angewendet, ein Risiko für den Verbraucher, das Tier oder die Umwelt ist nicht bekannt und wird auch nicht diskutiert.

Im Futter der Gruppen 3 und 4 wurden 100% ökologisch erzeugte Futtermittel eingesetzt. Durch den Einsatz ganzer, gemahlener Sojabohnen wurde die Ration in der Gruppe 3 fettreich. Diese Situation führt laut Literatur zu erhöhten Eigewichten. Schwere Eier lassen sich ungünstig vermarkten und führen zu einem erhöhten Knickeieranteil.

In Gruppe 4 wurde der Fettgehalt reduziert, durch den Einsatz von Sojabohnen-Kuchen statt ganzer Soja-Bohne. Somit sollte der Einfluss von Fett bzw. von Linolsäure auf die Eigewichte geprüft werden.

Versuchsabschnitt 2

Nachdem die Ergebnisse Ende Juni 2003 eindeutig zeigten, dass die mit ganzen Soja-Bohnen gefütterte Gruppe deutlich schwerere Eier legte als die Vergleichsgruppen, wurde der Versuch aus Kostengründen nur mit einer Gruppe und einer Wiederholung bis Ende des Jahres weitergeführt. In dem zweiten Versuchsabschnitt sollte geklärt werden wie sich die Eigewichte, die Legeleistung und die Tiergesundheit bei derart hohen Eigewichten entwickeln.

3.1 Tiere

Am 13. Februar 2003 wurden 8 x 60 Junghennen der Herkunft Tetra-braun aufgestellt. Die Tiere waren nach Bioland-Richtlinien aufgezogen worden.

Bei der Aufstallung waren die Hühner 18 Wochen alt und wogen im Durchschnitt 1340 g (± 100 g).

Die Legehennen wurden in Bodenhaltung (6 Tiere/m²) mit einem überdachten, sandeingestreuten Auslauf gehalten.

In der 22. Lebenswoche der Tiere (14. März 2003, bei einem Lebendgewicht von 1815 g, ± 137 g) war der Legebeginn.

Der Versuchsabschnitt 1 erstreckte sich vom 15. März 2003 bis zum 26. Juni 2003, Versuchsabschnitt 2 wurde vom 2. September 2003 bis 5. Dezember 2003 ausgewertet.

Der Sommer 2003 war durch sehr hohe Temperaturen geprägt, so dass aus diesem Zeitraum keine repräsentativen Daten zu erwarten waren. Das Futter wurde nach Ende von Versuchsabschnitt 1 für die Tiere des 2. Versuchsabschnitts nicht gewechselt, sie erhielten durchgehend das Futter mit ganzer Sojabohne, die „fettreiche“ Ration.

In der 38. Legewoche wurden die Tiere ausgestallt.

3.2 Futter

Im Zeitraum vom 15. März bis 26. Juni 2003 wurde das Futter in 4 Teillieferungen, in der Zeit vom 1. September bis 5. Dezember 2003 in 3 Teillieferungen vom Futterwerk „Meyerhof zu Bakum GmbH“ geliefert.

Von jeder Lieferung wurde eine Probe gezogen und auf Energiegehalt, Rohprotein und Fettgehalt untersucht. Der Methioningehalt wurde in der ersten und dritten Teillieferung, der Linolsäuregehalt in der 2. und 4. Teillieferung untersucht.

Futteranalysen

Die Futteranalysen wurden in folgenden Labors durchgeführt:

- Rohprotein, Rohfett, Energie: Labor FH-Osnabrück
- Aminosäurebestimmung: Degussa, Isernhagen
- Fettsäuremuster, Energie: LUFA Nord-West, Oldenburg

Tabelle 1 Futterzusammensetzung (Mittelwert /Spanne der Werte)

			„100 % Bio“	
	„Standard“	D/L-Methionin	„fettarm“ (Sojabohnenkuchen)	„fettreich“ (Vollsoja) (ganze Sojabohne)
	bezogen auf 88% TS bzw. kg Futter mit 88% TS			
MJ-ME *	11,42 11,2 -11,8	11,31 11,0 - 11,4	10,92 10,9 – 11,2	11,21 11,0 - 11,3
% XP	18,55 17,8 -19,6	14,89 13,9 – 17,5	17,09 15,5 – 18,8	16,99 16,5 – 18,1
Methionin (g/ kg)	2,99 - 3,14	3,78 - 3,81	3,16 - 3,33	2,99 - 3,02
Fett (g/ kg)	41,0 - 49,6	39,2 - 44,88	42,8 - 55,5	58,7 - 63,7
Linolsäure (g/ kg)	20,1 - 22,7	20,4 - 24,2	31,5 **	33,5- 33,9

* MJ-ME nach Schätzformel; ** Nur 1 Wert verwendbar

3.3 Gefiederbonitierung

Um den Einfluss der verschiedenen Futtermischungen auf das Auftreten von Federpicken bzw. Federverlusten, sowie Verletzungen beurteilen zu können wurden am Ende des ersten Versuchsabschnittes in der 15. Legewoche 10 zufällig gegriffene Tiere je Abteil bonitiert.

Hierfür wurde ein von KEPPLER (2001) modifiziertes Beurteilungsschema nach HUGHES und DUNCAN (1972) angewandt. Es werden Gefiederschäden an 5 befiederten Körperregionen getrennt beurteilt werden (Abb. 1 und Tab. 2). Aus den Einzelbewertungen der beurteilten befiederten Körperregionen und der beurteilten Tiere wird ein Mittelwert gebildet, der als Maß für die Gefiederschäden in einer Gruppe dient (Gefiederquotient). Für jede Körperregion wird ebenso registriert, ob blutige Verletzungen der Haut vorhanden sind. Zusätzlich werden die Ständer und Füße, sowie die Kloake nach Verletzungen untersucht. Als Verletzung werden auch kleine blutverkrustete Pickverletzungen gewertet.

Die Tierbeurteilungen und die Auswertung wurde von Christiane Keppler (FG Nutztierethologie und Tierhaltung, Universität Kassel) am 24.06.03 durchgeführt.

Tabelle 2 Bewertungsschema zur Tierbeurteilung

Körperteil/ -region	Bewertungsmodus	
	Gefiedernote	Verletzungsnote
<u>Befiederte Körperzonen:</u> Kopf/Hals Rücken Flügel Schwanz Legebauch/Brust	Grad der Unversehrtheit des Gefieders 0 = Federn weisen keine Beschädigung auf 2 = Kahlstellen $> 1 \text{ cm}^2 \leq 25 \text{ cm}^2$ 3 = Kahlstellen $> 25 \text{ cm}^2$	Haut: Nicht verletzt/verletzt Kleine Pickverletzungen (1 mm^2) werden als verletzt gewertet
<u>Unbefiederte Körperzonen:</u> Füße		Nicht verletzt / verletzt

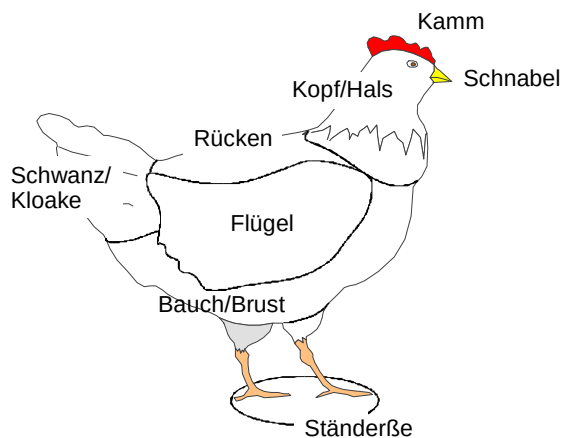


Abb.1: Beurteilung der verschiedenen Körperregionen

3.4 Nester / Eier

Pro Bucht standen den 60 Tieren 16 ROWA-Einzelnester (Abrollnester), 2-etagig zur Verfügung. Die Eier wurden 2 x am Tag gesammelt. Der erste Termin um 8.00 Uhr diente primär der Herausnahme von Bodeneiern und der Kontrolle der Nester hinsichtlich nicht zuverlässig abgerollter Eier. Der 2. Eiersammeltermin war gegen 11.00 Uhr. Anschließend wurden die Klappen zum Auslauf geöffnet.

Jedes gefundene/gesammelte Ei wurde erfasst und mittels Laborwaage gewogen.

3.5 Darstellung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden in den Abbildungen dieses Berichtes Trendlinien verwendet.

3.6 Auswertung

Die statistische Auswertung bezüglich der Gruppenunterschiede nutzte den Student-Newman-Keuls Test. Durchgeführt wurde die Auswertung von Dr. H. Schön, FH-Osnabrück.

4 Ergebnisse

4.1 Versuchsabschnitt 1

Bei Auswertung der Daten des 1. Versuchsabschnittes, vom 15. März bis 23. Juni 2003, zeigen sich 4 Wochen nach Legebeginn Unterschiede bei den Eigewichten. Die Gruppe mit dem hohen Fettgehalt im Futter liefert signifikant schwerere Eier als alle anderen Futtervarianten. Dieses wird anhand der Mittelwerte deutlich.

