



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft  
Fachgebiet Pflanzenernährung  
Prof. Dr. Bernhard Seggewiß

## **Bachelorarbeit**

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2009-0216-0

# **Nährstoffsalden in den Landkreisen Demmin, Mecklenburg- Strelitz und Müritz**

Sascha Klatt

Februar 2010

# Inhaltverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	4
Abbildungsverzeichnis .....	4
Anhangsverzeichnis .....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	5
1. Einleitung und Fragestellung .....	7
1.1 Düngemittelgesetz .....	7
1.2 Düngemittelverordnung .....	8
1.3 Erstellung der Nährstoffbilanz nach gesetzlichen Grundlagen .....	10
1.4 Methode der Untersuchung .....	11
2. Allgemein: Stickstoff, Phosphor, Kalium .....	12
2.1 Stickstoff im Boden und Aufnahme durch die Pflanze .....	12
2.2 Verlustquellen von Stickstoff .....	13
2.2.1 Nitratauswaschung .....	13
2.2.2 NH <sub>3</sub> - Verflüchtigung .....	14
2.2.3 Denitrifikation .....	14
2.3 Phosphor im Boden und Aufnahme durch die Pflanze .....	14
2.4 Verlustquellen von Phosphor .....	15
2.4.1 Auswaschung .....	15
2.5 Kalium im Boden und Aufnahme durch die Pflanze .....	16
2.6 Verlustquellen von Kalium .....	17
2.6.1 Auswaschung .....	17
2.7 Entwicklung der Düngemittelpreise .....	17
3. Ergebnisse .....	20
3.1 Nährstoffbilanz 2006/2007 .....	20
3.1.1 Auswertung nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007 .....	21
3.1.2 Auswertung Stickstoff nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007 .....	22
3.1.3 Auswertung Phosphor nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007 .....	24
3.1.4 Auswertung Kalium nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007 .....	25
3.2 Nährstoffbilanz 2007/2008 .....	27
3.2.1 Auswertung nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008 .....	27
3.2.2 Auswertung Stickstoff nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008 .....	28

3.2.3 Auswertung Phosphor nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008 .....	30
3.2.4 Auswertung Kalium nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008 .....	31
4. Diskussion .....	34
4.1 Richtigkeit der Nährstoffvergleiche .....	34
4.2 Gründe für positive Nährstoffvergleiche .....	35
4.2.1 Falsche Beurteilung der Inhaltsstoffe organischer Düngemittel .....	35
4.2.2 Ertragsfähigkeit des Standortes .....	36
4.2.3 Klimaverlauf .....	37
4.3 Auswirkung von Nährstoffüberhängen auf die Umwelt.....	37
4.3.1 Nitratbelastung des Grundwassers .....	37
4.3.2 Eutrophierung von Gewässern .....	37
4.3.3 Anreicherung von Schwermetallen .....	38
4.3.4 Ammoniakemissionen durch Einsatz von Düngemittel .....	39
4.4 Möglichkeit zur Eindämmung von positiven Nährstoffsalden.....	40
4.5 Fazit .....	41
5. Zusammenfassung .....	43
Literaturverzeichnis .....	45
Anhang .....	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Betriebe und Fläche nach GV/ha .....	22
Tabelle 2: Anzahl Betriebe und Fläche nach GV/ha .....	28
Tabelle 3: Anzurechnende Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und anderer Kenngrößen.....	35
Tabelle 4: Anlage 3 Düngemittelverordnung Mindestwerte für pflanzenbauliche Stickstoff- Wirksamkeit zugeführter Wirtschaftsdünger im Jahr der Aufbringung in Prozent des ausgebrachten Gesamtstickstoffs <sup>1)</sup> bei langjähriger Anwendung .....	36

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Globale Preisentwicklung der Düngemittel: Kali, DAP und Harnstoff .....	17
Abbildung 2: Weizenpreise der Weltagrarmärkte .....	18
Abbildung 3: Entwicklung des Weltdüngerverbrauchs.....	18
Abbildung 4: Nährstoffbilanz 2006/2007 der Landkreise DM, MÜR, MST .....	21
Abbildung 5: Stickstoffbilanz 06/07 nach GV/ha .....	23
Abbildung 6: Zufuhr und Abfuhr von Stickstoff 06/07.....	23
Abbildung 7: Phosphorbilanz 06/07 nach GV/ha.....	24
Abbildung 8: Zufuhr und Abfuhr von Phosphor 06/07 .....	25
Abbildung 9: Kaliumbilanz 06/07 nach GV/ha.....	26
Abbildung 10: Zufuhr und Abfuhr von Kalium 06/07 .....	26
Abbildung 11: Nährstoffbilanz 2007/2008 der Landkreise DM, MÜR, MST .....	27
Abbildung 12: Stickstoffbilanz 07/08 nach GV/ha .....	29
Abbildung 13: Zufuhr und Abfuhr von Stickstoff 07/08.....	29
Abbildung 14: Phosphorbilanz 07/08 nach GV/ha.....	30
Abbildung 15: Zufuhr und Abfuhr von Phosphor 07/08 .....	31
Abbildung 16: Kaliumbilanz 07/08 nach GV/ha.....	32
Abbildung 17: Zufuhr und Abfuhr von Kalium 07/08 .....	33
Abbildung 18: Ammoniak-Verluste (in % der N-Düngung).....	39
Abbildung 19: NH <sub>4</sub> -N Verluste auf Grünland bei unterschiedlicher Ausbringungstechnik....	40

## Anhangsverzeichnis

Tabelle Anhang 1: Betriebe: 0GV/ha, ohne Einsatz organischer Düngemittel.....	46
Tabelle Anhang 2: Betriebe: 0GV/ha, mit Einsatz organischer Dünger .....	47
Tabelle Anhang 3: Betriebe: $0 < 0,35 \text{GV/ha}$ .....	48
Tabelle Anhang 4: Betriebe: $0,35 < 0,75 \text{GV/ha}$ .....	49
Tabelle Anhang 5: Betriebe: $> 0,75 \text{GV/ha}$ .....	50
Tabelle Anhang 6: Betriebe: 0GV/ha, ohne Einsatz organischer Düngemittel.....	51
Tabelle Anhang 7: Betrieb: 0GV/ha, mit Einsatz organischer Dünger .....	52
Tabelle Anhang 8: Betriebe: $0 < 0,35 \text{GV/ha}$ .....	53
Tabelle Anhang 9: Betriebe: $0,35 < 0,75 \text{GV/ha}$ .....	54
Tabelle Anhang 10: Betriebe: $> 0,75 \text{GV/ha}$ .....	55
Tabelle Anhang 11: Erfassungsbogen zur Berechnung eines Nährstoffvergleichs nach Düngeverordnung auf Basis einer Flächenbilanz.....	56

## Abkürzungsverzeichnis

DüMG	Düngemittelgesetz
DüMV	Düngemittelverordnung
GV	Großvieheinheit
ha	Hektar
kg	Kilogramm
h	Stunde
m	Meter
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
MST	Mecklenburg- Strelitz
DM	Demmin
MÜR	Müritz
MV	Mecklenburg- Vorpommern
o. D.	organische Dünger
m. D.	mineralische Dünger
AfL	Amt für Landwirtschaft
N	Stickstoff

NO <sub>2</sub>	Nitrit
NO <sub>3</sub>	Nitrat
NO	Stickstoffmonoxid
N <sub>2</sub> O	Distickstoffmonoxid
N <sub>2</sub>	Molekularer Stickstoff
NH <sub>4</sub>	Ammonium
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
P	Phosphor
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Phosphorpentoxid
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Dihydrogenphosphat
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Hydrogenphosphat
K	Kalium
K <sub>2</sub> O	Kaliumoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
H <sub>2</sub> O	Wasser
OH	Hydroxid- Ion
H <sup>+</sup>	Wasserstoff- Ion
HCO <sub>3</sub>	Hydrogencarbonat- Ion
DAP	Diammumohosphat
AMI	Agrarmarkt Informations- Gesellschaft
FAO	Food and Agriculture Organization
IFA	International food association
Minerald.	Mineraldünger
EUf	Elektro-Ultrafiltration

## Umrechnungen

Px 2,291 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Kx 1,205 K<sub>2</sub>O

([http://lms-beratung.de/upload/59/1245828254\\_3926\\_20664.pdf](http://lms-beratung.de/upload/59/1245828254_3926_20664.pdf))

# **1. Einleitung und Fragestellung**

Durch die ständig veränderten politischen Rahmenbedingungen, muss die Landwirtschaft stets bestrebt sein, auf die neuen Gesetze und Verordnungen mit so geringen Störzeiten und Kosten wie nur möglich zu reagieren.

Ein wichtiger ökonomischer, sowie ökologischer Faktor ist der Einsatz von mineralischen- und organischen Düngemitteln. Der Einsatz und Umgang mit Düngemitteln ist im Düngemittelgesetz und in der Düngemittelverordnung geregelt.

Seit 2006 ist laut der Düngerverordnung jeder Betrieb verpflichtet einen Nährstoffvergleich anzufertigen. Dies ist nicht nur aus ökologischer Sicht sinnvoll, sondern auch in Zeiten instabiler Märkte ein bedeutender ökonomischer Faktor für jeden landwirtschaftlichen Betrieb. Die Preise für die Düngemittel schwankten in der Vergangenheit stark und wie sie sich in Zukunft entwickeln werden ist fraglich? Der Nährstoffvergleich dient also auch für die Eigenkontrolle eines jedes Betriebes.

In dieser Arbeit wurden Nährstoffbilanzen aus den Anbaujahren 06/07 und 07/08 für die Landkreise Mecklenburg- Strelitz, Müritz und Demmin ausgewertet.

Die Nährstoffvergleiche wurden von dem Amt für Landwirtschaft Altentreptow und der LMS Landwirtschaftsberatung Außenstelle Tollenseheim zur Verfügung gestellt. Zum einen soll in dieser Arbeit das Saldo für die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium ermittelt werden und ob ein Zusammenhang besteht aus steigenden Einsatz von organischen Düngemitteln und daraus vielleicht steigenden resultierenden Nährstoffsalden.

## **1.1 Düngemittelgesetz**

Im November 1977 wurde das Düngemittelgesetz (DüMG) definiert. Im §1 dieses Gesetzes wird die Anwendung der Düngemittel nach guter fachlicher Praxis gefordert, die durch die Düngerverordnung (DüMV) definiert wird. Dabei versteht man Düngemittel als Stoffe, die den Pflanzen unmittelbar oder mittelbar zugeführt werden müssen, um deren Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder deren Qualität zu verbessern. Zudem soll die Bodenfruchtbarkeit gewahrt werden und Gefahren für die Gesundheit von Menschen, Tieren und den Naturhaushalt vorgebeugt und abgewendet werden, sowie Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaft, insofern sie die Sachbereiche des Gesetzes betreffen umzusetzen und durchzuführen.

In Mecklenburg Vorpommern erfolgt die rechtliche Begleitung der Düngemittelverordnung, sowie die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten nach dem DüMG durch die zuständigen Ämter für Landwirtschaft.

## **1.2 Düngemittelverordnung**

Die Düngemittelverordnung regelt die Anwendung und das Vermindern von stofflichen Risiken von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen nach der guten fachlichen Praxis und auf anderen Flächen, soweit diese Verordnung dies ausdrücklich bestimmt.

Für Phosphat muss im 6-jährigen Abstand in einer Fruchtfolge eine repräsentative Bodenprobe für Schläge größer als einen Hektar gezogen werden. Ausgenommen von der Beprobung sind reine Weideflächen ohne zusätzliche mineralische Düngung und max.100kg N/ha und Jahr aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft. Für Stickstoff muss jährlich eine repräsentative Bodenuntersuchung (Nmin oder EUF) je Bewirtschaftungseinheit erfolgen. Die Probenahme ist nach Vorgaben der Landesrecht zuständigen Stelle oder einer von dieser empfohlenen Beratungsstelle durchzuführen. Ergebnisse der Officialberatung LMS können an Stelle eigener Bodenuntersuchungen verwendet werden (§ 3,4 Düngemittelverordnung).

Der Betriebsinhaber hat jährlich, spätestens bis zum 31. März gemäß Anlage 7 DüMV einen betrieblichen Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphat für das abgelaufene Düngejahr als Flächenbilanz oder aggregierte Schlagbilanz auf der Grundlage von Nährstoffvergleichen für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit zu erstellen und zu einen jährlich fortgeschriebenen mehrjährigen Nährstoffvergleich zusammenzufassen.

Bei Anwendung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft kann der Betriebsinhaber zur Feststellung der zugeführten Nährstoffe auf Ergebnisse der Officialberatung zurückgreifen. Betriebsindividuelle Untersuchungen werden aber empfohlen, um den genauen Nährstoffgehalt festzustellen. Für die Stall- Lagerungs- und Ausbringverluste und für den anteiligen Weidegang können höchstens die Werte nach DüMV (Anlage: 6) zu Grunde gelegt werden. Des weiteren kann die Verfügbarkeit der Nährstoffe für das Anwendungsjahr der organischen Düngemitteln herab gesetzt werden (DüMV Anlage 3). Entsprechend der eingesetzten Ausbringtechnik dürfen die entstandenen Ausbringverluste höchstens berücksichtigt werden. Zudem dürfen andere unvermeidliche Überschüsse nach Vorgabe oder in Abstimmung mit der nach Landesrecht zuständigen Stelle berücksichtigt werden.



Diese Überschüsse können bei unerwartenden Ertragsausfällen oder bei Verluste die unvermeidbar sind, um besondere Qualitäten erzeugen zu können oder bei der Haltung bestimmter Tierarten toleriert werden.

Bestimmte Flächen und Betriebe sind von der Pflicht zur Erstellung eines Nährstoffvergleichs befreit. Dazu gehören Flächen auf den Baumschul-, Rebschul- und Baumobstflächen, sowie nicht im Ertrag stehende Dauerkulturflächen des Wein- und Obstbaus.

Außerdem sind Flächen, die ausschließlich für die Weidehaltung genutzt werden und die jährliche Stickstoffausscheidung von 100kg N/ha nicht überschritten wird, sowie keine zusätzliche N-Düngung erfolgt von der Durchführung eines Nährstoffvergleiches befreit.

Zudem sind Betriebe befreit, die auf keinen Schlag mehr als 50 kg/ha Gesamt N oder 30 kg/ha Phosphat ( $P_2O_5$ ) ausbringen und Betriebe, die abzüglich der genannten Ausschlussflächen weniger als 10ha landwirtschaftliche Nutzfläche, höchstens 1ha Gemüse, Hopfen oder Erdbeeren anbauen und bei denen jährlich nicht mehr als 500kg Stickstoff aus tierischen Wirtschaftsdüngern anfallen (§ 5 Düngemittelverordnung).

Der Betriebsinhaber hat nach der Landesrecht zuständiger Stelle, die betrieblichen Nährstoffvergleiche nach Düngemittelverordnung §5 Abs. 1 auf Anforderung vorzulegen.

Die gute fachliche Praxis wird den Betrieben unterstellt, wenn sie in den begonnenen Düngerejahren 2006, 2007, 2008 einen Überschuss bei Stickstoff von nicht mehr als 90kg N/ha überschreiten. In den beginnenden Düngerejahren 2009, 2010, 2011 wird die Einhaltung der guten fachlichen Praxis nur erfüllt, wenn ein Überschuss von 60kg N/ha nicht überschritten wird. Bei Phosphat wird dies erfüllt, wenn in den letzten 6 Düngerejahren kein Überschuss von mehr als 20 kg  $P_2O_5$ /ha überschritten wird (§6 DüMV).

### **1.3 Erstellung der Nährstoffbilanz nach gesetzlichen Grundlagen**

Die Erstellung der Flächenbilanz für die Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphor, ist laut Düngeverordnung jährlich zu tätigen. Außerdem sollte jährlich ein Nährstoffvergleich für Kalium erfolgen. Die Berechnung des Nährstoffvergleichs wird in MV mit dem Erfassungsbogen der Landwirtschaftlichen Fachbehörde Mecklenburg- Vorpommern empfohlen.

Für die Erstellung von Nährstoffbilanzen stehen aber die unterschiedlichsten Programme zur Verfügung. Anhand des Erfassungsbogen der Landwirtschaftlichen Fachbehörde wird erläutert, wie solch ein Nährstoffvergleich aufgebaut ist.

Zur Rückverfolgbarkeit und Zuordnung ist als erstes das Deckblatt mit den entsprechenden Betriebsdaten auszufüllen. Es ist der Betriebsname, die Höhe der Bilanzfläche und die der nicht Bilanzierungsfläche anzugeben.

Danach ist die Nährstoffzufuhr anzugeben. Diese ist in folgendes zu unterteilen, Zufuhr aus mineralischen Düngern, organischen Düngern, Zufuhr aus zugekauften organischen Düngern, sonstige organische Düngemittel und Stickstoffbindung durch Leguminosen. Alles zusammen bildet dann die zugeführte Nährstoffmenge.

Die Nährstoffabfuhr ist die Summe aus Abfuhr der Ernte von Grün- und Ackerland, Abgabe von organischen Düngern aus den Betrieb und unvermeidbare Überschüsse/erforderliche Zuschüsse. Aus der Abfuhr und der Zufuhr wird dann das Saldo gebildet welches durch die Bilanzfläche dividiert wird. Die Vergleiche sind dann jährlich fortzuführen, um dann das 3-jährige Mittel für Stickstoff und 6-jährige Mittel für Phosphor festzustellen (siehe Tabelle Anhang 11).

## 1.4 Methode der Untersuchung

In dieser Arbeit wurden Nährstoffbilanzen aus den Jahren 2006/2007 und 2007/2008 ausgewertet. Die Bilanzen sind aus den Landkreisen Demmin, Mecklenburg- Strelitz und Müritzt. Für das Jahr 06/07 wurden 101 Nährstoffbilanzen ausgewertet und im Jahr 07/08 standen 68 Nährstoffbilanzen für die Auswertung zur Verfügung. Es wurde für die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium eine Nährstoffbilanz erstellt. Dabei wurde die Gesamtbilanz in den drei Landkreisen ermittelt und es wurden die Betriebe nach ihren GV- Besatz zugeordnet und daraufhin untersucht.

