

# Ausführungen zum Stickstoffumsatz in Hessen

Dr. Georg Berthold

## 1 Ermittlung der Düngebedarfe für Stickstoff – Das SBA-System

Im hessischen SBA-System (Stickstoff-Bedarfs-Analyse-System) des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH) werden die Hessischen Richtlinien zur Ableitung von Düngeempfehlungen aus Bodenuntersuchungen, verfasst vom LLH, beschrieben.

Das SBA-System wird auf der Grundlage der aktuellen Erkenntnisse aus Exaktversuchen des LLH, der WRRL-Beratung sowie anderen wissenschaftlichen Quellen als System zur Ermittlung einer bedarfsgerechten, standortbezogenen (geographischer Standort) Düngeempfehlung im Sinne der Düngeverordnung zu Vegetationsbeginn aktualisiert und mit Erfahrungen aus der Praxis abgeglichen.

Es gilt als Grundsystem zur Ermittlung für die Düngeempfehlung für ganz Hessen und orientiert sich an den Vorgaben der Düngeverordnung.

Eine der Grundtabellen aus der Düngeverordnung, die zur Ermittlung der Düngebedarfe herangezogen wird, wird auf der folgenden Seite in Tab. 1 als Beispiel aufgeführt.

### Beratungsleitfaden

Hessenweit wurde im Jahr 2018 der Beratungsleitfaden für eine betriebsspezifische, gewässerschutzorientierte Landbewirtschaftung in Hessen verabschiedet. Er entstand in der Zusammenarbeit von:

- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen,
- Landesbetrieb Hessisches Landeslabor,
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie,
- Regierungspräsidien Kassel, Gießen, Darmstadt und
- Beratungsbüros im Auftrag des Landes Hessen.

Tab. 1: Stickstoffbedarfswerte

<b>Tabelle 2</b> <b>Stickstoffbedarfswerte für landwirtschaftliche</b> <b>Ackerkulturen in Abhängigkeit vom Ertragsniveau</b>		
<b>Vorbemerkungen und Hinweise:</b>		
1. Der Stickstoffbedarfswert entspricht dem Nährstoffbedarf an Stickstoff während einer Anbauperiode. 2. Die Stickstoffbedarfswerte in der Tabelle beziehen sich auf das angegebene Ertragsniveau und die zu Vegetationsbeginn in der Regel aus 0 bis 90 cm Bodentiefe zu ermittelnde verfügbare Stickstoffmenge (N <sub>min</sub> ).		
Kultur	Ertragsniveau in dt/ha	Stickstoffbedarfswert in kg N/ha
Winterraps	40	200
Winterweizen A, B	80	230
Winterweizen C	80	210
Winterweizen E	80	260
Hartweizen	55	200
Wintergerste	70	180
Winterroggen	70	170
Wintertriticale	70	190
Sommergerste	50	140
Hafer	55	130
Körnermais	90	200
Silomais	450	200
Zuckerrübe	650	170
Kartoffel	450	180
Frühkartoffel	400	220
Sonnenblume	30	120
Öllein	20	100

Quelle: Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305)

Die Düngebedarfsempfehlungen können in ihrer Ausprägung eine Reduzierung erfahren, wenn z. B. Abschläge durch die natürliche Nachlieferung von pflanzenverfügbarem Stickstoff (in der Regel Nitrat) der Böden, Stickstofffreisetzung aus den Zwischenfrüchten und/oder eine erhöhte Stickstoffnachlieferung aus Flächen mit langjähriger organischer Düngung erfolgt.

Im Beratungsleitfaden werden hierzu hessenweit abgestimmte Vorschläge gemacht.

## 2 N-Brutto-Hoftor-Bilanzen

Die Bestimmung des N-Bilanzüberschusses ist eine allgemein anerkannte Größe zur Dokumentation und Bewertung der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion sowie eine feste Größe der möglichen Umweltbelastungen durch N-Emissionen. Für die Abschätzung des Nitratbelastungspotenzials von Grundwasser und Oberflächengewässern durch die Landwirtschaft findet der N-Überschuss allgemein Verwendung. Im Zusammenhang mit der Umsetzung der WRRL hat diese Größe in den letzten Jahren eine besondere Bedeutung bekommen, wenn es darum geht, den Beitrag der Landwirtschaft für die Nitratbelastung von Gewässern quantitativ zu bewerten.