Aber auch die „fettarme“ Gruppe (Sojabohnenkuchen statt ganzer Sojabohne) liefert signifikant schwerere Eier als die Gruppen mit Standardfutter bzw. D/L Methionin. Hierfür ist wahrscheinlich der sehr hohe Gehalt an Linolsäure im Sojabohnenkuchen verantwortlich. Der Fettgehalt konnte in der „fettarmen Gruppe“ durch den Austausch von ganzen Sojabohnen gegen Sojabohnenkuchen nicht konstant in allen Teillieferungen deutlich gesenkt werden. Bei einem ähnlichen Linolsäuregehalt in der „fettarmen“ und der „fettreichen“ Gruppe ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Gruppen.

Die leicht sinkenden Eigewichte im Juni sind als Folge der stark steigenden Sommertemperaturen anzusehen.

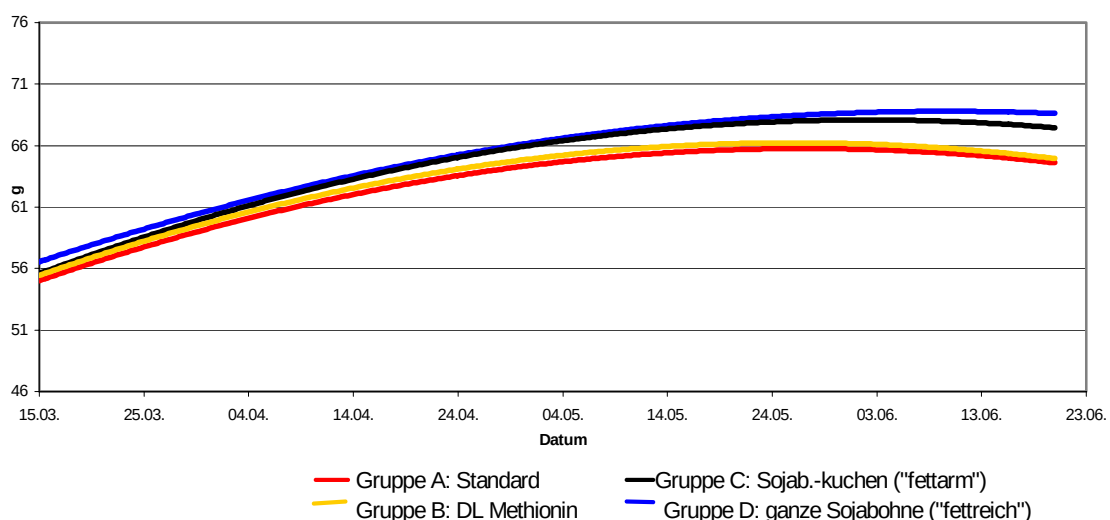


Abb. 2 Eigewichte des ersten Versuchsabschnittes (1. bis 14. Legewoche)

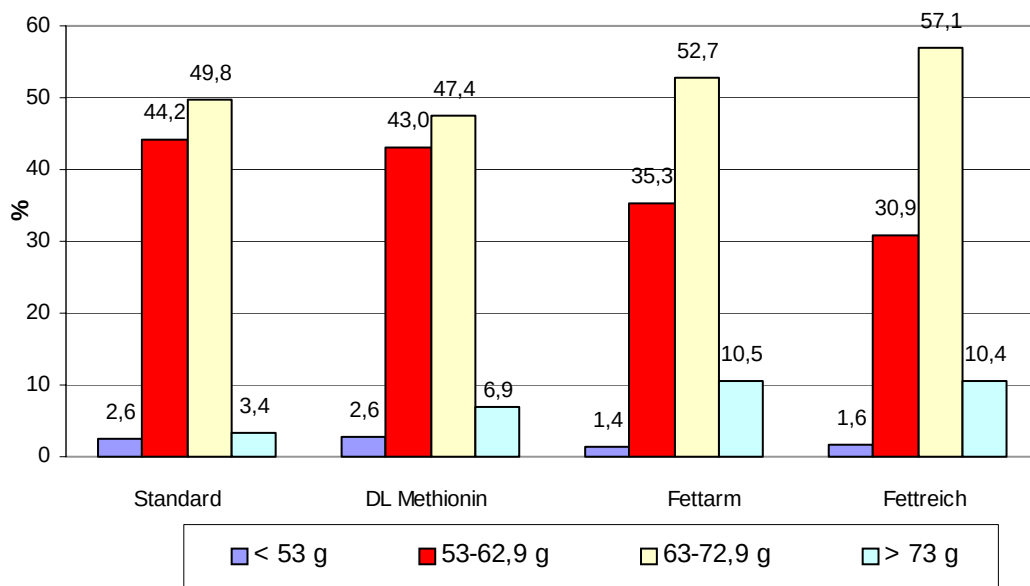


Abb. 3 Verteilung der Eier auf Gewichtsklassen bezogen auf den gesamten 1. Versuchsabschnitt (15.03. – 24.06.2003)

Werden die Eier auf Gewichtsklassen verteilt, so nimmt der Anteil der Eier in den Gewichtsklassen mit den schweren Eiern kontinuierlich zu. Ökonomisch bedeutsam ist der starke Anstieg der sehr schweren Eier der Gewichtsklasse XL. Hier treten erhebliche Verpackungsprobleme auf, was leicht zu ökonomischen Verlusten aufgrund von Bruch-/ Knickeier führt.

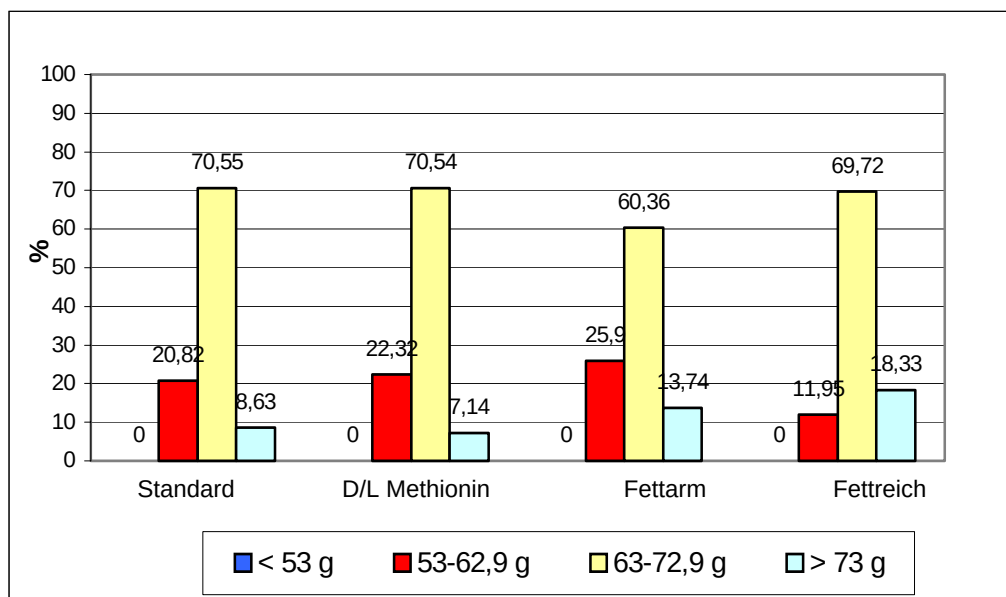


Abb. 4 Verteilung der Eier auf Gewichtsklassen bezogen auf den letzten Tag des 1. Versuchsabschnitts, d.h. 15. Legewoche

Bei der Legeleistung bestanden auf einem Niveau > 90% zwischen den Gruppen keine statistisch absicherbaren Unterschiede.

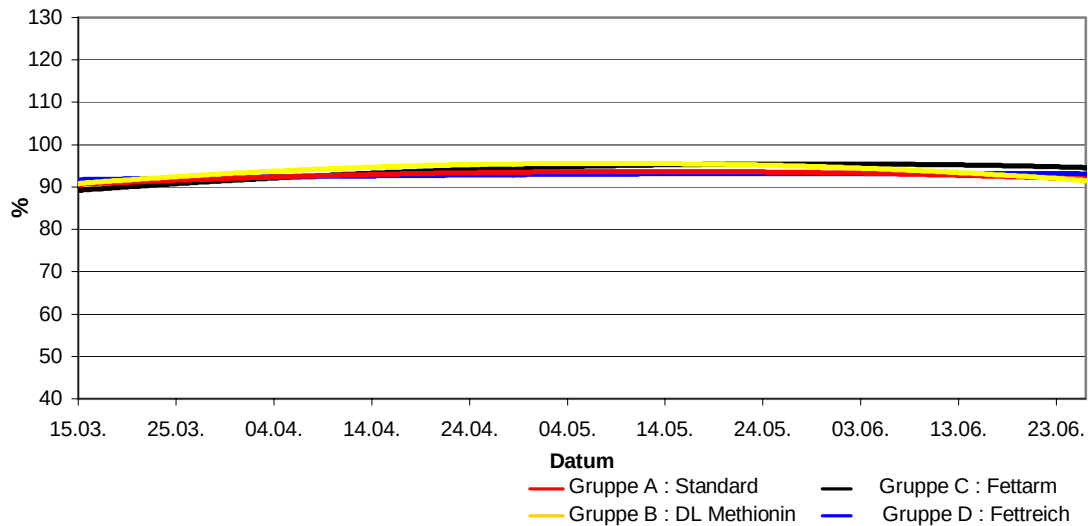


Abb. 5 Legeleistung im gesamten 1. Versuchsabschnitt (15.3. – 24.06.2003)

Der Anteil an Schmutzeiern lag zwischen 1% und 3 %, die Summe aus Knick- und Brucheiern unter 1%. Somit waren zwischen den Gruppen keine Unterschiede festzustellen.