Bei Stickstoff wurde zudem der Anteil an Lager- und Ausbringverlusten ermittelt. Da bei den Lager- und Ausbringverlusten eine starke Schwankungsbreite vorliegt, wurde dieses auf ein anzustrebendes Maß von 10% herabgesetzt und daraufhin die entsprechende Bilanz für Stickstoff ermittelt. Ein weiterer Punkt war, inwiefern der steigende Einsatz von organischen Düngemitteln zur Einsparung von mineralischen Düngemitteln sich auswirkt. Die Nährstoffbilanzen wurden vom Amt für Landwirtschaft und von der LMS Landwirtschaftberatung (Außenstelle Tollenseheim) zur Verfügung gestellt. Die Betriebe blieben bei dieser Auswertung aus Datenschutzgründen anonym.

Insgesamt wurden 64005,32ha im Jahr 2006/2007 und 39130ha im Jahr 07/08 ausgewertet. Für die Nährstoffbilanz 07/08 kam leider nicht so eine hohe Anzahl von Betrieben und Fläche zu stande wie im Vorjahr, weil für diesen Zeitraum nur die Bilanzen der LMS zur Verfügung standen. Die ausgewerteten Betriebe für die beiden Bilanzierungsjahre waren nicht identisch, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

## 2. Allgemein: Stickstoff, Phosphor, Kalium

### 2.1 Stickstoff im Boden und Aufnahme durch die Pflanze

Stickstoff ist ein besonders wirksamer Produktionsfaktor. (Entrup, Oehmchen 2006)

Das N- Angebot bestimmt maßgeblich das Wachstum der Pflanzen und deren biologische Aktivität. (Scheffer/Schachtschnabel 2002)

Es ist wesentlicher Bestandteil der Proteine und Proteide, des Chlorophylls, von Wirkstoffen (Vitaminen, Enzymen, Hormonen) und Pflanzeninhaltsstoffen. Stickstoff fördert besonders das vegetative Wachstum. In der Atmosphäre ist ein riesiger Vorrat von etwa 78% Stickstoff vorhanden. Dieser große Vorrat in der Atmosphäre, kann aber von den Pflanzen nicht direkt genutzt werden, sondern erst, wenn dieser in Salzform der Pflanze zur Verfügung steht. (Entrup, Oehmchen 2006)

Der Gesamtstickstoffvorrat im Boden beträgt zwischen 900-9.000kg/ha in einer 20cm tiefen Bodenkrume. Der Gehalt ist abhängig vom Standort und der Bodennutzung.

Etwa 90-95% des Bodenstickstoffes liegen in organischer Bindung vor und nur 5-10% in anorganischer Form.

Der organisch gebundene Stickstoff ist zu etwa 2/3 als Amid Stickstoff und Aminosäuren (Eiweiß) gebunden, der Rest ist in Nucleinsäuren, Aminoazuckern und heterozyklisch in Huminsäuren. Im Wesentlichen ist der anorganisch gebundene Stickstoff Ammonium-Stickstoff. Er ist mit Ausnahme glimmer- und illitreicher Böden austauschbar an Tonminerale gebunden (Entrup, Oehmchen 2006).

Stickstoff wird überwiegend von den Wurzeln in Ionenform aufgenommen.  $\text{NH}_4^+$  werden im Austausch gegen  $\text{H}^+$  - Ionen aufgenommen.  $\text{NO}_3^-$  - Ionen im Austausch gegen  $\text{OH}^-$  bzw.  $\text{HCO}_3^-$  Ionen. Aufgrund der Nitrifikation überwiegt die Aufnahme von Nitrat. Hinsichtlich der zeitlichen Aufnahme bestehen in den meisten Böden aber keine zeitlichen Unterschiede. Andere N- formen wie Harnstoff oder Kalkstickstoff müssen erst in die entsprechende Ionenform umgewandelt werden. Die Moleküle Harnstoff und Cyanamid können aber auch in einen geringen Umfang von den Wurzeln aufgenommen werden. (Entrup, Oehmchen 2006)

## 2.2 Verlustquellen von Stickstoff

### 2.2.1 Nitratauswaschung

Die Nitratauswaschung ist Folge der fehlenden Sorption des Nitrates an den Ton- Humus- komplexen und Bodenkolloiden. Die Höhe der Nitratauswaschung und Verlagerung ist zudem abhängig von der Bodenart und von der Niederschlagshöhe und Intensität der Niederschläge. Die Auswaschung von 30 bis 60 kg Nitratstickstoff im Winterhalbjahr ist keine Seltenheit. Auf Grasland beträgt dieser Wert etwa nur ein Zehntel.

Der Verlagerungsverlust „A“ ist wie folgt abzuleiten:

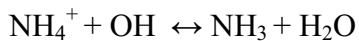
$$A = \frac{k \cdot NS \cdot M}{T}$$

- A Verlagerungsverlust
- K Verlagerungskoeffizient (cm je mm Niederschlag)
- T untersuchte Profiltiefe (cm)
- NS Niederschlagsmenge (mm)
- M ermittelte Nitrat-N-Menge zum Probenahmezeitpunkt (Beginn des Vorhersagezeitraumes) in kg/ha N.

Der Verlagerungskoeffizient liegt bei Tonböden bei etwa 0,2cm/mm und bei Sandböden bei etwa 0,7cm/mm. (Schilling 2000)

### 2.2.2 NH<sub>3</sub>- Verflüchtigung

Die NH<sub>3</sub>- Verflüchtigung spielt vor allem auf alkalischen Böden eine Rolle. Dabei findet eine Chemische Reaktion mit Ammonium und den Hydroxid- Ion zu Ammoniak und Wasser statt.



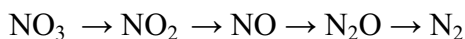
Harnstoff ist von dieser Reaktion auch betroffen, denn er wird durch das harnstoffspaltende Enzym Urease zu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hydrolysiert. Der pH- Wert kann dabei in der Nähe des Düngemittelkorn bis auf 9 ansteigen. Dadurch können auch Verluste auf neutralen bis schwach sauren Böden entstehen, wenn die Böden schlecht gepuffert sind. Daher sollte Harnstoff möglichst 5cm tief eingearbeitet oder durch Niederschläge eingewaschen werden. (Schilling 2000)

### 2.2.3 Denitrifikation

Es ist die mikrobielle Umwandlung von Nitratstickstoff zu molekularem Stickstoff bzw. Stickoxiden (N<sub>2</sub>O,NO,NO<sub>2</sub>). Die Denitrifikation wird durch anaerobe bzw. fakultativ anaerobe Bakterien hervorgerufen und findet besonders in feuchten, verdichteten Bodenaggregaten mit ungünstigem Luft-Wasser-Verhältnis bei Bodentemperaturen von über 10°C statt.

Da die Denitrifikation Nitratstickstoff voraussetzt, sind vor allem Böden mit hohem Gehalt an leicht mineralisierbarer Substanz betroffen. Diese Verluste liegen bei mineralischen Ackerböden zwischen 1- 20kg N/ha im Jahr liegen. (Entrup, Oehmchen 2006)

Chemischer Ablauf der Denitrifikation:



(Scheffer/Schachtschnabel 2002)

## 2.3 Phosphor im Boden und Aufnahme durch die Pflanze

Phosphor spielt im Stoffwechsel der Pflanze eine zentrale Rolle bei allen Energie übertragenden Prozessen. Er ist Bestandteil wichtiger Inhaltsstoffe und wirkt direkt und indirekt positiv auf das Bodengefüge bzw. die Bodenfruchtbarkeit (Entrup, Oehmchen 2006).

Der Nährstoff Phosphor ist ein wichtiger Bestandteil essenzieller Moleküle (Enzyme, Proteine; Phosphatide und Phosphorsäureester). Besonders wird die Bewurzelung und Bestockung gefördert, zudem wird die generative Phase (Blüte, Reifung) begünstigt. (Entrup, Oehmchen 2006)

Fast alle Böden sind arm an Phosphaten. Einen hohen Anteil an Phosphor weisen jedoch Basaltverwitterungsböden auf. Der P-Gehalt der Mineralböden schwankt zwischen 0,02 und 0,15%. Dies entspricht etwa 1500kg P/ha, was etwa 3450kg  $P_2O_5$  in einer 20cm tiefen Krume entspricht. Phosphor ist zu etwa 25% - 65% im Boden organisch gebunden. Er ist nur im geringen Maß in der Bodenlösung vorhanden, was durch die schlechte Löslichkeit abzuleiten ist. Die Konzentration beträgt im Mittel  $< 1\text{mg P/l}$ , was weniger als  $2\text{mg } P_2O_5/\text{l}$  entspricht. (Entrup, Oehmchen 2006)

Das gebundene Phosphat ist in organischen Salzen, an der Oberfläche von Sorbenten wie Tonmineralien oder in organischen Verbindungen in Form von Huminstoffen gebunden. (Scheffer/Schachtschnabel 2002)

Phosphor wird zum größten Teil in Form eines einwertigen Phosphations ( $H_2PO_4$ ) aufgenommen. Es kann aber auch unter neutralen bis alkalischen Verhältnissen im Boden in Form des Ions  $HPO_4^{2-}$  aufgenommen werden. Die Aufnahme erfolgt im Austausch gegen die Ionen  $OH^-$  und  $HCO_3^-$ . Die Aufnahme der Phosphationen konkurriert mit der Aufnahme von Silikat- und Arsenationen. (Schilling 2000)

## **2.4 Verlustquellen von Phosphor**

### **2.4.1 Auswaschung**

Aufgrund der nur geringen P-Gehalte in der Bodenlösung ist Phosphor nur im sehr geringen Umfang von der Auswaschung oder Verlagerung im Boden betroffen. Es können aber Böden von der Auswaschung betroffen sein, die eine zu hohe Phosphordüngung erhalten haben und die Sorptionfähigkeit nicht mehr in so hohem Maße gegeben ist. Phosphor ist daher nur in sehr geringen Maßen von Verlusten betroffen und kann deshalb auch auf Vorrat gedüngt werden. (Günther Schilling 2000)

## 2.5 Kalium im Boden und Aufnahme durch die Pflanze

Kalium ist in der Pflanze überwiegend ein Funktionselement. Es beeinflusst vor allem den Quellungsstatus der Pflanze und es ist ein spezifischer Aktivator bzw. Co-Faktor von Enzymen. Kalium begünstigt die Lichtausnutzung (Photosyntheseaktivität), fördert den Assimilattransport, verbessert die Standfestigkeit und vermindert die Anfälligkeit gegen Krankheitsbefall. Ein weiterer Aspekt ist das Kalium die Haltbarkeit und den Geschmack von Kartoffeln, Obst und Gemüse verbessert. (Oehmchen 2006)

In illitischsmectitischen Böden liegt der Kaliumgehalt zwischen 0,2 und 3,3% und in ihrer Tonfraktion zwischen 2 und 4%. Der K-Gehalt steigt somit mit einem höheren Anteil an Ton (Scheffer/Schachtschabel 2002).

In einer etwa 20cm tiefen Ackerkrume ist ein Gesamtkaliumgehalt von 6000-90000kg/ha vorhanden bei einem Gehalt von 0,2 - 3,0% in einer 20cm tiefen Ackerkrume (Entrup, Oehmchen 2006).

In Mineralböden liegt der größte Teil des Kaliums in Silicaten vor. Dies sind vor allem Alkalifeldspäte, Glimmer und Illite. Die K-Menge in der Mikrobiellen Biomasse beträgt 25-50kg/ha. Die Menge des austauschbaren Kaliums ist sehr unterschiedlich. Sie ist abhängig vom Boden, Klima und Höhe der Kaliumdüngung. Die Konzentration in der Bodenlösung schwankt zwischen 2-20mg/l.

Die Pflanzenverfügbarkeit ist abhängig von der Konzentration der Kaliumionen in der Bodenlösung und an austauschbarem Kalium, sowie von der Nachlieferung des Kaliums aus den Zwischenschichten bzw. den Kristallgittern der Tonminerale. Kalium wird in Form von  $K^+$ -Ionen von der Pflanze aufgenommen. Dikotyledonen nehmen wegen ihrer höheren Affinität für zweiwertige Ionen Kalium langsamer auf als Monokotyledonen. Die hohe Aufnahme für  $K^+$ -Ionen bedingt, dass andere Ionen ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,) mit geringerer Rate aufgenommen werden. Die K-bedürftigen Dikotyledonen Pflanzen (Kartoffeln, Raps, Zuckerrüben, Gemüse) sollten daher bevorzugt mit Düngerkalium versorgt werden. Dagegen haben Monokotyledonen (Getreide) auch wegen des größeren Aneignungsvermögens für Boden-Kalium ein erheblich geringeres Düngerbedürfnis. (Entrup, Oehmchen 2006)



## 2.6 Verlustquellen von Kalium

### 2.6.1 Auswaschung

Die Auswaschungsrate von Kalium ist stark abhängig von der Bodenart. Sorptionschwache Böden können Verluste von 40kg K<sub>2</sub>O/ha aufweisen. Aber die Verluste können selbst noch auf Böden mit einer sehr hohen Sorptionsfähigkeit etwa 10kg K<sub>2</sub>O/ha betragen. (Entrup, Oehmchen 2006)

## 2.7 Entwicklung der Düngemittelpreise

Die Düngemittelpreise unterlagen in der Vergangenheit starken Schwankungen (siehe Abbildung 1). Die Preise für DAP verdreifachten sich innerhalb eines Jahres (April 07 – April 08) von 432\$/t auf 1.201\$/t DAP. Die Preise für Kali und Harnstoff stiegen mit etwas zeitlicher Verzögerung ebenso stark an. Der Höchststand für Kalidüngemittel, wurde im Februar 09 mit 873\$/t erreicht. Der Preis stieg damit um stolze 696\$/t Kali von 177\$/t Kali im April 07 an. In 1 ¾ Jahr stieg der Preis um 493% für dieses Düngemittel an. Der Preis für Harnstoff lag im April 2007 bei 288\$/t und stieg auf einen Weltmarktpreis von 770\$/to im August 2008 an.

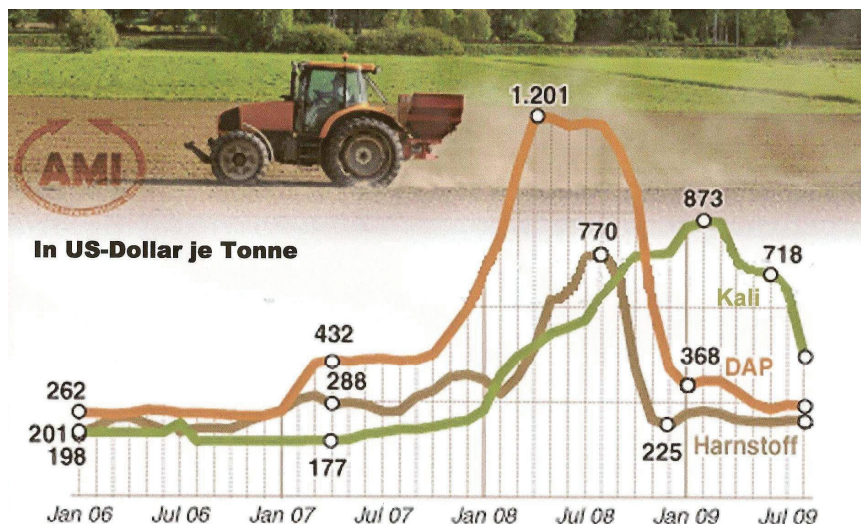
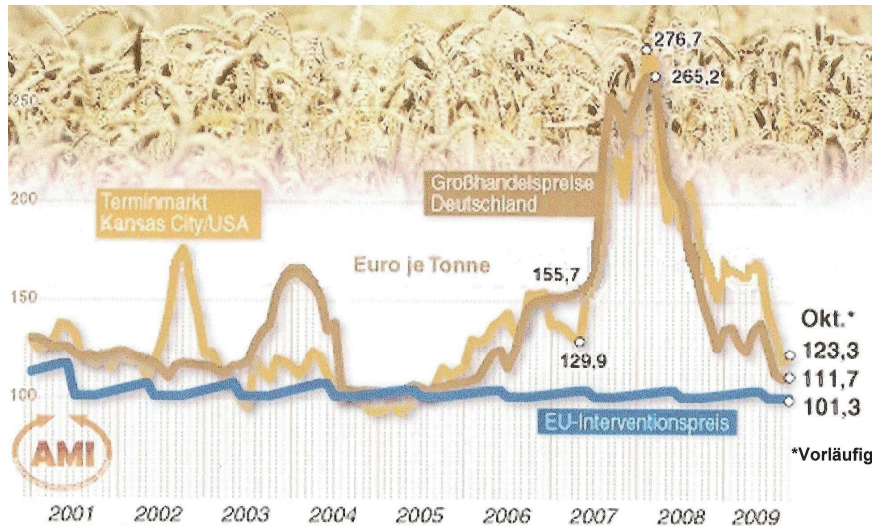


Abbildung 1: Globale Preisentwicklung der Düngemittel: Kali, DAP und Harnstoff

(Herausgeber: [http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3Dami\\_W261.asp](http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3Dami_W261.asp); Quelle Weltbank)

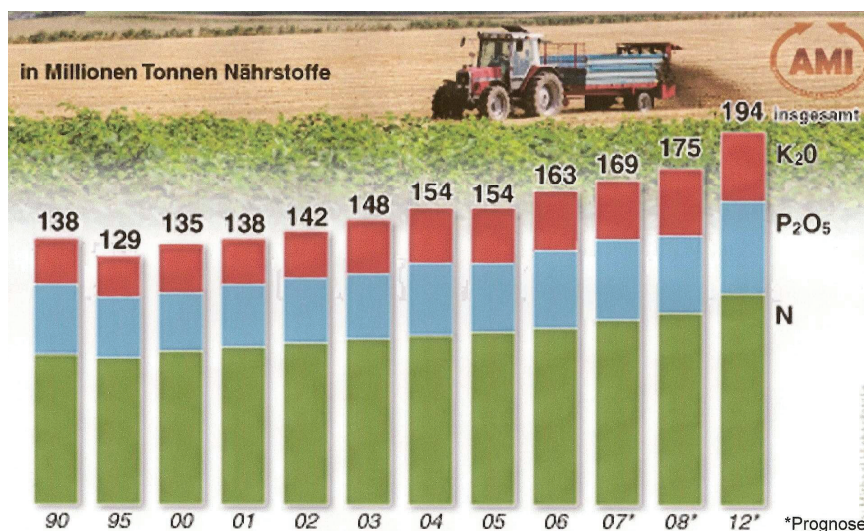
Gründe für den Anstieg der Preise gab es mehrere. Zum Einen war der starke Anstieg für die Erzeugnisse aus der landwirtschaftswirtschaftlichen Urproduktion dafür verantwortlich. Zum Beispiel stieg der Preis für eine dt Weizen um 100% an (siehe Abbildung 2). Von diesen höheren Erlösen der Landwirte wollte die Düngemittelindustrie auch profitieren.



