

Dachverband  
Agrarforschung



SD 671

agrар

spectrum

Band 41

**Landnutzung und  
Wasserqualität  
Herausforderungen bei  
der Umsetzung der  
EU-Wasserrahmenrichtlinie**



- 39 -

## Reicht das Fachrecht für die Umsetzung der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie aus?

*R. Gutser, München; Th. Ebertseder u. F. Holz, Weihenstephan*

### 1 Einleitung und Problemstellung

„Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das für das Leben auf unserem Planeten unverzichtbar ist und folglich bewahrt und in einem guten Zustand erhalten werden muss.“

Die in 2000 in Kraft getretene Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) ist ein Ordnungsrahmen für eine einheitliche und Länder übergreifende Gewässer-Bewirtschaftung und Wasser-Politik. Ihr Ziel ist die Sicherstellung eines zumindest guten Zustandes der Gewässer durch einen ganzheitlichen, ökologisch orientierten Umgang mit der Ressource „Wasser“.

Die Umsetzung der Richtlinie gliedert sich in einen mehrstufigen Prozess (Bestandsaufnahme, Monitoring, Erarbeitung und Durchführung von Maßnahmenprogrammen zur Minimierung der Gewässerbelastung). Ein erster Termin zur Zielerreichung wurde mit 2015 gesetzt.

Nach Umsetzung der WRRL in nationales Recht stellte die Bestandsaufnahme in 2004 den ersten wichtigen Schritt dar. Sie weist beachtliche Defizite in der Qualität der Grund- und Oberflächengewässer und somit auch in der Zielerreichung der WRRL aus (s. später). Wesentlicher Verursacher ist die Landwirtschaft über diffuse Einträge von Stickstoff und Phosphor in die Gewässer. Dieser Sachverhalt war Auslöser für diesen Vortrag mit der Fragestellung, inwieweit das derzeit geltende Fachrecht im Bereich Landwirtschaft ausreicht, um die Rahmenrichtlinie erfolgreich, d.h. zielorientiert umzusetzen.

Die Autoren dieses Beitrages bearbeiten die gestellte Thematik ausschließlich für den Düngungsbereich und beziehen sich demnach auf das Düngemittelrecht mit der Düngeverordnung (DüngeV) und der darin in nationales Recht umgesetzten EU-Nitratrichtlinie. Die gute fachliche Praxis wird zudem ergänzt durch Vorgaben der Cross Compliance. Auch andere Rechtsbereiche beeinflussen mit ihren Verordnungen das Düngemittelrecht (z.B. BioabfallV, KlärschlammV, BodenschutzV).

Nicht einbezogen wird ein derzeit in politischer Diskussion befindliches landwirtschaftliches Fachrecht, das Bestandteil eines integralen Ansatzes zum Klima- und Ressourcenschutz werden soll (Umsetzung der Agenda von Rio (1992), des Kyoto-Protokolls (1997) sowie diverser internationaler Übereinkommen zum Schutz der Hydrosphäre (z.B. Schutz der Meere) und der Atmosphäre (z.B. Umsetzung der critical-load-Konzepte)). Hierzu wird auf Arbeiten von ISERMANN (2006, 2007) verwiesen, in denen erhebliche Eingriffe in das sektorale Fachrecht der Landwirtschaft abgeleitet, prognostiziert und gefordert werden.

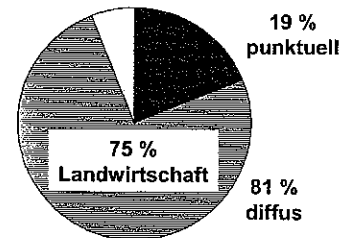
Zurück zum sektoralen Fachrecht mit Schwerpunkt Düngemittelrecht. Die „gute fachliche Praxis“ des Düngens wird in der DüngeV definiert. Diese Verordnung zielt erstrangig auf eine hohe Produktionssicherheit und nachrangig auf eine geringe Belastung der Umwelt ab. Um die gute fachliche Praxis zukünftig auf eine bessere Umweltleistung auszurichten, müssen beide Zielsetzungen gleichrangig geregelt werden. Zudem ist eine Harmonisierung sämtlicher in das Fachrecht einwirkender Rechtsbereiche erforderlich. Die Verringerung der Belastung der Umwelt durch landwirtschaftliches Handeln ist nicht nur auf die Hydrosphäre (z.B. Zielsetzungen der WRRL), sondern ebenso auf die Atmo-, Pedo- und Biosphäre auszurichten. Damit wird die oben erwähnte Fragestellung etwas modifiziert: Die Umsetzung der WRRL bedarf eines mehr auf Umweltleistung ausgerichteten Fachrechts. Welche grundlegenden Regelungsinhalte der derzeit gültigen DüngeV (2006/07) bedürfen zukünftig einer Änderung?

## 2 Zustand der Gewässer in Deutschland

Kenntnisse über den chemischen Zustand der Oberflächen- und Grundgewässer in Deutschland liegen aus langjährigen Messungen der LAWA an ihrem Messstellennetz vor. Die Messwerte gehen bis 1970 und z.T. noch früher zurück. Die in den Abb. 1 und 2 für 2000 aus den verschiedenen Quellen wiedergegebenen Stickstoff- und Phosphor-Einträge in die Oberflächengewässer wurden mit dem Modell MONERIS abgeschätzt (BEHRENDT et al., 1999 und 2003).

687 000 t N

(18 % Hintergrund)  
69 % über Grundwasser-Pfad



Zielerfüllung (LAWA II)  
= < 3 mg Nitrat-N L<sup>-1</sup>

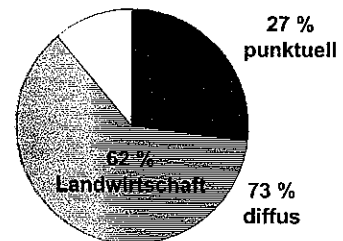
13 % der Gewässer

Abb. 1: Stickstoff-Einträge in die Oberflächen-Gewässer von Deutschland – 2000 (BEHRENDT et al., 2003; UBA, 2003)

Veränderung der Einträge seit 1985	
insgesamt	- 39 %
punktuell	- 70 %
diffus	- 19 %
(Landwirtschaft)	- 20 %

33 000 t P

(12 % Hintergrund)  
24 % über Grundwasser-Pfad



Zielerfüllung (LAWA II)  
= < 0,15 mg Gesamt-P L<sup>-1</sup>

24 % der Gewässer

Abb. 2: Phosphor-Einträge in die Oberflächen-Gewässer von Deutschland – 2000 (BEHRENDT et al., 2003; UBA, 2003)

Veränderung der Einträge seit 1985	
insgesamt	- 65 %
punktuell	- 86 %
diffus	- 16 %
(Landwirtschaft)	+ 4 %