4.2 Versuchsabschnitt 2

Die beiden Hennengruppen, die mit der fettreichen Futtermittelvariante (ganze Sojabohne) gefüttert wurden, wurden bis zum 5. Dezember 2003 gehalten. Es zeigte sich, dass die Eigewichte weiter anstiegen – bis auf ein mittleres Eigewicht von 73 g/ Ei in der 38. Legewoche.

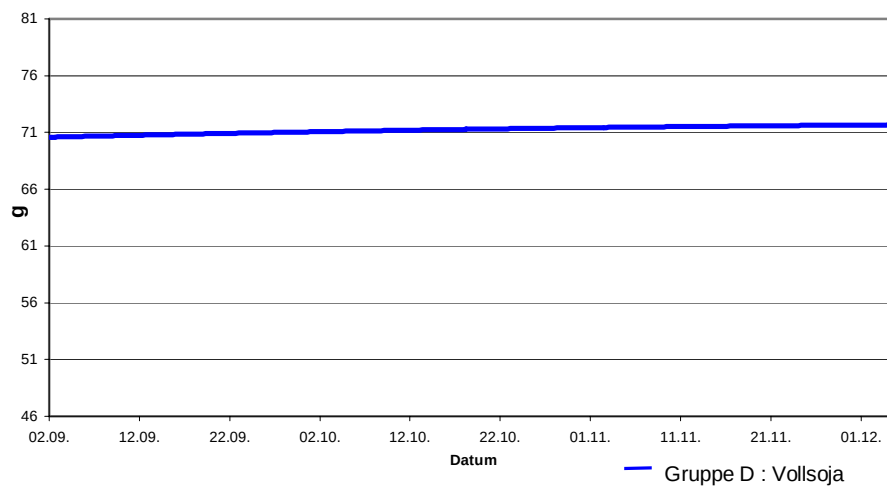


Abb. 6 Entwicklung der Eigewichte im 2. Versuchsabschnitt (2.9. – 5.12.2003) nur Hühner, die „fettreich“ (ganze Sojabohne) gefüttert wurden

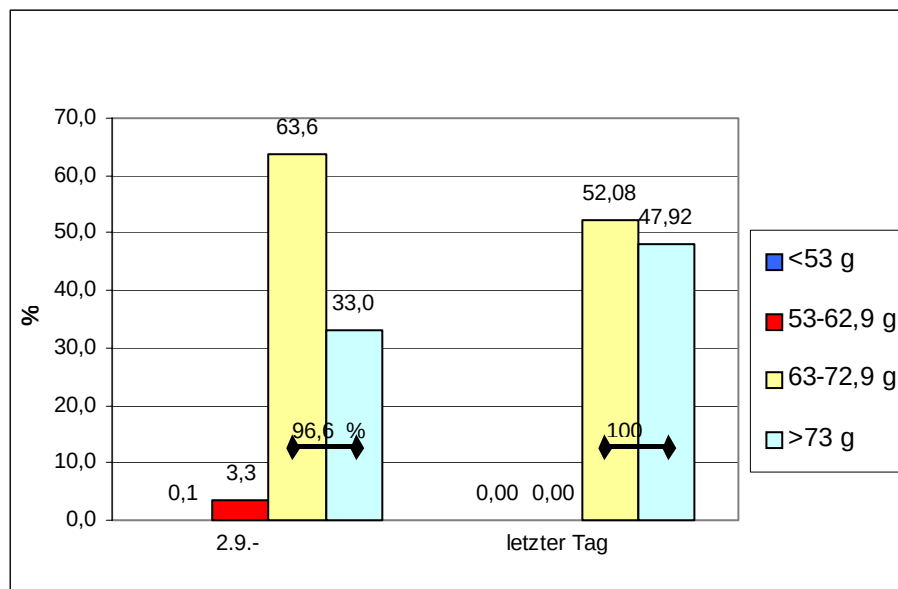


Abb. 7 Verteilung der Eier auf Gewichtsklassen bezogen auf den 2. Versuchsabschnitts (2.09. – 5.12.2003)

Die Legeleistung fiel von ca. 90% in der 25. Legewoche auf 78 % in der 38. Legewoche.

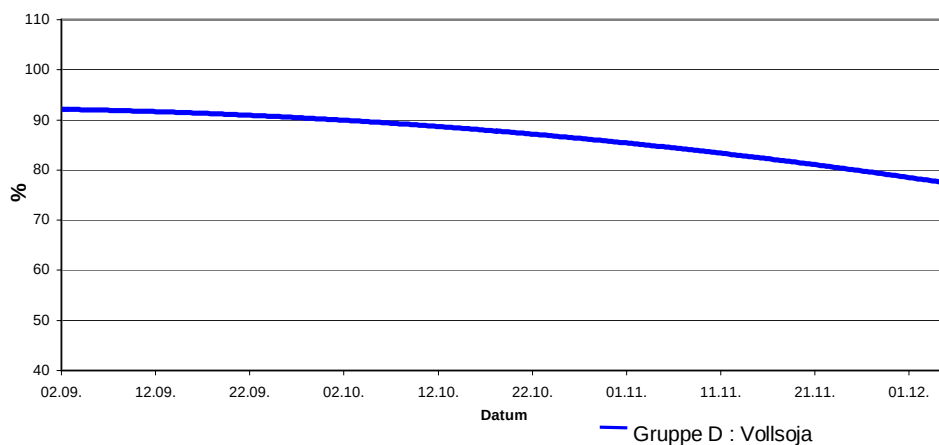


Abb. 8 Legeleistung im gesamten 2. Versuchsabschnitt (2.09. – 5.12.2003)

Der Anteil an Schmutzeiern stieg in dem Zeitraum von 3,5% auf 38,7%, die Summe aus Knick- und Brucheiern stieg von 2,9 % auf 8,8 %. Somit waren in der 39. Legewoche ca. 47 % der gelegten Eier nicht, oder zu sehr ungünstigen, Konditionen vermarktungsfähig.

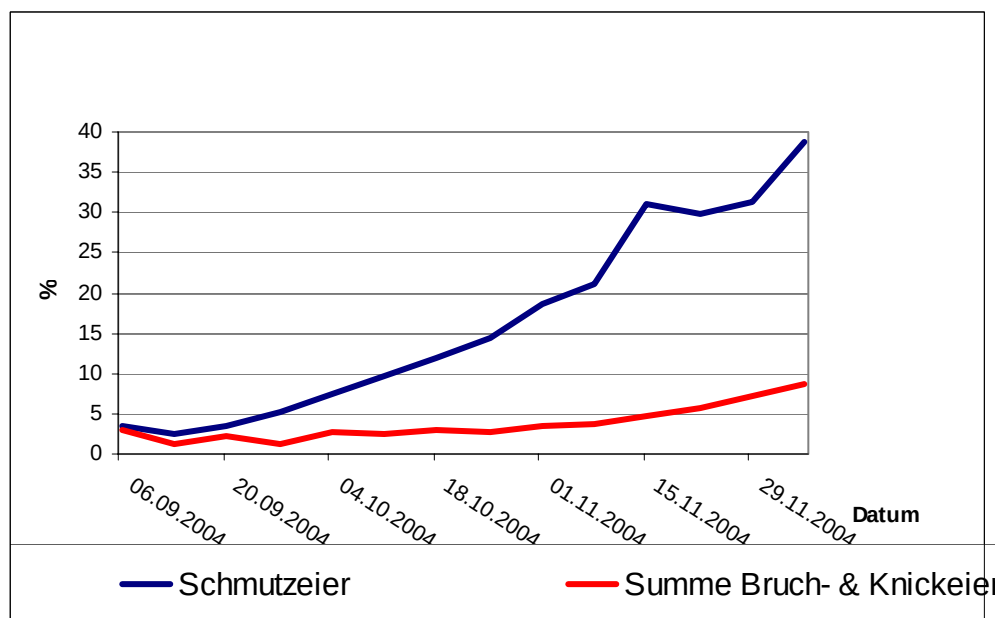


Abb. 9 Entwicklung der Schmutz-, Bruch- und Knickeier im 2. Versuchsabschnitt

4.3 Gefiederbonitierung

Der Gefiederquotient war in der Gruppe mit dem Standardfutter am niedrigsten (s. Abb.10). Die Tiere waren hier durchgängig gut befiedert, und zeigten nur in einer Wiederholung leichte Federverluste am Schwanzansatz. Die meisten Gefiederverluste waren in beiden Wiederholungen der Versuchsgruppe mit synth. Methionin zu beobachten. Hier waren 60 und 80% der Tiere in der Rückenregion nackt. Die beiden Versuchsgruppen mit Ganzen Sojabohnen bzw. Sojabohnen-Kuchen lagen mit Ausnahme einer Wiederholung der Versuchsgruppe „fettreich“ (ganze Sojabohne) dazwischen.