Im Vorfeld der Maßnahmenumsetzung WRRL wurde eine breite Diskussion geführt, welcher Bilanzierungsansatz (Hoftorbilanz oder Feld-/Stallbilanz – nur diese wird in der geltenden Düngeverordnung akzeptiert) verwendet werden sollte. Es wurde sich für die Hoftorbilanz entschieden, da hierfür alle benötigten Daten aus der Buchführung der Betriebe übernommen

werden können und somit die eingehenden Schätzgrößen erheblich verringert werden. Dadurch stellt die Hoftorbilanz die realistischeren N-Überschüsse auf Betriebsebene und somit die potentiell umweltwirksamen N-Mengen dar. Sie entspricht jedoch weder den düngerechtlichen Vorschriften noch bewertet sie die Einzelfläche, von der ggf. eine punktuelle Grundwasserbelastung ausgeht.

Im Rahmen der grundwasserschutzorientierten Beratung werden in ausgewählten Leitbetrieben, die als Multiplikatoren wirken, die N- bzw. P-Hoftorbilanzen erfasst. Mittlerweile konnten knapp 800 landwirtschaftliche Betriebe als Leitbetriebe gewonnen werden.

Die zeitliche Entwicklung der N-Hoftorbilanzen, gegliedert nach Betriebstypen, wird in der nachfolgenden Abbildung illustriert.

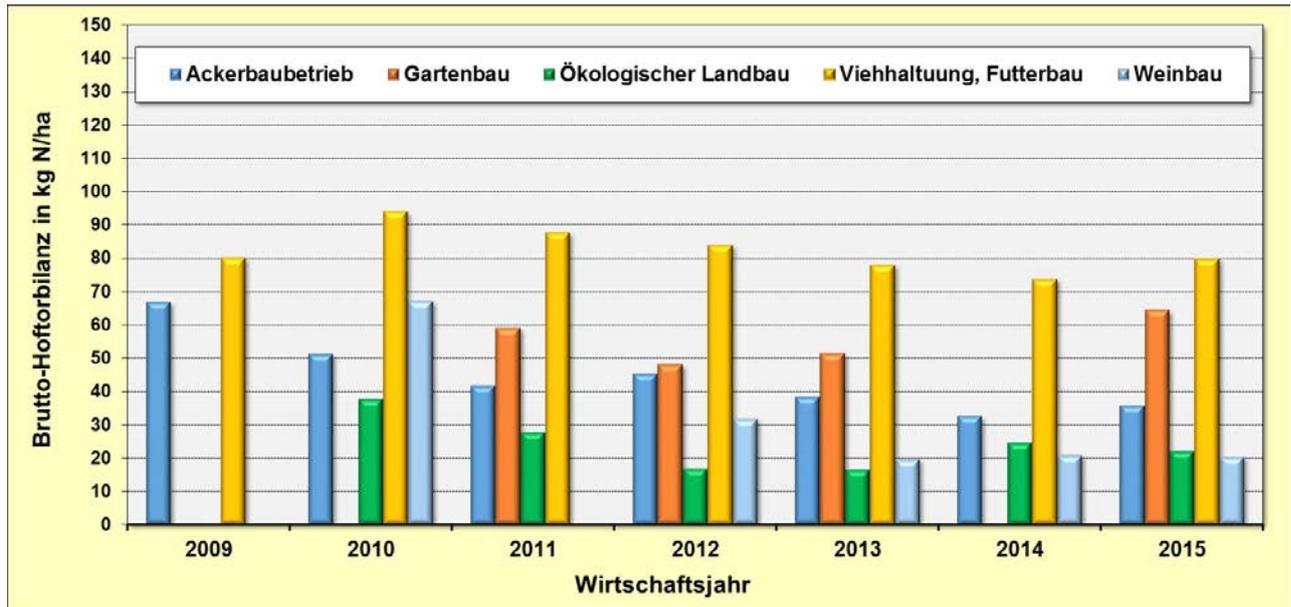


Abb. 1: Zeitliche Entwicklung der Brutto-Hoftorbilanzen für Stickstoff nach Betriebstypen