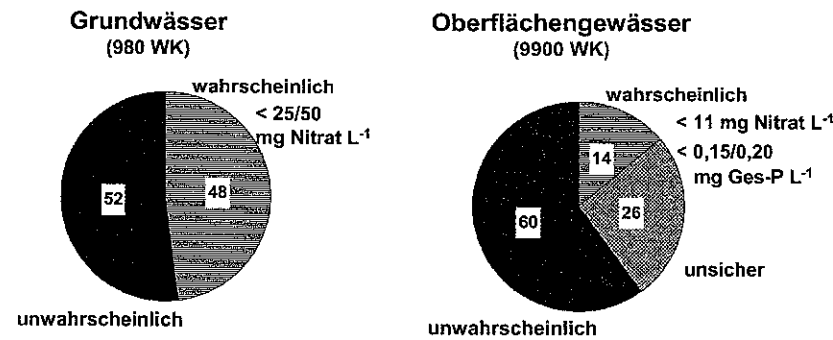
Die N-Einträge in die Oberflächengewässer in Höhe von 687.000 t N werden etwa zu 70% durch den Grundwasser-Pfad gespeist (Abb. 1). Der mit Abstand größte Anteil (81%) ist auf diffuse Einträge zurückzuführen, wobei aus der Landwirtschaft etwa 75% zugeführt werden. Seit 1985 nahmen die N-Einträge um 39% ab, was in erster Linie auf die punktuellen Einträge zurückzuführen ist. Der aus der Landwirtschaft eingetragene Anteil verminderte sich um 20%. Als groborientierende Aussage lässt sich ableiten, dass nur etwa 13% der Oberflächengewässer den Zielwert LAWA Stufe II (< 3 mg NO<sub>3</sub>-N oder 13 mg NO<sub>3</sub> je Liter) erreichen.

Der Grundwasser-Pfad speist nur 24% der P-Einträge in die Oberflächengewässer (geringe Mobilität von ortho-Phosphat im Boden!) – (Abb. 2). Der Anteil aus der Landwirtschaft macht etwa 85% der diffusen Einträge aus. Der Rückgang der P-Einträge gegenüber 1985 um zwei Drittel war im Wesentlichen auf punktuelle Eintragsquellen (z.B. Kläranlagen) zurückzuführen. Die Landwirtschaft konnte keinen Beitrag für die Minimierung des P-Eintrages leisten. Lediglich ein Viertel der Gewässer entspricht dem Zielwert LAWA II mit < 150 mg Ges. P je Liter.

In Kenntnis dieses Sachverhaltes brachte die in 2004 im Rahmen der WRRL durchgeführte Bestandsaufnahme, trotz geänderter Methodik und jeweils bezogen auf ausgewählte Wasserkörper und Flussgebietseinheiten, keine größeren Überraschungen (Abb. 3). Das Erreichen einer guten Wasserqualität bezieht sich nicht nur auf die chemische Qualität, sondern zusätzlich auf den „guten mengenmäßigen“ Zustand (Grundwasser) und „guten ökologischen“ Zustand (Oberflächengewässer).

Berücksichtigt man die insgesamt geringe Stichprobenzahl, die offensichtlichen Probleme mit der repräsentativen Beprobung ungleich großer Wasserkörper, die z.T. länderspezifischen und damit ungleichen Bewertungsmaßstäbe für die chemische Qualität sowie die häufig ausschließliche Einbeziehung von Stoff-Konzentrationen anstatt von Stoff-Frachten (z.B. lassen sich Standorte mit unterschiedlichen Sickerwasserraten nur über Frachten vergleichen), so geben die Ergebnisse der Bestandsaufnahme bezüglich der Zielerreichung (in % der untersuchten Wasserkörper) bestenfalls eine grobe Orientierung wieder. Demnach würden nur etwa 50% der Grundgewässer und 75% der Oberflächengewässer das Ziel einer guten Wasserqualität erreichen. Als wichtige Ursachen für die Zielverfehlung werden diffuse Einträge an N und P aus der Landwirtschaft angeführt.

Zielerreichung „gute Qualität“ in % der untersuchten Wasserkörper (WK)



Wichtigste Ursache der Zielverfehlung:  
diffuse Einträge von N und P durch die „Landwirtschaft“

Abb. 3: Bestandsaufnahme der Gewässer in Deutschland nach EG-WRRL (BMU, 2005)

### 3 Wesentliche Ursachen der Umweltbelastungen durch Düngung (Stickstoff, Phosphor)

Um die unten geforderten Änderungen in der bestehenden DüngeV verständlich zu machen, werden die wichtigsten nachteiligen Folgewirkungen einer nicht sachgemäßen N- und P-Düngung aufgeführt.

- Einträge in die Hydrosphäre
  - **Stickstoff:** Hauptursache sind häufig mit C und N angereicherte Böden, überwiegend als Folge eines ineffizienten Einsatzes von organischen Düngern (Missachtung von deren N-Langzeitwirkung) und meist begleitet durch unnötig hohe ergänzende Mineraldüngung. Der mehrjährig gemittelte N-Überschuss einer Flächenbilanz stellt einen aussagekräftigen Indikator für die Beurteilung des Verlustpotenzials dar. Auf auswaschunggefährdeten Standorten sollte ebenfalls eine hohe N-Effizienz gefordert werden, was letztlich auch ein limitiertes Ertragsziel mit einschließt.
  - **Phosphor:** Hauptursache sind Austräge durch Erosion und Oberflächenabfluss auf P-angereicherten Böden sowie P-

Auswaschung über Makroporen. Die Austräge von 0,1 – 1,0 (2,0) kg P je ha sind keinesfalls relevant für die Ernährung der Kulturpflanzen, jedoch überaus relevant für die P-Eutrophierung von Oberflächengewässern (critical level  $\leq$  0,035 mg ortho-P je Liter). Abhilfemaßnahmen sind erosionsmindernde Bewirtschaftungssysteme, Limitierung der P-Anreicherung der Böden (z.B. untere Grenze der Gehaltsstufe C), verbunden mit einer kulturartspezifischen Düngerapplikation hinsichtlich Menge und Platzierung.

- Einträge in die Atmosphäre:
  - **Ammoniak:** Ursache für hohe Emissionen sind hohe Tierbesatzdichten, fehlende  $\text{NH}_3$ -konservierende Systeme bezüglich Tierhaltung und Verwertung der Wirtschaftsdünger auf dem Feld. Hingewiesen sei auch auf das Verlustpotenzial von Gärresten.
  - **Lachgas:** Hauptursache ist ein hohes N-Düngungsniveau auf mit C und N angereicherten Böden (stimulierter Umsatz im N-Pool des Bodens).

Bezüglich der N- und P-Austräge in die Umwelt bestehen stets Wechselwirkungen mit der Betriebsform ( $\pm$  Tier-, Energie-Produktion), dem Standort (allg. Verlustgefährdung) und der Wirtschaftsweise (Bodenbearbeitung, Humuswirtschaft, Fruchtfolge).