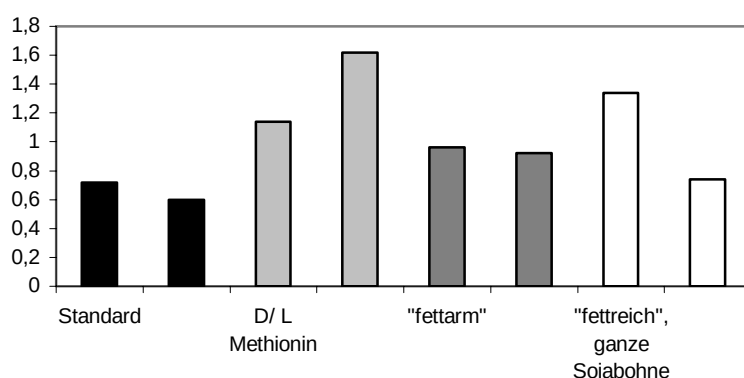


Abb.10: Gefiederquotient der beiden Wiederholungen jeder Versuchsgruppe

Die beiden Hühnergruppen mit der Standardmischung zeigten im Vergleich zu den anderen Versuchsgruppen auffällig wenige Verletzungen der Kloake und der Haut. Bei den anderen Versuchsgruppen sind die Unterschiede zwischen den Wiederholungen sehr hoch, so dass hier keine eindeutige Tendenz festgestellt werden kann. Das Auftreten von Verletzungen ist erfahrungsgemäß sehr gruppenspezifisch und erfordert eine wesentlich größere Anzahl von Wiederholungen um eindeutige Ergebnisse zu liefern.

Tabelle 3: Ergebnisse der Tierbeurteilung

Versuchsgruppen	Standard		Methionin		„Fettarm“		„Fettreich“	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Bucht/Abteil								
1.1.1 Verletzungen								
% Tiere mit Hautverletzungen	30	0	90	60	50	100	60	0
% Tiere mit Kloakenverletzungen	30	0	10	50	10	50	50	20

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in der Gruppe mit dem „Standardfutter“, dem höchsten Rohproteingehalt in der Ration, eine deutlich bessere Befiederung als in den anderen Versuchsgruppen vorzufinden war und nur wenige Verletzungen festgestellt werden konnten.

4.4 Tiergesundheit

Hinsichtlich der Tiergesundheit konnten in beiden Versuchsabschnitten keine Unterschiede festgestellt werden. Insgesamt starben 8 der 480 aufgestellten Hühnern (1,7 % der Anfangshennen bzw. 0,18 % pro 28 Tage). Bezüglich der Mortalität konnte zwischen den Gruppen bzw. Buchten kein Unterschied gefunden werden. Die Mortalität entspricht somit in etwa den Werten, die für die Schweiz unter gleichen Bedingungen (Bodenhaltung mit Wintergarten) angenommen werden: 0,39% pro 28 Tage

(HÄNE 1999 nach http://www.ign-nutztierhaltung.ch/Stellungnahm_EpiLeg.PDF).

Es wurden keine Erkrankungen festgestellt und entsprechend keine Medikamente eingesetzt.

4.5 N-Bilanz

Die Stickstoffbilanz wurde nur auf der Ebene des Stalles kalkuliert. Der Input wurde aus dem N-Gehalt des Futters, die N-Retention über den Körperansatz der Hennen und die Eimasse berechnet. Die Differenz aus Input und Retention wird als N-Ausscheidung angegeben.

Bezogen auf die „Standard-Gruppe“ wurden in der „D/L-Methionin-Gruppe“ 23 % weniger Stickstoff ausgeschieden, bzw. die N-Verwertung aus Futter-N (= Protein plus Aminosäure) stieg von 31,8 % auf 37,6 %. Die Futtergruppen „fettreich“ und „fettarm“ lagen im Bereich des Standardfutters mit einer N-Verwertung von 32 bzw. 33 %. Da sich die Haltungsbedingungen der Gruppen nicht unterschieden, führte die Senkung des Rohproteingehaltes um 3,6% in der „D/L-Methionin-Gruppe“ zu einem erheblich geringeren Emissionspotential als es bei den 3 anderen Gruppen der Fall ist.

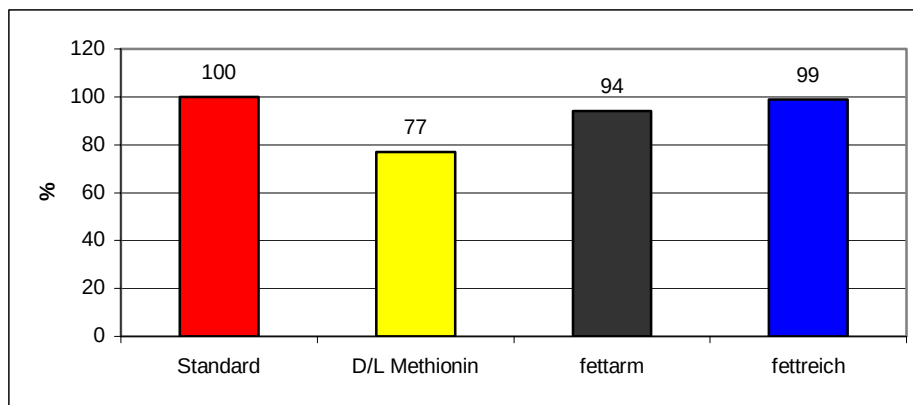


Abb. 11 Vergleich der N-Ausscheidungen in Relation zur Gruppe mit „Standardfutter“

4.6 Ökonomische Folgen

Die Gruppen, die 100% - Biofutter erhielten, legten schwerere Eier. Gelingt die Vermarktung der Eier nach Gewichtsklassen zu den Preise wie Sie von der ZMP angegeben werden, so sind die ökonomischen Folgen der geänderten Fütterung im Vergleich zur Standardfütterung relativ gering. Im Vergleich zum Standardfutter ist der Erlös bei der „fettreichen“, mit ganzen Sojabohnen gefütterten Gruppe nach Auswertung des Legebeginns ca. 3% niedriger.

Die Situation wird allerdings dramatisch, wenn man das Versuchsende betrachtet. Am letzten Versuchstag werden fast ausschließlich Eier der Gewichtsklassen L und XL gelegt. Würde die Vermarktung aller Eier gelingen, wäre trotzdem ein erheblicher finanzieller Einbruch zu erwarten. Das Hauptproblem ist jedoch die Tatsache, dass fast die Hälfte der Eier bei Versuchsende kaum zu vermarkten ist. Die Schalenstabilität hat derart abgenommen, dass vermehrt Schmutz und Knick-/Brucheier entstehen. Die extreme Verschlechterung der Einstreuqualität aufgrund der fettreichen Ausscheidungen ist ebenfalls eine Erklärung für die vielen Schmutzeier. Für die Praxis ist eine fettreiche Ration auch aus ökonomischen Gründen nicht zu empfehlen.

Tabelle 4 Kalkulation der ökonomischen Folgen durch veränderte Rationsgestaltung

	1.1.2 Fütterungsvariante				
	Standard	D/L Methionin	“fettarm”	“fettreich”	„fettreich“ ganze Sojabohne
	erste 100 Futtertage: Legewoche 1 bis 15				Legewoche 25 bis 37
Legeleistung (Eier/Durchschnitt je Henne) im Zeitraum	93	94	94	93	83
Legeleistung im Zeitraum (%)	93	94	94	93	88
Sortierung (%)					
XL	3	6	10	10	33
L	49	47	52	56	64
M	45	43	35	31	3
S	3	4	2	2	0
davon % Schmutz- / Knick-Brucheier	2 im Durchschnitt	1 im Durchschnitt	2 im Durchschnitt	2 im Durchschnitt	47 in der 39. Legewoche
g Futter / Tag und Durchschnitt-Henne	133	140	139	145	148
€ / dt Futter	38,5	36	40,5	38,5	38,5
Futterkosten / Ei (Cent)	5,5	5,3	5,9	5,9	6,3
Erlös aus Eierver- kauf minus Futter- kosten* (€)	2060	2122	2087	2067	1923

* ZMP-Daten(20.2.2004): Preise pro Ei in Cent nach Klasse: 28 (XL); 25 (L); 23 (M); 18 (S)

Anhang

Bruch-/ Knick-/ Schmutzeier

Datum	Schmutz- eier (n)	Knick- eier (n)	Brucheier (nicht gewogen) (n)	Legeleistung Durch- schnittshenn e (%)	gelegte Eier (n)	Schmutz- eier (%)	Knick- eier (%)	Bruch- eier (%)	Summe Bruch- und Knick- eier (%)
06. Sep	18	9	6	87	520	3,4615	1,7308	1,1538	2,8846
13. Sep	20	6	3	92	772	2,5907	0,7772	0,3886	1,1658
20. Sep	28	11	6	93	784	3,5714	1,4031	0,7653	2,1684
27. Sep	40	7	2	92	773	5,1746	0,9056	0,2587	1,1643
04. Okt	56	8	12	92	764	7,3298	1,0471	1,5707	2,6178
11. Okt	75	10	10	93	779	9,6277	1,2837	1,2837	2,5674
18. Okt	90	13	9	91	757	11,889	1,7173	1,1889	2,9062
25. Okt	105	12	7	88	728	14,423	1,6484	0,9615	2,6099
01. Nov	126	15	8	81	674	18,694	2,2255	1,1869	3,4125
08. Nov	150	18	9	86	714	21,008	2,521	1,2605	3,7815
15. Nov	206	20	12	80	662	31,118	3,0211	1,8127	4,8338
22. Nov	200	27	12	81	670	29,851	4,0299	1,791	5,8209
29. Nov	209	30	18	81	668	31,287	4,491	2,6946	7,1856
06. Dez	215	32	17	70	556	38,669	5,7554	3,0576	8,8129

