



Bewertung der gewässerschutz- orientierten landwirtschaftlichen Beratung zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen

Auswertung der Beratungsjahre 2011 bis 2024

Lukas Raffelsiefen, Lea Müller, Michael Zacharias



Für eine lebenswerte Zukunft

Impressum

Bewertung der gewässerschutz-orientierten landwirtschaftlichen Beratung zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen

Auswertung der Beratungsjahre 2011 bis 2024

Redaktion: Lukas Raffelsiefen, Lea Müller

Bearbeitung: Lukas Raffelsiefen, Lea Müller, Michael Zacharias

Kartographie: Kevin Hartung

Datengrundlagen: TK25 der Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation; GeoBasis-DE / Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2013

Herausgeber:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

www.hlnug.de

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Umsetzung der WRRL-Beratung.....	8
3	Bewertung N _{min} -Gehalte im Boden.....	13
4	Bewertung P-Gehalte im Boden	23
5	Bewertung Betriebliche Nährstoffbilanzen.....	33
5.1	Bewertung der Nährstoffbilanzen für Stickstoff	34
5.2	Bewertung der N-Effizienzen	41
5.3	Bewertung der Nährstoffbilanzen für Phosphor	42
5.4	Bewertung der P-Effizienzen.....	50
6	Fazit und Empfehlungen	51
6.1	Beratung zur Reduzierung der Stickstoffausträge	51
6.2	Beratung zur Reduzierung der Phosphorausträge und Erosion	55
7	Ausblick	59
8	Literatur.....	60

1 Einleitung

In Hessen wird eine gewässerschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung als eine ergänzende Maßnahme des 3. Bewirtschaftungsplans zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) durchgeführt. Hierzu wurden anhand der Berechnung des Belastungspotenzials, in das die Grundwasserbeschaffenheit, die Bodeneigenschaften und die landwirtschaftliche Nutzungsintensität eingeht, zunächst 45 Maßnahmenräume auf Gemarkungsebene abgegrenzt. Mit der Neuvergabe ab dem Jahr 2022 wurden die Maßnahmenräume zu 22 vergrößerten Einheiten zusammengefasst. Über das Potential der Belastung wird die Intensität der Beratung definiert, von einer allgemeinen grundwasserschonenden Grundberatung bis hin zu einer einzelbetrieblichen Intensivberatung. Die Maßnahmen sollen ergänzend zum Ordnungsrecht dazu beitragen, dass die Belastungen von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Phosphat im Grundwasser reduziert werden.

Auf erosionsgefährdeten Flächen mit einer Anbindung an Oberflächengewässer werden darüber hinaus innerhalb der Maßnahmenräume Beratungsmaßnahmen zum Erosionsschutz angeboten. Dadurch sollen durch Maßnahmenempfehlungen Einträge von Phosphorverbindungen über Wassererosion in Oberflächengewässer verringert werden.

Die gewässerschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung zur Umsetzung der WRRL innerhalb der Maßnahmenräume wird im Folgenden als WRRL-Beratung bezeichnet.

Außerhalb der Maßnahmenräume werden landwirtschaftliche Betriebe über die Grundberatung des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) auf Grundlage der Düngeverordnung (DüV) und der Beratungsleitfäden beraten. Die Grundberatung in Hessen setzt bei den Mindeststandards der Beratungsleitfäden an, die die Bereiche des allgemeinen Ackerbaus und der Sonderkulturen (Weinbau und Gemüsebau) abdecken. Mit diesen Leitfäden, die mit ihren Beratungsinhalten etwas über das geltende Ordnungsrecht der DüV hinausgehen, sollen Bewirtschaftungsansätze im Sinne des Gewässerschutzes flächendeckend in Hessen den Landwirten in geringem Umfang nähergebracht werden.

Die aktuell 22 Maßnahmenräume, in denen die WRRL-Beratung umgesetzt wird, sind über ganz Hessen verteilt (Abbildung 1). Einen weiteren Überblick über die Maßnahmenräume liefern Tabelle 1 und Tabelle 2.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

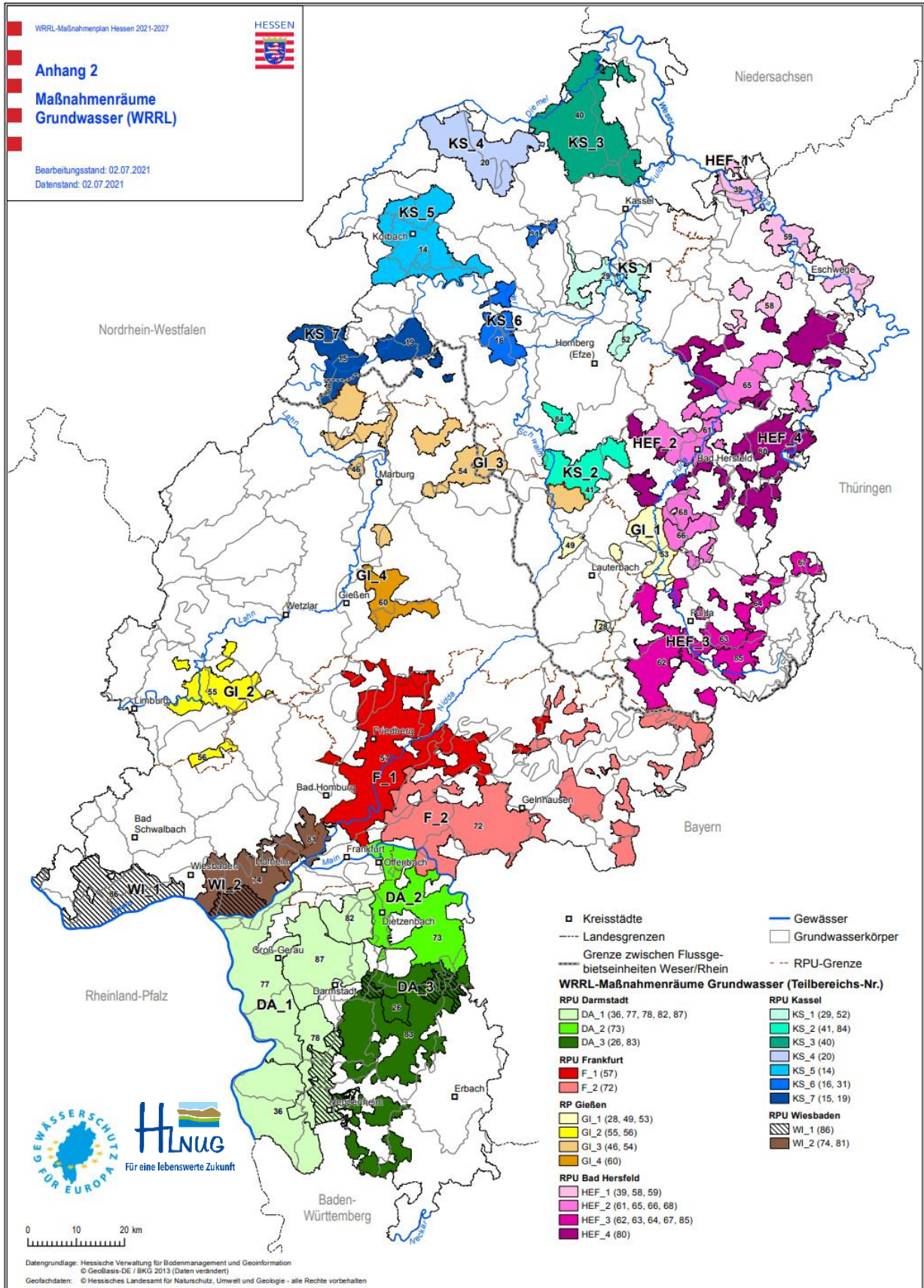


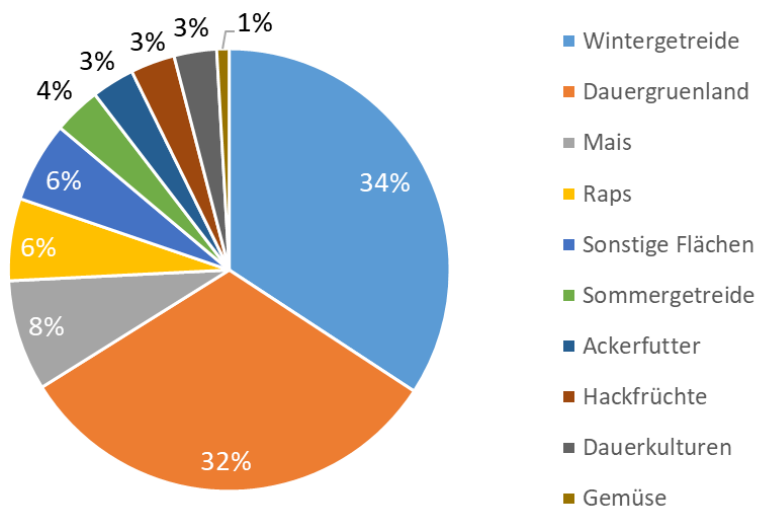
Abbildung 1: Übersicht der hessischen Maßnahmenräume.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

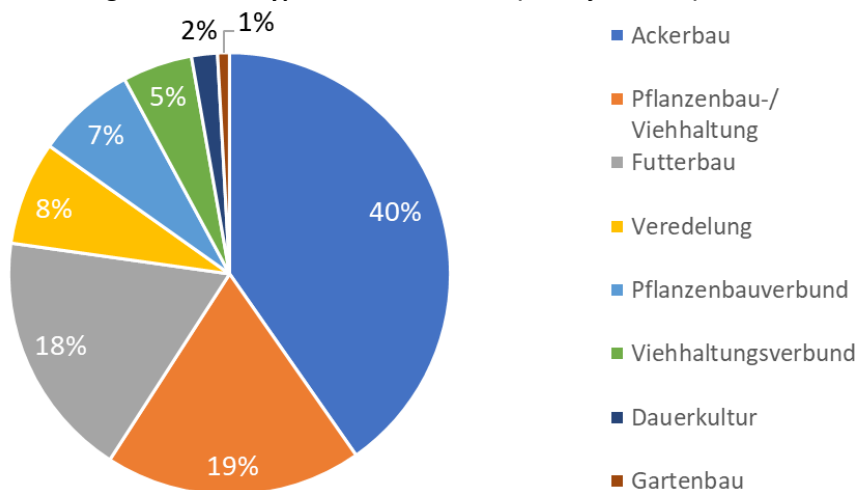
Tabelle 1: Informationen zu den Maßnahmenräumen in Hessen.

Landwirtschaftliche Fläche gesamt [ha]: 340.758 (ATKIS 2023)		Anzahl Betriebe gesamt: 10.762 (Maßnahmenraumsteckbriefe 2023)	
Landwirtschaftliche Nutzfläche: (ATKIS 2023)	Ackerland: 222.204 ha	Anzahl beratene Betriebe gesamt:	7.648
	Sonderkulturen: 6.452 ha	Davon einzelbetriebliche Beratung:	2.780
	Grünland: 112.103 ha	Davon Leitbetriebe:	767
Kulisse Erosionsschutzberatung:	Prio 1: 11.381 ha	Über Leitbetriebe erreichte Fläche:	77.294 ha
	Prio 2: 25.177 ha		

Angebaute Kulturen in den Maßnahmenräumen (InVeKoS 2021):



Verteilung der Betriebstypen der Leitbetriebe (Bilanzjahr 2022):



Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Tabelle 2: Landnutzung in den Maßnahmenräumen.

Maßnahmen- raum	Gesamt- flaeche [ha]	Landwirt- schaftliche Fläche [ha]	Ackerfläche [ha]	Gruenland- fläche [ha]	Sonder- kulturfläche [ha]	Fläche Oberflächen- gewässer [ha]
DA_1	107.318,4	45.130,8	31.969,2	12.557,2	604,5	2.704,6
DA_2	29.746,9	8.573,6	5.608,1	2.943,5	22,0	412,0
DA_3	53.517,5	27.402,7	13.964,0	13.198,8	239,9	47,3
F_1	51.865,4	33.977,3	27.127,5	6.751,8	98,0	304,5
F_2	61.566,0	28.653,0	16.086,4	12.401,3	165,3	480,5
GI_1	10.841,6	4.723,5	2.746,5	1.975,0	2,0	76,1
GI_2	14.643,8	6.222,6	4.157,0	2.064,4	1,2	63,2
GI_3	26.718,5	14.451,8	9.577,4	4.869,9	4,4	20,6
GI_4	8.748,9	4.901,7	2.733,4	2.164,7	3,5	8,6
HEF_1	20.280,0	8.718,7	5.927,3	2.658,7	132,7	186,1
HEF_2	30.035,9	14.727,5	9.390,9	5.304,4	32,2	174,2
HEF_3	35.656,7	18.358,3	8.497,6	9.841,8	18,8	48,3
HEF_4	42.213,1	21.472,8	12.782,4	8.660,8	29,6	111,8
KS_1	11.350,5	7.370,3	5.944,7	1.421,3	4,3	128,8
KS_2	13.376,5	7.343,2	4.947,4	2.384,0	11,7	15,4
KS_5	25.955,4	14.969,7	10.626,2	4.324,7	18,8	72,5
KS_4	19.910,7	11.577,2	8.577,8	2.952,2	47,2	70,0
KS_3	32.517,7	22.509,0	17.822,3	4.516,5	170,1	87,5
KS_6	10.358,3	4.975,1	3.805,9	1.169,2	0,0	39,4
KS_7	18.797,0	8.878,2	4.594,4	4.271,3	12,6	57,1
WI_1	39.805,0	13.024,5	6.110,6	2.799,5	4.114,3	1.328,8
WI_2	26.902,2	12.797,0	9.206,8	2.871,7	718,5	404,9

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, gibt es zwischen den Maßnahmenräumen nicht nur bei den Beratungsschwerpunkten (z. B. Ackerbau, Weinbau, Gemüsebau, Viehhaltung) deutliche Unterschiede, sondern auch bei den zu beratenden Flächengrößen.

Die prozentualen Anteile der Anbaufrüchte innerhalb der Landnutzungsarten unterscheiden sich erwartungsgemäß, sind aber innerhalb des betrachteten Beratungszeitraums relativ konstant.

Die Bewertung der gewässerschutzorientierten landwirtschaftlichen Beratung fußt im Wesentlichen auf den Parametern **N_{min}- und P-Gehalte im Boden sowie betriebliche Nährstoffbilanzen**, die aus den übermittelten Daten der Beratungsinstitutionen im Folgenden für Hessen bewertet werden.

2 Umsetzung der WRRL-Beratung

In Abbildung 2 sind die beratenen Betriebe je Modul in allen Maßnahmenräumen dargestellt. Mit der Einführung des Modulkonzepts¹ zum Beratungsjahr 2022 müssen die Beratungsinstitutionen ein Nachweisprotokoll erstellen und abgeben. Dieses liefert Informationen zum Moduleinsatz in den Gemarkungen eines Maßnahmenraums. In Modulgruppe 1 (Module 1.1 bis 1.5) werden die betriebsbezogenen Module zusammengefasst. Modulgruppe 2 umfasst themenspezifische Module, z. B. zu bestimmten Kulturarten wie Mais oder Weizen. Bei Modulgruppe 3 handelt es sich um Angebote der Gruppenberatung, wie Feldbegehungen oder Rundbriefe. Modulgruppe 4 stellt die Beratung zum P-/Erosionsschutz dar.

Im Zeitraum 2022 bis 2023 fanden Module der Modulgruppe 1 insgesamt 3.412-mal Anwendung. Module der Modulgruppe 2 wurden insgesamt 4.519-mal angewendet und Module der Modulgruppe 4 1.853-mal. Für Gruppenberatungen (Modulgruppe 3) wurden insgesamt 6.588 Stunden aufgewendet.

Bei den Modulen der Modulgruppe 1, also der Beratung von Leitbetrieben, Intensivberatungsbetrieben und der Basisberatung ist ein leichter Anstieg der Anzahl der beratenen Betriebe festzustellen. Die Anzahl der Folgeberatung hat erwartungsgemäß im zweiten Beratungsjahr deutlich zugenommen. Kombiniert werden können die Module der Modulgruppe 1 mit den fachlichen Modulen der Modulgruppe 2. Das mit Abstand am häufigsten angewendete Beratungsmodul der Modulgruppe 2 ist Raps/Getreide (M 2.3), gefolgt von Pflanzenbau/Fruchtfolge (M 2.1). Auffällig sind die relativ geringen Zahlen bei der Beratung zu organischen Nährstoffträgern (M 2.5). Die Nachfrage nach dem Modul zu Agrarumweltmaßnahmen (M 2.6) scheint basierend auf der Zahl der Anwendungen ebenfalls vergleichsweise gering, obwohl dies im Rahmen der Entwicklung des Modulkonzeptes auch von den Beratungsinstitutionen als sinnvoll erachtet wurde. Dies gilt nicht für das separat ausgewiesene Modul 4.2 „Agrarumweltmaßnahmen zum P-/Erosionsschutz“, das deutlich häufiger abgerechnet wurde.

¹ Konzept zur Umsetzung der gewässerschutzorientierten landwirtschaftlichen Beratung in den WRRL-Maßnahmenräumen mit Beratungsmodulen (https://flussgebiete.hessen.de/sites/flussgebiete.hessen.de/files/2024-08/mp_anhang_5_modulkonzept_langfassung_final.pdf)

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

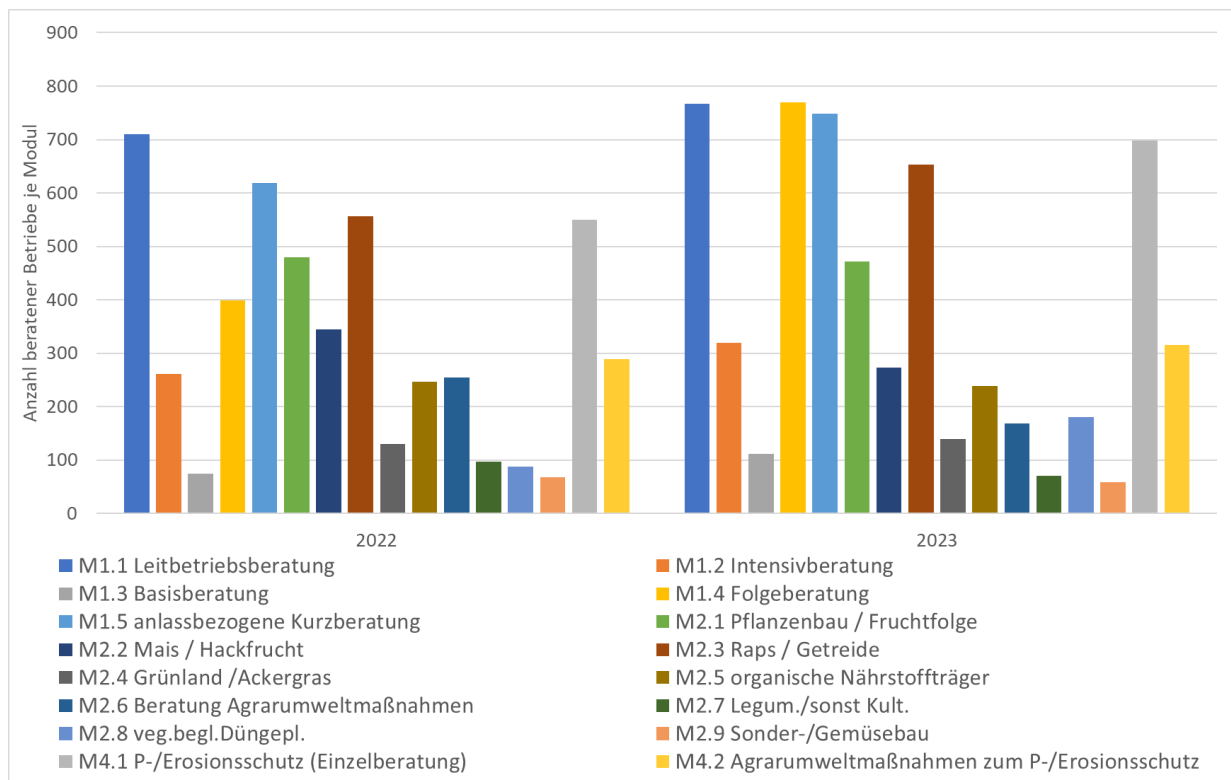


Abbildung 2: Beratene Betriebe je Modul in den Jahren 2022 und 2023 nach Einführung des Modulkonzepts.

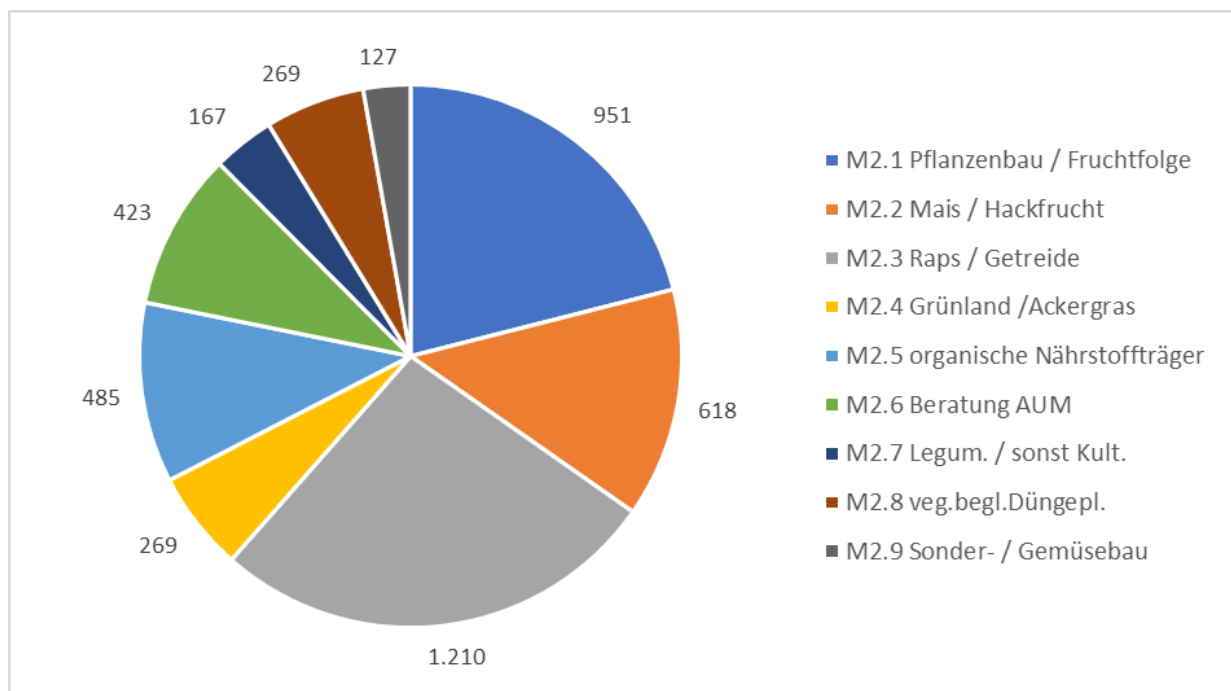


Abbildung 3: Verteilung der beratenen Module der Modulgruppe 2 in allen Maßnahmenräumen.

In Abbildung 3 findet sich die Verteilung der einzelnen fachlichen Module der Modulgruppe 2. Je nach standörtlichen Gegebenheiten und der dominierenden landwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung im jeweiligen Maßnahmenraum ist auch die Verteilung der beratenen Module in den Maßnahmenräumen unterschiedlich. Die eingesetzten Module passen zur Agrarstruktur (z.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

B. Einsatz des Moduls 2.4 in Maßnahmenräumen mit hohem Grünlandanteil, Einsatz des Moduls 2.9 im Hessischen Ried mit hohem Anteil an Sonderkulturen).

Das Modul der Einzelberatung zum Erosionsschutz zählt zu den am meisten eingesetzten Modulen. Im Jahr 2022 wurde es bereits 550-mal angewendet und die Anzahl erhöhte sich noch im Beratungsjahr 2023 auf 698. Hinzu kommen Veranstaltungen und Inhalte der Gruppenberatung zum Erosionsschutz. Veranlasst durch die Beratung werden vielfältige Erosionsschutzmaßnahmen umgesetzt. Diese umfassen das Anlegen von Erosionsschutzstreifen, Fahrgassenbegrünung, Mulchsaat, Anpassung der Bewirtschaftungsrichtung (quer zum Hang), Ausdehnung des Zwischenfruchtanbaus mit darauffolgender Mulchsaat, Reduktion der Bodenbearbeitung, Anlage von Gewässerschutzstreifen sowie Änderungen der Schlagstruktur zur Minderung der Hanglänge.

Abbildung 4 stellt die Beratungskulisse für die Erosionsschutzberatung innerhalb der Maßnahmenräume dar. Diese weist Flächen mit hoher Erosionsgefährdung und bekannter Gewässeranbindung aus (rot). Zusätzlich sind alle Gemarkungen in denen in den Jahren 2022 oder 2023 eine Einzelberatung zum Erosionsschutz erfolgte in grün dargestellt.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

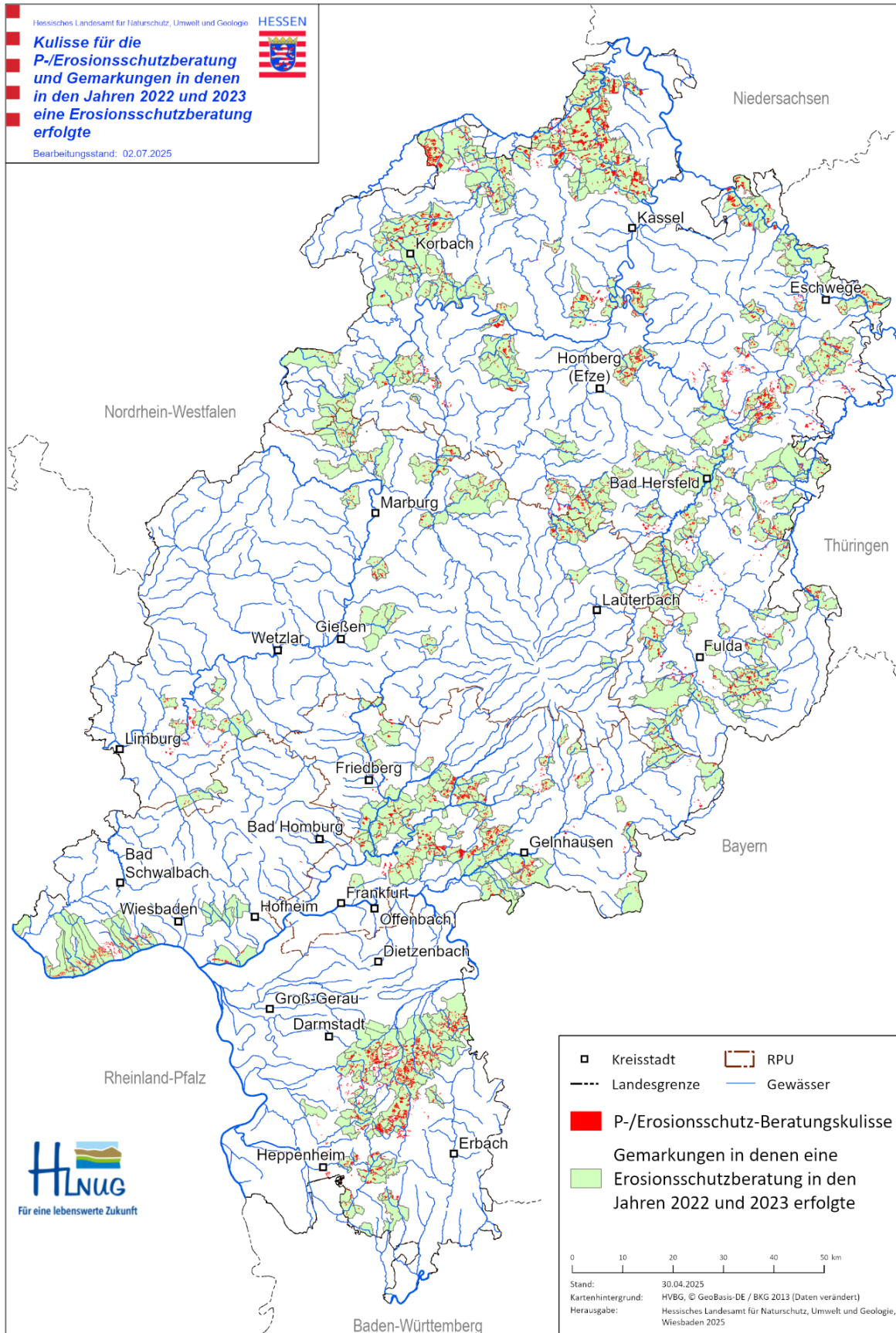


Abbildung 4: Kulisse für die P-/Erosionsschutzberatung (rot) und Gemarkungen in denen in den Jahren 2022 und 2023 eine Erosionsschutzberatung erfolgte (grün).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Die räumliche Verteilung der angewendeten Einzelberatung zum Erosionsschutz zeigt eine sehr gute Deckung mit der zugehörigen Beratungskulisse und bestätigt, dass das Modul dort zur Anwendung kam, wo eine potentielle Gefährdung der Oberflächengewässer durch Erosion vorliegt. Es ist auch zu erkennen, dass in wenigen Gemarkungen eine Erosionsberatung stattgefunden hat, in denen keine entsprechende Kulisse vorgegeben ist. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, bei vorliegender Erosionsgefährdung und bisher nicht bekannter Gewässeranbindung von der Kulisse abzuweichen. In den Gemarkungen in denen eine Erosionsschutzberatung stattgefunden hat, obwohl diese keine Flächen der zugehörigen Beratungskulisse aufweisen, ist von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht worden. Es sind jedoch auch Gemarkungen zu erkennen, in denen bisher keine Erosionsschutzberatung stattgefunden hat, obwohl hier entsprechende Flächen ausgewiesen sind. Solche Gemarkungen sind vielfach in Osthessen und in kleinerem Ausmaß im Westen nahe Limburg zu finden. Hier besteht noch Bedarf, Bewirtschaftende der betroffenen Flächen zum Erosionsschutz zu beraten.

Seit dem Jahr 2022 wird durch die Beratungsinstitutionen zusammen mit der Übermittlung der erstellten Nährstoffbilanzen eine Einschätzung abgegeben, wie die Akzeptanz der Beratung auf den einzelnen Betrieben wahrgenommen wird. Eine Übersicht ist in Abbildung 5 dargestellt.

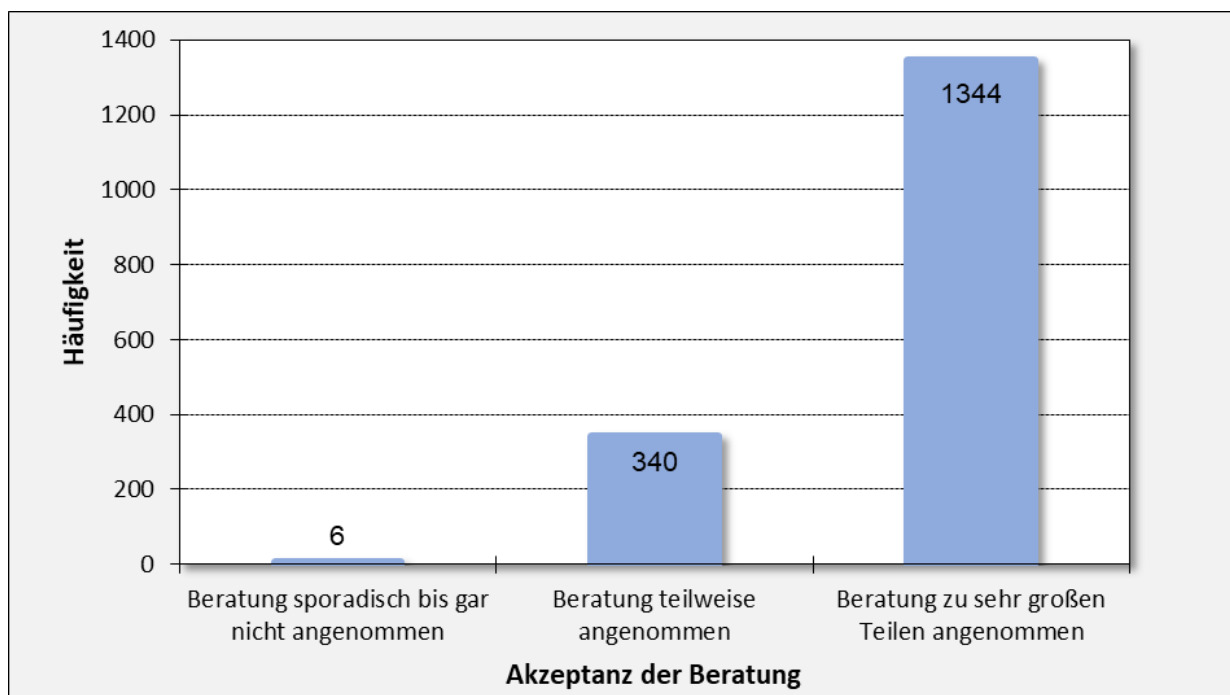


Abbildung 5: Akzeptanz der Beratung nach Einschätzung der Beratungsinstitutionen ab dem Jahr 2022.

Demnach wird überwiegend eine hohe Akzeptanz der Beratung berichtet, was zu einer guten Annahme und hohen Umsetzung der Beratungsinhalte führt. Der Abschätzung der Beratungsinstitutionen kann aus fachlicher Sicht gefolgt werden, da beispielsweise die Bilanzüberschüsse der teilnehmenden Betriebe seit Beratungsbeginn deutlich abgenommen haben (siehe folgende Kapitel).

3 Bewertung N_{\min} -Gehalte im Boden

Als N_{\min} wird der Gehalt an verfügbarem mineralischem Stickstoff (Nitrat, Ammonium) im Boden bezeichnet, welcher pflanzenverfügbar ist und höchst mobil mit der Bodenlösung ins Grundwasser ausgewaschen werden kann. Die Bodenprobe (in der Regel in drei Schichten der Wurzelzone 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm Tiefe) wird dazu im Labor analysiert. Je nach Zeitpunkt der Probenahme wird in Frühjahrs- N_{\min} , vegetationsbegleitenden bzw. Nachernte- N_{\min} sowie Herbst- N_{\min} unterschieden, die für unterschiedliche Fragestellungen herangezogen werden. Der Frühjahrs- N_{\min} wird bei der Ermittlung einer bedarfsgerechten Stickstoffdüngermenge berücksichtigt und vom Düngbedarf abgezogen. Mit dem vegetationsbegleitenden bzw. Nachernte- N_{\min} kann z. B. die Stickstoffaufnahme der angebauten Kultur abgeschätzt oder es können Hinweise für das Nacherntemanagement abgeleitet werden. Für den Grundwasserschutz ist der Herbst- N_{\min} von besonderer Bedeutung. Mit Beginn der Grundwasserneubildungsphase (Herbst/Winter) wird das leicht lösliche Nitrat mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone in das Grundwasser verlagert. Deshalb sollte die Nitratkonzentration im Sickerwasser den Schwellenwert, entsprechend der Grundwasserverordnung, von 50 mg/l unterschreiten. Aus dieser Vorgabe lassen sich je nach Bodenart und Sickerwassermenge eines Standortes maximal tolerierbare Herbst- N_{\min} -Werte ableiten.

Exemplarisch ergibt sich bei einer Sickerwasserrate von 200 mm/a und vereinfachten sonstigen Annahmen ein maximaler tolerierbarer Herbst- N_{\min} von ca. 23 kg N/ha, damit weniger als 50 mg Nitrat/l über das Sickerwasser ins Grundwasser verlagert werden kann.

Der Herbst- N_{\min} -Gehalt wird u. a. beeinflusst durch die langjährige Düngepraxis, den Anbau von Zwischenfrüchten, den Witterungsverlauf, die Bodenverhältnisse, die Mineralisationsleistung des Bodens und die Art der Bodenbearbeitung. Der Herbst- N_{\min} -Gehalt bildet somit die Wirkungen aller pflanzenbaulichen Maßnahmen, die auf der jeweiligen Fläche erfolgt sind, ab.

In die folgenden Auswertungen wurden insgesamt knapp 120.000 bzw. zwischen 4.000 und 5.000 N_{\min} -Werte pro Jahr und Jahreszeit berücksichtigt. Auf Basis dieser großen Datengrundlage sind die Bewertungen der N_{\min} -Gehalte als statistisch gesichert einzuordnen.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

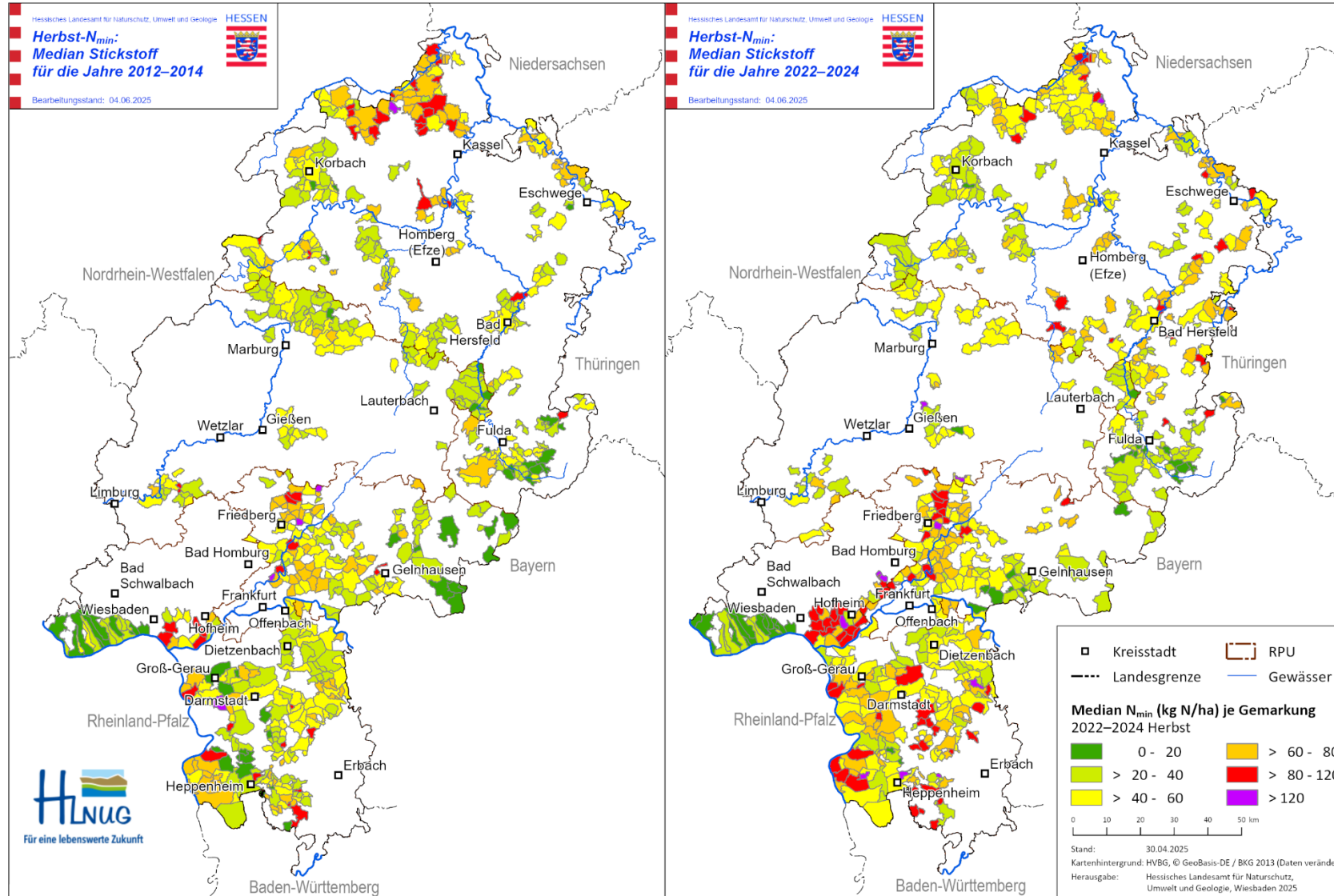


Abbildung 6: Vergleich der Herbst-N_{min}-Gehalte von 2012 bis 2014 sowie der Jahre 2022 bis 2024 auf Gemarkungsebene.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

In den beiden Karten der Abbildung 6 werden die mittleren Herbst- N_{\min} -Gehalte auf Gemarkungsebene der Jahre 2012 – 2014 sowie 2022 – 2024 dargestellt. Dies erlaubt einen Vergleich zwischen dem Beginn der Beratung und den letzten drei Beratungsjahren. Hierbei ist zwingend zu beachten, dass der N_{\min} -Wert nicht ausschließlich durch die Bewirtschaftung, sondern auch durch Witterungsbedingungen beeinflusst wird. Die hier nicht in den Karten dargestellten Jahre 2018 – 2021 waren extrem trocken, während die Jahre zu Beratungsbeginn und im letzten dargestellten Zeitraum 2022 – 2024 eher normale Jahre hinsichtlich der Niederschläge und Niederschlagsverteilung waren bzw. sich im Dreijahreszeitraum ausgeglichen haben. Bei überproportional geringen Niederschlägen und extremen Trockenphasen sind die N_{\min} -Werte zwangsläufig höher. Dies liegt beispielsweise darin begründet, dass ohne entsprechende Bodenfeuchtigkeit wenig bis keine Nährstoffaufnahme für Pflanzen möglich ist und auch keine Stickstoffverlagerung über das Jahr stattfinden kann. Somit verbleiben die pflanzenverfügbaren Stickstoffmengen ungenutzt im Boden und werden bei der N_{\min} -Beprobung erfasst. Dies kann den Bewirtschaftungseffekt etwas verzerren, macht aber deutlich, dass sich die landwirtschaftliche Flächennutzung an diese immer häufiger auftretenden Trockenphasen anpassen muss. Zudem ist zu beachten, dass sich die Maßnahmenräume über den Beratungszeitraum entwickelt haben und einige Gemarkungen in die Kulisse hinzu- oder herausgenommen wurden.

Im aktuellen Zeitraum sind im Hessischen Ried meist hohe N_{\min} -Gehalte vorhanden (vgl. Abbildung 6, rechts). In der Wetterau sowie in einzelnen Gemarkungen in Nord- und Osthessen sind ebenfalls hohe Gehalte zu finden. Dennoch wurden in Nordhessen die verlagerbaren N-Mengen im Boden reduziert. Im Rheingau fallen die N_{\min} -Gehalte eher niedrig aus. Zu Beginn der Beratung lagen die N_{\min} -Gehalte vor allem im Norden (höhere Dichte von Viehhaltungsbetrieben), im hessischen Ried (intensive Gemüsebauregion) und in der Wetterau (intensive Ackerbauregion) über 60 kg N/ha. Bezogen auf ganz Hessen hat es eine Zunahme der N_{\min} -Gehalte gegeben, was sich aber regional unterscheiden kann. Eine Verbesserung konnte in Nord- und Osthessen erreicht werden.

Abbildung 7 zeigt die zeitliche Entwicklung der mittleren N_{\min} -Gehalte in Hessen auf. Die gewählte Boxplotdarstellung, in der die 5, 25, 50 [Median], 75 und 95 Perzentile dargestellt werden, ermöglicht zudem einen Eindruck über die Verteilungen der Werte. Diese repräsentieren die im Bodensickerwasser gelöste Stickstoffmenge (vornehmlich Nitrat). Es wird deutlich, dass die Herbst- N_{\min} -Gehalte den für hessische Verhältnisse hinsichtlich der Sickerwasserspender angestrebten Zielbereich (< 30 kg N/ha) weit überschreiten. Es kommt somit zu einem Austrag von mehr als 50 mg Nitrat/l mit dem Sickerwasser.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

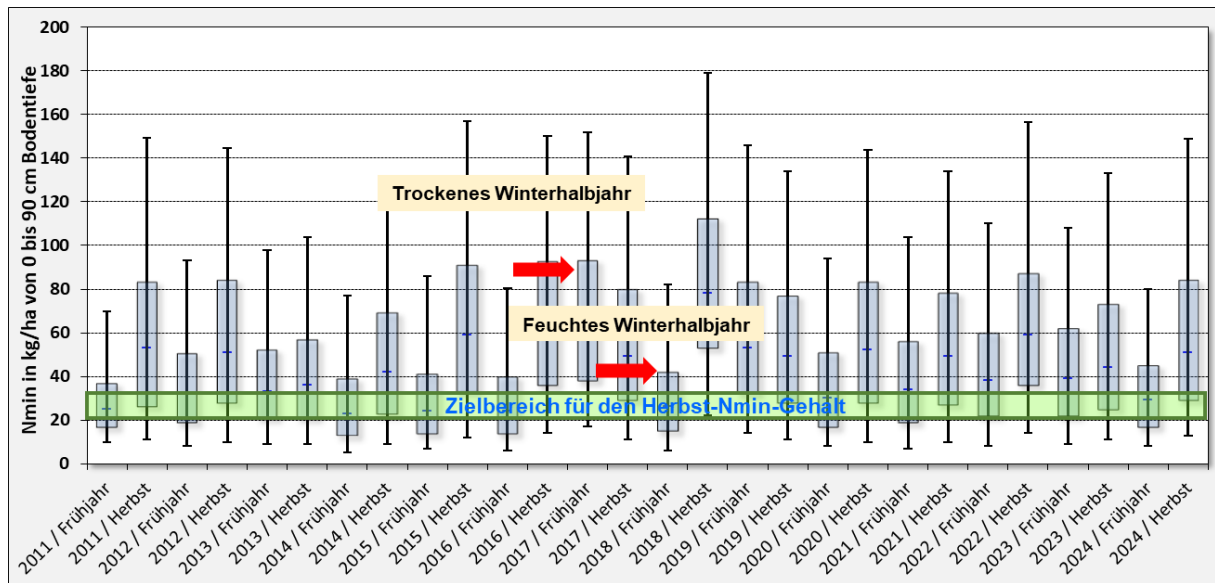


Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung der mittleren N_{\min} -Gehalte in Hessen über alle erfassten Kulturarten.

Die Stickstoff- bzw. Nitratverluste über das Winterhalbjahr sind durch die geringen N_{\min} -Gehalte in den darauffolgenden Frühjahren klar zu erkennen. Dies stellt allerdings eine Unterschätzung dar, da über die zunehmend milden Wintermonate weiterhin Stickstoff im Boden mineralisiert und ins Grundwasser verlagert werden kann. Einzige Ausnahme ist die Zeitspanne vom Herbst/Winter 2016 zum Frühjahr 2017, bei der es nur zu einer geringen Abnahme der N_{\min} -Gehalte in den Böden kam. Dies liegt darin begründet, dass durch die extrem geringen Niederschläge in den Wintermonaten weitestgehend keine Verlagerung von Nitrat stattgefunden hat. Die hohen N_{\min} -Gehalte im Winterhalbjahr von 2018 sind Folge der geringeren Stickstoffentzüge der angebauten Kulturen, bedingt durch die langanhaltende Trockenheit.

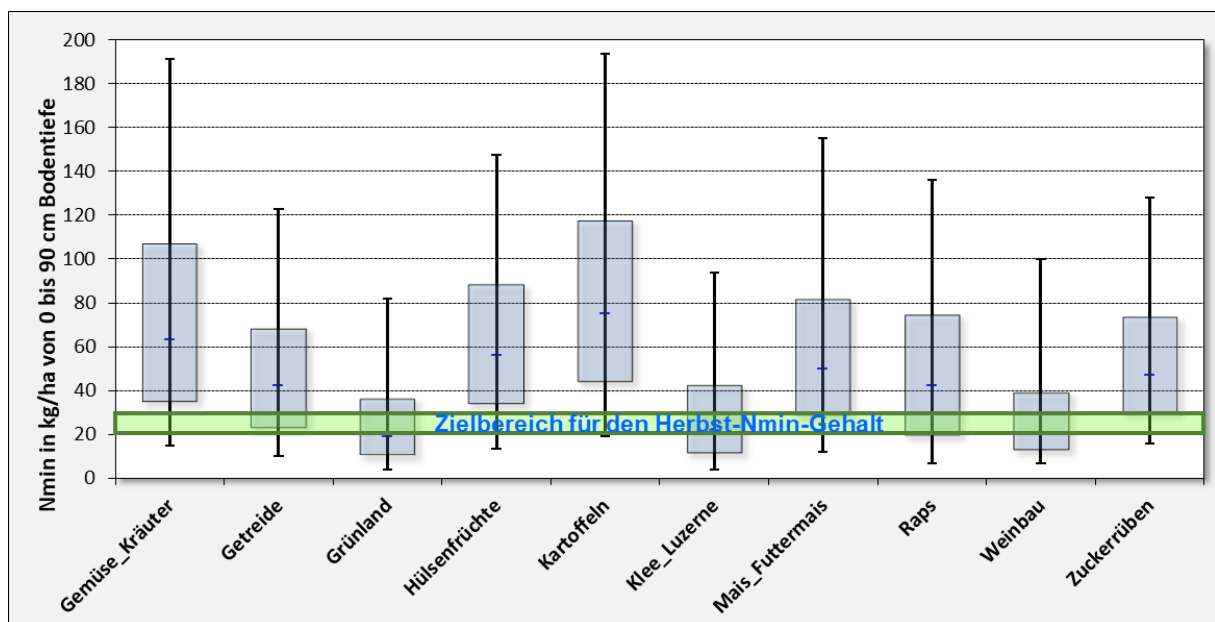


Abbildung 8: Boxplotdarstellung der kulturspezifischen N_{\min} -Werte über die Jahre 2009 bis 2024 in Hessen.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Einen Überblick der erfassten N_{\min} -Werte für die typischen Anbaukulturen in Hessen zeigt Abbildung 8. Es wird deutlich, dass es zwischen den Kulturarten große Unterschiede gibt und somit das Risiko einer hohen Nitratverlagerung stark variiert. Die Kulturen mit den höchsten N_{\min} -Werten sind in den einzelnen Maßnahmenräumen unterschiedlich. Im Hessischen Ried sind dies vermehrt Gemüsebaukulturen (siehe Abbildung 9 für den gesamten Beratungszeitraum), in anderen Regionen überwiegend Mais, Kartoffeln aber auch Winterweizen. Abbildung 8 zeigt, dass nur unter Klee/Luzerne, Grünland und Weinbau die Zielwerte erreicht werden. Beim Gemüse- und Kartoffelanbau wurden die höchsten N_{\min} -Werte festgestellt.

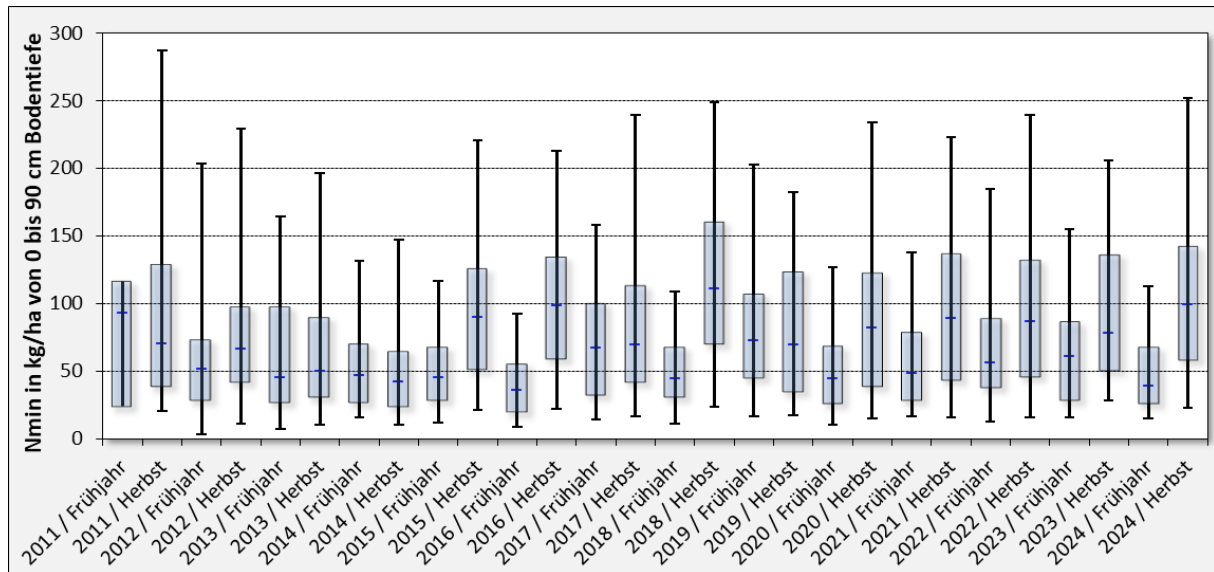


Abbildung 9: N_{\min} -Werte der Gemüsebaukulturen über die Jahre 2011 bis 2024 in Hessen.

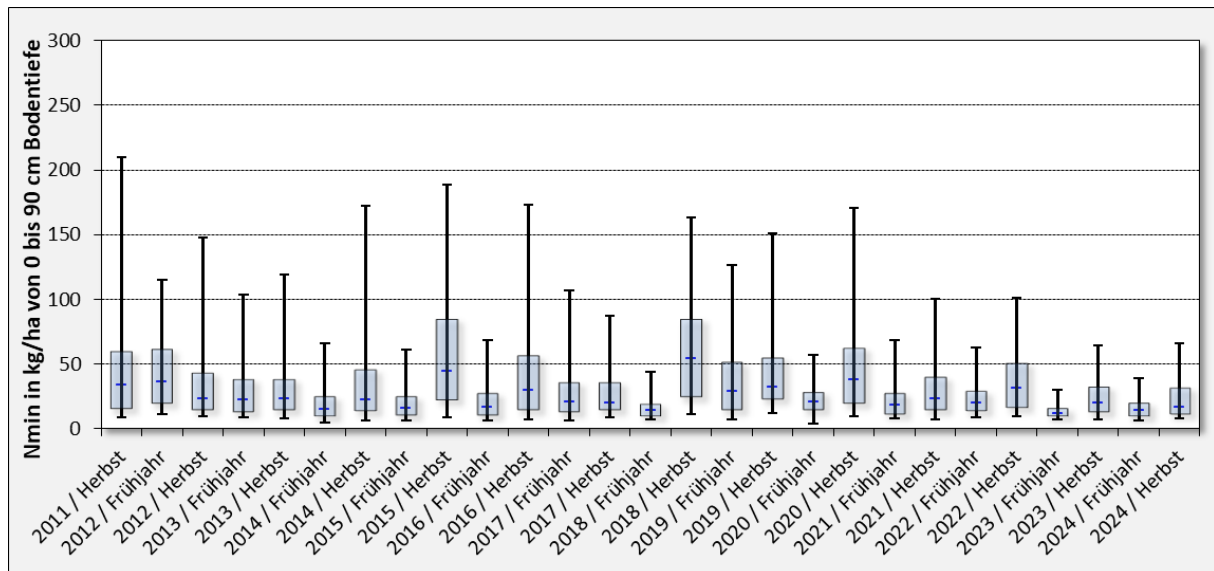


Abbildung 10: N_{\min} -Werte im Weinbau über die Jahre 2011 bis 2024 in Hessen.

In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die Zeitreihen der N_{\min} -Werte für Gemüse und Weinbau dargestellt. Im Gemüsebau liegen die Herbst- N_{\min} -Werte meist im Bereich 70-100 kg N/ha, während im Weinbau die Herbst- N_{\min} -Werte zurückgegangen sind (dies gilt vor allem für die Maximalwerte und die 95 %-Perzentile).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

In der WRRL-Beratung ist der Zwischenfruchtanbau ein wesentlicher Beratungsansatz, um die im Boden nach der Vegetationsphase vorhandenen Stickstoffmengen in der Biomasse des Aufwuchses zu binden. Dadurch kann über die winterliche Sickerwasserperiode weniger Nitrat ins Grundwasser verlagert werden. Auch werden die in der Zwischenfrucht gespeicherten N-Mengen bei der Düngebedarfsermittlung für die Folgekulturen berücksichtigt, so dass weniger Stickstoff in die Umwelt eingebracht werden muss.

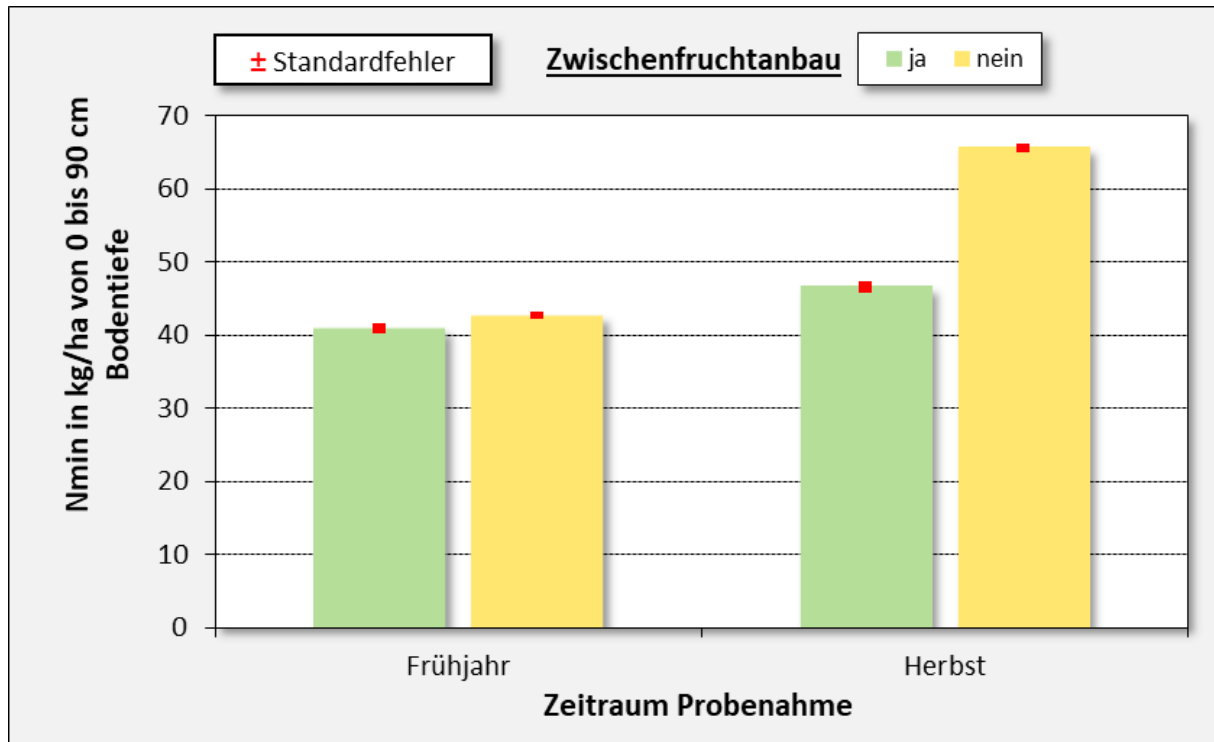


Abbildung 11: Vergleich der Frühjahrs-N_{min}-Werte und Herbst-N_{min}-Werte vor dem Hintergrund des Zwischenfruchtanbaus.

Abbildung 11 verdeutlicht, wie sich der Zwischenfruchtanbau auf die N_{min}-Werte auswirkt. Hierfür wurden etwa 98.000 Daten ohne Zwischenfruchtanbau und ca. 21.000 Daten mit Zwischenfruchtanbau über den Beratungszeitraum ausgewertet. Es bestätigt sich, dass erhebliche Mengen Stickstoff in der Biomasse gebunden werden und so nicht ausgewaschen werden können. Die in Hessen ausgewerteten Datensätze der WRRL-Beratung zeigen, dass die Herbst-N_{min}-Werte auf Flächen mit Zwischenfruchtanbau in den ersten 90 cm des Oberbodens um bis zu 19 kg N/ha niedriger sind als ohne Zwischenfruchtanbau. Bei einer Umrechnung in die Nitratkonzentration im Sickerwasser (Annahme von 200 mm/a) unterhalb der Wurzelzone kann somit eine Reduktion des potentiellen Nitrataustrages von etwa 42 mg/l erreicht werden. Das bedeutet, dass die gewässerschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung erheblich dazu beigetragen hat, dass durch den umgesetzten Zwischenfruchtanbau weniger Nitrat aus dem Boden der betroffenen Schläge ausgewaschen wurde.

Generell zeigt sich, dass durch die zunehmenden Trockenperioden die landwirtschaftliche Flächenbewirtschaftung vor große Herausforderungen gestellt wird. So müssen neue Konzepte der Fruchtfolgegestaltung und eine zielgerichtete Düngung entwickelt werden, um die N_{min}-Gehalte weiter zu reduzieren.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

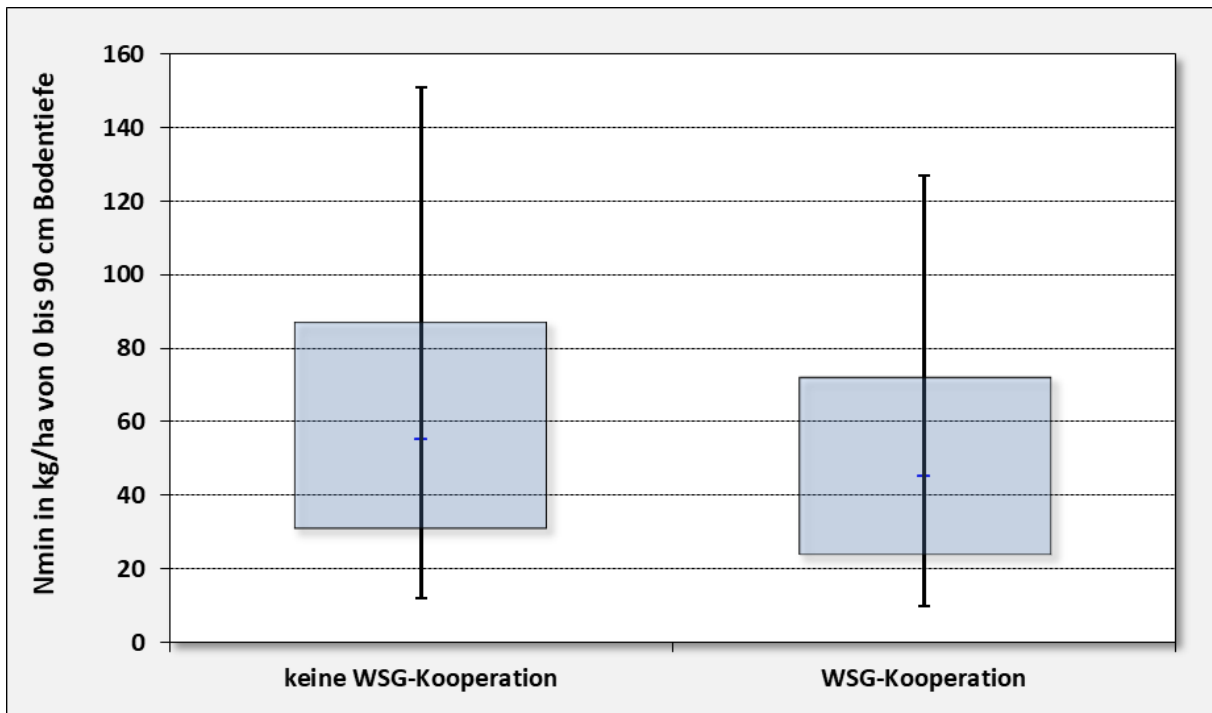


Abbildung 12: Vergleich der Herbst- N_{min} -Werte zwischen Flächen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebiets-Kooperationen.

Bei dem Vergleich der etwa 62.000 Herbst- N_{min} -Werte innerhalb und außerhalb von WSG-Kooperationen wird deutlich, dass die intensive Kooperationsberatung (n rund 16.000) in Verbindung mit den ordnungsrechtlich strengeren Bewirtschaftungsvorgaben dazu führt, dass der N_{min} -Wert um etwa 10 kg N/ha geringer ist (Abbildung 12).

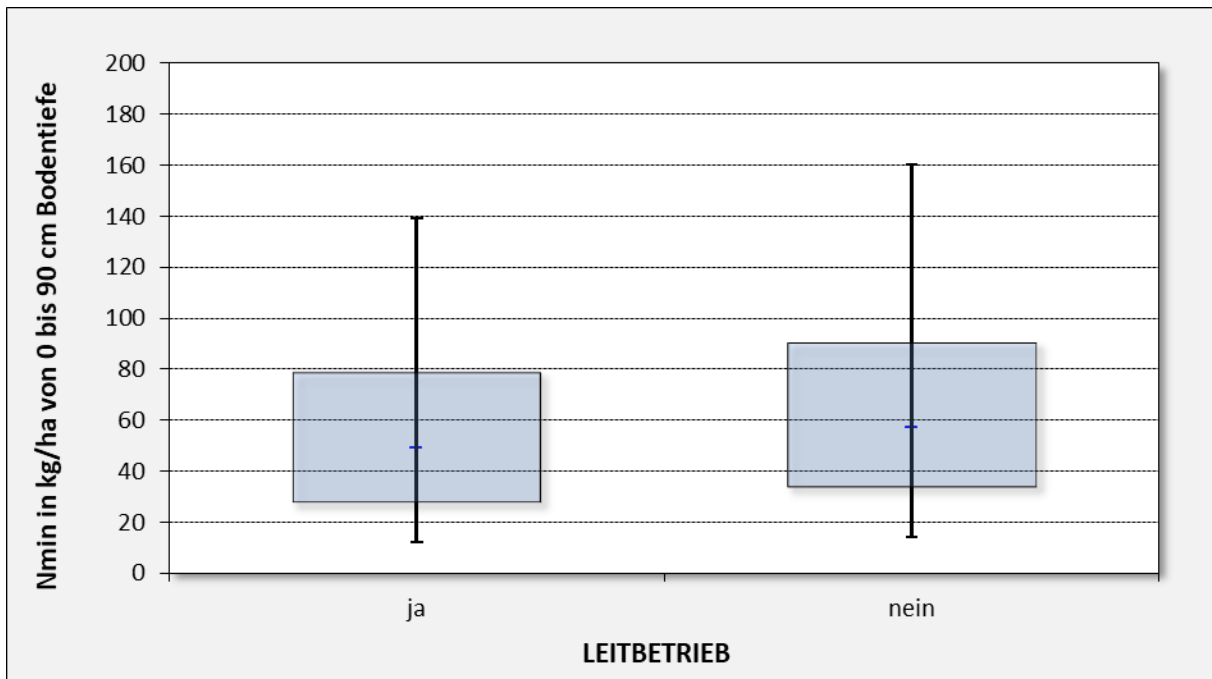


Abbildung 13: Vergleich der Herbst- N_{min} -Werte von Leitbetrieben und Nicht-Leitbetrieben.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Die mit der Vergabe der Beratung neu eingeführten Datensablonen ermöglichen weitergehende Auswertungen als dies bislang der Fall war. So sind beispielsweise die N_{\min} -Werte der Leitbetriebe mit 49 kg N/ha niedriger als die der Nicht-Leitbetriebe mit 57 kg N/ha in der Beratung (Abbildung 13). Eine intensive Beratung führt also auch zu Verbesserungen der N_{\min} -Gehalte im Boden.

Möglich wird auch eine Unterscheidung nach Gemarkungspriorisierung (Abbildung 14). Diese zeigt, dass in roten Gemarkungen die Herbst- N_{\min} -Werte höher sind als in den übrigen Gemarkungen.

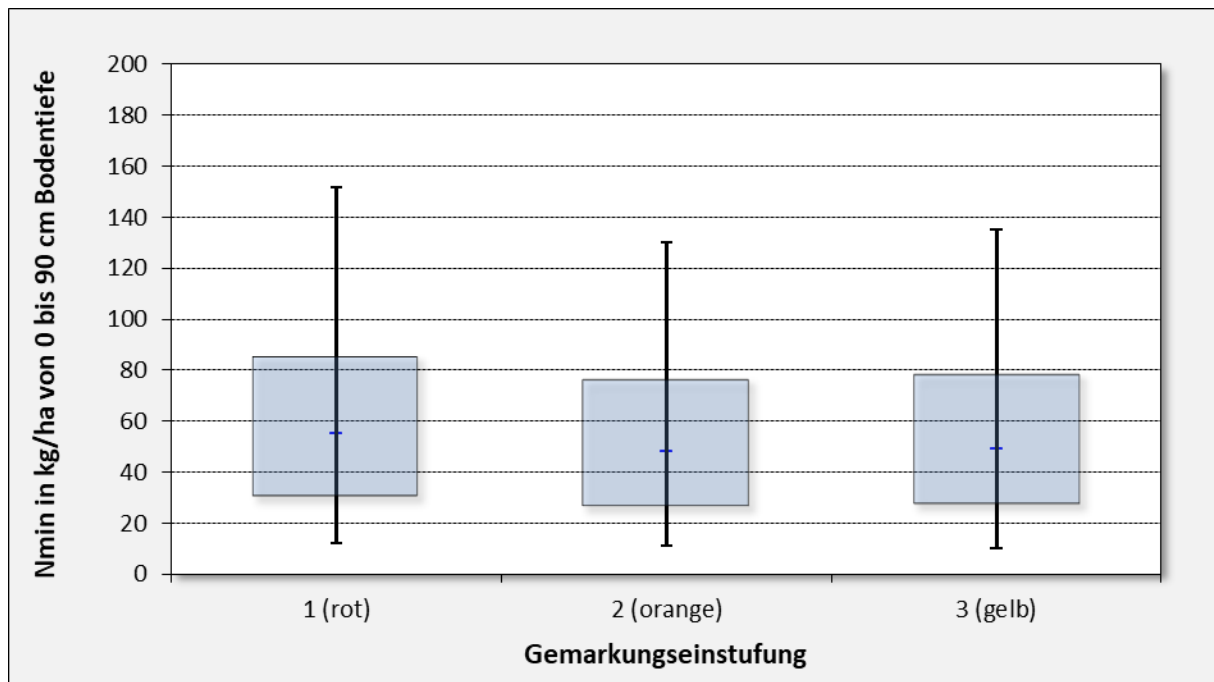


Abbildung 14: Vergleich der Herbst- N_{\min} -Werte nach den Gemarkungseinstufungen „sehr hohes Belastungspotential“ (rot) über „hohes Belastungspotential“ (orange) zu „mittleres Belastungspotential“ (gelb).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

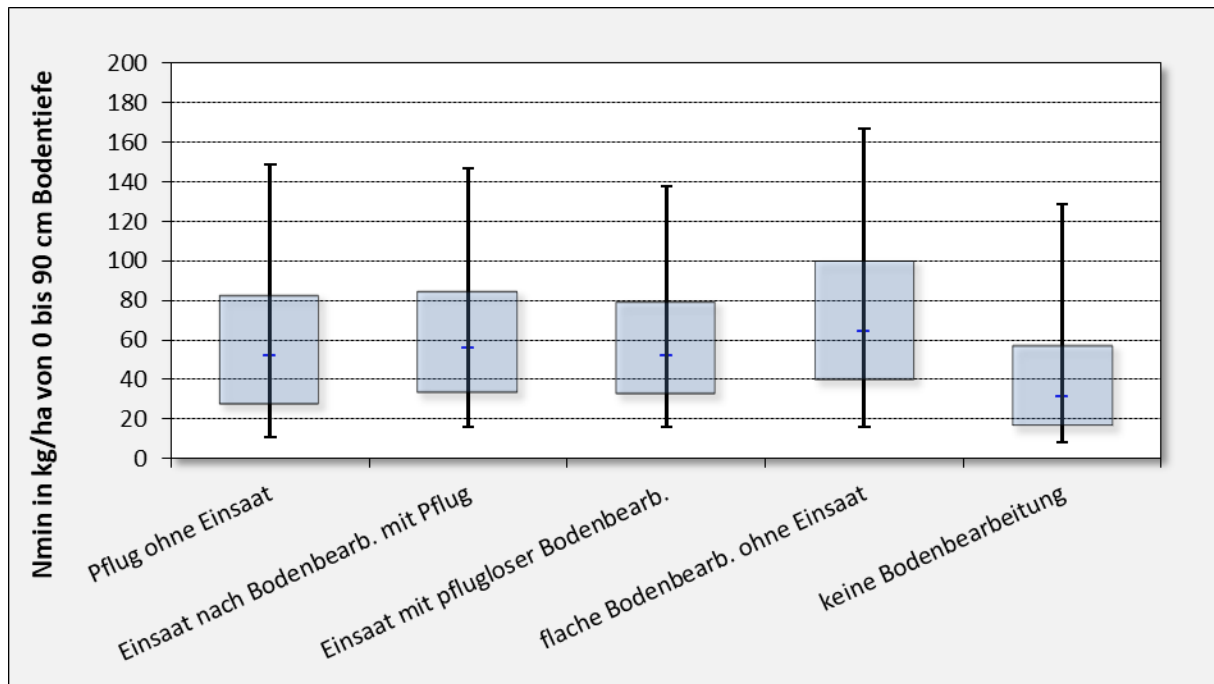


Abbildung 15: Vergleich der Herbst- N_{\min} -Werte nach Bodenbearbeitung.

In Abbildung 15 sind die Herbst- N_{\min} -Werte nach Art der Bodenbearbeitung vor der Probenahme dargestellt. Die Mediane unterscheiden sich wenig. Nur die Flächen ohne Bodenbearbeitung weisen um ca. 20 kg N/ha niedrigere Werte auf. Dies zeigt, dass vor allem bei späträumenden Kulturen, bei denen eine Folgekultur nicht mehr genug Stickstoff aufnehmen kann, eine Bodenruhe eingehalten werden sollte.

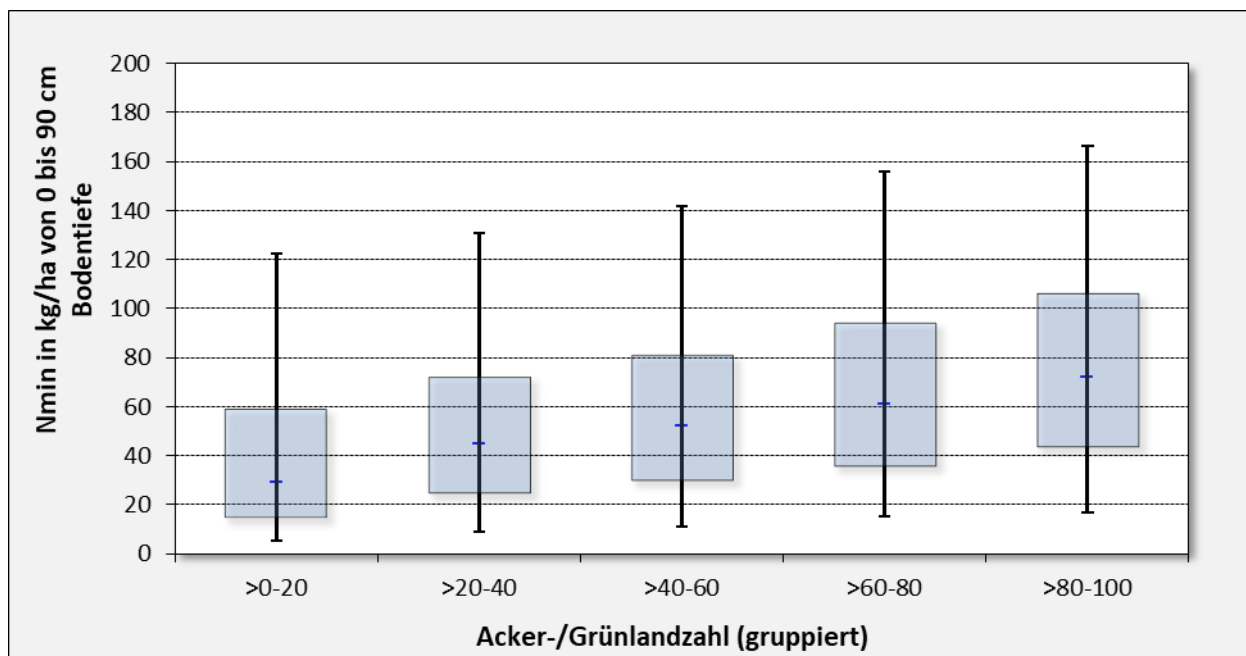


Abbildung 16: Vergleich der Herbst- N_{\min} -Werte nach Acker-/Grünlandzahl.

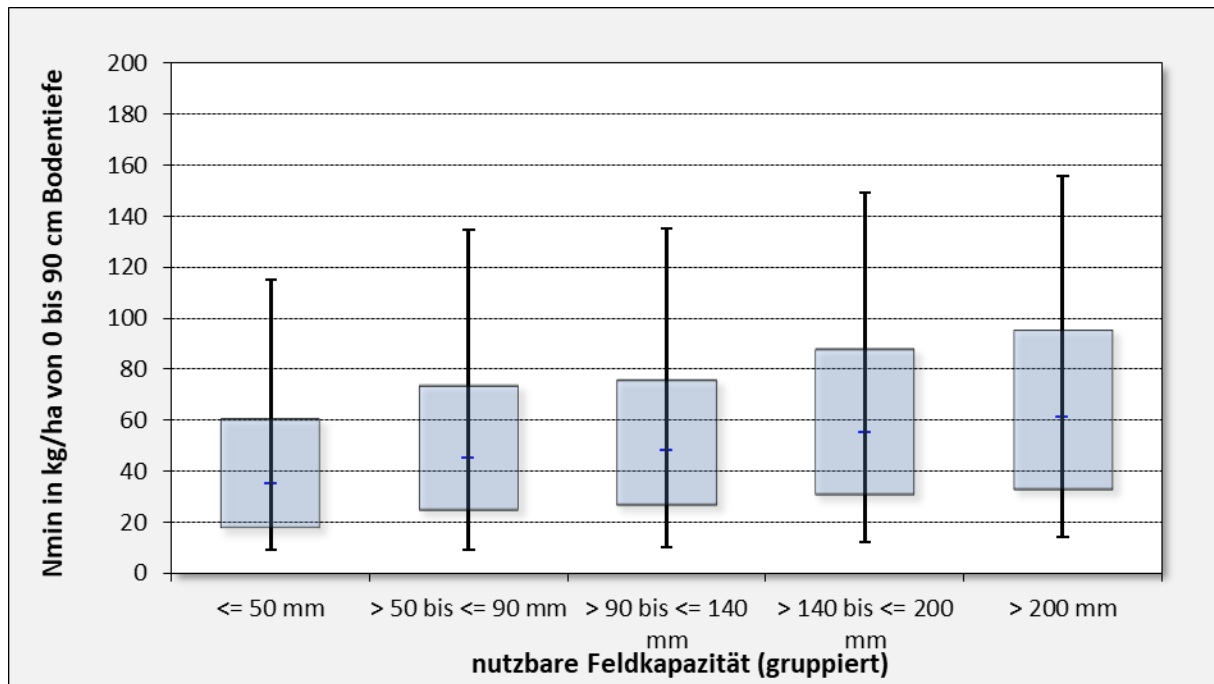


Abbildung 17: Vergleich der Herbst-N_{min}-Werte nach nutzbarer Feldkapazität.

In Abbildung 16 und Abbildung 17 sind die Herbst-N_{min}-Werte nach Acker-/Grünlandzahl und nach nutzbarer Feldkapazität dargestellt. Die Acker-/Grünlandzahl (AGZ) ist ein Maß für die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit eines Bodens. Die nutzbare Feldkapazität (nFK) beschreibt den Anteil des Bodenwassers der gegen die Schwerkraft im Boden gehalten und von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen werden kann. Erwartungsgemäß sind die N_{min}-Werte mit steigender Acker-/Grünlandzahl (29 – 72 kg N/ha) bzw. nutzbarer Feldkapazität (35 – 61 kg N/ha) höher. Dies liegt an den niedrigen Sand- bzw. hohen Tongehalten, die mit niedrigen AGZ und nFK-Werten bzw. hohen AGZ und nFK-Werten einhergehen. Die Auswertung nach Bodenart zeigt ähnliche Ergebnisse, die das Gesamtbild bestätigen (ohne Darstellung). Auch hier treten die niedrigsten N_{min}-Werte bei Sandböden auf (niedriges Nachlieferungsvermögen, hohe Nitrataustragsgefahr). Mit steigendem Tongehalt steigt auch der Median des Herbst-N_{min}-Wertes. Die höchsten N_{min}-Werte gibt es bei Moorböden, wobei hier nur eine geringe Anzahl bewertbarer Daten vorlagen.

4 Bewertung P-Gehalte im Boden

Phosphoreinträge in Oberflächengewässer stammen in Hessen zu etwa 21 % aus erosiven Bodenabträgen durch Wasser von landwirtschaftlichen Flächen. Dabei wird der Phosphor mit mobilisierten Bodenpartikeln in die Oberflächengewässer eingetragen und kann dort zu einer Eutrophierung des Gewässers und einer Beeinträchtigung des ökologischen Zustands führen.

Die Erosionsgefährdung der Flächen ist bedingt durch die Hangneigung, Hanglänge, Bodenbedeckung, Bodenerodierbarkeit, vorhandener Erosionsschutzmaßnahmen und der regionalen Erosivität der Niederschläge. Für die potentielle Gefahr eines Phosphor-Eintrags über Erosion ist neben der Erosionsgefährdung auch der Phosphor-Gehalt im erodierten Boden entscheidend. Neben einer Erosionsschutzberatung erfolgt im Rahmen der gewässerschutzorientierten landwirtschaftlichen Beratung daher eine Beratung zur Phosphorversorgung der bewirtschafteten Flächen. Der Gehalt des pflanzenverfügbaren P-Gehalts im Boden wird im Rahmen der WRRL-Beratung seit dem Jahr 2021 durch Bodenanalyse erfasst und als Beratungsgrundlage herangezogen.

Eine Begrenzung der Phosphordüngung auf das notwendige Maß zur Erreichung des Optimalertrags ist erforderlich, um die potentielle Umweltwirksamkeit durch überschüssigen Phosphor zu minimieren. Dabei ist der bereits im Boden vorhandene pflanzenverfügbare Phosphor-Gehalt zu berücksichtigen. Die Beziehung zwischen P-Düngebedarf und P-Gehalt im Boden wird dabei durch weitere Boden-, Pflanzen- und Witterungsfaktoren beeinflusst, weshalb ein allgemeingültiger Wert eines anzustrebenden P-Gehalts nicht existiert. Stattdessen werden die P-Bodengehalte in fünf Klassen mit einer ausreichenden Spannbreite eingeteilt, die diesem Umstand Rechnung tragen. Über die Einteilung des P-Bodengehalts in diese P-Gehaltsklassen kann eine entsprechende Düngeempfehlung abgeleitet werden (Tabelle 3).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Tabelle 3: Definition der Gehaltssklassen für pflanzenverfügbaren Phosphor im Boden².

Gehaltsklasse	Definition
A	P-Gehalt im Boden: sehr niedrig P-Düngeempfehlung: stark erhöht im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags Düngewirkung auf Boden: steigt deutlich an
B	P-Gehalt im Boden: Niedrig P-Düngeempfehlung: erhöht im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags Düngewirkung auf Boden: steigt an
C	P-Gehalt im Boden: Optimal P-Düngeempfehlung: nach Abfuhr Düngewirkung auf Ertrag: Erreichen des Optimalertrags Düngewirkung auf Boden: bleibt erhalten
D	P-Gehalt im Boden: hoch P-Düngeempfehlung: vermindert im Vergleich zu GK C Düngewirkung auf Ertrag: Sicherung des Optimalertrags Düngewirkung auf Boden: nimmt langsam ab
E	P-Gehalt im Boden: sehr hoch P-Düngeempfehlung: keine Düngewirkung auf Ertrag: keine Düngewirkung auf Boden: nimmt ab

Die aktuell in Hessen vom zuständigen Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) vorgegebene Einteilung der Gehaltssklassen als Grundlage für die Düngeempfehlung weicht von der aktuellen Empfehlung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA 2018) ab. Die Empfehlung der VDLUFA von 2018 stellt eine Modifizierung der bisherigen Empfehlung dar. Sie beruht auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen aus langjährigen P-Düngungsversuchen sowie auf aus der Literatur vorliegenden Erkenntnissen. Diese bestätigen, dass eine Absenkung der Richtwerte möglich ist. Demnach ist zur Erreichung des Optimalertrages ein geringerer P-Gehalt im Boden notwendig und der Düngebedarf damit in der Regel niedriger. Eine Düngeempfehlung auf Grundlage dieser Richtwerte ermöglicht somit eine höhere Wirksamkeit hinsichtlich des Gewässerschutzes.

Vor diesem Hintergrund sowie der grundsätzlich zunehmenden Bedeutung von Ressourcen- und Umweltschonung werden in der WRRL-Beratung die aktuell vom VDLUFA (2018) empfohlenen Richtwerte für die Düngeempfehlungen als Beratungsgrundlage herangezogen.

Die Angabe der Analyseergebnisse im Rahmen der WRRL-Beratung erfolgt in mg P₂O₅/100 g Boden. Eine Einteilung in die P-Gehaltssklassen erfolgt anhand folgender Klassengrenzen nach Empfehlung der VDLUFA. Zum Vergleich ist zusätzlich die aktuell in Hessen gültige Klasseneinteilung dargestellt (Tabelle 4).

² VDLUFA (2018): Neue Empfehlung des VDLUFA für die P-Düngung, Mitteilungen 02/2018

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Tabelle 4: Richtwerte der Gehaltsklassen A bis E für Acker- und Grünlandstandorte nach Empfehlung der VDLUFA 2018 im Vergleich zu den aktuellen hessischen Richtwerten.

Gehaltsklasse	Empfohlene Klasseneinteilung nach VDLUFA 2018 in mg P ₂ O ₅ /100 g Boden	Aktuelle Klasseneinteilung Hessen in mg P ₂ O ₅ /100 g Boden
A	< 3,4	0 – 4
B	3,4 – 6,9	5 – 7
C	7,0 – 13,8	8 – 18
D	13,9 – 27,5	19 – 27
E	> 27,5	>= 28

Im Rahmen der WRRL-Beratung wurden in den Jahren 2021 bis 2024 insgesamt 3.344 P-Bodengehalte innerhalb der Beratungskulisse analysiert. Die Ergebnisse aller beprobten Flächen wurden nach den Klassengrenzen der VDLUFA-Empfehlung in die oben genannten P-Gehaltsklassen eingeteilt (Abbildung 18).

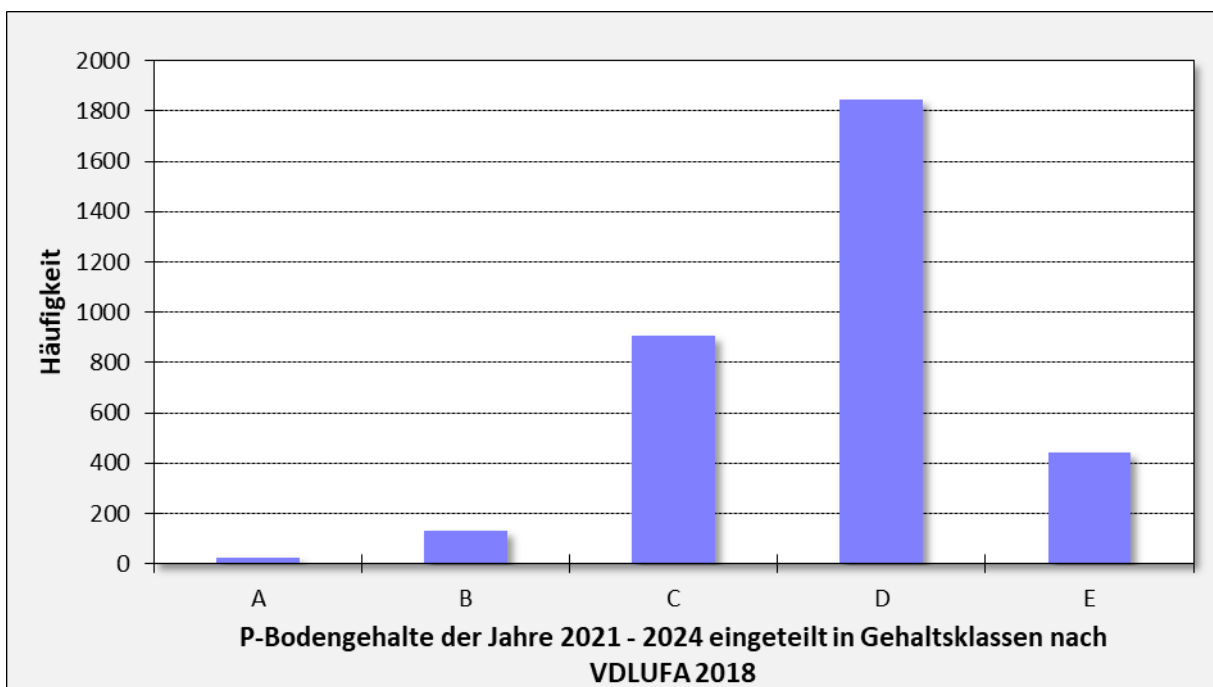


Abbildung 18: Häufigkeitsverteilung der P-Bodengehalte aus den Jahren 2021 – 2024 eingeteilt in die P-Gehaltsklassen nach aktueller Empfehlung der VDLUFA aus 2018.

Der größte Anteil von 55 % mit 1.844 analysierten Bodenproben liegt in der Gehaltsklasse D. Dies stellt eine erhöhte Versorgung der Böden mit pflanzenverfügbarem Phosphor dar. In der anzustrebenden Gehaltsklasse C befinden sich 27,1 % der analysierten Bodenproben (905). 13 % der Proben liegen in der Gehaltsklasse E, die eine stark erhöhte P-Versorgung der Böden anzeigt.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Im Mittel liegt der P-Bodengehalt bei 18,6 mg P₂O₅/100 g Boden (Gehaltsklasse D nach VDLUFA 2018). Zur Erreichung der Gehaltsklasse C stellt das einen mittleren Überschuss von 4,8 mg P₂O₅/100 g Boden dar. Bei einer Mächtigkeit von 30 cm und unter der Annahme eines durchschnittlichen Gewichts des Bodens von 1.500 kg/m³ entspricht dies einem P-Überschuss von etwa 216 kg P₂O₅/ha.

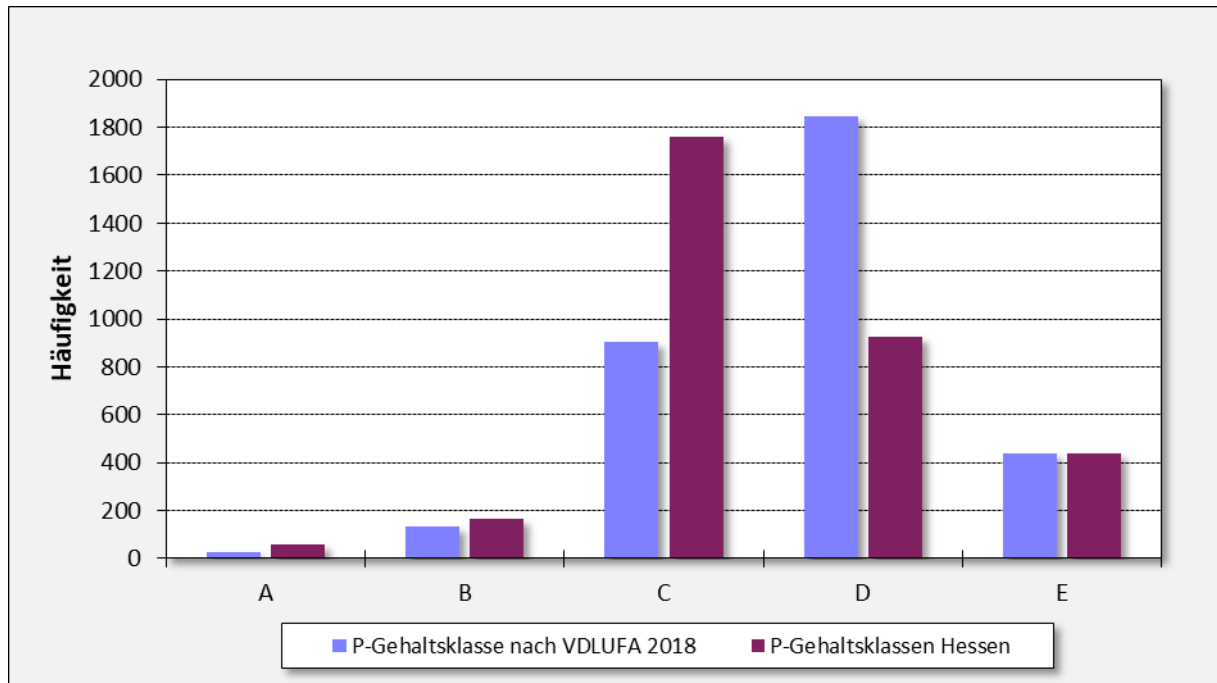


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der P-Bodengehalte aus den Jahren 2021 – 2024 eingeteilt in die P-Gehaltsklassen nach aktueller Empfehlung der VDLUFA (2018) sowie im Vergleich nach der aktuell in Hessen gültigen Klasseneinteilung.

Nach Einteilung der Analyseergebnisse in die P-Gehaltsklassen anhand der hessischen Klassengrenzen liegen etwa 53 % der untersuchten Flächen in der anzustrebenden Gehaltsklasse C und nur etwa 28 % in der Gehaltsklasse D. Auf etwa 26 % der Flächen wäre somit nach hessischen Richtwerten eine Erhaltungsdüngung empfohlen, auf denen nach aktuellen Erkenntnissen der VDLUFA bereits eine Überversorgung mit pflanzenverfügbarem Phosphor vorliegt.

Für eine Betrachtung von regionalen Unterschieden der P-Gehalte im Boden ist eine Auswertung der erhobenen Werte auf Gemeindeebene erfolgt. Dafür wurden nur die Gemeinden herangezogen für welche mindestens 3 Bodenanalysen vorlagen. In Abbildung 20 ist die Einteilung in die P-Gehaltsklassen nach VDLUFA dargestellt.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

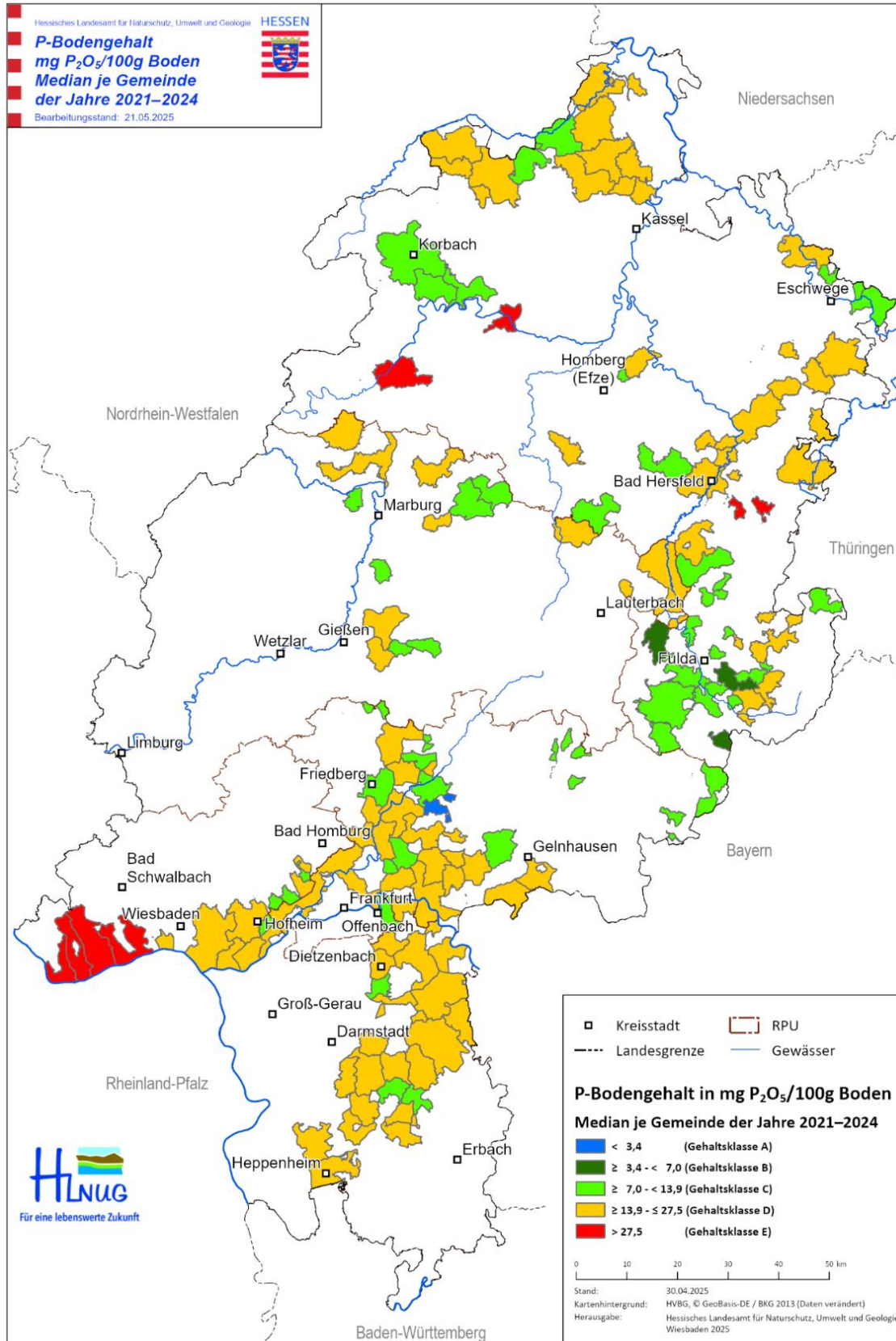


Abbildung 20: Regionale Verteilung der P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024, dargestellt sind die Mediane der P₂O₅-Bodengehalte eingeteilt in die P-Gehaltsklassen nach Empfehlung des VDLUFA auf Gemeindeebene (Gemeinden mit weniger als 3 Bodenanalysen sind nicht dargestellt).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Das Bild der regionalen Verteilung der P-Bodengehalte verdeutlicht, dass insgesamt in Hessen noch zu hohe P-Bodengehalte vorliegen. Insbesondere im Rheingau sind die P-Bodengehalte flächendeckend stark erhöht. Hier handelt es sich überwiegend um Flächen von Weinbaubetrieben, die zu Beginn der Beratung besonders hohe P-Bilanzüberschüsse aufwiesen (vgl. Kapitel 5.3). Ebenfalls sind in Nordhessen (höhere Dichte von Viehhaltungsbetrieben) vereinzelt Gemeinden mit stark erhöhten P-Bodengehalten zu finden. Im Bereich des hessischen Rieds (intensive Gemüsebauregion) liegen die Mediane der Gemeinden überwiegenden in der Gehaltsklasse D und zeigen ebenfalls eine höhere P-Versorgung der Böden. Etwas niedriger sind die Werte in Osthessen rund um Fulda, hier liegen die Mediane der meisten Gemeinden in der anzustrebenden Gehaltsklasse C oder sogar darunter in der Gehaltsklasse B.

Eine Betrachtung der P-Bodengehalte differenziert nach den Kulturartengruppen zeigt, dass vereinzelt Unterschiede zwischen den Kulturartengruppen bestehen.

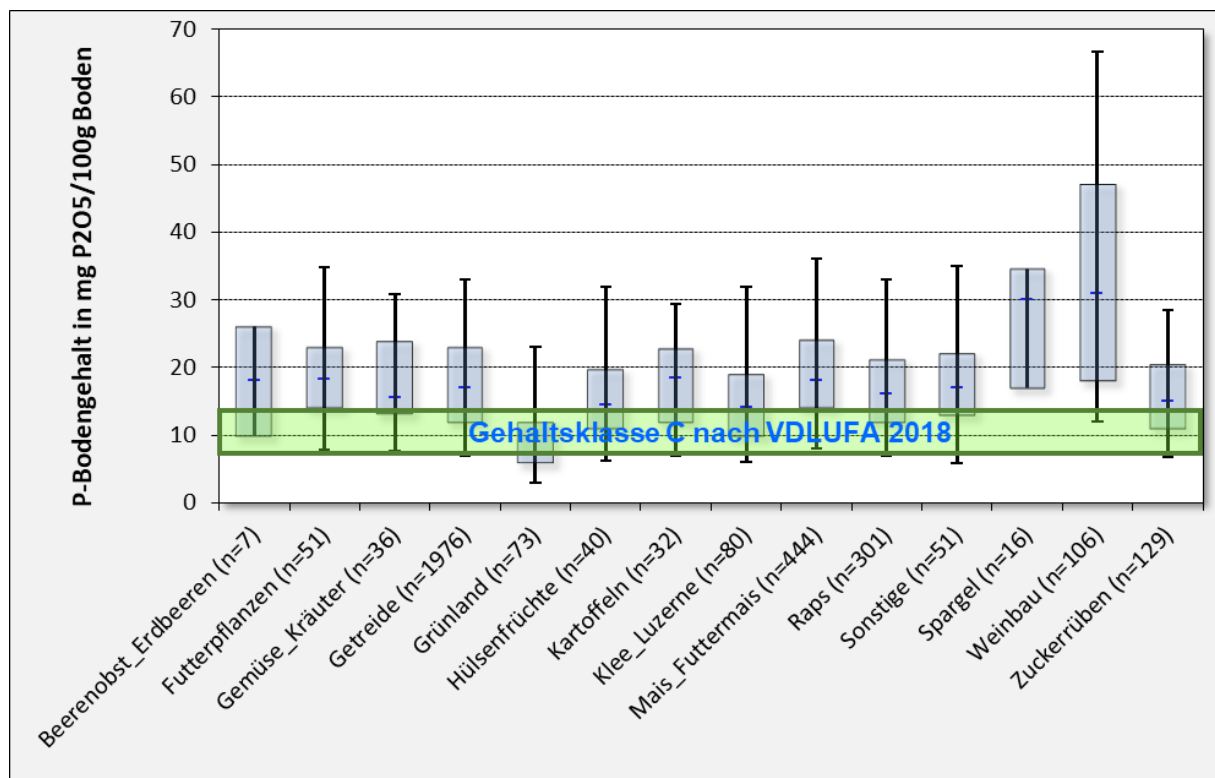


Abbildung 21: P-Bodengehalte in mg P₂O₅/100 g Boden der Jahre 2021 – 2024 differenziert nach Kulturgruppen.

Unter allen Kulturgruppen außer Grünland liegen die P-Bodengehalte im Median oberhalb der anzustrebenden Gehaltsklasse C. Besonders hohe P-Gehalte sind im Wein- und Spargelanbau aber auch unter Futterpflanzen, Gemüse und Kräuter, Getreide, Kartoffeln, Mais und Raps zu finden (Abbildung 21).

Der Gehalt von pflanzenverfügbarem Phosphor ist in der Regel auch abhängig von Bodeneigenschaften. Die erhobenen P-Bodengehalte sind daher differenziert nach der für die untersuchte Fläche beschriebenen nutzbaren Feldkapazität (nFK) betrachtet worden (Abbildung 22).

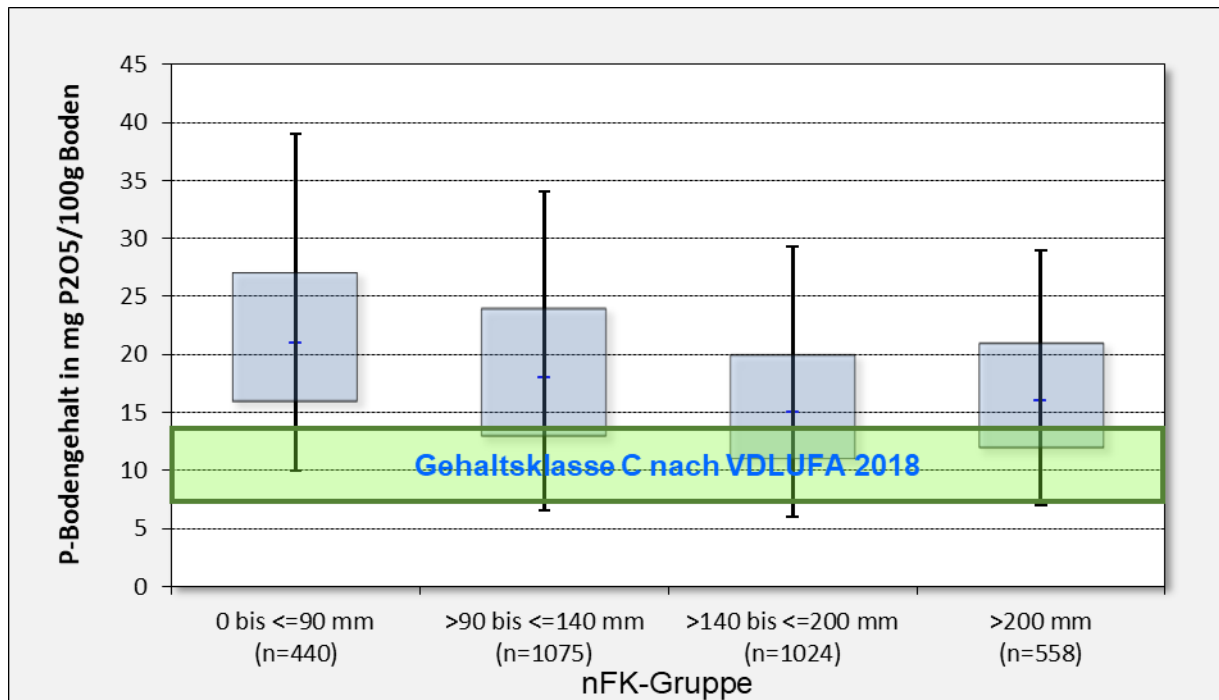


Abbildung 22: P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024 differenziert nach der Höhe der nutzbaren Feldkapazität (nFK) eingeteilt in vier Gruppen nach dem Wertebereich der nFK.

Anhand der vorliegenden Daten ist ein Zusammenhang zwischen dem pflanzenverfügbaren P-Bodengehalt und der Höhe der nutzbaren Feldkapazität (nFK) zu erkennen. So nimmt der pflanzenverfügbare P-Gehalt mit zunehmender Höhe der nFK ab. Niedrige nFK-Werte sind in der Regel bei sandigen Böden zu erwarten, während hohe nFK-Werte bei tonigen Böden vorliegen. Der beobachtete Zusammenhang zu den P-Bodengehalten wird bestätigt durch einen Blick auf die für die Standorte angegebenen Bodenarten. So weisen im vorliegenden Datensatz sandige Standorte die höchsten P-Bodengehalte auf, während auf tonigen Standorten die niedrigsten pflanzenverfügbaren P-Gehalte festgestellt werden konnten. Auch Pecoroni und Friedrich³ konnten hohe pflanzenverfügbare P-Bodengehalte bei Sand und niedrige Gehalte auf tonigen Standorten in Hessen feststellen. Sie führten dies auf die vorliegenden pH-Werte zurück, die darauf hindeuteten, dass auf lehmigen und tonigen Standorten das Phosphat als Ca-Phosphat gebunden vorliegt und somit weniger pflanzenverfügbar als auf sandigen Standorten ist. Im Rahmen der WRRL-Beratung werden jedoch bisher keine pH-Werte erhoben, die diese Erklärung bestätigen könnten.

Eine Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der vorliegenden P-Bodengehalte zur Darstellung des Beratungserfolgs ist aufgrund der erst kurzen Aufnahme dieser Größe in die Beratungsberichte (3 Jahre) und der langsamen Reaktionszeit des P-Gehalts im Boden auf Änderungen in der Bewirtschaftung nicht sinnvoll. Stattdessen sind in Abbildung 23 die P-Bodengehalte der Flächen von Leitbetrieben im Vergleich zu denen von Nicht-Leitbetrieben dargestellt (Abbildung 23).

³ Pecoroni und Friedrich (2013): Phosphat- und Phosphorgehalte in hessischen Oberböden – Grundlagen zur Abschätzung des P-Austrags durch Bodenerosion, Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der DBG

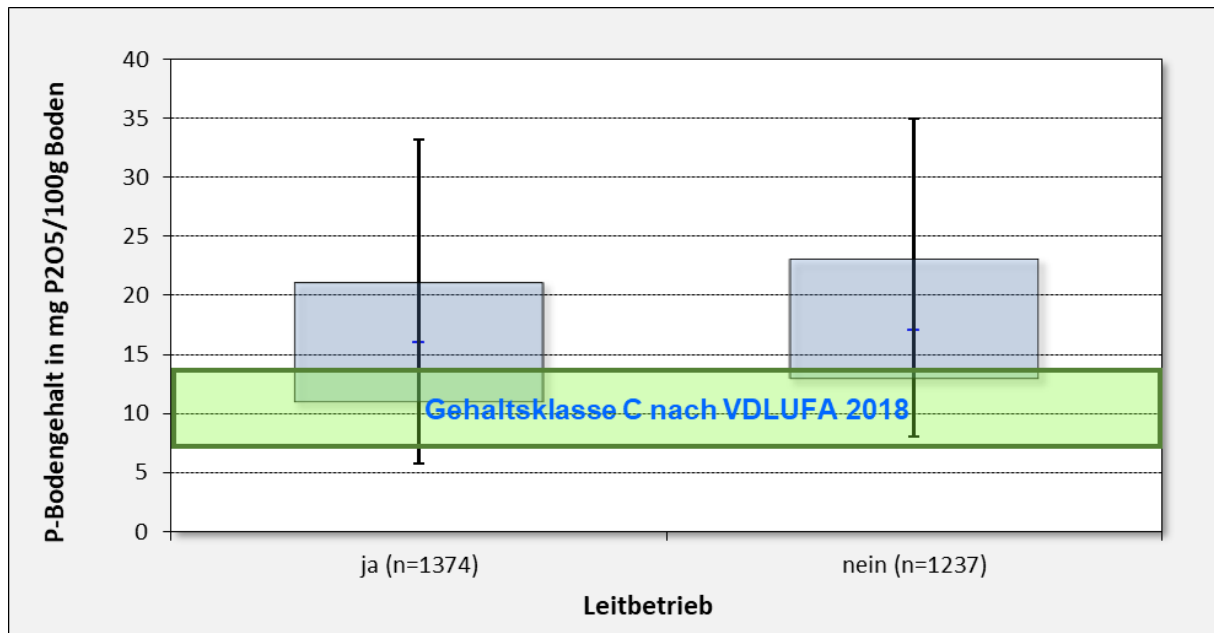


Abbildung 23: P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024 differenziert nach Leitbetrieben und Nicht-Leitbetrieben.

Die Flächen der Leitbetriebe, welche eine intensivere und in der Regel bereits längere Beratung erhalten, weisen dabei tendenziell niedrigere P-Gehalte auf als die Flächen der Nicht-Leitbetriebe. So haben von intensiv beratenen Leitbetrieben bereits mehr Flächen die anzustrebenden Gehaltsklasse C als von weniger intensiv beratenen Betrieben erreicht. In Abhängigkeit von der Beratungsintensität zeichnet sich nach gut 10 Jahren, trotz der langsamen Reaktionszeit des Phosphorgehaltes im Boden, ein Unterschied in den P-Bodengehalten ab. Dies bestätigt den Erfolg der Beratungstätigkeit hinsichtlich einer gewässerschonenden Phosphordüngung.

Eine Betrachtung der P-Bodengehalte differenziert nach den jeweils auf den Flächen wirtschaftenden Betriebstypen zeigt, dass die Mediane der P-Bodengehalte über alle Betriebstypen zu hoch sind (Abbildung 24).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

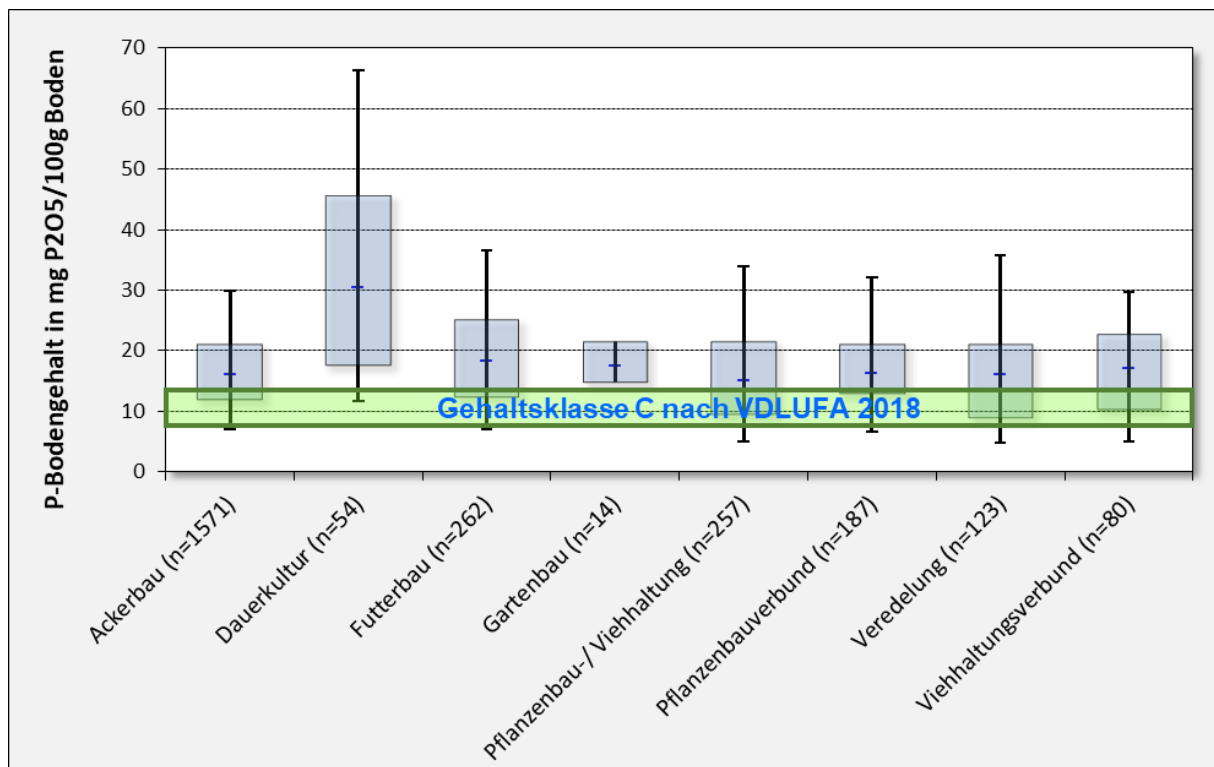


Abbildung 24: P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024 differenziert nach den bewirtschaftenden Betriebstypen.

Zwischen den Betriebstypen sind außer für Dauerkulturbetriebe keine nennenswerten Unterschiede festzustellen. Bei Dauerkulturbetrieben sind die P-Bodengehalte jedoch erheblich höher als bei den anderen Betriebstypen. Bei den Flächen der Dauerkulturbetriebe handelt es sich zu fast 90 % um Flächen des Weinbaus.

Weiter sind die P-Bodengehalte in Zusammenhang mit Faktoren der Flächenbewirtschaftung betrachtet worden. Dazu ist der P-Bodengehalt einerseits in Zusammenhang mit der Art der vorangegangenen Bodenbearbeitung und andererseits in Verbindung mit dem Anbau einer Zwischenfrucht im Vergleich zur Bewirtschaftung ohne Zwischenfrucht betrachtet worden (Abbildung 25 und Abbildung 26).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

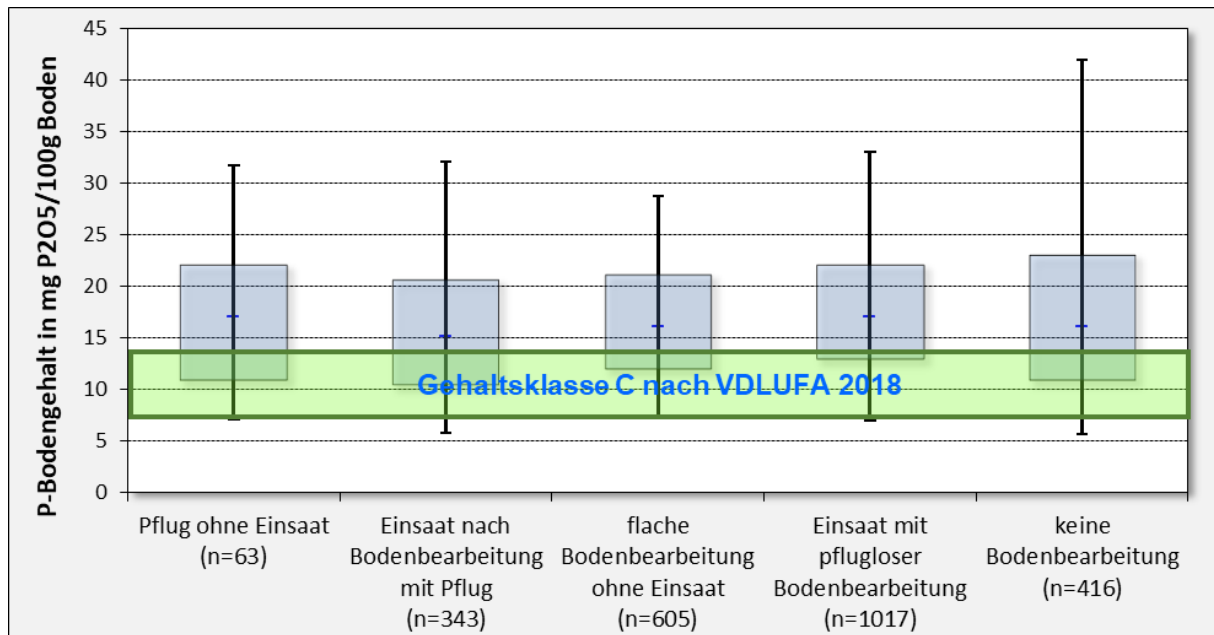


Abbildung 25: P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024 differenziert nach Art der vorangegangenen Bodenbearbeitung.

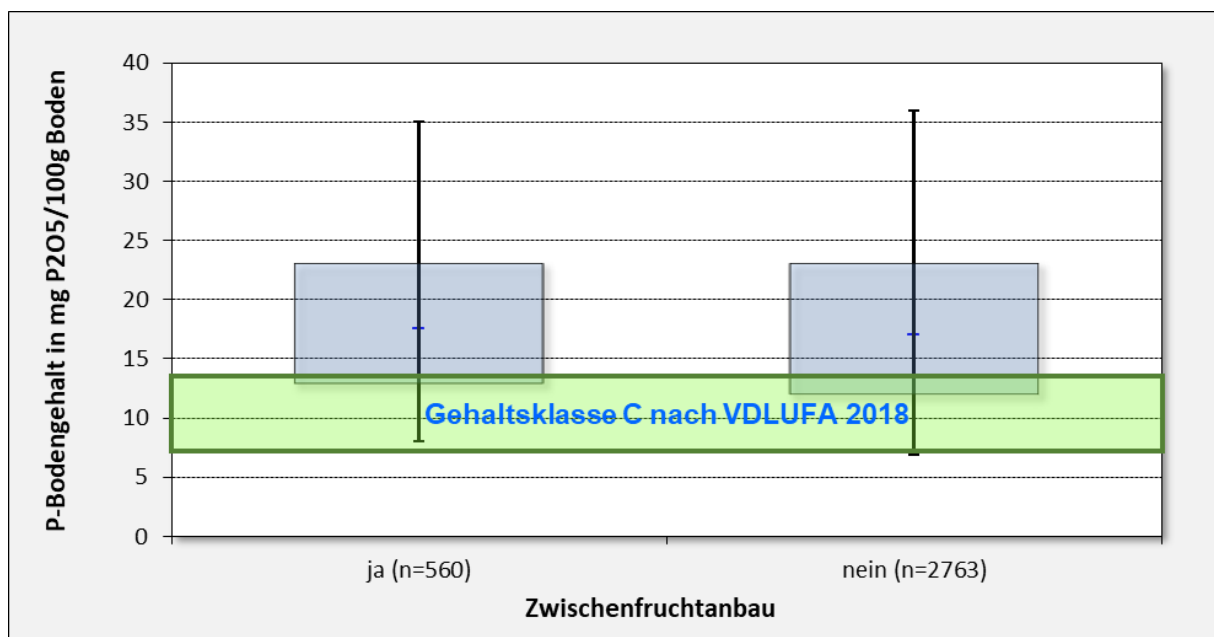


Abbildung 26: P-Bodengehalte der Jahre 2021 – 2024 mit erfolgter Anwendung eines Zwischenfruchtanbaus und ohne Zwischenfruchtanbau.

Aus den vorliegenden Daten kann weder ein Einfluss auf den P-Bodengehalt durch die Art der Bodenbearbeitung noch durch den Anbau einer Zwischenfrucht festgestellt werden. Bei allen vier betrachteten Formen der Bodenbearbeitung ebenso wie mit und ohne Zwischenfruchtanbau liegt der P-Bodengehalt im Median oberhalb der anzustrebenden Gehaltsklasse C.

5 Bewertung Betriebliche Nährstoffbilanzen

Eine Nährstoffbilanz erfasst die Nährstoffströme auf einer definierten Bezugsebene. Auf Betriebsebene z. B. die Hoftor- oder Stoffstrombilanz, auf Flächen oder einzelnen Schlägen die Flächen- oder Schlagbilanz sowie bei viehhaltenden Betrieben auf Stallebene. In der WRRL-Beratung wurde bis zum Beratungsjahr 2021 die Hoftorbilanz verwendet. Ab dem Beratungsjahr 2022 wird von den Beratungskräften die Stoffstrombilanz berechnet, da die meisten Betriebe bis 2025 ohnehin verpflichtet waren diese zu erstellen. Die beiden Bilanzierungstypen unterscheiden sich nur geringfügig und können in diesem Bericht gemeinsam für die Auswertungen betrachtet werden. Sie werden im Folgenden als Nährstoffbilanz bezeichnet. Grundsätzlich beschreibt der Nährstoffbilanzsaldo das Ergebnis der Differenzbetrachtung von Nährstoffzufuhr (z. B. Düngemittel, Saatgut) und Nährstoffabfuhr (z. B. Ernteprodukte, Export von Wirtschaftsdünger). Die Nährstoffbilanzsalden stellen ein Maß für die Nährstoffüberhänge eines Betriebes dar, die potentiell umweltwirksam werden können. Deshalb werden diese als Erfolgsindikatoren für die Verminderung von landwirtschaftlichen Emissionen herangezogen.

Im Rahmen der WRRL-Beratung werden vor allem in ausgewählten Leitbetrieben, die als Multiplikatoren wirken, die Stickstoff- bzw. Phosphor-Bilanzen erfasst. Die Aussagekraft ist dabei von der Qualität und der Quantität der Eingangsdaten abhängig. Vorteil der Hoftor- bzw. Stoffstrombilanz (HTB/SSB) ist, dass die Eingangsdaten überwiegend durch beispielsweise Buchführungsdaten belegt werden können. Beide Nährstoffbilanzen weisen damit eine hohe Prüffähigkeit auf und nur wenige Eingangsdaten (z. B. legume N-Bindung) müssen berechnet oder geschätzt werden. Anhand dieses Parameters kann die Entwicklung und die Optimierung des Nährstoffmanagements auf dem Betrieb abgeleitet werden.

In der Regel werden Bilanzsalden im drei- oder fünfjährigen gleitenden Mittel dargestellt, um Jahreseffekte auszugleichen. Jahreseffekte können beispielsweise günstige Düngerpreise oder auch schlechte Ernten aufgrund von z. B. Trockenheit sein. Bei der folgenden Auswertung wird von einem gleitenden Mittel abgesehen, da diese für Einzelbetriebsbetrachtung relevanter ist und durch die Summe der Daten der Jahreseffekt vernachlässigbar ist.

Zu beachten ist, dass das Bilanzjahr nicht dem Beratungsjahr entspricht, da die Daten erst mit zeitlichem Versatz vorliegen und die Beratungskräfte nur das vergangene (Wirtschafts-)Jahr bilanzieren können. Zu dem Beratungsjahr 2022 liegen somit die Ergebnisse aus dem Bilanzjahr 2021 vor.

5.1 Bewertung der Nährstoffbilanzen für Stickstoff

Bei der Betrachtung der Nährstoffbilanzen muss zwischen den Betriebstypen differenziert werden. Viehhaltende Betriebe weisen systembedingt höhere N-Bilanzsalden als beispielsweise reine Ackerbaubetriebe auf. In Abbildung 27 wird dieser Unterschied anhand der Nährstoffbilanzsalden der verschiedenen Betriebstypen über die Jahre 2009 – 2022 dargestellt.

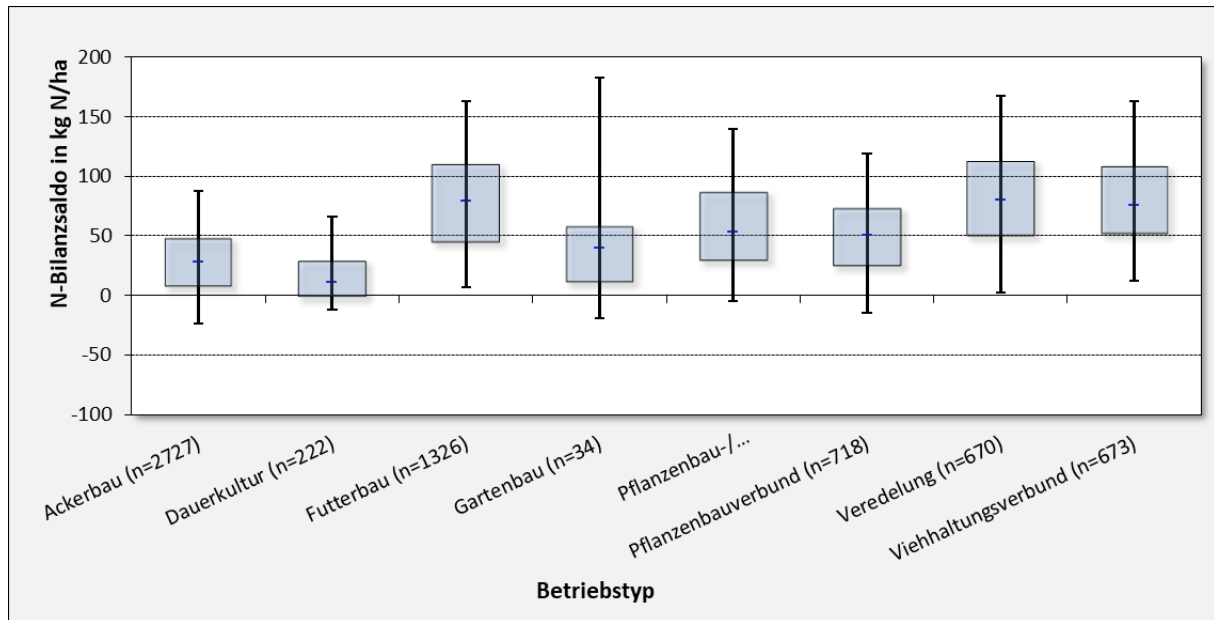


Abbildung 27: N-Bilanzsalden aufgeteilt nach Betriebstypen über die Jahre 2009 – 2022.

Viehhaltende Betriebe weisen im Mittel der Daten die höchsten N-Bilanzsalden auf, da diese z. B. Futtermittel extern zukaufen und damit hohe Nährstoffmengen im Betrieb verbleiben. Im Mittel weisen diese Betriebe einen Viehbesatz zwischen 1,0 und 1,5 Großvieheinheiten (GVE) auf, nur wenige Betriebe liegen zwischen 1,5 und 2,0 GVE. Ökologisch wirtschaftende Betriebe, Ackerbaubetriebe und Weinbaubetriebe haben in der Regel sehr geringe N-Bilanzsalden. Diese bewegen sich meist zwischen 20 und < 40 kg N/ha und Jahr. Die Viehbesatzdichte ist in Hessen im Vergleich mit den viehintensiven Regionen Nordwestdeutschlands eher als gering einzuschätzen und spielt übergeordnet nur eine geringe Rolle, kann regional aber von Bedeutung sein. Zudem können in einigen Regionen, wie im Nordwesten Hessens, die Zufuhr von Wirtschaftsdüngern aus anderen Bundesländern eine größere Bedeutung haben.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

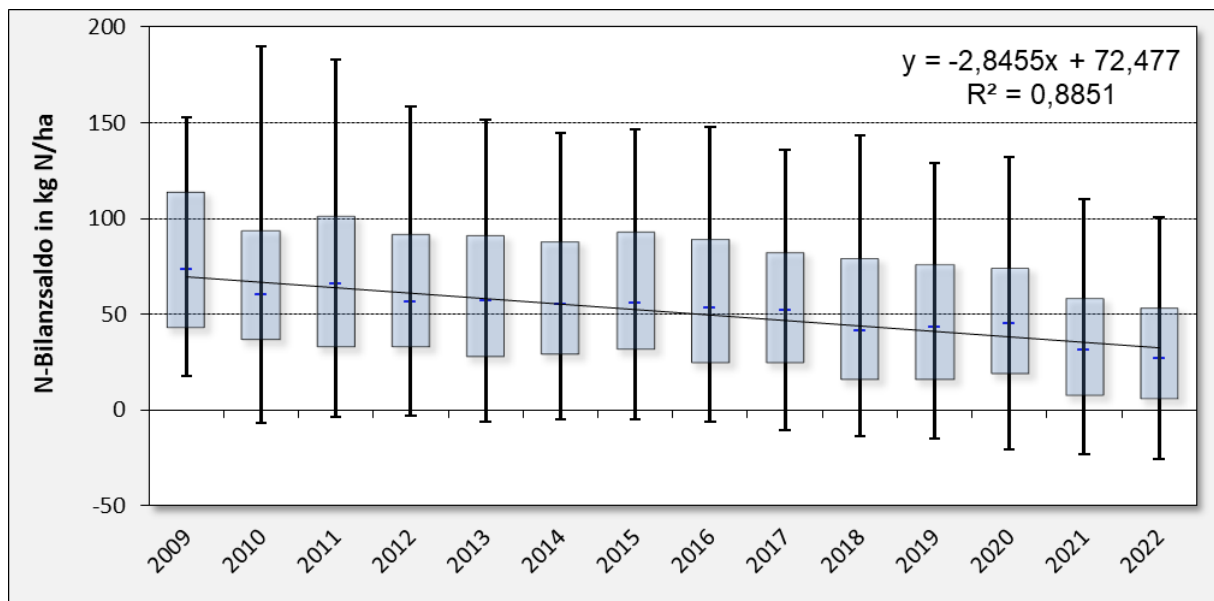


Abbildung 28: Entwicklung der N-Bilanzsalden aller Betriebstypen für Stickstoff von mehr als 700 Leitbetrieben. Ab dem Jahr 2021 fand die Umsetzung der WRRL-Beratung nach dem Modulkonzept statt.

In Abbildung 28 ist die Entwicklung der N-Bilanzsalden ohne Berücksichtigung der Betriebstypen dargestellt. Zwischen den Jahren 2009 und 2022 gab es eine deutliche Reduktion der N-Bilanzüberschüsse der Leitbetriebe. Von rund 75 kg N/ha sind die N-Bilanzsalden signifikant auf rund 30 kg N/ha zurückgegangen. Damit haben sich die N-Bilanzsalden in dieser Zeitspanne mehr als halbiert. Von den beratenen Leitbetrieben werden somit im arithmetischen Mittel ca. 45 kg N/ha weniger Stickstoff umweltwirksam. Übertragen auf den Nitratgehalt im Sickerwasser ergibt sich bei einer Sickerwasserrate von 200 mm/a und vereinfachten sonstigen Annahmen eine Reduktion um ca. 100 mg/l Nitrat, das nicht ins Grundwasser verlagert werden kann.

Neben der Zeitreihe in Abbildung 28 ist die zeitliche Entwicklung auch als Karte der Maßnahmenräume dargestellt (Abbildung 29). Auf der linken Seite der Abbildung finden sich die N-Bilanzsalden zu Beratungsbeginn und auf der rechten Seite die aktuellen Daten. Die Mediane wurden für jeweils 3-Jahres-Zeiträume berechnet und abgebildet. Durch die Mittelung werden mögliche Ausreißer, die beispielsweise durch Lagerkäufe entstehen können, vermieden.

In allen Maßnahmenräumen haben sich die N-Bilanzsalden verbessert, auch wenn kein farblich erkennbarer Klassenwechsel vorliegt. In 8 Maßnahmenräumen (GI_1, HEF_3, KS_1, KS_2, KS_3, KS_6, KS_7, WI_2) haben sich die N-Bilanzsalden um mehr als eine Klasse verbessert (Klasseneinteilung siehe Legende in der Kartendarstellung), was als besonders guter Erfolg zu werten ist. In einzelnen Maßnahmenräumen ist die Klasse gleichgeblieben, wobei dies auch auf die niedrigste Klasse zutrifft. Einen Maßnahmenraum gab es erst im späteren Verlauf der WRRL-Beratung, so dass aufgrund fehlender Werte (grau in der Karte) kein Vergleich gezogen werden kann.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

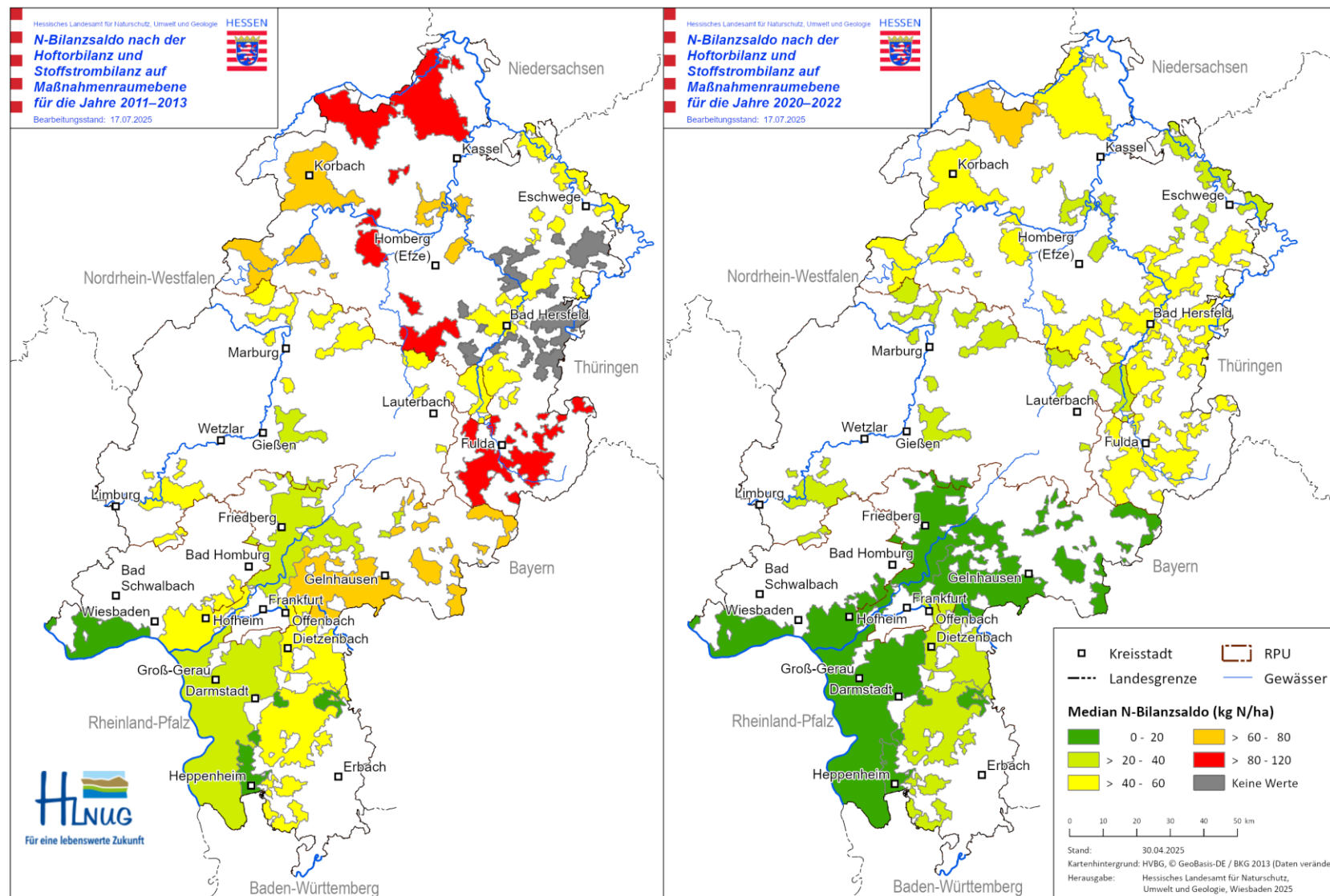


Abbildung 29: Vergleich der Mediane der N-Bilanzsalden (HTB/SSB) der Jahre 2011 – 2013 sowie 2020 – 2022 auf Maßnahmenraumbene.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Für eine detailliertere Analyse werden im Folgenden die Betriebstypen im Einzelnen betrachtet. In Abbildung 30 sind die Entwicklungen aller Betriebstypen von 2009 bis 2022 dargestellt. Es wird deutlich, dass der abnehmende Trend nicht bei allen Betriebstypen gleich ausgeprägt ist. Deutlich sichtbar ist der Rückgang bei den Veredelungsbetrieben. Bei den Futterbau- und den Viehhaltungsverbundbetrieben gab es mehrere Jahre eher eine Seitwärtsbewegung, zuletzt haben sich die Bilanzsalden auch in diesen Betrieben reduziert. Auf die Ackerbaubetriebe wird in Abbildung 32 detailliert eingegangen.

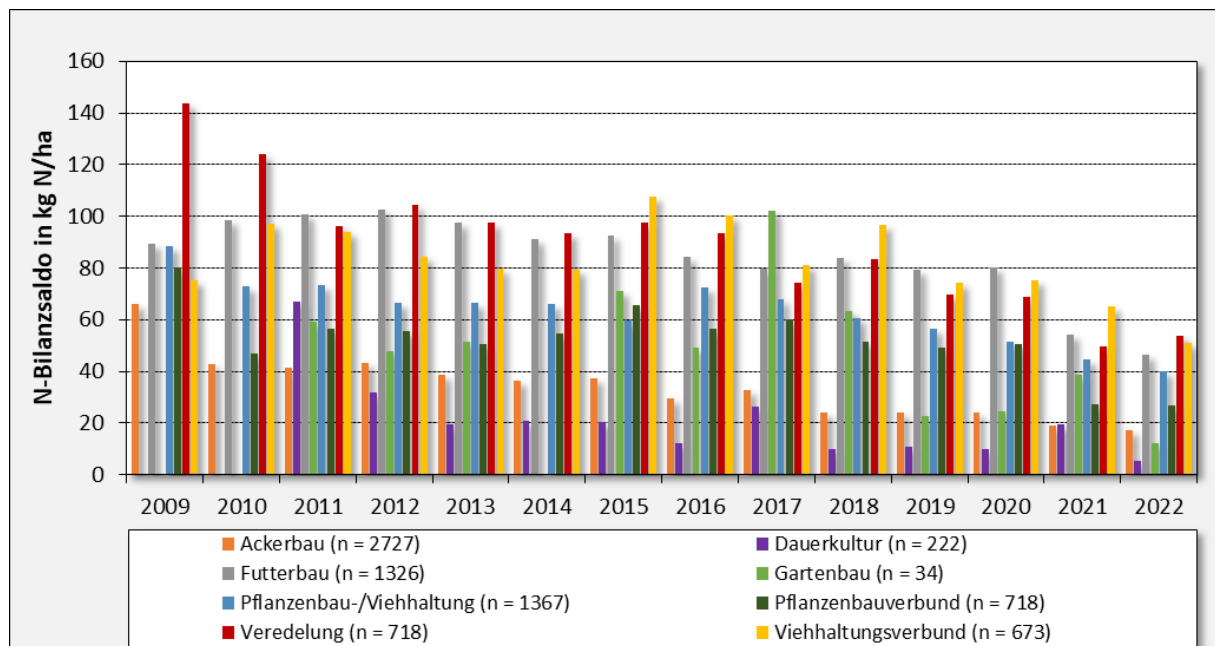


Abbildung 30: Entwicklung der N-Bilanzsalden (Mittelwert) nach Betriebstypen. Ab dem Jahr 2021 fand die Umsetzung der WRRL-Beratung nach dem Modulkonzept statt.

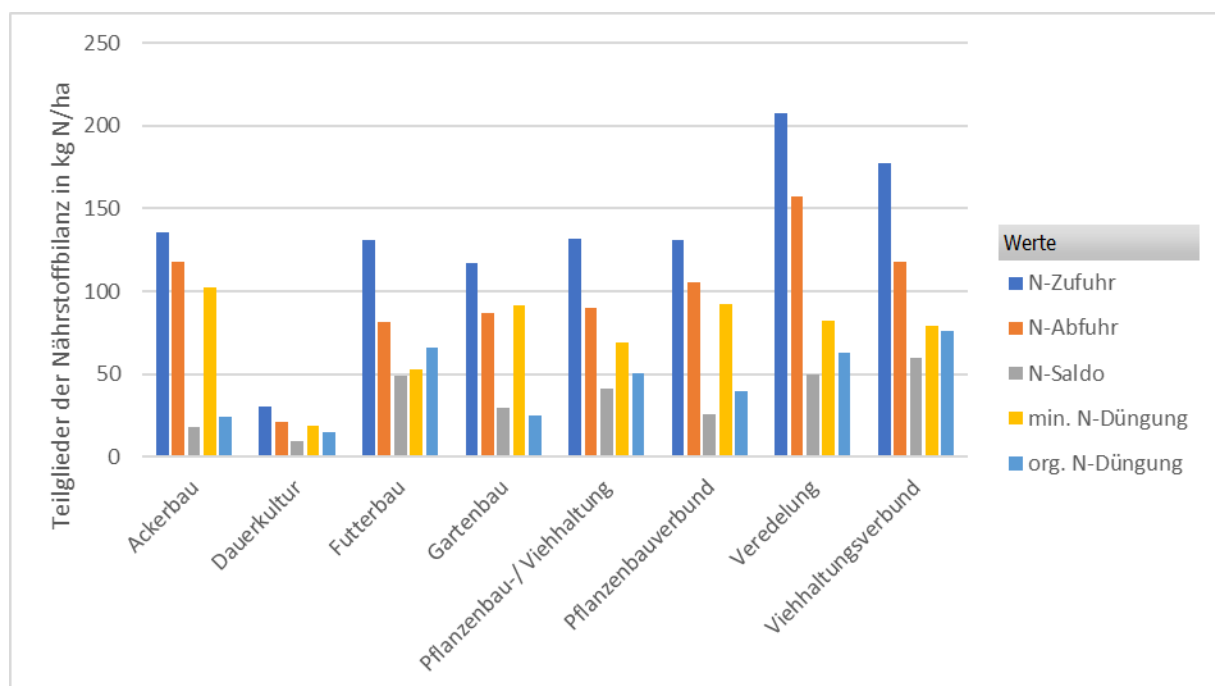


Abbildung 31: Teilglieder der N-Bilanz in kg N/ha (Jahre 2021 und 2022).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Mit der Neuvergabe der Beratung ab dem Beratungsjahr 2022 ist auch der Detailgrad der gelieferten Betriebsdaten umfangreicher und ermöglicht tiefere Auswertungen, beispielsweise zur Nährstoffzufuhr und -abfuhr sowie zur mineralischen und organischen Düngung. In Abbildung 31 sind die Teiglieder der N-Bilanz für die Betriebstypen dargestellt. Für jeden Betriebstyp sind Zu- und Abfuhr, N-Bilanzsaldo sowie mineralische und organische N-Düngung dargestellt.

Auch die Betriebstypen mit hohem organischem Düngeraufkommen setzen zusätzlich hohe Mineraldüngermengen ein. Es zeigt sich, dass der Wirkungsgrad der organischen Nährstoffträger nach wie vor als zu gering eingestuft wird. Dies muss zukünftig bei der WRRL-Beratung in den Fokus genommen werden, um vor allem bei den viehhaltenden Betrieben die Nährstoffeffizienz und auch den N-Bilanzüberschuss zu verbessern.

Bei der Gesamtbetrachtung ist die Quantität der Daten einzelner Betriebstypen entscheidend. So haben die N-Bilanzsalden der Ackerbaubetriebe ($n = 2.727$) den größten Einfluss und die Dauerkultur- sowie Gartenbaubetriebe den geringsten Einfluss auf das Gesamtergebnis der Bilanzüberschüsse ($n = 222$ bzw. $n = 34$). Insgesamt zeigen die N-Bilanzsalden (Median) der Ackerbaubetriebe einen signifikant sinkenden Trend (Abbildung 32), während die anderen Betriebstypen zwar eine abnehmende Tendenz, aber keinen signifikant sinkenden Trend aufweisen (vgl. Abbildung 30).

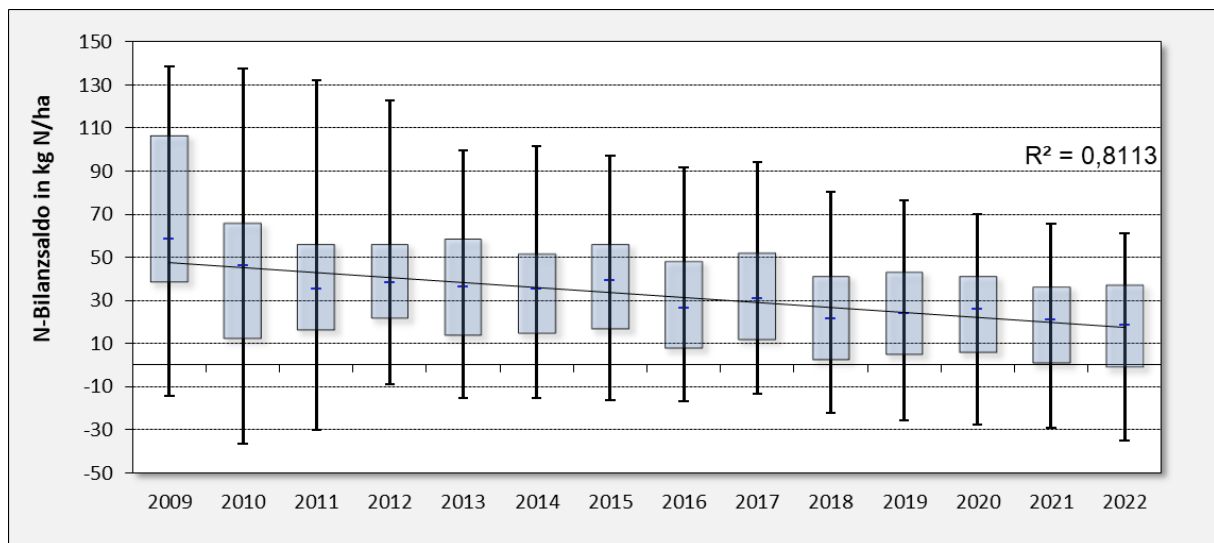


Abbildung 32: Entwicklung der N-Bilanzsalden von beratenen Ackerbaubetrieben. Ab dem Jahr 2021 Umsetzung der WRRL-Beratung nach dem Modulkonzept.

Die N-Bilanzsalden der Ackerbaubetriebe sind seit Beratungsbeginn um etwa 40 kg N/ha gefallen. In der Tabelle 5 sind die zusammengefassten Ergebnisse der statistischen Auswertung für alle Betriebstypen aufgeführt. Diese enthalten allerdings nur einen Teil der erfassten Daten.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Tabelle 5: Zusammengefasste Ergebnisse der Auswertung nach Betriebstypen für Stickstoff

Betriebstyp	N-Bilanzsaldo zu Beratungsbeginn als dreijähriges Mittel in kg N/ha		N-Bilanzsaldo heute als dreijähriges Mittel in kg N/ha	
	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert
Ackerbaubetrieb	40,8	44,43	22	19,42
Dauerkulturbetrieb	18,5	26,65	2,5	11,95
Futterbaubetrieb	89	99,40	55	58,06
Gartenbaubetrieb	55	54	12	26,2
Pflanzenbau-Viehhaltungsbetrieb	60	73,27	38	44,4
Pflanzenbauverbundbetrieb	56	55,80	36	34,83
Veredlungsbetrieb	99	105,18	61	57,02
Viehhaltungsverbundbetrieb	87,6	92,54	64	66,05
Nur konventionelle Betriebe	40,5	42,97	34	38,48
Nur Ökobetriebe	76	83,37	20	27,58
Gesamt	64	72,18	32	37,42

Zu berücksichtigen ist, dass die N-Bilanzsalden in den Jahren gewissen Schwankungen unterliegen. Insgesamt sind aber die N-Bilanzsalden während des Beratungszeitraums gesunken. Diese Ergebnisse sind statistisch abgesichert und sind über die Gesamtheit der Daten als ein sehr guter Beratungserfolg anzusehen. Hierbei zeigt sich, dass eine intensive gewässerschutzorientierte Beratung, die sich nicht nur auf die reine Düngung bezieht, einen positiven Effekt hinsichtlich des Gewässerschutzes auf die betrieblichen Stoffströme bewirken kann.

In Abbildung 33 ist der N-Bilanzsaldo in Abhängigkeit des Anfalls des organischen Stickstoffs dargestellt, der sich aus dem Viehbesatz ableitet. Erwartungsgemäß ist der N-Bilanzsaldo mit steigendem N-Anfall höher. Auffällig ist die höhere Spannweite in der Klasse >170 kg N/ha. Dies ist auf die geringere Anzahl an Betrieben zurückzuführen, liegt aber auch an Betrieben, die Wirtschaftsdünger exportieren und ihren Saldo entsprechend verringern können.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

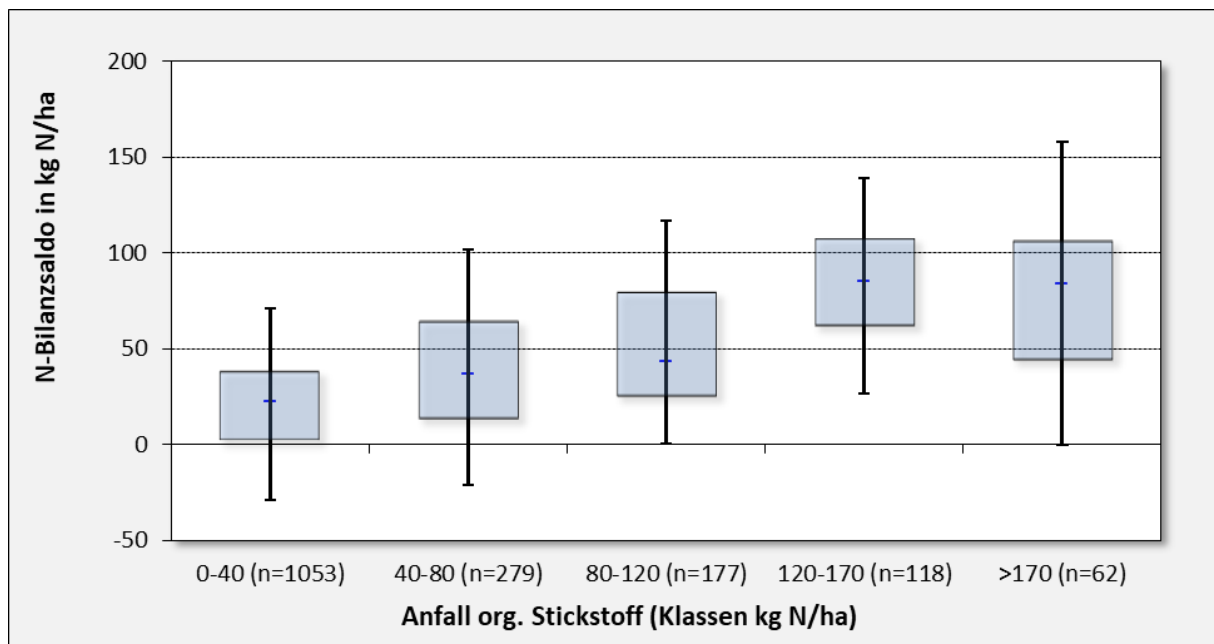


Abbildung 33: N-Bilanzsaldo nach Anfall des organischen Stickstoffs im Betrieb.

Eine Betrachtung der N-Bilanzsalden differenziert nach der Betriebsgröße zeigt, dass mit der Betriebsgröße auch der Saldo steigt (Abbildung 34). Betriebe mit einer Betriebsgröße von über 100 ha machen mit knapp 50 % einen großen Anteil der beratenen Betriebe aus.

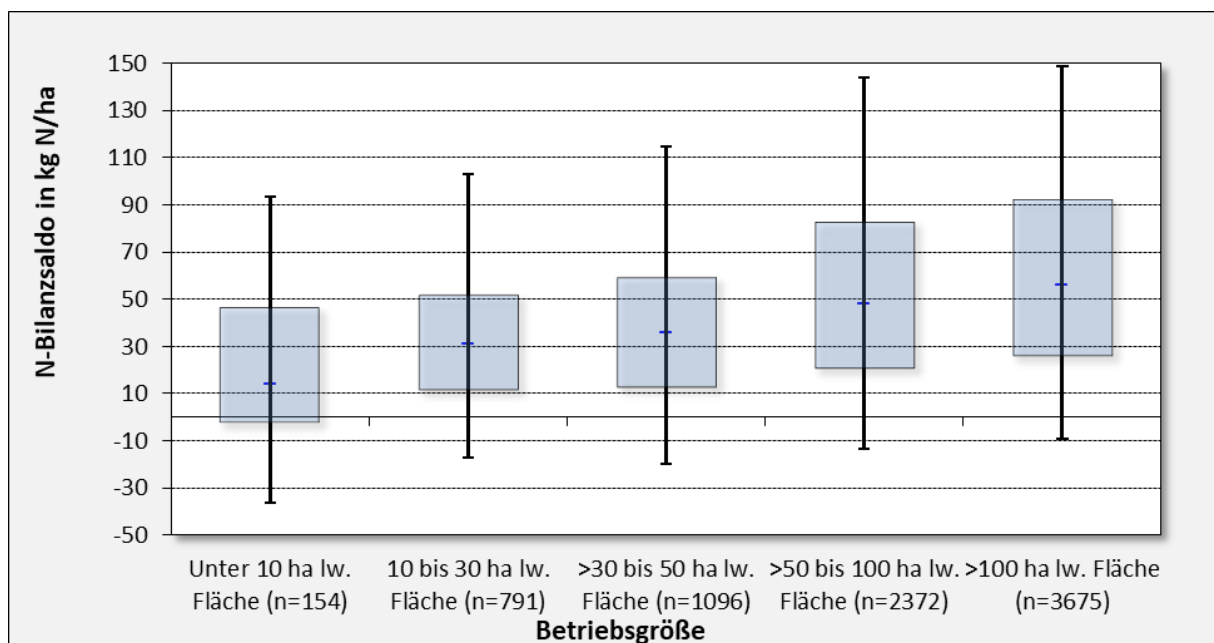


Abbildung 34: N-Bilanzsaldo nach Betriebsgröße.

5.2 Bewertung der N-Effizienzen

In Abbildung 35 ist die Stickstoffeffizienz nach Betriebstypen dargestellt. Aus dem Verhältnis zwischen Nährstoffzufuhr und -abfuhr lässt sich die Effizienz der Nährstoff-Verwertung innerhalb des Betriebssystems ermitteln. Es ist zu berücksichtigen, dass Aussagen bezüglich des Betriebstyps teilweise auf Grund der geringen Stichprobengröße nur bedingt möglich sind. Außerdem können einjährige Daten die Zahlen verzerren.

Die niedrigsten Stickstoffeffizienzen haben die Futterbaubetriebe mit etwa 50 %, d. h. es werden nur rund 50 % ihres eingesetzten Stickstoffs in Ertragsprodukte umgesetzt. Die weiteren viehhaltenden Betriebstypen weisen Stickstoffeffizienzen im Bereich 65 – 70 % auf. Die höchsten Stickstoffeffizienzen haben erwartungsgemäß die Ackerbaubetriebe, die auch den größten Anteil an allen Betriebstypen ausmachen. Allerdings gibt es auch hier Betriebe mit deutlich niedrigeren Stickstoffeffizienzen so dass bei diesen Betrieben noch Optimierungsbedarf besteht.

Ackerba

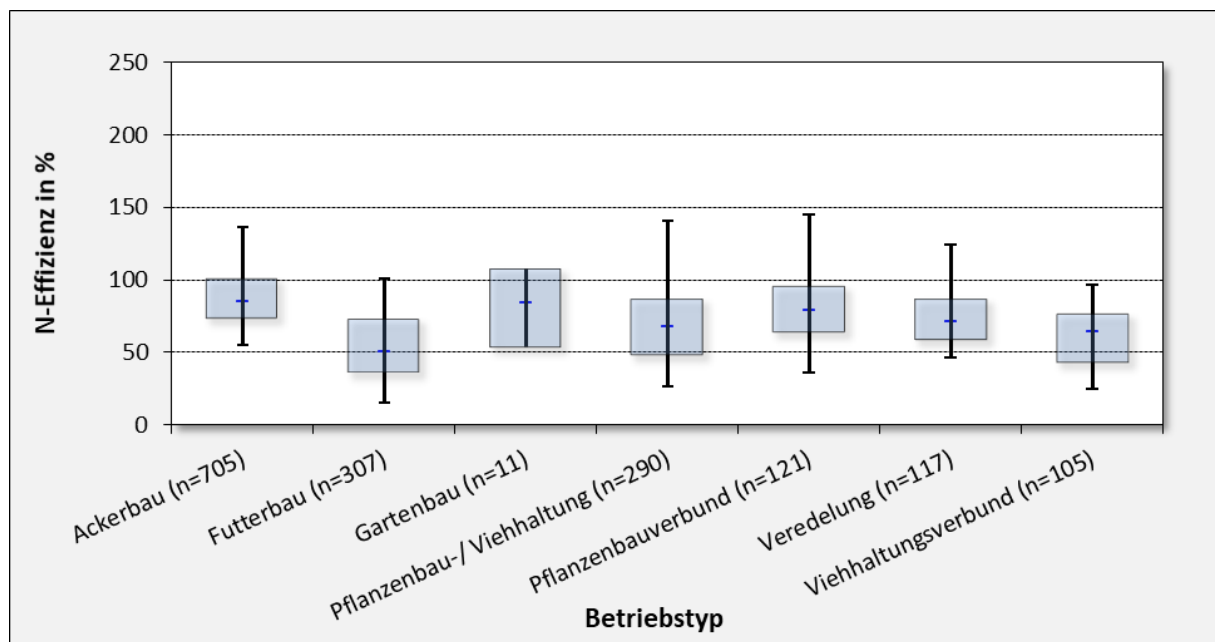


Abbildung 35: N-Effizienz nach Betriebstypen (Stickstoffzufuhr/Stickstoffabfuhr in Prozent).

5.3 Bewertung der Nährstoffbilanzen für Phosphor

Für den betrachteten Beratungszeitraum liegen insgesamt 8.088 Nährstoffbilanzen für Phosphor vor. Bereits zum Beratungsbeginn lagen die P-Bilanzsalden überwiegend unter null, d. h. es liegt im Median kein Phosphorüberschuss auf den Betrieben vor.

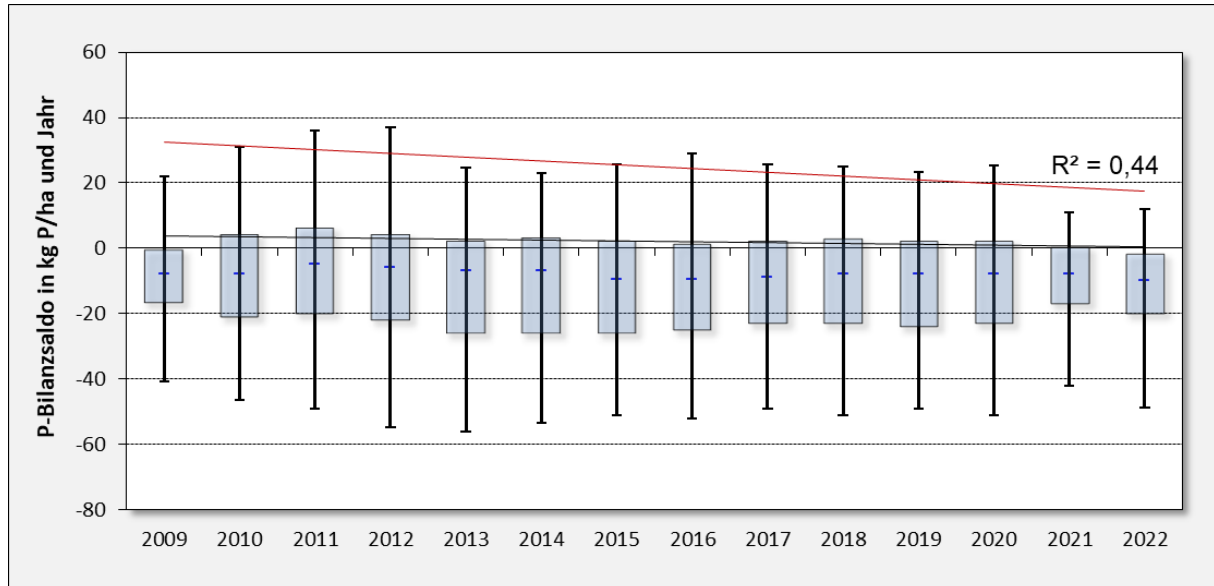


Abbildung 36: Entwicklung des Nährstoffbilanzsaldos für Phosphor aller Betriebstypen über den Gesamtzeitraum der Beratung (2009 – 2022). In Rot ist die Trendlinie für das 95 % Perzentil dargestellt. Ab dem Jahr 2021 fand die Umsetzung der WRRL-Beratung nach dem Modulkonzept statt.

Eine Betrachtung der P-Bilanzsalden über den Gesamtzeitraum der WRRL-Beratung zeigt, dass der Median aller Betriebstypen weitgehend auf gleichbleibendem und negativem Niveau zwischen -10 und -5 kg P/ha liegt (Abbildung 36). Es ist jedoch eine Abnahme des 95 %-Perzentils zu erkennen, d. h. des Wertes unterhalb dessen 95 % der P-Bilanzsalden liegen. Ebenso ist eine abnehmende Tendenz des 75 %-Perzentils zu erkennen. Somit konnten vor allem für Betriebe mit hohen P-Bilanzsalden durch die WRRL-Beratung eine Verringerung des P-Überschusses erzielt werden.

In Abbildung 37 sind die mittleren P-Bilanzsalden auf Maßnahmenraumbene zu Beginn der WRRL-Beratung (Median der Jahre 2011 bis 2013) im Vergleich zu heute (Median der Jahre 2022 bis 2024) dargestellt. Lediglich rund um Lauterbach sind zu Beginn der WRRL-Beratung noch positive P-Bilanzsalden zu erkennen, welche im aktuellen Zeitraum ebenfalls negativ sind. Es konnte hier also im Sinne des Gewässerschutzes eine Verbesserung erzielt werden.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

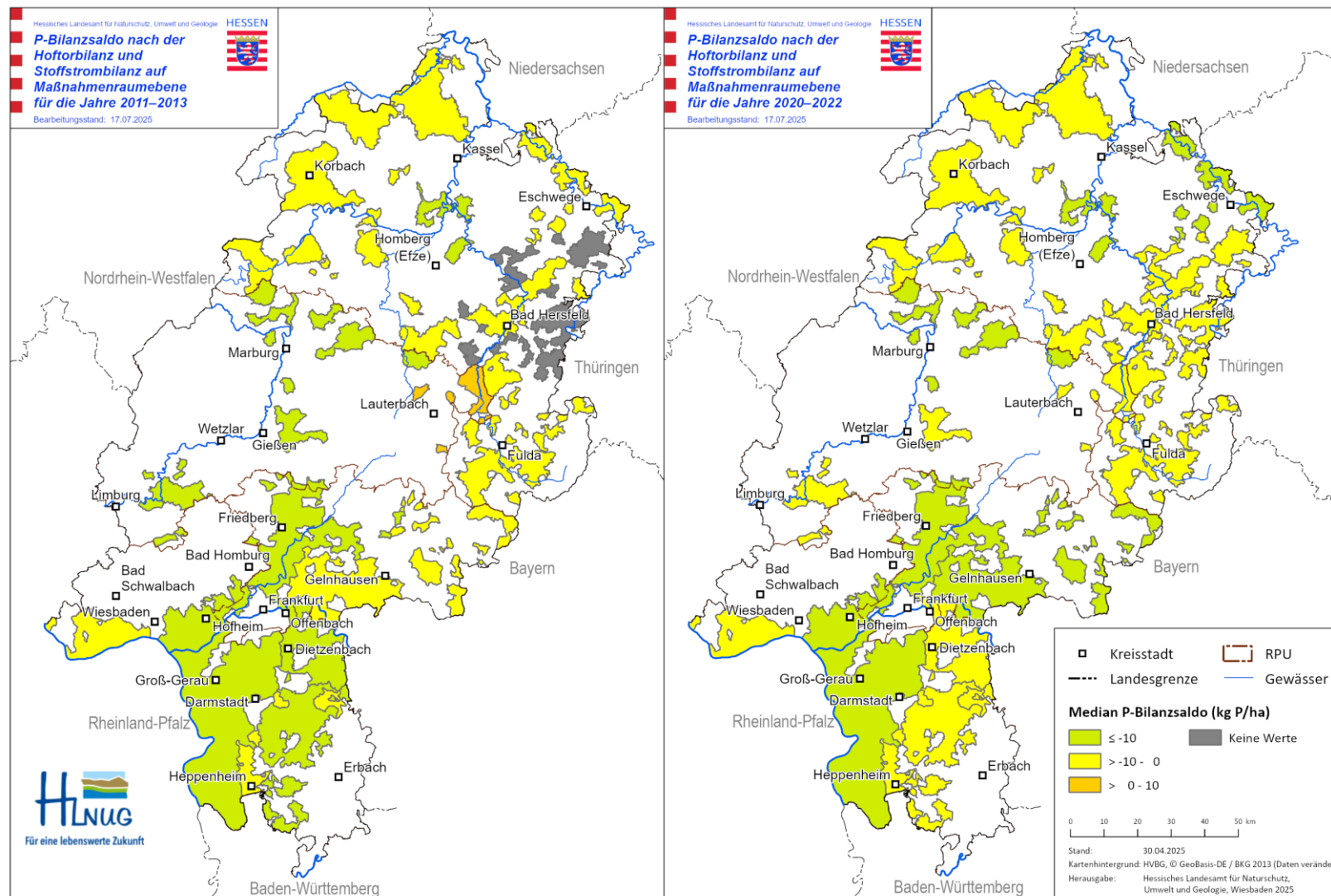


Abbildung 37: Mittlere P-Bilanzsalden (Median) für die aktuellen Maßnahmenräume zu Beratungsbeginn (Jahre 2011 – 2013) und heute (Jahre 2020 – 2022).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Eine Betrachtung der Bilanzsalden differenziert nach Betriebstypen zeigt, dass zwischen den Betriebstypen Unterschiede in den P-Bilanzsalden bestehen (Abbildung 38).

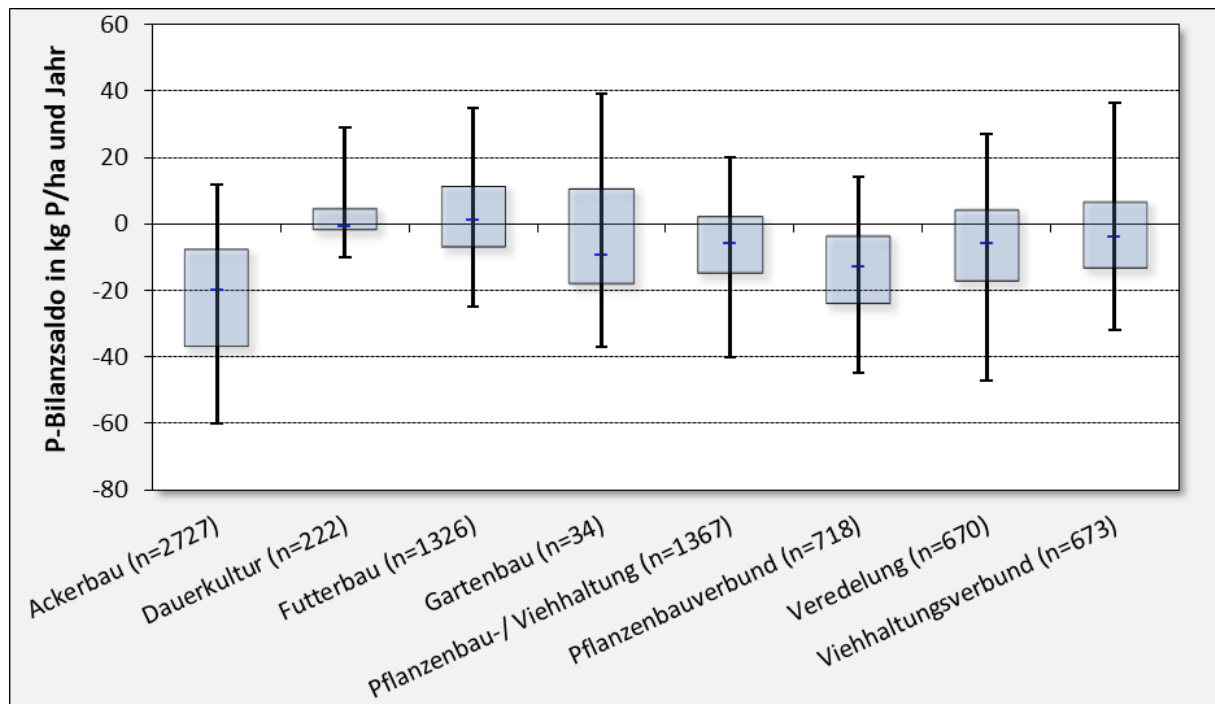


Abbildung 38: Darstellung der P-Bilanzsalden der Jahre 2009 – 2022 in kg P/ha und Jahr aufgeteilt nach Betriebstypen.

Zwischen den Betriebstypen bestehen sowohl Unterschiede in der Spannbreite der P-Bilanzsalden als auch in der Höhe der Werte. Die größte Spannbreite tritt bei Ackerbaubetrieben auf, während der überwiegende Teil der Bilanzsalden dieses Betriebstyps niedriger ist als bei anderer Betriebstypen. Bilanzsalden von Ackerbaubetrieben machen im vorliegenden Datensatz den größten Anteil aus. Da Ackerbaubetriebe nur über wenig oder keinen Wirtschaftsdünger aus eigener Viehhaltung verfügen, wird zur Versorgung der Böden mit Phosphor vermehrt auf die Zufuhr von Mineraldünger zurückgegriffen. Phosphorhaltige Mineraldünger werden in Abhängigkeit des Düngerpreises oft vorrätig für mehrere Jahre eingekauft. Dies schlägt sich in der P-Bilanz eines einzelnen Jahres nieder und kann Ursache für einzelne hohe Bilanzsalden und damit eine größere Spannbreite der Werte sein. Viehhaltende Betriebe (Futterbau-, Pflanzenbau-/Viehhaltungs-, Veredelungs- und Viehhaltungsverbundbetriebe), deren Bilanzen durch die Zufuhr in Form von Futtermitteln geprägt sind, weisen im Mittel höhere Bilanzsalden als Ackerbaubetriebe auf. Gartenbau- und Dauerkulturbetriebe zeigen die höchsten P-Bilanzsalden, bei denen in der Regel kein eigener Wirtschaftsdünger anfällt. Bei den Dauerkulturbetrieben handelt es sich fast ausschließlich um Weinbaubetriebe.

Um eine genauere Aussage über den Beratungsbedarf und -erfolg der einzelnen Betriebstypen treffen zu können, wurde die Entwicklung des jährlichen mittleren P-Bilanzsaldos differenziert nach Betriebstypen näher betrachtet (Abbildung 39).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

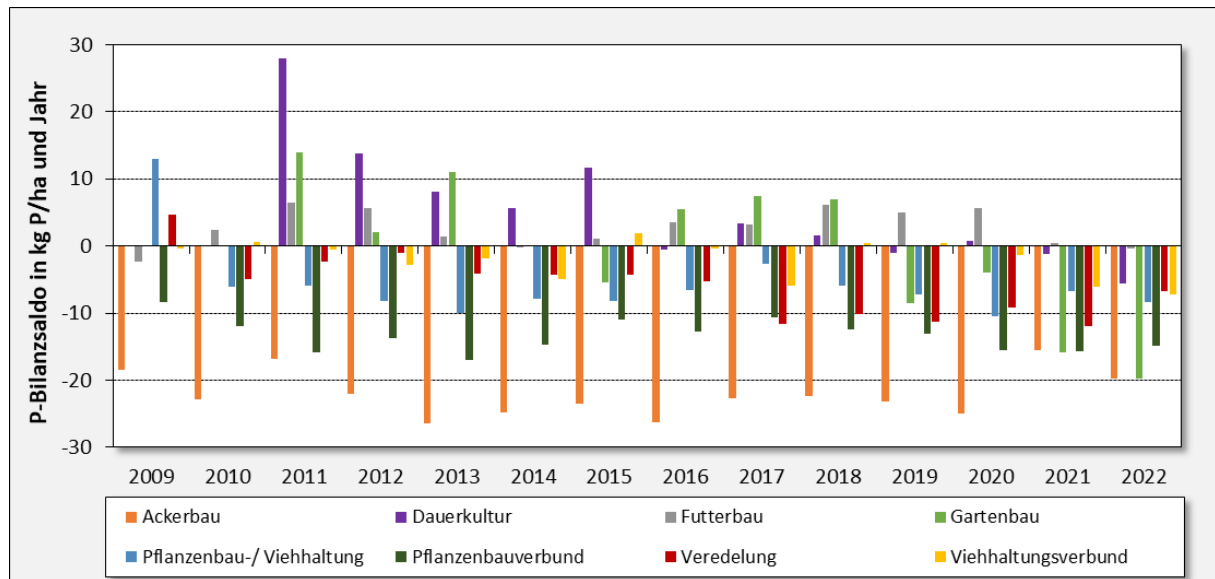


Abbildung 39: Entwicklung der P-Bilanzsalden von 2009 – 2020 nach Betriebstypen (Jahresmittelwerte).

Es ist zu erkennen, dass bei einzelnen Betriebstypen zu Beginn der Beratung hohe mittlere P-Bilanzsalden und damit Beratungsbedarf hinsichtlich der Reduktion von P-Bilanzüberschüssen vorlag. Dauerkulturbetriebe weisen zum Beratungsbeginn die höchsten P-Bilanzsalden auf, dabei handelt es sich fast ausschließlich um Weinbaubetriebe. Ebenfalls sind bei Gartenbaubetrieben, Pflanzenbau-/Viehhaltungs-, Veredelungs- und Futterbaubetrieben zum Beratungsbeginn hohe P-Bilanzsalden festzustellen. Für diese Betriebstypen ist anhand einer deutlich sichtbaren Abnahme des mittleren Bilanzsaldos über den Beratungszeitraum ein Beratungserfolg zu verzeichnen, sodass im Jahr 2022 die mittleren Bilanzsalden aller Betriebstypen kleiner Null sind.

Tabelle 6: Zusammengefasste Ergebnisse der Auswertung nach Betriebstypen für Phosphor.

Betriebstyp	P-Bilanzsaldo zu Beratungsbeginn als dreijähriges Mittel in kg P/ha		P-Bilanzsaldo heute als dreijähriges Mittel in kg P/ha	
	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert
Ackerbaubetrieb	-20	-18,96	-16	-19,1
Dauerkulturbetrieb	0	11,37	-1	-1,72
Futterbaubetrieb	1,5	4,64	0	1,47
Gartenbau	17	10,33	-14	-15,87
Pflanzenbau- /Viehhaltungsbetrieb	-7	-5,61	-7	-8,23
Pflanzenbauverbundbetrieb	-11,5	-13,71	-14	-15,42
Veredelungsbetrieb	-3	-2,49	-7	-9,54
Viehhaltungsverbundbetrieb	-3,5	-0,11	-5	-4,5
Nur konventionelle Betriebe	-11	-13,68	-11,9	-9
Nur Ökobetriebe	-5	-4,23	-3	-4,17
Gesamt	-7	-6,85	-9	-11,15

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

In Tabelle 6 sind Mediane und Mittelwerte als dreijähriges Mittel zum Beratungsbeginn im Vergleich zu heute, differenziert nach Betriebstypen, dargestellt. Der Vergleich bestätigt, dass bei den Betriebstypen, bei denen zum Beginn der Beratung hohe Bilanzsalden vorlagen über den Zeitraum der WRRL-Beratung eine Verringerung des P-Bilanzüberschusses erzielt wurde.

Der mengenmäßig größte Anteil der P-Bilanzen stammt von Ackerbaubetrieben. Sie haben somit den größten Einfluss auf das statistische Gesamtergebnis aller Betriebstypen. Sie weisen kaum Verbesserungspotential auf, da ihre Bilanzsalden schon zum Beratungsbeginn sehr niedrig waren (Abbildung 39 und Tabelle 6) Werden die Ackerbaubetriebe aus der Gesamtbetrachtung der Entwicklung der P-Bilanzsalden ausgeschlossen, ist nach dem Mann-Kendall-Trendtest die Abnahme im Bereich der hohen Bilanzwerte, die sich bereits in Abbildung 36 abzeichnet (95 %-Perzentil), hoch signifikant (Abbildung 40).

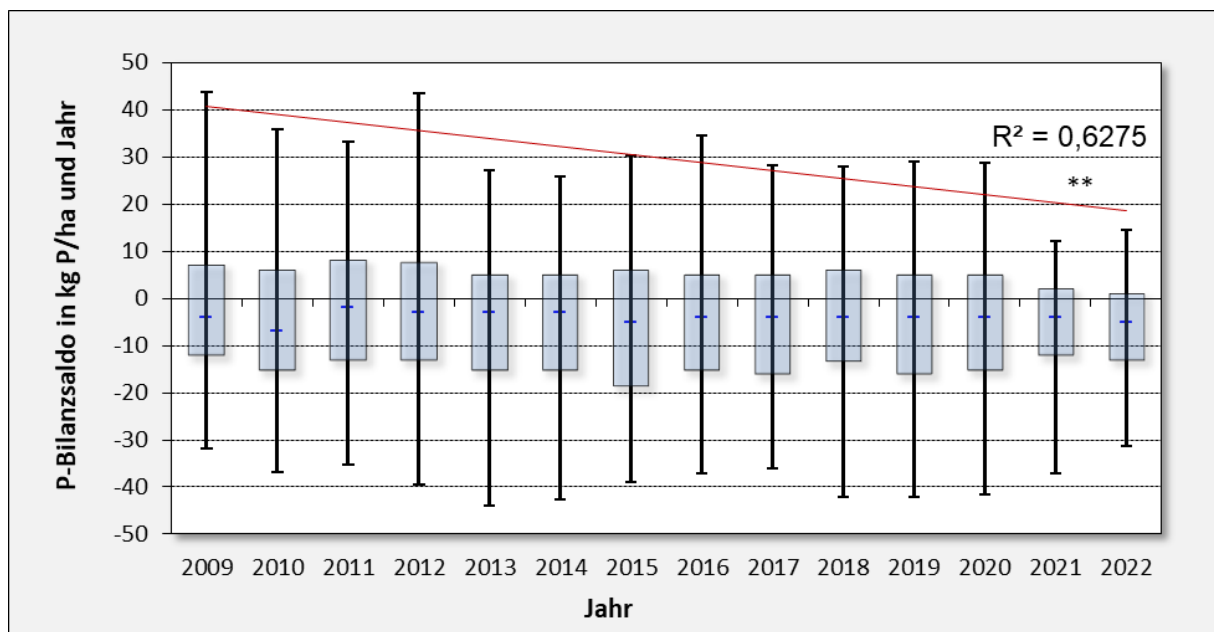


Abbildung 40: Entwicklung des Nährstoffbilanzsaldos für Phosphor aller Betriebstypen außer Ackerbaubetriebe über den Gesamtzeitraum der Beratung von 2009 – 2022. In Rot dargestellt ist die Trendlinie für das 95 %-Perzentil (** Signifikanztest nach Mann-Kendall: Signifikanzlevel $\alpha = 0,01$).

Zur näheren Betrachtung des verbleibenden Beratungsbedarfs nach mehr als zehn Jahren Beratung werden nur die aktuellen P-Bilanzsalden des Jahres 2022 herangezogen. Dies soll Aufschluss darüber geben, auf welchen Betrieben aktuell noch Beratungsbedarf hinsichtlich der betrieblichen P-Bilanzen besteht (Abbildung 41).

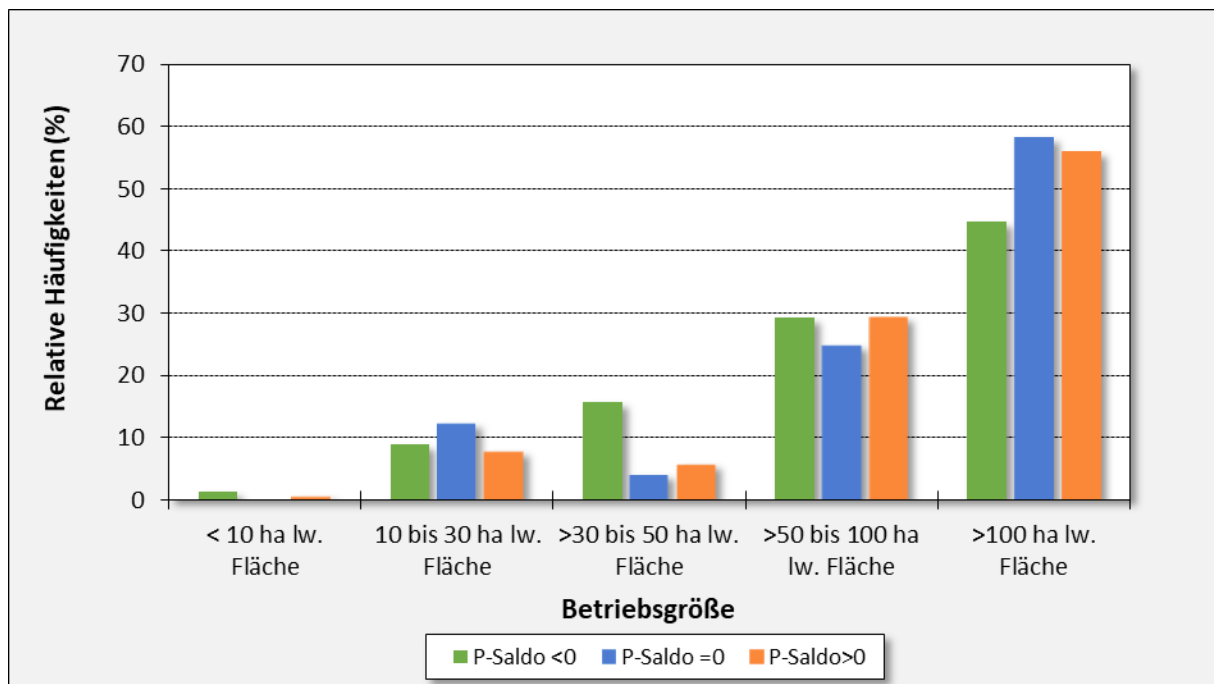


Abbildung 41: Relative Häufigkeit in Prozent des Vorkommens von negativen P-Bilanzsalden (P-Saldo < 0), ausgeglichenen P-Bilanzsalden (P-Saldo = 0) und positiven B-Bilanzsalden (P-Saldo > 0) im Jahr 2022 differenziert nach der Betriebsgröße.

Eine Betrachtung der P-Bilanzsalden aus dem Jahr 2022 differenziert nach der Betriebsgröße zeigt, dass mehr als 50 % der aktuell noch positiven Bilanzsalden auf großen Betrieben mit mehr als 100 ha vorliegen. Auf kleinen Betrieben liegen hingegen weniger positive Bilanzsalden vor (Abbildung 41). Betriebe mit einer Betriebsgröße von über 100 ha machen mit insgesamt 47 % einen großen Anteil der beratenen Betriebe aus.

Der Median über alle beratenen Betriebe liegt im Jahr 2022 bei -10 kg P/ha. Der Mittelwert liegt bei -12 kg P/ha. Im Mittel stellt das bereits ein sehr gutes Ergebnis dar. 45 Betriebe weisen jedoch noch Bilanzsalden von > 10 kg P/ha auf. Davon stammen 28 Bilanzen von Betrieben mit einer Flächengröße von mehr als 100 ha (Abbildung 42).

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

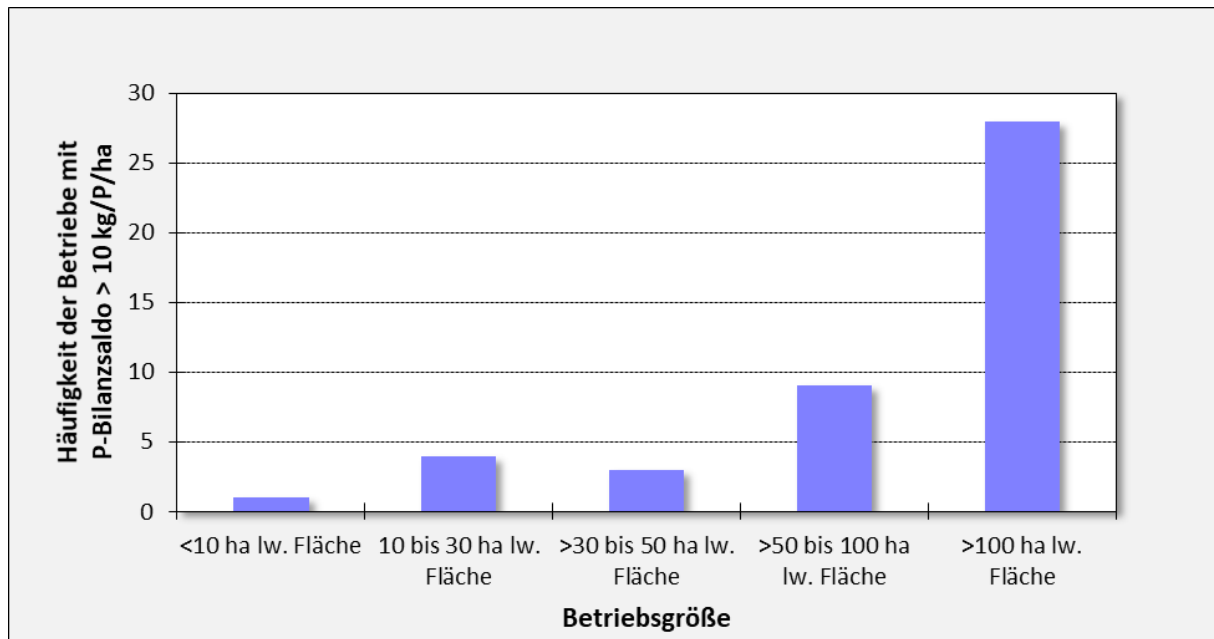


Abbildung 42: Häufigkeitsverteilung aller P-Bilanzsalden > 10 kg/ha im Jahr 2022 differenziert nach Betriebsgröße.

Neben der Verteilung der hohen Bilanzsalden nach Betriebsgröße wurden die zugehörigen Betriebstypen betrachtet (Abbildung 43).

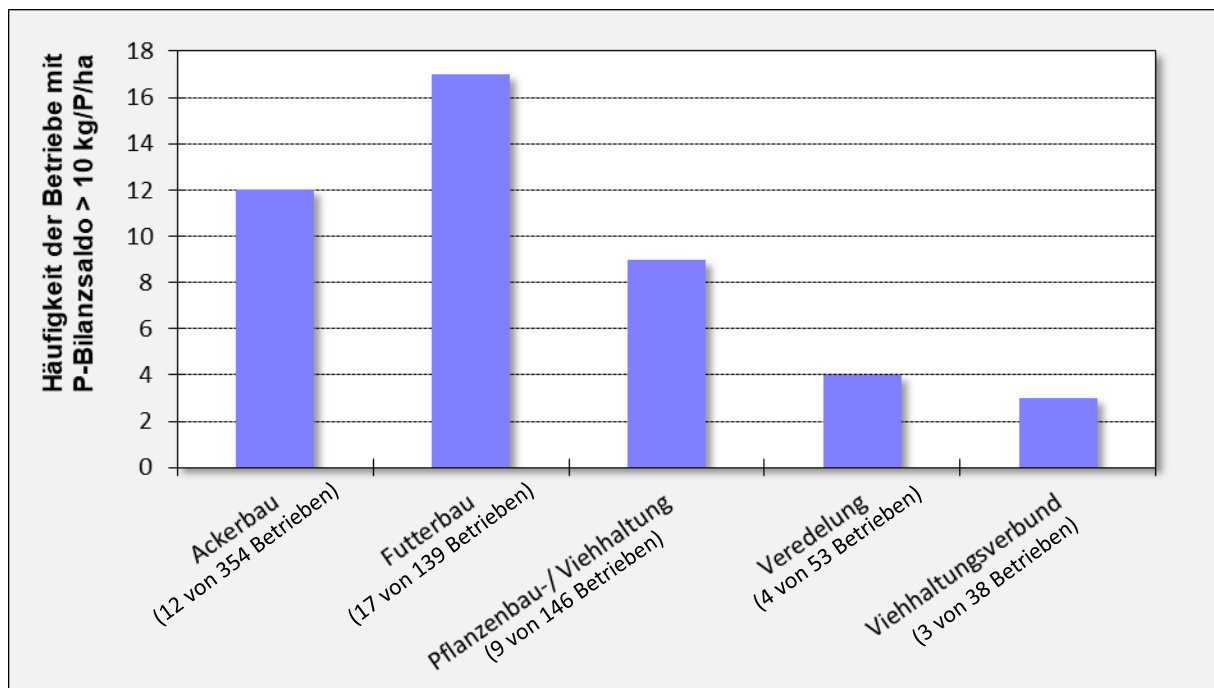


Abbildung 43: Häufigkeitsverteilung aller P-Bilanzsalden > 10 kg/ha im Jahr 2022 differenziert nach Betriebstypen.

Demnach liegen im Jahr 2022 P-Bilanzsalden von über 10 kg/ha noch bei Ackerbau-, Futterbau-, Pflanzenbau-/Viehhaltungs-, Veredelungs- und Viehhaltungsverbundbetrieben vor. Ackerbaubetriebe stellen mit 354 beratenen Betrieben im Jahr 2022 den häufigsten Betriebstyp

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

dar, womit 12 Bilanzen über 10 kg/ha im Verhältnis zur Gesamtanzahl weniger stark ins Gewicht fallen. Die meisten hohen Bilanzen sind hingegen auf Futterbaubetrieben zu finden, obwohl diese in Ihrer Gesamtanzahl mit 139 Betrieben erst nach den Ackerbaubetrieben (n = 354) und den Pflanzenbau-/Viehhaltungsbetrieben (n = 146) kommen. Es können demnach verhältnismäßig häufig hohe P-Bilanzen auf viehhaltenden Betrieben, insbesondere auf Futterbaubetrieben festgestellt werden.

Ab dem Jahr 2021 liegen neben dem P-Bilanzsaldo auch Angaben zu den einzelnen Gliedern der Nährstoffbilanz vor und können für die Bewertung herangezogen werden (Abbildung 44).

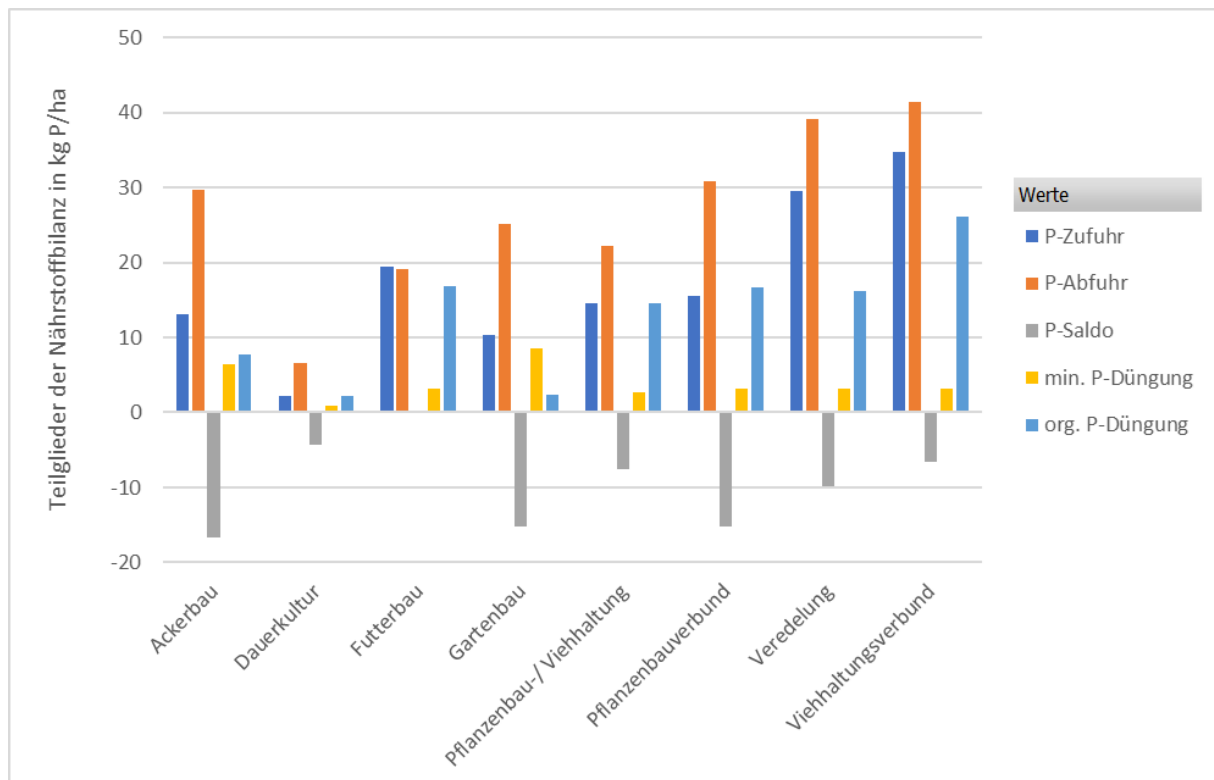


Abbildung 44: Teilglieder der P-Bilanz differenziert nach Betriebstypen für die Jahre 2021 und 2022.

In den Jahren 2021 und 2022 weist kein Betriebstyp im Mittel einen nennenswerten P-Überschuss auf. Futterbaubetriebe weisen im Mittel einen fast ausgeglichenen Bilanzsaldo mit einem P-Überschuss von etwa 1 kg P/ha auf, was im Vergleich zu den anderen Betriebstypen den höchsten Saldo darstellt. Auf allen Betriebstypen werden neben organischen Düngemitteln auch mineralische P-haltige Düngemittel eingesetzt. Bei den viehhaltenden Betrieben ist der Einsatz von mineralischem Düngemittel etwas geringer als bei Ackerbau- und Gartenbaubetrieben. Trotz der in der Regel hohen Verfügbarkeit und Verwendung von eigenem Wirtschaftsdünger auf viehhaltenden Betrieben kommt zusätzlich Mineraldünger zum Einsatz, auch bei Futterbaubetrieben. Die Möglichkeit einer Verringerung der Bilanzsalden auf Futterbaubetrieben durch eine Reduzierung des Mineraldüngereinsatz gilt es unter Berücksichtigung der hohen P-Bodengehalte zu prüfen.

5.4 Bewertung der P-Effizienzen

Aus dem Verhältnis zwischen Zu- und Abfuhr von Phosphor kann die Effizienz der Phosphorverwertung innerhalb des Betriebssystems ermittelt werden. Liegt die Phosphorzufuhr bei null, kann keine Effizienz berechnet werden, weshalb die Anzahl der Effizienzen von der Anzahl der vorliegenden Bilanzsalden abweicht.

Die Mediane für die Effizienz der Phosphorverwertung liegen bei allen betrachteten Betriebstypen über 100 % (Abbildung 45). Das bedeutet, dass im Median der gesamte zugeführte Phosphor umgesetzt wird und darüber hinaus P-Vorräte (z. B. im Boden) genutzt werden. Es sind jedoch insbesondere bei den viehhaltenden Betriebstypen (Futterbau, Pflanzenbau-/Viehhaltung, Veredelung und Viehhaltungsverbund) noch Betriebe mit Effizienzen von unter 100 %, was noch einen Spielraum bei der Reduktion des P-Inputs auf dem Betrieb zulässt.

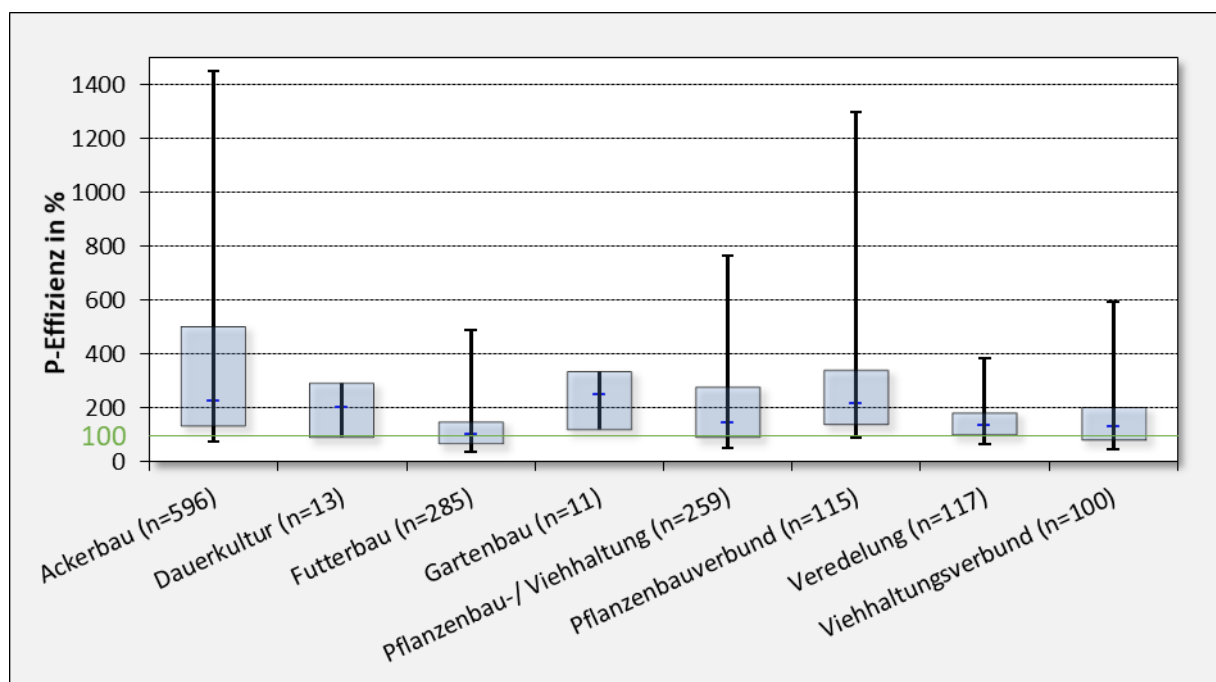


Abbildung 45: Effizienzen der Phosphor-Verwertung für die Jahre 2021 und 2022 differenziert nach Betriebstypen.

Insgesamt ist festzustellen, dass durch die dargestellten Verbesserungen durch die bisher erfolgte Beratung kein nennenswerter Phosphor-Überschuss mehr in den Betriebssystemen vorliegt. Vielmehr sorgen die nun überwiegend negativen P-Stoffstrombilanzsalden und die hohen P-Effizienzen für eine Reduktion des Phosphoraufkommens innerhalb der Betriebe. Daraus kann angenommen werden, dass weniger Phosphor auf die bewirtschafteten Flächen gelangt und damit die potentielle Umweltwirksamkeit abnimmt und bei Beibehaltung eines guten Nährstoffmanagements langfristig eine Verringerung der Phosphorgehalte im Boden und somit des Eintrags in die Gewässer erreicht werden kann.

6 Fazit und Empfehlungen

Mit der WRRL-Beratung 2.0 wurde die gewässerschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung nach einheitlichen Kriterien neu aufgestellt und auch die Inhalte und Schwerpunkte der Beratung im Sinne eines Qualitätsmanagements neu geregelt. Dabei kommen Beratungsmodule zum Einsatz, die ausreichend Flexibilität bieten, um die Beratung an die regionalen Besonderheiten im einzelnen Maßnahmenraum anzupassen und vor allem eine höhere Flächenwirkung zu erzielen. Mit der Neuvergabe wurde auch der Umfang der Erfolgsparameter ausgeweitet, so dass sich die Aussagekraft und auch die Auswertemöglichkeiten anhand der Daten deutlich erhöht haben. So sind nun z. B. auch Informationen aus den Grundnährstoffanalysen (Phosphor) oder auch die Nährstoffzufuhr und -abfuhr bei den Nährstoffbilanzen in den Datensablonen enthalten.

Die Wahl der eingesetzten Module entspricht überwiegend den Erwartungen und den unterschiedlichen Gegebenheiten der Maßnahmenräume. Einzelne Module sollten in Zukunft jedoch stärker Anwendung finden, wie die Module 2.5 Beratung zu organischen Nährstoffträgern sowie 2.6 Agrarumweltmaßnahmen. Die Beratung zu organischen Nährstoffträgern bietet weiterhin die größten Potentiale die N-Überschüsse und somit auch die N-Austräge zu reduzieren. Dies gilt zum einen für die viehhaltenden Betriebe, die die höchsten N-Bilanzüberschüsse aufweisen, aber auch für Betriebe die beispielsweise Wirtschaftsdünger aufnehmen. Die Agrarumweltmaßnahmen sollten um mehr gewässerschutzorientierte Aspekte ergänzt werden (siehe HLNUG-Bericht vom 10.04.2025). Dadurch können die Einsatzmöglichkeiten in der WRRL-Beratung gezielt in den Gebieten mit zu hohen Nitratbelastungen im Grundwasser erhöht werden.

Die überwiegend sehr hohe Akzeptanz der Beratung sowie die erkennbaren Erfolge lassen darauf schließen, dass die beratenen Inhalte auf den Betrieben und den Flächen in Folge der Beratung umgesetzt werden. Die Selbsteinschätzung der Beratungsinstitutionen deckt sich mit den Ergebnissen der Bewertung der Controlling-Parameter. Ohne die Umsetzung der Beratungsempfehlungen auf den Betrieben wären beispielsweise die Bilanzüberschüsse nicht in diesem Maße rückläufig.

6.1 Beratung zur Reduzierung der Stickstoffausträge

Im 3. Bewirtschaftungsplan waren von den 127 Grundwasserkörpern (GWK) innerhalb der hessischen Landesgrenzen insgesamt 20 GWK aufgrund von Nitrat im schlechten chemischen Zustand. Sechs dieser GWK befinden sich zusätzlich wegen Schwellenwertüberschreitungen hinsichtlich Ammoniums im schlechten chemischen Zustand. Diese Überschreitungen sind auf diffuse landwirtschaftliche Einträge zurückzuführen. Die Nitratkonzentration im Grundwasser in Hessen unterscheidet sich regional, teilweise werden über 200 mg/l Nitrat gemessen. Die Region Groß-Umstadt, der Rheingau, Teile des Hessischen Rieds, die Untermainebene, die Wetterau und die westliche Niederhessische Senke sind Gebiete, in denen aktuell hohe Nitratkonzentrationen anzutreffen sind. In all diesen Gebieten liegt eine intensive landwirtschaftliche

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Flächennutzung vor. Weitergehende Informationen sind dem Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2022⁴ zu entnehmen. Die Flächenbilanzüberschüsse in Deutschland sind nach dem Umweltbundesamt⁵ im Zeitraum 1992 bis 2020 im gleitenden 5-Jahresmittel von 117 kg N/ha auf 77 kg N/ha gesunken. Dies entspricht bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von 16,6 Millionen Hektar in Deutschland einem Stickstoffeinsatz von ca. 1,27 Mio. Tonnen Stickstoff in der Landwirtschaft.

Die Entwicklung der N_{\min} -Werte in Hessen ist regional unterschiedlich, die N_{\min} -Werte haben in der Fläche aber eher zugenommen. Positive Entwicklungen gibt es in Nord- und Osthessen sowie im Rheingau, während vor allem im Hessischen Ried Optimierungsbedarf besteht. Der Zielwert für den Herbst- N_{\min} -Wert liegt aus der Sicht des Grundwasserschutzes zwischen 15 und 30 kg N/ha, was mit der Durchlässigkeit der Böden zusammenhängt. Dieser Zielwert wird hessenweit meist weit überschritten. Der Reduktionsbedarf variiert stark und liegt zwischen etwa 30 und teilweise 100 kg N/ha und Jahr. Hier gilt es, nicht zuletzt vor dem Hintergrund des Klimawandels, weiter daran zu arbeiten, dass die N_{\min} -Gehalte abnehmen. Ohne deren nachhaltige Reduktion wird eine Abnahme der Nitratkonzentrationen im Grundwasser nur schwer erreicht werden können. Dennoch können auch in einigen Gebieten positive Entwicklungen der N_{\min} -Werte auf Ebene der Gemarkungen verzeichnet werden. Vor allem konnte belegt werden, dass es durch die Beratungsansätze auch möglich ist, bei schlechteren Witterungsbedingungen und zunehmenden Trockenphasen die N_{\min} -Werte zu senken. In der WRRL-Beratung ist der Zwischenfruchtanbau ein wesentlicher Beratungsansatz, um die im Boden nach der Vegetationsphase vorhandenen Stickstoffmengen in der Biomasse des Aufwuchses zu binden. Hierbei zeigen die Daten eindeutig, dass sich der Zwischenfruchtanbau außerordentlich gut hinsichtlich einer Reduktion der Nitratausträge ins Grundwasser eignet (-19 kg N/ha bzw. -42 mg/l Nitrat im Sickerwasser). Dadurch kann über die winterliche Sickerwasserperiode weniger Nitrat ins Grundwasser verlagert werden. Auch werden die in der Zwischenfrucht gespeicherten N-Mengen bei der Düngedarfsermittlung für die Folgekulturen berücksichtigt, so dass weniger Stickstoff in die Umwelt eingebracht werden muss.

Das bedeutet, dass die gewässerschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung erheblich dazu beigetragen hat, dass durch den umgesetzten Zwischenfruchtanbau weniger Nitrat unter diesen Schlägen ausgewaschen wurde.

Zudem wird deutlich, dass die N_{\min} -Werte innerhalb von WSG-Kooperationen geringer sind als außerhalb. Die Vorgaben des schärferen Ordnungsrechts in Verbindung mit der Gewässerschutzberatung zeigt somit gute Erfolge. Auch die intensive Leitbetriebsberatung führt zu geringeren Herbst- N_{\min} -Werten. Beispielsweise sind bei den Leitbetrieben die N_{\min} -Werte bei Getreide, Raps, Kartoffeln und Gemüse/Kräuter mit 11 – 25 kg N/ha niedriger als bei Nicht-Leitbetrieben. Des Weiteren sollten standortabhängige N-Nachlieferungspotenziale der Böden zur besseren Berechnung des Düngedarfes ermittelt werden, um den vorhandenen und eingesetzten Stickstoff effizienter nutzen zu können. Hierfür muss neben dem organischen Kohlenstoff

⁴ HLNUG Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2022 https://www.hlnug.de/fileadmin/shop/publikationen/wasser/grundwasser/Grundwasserbeschaffenheitsbericht%202022_bf.pdf

⁵ UBA 2024 <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/stickstoffeintrag-aus-der-landwirtschaft#--3> (Stand 30.06.2025)

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

(C_{org}) immer auch der Gesamtstickstoff (N_T) als Maß für den organischen und leicht mineralisierbaren Stickstoff im Boden mitbestimmt werden.

Im Weinbau sind die eingesetzten Nährstoff- bzw. Düngermengen deutlich zurückgegangen und diese sind insgesamt auf deutlich geringerem Niveau als beispielsweise im Ackerbau. Teilweise werden überhaupt keine mineralischen Düngemittel eingesetzt und es gelangt nur Trester zurück auf die Flächen. Für den Bereich Stickstoff zeigt sich dies auch in sehr niedrigen N_{min}-Werten und N-Bilanzüberschüssen. Dies ist ein sehr großer Erfolg der Beratung. Für die Zukunft wird kein Handlungsbedarf für die Düngeberatung von Weinbaubetrieben mehr gesehen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Wirtschaftsweise mit geringem Nährstoffeinsatz etabliert hat und auch in Zukunft ohne WRRL-Beratung fortsetzen wird. Eine Erosionsschutzberatung sollte jedoch in jedem Fall fortgeführt bzw. intensiviert werden, da aufgrund des Reliefs die Erosionsgefahr groß ist und sich eine Abnahme der aktuell hohen P-Bodengehalte erst mit größerem Zeitverzug einstellt.

Durch die WRRL-Beratung konnte der Stickstoffbilanzüberschuss in den beratenen Betrieben deutlich reduziert werden. Durch die ergänzende Maßnahme „WRRL-Beratung“ wurden im Mittel über alle bilanzierten Betriebe die Stickstoffüberschüsse über den Zeitraum von 2009 - 2022 um etwa 45 kg/ha reduziert. Bezogen auf die von Leitbetrieben bewirtschaftete Fläche von etwa 77.300 ha ergibt sich eine Gesamtreduktion von knapp 3.500 Tonnen Stickstoff. Somit wurde durch die WRRL-Beratung eine konstante Abnahme über die Jahre bewirkt, was den Nutzen der WRRL-Beratung aufzeigt. Übertragen auf den Nitratgehalt im Sickerwasser ergibt sich bei einer Sickerwasserrate von 200 mm/a und vereinfachten sonstigen Annahmen eine Reduktion um ca. 100 mg/l Nitrat, das nicht ins Grundwasser verlagert wird. Ohne die WRRL-Beratung wären der Nitrataustrag unter landwirtschaftlichen Flächen ins Grundwasser somit deutlich höher.

Solange das Ordnungsrecht keine ausreichend wirksamen Regelungen zum Schutz des Grundwassers vor zu hohen landwirtschaftlich bedingten Nährstoffeinträgen vorgibt, muss verstärkt auf die Freiwilligkeit der landwirtschaftlichen Betriebe gesetzt werden. Eine Beratung zu nötigen Anpassungen an eine standortspezifische Bewirtschaftung ist daher weiterhin erforderlich.

Auch die N-Bilanzsalden, die sich auf einem mittleren bis niedrigen Niveau bewegen, wurden weiter reduziert. Bei den betrieblichen Nährstoffströmen ist eine Reduktion von geringeren Bilanzüberschüssen erheblich schwieriger, als bei sehr hohen Bilanzsalden, da es immer weniger Optionen gibt das Betriebsmanagement zu verbessern. Vor allem bei den Ackerbaubetrieben sind die N-Bilanzsalden am deutlichsten gesunken, aber auch bei viehhaltenden Betrieben konnte eine abnehmende Tendenz festgestellt werden. Um die betrieblichen Stoffströme weiter zu optimieren, müssen vor allem die intensiven Gemüsebau- und Viehhaltungsregionen in den Fokus genommen werden. Auch wenn hier eine deutlich abnehmende Tendenz der N-Nährstoffbilanzsalden ersichtlich ist, muss das Gesamtniveau weiter gesenkt werden. Beispielsweise sollte die Zufuhr von Stickstoff von „außen“ durch Mineraldünger möglichst gering sein, wenn auf dem Betrieb organische Nährstoffträger vorhanden sind. Zudem können die in der Biomasse gespeicherten Stickstoffmengen bei Zwischenfrüchten, Stoppel- oder Ernteresten noch besser bei der Düngebedarfsermittlung berücksichtigt werden. Dadurch können auch die N_{min}-Gehalte im Boden ohne das C/N-Verhältnis negativ zu verändern weiter reduziert werden.

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Auch die erstmals durchgeführte regionale Betrachtung zeigt, dass sich die Stickstoffbilanzsalden in allen Maßnahmenräumen im Mittel verbessert haben, auch wenn die Maßnahmenräume zu Beratungsbeginn bereits niedrige durchschnittliche Stickstoffbilanzen aufwiesen. Beratungsbedarf haben vor allem viehhaltende Betriebe mit höherem Nährstoffanfall bzw. hoher Viehdichte sowie insgesamt größere Betriebe.

Bei den Nährstoffeffizienzen gibt es weiterhin Beratungsbedarf und Raum für Verbesserung. Dies gilt erwartungsgemäß für die viehhaltenden Betriebe. Aber auch bei den Ackerbaubetrieben gibt es einzelne Betriebe mit niedrigen Stickstoffeffizienzen, bei denen die Beratung ansetzen sollte. Die Informationen zur Berechnung von Nährstoffeffizienzen liegen erst seit dem neuen Modulsystem, welches im Zuge des 3. BP etabliert wurde, vor, weshalb noch weitere Daten in der nächsten Bewirtschaftungsperiode gesammelt werden sollten, um noch fundiertere Erkenntnisse über die Wirkung von landwirtschaftlichen Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratausträge zu erhalten.

In den Fokus der landwirtschaftlichen Beratung, Flächenbewirtschaftung und Kulturauswahl müssen die Auswirkungen des Klimawandels (z. B. höhere Bodentemperaturen, erhöhte Mineralisationsleistung der Böden (auch im Winter), höhere Verdunstungsraten, häufigere und länger anhaltende Trockenperioden, Zunahme von Starkniederschlagsereignissen, geringeres Pflanzenwachstum, verbunden mit verminderter Nährstoffaufnahme) gerückt werden. Es muss eine Bewirtschaftungs- und Beratungsstrategie entwickelt werden, die diese Aspekte besser berücksichtigt. Dazu gehören u. a. angepasste Fruchtfolgen, die besser mit Witterungsextremen umgehen können, damit weniger Nährstoffe im Boden verbleiben, bzw. Kulturen folgen, die durch Mineralisationsschübe entstehende Nährstoffe besser und schneller aufnehmen können. Auch bei der Sortenwahl muss verstärkt auf die Kriterien N-Aufnahme und Wasserstresstoleranz geachtet werden. Ebenso können Demonstrationsversuche mit Blick auf den Klimawandel und damit verbundene Probleme ausgerichtet werden, um passende Instrumente für die regionalspezifischen Herausforderungen gemeinsam mit den landwirtschaftlichen Betrieben zu entwickeln.

Generell sollten die Kulturen so gewählt werden, dass die mobilisierten Nährstoffe im Herbst weitgehend von den Pflanzen aufgenommen werden können und dadurch die Nährstoffauswaschung über das Winterhalbjahr auf ein Minimum reduziert wird. Hierbei müssen auch Untersaaten bei späträumenden Kulturen (z. B. Mais) verstärkt zur Anwendung kommen. Weiterhin ist es für eine gewässerschonende Landbewirtschaftung entscheidend die Bodenstruktur zu verbessern, z. B. durch konservierende Bodenbearbeitung, Erhöhung des Humusgehalts unter Berücksichtigung eines optimalen C/N-Verhältnis sowie erosionsmindernder Maßnahmen.

6.2 Beratung zur Reduzierung der Phosphorausträge und Erosion

In Hessen werden jährlich etwa 1.015 Tonnen Phosphor in Oberflächengewässer eingetragen und können dort zu einer Eutrophierung des Gewässers und zu einer Zielverfehlung des guten ökologischen Zustands nach den Vorgaben der WRRL beitragen. Derzeit sind in etwa der Hälfte der Oberflächenwasserkörper in Hessen die Orientierungswerte für ortho-Phosphat-Phosphor überschritten. Für Gesamtphosphor ist der Orientierungswert in etwa 67 % der Oberflächenwasserkörper überschritten (basierend auf dem Durchschnitt der Jahresmittelwerte 2022 – 2023). In der Regel kann der gute ökologische Zustand/das gute ökologische Potenzial nach den Vorgaben der WRRL nicht erreicht werden, wenn nicht alle Orientierungswerte und Umweltqualitätsnormen der flussgebietspezifischen Schadstoffe eingehalten sind.

Etwa 21 % (entspricht 211 t) des jährlich in Oberflächengewässer eingetragenen Phosphors stammen aus erosiven Bodenabträgen durch Wasser von landwirtschaftlichen Flächen. Die Höhe des erosiven Phosphoreintrags wird bestimmt durch die Menge des erodierten und in Gewässer eingetragenen Bodenmaterials sowie durch dessen Phosphorgehalt. Eine gewässer-schutzorientierte landwirtschaftliche Beratung muss daher an zwei Stellschrauben ansetzen:

1. die Mobilisierung von Bodenmaterial und dessen Eintrag in Gewässer durch Erosionsschutzmaßnahmen zu minimieren und
2. durch ein optimiertes Nährstoffmanagement den P-Bodengehalt anzupassen.

An beiden Punkten setzt die WRRL-Beratung erfolgreich an.

Die beprobten Flächen innerhalb der Maßnahmenräume weisen überwiegend einen höheren Phosphorgehalt im Boden auf als zur Erreichung des Optimalertrags notwendig ist. Hohe Phosphorgehalte in den Oberböden führen bei Abschwemmung und erosiven Ereignissen zwangsläufig zu höheren Einträgen von Phosphor in die oberirdischen Gewässer. Gleichfalls bergen hohe Phosphorgehalte in den Oberböden ein potentiell erhöhtes Austragsrisiko von Ortho-Phosphat-P über das Sickerwasser in das Grundwasser. Hier besteht in den Maßnahmenräumen noch erheblicher Bedarf den hohen Phosphorgehalten der Böden entgegenzuwirken.

Ein erster Beratungserfolg zeichnet sich hier auf Flächen von Leitbetrieben ab, welche im Vergleich zu Nicht-Leitbetrieben eine intensivere und meist bereits langjährigere Beratung erhalten haben. Hier befinden sich bereits mehr Flächen in der anzustrebenden Gehaltsklasse C als bei Nicht-Leitbetrieben. Dass sich hier nach etwas mehr als 10 Jahren Beratung, trotz der langsamen Reaktionszeit des Phosphorgehalts im Boden, ein Unterschied abzeichnet, untermauert den Erfolg der Beratungstätigkeit hinsichtlich einer gewässerschonenden Phosphordüngung. Um eine flächendeckende Reduzierung der P-Bodengehalte zu erreichen, muss weiter eine intensive Beratung zur Optimierung des Nährstoffmanagements bis zur Erreichung der Gehaltsklasse C erfolgen. Dabei sollte die Möglichkeit eines Verzichts auf Mineraldünger, insbesondere bei großen (> 100 ha) und viehhaltenden Betrieben geprüft werden, bei welchen in den vorliegenden Daten besonders häufig hohe P-Bilanzsalden festgestellt werden konnten.

Aus den vorliegenden Daten kann weder durch die Art der Bodenbearbeitung noch durch den Anbau einer Zwischenfrucht ein Einfluss auf den P-Bodengehalt festgestellt werden. Eine

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Wirksamkeit dieser Maßnahmen den P-Gehalt der Böden zu verringern, konnte somit nicht festgestellt werden. Sie stellen jedoch ein wichtiges Instrument im Sinne des Erosionsschutzes dar und können wirksam dazu beitragen einen Verlust des vorhandenen Phosphors in Gewässer durch erosiven Abtrag zu vermeiden.

Dies zeigt, dass hinsichtlich einer Reduktion des Phosphorgehalts im Boden andere Maßnahmen notwendig sind, als zur Reduktion des Stickstoffgehaltes, welcher einen eindeutigen Zusammenhang mit Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau und reduzierter Bodenbearbeitung zeigt. Es können somit nicht beide Nährstoffe mit den gleichen Maßnahmen adressiert werden, sondern es bedarf jeweils auf den Nährstoff zugeschnittene Maßnahmen. Ebenso besteht kein direkter Zusammenhang zwischen den Maßnahmen zur Reduktion des P-Gehalts im Boden und zur Reduktion von dessen Verlust in die Umwelt über Erosion. Auch an dieser Stelle bedarf es eine Kombination von Maßnahmen zur Verringerung des P-Gehalts des Oberbodens und Maßnahmen zum Erosionsschutz. Nicht zuletzt da Maßnahmen zur Verringerung des P-Gehaltes im Boden nicht unmittelbar wirken, sondern ihre Wirkung erst langfristig erzielen. Während viele Erosionsschutzmaßnahmen ihre Wirkung unmittelbar entfalten.

Als problematisch, hinsichtlich der P-Gehalte im Boden, haben sich aus den vorliegen Daten die Kulturgruppen Futterpflanzen, Gemüsebau/Spargelanbau, Mais sowie sandige Standorte und Weinbauflächen hervorgehoben. Unter Grünland sind die P-Gehalte hingegen überwiegend auf einem niedrigen Niveau. Zusätzlich ist die Erosionsgefährdung durch die ganzjährige Bodenbedeckung dort gering. Die Beratung von Grünlandflächen, hinsichtlich der Phosphordüngung, könnte somit zu Gunsten von erosionsgefährdeten und hochversorgten Standorten reduziert werden. Jedoch sollte auch hier auf eine ausgewogene Phosphordüngung geachtet werden, um einen Austrag von Ortho-Phosphat in das Grundwasser zu vermeiden. Nach Bewertung des 3. Bewirtschaftungsplans sind in Hessen bereits vier Grundwasserkörper wegen Ortho-Phosphat im schlechten chemischen Zustand.

Im Mittel liegt aktuell auf den Flächen ein Überschuss von etwa 4,8 mg pflanzenverfügbarem Phosphor pro 100 mg Boden vor. Bei einer Mächtigkeit von 30 cm und unter der Annahme eines durchschnittlichen Gewichts des Bodens von 1.500 kg/m³ entspricht dies einem mittleren Überschuss von etwa 216 kg P₂O₅/ha.

Hinsichtlich der P₂O₅-Bodengehalte besteht demnach noch deutlicher Beratungsbedarf. Die WRRL-Beratung muss sich hier weiter einer P-Düngeempfehlung im Sinne einer Entzugsdüngung zur Erreichung der Gehaltsklasse C auf Basis der neuen Richtwerte der VDLUFA (2018) annehmen. Eine Entzugsdüngung muss solange beibehalten werden, bis sich eine P-Versorgung der Bodengehaltsklasse C einstellt. Auch bei einer Nulldüngung kann es jedoch viele Jahre bis Jahrzehnte dauern, bis sich die reduzierte P-Düngung auf den Bodengehalt auswirkt, da das pflanzenverfügbare Phosphor im Boden auf veränderte Düngegaben sehr langsam reagiert.

Der Vergleich der Einteilung der Analyseergebnisse in die P-Gehaltsklassen anhand der hessischen Klassengrenzen und der P-Gehaltsklassen nach VDLUFA haben gezeigt, dass auf etwa 26 % der Flächen eine Erhaltungsdüngung nach hessischen Richtwerten empfohlen wäre, auf denen nach aktuellen Erkenntnissen der VDLUFA bereits eine Überversorgung mit pflanzen-

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

verfügbarem Phosphor vorliegt. Dies zeigt, dass für einen wirksamen Gewässerschutz eine Beratung auf Grundlage der VDLUFA-Empfehlung erforderlich ist, wie sie derzeit nur durch die WRRL-Beratung erfolgt.

Zur Verbesserung der Kenntnisse zu Ursachen und Optimierungsmöglichkeiten von hohen P-Gehalten im Oberboden wird empfohlen neben den P-Gehalten zukünftig auch die pH-Werte in der Bodenanalyse zu erfassen. So kann zielgerichtet über eine Optimierung des pH-Wertes (z. B. durch Kalkung) die Aufnahme von Phosphor durch die Pflanzen verbessert und somit die Düngereffizienz gesteigert werden.

Angesichts der hohen P-Versorgung der Flächen ist ein mittlerer Nährstoffbilanzsaldo für Phosphor von < 0 erstrebenswert, um langfristig eine P-Abreicherung der hochversorgten Flächen zu erzielen. Die Betrachtung der vorliegenden Daten zu Nährstoffbilanzsalden für Phosphor aus dem gesamten WRRL-Beratungszeitraum zeigt, dass dort, wo zu Beginn der WRRL-Beratung hohe P-Bilanzsalden vorlagen, durch die Beratung bereits eine deutliche Reduzierung erzielt werden konnte. Die Optimierung der P-Bilanzsalden zeigen, dass die WRRL-Beratung geeignet ist dazu beizutragen, die Gefahr eines Austrags von Phosphor in die Umwelt zu reduzieren. Durch den bereits erzielten Erfolg hat sich der Beratungsbedarf hinsichtlich der betrieblichen Phosphorströme zwar reduziert, Beratungsbedarf besteht jedoch weiterhin bei viehhaltenden Betrieben, insbesondere bei Futterbaubetrieben, bei denen noch hohen P-Bilanzsalden und P-Effizienzen kleiner 100 % vorliegen. Hier kann beispielsweise eine Umstellung auf eine P-reduzierte Fütterung zu einer Reduktion des Phosphor-Inputs auf den Betrieb führen und so den P-Bilanzsaldo optimieren.

Da sich auch bei P-Entzugsdüngung eine Abnahme der aktuell hohen P-Bodengehalte erst mit großem Zeitverzug einstellt, muss die Erosionsschutzberatung zwingend fortgeführt bzw. intensiviert werden. Dies gilt insbesondere dort, wo aufgrund der Hangneigung die Erosionsgefahr erhöht ist und hohe P-Gehalte im Boden vorliegen. Dies ist beispielsweise auf Flächen des Weinbaus der Fall.

Solange das Ordnungsrecht keine ausreichend wirksamen Regelungen zum Schutz der Gewässer vor zu hohen landwirtschaftlich bedingten Nährstoffeinträgen, wie ausreichend breite Gewässerschutzstreifen⁶ und auf aktuellen Erkenntnissen beruhende P-Gehaltsgrenzen vorgibt, muss verstärkt auf die Freiwilligkeit der Landwirtinnen und Landwirte gesetzt werden. Eine Beratung zu möglichen Schutzmaßnahmen und einer standortspezifischen Anpassung der Bewirtschaftung ist daher weiterhin erforderlich.

Konkrete Erfolge der Erosionsschutzberatung zeigen sich in der hohen Anzahl von ergriffenen erosionsschutzwirksamen Maßnahmen. Diese bestätigt, dass die Beratungsinhalte auf den Betrieben angenommen und in der Praxis umgesetzt werden. Grundsätzlich ermöglicht die WRRL-Beratung einen aktiven Austausch mit den Landwirtinnen und Landwirten und fördert die Sensibilität gegenüber den Themen Erosion und Gewässerschutz.

⁶ Vormeier et al. (2022) Width of vegetated buffer strips to protect aquatic life from pesticide effects, Water Research 231

Bewertung WRRL-Beratung in Hessen 2011-2024

Vor dem Hintergrund der klimawandelbedingten Zunahme von Starkniederschlagsereignissen nimmt die Bedeutung von Erosionsschutzmaßnahmen und erosionsmindernder Bewirtschaftung weiter zu. Dabei ist auch eine möglichst lange schützende Bodenbedeckung sowie eine Verbesserung der Bodenstruktur und -stabilität durch konservierender Bodenbearbeitung entscheidend.

Belastungen in Oberflächengewässern durch landwirtschaftlich bedingte Einträge treten vielfach in Hessen auf. Ein räumlicher Zusammenhang mit den Nitratbelastungen im Grundwasser, die die Maßnahmenräume definieren, besteht nicht. Um die Wirksamkeit der Beratung für den Schutz der Oberflächengewässer vor landwirtschaftlich bedingten Nährstoffeinträgen hinsichtlich einer Zielerreichung nach WRRL zu verbessern, sollte daher grundsätzlich angestrebt werden, eine eigenständige Kulisse für eine P-/Erosionsschutzberatung zu etablieren. Dort kann unabhängig von der Belastung im Grundwasser eine Fokussierung der WRRL-Beratung hinsichtlich des Schutzes von Oberflächengewässern vor diffusen Einträgen erfolgen. Dazu sollte sich die Beratung zukünftig weiter auf erosionsgefährdete Ackerflächen mit Anbindung an Gewässer konzentrieren. Vor dem Hintergrund der Erreichung des guten ökologischen Zustands wird dabei ein stärkerer Fokus auf die Anbindung an solche Oberflächengewässer empfohlen, die

1. Defizite hinsichtlich biologischer Qualitätskomponenten aufweisen,
2. eine Überschreitung des Orientierungswerts für Ortho-Phosphat-P aufweisen
3. und in denen landwirtschaftlich bedingte Phosphoreinträge einen bedeutenden Anteil am Gesamtphosphoreintrag ausmachen.

Solche Oberflächenwasserkörper sind bereits in Umsetzung der Düngeverordnung hessenweit identifiziert und als eutrophierte Gebiete ausgewiesen. Die derzeitige Maßnahmenraumkulisse deckt sich allerdings nur teilweise mit diesen Gebieten.

7 Ausblick

Gemäß der aktuellen LAWA-Empfehlung⁷ für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement in Flussgebietseinheiten wird die landwirtschaftliche Beratung als „unverzichtbar“ angesehen. Dies gilt auch für die WRRL-Beratung in Hessen als eine auf Nachhaltigkeit ausgelegte Maßnahme. Die WRRL-Beratung hat eine Optimierung der Wirtschaftsweise bezüglich des Gewässerschutzes zum Ziel. Ein solches Ziel kann nicht innerhalb weniger Jahre erreicht werden, da für eine nachhaltige Verhaltensänderung ein oder einige wenige Beratungskontakte nicht ausreichen. Die bereits erzielten Erfolge zeigen, dass die WRRL-Beratung dazu geeignet ist, eine Optimierung des Betriebs- und Flächenmanagements hinsichtlich des Gewässerschutzes zu erreichen. Die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Beratung ist ein Vertrauensverhältnis zwischen den Betrieben und der Beratung. Dieses wurde in den vergangenen Jahren erfolgreich durch die Beratungsinstitutionen aufgebaut und hat zu einer gesteigerten Sensibilisierung gegenüber dem Thema Gewässerschutz in der Landwirtschaft beigetragen.

Eine Fortführung der Beratung im 4. Bewirtschaftungsplan als ergänzende Maßnahme zum Ordnungsrecht wird daher ausdrücklich empfohlen.

Mit der Neuausrichtung ab dem Jahr 2022 wurde bereits eine bessere Flächendeckung der Beratung erreicht, indem beispielsweise Beratungsquoten je nach Beratungspriorität der Gemarkung eingeführt wurden. Das Konzept sieht vor, dass in roten Gemarkungen (sehr hohe Priorität) 1/3 der Betriebe jährlich beraten werden. In orangen Gemarkungen (hohe Priorität) sind es 1/4 und in gelben Gemarkungen (mittlere Priorität) 1/5 der Betriebe, die beraten werden sollen. Zusätzlich wurden die Leitbetriebe gleichmäßiger über die Maßnahmenräume verteilt. Somit konnte die positive Flächenwirkung auf Grundwasserkörper und Oberflächenwasserkörper gesteigert werden. Es wurde zudem ein regelmäßiger Workshop mit den Beratungsinstitutionen und den Wasserbehörden (AG Grundwasser) etabliert, sodass ein gemeinsamer Austausch stattfindet, um Synergien effektiv zu nutzen und die inhaltlichen Ansätze der Gewässerschutzberatung zu optimieren.

Mögliche Weiterentwicklungen der Beratungskulisse werden in einem separaten Bericht zusammengestellt und ermöglichen so einen Überblick zu zielgerichteten Maßnahmen für eine zukunftsfähige Aufstellung der WRRL-Beratung. Beispielsweise könnten die nitratbelasteten Gebiete zur Umsetzung der Düngeverordnung mehr in den Beratungsfokus rücken und der N-Minderungsbedarf (AGRUM HE Modellierung) als regionales Priorisierungsinstrument herangezogen werden. Des Weiteren ist eine stärkere Fokussierung innerhalb der Kulisse denkbar (z. B. Betriebstypen mit Tierhaltung, Beratung bestimmter Anbaukulturen) bzw. eine Kombination aus den Vorschlägen. Zu beachten ist, dass die Gemarkung als kleinste räumliche Einheit der Beratungskulisse erhalten bleiben muss, damit die bereits etablierten verwaltungstechnischen Prozesse und die IT-Infrastruktur (Datenbank) weiterverwendet werden und beispielsweise Zeitreihen erstellt werden können.

⁷ LAWA-AO (2017): Empfehlungen für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement (Defizitanalyse, Nährstoffbilanzen, Wirksamkeit landwirtschaftlicher Maßnahmen) in Flussgebietseinheiten.

8 Literatur

¹HMUKLV (2021): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen Maßnahmenprogramm 2021-2027 – Anhang 5 Konzept zur Umsetzung der gewässerschutzorientierten landwirtschaftlichen Beratung in den WRRL-Maßnahmenräumen mit Beratungsmodulen https://flussgebiete.hessen.de/sites/flussgebiete.hessen.de/files/2024-08/mp_anhang_5_modulkonzept_langfassung_final.pdf

²VDLUFA (2018): Neue Empfehlung des VDLUFA für die P-Düngung, Mitteilungen 02/2018 https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/Mitteilungen_02_18.pdf

³Pecoroni und Friedrich (2013): Phosphat- und Phosphorgehalte in hessischen Oberböden – Grundlagen zur Abschätzung des P-Austrags durch Bodenerosion, Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der DBG

⁴HLNUG (2023): Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2022 https://www.hlnug.de/fileadmin/shop/publikationen/wasser/grundwasser/Grundwasserbeschaffenheitsbericht%202022_bf.pdf

⁵UBA (2024): Stickstoffeintrag aus der Landwirtschaft und Stickstoffüberschuss <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/stickstoffeintrag-aus-der-landwirtschaft#--3> (Stand 30.06.2025)

⁶Vormeier et al. (2022): Width of vegetated buffer strips to protect aquatic life from pesticide effects, Water Research 231

⁷LAWA-AO (2017): Empfehlungen für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement (Defizitanalyse, Nährstoffbilanzen, Wirksamkeit landwirtschaftlicher Maßnahmen) in Flussgebietseinheiten