Mit den folgenden Beispielen soll verständlich gemacht werden, dass in der Optimierung der organischen Düngung ein wesentlicher Ansatz liegt, dem durch die Landwirtschaft mit verursachtem Umweltproblem der Eutrophierung der Hydrosphäre (N, P) und Atmosphäre (N) entgegenzuwirken. Die Nährstoffwirkung organischer Dünger ist weit komplexer und damit schwieriger zu prognostizieren als die der Mineraldünger (GUTSER und EBERTSEDER, 2006). Organische Dünger erreichen häufig erst nach längerjährigem Einsatz über die N-Anreicherung der Böden eine dann meist beachtliche Nährstoffwirkung. Dieser Sachverhalt wurde in den Düngungspraktiken der 70er bis 90er Jahre nicht ausreichend berücksichtigt (NIEDER, 2000 und NIEDER et al., 2003).

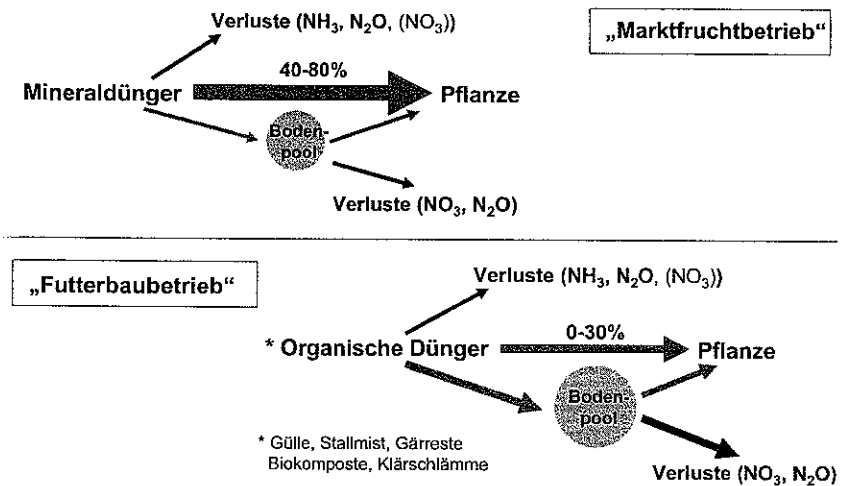


Abb. 4: Wirk- und Verlust-Pfade organischer und mineralischer N-Dünger (GUTSER und EBERTSEDER, 2005)

Der durch organische Dünger angereicherte N-Pool des Bodens ist verantwortlich für deren Langzeitwirkung, aber auch maßgeblich für N-Verluste. Letztere begründen wesentlich die deutlich schlechtere N-Verwertung des organischen Düngers durch die Pflanze im Vergleich zu einem Mineraldünger (Abb. 5).

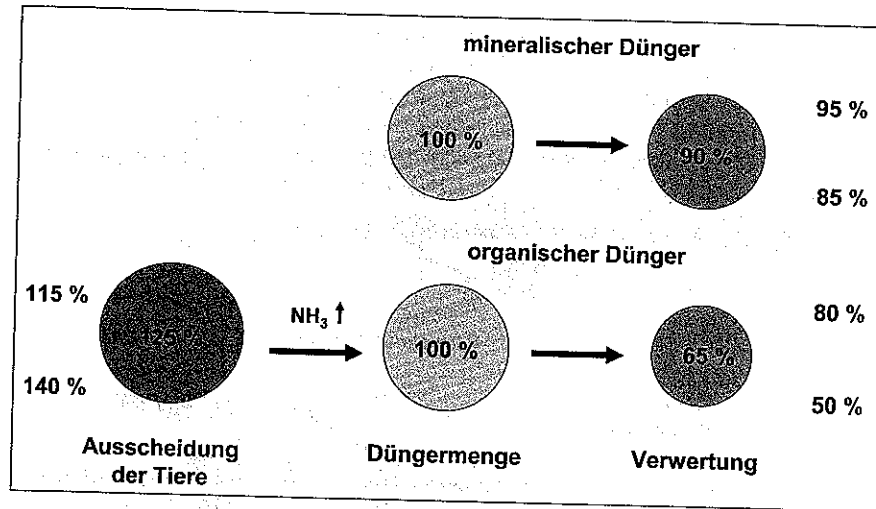


Abb. 5: Verwertung der N-Düngung durch Pflanzen (langfristige Betrachtung und optimaler Einsatz) (GUTSER und EBERTSEDER, 2002)

Längerjährige hohe organische Düngung bewirkt einen Anstieg des N-Pools des Bodens und erhöht damit u.a. dessen Potenzial für Nitratauswaschung (Abb. 6). Verstärkter Zwischenfruchtbau könnte etwas Abhilfe bringen; das Düngungssystem bleibt jedoch überzogen. Die organ./mineral. Variante in Abbildung 6 weist etwa den N-Überschuss einer Flächenbilanz auf, der in der gültigen DüngeV derzeit noch toleriert ist.

Ein in Weihenstephan durchgeführtes Langzeitexperiment zeigt die Bedeutung des Düngungslevels für die Effizienz des Güllestickstoffs auf (Abb. 7). Für die Erzielung gleich hoher Erträge und N-Abfuhr muss bei hohen Güllegaben insgesamt mehr Düngerstickstoff angeboten werden. Der höhere N-Überschuss dokumentiert das höhere Verlustrisiko

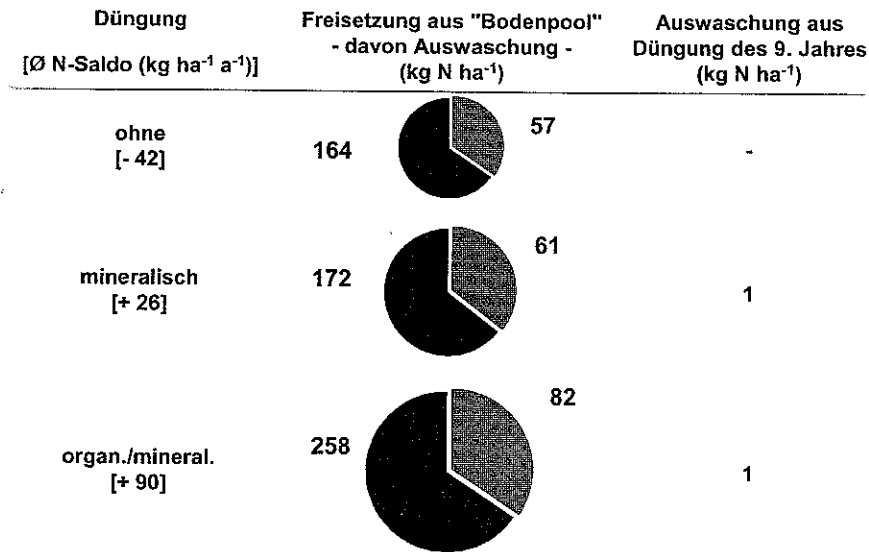


Abb. 6: N-Potenzial des Bodens und Nitratauswaschung - Langzeitversuch im 9. Jahr (Lysimeter) (GUTSER, 1998)