Sollwerte der eingesetzten Futterrationen
(Angabe der Mühle „Meyerhof zu Bakum“, 7.02.2003)

Komponenten in %	Standard	DL-Methionin	Vollfett	Fett-reduziert
Maiskleber	10	0	0	0
Sojakuchen	0	0	0	14
BT-Hefe	3	0	0	0
Sojabohne	8,5	20	17,5	0
SB-öl-Bio	1	1	0	0
Mineral 1	2,5	2,5	2,5	2,5
Perlkalk	8	8	8	8
Grünmehl	3	5	5	0
Erbsen	7	7	0	0
Bohnen-tf.	7	0	0	0
Sonnenbl. Kuchen	0	0	17	16
Gerste	0	3	0	0
Mais	0	3	0	9,5
Triticale	15	15	15	15
Weizen	35	35,5	35	35

Gehalte				
MJ-ME	11,22	11,41	10,9	10,83
% Rohprotein	17,91	14,28	17,43	17,1
g Methionin	3,24	3,67	3,22	3,13
g Lysin	7,14	7,43	7,2	7,12
g X-Asche	124,26	126,99	130,99	130,01
g X-Fett	44,27	64,88	67,4	43,05
g X-Faser	39,9	42,76	71,5	61,64
g Kalzium	32,71	32,99	33,25	32,79
g Phosphor	6,18	5,96	6,16	6,21
g Natrium	1,95	1,92	1,92	1,91

Abschlussbericht

zum Untersuchungsprojekt

Proteinträger in der Fütterung des Ökologischen Landbaus -
Prüfung der Proteingehalte und der Proteinqualität in
ökologisch erzeugten Futterkomponenten

vorgelegt von:

Prof. Dr. Andersson

Fachhochschule Osnabrück, FG Tierhaltung im Ökologischen Landbau

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung	108
2 Ziel	109
3 Material und Methode.....	109
4 Ergebnisse	110
5 Resümee.....	116
6 Literatur	117

1 Problemstellung

Bei Monogastriern ist die Tageszunahme und die Schlachtkörperzusammensetzung von der Futterqualität abhängig. Eine nicht-bedarfsgerechte Versorgung, insbesondere mit Aminosäuren, führt zu deutlich schlechteren Leistungen und letztlich erheblichen Vermarktungsproblemen. Gerade bei Schweinen werden vom Markt hohe Magerfleischanteile (> 54%) gefordert. Fette Tiere sind nur mit erheblichem Verlust (ca. 0,50 Euro / kg) bei ohnehin schlechter Marktsituation zu vermarkten oder finden keinen Abnehmer (eigene Erfahrung mit alten Rassen).

Zur Zeit sind konventionelle Futterkomponenten (Maiskleber und Kartoffeleiweiß) in den Futterrationen um die Versorgungslücken zu decken. Ab 2005 sollen diese Futtermittel aber gemäß EU-Verordnung 2092/91 nicht mehr eingesetzt werden. Die Verbände Bioland und Demeter haben diese Entscheidung schon vorgezogen und verzichten seit Ende 2003 bzw. Anfang 2004 auf diese Komponenten. Maiskleber und Kartoffeleiweiß werden in ökologischer Qualität nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

Die verfügbaren Futtermittel aus ökologischem Anbau sind hinsichtlich der Proteingehalte und der Proteinqualität schwer einzuschätzen. Es herrscht in der Praxis die Auffassung vor, dass die konventionellen Futterwerttabellen für den ökologischen Landbau nicht zufriedenstellend nutzbar sind.

Folgende Gründe geben Anlass für diese Annahme:

1. Die Nährstoffversorgung der Pflanzen, insbesondere die N-Düngung, weicht von den konventionellen Praktiken erheblich ab. Daher sind vor allem bei Getreide niedrigere Rohproteingehalte zu erwarten. Dieses kann zusätzlich zu relativen Verschiebungen im Aminosäuremuster führen, weil die Pflanzenorgane unterschiedliche Anteile enthalten.
2. Es werden im Ökologischen Landbau z.T. Sorten angebaut, die bislang wenig untersucht wurden und, beispielsweise beim Winterweizen, fast ausschließlich aus dem E und A-Sortiment stammen, also keine klassischen Futterweizenherkünfte.
3. Der Standort hat Einfluss auf den Nährstoffgehalt der Pflanze. Diese Einflüsse werden wahrscheinlich unter Bedingungen des Ökologischen Landbaus (Fruchtfolge) stärker zum Tragen kommen als im konventionellen Anbau.

Aus der Literatur sind wenige Daten zum Proteingehalt und der Proteinqualität verfügbar. Studien aus Hessen oder vom Ökoring Schleswig-Holstein geben aufgrund der großen Schwankungsbreiten Anlass zur Verunsicherung. Die aktuellen Ergebnisse aus Österreich (WLCEK und ZOLLITSCH 2003) sind wahrscheinlich

nicht auf Norddeutschland zu übertragen, zeigen aber, dass mit Werten zu rechnen ist, die von den konventionellen Tabellenwerten abweichen.

Um marktfähige Produkte zu erzeugen müssen die Futterrationen bedarfsgerecht sein. Folglich müssen die Inhaltsstoffe der Futterkomponenten möglichst genau bekannt sein und im nächsten Schritt muss die Ration optimiert kombiniert werden.

In der Schweine- und Geflügelfütterung spielt Getreide eine sehr große Rolle, 50 – 80% der Ration. Daher ist die Information bezüglich des Beitrages von Getreide zur Aminosäureversorgung sehr wichtig. Sowohl WLCEK und ZOLLITSCH (2003) als auch HAGEL et al. (1998) weisen auf deutlich von Tabellenwerten abweichende Aminosäuregehalte im ökologischen Futter hin.

Dieses gibt Anlass auch in Norddeutschland Getreide hinsichtlich seiner Proteinqualität zu untersuchen.

Die klassischen heimischen Proteinträger sind Leguminosen. Diese wurden analytisch in den letzten Jahren vernachlässigt, da die Informationen weder aus dem konventionellen noch aus dem ökologischen Landbau nachgefragt wurden.

Hier herrscht erheblicher Analysebedarf um Eckwerte für die Rationsgestaltung zu bekommen.

Die höchsten Gehalte an Aminosäuren sind in Ölfrüchten, bzw. deren Kuchen zu erwarten. Hier handelt es sich überwiegend um Importware, aber auch heimische Ware wird als Futtermittel gehandelt.

2 Ziel

Um die Rationsgestaltung für Monogastrier zuverlässiger zu gestalten, sollen die Proteinqualitäten in Futterkomponenten des Ökologischen Landbaus untersucht und mit den etablierten Tabellenwerten verglichen werden.

3 Material und Methode

Untersucht wurde ausschließlich Ware, die nach Vorgabe des ökologischen Landbaus in Niedersachsen erzeugt wurde. Die Vergleichswerte aus der Literatur beziehen sich auf konventionelle Ware.

Es wurden insgesamt 259 Proben auf Rohprotein und die Aminosäuren Cystin, Lysin, Methionin und Threonin untersucht. Bei der Untersuchung der Getreideproben konnte zusätzlich der Tryptophangehalt abgerufen werden.

Von der Landwirtschaftskammer Hannover wurden 147 Getreideproben und 70 Leguminosen, vom Ökoring Niedersachsen 15 Leguminosen und von der FH-Osnabrück 10 Getreideproben, 9 Leguminosen und 8 Proben aus Ölfrüchten untersucht.

Der Rohproteingehalt wurde über die N-Bestimmung ermittelt, die Aminosäuregehalte nach den Standardverfahren der LUFA Nord-West.

Im Getreide wurde zusätzlich mit dem NIR Verfahren der Stärkegehalt errechnet.

Die nachfolgenden Ergebnisse und Darstellungen beziehen sich auf einen Trockensubstanzgehalt von 88%, der für Futterproben üblich ist.

4 Ergebnisse

Es ist bekannt, dass mit zunehmendem Ertrag die Eiweißgehalte in den Futterpflanzen sinken. Da im ökologischen Landbau ein geringerer Ertrag als konventionell erwartet wird, wird teilweise in der Praxis unterstellt, dass die „Proteinqualitäten“ besser als in den Futterwerttabellen dargestellt seien. Betrachtet man die Rohproteingehalte (16g N/ 100g Futter), so ist dieses nach dieser Untersuchung im Vergleich zu den Daten der DEGUSSA (2000) sowohl für den Rohproteingehalt als auch für die untersuchten Aminosäuren Lysin, Methionin, Cystin, Threonin und auch bei Tryptophan nicht der Fall. Eine Ausnahme bildet der Rohproteingehalt der Ackerbohnen, der in der ökologischen Ware im Mittelwert etwas höher liegt als die Tabellenwerte. Hierfür sind einige Proben, besonders aus einem Versuch der FH-Osnabrück, verantwortlich. Hier sind Rohproteingehalte über 32% bei 88% TM gemessen worden.

WLCEK u. ZOLLITSCH (2003) haben mit 148 Getreideproben aus den Ernten 2001 und 2002 eine ähnliche Studie durchgeführt. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass für Getreide ein Abschlag von ca. 10% bezogen auf den in Tabellen ausgewiesenen Eiweißgehalt vollzogen werden müsste (WLCEK u. ZOLLITSCH 2004b).

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse von 157 Getreideproben aus der Ernte 2003 in Niedersachsen führt ebenfalls zu Werten, die im Mittel ca. 14% niedriger sind als die Tabellenwerte.

Am höchsten sind die Abweichungen von den Tabellenwerten bei Roggen (außer bez. Tryptophan) mit ca. 25% geringeren Gehalten als in der Tabelle von der DEGUSSA (2000). Nimmt man die Analysewerte von Roggen aus der vergleichenden Betrachtung heraus, so liegt immer noch eine Abweichung von fast 9 % von den DEGUSSA-Werten vor.

Betrachtet man die Abweichungen bei den Leguminosen, so liegen die Werte der niedersächsischen Öko-Ware im Mittel ca. 6 - 10 % unter den Tabellenwerten.

Die Spanne der Analysewerte zeigt jedoch, dass der Sorteneinfluss oder Standort und hier insbesondere die Stickstoffversorgung, erheblich sein kann. Somit ist ein Ansatz für züchterische Arbeit und besonderes Augenmerk auf die Qualitätseigenschaften einzelner Sorten auf jeden Fall gegeben.

Die Ergebnisse der Sortenversuche der Landwirtschaftskammer Hannover bestätigen diese Tendenz. Da die Datengrundlage noch sehr gering ist, dürfen die folgenden Angaben vorerst nur als Trend verstanden werden.

Körnerleguminosen:

Mit durchschnittlich 6% fiel die Differenz im Rohproteingehalt zwischen den Lupinensorten relativ hoch aus. Auch bei der Ackerbohne zeigte sich ein ähnliches Bild, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau (4,5%). Weniger deutlich waren die Unterschiede bei den Analysen der Erbsen (2,5%). Auch bei den Aminosäuren ergibt sich ein ähnlicher Trend. Daran wird deutlich, dass es sich durchaus lohnt, auch Partien vor der Kalkulation von Rationen untersuchen zu lassen. Es zeigt sich, dass dieses Qualitätspotential der Sorten über alle Standorte bestätigt wird. Sorten mit hohem Potential bestätigen dies in den meisten der zur Verfügung stehenden Proben. Somit besteht ein weiterer Grund gezielt bei der Sortenwahl vorzugehen.

Getreide:

Beim Getreide sind die Differenzen im Vergleich zu den Körnerleguminosen deutlich geringer. Es zeigen sich aber Tendenzen innerhalb der Getreidearten auf. Bei Sommertriticale sind die Gehalte beim Rohprotein und den Aminosäuren deutlich höher als bei der Wintertriticale. Ein ähnlicher Trend zeigt sich bei der Gerste. Allerdings liefert hier die Wintergerste bessere Qualitäten als die Sommergerste liefert. Zwischen Mehrzeiliger und Zweizeiliger Wintergerste hat die Mehrzeilige Gerste nur geringfügig die Nase vorn. Beim Winterroggen lassen sich insgesamt keine eindeutigen Tendenzen ablesen.

Beim Winterweizen erzielen die E-Sorten erwartungsgemäß höhere Rohprotein- und Aminosäuregehalte als die A-Sorten. Vergleicht man die Versuchsstandorte so wird deutlich, dass auf den sandigeren Weizengrenzstandorten nicht die Futterqualitäten erzielt werden wie auf den schwereren Standorten.

Insgesamt zeichnet sich auch beim Getreide der Trend ab, dass die Qualitätseigenschaften einer Sorte über alle Standorte wieder zu finden sind.

Tabelle 1 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Weizen -

	Werte der eigenen Analyse n = 71		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhaltsstoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	115,5	12,4 (93/148)	133	86,8
Lysin	3,3	0,2 (2,9/ 3,7)	3,8	86,8
Methionin + Cystin	4,5	0,4 (3,8/ 5,3)	5,0	90,0
Threonin	3,3	0,3 (2,8/ 3,9)	3,8	86,8
Tryptophan	1,4	0,1 (1,3/ 1,7)	1,5	93,3

Tabelle 2 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Roggen -

	Werte der eigenen Analyse n = 25		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhaltsstoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	74,4	10,3 (64/ 96)	96	77,5
Lysin	2,9	0,3 (2,6/ 3,6)	3,9	74,3
Methionin + Cystin	3,0	0,4 (2,6/ 3,7)	4,2	71,4
Threonin	2,5	0,3 (2,2/ 3,2)	3,4	73,5
Tryptophan	0,9	0,1 (0,8/ 1,0)	0,9	100

Tabelle 3 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Triticale-

	Werte der eigenen Analyse n = 29		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhaltsstoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	102,3	21,3 (77/146)	116	88,2
Lysin	3,5	0,5 (2,9/ 4,4)	4,2	83,3
Methionin + Cystin	4,1	0,7 (3,3/ 5,5)	4,9	90,0
Threonin	3,2	0,6 (2,5/ 4,4)	3,9	83,7
Tryptophan	1,1	0,2 (0,9/ 1,5)	1,2	91,7

Tabelle 4 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Gerste -

	Werte der eigenen Analyse n = 32		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhaltsstoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	91,3	9,3 (75/106)	106	86,1
Lysin	3,3	0,2 (2,9/ 3,7)	3,8	86,8
Methionin + Cystin	3,6	0,3 (3,1/ 4,1)	4,2	85,7
Threonin	3,1	0,3 (2,7/ 3,5)	3,6	86,1
Tryptophan	1,2	0,1 (1,0/ 1,3)	1,2	100

Tabelle 5 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Erbsen -

	Werte der eigenen Analyse n = 33		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhalts- stoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	190	14,3 (170/ 220)	209	90,1
Lysin	14,3	1,3 (11,7/ 17,1)	15	95,3
Methionin	2,0	0,1 (1,8/ 2,3)	2,1	95,2
Cystin	3,0	0,3 (2,3/ 3,6)	3,1	97,0
Threonin	7,2	0,5 (6,2/ 8,1)	7,8	92,3

Tabelle 6 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Lupinen -

	Werte der eigenen Analyse n = 22		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.angabe
Inhalts- stoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	299,4	19,2 (272/ 334)	318	94,1
Lysin	14,2	0,6 (13,3/ 15,5)	14,7	96,6
Methionin	2,0	0,1 (1,8/ 2,3)	2,2	90,9
Cystin	4,0	0,4 (3,3/ 5,6)	4,7	85,1
Threonin	10,2	0,7 (9,0/ 11,7)	10,7	95,3

Tabelle 7 Rohproteingehalt (g/kg) und Aminosäuregehalt (g/kg) bezogen auf Futtermittel mit 88% TM

- bei Ackerbohnen -

	Werte der eigenen Analyse n = 38		Werte der Degussa (2000)	eigene Werte in % der Lit.-angabe
Inhalts- stoff	Mittelwert	SD (min/ max)	Mittelwert	
XP	273,8	19,6 (236/ 339)	254	107,8
Lysin	15,7	1,0 (14,0/ 18,1)	16,3	96,3
Methionin	1,8	0,2 (1,6/ 2,2)	2,0	90,0
Cystin	2,9	0,5 (2,1/ 4,0)	3,2	90,6
Threonin	8,3	0,8 (6,0/ 9,4)	9,0	92,2

Tabelle 8 Interner Laborvergleich bei Getreide

Vergleich der Analysewerte aus Öko-Ware im Vergleich mit dem Labordurchschnitt LUFA Nord-West

Rohproteingehalt (g/kg) auf Futtermittel mit 88% TM

XP in	Wert aus Öko- Probe 2003	Durchschnitt der Laborergebnisse 2003	Werte der Öko-Probe in % des Labordurch- schnitts
Weizen	115	118	97,4
Roggen	74	87	85,1
Triticale	102	111	91,2
Gerste	91	119	76,5

5 Resümee

Für die Tierernährung im Ökologischen Landbau muss jedoch zunächst die Empfehlung ausgesprochen werden, dass die konventionellen Proteingehalte und auch Aminosäuregehalte aus Tabellen zunächst mit Abschlägen in der Rationsgestaltung verwendet werden müssen.

Bei Getreide können die von WLCEK u. ZOLLITSCH (2004b) empfohlenen Abschläge von ca. 10 % bestätigt werden.

Für Leguminosen erscheint nach dieser Untersuchung mit Proben aus der Ernte 2003 ein Abschlag von 5- 10 % als angemessen.

Beim Vergleich der Werte aus Niedersachsen mit den Tabellenwerten der Degussa ist zu beachten, dass ein Labor- bzw. Analyseneinfluss bestehen kann.

Von der LUFA Nord-West liegen Vergleichswerte für Getreide vor. Die Werte der Öko-Ware liegen laborintern ebenfalls unter den konventionellen Werten. Somit sind die Aussagen als grundsätzlich richtig anzusehen, ggfs. in der Höhe der absoluten Abweichung mit einem Fehler behaftet.

Unter Einbeziehung der Analysentoleranz von + 2,5 % bei Rohprotein und 10 – 15% bei den Aminosäuren verringert sich zwar die rechnerische Differenz, kann sogar in Einzelfällen auf Null gehen. Die Rationsgestaltung ist dadurch bezüglich der Aminosäureversorgung nicht sicherer geworden. Rechnet man mit den ungünstigsten Werten innerhalb der Toleranzbereiche, würde sich nämlich die Situation der Aminosäureversorgung erheblich verschlechtern.