Wie aus der vorstehenden Abbildung hervorgeht (vgl. hierzu auch Jahresbericht HLNUG), liegen die N-Bilanzen viehhaltender Betriebe im gesamten Betrachtungszeitraum deutlich über denen der anderen Betriebstypen. Ökobetriebe, Ackerbaubetriebe und Weinbaubetriebe weisen in der Regel geringe Bilanzüberschüsse auf. Eine abnehmende Tendenz über die Zeit ist bei den Acker- und Weinbaubetrieben erkennbar. Da die jährliche Variabilität der Stickstoff-Bilanzen stark ausgeprägt ist, werden gleitende Mittelwerte aus drei aufeinander folgenden Jahren gebildet.

### 3 Flächenhafte bzw. modellhafte Berechnung von Stickstoff-Einträgen

#### Stickstoffeinträge

Die im Rahmen des Forschungsprojektes „Berechnung und Regionalisierung der Stickstoff-Überschüsse einzelbetrieblicher Hoftorbilanzen in Hessen“ auf Gemeindeebene berechneten N-Hoftor-Bilanzüberschüsse (ohne atmosphärischen Eintrag) dienen als Eingangsgrößen für die diffuse Belastung an Stickstoff durch die landwirtschaftliche Nutzung.

Diese Datengrundlage wird aktuell durch die Ergebnisse der N-Brutto-Hoftorbilanzen aus den Leitbetrieben ersetzt. Ergebnisse liegen allerdings noch nicht vor.

Im Waldzustandsbericht Hessen 2018 (PAAR et al. 2019) werden konkrete Angaben der Stickstoffeinträge über den Luftpfad in Abhängigkeit von der Landnutzung gemacht. Nadelwald weist mit gut 19 kg N/ha und Jahr die höchsten Einträge auf. Für Mischwald werden rund 15 kg und

für Laubwald etwas mehr als 12 kg N/ha und Jahr ausgewiesen. Für Freiflächen, Landwirtschaftsflächen und Siedlungsgebiete werden einheitlich 6,5 kg N/ha und Jahr ermittelt.

Der Waldzustandsbericht führt ebenfalls aus, dass der Ammoniumanteil der gesamten Stickstoffeinträge bei rund 50 % liegt. Der überwiegende Anteil der Ammoniumeinträge über die Luft ist damit laut Waldzustandsbericht auf landwirtschaftlich bedingte Emissionen zurückzuführen.

### **Denitrifikationsleistung der Böden**

Die im Boden vorliegenden Stickstoffüberschüsse gelangen im Allgemeinen nicht vollständig in das Grundwasser bzw. in die Oberflächengewässer. Durch mikrobielle Umsetzungsprozesse im Boden kann ein Teil der organischen und mineralischen Stickstoffverbindungen in reduzierte gasförmige Stickstoffverbindungen umgewandelt werden, die den Bodenraum in die Atmosphäre verlassen können. Das Ausmaß und die Kinetik der Denitrifikation im Boden hängen in komplexer Weise von einer Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren ab. Begünstigend für eine Denitrifikation im Boden sind beispielsweise eine hohe Bodenfeuchte, hohe Bodendichten und hohe Bodentemperaturen.

Da die potenziellen maximalen Denitrifikationsraten der Böden in Einheiten von kg N/ha und Jahr angegeben sind, kann über die Verweilzeit des Grundwassers im Boden die maximale Denitrifikationsrate direkt abgeschätzt werden.