**Abbildung 2: Weizenpreise der Weltagrarmärkte**

(Quelle: [http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D\\_ami\\_W261.asp](http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D_ami_W261.asp))

Ein weiterer Grund für den Anstieg der Preise für Düngemittel, ist die Weltweit gestiegene Nachfrage nach diesen Betriebsmittel (siehe Abbildung 3).



**Abbildung 3: Entwicklung des Weltdüngerverbrauchs**

(Herausgeber: [http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D\\_ami\\_W261.asp](http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D_ami_W261.asp); Quelle: FAO, IFA)

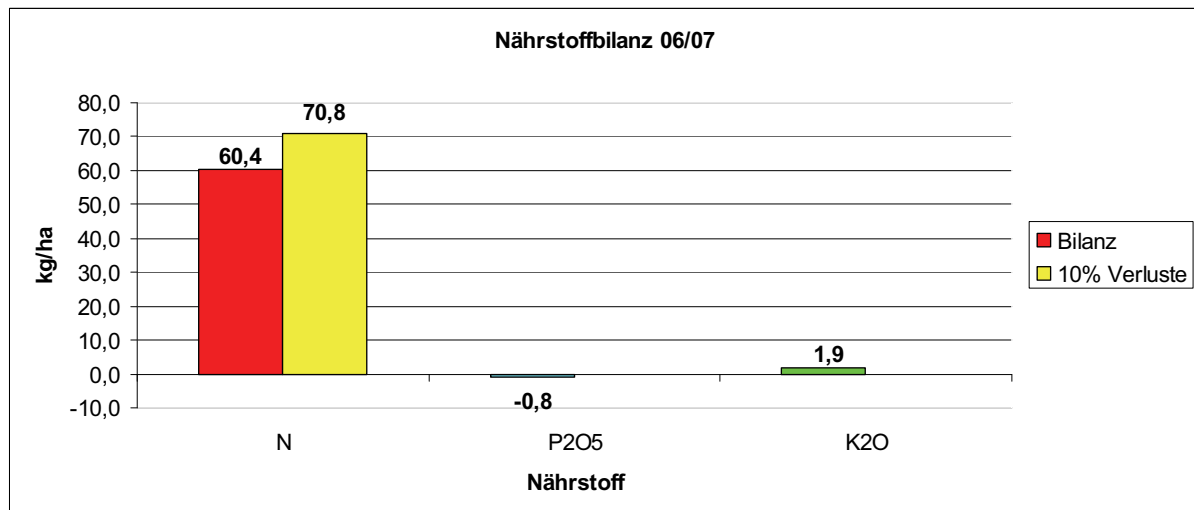
Die Nachfrage nach Düngemittel stieg in den letzten 16 Jahren permanent an und es wird der Gesamtverbrauch im Jahr 2012 auf 194 Millionen Tonnen geschätzt. Das wäre eine Zunahme von 56 Millionen Tonnen in 22 Jahren. Diese Schätzung könnte sich aber auf Grund der wieder gesunkenen Preise für Marktfrüchte relativieren.

## **3. Ergebnisse**

### **3.1 Nährstoffbilanz 2006/2007**

Die erste Auswertung ist das Bilanzjahr 06/07. Für dieses Jahr standen insgesamt 101 Bilanzen zur Verfügung. Es wurden 64.005,32ha von 101 Betrieben ausgewertet. Dies entspricht einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 633,7ha je ausgewertetem Betrieb. Das sind 20% der landwirtschaftlich genutzter Fläche in den Landkreisen Demmin, Mecklenburg- Strelitz und Müritz. Die landwirtschaftliche Nutzfläche in den 3 Landkreisen beträgt insgesamt 319.611ha (Erhebungsjahr 2005; Quelle: [www.regionalstatistik.de](http://www.regionalstatistik.de)).

Bei Stickstoff lag die Bilanz mit 60,4kg/ha im Überschuss, nach Berücksichtigung der angegebenen Nährstoffverlusten in den ausgewerteten Bilanzen. Durchschnittlich wurden die Lagerungs- und Ausbringverluste von organischen Stickstoff mit durchschnittlich 26% angegeben. Von den insgesamt 101 ausgewerteten Betrieben haben insgesamt 84 Betriebe organische Dünger ausgebracht. Die Lager- und Ausbringverluste haben eine Schwankungsbreite von 0% bis 45% aufgewiesen. Selbst die Angabe von 45% Ausbring- und Lagerverlusten lag im Rahmen der Düngemittelverordnung. Der Betrieb kann bei bestimmten Haltungsformen und organischen Düngemitteln Verluste bis zu 50 % angeben (siehe Tabelle 3), zudem kann die Wirkung für die Düngemittel für das Ausbringungsjahr herab gesetzt werden (siehe Tabelle 4). Bei Herabsetzung der Verluste für Stickstoff auf ein Niveau von 10%, erhöhte sich der Nährstoffüberschuss auf 70,8kg/ha. Die Minderung von Lager- und Ausbringverlusten würde einen Zuwachs von 10,4kg N/ha bedeuten. Aber selbst nach Herabsetzung der Lagerungs- und Ausbringverluste auf 10% liegt das Saldo im Rahmen der Düngerverordnung.



**Abbildung 4: Nährstoffbilanz 2006/2007 der Landkreise DM, MÜR, MST**

Für Phosphor ist ein Saldo von  $-0,8\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  ermittelt worden. Insgesamt wurde also genau nach Entzug gedüngt. Bei dem Nährstoff Kalium ist ein nahezu gleiches Ergebnis mit  $1,9\text{kg K}_2\text{O}/\text{ha}$  festzustellen.

In diesem Jahr begannen die Preise für die Düngemittel zu steigen. Bei Kalium und Phosphor wurde dann in der Regel als erstes gespart, weil bei ausreichender Bodengehaltsklasse das Unterlassen der Düngung nicht sofort negativ Ertragswirksam wirkt. Anzustrebende Gehaltsklasse sollte C sein. Bei Gehaltsklasse D und E kann die Düngung von Kalium und Phosphor unerlassen werden. Bei der Gehaltsklasse C sollte möglichst nach Entzug gedüngt werden.

### 3.1.1 Auswertung nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007

Grundgedanke für diese Untersuchung war es, dass Betriebe mit einem hohen GV-Besatz/ha, auch die höchsten Nährstoffsalden je ha haben. Diese These entstand durch die Annahme, dass viele Betriebe mit einem hohen Viehbesatz, Probleme aufgrund geringer Lagerungsmöglichkeiten und falscher Beurteilung der Nährstoffgehalte haben. Dies kann dann dazu führen, dass die organischen Dünger auch zu ungünstigen Zeiten ausgebracht werden, wo sie von den Pflanzen nicht genutzt werden können. Dies kann dann zu hohen Nährstoffüberhängen führen. Die Betriebe wurden daher in 5 Klassen eingeteilt (siehe Tabelle 1).

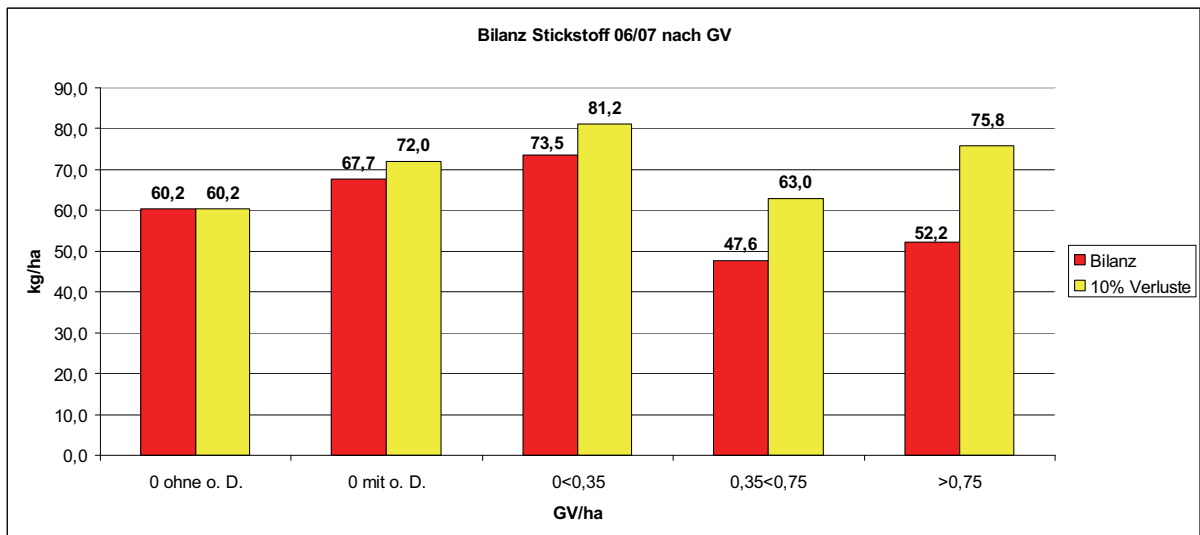
**Tabelle 1: Anzahl Betriebe und Fläche nach GV/ha**

1. 0GV/ha ohne Einsatz organischer Dünger	Betriebe: 17	Fläche: 8.497ha
2. 0GV/ha mit Einsatz organischer Dünger	Betriebe: 20	Fläche: 13.271ha
3. $0 < 0,35 \text{GV/ha}$	Betriebe: 19	Fläche: 15.529ha
4. $0,35 < 0,75 \text{GV/ha}$	Betriebe: 24	Fläche: 17.297ha
5. $> 0,75 \text{GV/ha}$	Betriebe: 21	Fläche: 9.411ha

Ziel der Einteilung war es ungefähr die gleiche Anzahl von Betrieben in jeder Klasse zu bekommen, so dass man die Ergebnisse miteinander vergleichen kann. Es gelang leider nicht die Hektarzahle je Klasse anzugleichen.

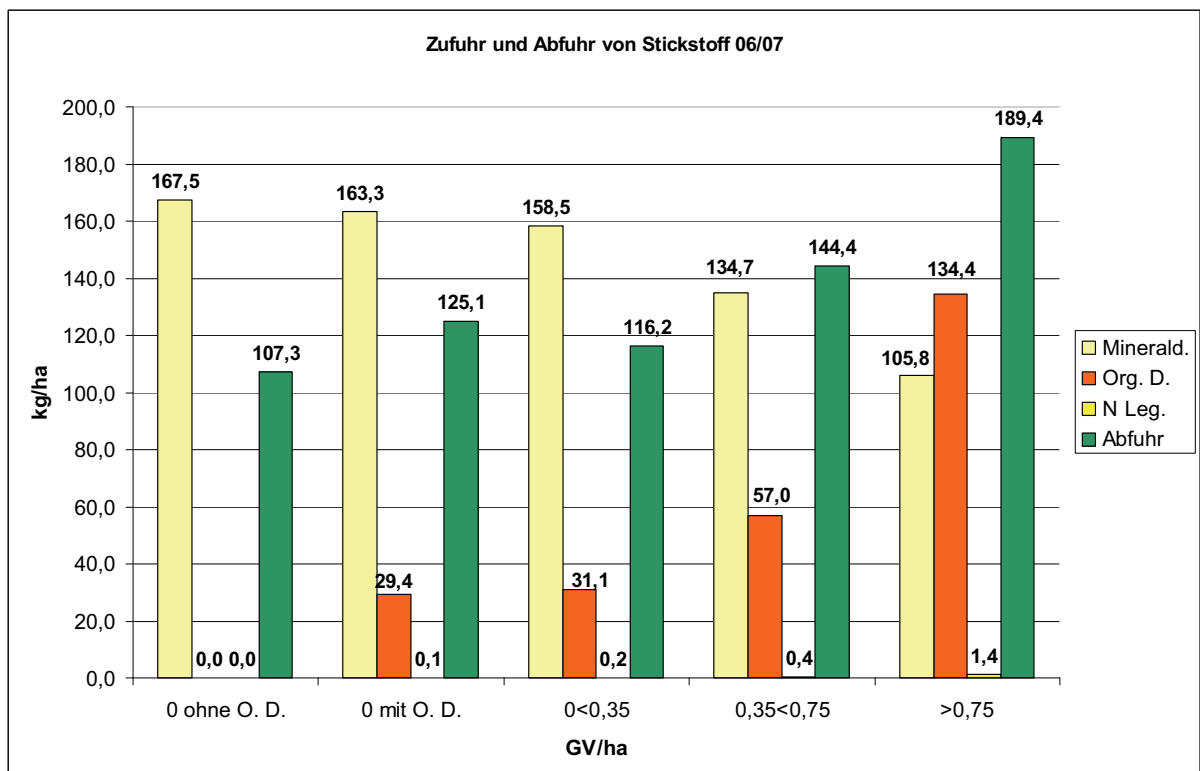
### **3.1.2 Auswertung Stickstoff nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007**

Die Annahme dieser Untersuchung war es, dass Betriebe mit einem hohen GV-Besatz/ha einen hohen Nährstoffüberhang haben. Dies konnte für 06/07 in dieser Auswertung der Nährstoffbilanzen nicht bestätigt werden (siehe Abbildung 5). Das Ergebnis war das die Betriebe mit einem hohen GV-Besatz/ha niedrigere Nährstoffsalden aufwiesen, als die mit einem geringen GV-Besatz/ha. Die Schwankungsbreite der Nährstoffsalden der Einzelbetriebe reicht von -12,3kg N/ha bei Betrieben mit einem Besatz von  $0 < 0,35 \text{GV/ha}$  und 144kg N/ha bei einem Betrieb ohne Tiere, aber mit Einsatz von organischen Düngemitteln. Das niedrigste Gesamtsaldo wurde bei den Betrieben mit einem durchschnittlichen GV-Besatz von  $0,35 < 0,75$  mit 47,6kg N/ha errechnet und das höchste bei Betrieben mit  $0 < 0,35 \text{GV/ha}$ . Das Saldo beträgt 73,5kg N/ha.



**Abbildung 5: Stickstoffbilanz 06/07 nach GV/ha**

Nach der Herabsetzung der Lager- und Ausbringverluste auf ein in der Praxis anzustrebenden Wert von 10%, ist ein Anstieg bei der Zunahme der Stickstoffüberhänge zu verzeichnen (siehe Abbildung 5). Dies kann mit dem zunehmenden Anteil von organischen Düngemitteln begründet werden (siehe Abbildung 6).

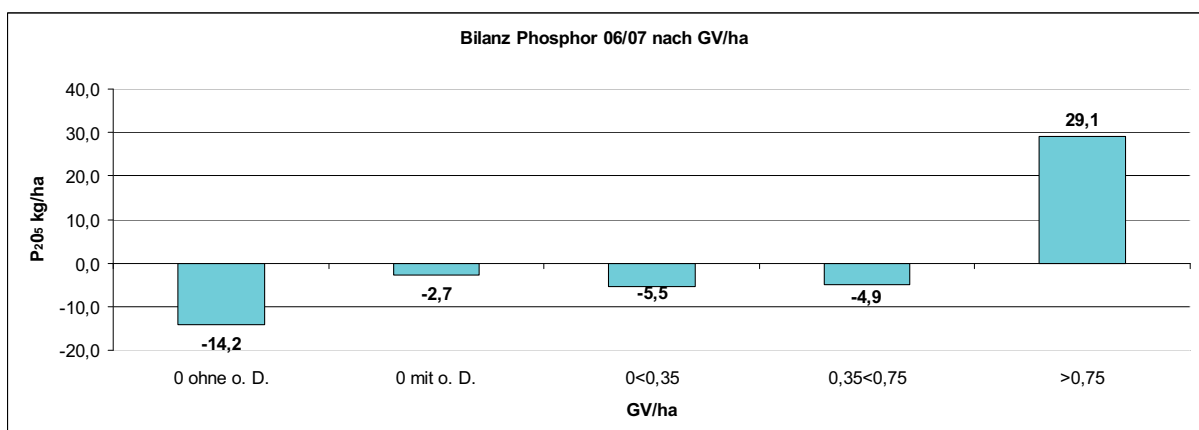


**Abbildung 6: Zufuhr und Abfuhr von Stickstoff 06/07**

Betriebe mit einem Besatz  $>0,75\text{GV/ha}$  setzen  $134,4\text{kg}$  organisches N/ha ein. Dies war ein deutlich höherer Wert, als die in den anderen untersuchten Klassen. Je höher der Viehbesatz, desto höher wurden die ausgebrachten Menge an organischen- N. Zudem ist deutlich zu erkennen dass der Einsatz von mineralischen N abnahm. Auffällig ist auch, dass Betriebe mit mehr als  $0,75\text{GV/ha}$  eine sehr hohe Nährstoffabfuhr aufweisen. Der Grund dafür wird sein, dass diese Betriebe auf besseren Standorten wirtschaften oder sie auch zum Teil organische Dünger an andere Betriebe abgeben.

### 3.1.3 Auswertung Phosphor nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007

Betrachtet man die Bilanz für Phosphor (siehe Abbildung 7), dann ist bei diesem Nährstoff ein Anstieg der Phosphorversorgung der Böden bei Betrieben mit Viehbesatz oder Einsatz von organischen Düngermittel zu erkennen. Betriebe ohne Viehbesatz und ohne Einsatz organischer Düngermittel erreichen ein negatives Saldo von  $-14,2\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ . Das höchste positive Saldo haben Betriebe  $>0,75\text{GV/ha}$ . Sie verzeichnen ein Saldo von  $29,1\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ . Bei den Viehbetrieben steigt die Phosphorversorgung mit höheren GV-Besatz/ha an. Dies resultiert vor allem daraus, dass der Einsatz von organischen Düngemitteln ansteigt (siehe Abbildung 8).

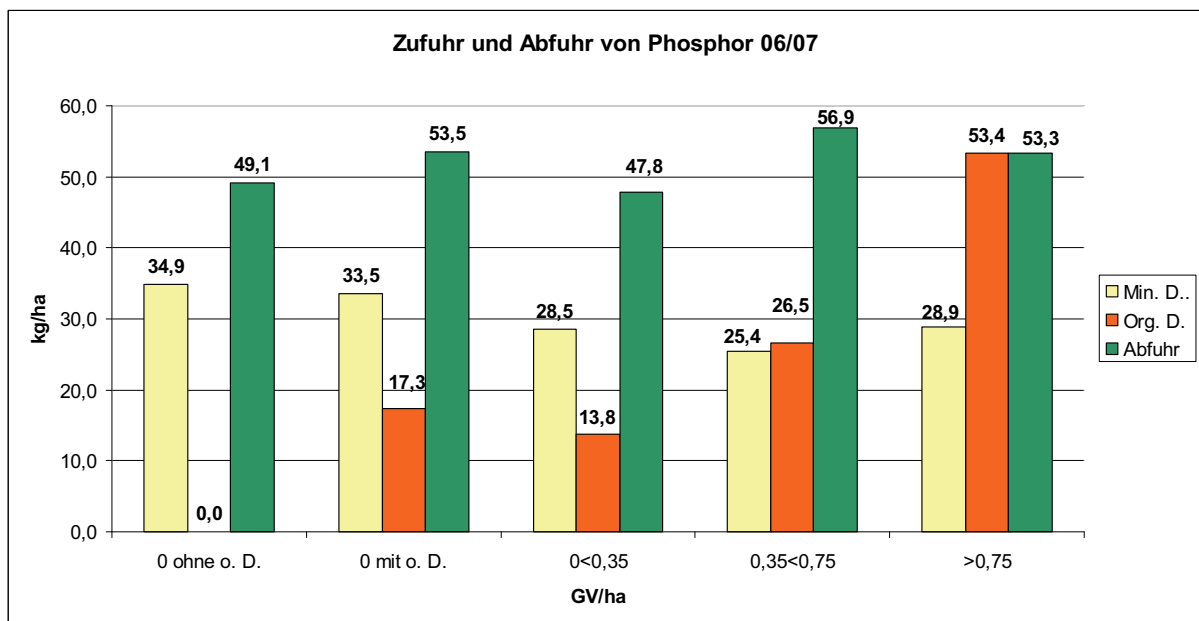


**Abbildung 7: Phosphorbilanz 06/07 nach GV/ha**

Die Schwankungsbreite in den einzelnen Bilanzen reichte von  $-57,6\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  bei einem Betrieb ohne Viehbesatz und ohne Einsatz organischer Dünger bis zu  $76,91\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  bei einem Betrieb mit mehr als  $0,75\text{GV/ha}$ .



Die mineralische Düngung mit Phosphor nimmt mit ansteigenden GV- Besatz ab. Im Gegen- zug steigt aber die Versorgung mit organischem Phosphat. Die mineralische Düngung mit Phosphat nimmt zwar mit steigenden Tierbesatz ab, aber der unterschied ist mit weniger als 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha sehr gering. Es ist nur deutlich zu erkennen, das die Phosphorversorgung durch den Anstieg der organischen Düngung zu nimmt.



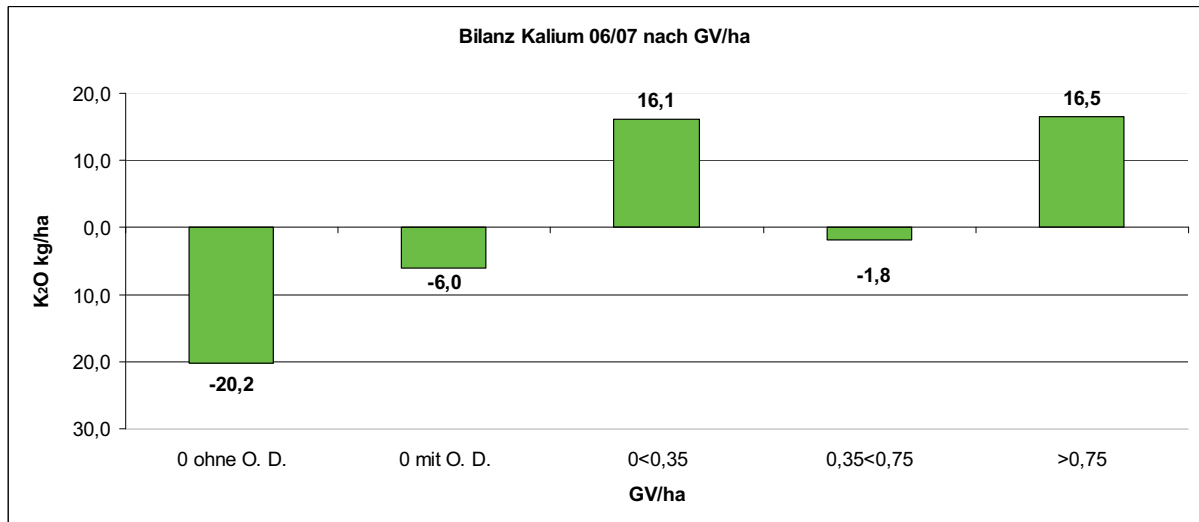
**Abbildung 8: Zufuhr und Abfuhr von Phosphor 06/07**

Zu erkennen ist aber, das die Abfuhr nicht so wie bei Stickstoff mit höheren Tierbesatz zu- nimmt, sondern sie relativ nahe beieinander liegt.

### 3.1.4 Auswertung Kalium nach Großvieheinheiten/Hektar 2006/2007

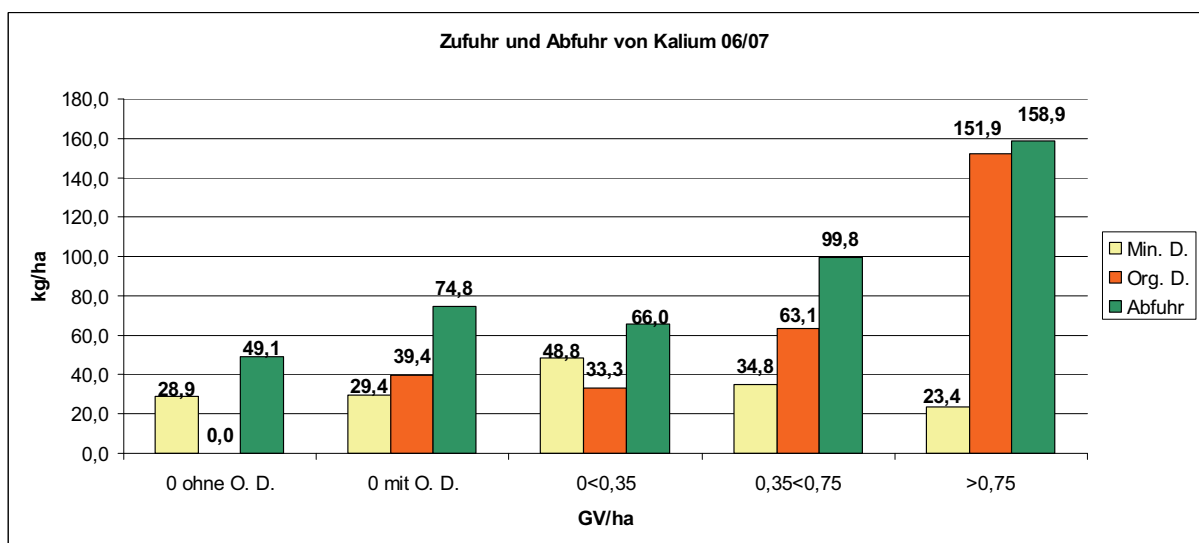
Bei Kalium ist eine ähnliche Tendenz, wie bei der Nährstoffversorgung von Phosphor zu er- kennen (siehe Abbildung 9). Mit zunehmenden GV-Besatz/ha steigt die Versorgung der Bö- den mit Kalium an. Die Nährstoffsalden schwankten zwischen -93,01kg K<sub>2</sub>O/ha (Betrieb ohne Tiere, aber mit Einsatz organischer Wirtschaftdünger) und 166,33 kg K<sub>2</sub>O/ha (Betrieb: >0,75GV/ha). Bei Betrieben ohne GV-Besatz/ha wurde ein durchschnittliches negatives Saldo von -20,2kg K<sub>2</sub>O/ha ermittelt. Bei Betrieben ohne GV-Besatz, aber mit organischer Düngung wurde nur ein negatives Saldo von -6,0kg/ha errechnet. Die Überhänge liegen bei 16,1kg K<sub>2</sub>O

/ha bei  $0 < 0,35 \text{ GV/ha}$ ,  $1,8 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$  in den Bilanzen mit einem GV-Besatz von  $0,35-0,75$  je ha und bei den Betrieben mit den höchsten Tierbesatz liegt das Saldo bei  $16,5 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$ .



**Abbildung 9: Kaliumbilanz 06/07 nach GV/ha**

Die Zufuhr von mineralischem Kalium sank mit steigenden GV- Besatz der Betriebe (siehe Abbildung 10). Dieses wurde aber durch den Einsatz der organischen Düngemittel kompensiert. Zudem ist zu erkennen, dass die Abfuhr von  $\text{K}_2\text{O}$  mit steigendem Viehbesatz zunimmt. Dies ist nicht nur bei Kalium zu erkennen, sondern auch bei Stickstoff. Lediglich bei Phosphor blieb die Abfuhr auf ein relativ gleiches Niveau, unabhängig von dem Tierbesatz der Betriebe.



**Abbildung 10: Zufuhr und Abfuhr von Kalium 06/07**

### 3.2 Nährstoffbilanz 2007/2008

Die zweite Auswertung der Nährstoffbilanzen ist für das Jahr 07/08 erfolgt. Es wurden insgesamt 68 Nährstoffbilanzen mit einer Fläche von 39130ha ausgewertet. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 575,4ha. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den drei Kreisen betrug im Jahr 2007: 317.424ha (Quelle: [www.regionalstatistik.de](http://www.regionalstatistik.de)). Es konnte also 12,3% der Fläche ausgewertet werden.

Stickstoff hat einen positiven Saldo von 43,8kg/ha (siehe Abbildung 11). Die Lagerungs- und Ausbringverluste wurden im Durchschnitt mit 26,2% angegeben. Sie schwankten von 0% bis 43%. Die Angabe von 43% war laut Düngemittelverordnung vollkommen legitim. Bei der Herabsetzung auf 10% der Verluste bei der Ausbringung und Lagerung erhöht sich das Saldo auf 55,8kg/ha. Dies entspricht ein höheres Saldo von 12 kg N/ha.

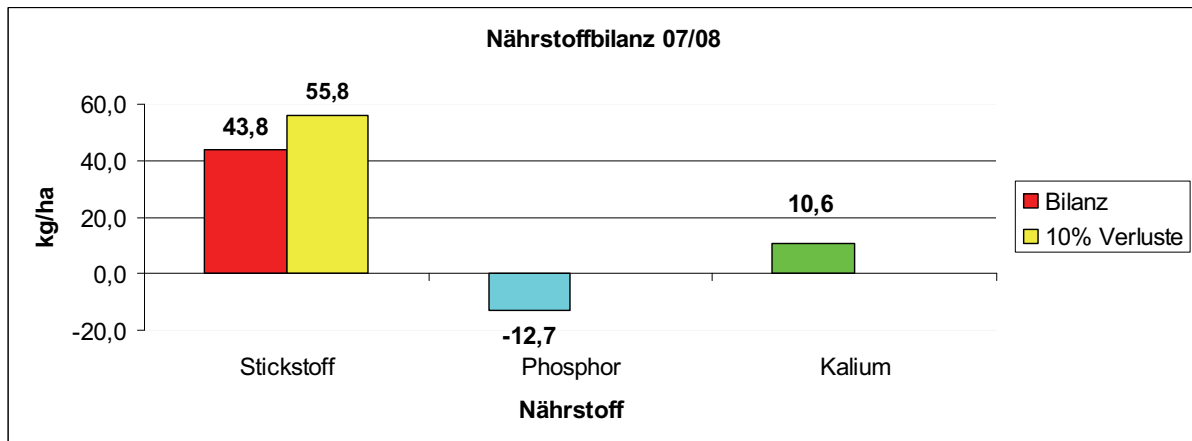


Abbildung 11: Nährstoffbilanz 2007/2008 der Landkreise DM, MÜR, MST

Für den Nährstoff Phosphor wurde eine negative Bilanz von -12,7kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha erzielt. Kalium liegt mit 10,6kg K<sub>2</sub>O/ha leicht im Überschuss.

#### 3.2.1 Auswertung nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008

Die Betriebe wurden wieder nach ihren GV- Besatz je Hektar eingeteilt. Leider kam für dieses Jahr nicht so eine hohe Anzahl von Bilanzen zusammen, da dem AfL noch keine vorlagen. Die Betriebe wurden wieder in 5 Klassen eingeteilt (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2: Anzahl Betriebe und Fläche nach GV/ha**

1. 0GV/ha ohne Einsatz organischer Dünger	Betriebe: 15	Fläche: 5.043ha
2. 0GV/ha mit Einsatz organischer Dünger	Betriebe: 5	Fläche: 3.194ha
3. $0 < 0,35 \text{GV/ha}$	Betriebe: 17	Fläche: 12.091ha
4. $0,35 < 0,75 \text{GV/ha}$	Betriebe: 19	Fläche: 11.806ha
5. $> 0,75 \text{GV/ha}$	Betriebe: 12	Fläche: 6996ha

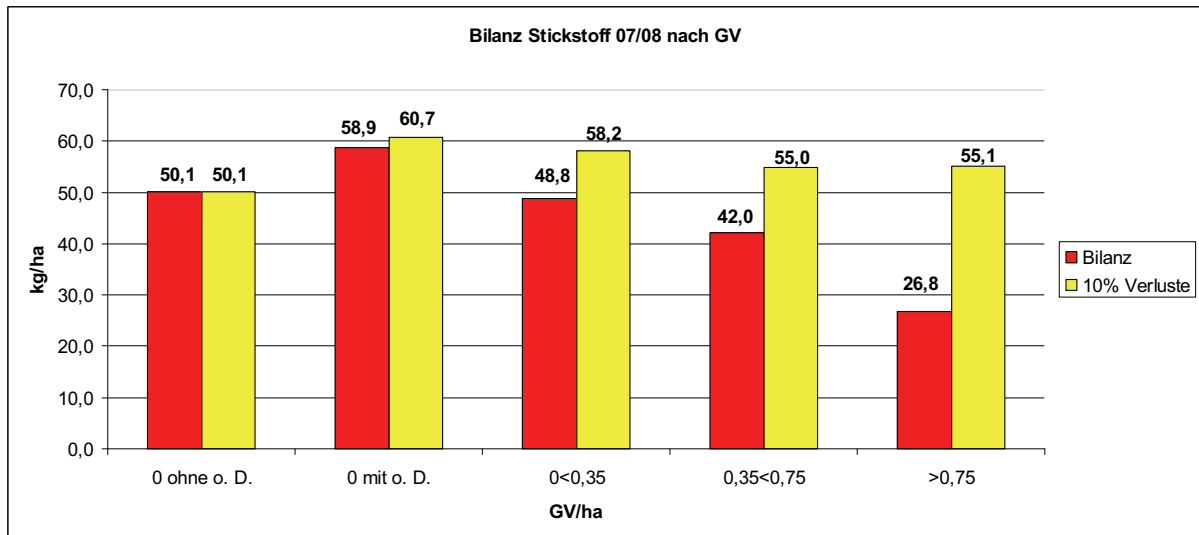
Es konnte bis auf die Betriebe mit „0 GV- Besatz, aber mit Einsatz organischer Düngermittel“ ungefähr die gleiche Anzahl von Betrieben eingeteilt werden.

### **3.2.2 Auswertung Stickstoff nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008**

Bei der Auswertung des Bilanzjahres 07/08 konnte auch nicht die Annahme bestätigt werden, dass mit höherem Tierbesatz der Überhang zunimmt. Das Saldo in den einzelnen Betrieben schwankte dabei von -59kg N/ha bei Betrieben mit einem GV- Besatz  $> 0,75$  je Hektar bis 154kg N/ha bei Betrieben ohne Tierbesatz, aber mit Einsatz von organischen Düngemitteln.

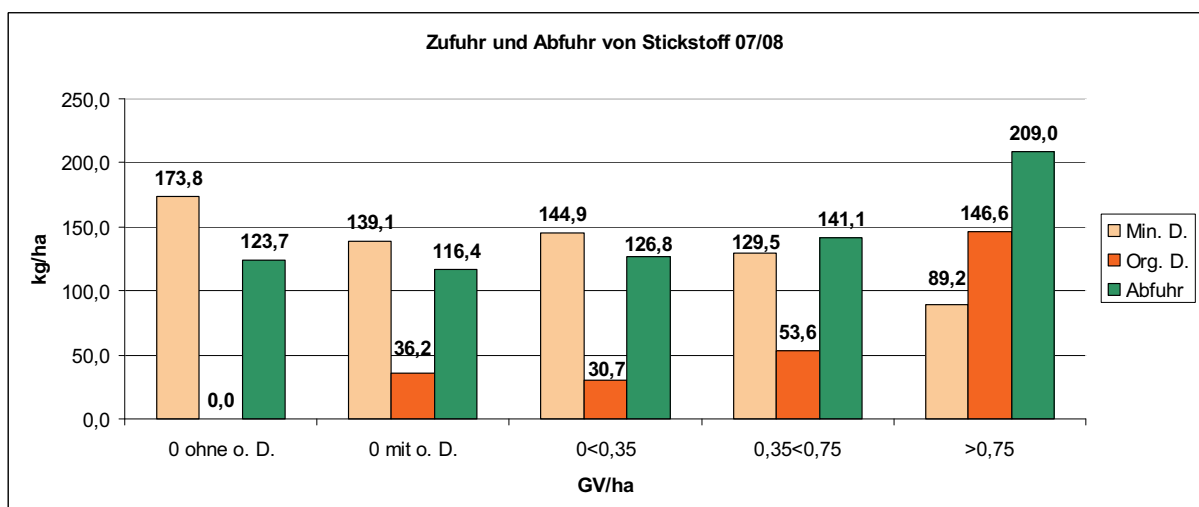
Der höchste Gesamtüberhang wurde bei Betrieben ohne Tiere, mit Einsatz organischer Dünger erreicht (siehe Abbildung 12). Es betrug 58,9kg N/ha. Das niedrigste Saldo wurde bei Betrieben  $> 0,75 \text{GV/ha}$  mit 26,8kg N/ha ermittelt.

Betrachtet man die Salden bei einem Lagerungs- und Ausbringverlust von 10%, dann ist die Schwankungsbreite der Überhänge sehr gering.



**Abbildung 12: Stickstoffbilanz 07/08 nach GV/ha**

Das niedrigste Saldo wird bei Betrieben erreicht, die keinen Tierbesatz haben und auf den Einsatz von jeglichen organischen Düngemitteln verzichten. Sie haben eine positive Bilanz von 50,1 kg N/ha. Die höchsten Salden haben erneut die Betriebe ohne Tierbesatz, die aber organische Düngemittel einsetzen. Das Saldo beträgt nach Abzug von 10% Lagerungs- und Ausbringverlusten 60,7kg N/ha. Die Unterschiede zwischen den Nährstoffüberhängen in der Bilanz und die auf 10% herab gerechneten Verluste steigen aber bei höheren GV-Besatz der Betriebe. So betrug der Unterschied bei reinen Marktfruchtbetrieben mit Einsatz von organischen Düngemitteln nur 1,8kg N/ha und bei Betrieben mit einen GV-Besatz >0,75 je Hektar 28,5kg N/ha. Mit höherem Tierbesatz stieg der Nährstoffverlust tendenziell mit an, was durch den höheren Einsatz dieser Düngemittel zu erklären ist (siehe Abbildung 13).



**Abbildung 13: Zufuhr und Abfuhr von Stickstoff 07/08**

Es ist zudem wieder zu erkennen, dass die Betriebe mit dem höchsten Tierbesatz auch wieder die höchsten Abfuhr vorwiesen.

### 3.2.3 Auswertung Phosphor nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008

Bei Phosphor ist eine ähnliche Tendenz für das Bilanzjahr 07/08 festzustellen, wie für das Jahr 07/08. Die Salden in den einzelnen Betrieben schwankten zwischen -72 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Betrieb: OGV, kein Einsatz von organischen Düngemitteln) und 34kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (Betrieb: <0,35GV/ha).

Die Salden waren dabei in Betrieben ohne Tierbesatz mit 31,6kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha im Minus. Bei Betrieben mit einen GV-Besatz >0,75 lag das Saldo mit 2,0kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha im Plus. Ansonsten erreichten nur Betriebe ohne GV-Besatz und mit Einsatz von organischen Düngemitteln ein positives Saldo. Es betrug 1,7kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

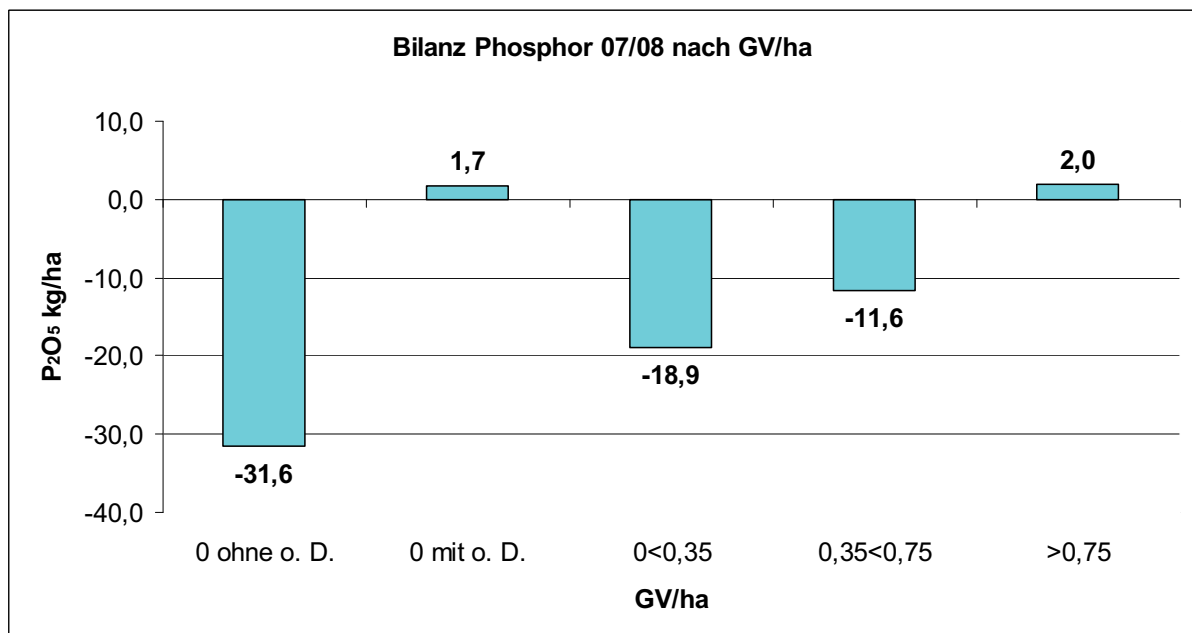
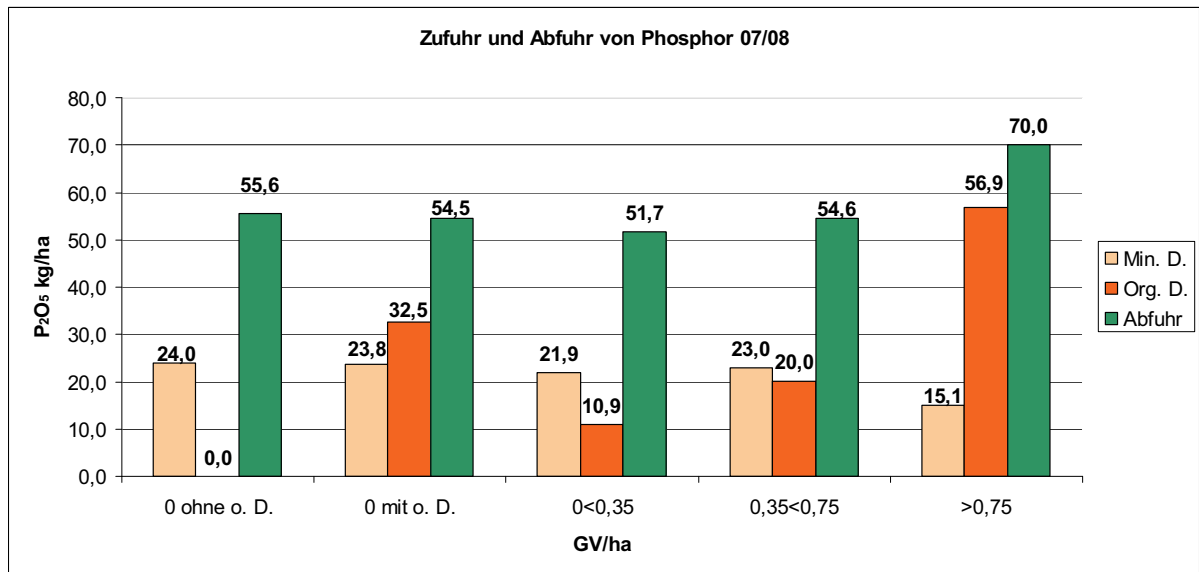


Abbildung 14: Phosphorbilanz 07/08 nach GV/ha

Die Phosphorversorgung steigt mit höherem Tierbesatz der Betriebe. Die mineralische Phosphordüngung ist dabei relativ konstant (siehe Abbildung 15).



**Abbildung 15: Zufuhr und Abfuhr von Phosphor 07/08**

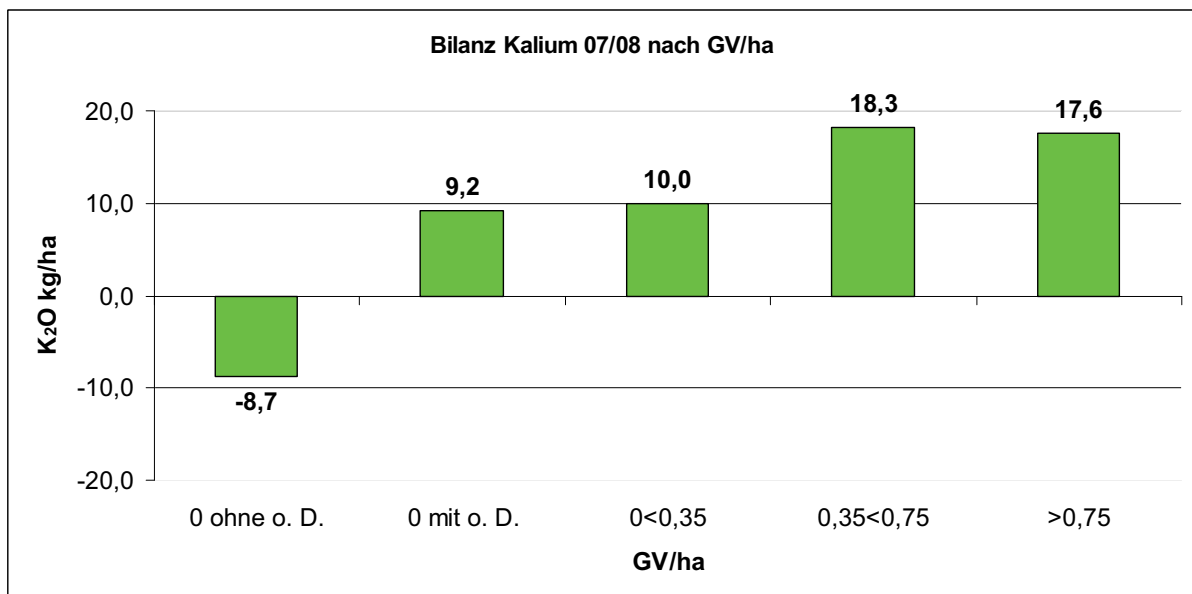
Die bessere Versorgung resultiert daraus, dass der Einsatz von organischen  $P_2O_5$  bei höherer Anzahl von Tierbeständen zunimmt. So wurde  $56,9\text{kg } P_2O_5/\text{ha}$  bei Betrieben  $>0,75\text{GV}/\text{ha}$  gedüngt. Das ist das Doppelte, was an mineralischen  $P_2O_5$  gestreut wurde. Die Preise für Diammonphosphat stiegen im Januar 2008 auf den Höchststand von  $1.200\$/\text{t}$  (siehe Abbildung 1). Dies ist wohl der wichtigste Grund für die Zurückhaltung bei der Düngung von mineralischem Phosphat. Zudem sanken die Preise wieder für die Erzeugnisse auf ein Niveau von etwa  $150\$/\text{t}$  Weizen im Januar 2008. Die Preise für die Düngemittel sanken, aber erst mit einer zeitlichen Verzögerung auf  $370\$/\text{t}$  DAP. Die Entwicklung der Preise war für den Einsatz der Düngemittel ein entscheidender Faktor.

### 3.2.4 Auswertung Kalium nach Großvieheinheiten/Hektar 2007/2008

Bei Kalium ist eine ähnliche Tendenz, wie bei Phosphor festzustellen. Die Salden in den Einzelbetrieben schwanken zwischen  $-74\text{kg } K_2O/\text{ha}$  (Betrieb:  $0\text{GV}$ , ohne Einsatz von organischen Düngern) und  $172\text{kg } K_2O/\text{ha}$  (Betrieb:  $>0,75\text{GV}/\text{ha}$ ).

Ein negativer Gesamtwert für die Bilanzen konnte nur bei Betrieben ohne jeglichen Einsatz von organischen Düngemitteln festgestellt werden. Mit zunehmendem Tierbesatz stieg auch die Bilanz für den Nährstoff Kalium an (siehe Abbildung 19). Der Unterschied zu Phosphor ist, dass die Versorgung der Böden mit diesem Nährstoff besser ist. Lediglich die Betriebe ohne Tierbesatz und ohne Einsatz von organischen Düngern haben ein negatives Saldo von

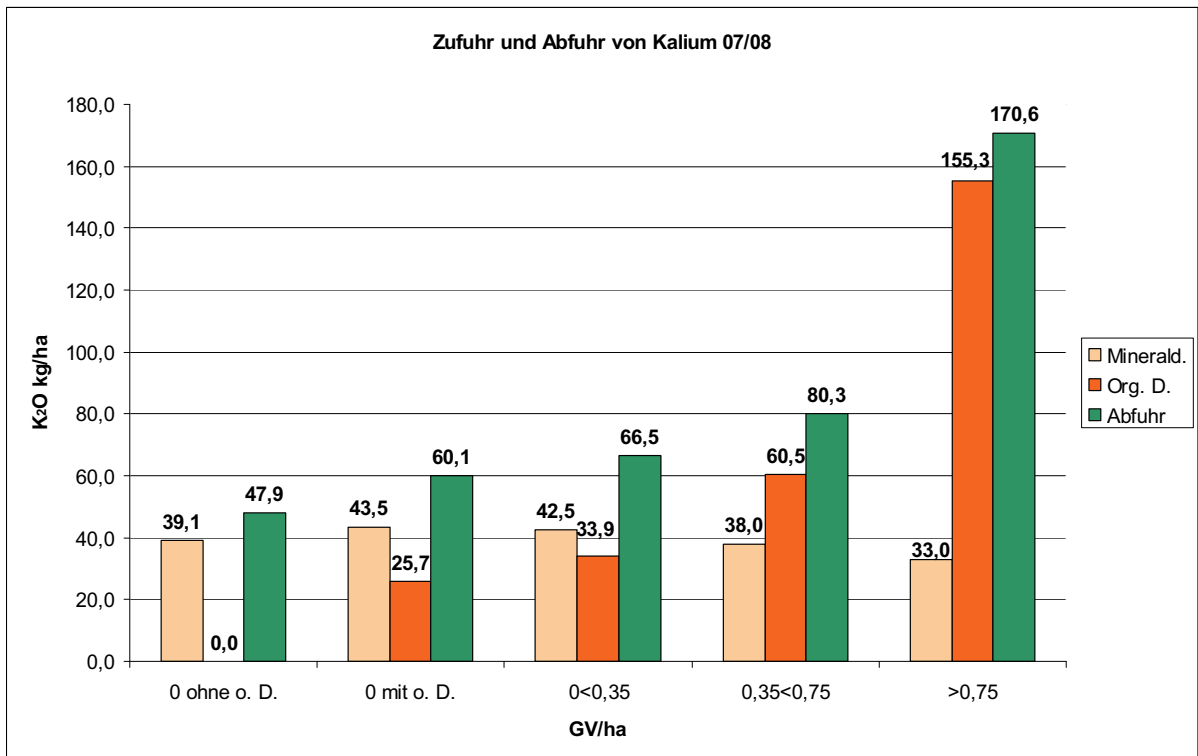
-8,7kg K<sub>2</sub>O/ha. Die größte positive Bilanz wurde bei Betrieben mit einem GV-Besatz zwischen 0,35-0,75GV/ha erreicht. Das Saldo lag bei diesen Betrieben mit 18,3kg K<sub>2</sub>O/ha leicht im positiven Bereich, wobei nur ein geringer Unterschied zu den Betrieben mit einen GV-Besatz >0,75 festzustellen war. Es betrug lediglich 0,7kg K<sub>2</sub>O/ha weniger, was einen Überhang von 17,6 kg K<sub>2</sub>O/ha entspricht.



**Abbildung 16: Kaliumbilanz 07/08 nach GV/ha**

Der Einsatz mineralischer Kaliumdüngemittel nimmt mit steigenden Viehbesatz etwas ab (siehe Abbildung 17). Im Gegenzug nahm die organische Düngung mit Kalium stark zu. Die mineralische Düngung blieb, aber insgesamt auf ein relativ niedriges Niveau. Die mineralische Düngung schwankte zwischen 33 und 43,5kg K<sub>2</sub>O/ha. Deutlich zu erkennen ist wieder der Anstieg der Versorgung der Böden mit organischem Kalium, bei Betrieben mit einen GV-Besatz >0,75. Die Ausbringung von Kalium ist mehr als doppelt so hoch, wie gegenüber den Betrieben mit einen geringeren Tierbesatz. Dies verdeutlicht das hohe Einsparpotenzial von mineralischem Düngemittel zu gunsten der organischen Düngemittel.





**Abbildung 17: Zufuhr und Abfuhr von Kalium 07/08**

## 4. Diskussion

### 4.1 Richtigkeit der Nährstoffvergleiche

Insgesamt waren 15 der ausgewerteten Bilanzen aus dem Bilanzierungsjahr 06/07 indirekt nicht korrekt angefertigt worden. In der Düngemittelverordnung ist in §6 Bewertung des betrieblichen Nährstoffvergleiches festgeschrieben, das die Bewertung der Salden in Form von  $P_2O_5$  zu erfolgen hat. In diesen 15 Bilanzen wurde in Reinnährstoff Phosphor gerechnet. Dies macht einen erheblichen Unterschied bei dem Ergebnis des Saldos. Bei der Berechnung der Ergebnisse wurde dies natürlich berücksichtigt. Auch wenn nach DüMV die Bilanzierung in  $P_2O_5$  festgeschrieben ist, kann der Betrieb in Reinnährstoff die Bilanz anfertigen, dies muss dann bei der Interpretation dieser Bilanz jedoch berücksichtigt werden.

Zur Erstellung des betriebsindividuellen Großvieheinheitenbesatzes, wurden die angegebenen Tierangaben aus den Nährstoffvergleichen als Grundlage verwendet. Diese war teilweise sehr einfach aufgebaut, so dass die Zuordnung leichte Abweichungen vom tatsächlichen Tierbesatz haben kann. Inwiefern die Angaben über die Nährstoffzufuhr richtig ist, kann nicht beurteilt werden. Aber bei Kontrolle der zuständigen Stellen, müssen die Beläge für die zugekauften, zugeführten Düngemittel vorgelegt werden.

Ob die Angabe richtig ist bei dem zugeführten organischen Düngemittel ist fraglich. In der Regel wird in den Betrieben keine Untersuchung auf die Nährstoffgehalte der organischen Düngemittel getätigt. Die Untersuchung auf Nährstoffgehalte ist nicht gesetzlich vorgeschrieben. Als Werte für die Inhalte können die Werte der Offizialberatung verwendet werden. Des weiteren wird für die gesamt ausgebrachte Menge immer nur der theoretische Anfall berücksichtigt, der Tatsächliche ist in der Regel höher.

Zudem ist es fraglich, Ackerland und Grünland zusammen in einer Bilanz zu bilanzieren. In vielen Betrieben werden in der Regel auf den Grünland immer mehr Nährstoffe abgefahren, als auf dem Ackerland, da es nur extensiv oder gar nicht gedüngt wird, sowie die Nährstoffabfuhr zu hoch angerechnet werden.

So kann die Bilanz in vielen Fällen mit den Grünland beschönigt werden, was auch das gute abschneiden der Betriebe mit einen hohen GV- Besatz bestätigen würde.

## 4.2 Gründe für positive Nährstoffvergleiche

Die Gründe für positive Nährstoffvergleiche können sehr unterschiedlich sein. Wie die Ergebnisse es gezeigt haben, sind die positiven Nährstoffüberhänge ein großes Problem bei den Nährstoff Stickstoff und weniger bei den Nährstoffen Phosphor und Kalium.

### 4.2.1 Falsche Beurteilung der Inhaltsstoffe organischer Düngemittel

Ein Problem bei dem Einsatz von organischen Düngemitteln ist, dass die Verfügbarkeit nicht so gut gesteuert werden kann, wie bei Einsatz mineralischer Düngemittel. So wird häufig ein Teil des enthaltenen Stickstoffes nicht mit angerechnet in der Bilanz. Laut der Düngemittelverordnung ist es legitim bis zu 30% Stall-, Lagerungs- und Ausbringverluste für Rindergülle in der Bilanz mit anzuführen (siehe Tabelle 3). Zudem können dann noch die Wirksamkeit der organischen Düngemittel herab gesetzt werden. (siehe Tabelle 4)

**Tabelle 3: Anzurechnende Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und anderer Kenngrößen**

Tierart	Ausbringung nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste		Zufuhr nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringverluste	
	Gülle (%)	Festmist, Jauche, Tiefstall (%)	Gülle %	Festmist, Jauche, Tiefstall (%)
1	2	3	4	5
Rinder	85	70	70	60
Schweine	70	65	60	55
Geflügel		60		50
Andere (Pferde, Schafe)		55		50
Weidegang aller Tierarten 1),2)			25	

<sup>1)</sup> Bei ausschließlichem Weidegang – bei anteiliger Schnittnutzung sind für diese die Werte gemäß Spalte 4 bzw. 5 anzusetzen

<sup>2)</sup> Nicht für die Berechnung der 170kg Grenzwerte (§§ 3,4 Düngeverordnung) und der 80kg Grenzwerte (§§ 4,5 Düngeverordnung)

(Quelle: Landwirtschaftliche Fachbehörde)

**Tabelle 4: Anlage 3 Düngemittelverordnung Mindestwerte für pflanzenbauliche Stickstoff-Wirksamkeit zugeführter Wirtschaftsdünger im Jahr der Aufbringung in Prozent des ausgebrachten Gesamtstickstoffs<sup>1)</sup> bei langjähriger Anwendung**

Tierart	Gülle	Festmist	Jauche
Rinder	50	25	90
Schweine	60	30	90
Geflügel	60 <sup>2)</sup>	30 <sup>3)</sup>	-
Pferde/Schafe	-	30 <sup>3)</sup>	-
flüssige Gärreste aus Biogasanlagen	60	-	-

<sup>1)</sup>Basis: N-Ausscheidung abzüglich Lagerverluste bzw. Ermittlung des N-Gehaltes vor der Ausbringung

<sup>2)</sup> inklusive Geflügeltrockenkot

<sup>3)</sup> mit Einstreu

(Quelle: Düngemittelverordnung)

Zur Verdeutlichung dieser Anrechnung der Stall-, Lagerungs- und Ausbringverluste, sowie der Wirksamkeit der organischen Düngemittel, soll ein Beispiel gerechnet werden.

1m<sup>3</sup> Rindergülle beinhaltet 4,38kg N laut der Düngungsbroschüre des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Es können bis zu 30% Stall- Lager und Ausbringungsverluste zu grunde gelegt werden und 50% Wirksamkeit dieses Wertes müssen nur in der Bilanz berücksichtigt werden.

$$4,38 - 30\% \text{ Verluste } 3,07 \rightarrow 3,07 \times 50\% \text{ Verfügbarkeit } \underline{\underline{1,53\text{kg N/m}^3}}$$

Dies ist eine weitere Möglichkeit die Bilanz zu beschönigen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, das in der Praxis die genaue Kenntnis über die Inhaltsstoffe der organischen Düngemittel fehlt. Diese Kenntnis kann aber, durch Betriebsindividuelle Untersuchungen erlangt werden.

#### 4.2.2 Ertragsfähigkeit des Standortes

Oftmals ist es der Fall, das der Höchstertrag der mal erzielt wurde in der Düngung, vor allem bei Stickstoff berücksichtigt wird. Es sollte vielmehr der Durchschnittsertrag bei der Düngung berücksichtigt werden. Ein weiterer Punkt ist, das durch das regelmäßige Bonituren, eine regelmäßige Schätzung des Ertrages getätigt werden kann (nur bei Getreide möglich). So ist es möglich, auch noch die Düngegaben den Ertragspotenzial anzupassen. Ein weiterer Punkt ist, das jeder Boden eine gewisse Nettomineralisation besitzt. Das heißt, dass der im Boden fest-

gelegte Stickstoff durch die Mineralisation wieder Pflanzenverfügbar wird. Die Nettomineralisation schwankt zwischen 20kg N/ha und bis zu 60kg N/ha. Die Nettomineralisation kann bei den unterschiedlichen Bodenarten und Humusgehalten stark schwanken und sollte vom Landwirt nach Erfahrung seiner Böden bestimmt werden.

### **4.2.3 Klimaverlauf**

Das Klima ist bis heute ein Punkt, welcher noch nicht vom Landwirt beeinflusst werden kann. Bei starken Ertragsausfällen, die durch Unwetter oder starker Trockenheit verursacht wurden, können bei der Beurteilung der Nährstoffvergleiche berücksichtigt werden. Besonders das Ausbleiben der Niederschläge im Frühjahr war ein Problem, was in Zukunft wohl noch zunehmen wird.

Besonders die Frühjahrstrockenheit, führt bei vielen Kulturen zu Ertragseinbussen. Dies sollte immer bei der Auswahl Düngerstrategie und Höhe berücksichtigt werden.

## **4.3 Auswirkung von Nährstoffüberhängen auf die Umwelt**

### **4.3.1 Nitratbelastung des Grundwassers**

Nitrat ist im Trinkwasser unerwünscht, weil es sich unter bestimmten Bedingungen in das gesundheitlich bedenkliche Nitrit umwandeln kann. Es kann mit sekundären Aminen, die in der Nahrung vorkommen oder bei der Verdauung entstehen, Nitrosamine bilden. Manche Nitrosamine zählen als Krebseregend. Der Nitratgehalt im Trinkwasser sollte daher so niedrig wie nur möglich sein. In der Wasserrahmen-EG-Nitratrictlinie ist der Grenzwert für Nitrat auf 50mg NO<sub>3</sub> /l Grundwasser festgelegt. (<http://de.wikipedia.org/wiki/Nitrate>)

### **4.3.2 Eutrophierung von Gewässern**

Eutrophierung ist die natürliche oder künstliche Anreicherung von Pflanzennährstoffen in stehenden-, langsam fließenden Gewässern oder Meeresteilen. In erster Linie sind Phosphor- und Stickstoffverbindungen für diesen Vorgang verantwortlich.

Vor allem wird die Eutrophierung durch Phosphoreinträge gefördert. Dies führt zu einem vermehrten Algenwachstum. Auch die von den Algen lebenden Tiere und dementsprechenden Folgeglieder der Nahrungskette vermehren sich stärker. Die abgestorbenen Algen und andere abgestorbene Organismen sinken zum Gewässergrund ab. Diese werden dann durch Mikroorganismen am Gewässergrund zersetzt. Die Zersetzung findet unter aeroben Bedingungen statt, das heißt es wird verstärkt Sauerstoff zum Abbau des organischen Materials benötigt. Je tiefer das Gewässer, desto größer wird die Sauerstoffzehrung und die Sauerstoffbilanz kann negativ werden. Das heißt es wird mehr Sauerstoff verbraucht, als eingetragen wird. Dadurch entstehen anaerobe Bedingungen und das Gewässer kippt um. Dabei werden die aeroben Abbauvorgänge durch anaerobe Abbauprozesse ersetzt, wobei Fäulnisbakterien giftige Gase wie  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{H}_2\text{S}$  freisetzen. Die Gase wandeln unlösliches Eisen (III)- Phosphat, das aus organisch gebunden Phosphor entstanden ist, zu löslichen Eisen (II) Phosphat um. Das führt dazu das bereits sedimentiertes Phosphat in den Kreislauf zurückgeführt wird. Dies führt zu einer Selbstverstärkung der Eutrophierung. Der Prozess kann zur Veränderung der Artenzusammensetzung und zur Beeinträchtigung der Gewässergüte und Trinkwasserqualität führen (<http://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung>).

### **4.3.3 Anreicherung von Schwermetallen**

Bekannt ist, das Klärschlamm immer einen gewissen Anteil von Schwermetallen beinhaltet, aber auch gewisse Mineraldünger haben einen bestimmten natürlichen Anteil von Schwermetallen. Besonders davon betroffen sind Phosphordüngemittel, diese enthalten oftmals einen natürlichen Teil von Cadmium und Uran.

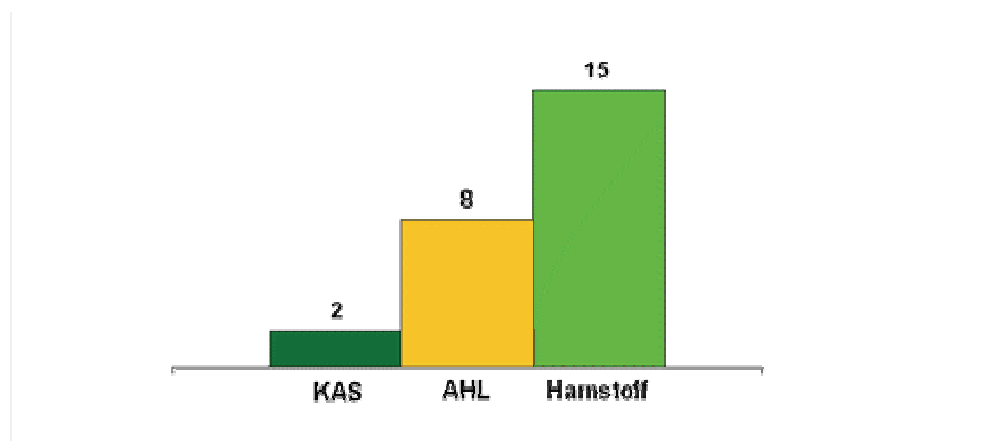
Rohphosphate können etwa 10-500mg Uran/kg P (Quelle: FAL) und Cadmium <10-140mg/kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  beinhalten. ([www.forumz.de](http://www.forumz.de)). Für Cadmium gilt ein Höchstgrenzwert in Deutschland. Dieser liegt bei 60mg/kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Herausgeber: [www.forumz.de](http://www.forumz.de); Quelle: DLG-Mitteilungen, Dünger-Magazin 12/2003).

Die Anreicherung von Schwermetallen ist, nur indirekt von den Nährstoffsaldo abhängig. Vielmehr spielt die Belastung der Düngemittel eine Rolle und natürlich dann, wie viel davon ausgebracht wird, also möglichst nach Entzug düngen. Die Belastung von Schwermetallen in Nahrungsmittel und Trinkwasser kann zu gesundheitlichen Belastungen führen.

#### 4.3.4 Ammoniakemissionen durch Einsatz von Düngermittel

Ammoniak und dessen Umwandlungsprodukt zählen heute zu den wichtigsten Luftschadstoffen. Versauerung und Nährstoffanreicherung in Böden und Gewässern sind die Folge. Zudem ist Ammoniak ein Reizgas und in hoher Konzentration für den Menschen schädlich. (Quelle: [http://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downaid\\_8958&sp\\_D&domid\\_1043&fd\\_0](http://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downaid_8958&sp_D&domid_1043&fd_0))

Bei der Ausbringung von Düngemittel können Emissionen entstehen. Diese Emissionen entstehen nicht nur bei der Ausbringung von organischem Dünger, sondern auch bei der Verwendung mineralischer Dünger. Diese Verluste entstehen unabhängig von den betriebsindividuellen Nährstoffsalden. Die Verluste sind besonders bei Harnstoff sehr hoch (siehe Abbildung 18). Dabei wurden bei Harnstoff durchschnittlich 15% Stickstoffverluste in Form von Vergasung festgestellt. Bei der Ausbringung von AHL wurden 8% und bei KAS 2% Vergasung ermittelt.



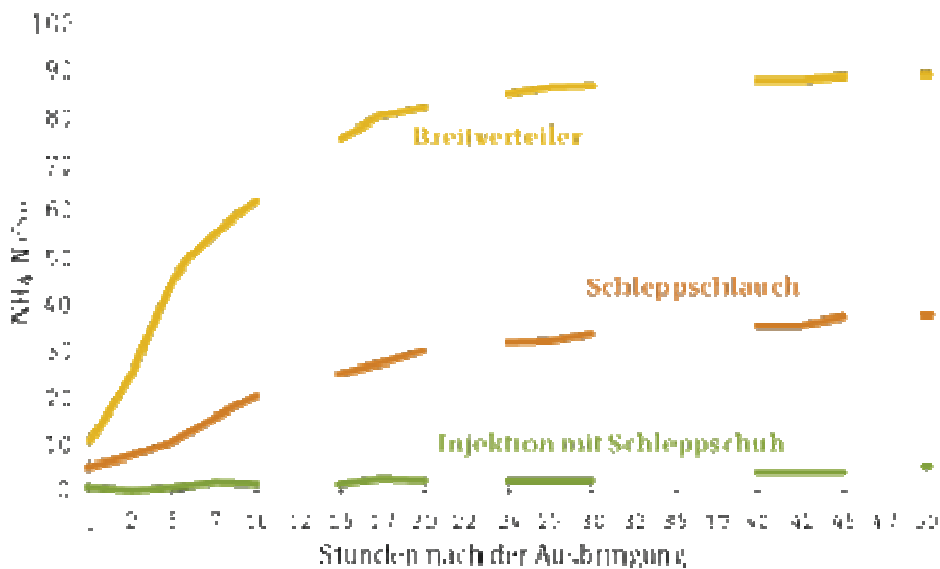
**Abbildung 18: Ammoniak-Verluste (in % der N-Düngung)**

(Herausgeber: [http://www.incoma.de/files/gas\\_verluste\\_u.php](http://www.incoma.de/files/gas_verluste_u.php); Quelle: BMVEL 2002)

Die hohen Verluste bei Harnstoff entstehen, weil Harnstoff sich in kürzester Zeit in Ammonium durch das im Boden vorhandene Enzym Urease umwandelt. Dieser Prozess wird als Harnstoff-Hydrolyse bezeichnet. Sie bewirkt auf Grund der Bindung freier Protonen im Boden lokal einen Anstieg des pH-Wertes. Dieser kann von unter 6 bis auf über 8 steigen. Dieser Effekt findet in unmittelbarer Nähe der Harnstoffkörner statt. Dieser Vorgang wird durch Trockenheit und hoher Temperaturen beschleunigt

(Quelle: [http://www.incoma.de/files/gas\\_verluste\\_u.php](http://www.incoma.de/files/gas_verluste_u.php)).

Besonders bei der Ausbringung von Gülle sind die Ammoniakemissionen sehr hoch. Diese können aber durch sachgerechte Ausbringung vermindert werden (siehe Abbildung 19).



**Abbildung 19: NH<sub>4</sub>-N Verluste auf Grünland bei unterschiedlicher Ausbringungstechnik**

(Quelle: [http://www.landwirtschaftskammer.at/netautor/napro4/appl/na\\_professional/index.php?id=2500%2C1435803%2C1298280%2C%2CeF9QSUNUX05SWzBdPTAmaW5saW5IPTE%3D](http://www.landwirtschaftskammer.at/netautor/napro4/appl/na_professional/index.php?id=2500%2C1435803%2C1298280%2C%2CeF9QSUNUX05SWzBdPTAmaW5saW5IPTE%3D))

Bei Breitverteilung liegen die Verluste nach 10h bei etwa 60%. Werden Schleppschläuche verwendet, sinken die NH<sub>4</sub>-N Verluste in der gleichen Zeit auf 20%. Die geringsten Verluste wurden bei Schleppschuhen festgestellt. Die Verluste lagen bei unter 10%. Alle diese Geräte können auch auf geräumten Ackerflächen und bis zu bestimmten Entwicklungsstadien der unterschiedlichen Kulturen verwendet werden. Bei korrekter Ausbringung der Gülle ist es möglich einen Teil mineralischer Dünger einzusparen. Zudem wird die Abschwemmung der Gülle minimiert und zugleich die Eutrophierung und der Nitrateintrag dadurch reduziert. Dies ist nicht nur aus ökologischer Sicht wichtig, sondern auch aus ökonomischer.

#### 4.4 Möglichkeit zur Eindämmung von positiven Nährstoffsalden

Es ist schwierig jedes Jahr ein ausgeglichenes Saldo zu erreichen. Zum Einen ist es wichtig eine reelle Ertragsschätzung für jede einzelne Kultur und Schlag zu errechnen. Diese sollte sich nach den durchschnittlichen Ertrag der jeweiligen Fläche richten. Die Nährstoffe für höhere Erträge können in der Regel vom Boden nachgeliefert werden, da ein riesiger Pool an organischen Nährstoffen im Boden vorhanden ist und dieser mineralisiert werden kann.



Zudem stehen schon viele technische Hilfsmittel für die Düngung zur Verfügung ,z. B. Düngung nach Karte, Düngung mit Sensoren (Yara N-Sensor, Mini VegN) oder Düngung nach Karte und Sensor. Um den technischen Fortschritt bestmöglich zu nutzen, ist eine gute breit gefächerte Beratung notwendig. Durch eine gute Beratung können unterschiedliche Erfahrungen schnellstmöglich den einzelnen Betrieben mitgeteilt werden oder sie können innerhalb des Beratungsnetzwerkes ausgetauscht werden. Dies ermöglicht den bestmöglichen Einsatz der technischen Hilfsmittel. Zudem ist die Beratung ein wichtiger Punkt, damit die Landwirte auf eine angepasste Düngung hingewiesen werden. Der Preis für Düngemittel kann den Einsatz natürlich minimieren. Je teurer ein Betriebsmittel ist, desto präziser wird dieser eingesetzt. Bei den heutigen Erlösen für die Ernteprodukte sollte aber jeder Landwirt erkennen, dass er an jeder Kostenschraube drehen muss. Dies kann man sehr gut bei dem Einsatz von Düngemittel.

Auf diesem Weg kann das Betriebsergebnis verbessert werden und die Umwelt wird geschont.

Das Einhalten von Nährstoffsalden, kann in manchen Jahren aber auch bei Einsatz der modernsten Technik und der besten Beratung nicht erreicht werden. Denn gegen einen Ertragsfaktor ist der Mensch noch heute machtlos, dem Klima. Bei Unwetter und Trockenheit kann der Ertrag immer stark beeinflusst werden.

## **4.5 Fazit**

Die angenommene These war es, das sehr hohe Nährstoffsalden in den ausgewerteten Betrieben vorhanden sind und je höher der Viehbesatz, desto höher würden auch die Salden. Diese These konnte nicht bestätigt werden. In der Gesamtauswertung für die beiden untersuchten Jahre, konnte bis auf Stickstoff jeweils eine leicht positive oder negative Bilanz festgestellt werden. Stickstoff war mit 60,4kg N/ha im Jahr 06/07 und 43,8 kg N/ha 07/08 im Positiven. Nach der guten fachlichen Praxis darf im 3- jährigen Durchschnitt höchstens ein Überhang von 90 kg N/ha erzielt werden. Dieser wird damit eingehalten. Für die Jahre 2009-2011 sollte ein Durchschnitt von 60kg N/ha angestrebt werden. Selbst dieser würde mit diesen Ergebnissen eingehalten werden. Bei der Auswertung nach GV- Besatz der Betriebe, konnte bei N keine Tendenz erkannt werden. Das heißt, die Betriebe mit hohem GV- Besatz hatten nicht die höchsten Überhänge.

Bei den Nährstoffen Phosphor und Kalium wurde ein nahezu ausgeglichenes Saldo für die beiden Jahre erreicht. Phosphor lag mit  $-0,8\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  im Jahr 06/07 und  $-12,7\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  im Bilanzierungsjahr 07/08. Nach der guten fachlichen Praxis sollte höchstens ein Überhang von  $20\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  im 6-jährigen Durchschnitt erzielt werden.

Bei der Auswertung nach Viehbesatz der Betriebe konnte festgestellt werden, dass Betriebe mit vielen Tieren eine bessere Nährstoffversorgung mit dem Nährstoff Phosphor haben. Das liegt vor allem an den hohen Preisanstieg für Phosphordüngemittel. Da dieser Nährstoff auch auf Vorrat gedüngt werden kann, können manche Betriebe wahrscheinlich noch von hohen Gehaltsklassen profitieren und somit die Düngung für eine Zeit lang unterlassen. Dies ist aber nur eine Annahme und konnte nicht in dieser Arbeit untersucht werden.

Für den Nährstoff Kalium ist eine ähnliche Tendenz zu erkennen. Das Saldo ist mit  $1,9\text{kg K}_2\text{O}/\text{ha}$  06/07 und mit  $10,6\text{kg K}_2\text{O}/\text{ha}$  im leichten positiven Bereich. Kalium kann auch, wie Phosphat auf Vorrat gedüngt werden, auch wenn es nur für schwere Böden empfohlen wird, auf Grund der geringen Absorptionsfähigkeit der Sandböden. Bei der Auswertung nach Viehbesatz konnte der gleiche Trend, wie bei Phosphor festgestellt werden.

Je höher der GV-Besatz, desto höher wurde die Nährstoffversorgung der Böden mit Kalium. Der Preisanstieg für Kalium, war in der Vergangenheit auch enorm, jedoch nicht so stark wie für den Nährstoff Phosphor. Damit lässt sich begründen, warum die Salden noch nicht ins Negative gefallen sind sondern noch im Positiven liegen. Für den Nährstoff Kalium unterliegt keine Bilanzierungspflicht laut Düngemittelverordnung. Bei den ausgewerteten Betrieben erfolgte aber auch immer eine Auswertung für den Nährstoff mit.

Bei der heutigen Nährstoffbilanzierung wird zwischen Grünland und Ackerland noch nicht unterschieden. Beides wird in einer Gesamtbilanz zusammengefasst. Es sollte in Zukunft aber eine Bilanzierung für Grünland und Ackerland getrennt stattfinden. Die Salden auf dem Grünland sind in der Regel negativ, weil dort hohe Nährstoffabfuhr stattfinden und nur geringe Mengen zugeführt werden. Auf dem Ackerland sind häufig hohe positive Salden vorhanden und diese können so, durch negative Salden auf den Grünland ausgeglichen werden.

## 5. Zusammenfassung

Fragestellung dieser Arbeit ist es, wie hoch die Nährstoffsalden in den Landkreisen Demmin, Mecklenburg- Strelitz und Müritz in den Jahren 2006/2007 und 2007/2008 sind. Zudem soll untersucht werden, ob hohe Nährstoffüberhänge mit hohen GV-Besatz/ha im Zusammenhang stehen.

Ausgewertet wurden die Nährstoffe Stickstoff (N), Phosphor ( $P_2O_5$ ) und Kalium ( $K_2O$ ). Die Betriebe der ausgewerteten Nährstoffbilanzen bleiben anonym und konnten nur den jeweiligen Landkreisen zugeordnet werden. Die Bilanzen wurden von den Amt für Landwirtschaft und der LMS Landwirtschaftberatung (Außenstelle Tollenseheim) zu Verfügung gestellt.

Es wurden im Jahr 06/07 101 Betriebe, die insgesamt 20% der landwirtschaftlichen Nutzfläche der 3 Kreise bewirtschafteten ausgewertet und im Jahr 07/08 waren es 68 Nährstoffbilanzen die etwa 12,3% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in dem Gebiet entsprachen.

Die Nährstoffbilanzierung ist für jeden landwirtschaftlichen Betrieb Pflicht. Sie dient zur Eigenkontrolle über die Nährstoffzufuhr und Abfuhr im landwirtschaftlichen Betrieb. Sie ist nicht nur aus ökologischer Sicht sinnvoll, sondern auch aus ökonomischer.

Die Düngemittel verzeichneten einen starken Preisanstieg, bei gleichzeitig sinkenden Erlösen für die angebauten Kulturen in dem Zeitraum 2006-2008.

Die Umweltauflagen nahmen in der Vergangenheit immer mehr zu und werden in Zukunft noch mehr das Handeln eines jeden Landwirtes beeinflussen.

Es wurde eine Gesamt Bilanz für das jeweilige Jahr gebildet und die Betriebe wurden nach ihren GV-Besatz in Klassen eingeteilt. Diese Klassen waren: 0GV/ha, ohne Einsatz organischer Düngemittel, 0GV/ha mit Einsatz organischer Dünger,  $0 < 0,35$ GV/ha,  $0,35 < 0,75$ GV/ha und  $> 0,75$ GV/ha. Nach dieser Einteilung erfolgte dann die Auswertung für die Nährstoffe N,  $P_2O_5$  und  $K_2O$ .

Im Jahr 06/07 erreichte nur Stickstoff einen hohen Überhang mit 60,4kg N/ha. Phosphor - 0,8kg  $P_2O_5$ /ha und Kalium 1,9kg  $K_2O$ /ha hatten ein ausgeglichenes Saldo.

Für das Auswertungsjahr 07/08, war der gleiche Trend zu erkennen. Stickstoff hat ein Saldo von 43,8kg N/ha, Phosphor -12,7kg  $P_2O_5$ /ha und Kalium 10,6kg  $K_2O$ /ha.

Dies lässt sich mit dem starken Preisanstieg vor allem für Phosphor und Kalium begründen, so dass mit diesen Düngemittel besonders sparsam umgegangen wird. Bei der Auswertung nach Großvieheinheiten war für Stickstoff kein Trend zu erkennen. Die These, dass Betriebe mit hohem Tierbesatz die höchsten Überhänge haben, konnte nicht bestätigt werden. Es war eher so, dass diese Betriebe geringere Überhänge haben.

Bei den Nährstoffen Phosphor und Kalium kann jedoch eine Tendenz abgeleitet werden. Diese Nährstoffe haben eine fast ausgeglichene Bilanz. Jedoch unterteilt man diese in den GV-Besatz/ha, so ist eindeutig zu erkennen, dass die Versorgung der Böden mit den Nährstoffen Kalium und Phosphor mit steigendem Viehbesatz der Betriebe ansteigt.

Das liegt an der Ausbringung der organischen Wirtschaftsdünger. Sie sind maßgeblich für die gute Nährstoffversorgung verantwortlich.

Die Erfassung des Viehbesatzes der Betriebe erfolgte nach der Tieraufzählung, woraus der Anfall der organischen Düngemittel berechnet wird. Daher können leichte Abweichungen zum tatsächlichen Tierbesatz vorhanden sein.

Um ausgeglichene Salden zu erreichen, muss jeder Landwirt das Ertragspotenzial seiner Flächen kennen, damit er die genaue Nährstoffabfuhr berechnen kann. Außerdem muss jeder Landwirt die Inhaltsstoffe seiner Düngemittel kennen. Bei organischem Dünger ist dies häufig nicht der Fall. Es werden in der Regel nur die offiziellen Werte für die Inhaltsstoffe verwendet. So ist es möglich, noch mehr mineralischen Dünger einzusparen.

Das Erreichen ausgeglichener Salden ist jedoch nicht jedes Jahr möglich. Denn durch unvorhersehbare klimatische Einwirkungen auf die angebauten Kulturen, ist der Mensch noch heute machtlos.

Die Schäden auf die Umwelt durch Nährstoffüberhänge und Einsatz von Düngemitteln sind die Eutrophierung von Gewässern, Nitratbelastung von Grundwasser, Anreicherung von Schwermetallen und Ammoniakemissionen. Die Eutrophierung entsteht durch starke Nährstoffanreicherung von Phosphor in Gewässern, was zu vermehrtem Algenwachstum und Sauerstoffverarmung führt.

Die Anreicherung von Schwermetallen im Boden kommt vor allem durch den Einsatz von Klärschlamm zu stande. Aber auch mineralische Düngemittel, vor allem Phosphor haben immer einen gewissen natürlichen Anteil von Schwermetallen. Nitrateinwaschung und Ammoniakemissionen entstehen durch den Einsatz von Stickstoffdüngemitteln.

Hohe positive Nährstoffsalden und damit verbundene Auswirkungen auf die Umwelt können durch gezielten Einsatz von Düngemittel, genaue Kenntnis über das Ertragspotenzial der Flächen, sowie durch Einsatz technischer Hilfsmittel und gezielter Beratung in vielen Jahren vermieden werden. Bei unvorhersehbaren klimatischen Einwirkungen ist der Landwirt jedoch noch heute machtlos und so können auch weiterhin hohe Salden zu stande kommen.

## Literaturverzeichnis

Lütke Entrup; Oehmchen 2006; Lehrbuch des Pflanzenbaues, Bonn AgroCoconcept

Müller G. 1965; Bodenbiologie, Jena Gustav Fischer Verlag

Scheffer/Schachtschnabel 2002, Lehrbuch der Bodenkunde, Heidelberg Spektrum Akademischer Verlag

Schilling G. 2000, Pflanzenernährung und Düngung, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer

Düngemittelverordnung; Fassung: 27. 2. 2007

Düngemittelgesetz; Fassung: 9. 12. 2006

Erfassungsbogen zur Berechnung eines Nährstoffvergleichs nach Düngeverordnung auf Basis einer Flächenbilanz; Landwirtschaftliche Fachbehörde

[http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D\\_ami\\_W261.asp](http://www.marktundpreis.de/betriebsmittel/produktlinie/infografikenW3D_ami_W261.asp)

[https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/online;jsessionid\\_AA26376CC7DE522B75CE1969915B6BAC?operation\\_ergebnistabelleUmfang&levelindex\\_3&levelid\\_1263462347491](https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/online;jsessionid_AA26376CC7DE522B75CE1969915B6BAC?operation_ergebnistabelleUmfang&levelindex_3&levelid_1263462347491)

[http://lms-beratung.de/upload/59/1245828254\\_3926\\_20664.pdf](http://lms-beratung.de/upload/59/1245828254_3926_20664.pdf)

[http://www.mvnet.de/land-mv/stala/sis/tabelle.php?&id\\_2010](http://www.mvnet.de/land-mv/stala/sis/tabelle.php?&id_2010)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Eutrophierung>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nitrate>

[http://www.forumz.de/Default.asp?Menue\\_18&Bereich\\_7&SubBereich\\_32&KW\\_252&New\\_sPPV\\_4864](http://www.forumz.de/Default.asp?Menue_18&Bereich_7&SubBereich_32&KW_252&New_sPPV_4864)

[http://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downdaid\\_8958&sp\\_D&domid\\_1043&fd\\_0](http://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downdaid_8958&sp_D&domid_1043&fd_0)

[http://www.landwirtschaftskammer.at/netautor/napro4/app1/na\\_professional/index.php?id\\_2500%2C1435803%2C1298280%2C%2CeF9QSUNUX05SWzBdPTAmaW5saW5lPTE%3D](http://www.landwirtschaftskammer.at/netautor/napro4/app1/na_professional/index.php?id_2500%2C1435803%2C1298280%2C%2CeF9QSUNUX05SWzBdPTAmaW5saW5lPTE%3D)

[http://www.incoma.de/files/gas\\_verluste\\_u.php](http://www.incoma.de/files/gas_verluste_u.php)

## Anhang

### Einzelbetriebliche Nährstoffsalden im Bilanzierungsjahr

06/07 nach GV/ha

Tabelle Anhang 1: Betriebe: 0GV/ha, ohne Einsatz organischer Düngemittel

Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	Einzelbetriebliche Salden			N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O		
1	442,00	84,68	1,64	26,92	0,00	0,00
2	403,00	90,92	-35,24	-3,06	0,00	0,00
3	245,00	35,91	-3,59	17,13	0,00	0,00
4	31,00	35,55	-28,19	9,35	0,00	0,00
5	315,00	34,32	-55,67	-28,60	0,00	0,00
6	104,00	104,65	1,49	42,17	0,00	0,00
7	76,00	48,21	-14,51	4,03	0,00	0,00
8	1293,00	59,40	0,70	-36,62	0,00	0,00
9	418,00	54,54	-32,28	-18,17	0,00	0,00
10	186,00	80,56	-51,73	-33,91	0,00	0,00
11	615,00	39,83	-3,31	-29,97	0,00	0,00
12	1298,00	61,50	1,08	-34,14	0,00	0,00
13	275,00	66,01	-46,59	-41,19	0,00	0,00
14	391,00	104,88	-48,10	-42,51	0,00	0,00
15	435,96	6,26	-3,73	-2,29	0,00	0,00
16	1706,34	57,58	-9,19	-21,46	0,00	0,00
17	262,28	89,39	-57,60	27,63	0,00	0,00
Summe	8496,58	511821,30	-120600,47	-171477,49		0,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>499,80</b>	<b>60,24</b>	<b>-14,19</b>	<b>-20,18</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Tabelle Anhang 2: Betriebe: 0GV/ha, mit Einsatz organischer Dünger**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	83,00	97,82	53,35	-16,20	14,31	1734,00
2	109,00	45,17	26,61	25,40	13,69	977,00
3	278,00	64,32	-35,02	-22,81	42,83	209,00
4	271,00	49,33	5,87	41,14	14,31	792,00
5	1204,00	22,67	-21,40	16,79	29,32	25294,00
6	624,00	88,86	-8,73	39,48	36,23	26374,00
7	1357,00	144,07	-11,17	-4,04	14,00	9296,00
8	909,50	87,26	23,64	26,07	38,33	2806,00
9	798,00	60,53	6,27	17,82	21,87	5218,92
10	635,98	63,57	-11,65	-49,83	15,00	808,00
11	1116,32	42,06	-25,70	-64,13	19,98	4610,40
12	751,47	5,88	-20,63	-12,84	14,97	906,00
13	103,00	78,64	9,85	-93,01	15,00	983,00
14	520,46	101,64	-1,22	22,33	15,00	3370,00
15	132,00	0,64	18,19	103,64	28,00	5164,00
16	899,00	65,73	-40,91	-63,57	18,00	3715,00
17	2228,83	85,77	23,50	8,71	12,28	7278,00
18	775,35	31,04	7,50	-51,10	0,00	0,00
19	452,00	43,16	24,12	19,76	14,97	6589,00
20	23,29	94,46	56,66	117,86	15,00	652,00
<b>Summe</b>	<b>13271,20</b>	<b>899104,36</b>	<b>-35870,29</b>	<b>-79351,39</b>		<b>106776,32</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>663,56</b>	<b>67,75</b>	<b>-2,70</b>	<b>-5,98</b>	<b>21,47</b>	

**Tabelle Anhang 3: Betriebe: 0<0,35GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe	Fläche	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-Verlust	N-Verlust
Anzahl	Betrieb ha					
1	220,00	92,42	22,69	21,15	33,33	8613,00
2	688,00	44,30	-38,38	-9,31	39,21	10177,00
3	287,00	74,07	10,34	16,90	42,86	1365,00
4	312,00	56,13	-16,65	5,76	23,05	2126,00
5	2004,00	77,80	-9,78	10,42	19,67	18937,00
6	1145,00	104,19	22,31	47,68	23,90	15388,00
7	384,00	74,11	-3,29	-30,29	33,29	7135,00
8	132,00	-12,29	7,23	42,83	42,86	1872,00
9	820,00	90,03	0,28	14,03	32,46	15692,00
10	996,00	95,86	1,59	53,14	28,57	8763,00
11	2417,00	94,11	6,91	51,10	31,50	13617,00
12	309,00	82,98	0,12	17,17	22,06	3452,00
13	2693,42	54,09	-31,24	-10,71	29,22	34410,00
14	484,00	15,73	-20,81	-58,06	10,39	527,00
15	167,00	15,11	-23,23	-11,10	42,86	2914,00
16	744,00	96,38	3,09	36,03	31,03	3263,00
17	353,00	109,48	9,23	6,97	33,06	19555,00
18	371,00	55,53	-33,25	-20,87	20,56	9816,00
19	1003,06	40,97	18,62	19,43	26,26	8841,00
Summe	15529,48	1141902,00	-85659,00	249852,46		186463,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>817,34</b>	<b>73,53</b>	<b>-5,52</b>	<b>16,09</b>	<b>27,86</b>	



**Tabelle Anhang 4: Betriebe: 0,35<0,75GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	312,00	33,66	3,65	-13,40	23,48	5505,00
2	252,00	108,36	31,62	64,88	31,65	11054,00
3	342,00	14,63	-18,82	16,30	28,57	6376,00
4	150,00	74,89	-11,41	-12,72	33,80	4794,00
5	690,00	65,28	8,09	28,23	25,14	12335,00
6	599,00	117,70	7,88	55,19	18,83	18270,00
7	964,13	43,79	-1,44	-10,30	16,09	10500,00
8	1362,00	48,47	7,35	58,19	21,34	24065,00
9	310,00	-0,05	-5,15	-1,96	28,57	7125,00
10	1184,00	57,48	13,92	62,62	28,57	20827,00
11	1344,60	35,08	-39,56	-92,63	35,76	20155,55
12	368,75	55,18	-35,58	-16,44	30,00	7208,00
13	816,00	84,07	43,24	24,10	29,68	19511,00
14	1886,00	7,66	-15,89	-27,02	42,68	39000,00
15	380,00	43,04	5,77	-21,72	23,44	4889,00
16	300,00	57,34	2,58	74,26	24,67	4338,00
17	534,00	23,18	-17,07	-27,53	34,04	10719,00
18	155,00	63,75	-6,34	-19,99	27,18	4779,00
19	1051,00	86,83	-12,87	-0,80	28,57	27086,00
20	1200,00	44,80	-12,02	14,71	34,37	88868,00
21	974,00	27,29	-20,99	-53,24	35,00	8796,00
22	58,00	58,81	-15,41	54,26	28,63	584,00
23	1369,00	44,15	-19,74	-33,60	32,53	21912,00
24	696,00	51,27	35,19	0,90	26,27	26666,00
Summe	17297,48	823369,57	-85183,43	-31727,68		405362,55
<b>Durchschnitt</b>	<b>720,73</b>	<b>47,60</b>	<b>-4,92</b>	<b>-1,83</b>	<b>29,14</b>	

**Tabelle Anhang 5: Betriebe: >0,75GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	166,00	71,56	-22,43	-22,61	28,57	5440,00
2	358,00	41,20	-7,11	23,25	35,38	16000,00
3	325,00	48,09	39,41	53,44	23,08	9102,00
4	663,00	77,19	14,34	47,66	24,98	17154,00
5	111,00	44,55	-6,54	11,96	28,57	4704,00
6	95,00	36,28	34,31	166,33	38,87	13922,00
7	565,00	25,18	25,86	-21,00	23,35	24503,00
8	2246,00	76,87	76,91	13,88	17,34	98685,00
9	367,00	40,80	9,95	-34,67	34,43	25305,00
10	210,00	57,26	-1,55	-3,07	23,33	6017,00
11	379,00	41,03	7,78	61,53	27,74	14654,00
12	559,00	32,44	49,82	93,14	32,77	35278,00
13	191,24	69,66	15,88	-44,39	9,08	1546,00
14	35,34	72,84	32,61	79,96	45,00	4929,00
15	386,42	58,54	-5,13	34,80	16,56	13096,00
16	1257,58	53,97	15,63	8,98	30,00	48977,00
17	721,00	-26,39	-6,86	-52,25	12,11	15472,00
18	28,00	46,68	40,75	49,93	42,86	1089,00
19	339,00	77,74	11,69	7,76	32,49	11280,00
20	252,00	108,36	31,62	64,88	31,65	11054,00
21	156,00	-0,01	21,78	7,40	36,87	8424,00
<b>Summe</b>	9410,58	491702,00	273438,57	154937,81		386631,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>448,12</b>	<b>52,25</b>	<b>29,06</b>	<b>16,46</b>	<b>23,41</b>	

## Einzelbetriebliche Nährstoffsalden im Bilanzierungsjahr

07/08 nach GV/ha

Tabelle Anhang 6: Betriebe: 0GV/ha, ohne Einsatz organischer Düngemittel

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe	Fläche	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-Verlust	N-Verlust
Anzahl	Betrieb ha					
1	375,00	50,58	1,69	-29,74	0,00	0,00
2	413,00	81,35	-46,22	-31,53	0,00	0,00
3	408,00	52,07	-59,96	-41,22	0,00	0,00
4	216,00	8,88	-40,91	25,15	0,00	0,00
5	86,00	34,15	-50,69	156,94	0,00	0,00
6	21,00	63,67	-46,81	16,33	0,00	0,00
7	315,00	81,50	-37,30	-12,80	0,00	0,00
8	104,00	59,04	-12,28	-2,00	0,00	0,00
9	522,00	45,98	-26,88	-21,19	0,00	0,00
10	546,00	28,23	-13,01	17,22	0,00	0,00
11	432,00	66,46	-15,28	-30,61	0,00	0,00
12	203,00	38,90	-52,62	-37,78	0,00	0,00
13	747,00	48,99	-20,90	21,07	0,00	0,00
14	249,00	11,24	-71,83	-74,50	0,00	0,00
15	406,00	62,84	-42,20	18,06	0,00	0,00
Summe	5043,00	252745,00	-159173,00	-43983,00		0,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>336,20</b>	<b>50,12</b>	<b>-31,56</b>	<b>-8,72</b>	<b>0,00</b>	

**Tabelle Anhang 7: Betrieb: 0GV/ha, mit Einsatz organischer Dünger**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	69,00	153,88	19,03	104,10	14,97	711,00
2	733,00	9,01	-23,36	-38,65	14,97	355,00
3	357,00	136,82	51,98	72,04	12,28	8400,00
4	719,00	57,94	-18,57	-0,26	31,04	2678,00
5	1316,00	61,02	12,29	18,90	14,31	7264,00
Summe	3194,00	188030,00	5568,00	29251,00		19408,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>638,80</b>	<b>58,87</b>	<b>1,74</b>	<b>9,16</b>	<b>14,39</b>	

**Tabelle Anhang 8: Betriebe: 0<0,35GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe	Fläche	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-Verlust	N-Verlust
Anzahl	Betrieb		kg/ha		%	kg Gesamt
	ha					
1	212,00	80,86	8,13	47,13	33,33	8613,00
2	262,00	75,78	-34,83	-22,39	24,15	2725,00
3	810,00	39,07	-22,06	-0,74	24,20	11768,00
4	216,00	50,07	-35,84	23,19	28,58	704,00
5	297,00	38,77	-3,86	12,49	35,15	4651,00
6	1923,00	47,35	-35,69	-7,22	28,57	15726,00
7	1008,00	78,73	-1,94	21,17	24,19	11010,00
8	1227,00	67,80	-11,54	25,88	30,53	9631,00
9	322,00	15,96	-28,99	25,22	24,73	4292,00
10	2408,00	63,39	-20,10	22,73	40,26	23469,00
11	95,00	36,28	34,31	166,33	38,87	13922,00
12	1154,00	11,66	-18,52	-26,23	41,91	14713,00
13	168,00	-5,95	-19,87	-10,83	42,86	1885,00
14	62,00	62,02	-7,06	48,37	28,57	372,00
15	432,00	87,96	0,96	10,21	32,84	19750,00
16	283,00	41,85	-16,08	-5,91	42,86	195,00
17	1212,00	15,02	-21,67	13,74	25,58	23579,00
Summe	12091,00	590169,00	-228907,00	120409,00		167005,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>711,24</b>	<b>48,81</b>	<b>-18,93</b>	<b>9,96</b>	<b>31,01</b>	

**Tabelle Anhang 9: Betriebe: 0,35<0,75GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	165,00	38,32	12,79	102,97	35,08	8414,00
2	358,00	12,70	1,21	38,95	32,52	11554,00
3	380,00	43,04	5,77	-21,73	23,44	4889,00
4	383,00	52,85	-46,77	-3,45	24,14	4961,00
5	150,00	83,93	-14,33	4,04	0,00	0,00
6	410,00	31,49	-15,13	33,25	32,97	9416,00
7	677,00	75,27	19,59	101,43	24,38	16434,00
8	1378,00	41,81	-29,34	-24,32	32,06	20135,00
9	987,00	58,62	7,77	74,70	12,28	3416,00
10	538,00	13,38	-22,49	-15,28	31,44	9857,00
11	1486,00	59,15	-28,70	-0,57	29,38	25299,00
12	881,00	6,81	-35,46	-60,49	26,10	12330,00
13	727,00	45,46	-8,74	55,10	40,86	27929,00
14	396,00	31,43	29,65	71,17	35,60	11904,00
15	252,00	75,44	4,23	38,12	29,32	8515,00
16	1522,00	35,90	-8,19	31,58	20,80	28496,00
17	172,00	31,27	-6,13	3,16	29,43	5027,00
18	630,00	58,94	-1,90	15,64	19,59	18920,00
19	314,00	-19,00	-6,68	-9,17	42,86	12664,00
Summe	11806,00	496178,00	-137374,00	215545,00		240160,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>621,37</b>	<b>42,03</b>	<b>-11,64</b>	<b>18,26</b>	<b>27,51</b>	

**Tabelle Anhang 10: Betriebe: >0,75GV/ha**

		Einzelbetriebliche Salden				
Betriebe Anzahl	Fläche Betrieb ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	N-Verlust %	N-Verlust kg Gesamt
1	359,00	93,42	6,07	71,66	28,57	13209,00
2	227,00	27,16	7,51	51,74	36,04	12693,00
3	680,00	-59,03	21,61	49,01	34,02	54430,00
4	2281,00	26,50	-3,37	-41,46	13,74	70755,00
5	364,00	16,92	-2,39	17,23	34,72	26795,00
6	596,00	-5,87	21,14	-23,93	22,32	28465,00
7	205,00	82,53	-18,33	23,60	26,59	8100,00
8	387,00	33,36	20,49	86,19	34,81	24293,00
9	424,00	74,44	33,07	172,27	32,86	33597,00
10	28,00	50,79	-8,89	37,21	39,87	1281,00
11	252,00	78,62	4,23	38,12	29,32	8515,00
12	1193,00	35,31	-23,42	27,89	31,63	51626,00
Summe	6996,00	187419,00	13691,00	123402,00		333759,00
<b>Durchschnitt</b>	<b>583,00</b>	<b>26,79</b>	<b>1,96</b>	<b>17,64</b>	<b>24,56</b>	

**Tabelle Anhang 11: Erfassungsbogen zur Berechnung eines Nährstoffvergleichs nach Düngeverordnung auf Basis einer Flächenbilanz**

**Landwirtschaftliche Fachbehörde Mecklenburg-Vorpommern**



**Erfassungsbogen zur Berechnung eines Nährstoffvergleichs nach Düngeverordnung auf Basis einer Flächenbilanz**

<b>Düngejahr</b>	
von (Tag, Monat, Jahr):	bis (Tag, Monat, Jahr):
Datum der Erstellung:	
Zuständiges Landwirtschaftsamt:	
erstellt durch (Name/Firma):	

Bitte in Druckschrift ausfüllen!

Name, Vorname bzw. Unternehmensbezeichnung (bei GbR Namen aller Gesellschafter)

Sitz des Unternehmens	Sitz der Geschäftsleitung (falls abweichend)
Str./Nr.	Str./Nr.
PLZ, Ort	PLZ, Ort
Tel.	Tel.
E-Mail	E-Mail

Verantwortlicher Leiter des Unternehmens bzw. Vertretungsberechtigter

Betriebsgröße (ha LF)	Ackerland (ha)	Grünland (ha)	Brache (ha) <sup>1</sup>

1) befristet aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommene Flächen, denen **keine** Nährstoffe mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten oder Pflanzenhilfsmitteln zugeführt werden und **keine** Nährstoffe abgeführt werden





**Tabelle 1: Anzurechnende Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und anderer Kenngrößen**

Tierart	Ausbringung nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste		Zufuhr nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste <sup>2</sup>	
	Gülle ( % )	Festmist, Jauche, Tiefstall (%)	Gülle ( % )	Festmist, Jauche, Tiefstall (%)
1	2	3	4	5
Rinder	85	70	70	60
Schweine	70	65	60	55
Geflügel		60		50
Andere (Pferde, Schafe)		55		50
Weidegang aller Tierarten <sup>1), 2)</sup>			25	

1) Bei ausschließlichem Weidegang - bei anteiliger Schnittnutzung sind für diese die Werte gemäß Spalte 4 bzw. 5 anzusetzen

2) Nicht für die Berechnung der 170 kg Grenzwerte (§§ 3, 4 Düngeverordnung) und der 80 kg Grenzwerte (§§ 4, 5 Düngeverordnung)

**Tabelle 2: Maximal anrechenbare N-Ausbringungsverluste<sup>1)</sup>**

Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft bzw. org. Düngemittel	N-Ausbringungsverluste laut DüV (%)	Landesspezifische Regelungen <sup>2)</sup> (%)
1	2	3
Rindergülle	18	zur Zeit keine
Schweinegülle	14	zur Zeit keine
Hühnergülle	14	zur Zeit keine
Rindermist	14	zur Zeit keine
Schweinemist	15	zur Zeit keine
Geflügelmist	17	zur Zeit keine
Rinderjauche	14	zur Zeit keine
Schweinejauche	15	zur Zeit keine
Schaf-/Pferdemist	9	zur Zeit keine
flüssige Gärrückstände (Gülle+NaWaRo)	-	15
flüssige Gärrückstände (Gülle+Bioabfälle)	-	10
flüssiger Klärschlamm	-	10
flüssige Rückstände aus der Verarbeitung pflanzlicher Produkte z.B. Schlempe und Kartoffelfruchtwasser	-	15

1) sind stufig aus Tabelle 1 zu berechnen, siehe Rahmenempfehlung

2) vereinfachte Landesregelung in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt





**Tabelle 4b: Nährstoffzufuhr aus zugekauften Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft oder vergleichbaren Düngemitteln**

Bitte ankreuzen: Nährstoffangaben in Element- (P und K)  oder Oxidformen (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O)

Wirtschaftsdünger oder organische Düngemittel <sup>1)</sup>	Menge (dt oder m <sup>3</sup> )	Stickstoff			Phosphor		Kalium		
		Aus- bringungs- verluste siehe Tab. 2 (%)	kg/ Einh. Netto 1 <sup>2)</sup>	kg/ Einh. Netto 2	kg/ Betrieb	kg/ Einh.	kg/ Betrieb	kg/ Einh.	kg/ Betrieb
1	2	3	4	5=4-3	6=2x5	7	8=2x7	9	10=2x9
<b>Summe</b>									

1) siehe Richtwerte  
2) Netto 1 = Analysewert oder Bruttoreichtwerte abzügl. Stall- und Lagerungsverluste

**Tabelle 5: Sonstige organische Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel und Abfälle (§ 27 KrW-/AbfG)**

Bitte ankreuzen: Nährstoffangaben in Element- (P und K)  oder Oxidformen (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O)

Düngestoff	Menge dt oder m <sup>3</sup>	Nährstoffgehalt (kg/dt oder kg/m <sup>3</sup> )			Nährstoffzufuhr (kg/Betrieb)		
		Stickstoff	Phosphor	Kalium	Stickstoff	Phosphor	Kalium
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Summe</b>							

**Tabelle 6: Stickstoffbindung durch Leguminosen**

Leguminosenart <sup>1)</sup>	Erntemenge dt/Betrieb	Stickstoff	
		kg/dt	kg/Betrieb
1	2	3	4=2x3
<b>Zwischensumme</b>			
Fruchtart <sup>1)</sup>	ha	kg N/ha*a	kg/Betrieb
1	2	3	4=2x3
<b>Zwischensumme</b>			
<b>Summe</b>			

1) siehe Richtwerte

**SUMME Nährstoffzufuhr**

Bitte ankreuzen: Nährstoffangaben in Element- (P und K)  oder Oxidformen (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O)

	Stickstoff (kg/Betrieb)	Phosphor (kg/Betrieb)	Kalium (kg/Betrieb)
1	2	3	4
Summe Nährstoffzufuhr <sup>1)</sup>			

1) Summe der Tabellen 3 bis 6





## Nährstoffvergleich - Zusammenfassung

Tabelle 10: Betrieblicher Nährstoffvergleich für das Düngjahr:							
Bitte ankreuzen: Nährstoffangaben in Element- (P und K) <input type="checkbox"/> oder Oxidformen (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> und K <sub>2</sub> O) <input type="checkbox"/>							
Zufuhr auf die Gesamtfläche	Nährstoff (kg/Betrieb)			Abfuhr von der Gesamtfläche	Nährstoff (kg/Betrieb)		
	Stickstoff	Phosphor	Kalium		Stickstoff	Phosphor	Kalium
1	2	3	4	5	6	7	8
Tab. 3: Zufuhr aus mineralischen Düngemitteln				Tab. 7: Ernte Grünland/ Ackerland			
Tab. 4a Zufuhr aus eigenen Wirtschaftsdüngern				Tab. 8: organische Düngemittel			
Tab 4b: Zufuhr aus sonst. org. Düngern				Tab. 9: nach Düngeverordnung Anlage 6			
Tab 5: Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsm. u. Abfälle							
Tab. 6: Stickstoffzufuhr durch Leguminosen		---	---				
<b>Summe der Zufuhr</b>				<b>Summe der Abfuhr</b>			
Differenz zwischen Zufuhr und Abfuhr (kg)							
LF ohne Brache (ha)							
<b>Differenz je Hektar (kg/ha)</b>							

Tabelle 11: Mehrjähriger betrieblicher Nährstoffvergleich gleitender Mittelwert für Stickstoff (3 Jahre), Phosphor und Kalium (6 Jahre)				
Bitte ankreuzen: Nährstoffangaben in Element- (P und K) <input type="checkbox"/> oder Oxidformen (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> und K <sub>2</sub> O) <input type="checkbox"/>				
		Differenz im Düngjahr (kg/ha)		
		Stickstoff	Phosphor	Kalium
		Düngjahr und zwei Vorjahre	Düngjahr und fünf Vorjahre	Düngjahr und fünf Vorjahre
1	2	3	4	
Vorjahr	2002			
Vorjahr	2003			
Vorjahr	2004			
Vorjahr	2005			
Vorjahr	2006			
Düngjahr	2007			
Durchschnittlicher betrieblicher Überschuss je ha und Jahr		<b>für 3 Jahre</b>	<b>für 6 Jahre</b>	<b>für 6 Jahre</b>

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als angegeben verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

---

Sascha Klatt