6 Literatur

DEGUSSA (2000): Aminosäuregehalte in Rohstoffen. Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Aminosäuren. Degussa, Hanau, Eigenverlag

HAGEL et al. (1998): Steigerung des ernährungsphysiologischen Wertes von Weizen aus ökologischem Landbau. VDLUFA-Schriftenreihe, 49, S. 235-238

WLCEK und ZOLLITSCH (2003): Rohprotein- und Aminosäuregehalte von Weizen, Triticale und Gerste aus Ökologischem Anbau in Österreich im Vergleich zu Futterwert-Tabellen. Forum angewandte Forschung 2/3.04.03, BoKu Wien

WLCEK und ZOLLITSCH (2004): Eiweiss- und Aminosäuregehalte von ökologisch erzeugtem Getreide in Österreich im Vergleich zu Futterwert-Tabellen.

Tagungsband der 8. Internationalen Geflügel-Tagung in Gerolfingen am Hesselberg. Veranstaltung des Bioland Bundesverbandes, Kap. 6; AK IV S. 1-2

WLCEK und ZOLLITSCH (2004b): Bio-Futtergetreide – Futterwerttabellen stimmen oft nicht ! SÖL Berater-Rundbrief 1/04 S. 39- 42

Abschlussbericht

Untersuchungen von drei verschiedenen Öko-Rationen
in der Schweinemast

vorgelegt von

Dr. Brunken

Landwirtschaftskammer Weser-Ems,
Fachbereich 3.13 (Tierzucht, Tierhaltung)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	120
2 Versuchsaufbau	120
3 Ergebnisdarstellung	122
3.1 Mastleistung	122
3.2 Schlachtkörperwert.....	122
3.3 Fleischbeschaffenheit.....	123
3.4 Wirtschaftlichkeit	124
4 Schlußfolgerung	126
Anhang	127

1. Einleitung

Auf Grundlage rechtlicher EU-Bestimmungen wird der Einsatz von 100%-Biofuttermitteln in der ökologischen Schweinemast in jüngster Zeit stark diskutiert. Das konventionelle Kartoffeleiweiß, das derzeit für eine optimale Aminosäurenversorgung von großer Bedeutung ist und dessen Einsatz in der Biofütterung noch zugelassen ist, wird in der Endmast und gegebenenfalls auch in der Vormast in absehbarer Zeit durch andere Bio-Eiweißträger zu ersetzen sein. Die EG-Verordnung Ökologischer Landbau (EWG) Nr. 2092/91 sieht hierfür einen Übergangszeitraum bis zum 24.08.2005 vor.

Bei diesem in der Regel kostenträchtigen Ersatz der Eiweißfutterkomponenten ist es für eine wirtschaftliche Schweinemast umso mehr eine Grundvoraussetzung, dass die erzeugten Schweine weiterhin gute Mastleistungen erzielen und die Schlachtkörper Muskelfleischanteile von 55%- 56% aufweisen.

In dem hier ausgewerteten Mastversuch wurde der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen auf die Mastleistung, den Schlachtkörperwert und die Fleischbeschaffenheit sich durch den Verzicht auf die noch zulässigen konventionellen Eiweißfuttermittel in der Endmast ergeben. Dazu wurden in einem biologisch wirtschaftenden Praxisbetrieb zwei unterschiedliche 100%-Bio-Futtermittel in der Schweinemast mit einem Bio-Futtermittel mit Anteilen von konventionellem Kartoffeleiweiß und Rapskuchen verglichen.

2. Versuchsaufbau

Auf dem Biohof Bakenhus des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in Großenkneten, Landkreis Oldenburg, wurden 117 Schweine mit drei verschiedenen Öko-Rationen gemästet.

Die Ferkel wurden aus einem Naturland-Ferkelerzeugerbetrieb zugekauft und stellten Endprodukte der Kombination Pietrain-Eber x Rotationssau (DE, DL) dar. Die Einstellung der Ferkel wurde an 4 Terminen in dem Zeitraum Februar bis Juli 2003 vorgenommen. Die Haltung erfolgte in eingestreuten Buchten zu jeweils 10 Tieren mit Auslauf. Pro Einstellungstermin wurden drei gleichmäßige gemischtgeschlechtliche Versuchsgruppen gebildet und je einer Futterration zugeordnet.

Alle Gruppen erhielten ein einheitliches Vormastfutter bis 45 kg Lebendgewicht und wurden dann innerhalb einer Woche auf eins der drei Endmastfutter kontinuierlich umgestellt. Die erste Futterversuchsgruppe bildet die üblicherweise im Betrieb eingesetzte Ration mit Anteilen von Kartoffeleiweiß, Ackerbohnen und Rapskuchen/-expeller (Versuchsgruppe „Betrieb“). Bei den beiden anderen Endmastrationen handelt es sich um 100 %-Bio-Futtermittel, im ersten Fall um eine Ration mit Erbsen

und Lupinen (Versuchsgruppe „Lupinen“) und im zweiten Fall um eine Ration mit Erbsen und Sojabohnen (Versuchsgruppe „Soja“) jeweils anstelle von Rapskuchen und Kartoffeleiweiß. Die Fütterung erfolgte zweimal pro Tag rationiert. Die Zusammensetzung und Analyse-Ergebnisse der Futtermittel sind in Tab. 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel

Futterkomponenten	Vormast (bis 45 kg LG)	Endmast		
		Betrieb	Lupinen	Soja
Bio-Gerste	27,0 %	37,0 %	26,0 %	28,0 %
Bio-Triticale	36,3 %	27,6 %	26,0 %	27,5 %
Bio-Ackerbohnen	21,7 %	23,5 %	15,0 %	15,0 %
Bio-Erbsen			21,0 % ^{*1}	19,5 % ^{*2}
Bio-Sojabohnen				8,0 % ^{*2}
Bio-Süßlupinen, blau			10,0 % ^{*1}	
Kartoffeleiweiß	3,9 %	1,5 %		
Rapskuchen/-expeller	8,0 %	8,0 %		
Mineral „Öko-Mast 1695“	2,5 %	2,4 %	2,0 %	2,0 %
Monocalc. Phosphat	0,5 %			
<i>Inhaltsstoffe</i>				
ME (MJ)	13,2	13,0	12,9	13,1
Rohprotein (%)	17,4	16,6	16,2	16,0
Lysin (%)	0,95	0,90	0,88	0,87
Methionin + Cystin (%)	0,62	0,59	0,46	0,50
Calcium (%)	0,75	0,75	0,61	0,60
Phosphor (%)	0,65	0,60	0,53	0,54

Mineral „Öko-Mast 1695“ von Salvana

*1) Erbsen-Lupinen-Vormischung Meyer zu Bakum

*2) Erbsen-Soja-Vormischung Meyer zu Bakum

Die Schlachtung der Schweine fand an 17 Schlachtterminen von Juni bis Dezember

2003 statt. Zur Erfassung des Fleischanteils und der Fleischbeschaffenheit wurden 24 Stunden nach der Schlachtung umfangreiche Messungen sogenannter LPA-Kriterien (hierbei handelt es sich um solche Merkmalerfassungen, wie sie üblicherweise bei der Leistungsprüfung von Schweinen auf Station (LPA) zur Anwendung kommen) durchgeführt.

3. Ergebnisdarstellung

3.1 Mastleistung

Von den 117 mit einem durchschnittlichen Gewicht von 34 kg eingestellten Prüfungsschweinen haben 114 Tiere die Prüfung mit einem durchschnittlichen Mastendgewicht von 123,5 kg beendet. Drei Schweine wurden wegen Totalverlust (1x) oder Entwicklungsstörungen (2x) aus den Auswertungen herausgenommen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Mastleistung (n=114)

	Betrieb	Lupinen	Soja	Gesamt
Einstallgewicht (kg)	34,1	33,8	34,5	34,1
tägliche Zunahme (g)	712,2	685,9	706,7	701,6
Futtermittelverwertung (1 : kg)	3,26	3,33	3,11	3,23
Mastendgewicht (kg)	125,9	121,6	122,8	123,5

Bei vergleichbaren Prüfungsanfangsgewichten zeigten die Schweine der Lupinenration etwas geringere tägliche Zunahmen in Verbindung mit einer tendenziell ungünstigeren Futtermittelverwertung (Tab. 2).

3.2 Schlachtkörperwert

Die in Tabelle 3 dargestellten Merkmale der Schlachtkörperbewertung wurden zur Vergleichbarkeit auf ein einheitliches Schlachtgewicht korrigiert. Die Rückenmuskelfläche stellt die Kotelettfäche am Anschnitt der Schlachthälfte in Höhe der 13./14 Rippe dar. Das Fleisch:Fett-Verhältnis beschreibt das Verhältnis dieser Fläche zu der an der Anschnittstelle vorhandenen Fettfläche.

Das aufgeführte Merkmal Muskelfleischanteil (MFA) wird mittels der sogenannten Bonner Formel aus Einzelwerten, die bei den LPA-Messungen erfasst werden, berechnet und schätzt den Fleischanteil des Schlachtkörpers. Hier ist zu

berücksichtigen, dass dieser berechnete Muskelfleischanteil in der Regel 2,5 bis 3 % höher liegt als z. B. der in der Praxis erhobene FOM-Muskelfleischanteil. Der Fleischanteil im Bauch stellt ebenfalls einen berechneten Wert aus LPA-Einzelwerten dar, die mittels der sogenannten Gruber Formel zusammengefasst werden.