Das in den überwiegend mineralischen Böden vorhandene Denitrifikationspotenzial ist allerdings als eine endliche Ressource aufzufassen, die mit jedem eingetragenen kg N weiter abgebaut wird. Die Messung ansteigender Nitrat-Konzentrationen muss daher nicht zwangsläufig auf eine unzureichende Umsetzung der N-Minderungsmaßnahmen hindeuten, sondern kann ggf. durch ein Nachlassen des Abbauvermögens im Anstrom der Überwachungsmessstelle erklärt werden.

Auch nach Abzug der Denitrifikation bleiben noch viele Regionen, die einen N-Bilanzüberschuss > 60 kg/ha und Jahr aufweisen.

### **Ableitung der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter landwirtschaftlichen Flächen**

Die modellierte/berechnete NO<sub>3</sub>-Konzentration im Sickerwasser unter landwirtschaftlich genutzten Flächen ergibt sich schließlich über die Differenz zwischen N-Bilanzüberschuss und maximaler Denitrifikation (s.o.), die mit der Sickerwasser- bzw. Grundwasserneubildungsrate in Beziehung gesetzt wird. Diese Berechnung erfolgt unter Einbeziehung der landnutzungsspezifischen atmosphärischen Stickstoffeinträge.

Die Abb. 2 veranschaulicht, dass eine Reduzierung der N-Bilanzüberschüsse in vielen Regionen Hessens dringend notwendig ist, um die Nitratkonzentrationen zu senken, aber auch um das endliche Denitrifikationspotenzial nicht weiter abzubauen.

Für landwirtschaftliche Regionen mit höherem Viehbesatz ergeben sich die höchsten Reduktionspotenziale an Stickstoff. Nach den Modellrechnungen liegt der Reduktionsbedarf der N-Bilanzüberschüsse zwischen 20 und 40 kg N/ha und Jahr.