Mineraldünger (KAS) / Gülle - Kombinationen zur Erzielung gleicher N-Abfuhr über Ernteprodukte (SiMais - WiWeizen - WiGerste): 155 - 160 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

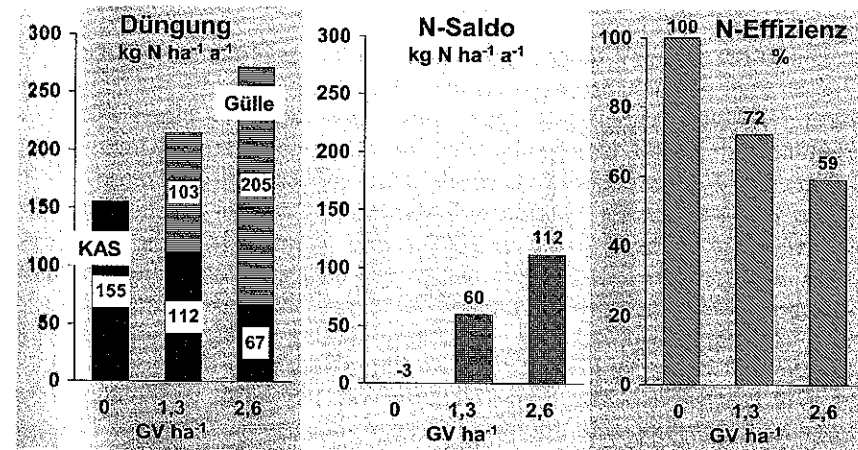


Abb. 7: Langzeitexperiment zur N-Effizienz von Rindergülle (11 Jahre) (GUTSER und EBERTSEDER, 2005)

Optimal verwertbare N-Mengen über organische Dünger liegen zwischen 100-140 kg je ha und Jahr. Diese Düngermenge ist in der Regel ausreichend für eine optimale Humuswirtschaft in üblichen Fruchtfolgen, sieht man ab von den bekanntlich sehr N-reichen Gärresten (Abb. 8).

Humuswirtschaft	
Bedarf an Humus-Reproduktion erreicht durch einen Tierbesatz mit N-Zufuhr über Stallmist oder Gülle (+ Stroh)	ca. 400 – 600 kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> 1,0 – 1,2 GV ha <sup>-1</sup> 50 – 70 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> 80 – 100 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Gärreste (C/N-Quotient 5 – 8)	
optimale Humuswirtschaft	N-Überschuss
optimale N-Strategie	Humusdefizit
Ø < 130 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	200 – 300 kg Humus-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
EG-Nitratrictlinie	
N-Höchstfracht über Wirtschaftsdünger: 170 (+ x) kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> (ca. N-Ausscheidung 220 (+ y) kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )	

Abb. 8: Orientierungswerte für eine optimale Humuswirtschaft

Die in der DüngeV umgesetzte Nitratrictlinie begrenzt die jährliche N-Zufuhr über Wirtschaftsdünger aus der Tierproduktion erst mit 170 kg N je ha (u. weiteren Zuschlägen). Damit stellt diese Richtlinie einen wichtigen Hemmschuh für die Umsetzung von umweltfreundlicheren Düngungsstrategien dar. Einerseits lässt sich damit keine effiziente N-Verwertung erreichen, was letztlich zu höheren N-Überschüssen auf der Fläche führt (der Zielwert von 60 kg N je ha ab 2009 dürfte damit nicht mehr erreichbar sein). Andererseits werden mit den damit ermöglichten Düngermengen sehr positive Humusbilanzen erzielt, die entsprechend dem Fachwissen in dem VDLUFA-Standpunkt zur Humusbilanzierung (2004) als ungünstig für die Umwelt infolge höherer Risiken für N-Verluste eingestuft werden (Abb. 9). Die Höchstfracht der Nitratrictlinie von 170 kg N je ha stellt, und zwar auch gewollt, eine politische Grenze dar, um in viehstarken Regionen eine weitere Zunahme der N-Überschüsse zu verhindern. Sie ist allerdings nicht geeignet, N-Überschüsse in der Landwirtschaft auf ein tolerierbares Maß abzubauen.

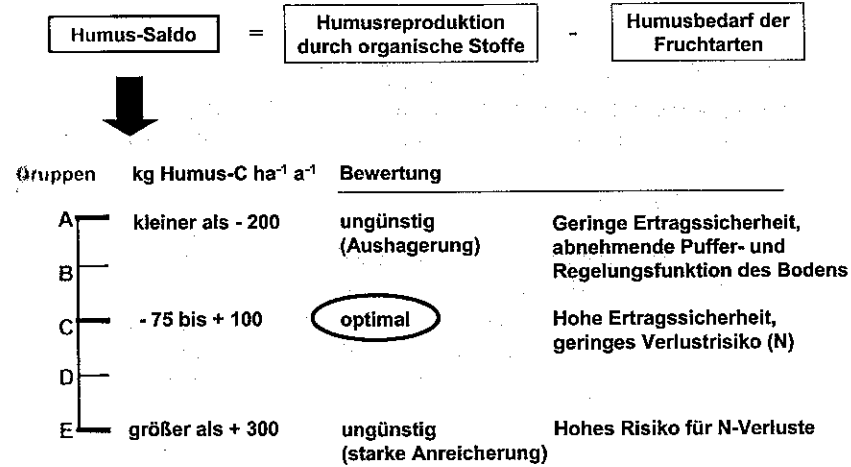


Abb. 9: Humusbilanzierung (VDLUFA-Standpunkt, 2004)

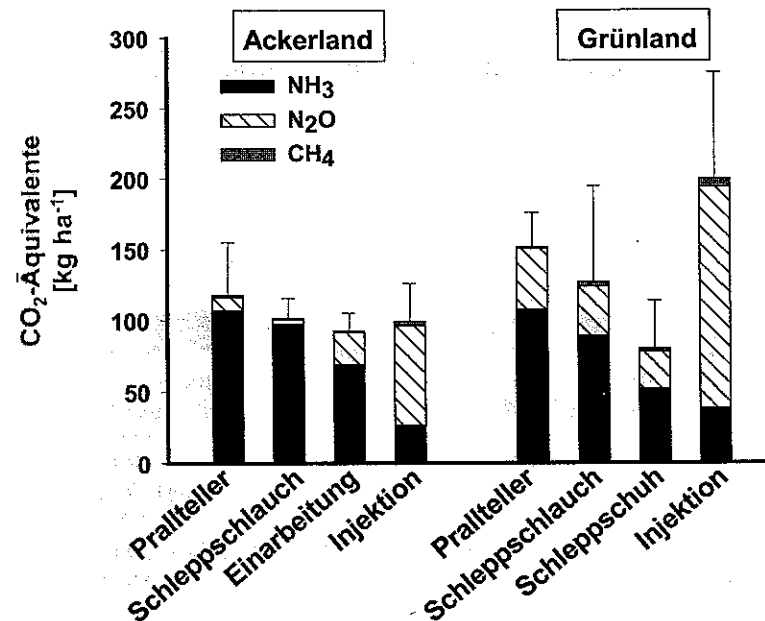


Abb. 10: Einfluss der Ausbringtechnik auf Gas-Emissionen nach Gülle-Applikation (WULF et al., 2002)

Interessant ist der Befund (WULF et al., 2002), dass NH<sub>3</sub>-konservierende Einsatzverfahren bei Gülle oft mit einem Anstieg der Emissionen an N-haltigen Spurengasen (hier Lachgas, N<sub>2</sub>O) verbunden sind (Abb. 10).

Aus Umweltsicht kann deshalb z.B. der durch eine Gölledüngung kurzfristig ausgelöste Anstieg an klimawirksamen Gasen (hier CO<sub>2</sub>-Äquivalente) weniger über Applikationstechniken und deshalb wirksam nur über die applizierte N-Menge begrenzt werden.

Zum Schluss der Beispiele noch ein Ergebnis zum Oberflächenabfluss von Phosphor. Eine Konservierung von P über Zwischenfrüchte muss nicht immer gelingen (Abb. 11). Frost/Tau-Zyklen können das pflanzliche Gewebe von überwinternden und üppig mit P ernährten Zwischenfrüchten zerstören und damit das im Zellsaft gelöste Phosphat für Erosionsprozesse (hier Oberflächenabfluss) mobilisieren.

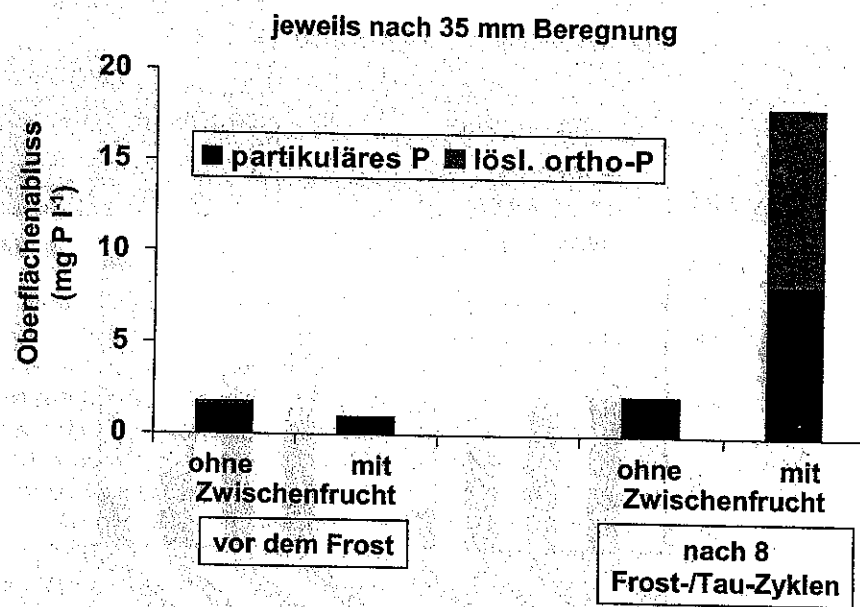


Abb. 11: Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Phosphor-Gehalte im Oberflächenabfluss vor und nach dem Abfrieren (HEATHWAITE et al., 2003, verändert)

Dieses Ergebnis unterstreicht die Richtigkeit der auf Bodenuntersuchung basierten P-Düngungsstrategie, hoch und sehr hoch versorgte Böden abzureichern zur Minimierung des Austragsrisikos für P (s. später).

#### 4 Entscheidende Regelungsinhalte der DüngeV – Ist- und Soll-Zustand

Die in Kapitel 3 angeführten Beispiele aus Experimenten sind richtungsweisend für Änderungen in zentralen Regelungsinhalten der DüngeV. Basierend auf dem derzeitigen Fachwissen und unbeeinflusst von einer kurz- oder mittelfristigen politischen Umsetzbarkeit werden nachfolgend den in der gültigen DüngeV enthaltenen Regelungen (Ist 2006/07) die Änderungsvorschläge für eine zukünftige Verordnung (als Soll bezeichnet) gegenübergestellt. Als Ziel wird eine umweltfreundlichere Landwirtschaft angestrebt, die auch Vorteile für die mit der WRRL eingeleitete neue Wasserpolitik, insbesondere für das Erreichen eines ganzflächigen guten Zustandes der Gewässer, mit sich bringt. Hierfür darf sich eine DüngeV nicht ausschließlich auf die Grundsätze des Düngens zu landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Kulturen beschränken, sondern muss auch Grundsätze für ein effizientes Nährstoffmanagement im landwirtschaftlichen Betrieb und dessen Auswirkungen auf die Umwelt vermitteln. Die optimale Düngung steht in enger Wechselbeziehung zu den betriebsinternen Nährstoffflüssen.

Die Vorschläge für den „Soll“-Zustand einer DüngeV (Tabelle) basieren auf dem Fachwissen hinsichtlich ausgewogener Stoffflüsse im Betrieb, hoher Effizienz der eingesetzten Nährstoffe und damit auch sparsamen Einsatzes von zum Teil begrenzten Ressourcen (z.B. P) sowie auf den Erfordernissen einer nachhaltigen Humuswirtschaft. Sie regeln die gute fachliche Praxis im ausschließlich sektoralen Bereich und sollten sich deshalb ohne größere Anpassung der ökonomischen Rahmenbedingungen realisieren lassen. Die derzeit diskutierten integralen und damit übergeordneten Regelungsansätze für einen ganzheitlichen Klima- und Ressourcenschutz bleiben, wie eingangs erwähnt, weitestgehend ungeklammert, weil für deren Umsetzung erheblich veränderte und weltweit akzeptierte Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft erforderlich sind.



**Tab.1:** Grundlegende Regelungsinhalte einer

Regelung	Ist 2006/07	Soll
Methoden der Düngebedarfs-ermittlung für Stickstoff	Kulturarten-spezifische feinsteuende Methodik  Bilanzierung nur rückschauendes Kontrollinstrument	1. Schritt: Grobsteuerung zur Ermittlung der Düngermenge für den Betrieb insgesamt (Basis: Abfuhr durch Ernte / Zielwert für N-Überschuss)  2. Schritt: fruchtspezifische Zuteilung des ermittelten „Düngerkontingents“  3. Schritt: Bewertung der Düngepraxis (Rückblick und Prognose)
Methodik der N-Bilanzierung	Flächenbilanz nach Feld-Stall-Ansatz oder aggregierte Schlagbilanz	Flächenbilanz nach Hofator-Ansatz (wahlweise auch Betriebsbilanz) und Einzel-Schlagbilanzen (siehe VDLUFA-Standpnt, 2007)
Zielwerte für N-Überschüsse auf der Fläche (ohne NH <sub>3</sub> -Verluste) kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Unabhängig von Betriebsform derzeit: < 90 ab 2009: < 60	Marktfruchtbetrieb: < 30 Energiebetrieb: < 45 (NAWAROs) Futterbau-Veredelungsbetrieb: < 60
N-Höchstzufuhr über organische Dünger (Mittel über Betriebsfläche) kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	170 230 und höher für intensives Grünland bzw. Gemüse (mit Auflagen)	Ackerflächen: 130 Grünland: 170 (keine weiteren Zuschläge)
einbezogene organische Dünger	nur Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft	sämtliche Dünger (inkl. Gärreste, kommunale Abfallstoffe)

**Zu 1. (Tab.): Methodische Ansätze der Ermittlung des Düngebedarfs**

Die Düngemenge ist auf die Optimierung des Pflanzenwachstums, die Erhaltung eines hierfür ausreichenden Nährstoffzustandes der Böden und auf eine Minimierung von Stoffausträgen in die Hydro- und Atmosphäre auszurichten.

Grundsätzlich sind feinsteuende und grobsteuernde Ansätze zu unterscheiden:

**Feinsteuerung:** Es handelt sich dabei um wachstumsbegleitende kulturartspezifische Düngungsmaßnahmen (zeit-, witterungs- und ertragsabhängig) unter Berücksichtigung von Boden- und Pflanzenanalysen (z. T. online-Systeme). Im Mittelpunkt steht die angebaute Kultur und weniger die gesamte Fruchtfolge. Feinsteuende Methoden sind damit überwiegend auf das Anbaujahr ausgerichtet; die Nachwirkung früherer Düngungsmaßnahmen wird meist nur unzureichend berücksichtigt (so z.B. die Nachwirkung von organischen Düngern).

**Grobsteuerung:** Das Prinzip besteht in einer flächenbezogenen Stoffbilanzierung (Input/Output): Sie stellt einen auf die Fruchtfolge und mehrjährig ausgerichteten „Blackbox-Ansatz“ dar, in dem schwer quantifizierbare Teilprozesse des Nährstoffumsatzes im Boden nicht einbezogen sind. Die Nährstoffbilanzierung ermöglicht rückwirkend eine Bewertung der bisherigen Düngepraxis sowie eine Grobprognose für zukünftige Düngungsmaßnahmen. Insbesondere in überwiegend organisch düngenden Betrieben (Tier-, Energiebetriebe) lassen sich unnötig hohe, umweltbelastende N-Überhänge erkennen. Auf Basis von Richtwerten für nicht zu überschreitende N-Überschüsse (mittlerer Flächensaldo über die Betriebsflächen) lassen sich unter Einbeziehung der Ertrags- erwartung jährliche „Düngungskontingente“ für die gesamte Fruchtfolge errechnen, die entsprechend den fruchtspezifischen Ansprüchen aufgeteilt werden können. Feinsteuende Ansätze ermöglichen dann eine meist von der Jahreswitterung abhängige weitere Optimierung der Nährstoffversorgung der Pflanzen.

Aus dem oben Gesagten leitet sich für die Ermittlung des Düngebedarfs und damit auch für das Regelwerk einer Düngeverordnung folgende Schlussfolgerung ab:

Der grobsteuernde Ansatz über eine Nährstoffbilanzierung ist der zunächst übergeordnete Schritt für die Ermittlung des Düngebedarfs bzw. des für den Betrieb verfügbaren „Düngerkontingents“. Der feinsteuende Ansatz optimiert in einem zweiten Schritt, angepasst an die Jahreswitterung, die fruchtspezifische Zuteilung der Düngung (insbesondere der N-Düngung!).



**Zu 2 (Tab.): Methodik der N-Bilanzierung**

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz des grobsteuernden Bilanzierungs-Ansatzes sind zunächst objektive Verfahren für die Ermittlung des Stoffsaldo. Hier wird auf den Standpunkt des VDLUFA (2007) verwiesen. Der objektivste und fehlerärmste Ansatz liegt in einer Betriebsflächen-Bilanz auf Basis der Hoftormethode (Betriebsbilanz abzüglich normativ ermittelter NH<sub>3</sub>-Emissionen in Stall, Lager und Feld). Zudem fallen auch exakte Daten zum Nährstoffüberschuss des gesamten Betriebs einschließlich der NH<sub>3</sub>-Verluste im Stall und Düngerlager an.

Unbefriedigende Bilanzierungsergebnisse erfordern eine einzelflächenkonkrete Schwachstellenanalyse, so dass auch die Schlagbilanz zur Optimierung der Düngung einzubeziehen ist.

**Zu 3 (Tab.): Zielwerte für N-Überschüsse auf der Fläche**

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz des grobsteuernden Ansatzes sind zudem aussagekräftige Ziel- oder Orientierungswerte für die Ermittlung des Düngedarfs.

Die Zielwerte müssen sich zunächst an den unvermeidbaren N-Verlusten und damit auch notwendigen N-Überschüssen orientieren. Diese sind sehr wesentlich abhängig von der Betriebsform mit und ohne Tierhaltung. Die optimale N-Düngung (z.B. im Mittel einer Fruchtfolge) lässt sich somit wie folgt definieren:

$$N\text{-Düngung} = N\text{-Abfuhr} + \text{notwendiger Überschuss} \pm \text{Korrektur}$$

Das Korrekturglied wurde gewählt, um ähnlich wie im Düngungssystem P (P-Versorgung der Böden) Zu-/Abschläge je nach N-Zustand (Fruchtbarkeit, C-/N-Potenzial) der Böden einzubeziehen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass für die Einschätzung des N-Zustandes von Böden (z.B. Höhe des leichtverfügbaren N-Pools) keine abgesicherten Untersuchungsmethoden vorliegen. Das Korrekturglied beinhaltet im Wesentlichen eine Abschätzung hinsichtlich überdurchschnittlich geringer oder hoher Netto-mineralisation. Eine grobe Einordnung kann aus dem zurückliegenden langjährig ermittelten Bilanz-Saldo einer N- oder Humusbilanzierung abgeleitet werden und dürfte vor allem für Betriebe mit langjährig intensiver organischer Düngung (Wirtschaftsdünger, zukünftig auch Gärreste) vorteilhaft sein.

Eine Erhöhung des derzeitigen Zielwertes für Tierhaltungsbetriebe, wie bereits mehrfach gefordert, ist abzulehnen. Unter Einbeziehung der N-Deposition und NH<sub>3</sub>-Emissionen vom Feld bzw. im Stall und Düngerlager toleriert die gültige DüngeV bereits einen hohen N-Überschuss, der umweltpolitisch schwer zu vertreten ist (Abb. 12). Bezüglich der Nitrat- und N<sub>2</sub>O-Austräge kann ein Export von Wirtschaftsdünger ebenso wie Flächenzupacht zumindest kurz- oder mittelfristige Abhilfe bringen.

**Futterbaubetrieb, 1,5 GV ha<sup>-1</sup>, N-Ausscheidung » 160 kg N ha<sup>-1</sup>  
die N-Zufuhr enthält auch den N-Eintrag über Deposition: 30 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>**

	N-Überschuss auf der Fläche		N-Überschuss im Gesamt-Betrieb Stall + Düngerlager + Feld	
	2006	ab 2009	2006	ab 2009
	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>			
<b>Richtwert Dünge-VO</b>	90	60	90	60
<b>Deposition</b>	30	30	30	30
<b>NH<sub>3</sub>-Verlust</b>	25	25	50	50
<b>Summe</b>	145	115	170	140

**Abb. 12:** Gute fachliche Praxis der N-Düngung - Obere Grenze der N-Überschüsse (DüngeV 2006/07)

Berücksichtigt man die derzeitige Ist-Situation bezüglich N-Überschuss der Landwirtschaft, so sollten Energiebetriebe auf überwiegender Basis von NAWARO's mit Zielwerten von  $\leq 45$  kg N je ha eingeordnet werden. Die Problematik liegt hier in den gegenüber Marktfruchtbetrieben unvermeidbar höheren NH<sub>3</sub>-Emissionen, welche im Flächensaldo nach DüngeV nicht offensichtlich werden.

**Zu 4. (Tab.): Begrenzung der N-Düngung über Wirtschaftsdünger**

Mit der Festlegung einer Höchstfracht für N über Wirtschaftsdünger von jährlich 170 bzw. 230 kg N je ha (EG-Nitratrichtlinie) lässt sich der in der DüngeV ab 2009 wirksam werdende Zielwert für den N-Flächensaldo von 60 kg N je ha kaum erreichen. Eine effiziente Verwertung des in organischen Düngern enthaltenen Stickstoffs lässt sich nur mit jährlichen N-

Frachten von 100 bis 130 kg N je ha erzielen (s.a. KELM, 2007 – Projekt Compass, CAU Kiel).

Die genannten N-Frachten gelten zukünftig sowohl für Wirtschaftsdünger der Tierproduktion als auch für Gärreste in Energiebetrieben, sowie für organischen Dünger aus der kommunalen Entsorgung. Die mit diesen N-Frachten zugeführten P-Mengen entsprechen etwa den mit den Ernten abgeführten P-Mengen. Eine Aufstockung der N-Fracht für intensives Grünland ist abzulehnen. Besonders produktive Grünlandflächen müssen über eine innerbetriebliche Düngerzuteilung ausreichend versorgt werden zu Ungunsten von Flächen mit geringerer Ertragsleistung.

Es sei nochmals hingewiesen, dass mit der reduzierten N-Höchstfracht über N-reiche organische Dünger wie Gärreste (CN < 5-8) allein kein ausreichender Humusersatz erreicht werden kann.

Mit der Abbildung 13 wurde zum Abschluss versucht, den mittleren N-Überschuss auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen in Deutschland bei Einhaltung bekannter Zielvorgaben aus dem Bereich Landwirtschaft und Umweltschutz sowie der DüngeV 2006/07 (Umsetzung der Mindestforderungen) zu vergleichen. Die Aussagen wurden auf eine einheitliche Vergleichsbasis „Flächenbilanz ohne Deposition und NH<sub>3</sub>-Verluste“ modifiziert (Deposition: 23 kg je ha und Jahr, NH<sub>3</sub>-Verluste: 24% der N-Ausscheidung). Der Zielwert der DüngeV 2006/07 für den nicht zu überschreitenden N-Überschuss auf der Fläche wurde mit 90 bzw. 60 kg N je ha für tierhaltende Betriebe berücksichtigt und für Marktfruchtbetriebe mit einem Flächenanteil von 42% an der Gesamtfläche auf 30 kg N je ha (reale Annahme für diese Betriebsform!) abgeändert.

Ab 2009 sollte sich die DüngeV 2006/07 in einem merklichen Rückgang der derzeitigen Ist-Situation (Bach, 2003) bemerkbar machen können, sofern das Fachrecht verantwortlich umgesetzt wird. Die Zielwerte aus dem Umweltbereich werden sich jedoch kurzfristig nicht erreichen lassen. **Vollkommen ausgeklammert ist in diesem Vergleich das Problem der NH<sub>3</sub>-Emissionen, worauf im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen wird!**

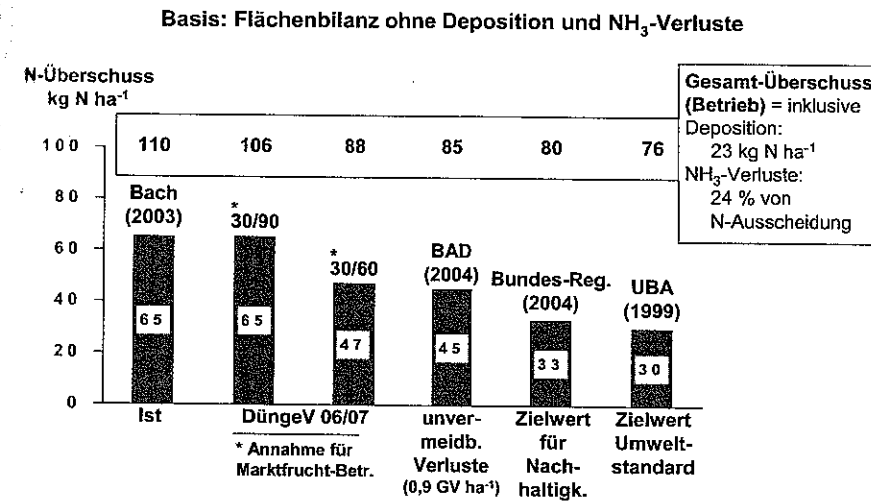


Abb. 13: N-Überschuss nach bekannten Zielvorgaben auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Deutschland

**zu 5. (Tab.): Zielwerte für P-Überschüsse auf der Fläche**

Fachlich gut belegtes Ziel ist die Erhaltung der Gehaltsklasse C sowie die Abreicherung hoch und sehr hoch versorgter Böden.

Mit dieser Regelung wird z. B. in viehstarken Betrieben eine Entlastung der N-Übersorgung erreicht! Ebenso in Betrieben mit hohem Anfall an Gärresten.

Derzeit wird geprüft, ob eine platzierte und zur Jugendentwicklung der Pflanze gezielt applizierte P-Düngung mit gut verfügbarem Phosphat eine Absenkung der anzustrebenden P-Versorgung der Böden, z.B. auf den unteren Bereich der Versorgungstufe C, ermöglicht. Damit könnten P-Ressourcen eingespart und die Austragsgefährdung für P in die Gewässer reduziert werden.

## 5 Zusammenfassung

Die mit der WRRL eingeleitete neue Wasser-Politik erfordert für das Erreichen eines ganzflächigen guten Zustands der Gewässer eine Landwirtschaft mit stärkerer Ausrichtung auf höhere Umweltstandards.

Die Fragestellung bezüglich eines „ausreichenden Fachrechts“ wird auf die sektorale Ebene „Landwirtschaft“ begrenzt (NitratV, DüngeV, Cross Compliance). Derzeit in Diskussion befindliche integrale und damit übergeordnete Regelungsansätze (z.B. Klimaschutz u.a.) verbleiben weitestgehend ausgeklammert.

Die Bestandsaufnahme der Gewässer in Deutschland (2004) als erster Schritt der praktischen Umsetzung der WRRL brachten trotz bekannter methodischer Unzulänglichkeiten keine überraschenden Ergebnisse (Etwa 50% der Grundwasserkörper und 75% der Oberflächengewässer werden die Ziele der RL nicht erreichen können.). Mit einer wesentlichen Hauptsache ist der diffuse Nährstoffeintrag der Landwirtschaft.

Als wichtige Ursachen für N- und P-Austräge aus der Landwirtschaft sind zu nennen:

C- und N-Anreicherung der Böden, insbesondere als Folge der Nichtbeachtung der Langzeit-Wirkung der organischen Düngung und begleitet durch unnötig hohe N-Mineraldüngung; Bodenerosion- und Oberflächenabfluss auf P angereicherten Böden.

Basierend auf dem Fachwissen, insbesondere hinsichtlich ausgewogener Stoffkreisläufe im Betrieb, hoher Nährstoffeffizienz sowie ausreichender und damit nicht überzogener Humusersatzwirtschaft (VDLUFA-Standpunkt), werden **Defizite** der DüngeV 2006/07 aufgezeigt und **Vorschläge** für zu verändernde grundlegende Regelungsinhalte – unabhängig von kurzfristiger politischer Umsetzbarkeit – gemacht.

**Defizite:** Methode für Nährstoff-Bilanzierung, N-Höchstfracht über Wirtschaftsdünger (Wechselwirkung mit Humuswirtschaft), Sonderregelungen für höhere Zielwerte für den nicht zu überschreitenden N-Überschuss, Düngungsstrategie für P

**Vorschläge:** Grundsätzliches zur Düngerbedarfsermittlung, Bilanzierungsansatz nach Hoftormethode (VDLUFA-Standpunkt), betriebsspezifische Zielwerte für N-Überschüsse (auch für Energiebetriebe), Rücknahme der Höchstfrachten über organische Dünger (inklusive Gärrestel), P-Dün-

gungsstrategie mit Abreicherungsgebot von mit P hoch angereicherten Böden.

Die daraus sich ergebenden Vorteile für die Umwelt sind bei weitgehender Erhaltung der Produktionssicherheit zu realisieren. Eine umfassendere Berücksichtigung von ganzheitlichen, integralen Umweltzielen ist mit einem alleinigen Anpassen des landwirtschaftlichen Fachrechts nicht möglich.

## 6 Literaturverzeichnis

- BACH, M., FREDE, H.G. (2005): Methodische Aspekte und Aussagemöglichkeiten von Stickstoffbilanzen. Hrsg.: Institut für Landwirtschaft und Umwelt (ilu), Bonn, 55 S.
- BAD (2003): Nährstoffverluste aus landwirtschaftlichen Betrieben mit einer Bewirtschaftung nach guter fachlicher Praxis. Hrsg.: Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), Frankfurt/Main, 36 S.
- BEHRENDT, H., HUBER, P., OPPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G., UEBE, R. (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. UBA-Texte 75/99, 289+46 S.
- BEHRENDT, H., BACH, M., OPPITZ, D., PAGENKOPF, W.G., SCHOLZ, G., WENDLAND, F. (2003): Internationale Harmonisierung der Quantifizierung von Nährstoffeinträgen aus diffusen und punktuellen Quellen in Oberflächengewässern Deutschlands. UBA-Texte 82/03, 201 S.
- BMU (2005): Die Wasserrahmenrichtlinie. Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 67 S.
- GÜTSE, R. (1998): Zur Problematik von Stickstoffbilanzen. Die Düngerverordnung auf dem Prüfstand. DLG-Kolloquium vom 01.12.1997 in Kassel, DLG-C98, S. 27-45.
- GÜTSE, R., EBERTSEDER, TH. (2002): Steuerung der Stoffkreisläufe landwirtschaftlicher Betriebe durch effiziente Verwertung der Wirtschaftsdünger. KTBL-Schrift 408, S. 153-168.
- GÜTSE, R., EBERTSEDER, TH. (2005): Grundregeln der guten fachlichen Praxis für den Einsatz organischer Düngemittel. In: Bundesarbeitskreis Dün-

- gung (BAD) (Hrsg.): Nährstoffmanagement, Bodenfruchtbarkeit und nachhaltige Landwirtschaft. BAD, Frankfurt/Main, S. 43-59.
- GUTSER, R., EBERTSEDER, TH. (2006): Die Nährstoffe in Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger – ein unterschätztes Potenzial im Stoffkreislauf landwirtschaftlicher Betriebe. KTBL-Schrift 444, S. 7-22.
- HEATHWAITE, L., SHARPLEY, A., BECHMANN, M. (2003): The conceptional basis for a decision support framework to asses risk of phosphorus loss at the field scale across Europe. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166, S. 447-458.
- ISERMANN, K., ISERMANN, R. (2006): Nachhaltige Bewirtschaftungspläne/Maßnahmen mit entsprechenden Bestandsaufnahmen und Zielsetzungen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) in der Landwirtschaft aus der Sicht ihrer Nährstoffhaushalte. Kongressband, VDLUFA Kongress Freiburg, S. 62-71.
- ISERMANN, K. (2007): Schutzgüter und Schutzziele hinsichtlich der Nährstoffe C, N, P, S nicht nur bei Oberflächengewässer und Grundwasser vor dem Hintergrund entsprechender Gesetzgebung in Deutschland und der EU(27). Kongressband, VDLUFA-Kongress Göttingen, im Druck.
- KELM, M. (2007): Stickstoffmanagement. In: Taube, F., Kelm, M., Verreet, J.A. (Hrsg.): Projekt Compass „Landwirtschaftliche Produktionssysteme in Schleswig-Holstein“ Abschluss-Bericht, CAU Kiel, 81 S.
- NIEDER, R. (2000): Nährstoffanreicherung in Ackerkrumen vor dem Hintergrund des Boden-, Klima- und Gewässerschutzes. Z. Kulturtechnik und Landesentwicklung 41, S. 49-56.
- NIEDER, R., KÖSTER, W., DAUCK, H.P., BRINKMANN, S. (2003): Nährstoffüberschüsse in Deutschland von 1950-2000: Quellen, Senken und Wirkungen auf die Umwelt. I. N-Überhang in der Landwirtschaft. Landnutzung und Landentwicklung 44, S. 172-178.
- VDLUFA (2004): Standpunkt „Humusbilanzierung“. Hrsg.: VDLUFA.
- VDLUFA (2006): Standpunkt „Nährstoffbilanzierung im Landwirtschaftsbetrieb“. Hrsg.: VDLUFA.
- WULF, S., MAETING, M., CLEMENS, J. (2002): Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emissions after spreading: II. Greenhouse gas emissions. J. Environ. Qual. 31, S. 1795-1801.