Tabelle 3: Kriterien des Schlachtkörperwertes (n = 114)

	Betrieb	Lupinen	Soja	Gesamt
Ausschlachtung (%)	78,1	79,1	79,1	78,7
Länge (cm)	106,3	106,6	106,4	106,4
Rückenmuskelfläche (cm²)	47,7	46,5	47,6	47,2
Fleisch : Fett Verhältnis	0,41	0,40	0,39	0,40
Muskelfleischanteil (Bonn%)	58,0	58,0	58,3	58,1
- MFA (%) männlich	57,1	57,1	57,0	57,0
- MFA (%) weiblich	58,9	58,9	59,6	59,1
Fleischanteil im Bauch (%)	55,8	56,5	56,6	56,3

Zwischen den drei Versuchsgruppen lassen sich in den Kriterien der Fleischmenge keine nennenswerten Unterschiede feststellen. In der Tendenz ist eine jedoch nur sehr geringe Überlegenheit einzelner Parameter bei Schweinen der Soja-Ration zu erkennen. Die weiblichen Schweine zeigen durchschnittlich einen um 2,1 % höheren Fleischanteil als die Kastrate.

3.3 Fleischbeschaffenheit

Die Fleischbeschaffenheit der Versuchsgruppen wird in Tabelle 4 anhand einiger ausgewählter Parameter dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Fleischbeschaffenheit (n = 114)

	Betrieb	Lupinen	Soja	Gesamt
pH₂₄ – Kotelett	5,40	5,41	5,39	5,40
LF₂₄ – Kotelett	9,4	9,6	9,0	9,3
Opto-Wert	71,2	68,7	68,7	69,6

Die 24 Stunden nach der Schlachtung im Kotelett in Höhe der 13./14. Rippe erfassten pH-Werte sind zur Erkennung des Fleischmangels DFD (dunkel, fest und trocken) geeignet. Sie liegen mit 5,4 im erwünschten Bereich.

Die zum gleichen Zeitpunkt und an gleicher Stelle erfassten Leitfähigkeitswerte (LF) geben Aufschluss über die Fleischbeschaffenheit in Richtung des möglichen Mangels PSE (blaß, weich und wäßrig). Während die Leitfähigkeitswerte mit 9,3 als relativ hoch und somit ungünstig zu beurteilen sind, befinden sich die die Fleischhelligkeit beschreibenden Opto-Werte im normalen Bereich.

3.4 Wirtschaftlichkeit

Zum weiteren Vergleich der drei Versuchsgruppen wurde eine Gesamtbewertung aufgrund der Leistungsunterschiede und der Futterkosten vorgenommen. Die in Tabelle 5 aufgeführten Kosten der einzelnen Futtermittel resultieren dabei aus den Angaben von verschiedenen niedersächsischen Futtermittellieferanten für die Einzelkomponenten (Netto-Preise, frei Hof). Im Falle der Bio-Futtermittel handelt es sich um Angaben für Bioland A-Ware.

Tabelle 5: Kosten der Rationen auf Grundlage der Einzelkomponentenpreise

Ration	Kosten	Vormast	Betrieb	Lupinen	Soja
Futterkomponenten	(€/dt)	(€/dt)	(€/dt)	(€/dt)	(€/dt)
Bio-Gerste	22,00	5,94	8,14	5,72	6,16
Bio-Triticale	20,00	7,26	5,52	5,20	5,50
Bio-Ackerbohnen	30,00	6,51	7,05	4,50	4,50
Bio-Erbсен	33,00	-	-	6,93	6,44
Bio-Sojabohnen	48,00	-	-	-	3,84
Bio-Süßlupinen, blau	30,00	-	-	3,00	-
Kartoffeleiweiß	95,00	3,71	1,43	-	-
Rapskuchen/-expeller	23,00	1,84	1,84	-	-
Mineral „Öko-Mast 1695“	40,90	1,02	0,98	0,82	0,82
Monocalc. Phosphat	45,50	0,23	-	-	-
Gesamtkosten der Ration		26,51	24,96	26,17	27,25

Zur Gegenüberstellung der Wirtschaftlichkeiten wurden in Tabelle 6 die Schlachterlöse auf Grundlage des Muskelfleischanteils und der Schlachtausbeute der jeweiligen Versuchsgruppe berechnet. Dabei wurde ein Auszahlungspreis von netto 2,30 € / kg Schlachtgewicht für 56 % Muskelfleischanteil zuzüglich 0,03 € Zuschlag für jedes weitere MFA-Prozent zugrunde gelegt. Auf eine Überschätzung der Erlöse aufgrund der Verwendung der nach Bonner Formel berechneten Muskelfleischanteile wird an dieser Stelle hingewiesen. Sie wird jedoch toleriert, da sich dadurch keine Verschiebungen in der Rangierung ergeben.

Die Futterkosten wurden auf der Grundlage des jeweiligen Futtermittelsverbrauches der Versuchsgruppe und der unterschiedlichen Preise der einzelnen Futtermischungen (Tab. 5) berechnet.

Tab. 6 : Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Versuchsgruppen

	Betrieb	Lupinen	2 Soja
Schlachtausbeute (%)	78,1	79,1	79,1
Muskelfleischanteil (%)	58,0	58,0	58,3
Schlachterlös / kg (€)	2,36	2,36	2,37
Schlachterlös / Schwein incl. Mwst (€)	248,01	251,09	252,07
Futtermittelsverbrauch /Tier (kg) davon	291,44	297,70	278,03
Futterkosten incl. Mwst (€/Tier)	78,52	83,51	80,76
Schlachterlös abzgl. Futterkosten =Überschuß über Futterkosten	169,49	167,58	171,31
Ferkelpreis (83€ für 25kg zzgl. 2€/kg Übergew. für 9,1 kg incl. Mwst)	108,28	108,28	108,28
Überschuss über die Futter- und Ferkelkosten (€/Tier)	61,21	59,30	63,03

Der berechnete Parameter Überschuss des Schlachterlöses über die Futter- und Ferkelkosten ermöglicht eine zusammenfassende Bewertung und Gegenüberstellung der Versuchsgruppen, ist jedoch nicht vergleichbar mit den in der Praxis verwendeten Parametern Deckungsbeitrag bzw. Direktkosten freie Leistungen. Zur Berechnung der Gesamtwirtschaftlichkeit wurde für alle Versuchsgruppen ein einheitliches Mastendgewicht von 123,5 kg und ein einheitlicher Lebendmassezuwachs von 89,4 kg angesetzt.

Die durchgeführten Berechnungen zeigen, dass die Versuchsgruppe Soja aufgrund des höheren Muskelfleischanteiles und der besseren Schlachtausbeute den höchsten Schlachterlös erzielen. Zwar wird dieser Vorteil durch die teurere Futtermischung reduziert, trotzdem erzielt diese Gruppe wegen des relativ geringeren Futtermittelsverbrauches pro kg Zuwachs jedoch noch den höchsten Überschuss über die Futter- (und Ferkel-) Kosten.

Die mit der Lupinenmischung gefütterten Schweine zeigen aufgrund ihrer Ausschlachtungen zwar auch leicht überdurchschnittliche Schlachterlöse. Die ungünstigen Werte in der Futterverwertung führen in Verbindung mit dem rel. hohen Futterpreis jedoch dazu, dass diese Versuchsgruppe nur unterdurchschnittliche Werte in der Gesamtbewertung erreicht.

Die mit der Betriebsmischung gefütterten Schweine erzielen wegen der geringeren Schlachtausbeute unterdurchschnittliche Schlachterlöse. Der günstige Preis der Betriebsmischung verbessert die Gesamtwirtschaftlichkeit dieser Gruppe und führt zu einem mittleren Überschuss über die Futter- und Ferkelkosten.

4. Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Untersuchung wurden drei Prüfungsgruppen zunächst mit einem einheitlichen Vormastfutter (bis ca. 45 kg Lebendgewicht) und danach mit drei verschiedenen Futtermischungen, davon zwei 100 % Bio-Futter, gemästet.

Bei einem insgesamt hohen Leistungsniveau wiesen die mit der Lupinenmischung gefütterten Schweine in der Tendenz geringere tägliche Zunahmen in Verbindung mit einer ungünstigeren Futterverwertung auf.

In der Schlachtkörperbewertung zeigten sich ebenfalls nur geringe, statistisch nicht abgesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen, wobei die Soja-Gruppe in einigen Kriterien leichte Vorteile aufwies.

Bezüglich der Kosten (€ pro dt) für die Futtermischungen erwies sich die Betriebsration als die preiswerteste und die Soja-Ration als die teuerste Mischung.

In der Gesamtbewertung wird am Beispiel der Soja-Ration deutlich, dass durch den Einsatz von 100%-Bio-Futtermitteln eine wirtschaftliche Mast betrieben werden kann, die durchaus mit Öko-Rationen, welche zur Zeit noch zugelassene konventionelle Futterbestandteile enthalten, konkurrieren kann.

Anhang:

Beteiligte Personen / Institutionen:

- Gustav Wolters, Biohof Bakenhus, Großenkneten (Betriebsleiter, praktische Versuchsdurchführung)
- Dr. Johannes große Beilage, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (Begleitung und Beteiligung an der Versuchsdurchführung)
- Wolfgang Vogt, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Leistungsprüfungsanstalt Für Schweine Quakenbrück (Auswertung der Schlachtkörper)
- Dr. Hans-Gerd Brunken, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Fachbereich Tierzucht, Tierhaltung (Koordination, Auswertung, Berichterstellung)