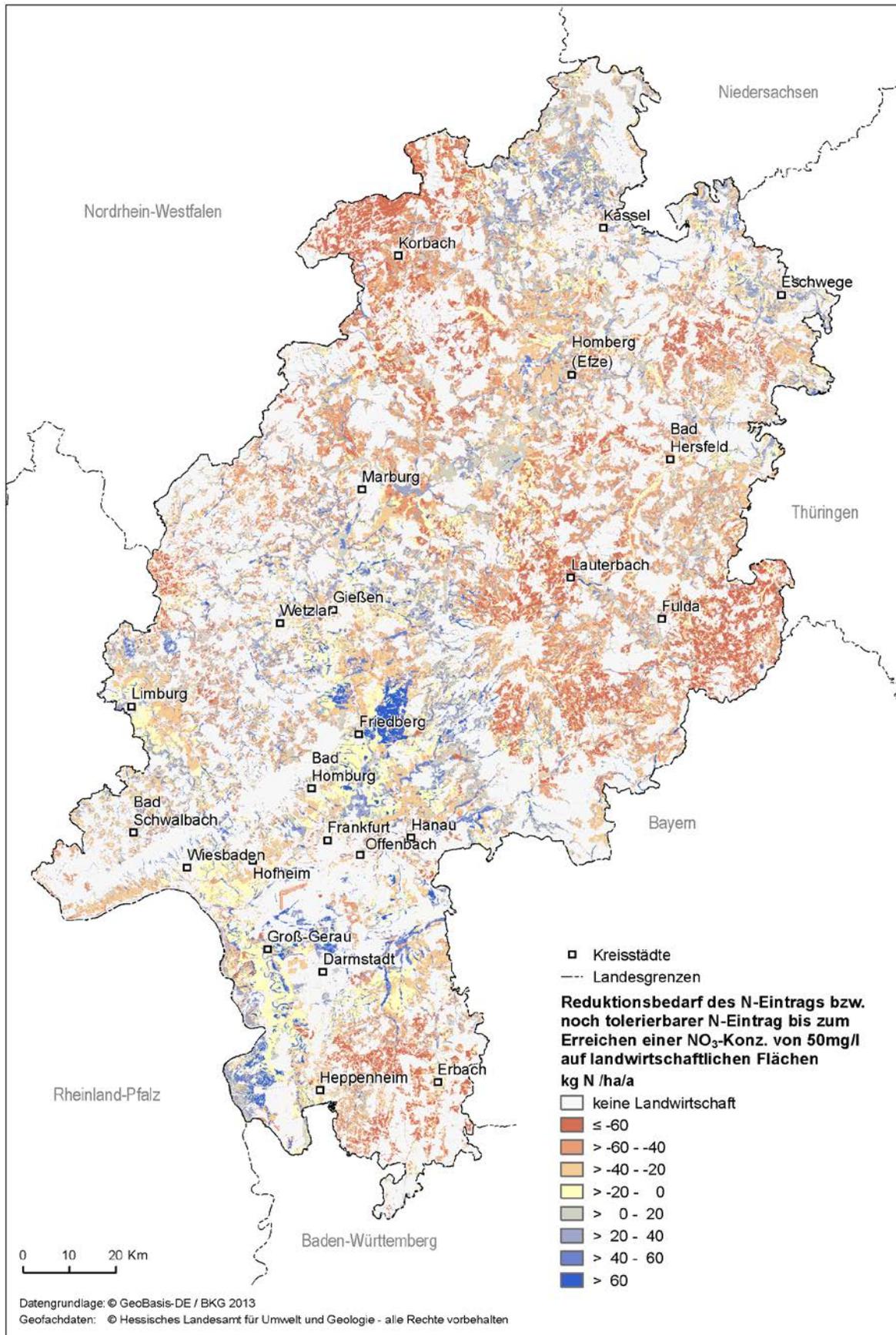


Abb. 2: Reduktionsbedarf bzw. noch tolerierbare zusätzliche N-Einträge auf landwirtschaftlich genutzten Flächen

### **Anmerkung zur Abschätzung der im Boden festgelegten N-Menge**

Der hessische Ansatz berücksichtigt keine Reduktion der Stickstoffmenge in den Böden durch Festsetzungsprozesse und stellt damit den „Worst-Case-Zustand“ dar.

In anderen Stickstoff-Modellen wird oft für Grünland angenommen, dass neben der Denitrifikation, die zu einer Reduktion der eingetragenen Stickstoffmenge führt, auch ein gewisser Teil der Stickstoff-Einträge zum Aufbau des Humuskörpers herangezogen wird.

Diese Stickstofffixierung wird meist nach MÜLLER & RAISSI (2002) für Grünland mit 57 % der N-Bilanzüberschüsse (inklusive der atmosphärischen Deposition) angesetzt. Dies bedeutet, dass unter Grünland nur 43 % (weniger als die Hälfte der Stickstoffeinträge) in die ungesättigte Zone und damit ins Grundwasser gelangen können. Dies würde bedeuten, dass eine konstante Zunahme der organischen Substanz stattfindet. Allerdings weist jeder Standort einen „typischen“ Gehalt an organischer Substanz auf, der sich nach vielen Jahren einstellt.

Bei der zurzeit laufenden Aktualisierung der hessenweiten Modellierung der Stickstoffeinträge wird dieser Ansatz als weitere Vergleichs- bzw. Bewertungsgrundlage ebenfalls modelliert werden.

### **Literatur**

MÜLLER, U. & RAISSI, F. (2002): Arbeitshilfe für bodenkundliche Stellungnahmen und Gutachten in Rahmen der Grundwassernutzung.-Mit Beiträgen von Höpper, H., Schäfer, W. u. Kues, J., Arb.-H. Boden 2002/2: 49 S., 10 Abb., 13 Tab.; Hannover (NLfB).

PAAR U., DAMMANN I., WEYMAR J, SPIELMANN M. & EICHHORN J. (2019): Waldzustandsbericht 2018 Hessen. [https://www.hessen.de/sites/default/files/media/hmuely/wzbhessen2018\\_.pdf](https://www.hessen.de/sites/default/files/media/hmuely/wzbhessen2018_.pdf) (Letzter Zugriff 09.07.2019)

### **Impressum**

Dr. Georg Berthold  
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Dezernat W4 – Hydrogeologie und Grundwasser  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden