

**2. Zwischenbericht  
zur Weinbaulichen Beratung  
der Kooperationsbetriebe**



**BERICHTSJAHR 2024**

**BERATUNG & BERICHTERSTELLUNG**

**Michaela Miszori-Sommer**

E-Mail: [michaela.miszori-sommer@dlr.rlp.de](mailto:michaela.miszori-sommer@dlr.rlp.de)

Festnetz: 06321/671-**236**

Mobil: 0152- 04356009

Wasserschutzberatung RLP

DLR Rheinpfalz, Institut für Weinbau & Oenologie - Gruppe Weinbau

Breitenweg 71, 67435 Neustadt an der Weinstraße

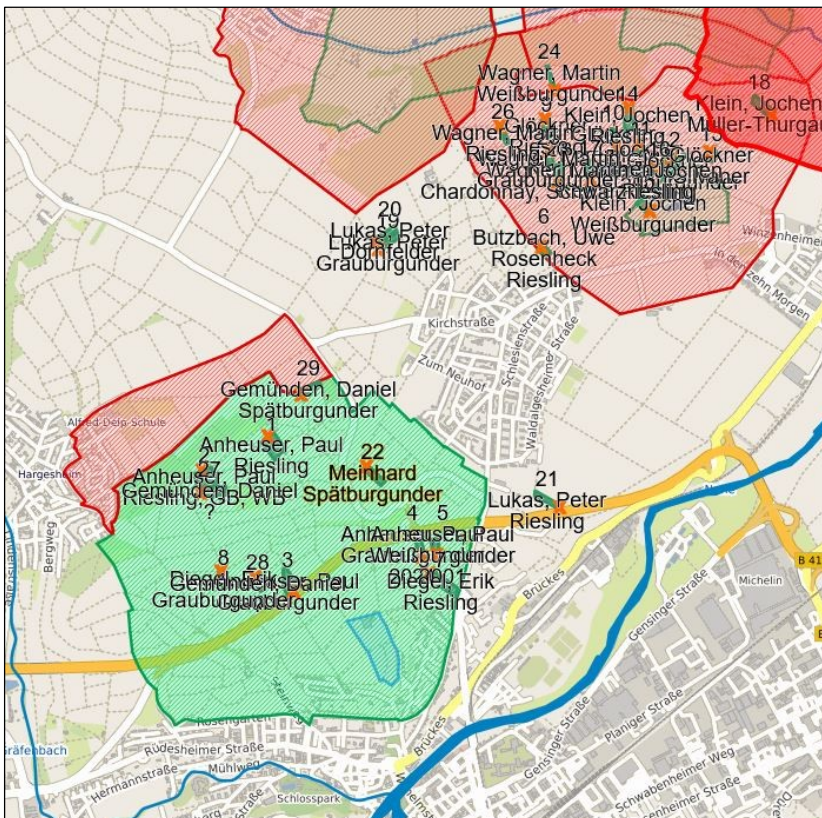
## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Situationsbeschreibung .....</b>	<b>3</b>
2.1    Aktuelle Nitrat-Gehalte in Brunnen und Grundwassermessstellen .....	3
2.2    Betriebe und Parzellen im Kooperationsprojekt .....	3
2.3    Witterung im Jahresverlauf 2024 .....	4
<b>3. Ergebnisse und Interpretation .....</b>	<b>5</b>
3.1    Stickstoff-Düngeempfehlungen 2024 .....	5
3.2    Boden-Nitrat-Stickstoff-Gehalte im Spätherbst: „Herbst-N <sub>min</sub> “ 2024 .....	6
3.3    Bonitur der Bodenpflege zum Ende der Vegetationsphase 2024 .....	10
3.4    Stickstoff-Bilanz 2024 .....	11

## 1 Einleitung

Die Stadtwerke Bad Kreuznach haben im Jahr 2015 gemeinsam mit ortsansässigen Winzern, Landwirten, Fachbehörden (SGD Nord, LWK, LfU, LGB) und der **Wasserschutzberatung** (WSB) des DLR Rheinpfalz ein Kooperationsprojekt zum Grundwasserschutz ins Leben gerufen.

Die Kooperation im Weinbau wurde im Jahr 2022 erfolgreich neu aufgesetzt. Übergeordnetes Ziel ist es, das Grundwasser im Einzugsgebiet der Bad Kreuznacher Trinkwasserbrunnen und Quellen nachhaltig vor landwirtschaftlichen Einträgen zu schützen und gemeinsam Erkenntnisse zu gewinnen, inwiefern sich die aktuelle Landbewirtschaftung auf potentielle Nitrat-Einträge ins Grundwasser auswirkt. Das Kooperationsgebiet von ca. 3000 Hektar erstreckt sich dabei über den drei großen Grundwasserkörpern „Nahe 4“, „Ellerbach“ und „Appelbach“, welche alle nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) einen schlechten Zustand (Status Chemie: 3) aufweisen (GDA-Wasser 08/2025).

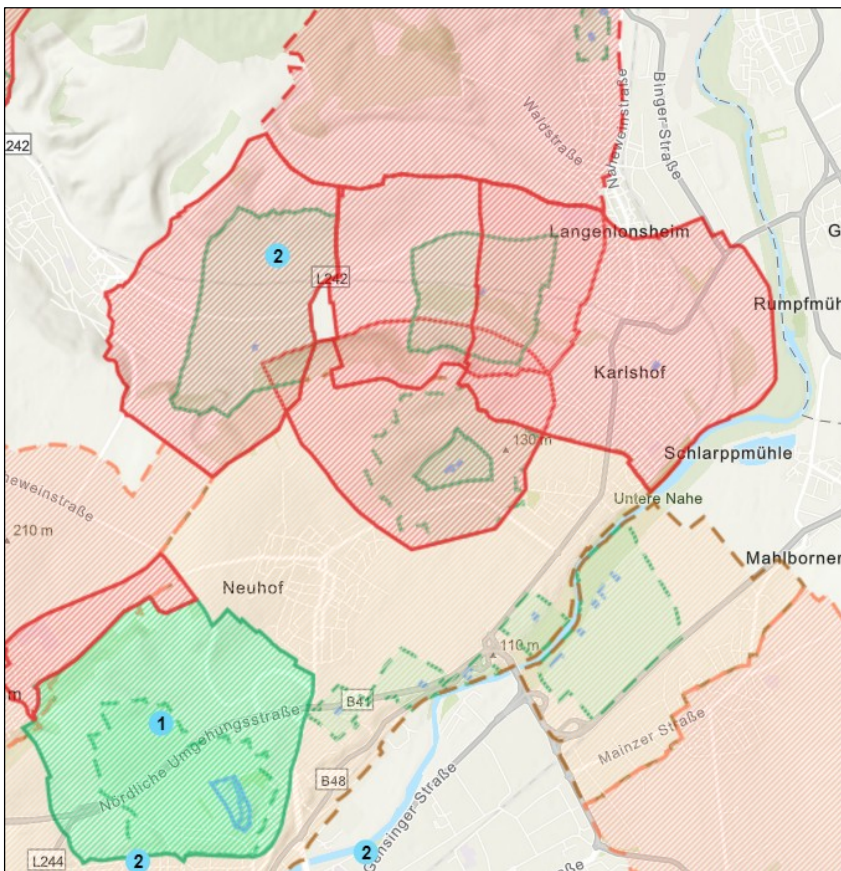


**Abbildung 1:** Kooperationsgebiet der Stadtwerke Bad Kreuznach mit den Weinbauflächen (Quelle: GDA Wasser 2025).

Große Teile dieser Fläche werden sowohl weinbaulich als auch ackerbaulich intensiv genutzt. Die Gesamtfläche aller Kooperationsbetriebe im Ackerbau umfasst 184 Hektar, die von 22 verschiedenen Betrieben bewirtschaftet werden. Der Großteil der Flächen entfällt jedoch auf den Bereich der Marktfruchtbetriebe (92,4 %). Die Flächen im Weinbau befinden sich im Norden von Bad Kreuznach, zwischen den Gemeinden Rüdesheim (Nahe), Roxheim, Guldental, Langenlonsheim und Bretzenheim (siehe Abbildung 1). Die meisten Kooperationsweinberge liegen in den beiden Trinkwasserschutzgebieten mit Rechtsverordnung „Bad Kreuznach, nördlich der Nahe (WSG\_Nr: 401000440)“



und „Bretzenheim/Winzenheim (WSG\_Nr.:401201655)“. Somit befinden sich diese Kooperationsflächen über dem Einzugsgebiet des Wasserwerks Stromberger Straße. Dies ist das zentrale Wasserwerk der Stadt Bad Kreuznach und für die Versorgung von 69.000 Einwohnern mit aufbereitetem Trinkwasser zuständig. In diesem Wasserwerk wird das Trinkwasser von 22 Brunnen und 23 Quellen aufbereitet, sodass im Durchschnitt Nitrat-Gehalte von 21 mg/l gemessen werden. Die Aufbereitung erfolgt durch eine Niederdruck-Osmose-Anlage, wodurch ebenfalls der Urangehalt und die Wasserhärte reduziert werden. In Abbildung 2 sind die sich überlappenden Wasserschutzgebiete mit Rechtsverordnung sowie deren Zonenaufteilung dargestellt.



**Abbildung 2:** Wasserschutzgebietsabgrenzungen im Kooperationsgebiet der Stadtwerke Bad Kreuznach (Quelle: GDA Wasser 2025).

## 2 Situationsbeschreibung

### 2.1 Aktuelle Nitrat-Gehalte in Brunnen und Grundwassermessstellen

Im Durchschnitt hat das von den Stadtwerken Bad Kreuznach gelieferte Trinkwasser einen Nitrat-Gehalt von 21 mg/l im Wasserwerk Stromberger Straße. Der Nitrat-Gehalt 2024 ist im Vergleich zum Jahr 2023 leicht gesunken. Das Trinkwasser des Hochbehälters „St. Katharinen“ enthält beispielsweise 19 mg Nitrat/l, Frei-Laubersheim 20 mg Nitrat/l, Ebernburg < 1 mg Nitrat/l und in Feilbingert 13 mg Nitrat/l (Stand: 01/2025). Somit liegen die Nitrat-Werte des Trinkwassers weit unter dem von der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geforderten Grenzwert von 50 mg/l. Das Wasser der im Süden gelegenen Hochbehälter zeichnet sich durch einen sehr geringen bis mittleren Nitrat-Gehalt



von < 1 bis 20 mg/l aus. Im Norden und in der zentralen Stadt liegt die Nitrat-Konzentration des Trinkwassers der Hochbehälter durchweg um 20 mg/l. Bei Betrachtung der Nitrat-Gehalte der oberflächennahen Grundwassermessstellen (Ausweisungsnetzwerk Nitrat) fällt auf, dass diese meist weit über denen des ausgelieferten Trinkwassers liegen. Grund hierfür sind die aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgehenden Nitrat-Frachten, die mit der Lage und Tiefe der Grundwassermessstellen stark korrelieren. So werden im Umfeld des Hochbehälters „Feilbingert“ oftmals niedrigere Nitrat-Gehalte im geförderten Rohwasser registriert, da sich hier vergleichsweise wenige landwirtschaftliche Flächen befinden und die Grundwassermessstellen hauptsächlich von Wald umgeben sind („Fürfeld GWM 2549171900“: 0,2 mg/l Nitrat; „Hallgarten GWM 2547100800“: 12,4 mg/l Nitrat - Stand 2024).

Im Vergleich dazu weisen Messstellen unter landwirtschaftlichen Flächen wesentlich höhere Nitrat-Gehalte auf, die zum Teil sogar den zulässigen Grenzwert von 50 mg Nitrat/l überschreiten. Die Nitratwerte in Guldental, Brunnen 1 „Leiseck“ in 66 m Tiefe weisen eine sinkende Tendenz auf: GWM 2549102700 = 48,8 mg/l (Stand 2023) und 42,4 mg/l (Stand 02/2025). Dagegen steigen in Weinsheim (GWM 2549101000) in 89 m Tiefe die Nitratwerte leicht auf 65,1 mg/l Nitrat (Stand 02/2025) an. Bei Betrachtung des Verlaufes der Nitrat-Gehalte im Jahresvergleich wird deutlich, dass die Werte starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Die Komplexität dieser Thematik zeigt sich anhand der großen Varianz der Nitrat-Konzentrationen innerhalb des hydrologisch kleinräumigen Gebiets.

## **2.2 Betriebe und Parzellen im Kooperationsprojekt**

Die betriebsspezifische Aufteilung der Kooperationsflächen im Weinbau hat sich im Vergleich zum Vorjahr nicht verändert und unverändert die neun Weinbaubetriebe teilnehmen. Vier Betriebe haben ihren Sitz in Bad Kreuznach, drei in Bretzenheim, ein Betrieb befindet sich in Pfaffen-Schwabenheim und ein Betrieb ist in Planig ansässig. Der Umfang der weinbaulichen Kooperationsfläche beträgt 14,06 Hektar verteilt auf 29 Einzelparzellen. Durch Abgabe einer Pachtfläche hat sich die Fläche Ende 2024 geringfügig geändert. In 2025 kommen dafür zwei Flächen hinzu. Das aktuelle Projektkennblatt steht auf der Homepage der Wasserschutzberatung RLP zum Download bereit unter:

<https://www.wasserschutzberatung.rlp.de/Wasserschutz/Aktuelles/KooperationenzumGewaeserschutz>

Die 29 Einzelparzellen liegen alle nördlich der Stadt Bad Kreuznach und sind wiederum verteilt auf zwei verschiedene Wasserschutzgebiete mit Rechtsverordnung. Der Großteil der Betriebe bewirtschaftet seine Flächen nach einem integrierten Produktionssystem. Lediglich ein Betrieb wirtschaftet nach den Richtlinien des ökologischen Weinbaus, sodass keine leicht löslichen, synthetisch-mineralischen Düngemittel eingesetzt werden dürfen.

## **2.3 Witterung im Jahresverlauf 2024**

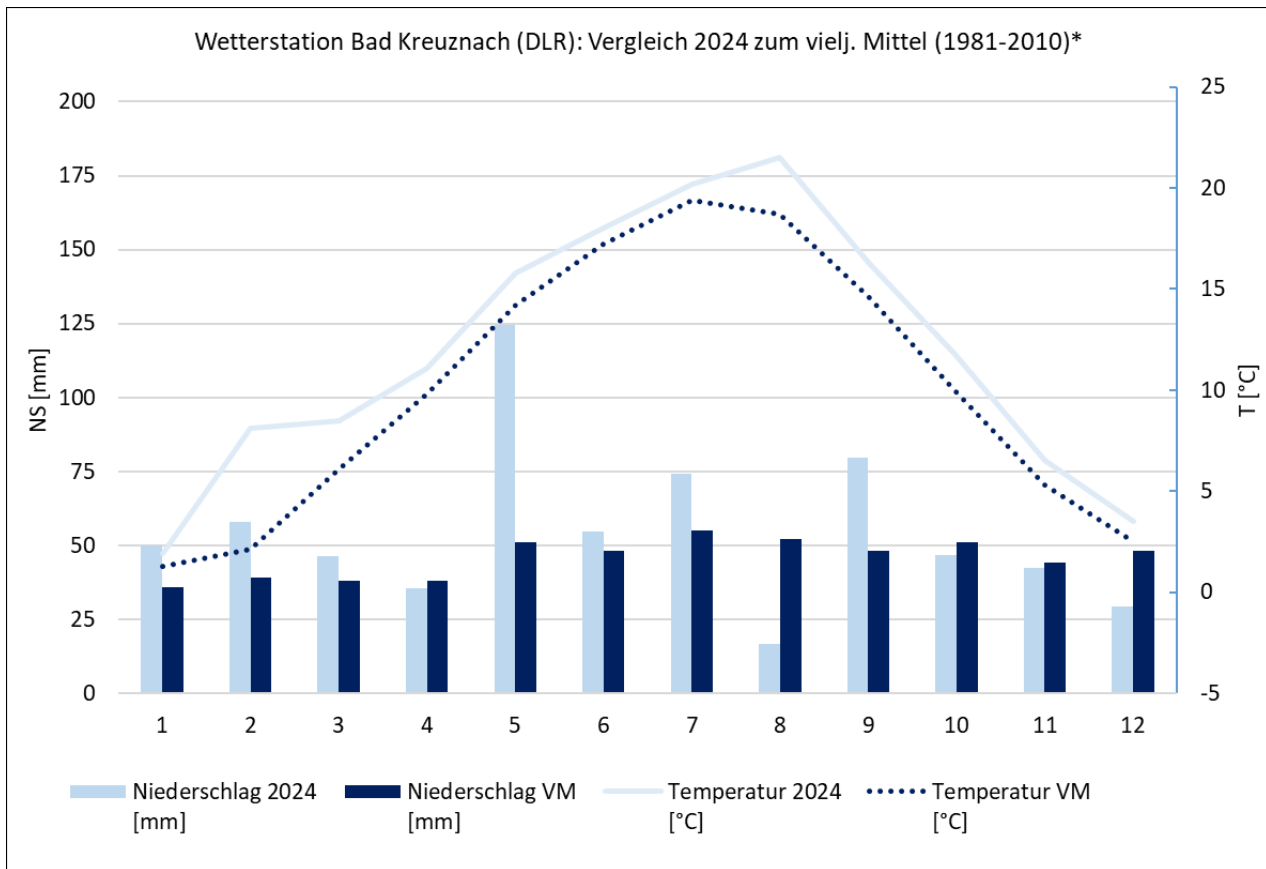
Das Wachstum einer landwirtschaftlichen Kultur und somit der Stickstoff-Kreislauf wird maßgeblich durch das Witterungsgeschehen innerhalb der Vegetationsperiode beeinflusst. Sämtliche Prozesse

im Boden, die u.a. innerhalb der Vegetationsperiode die Freisetzung vorhandener Nährstoffe steuern, sind temperatur- und feuchtigkeitsabhängig. Organische und mineralische Düngemittel werden bei fehlender Bodenfeuchte nicht oder nur in sehr eingeschränktem Umfang umgesetzt und den Pflanzen dadurch dementsprechend verzögert zur Verfügung gestellt. Die Mineralisation (= Umwandlung von organisch-gebundenem in pflanzenverfügbare Stickstoff-Formen wie Ammonium und Nitrat) im Boden findet dann möglicherweise nicht mehr zur Bedarfszeit der Hauptkultur (hier der Rebe), sondern sehr spät im Jahr statt, wodurch die Gefahr einer Nitrat-Auswaschung ins Grundwasser steigt.

Für die Interpretation der Rest-Nitrat-Werte („Herbst- $N_{min}$ -Werte“) im Boden ist der Witterungsverlauf von entscheidender Bedeutung. In Abbildung 3 (Seite 5) ist der Witterungsverlauf 2024 (Monatsmittel-Temperatur in 200 cm Bodennähe und Summe der monatlichen Niederschläge) in der Region Bad Kreuznach im Vergleich zum vieljährigen Mittel (VM) der Jahre 1981 bis 2010 dargestellt.

Mit einer Durchschnittstemperatur von 11,9 °C war das Jahr 2024 wieder deutlich wärmer als das VM. Hinsichtlich der gebietsspezifischen Summe der Jahresniederschläge fielen im Jahr 2024 in Kreuznach 658 mm, was vergleichbar mit 2023 (643 mm Niederschlag) ist. Das sind rund 100 Millimeter über dem VM. Prägend in 2024 war der sehr feuchte Mai mit 125 mm. Die Feuchtigkeit hat zu einer kontinuierlichen Freisetzung des Nitrats geführt. Infolgedessen konnten die Reben in ihrer Hauptbedarfszeit Mai, Juni und Juli genügend Nitrat aufnehmen, Biomasse bilden und in den Holzkörper einlagern. Zu erwähnen, sind noch die Spätfröste im April und Mai des Jahres, wodurch zahlreiche junge Triebe erfroren sind. Infolgedessen kam es zu einer Ertragsreduktion, welche sich am Jahresende insgesamt auch auf die Stickstoffbilanz auswirkte (siehe Kapitel 3.3, Seite 12). Generell stellte die wechselnde Witterung 2024 und der daraus resultierende hohe Befallsdruck mit Falschem und Echtem Mehltau eine große Herausforderung für die Betriebe dar.

Bei Betrachtung der Abbildung 3 fällt auf, dass die Temperaturen aller Monate über dem vieljährigen Mittel liegen. Was die Mineralisation von Stickstoff gerade in der auswaschungsgefährdeten Jahreszeit erheblich steigern kann. Außerdem war in den meisten Monaten ausreichend Feuchtigkeit im Boden vorhanden.



**Abbildung 3:** Monatsmittel der Niederschlagsmengen [mm] und Lufttemperaturen [°C] in 200 cm Höhe im Jahr 2024 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (VM) der Station Bad Kreuznach DLR (Quelle: Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz 2025).

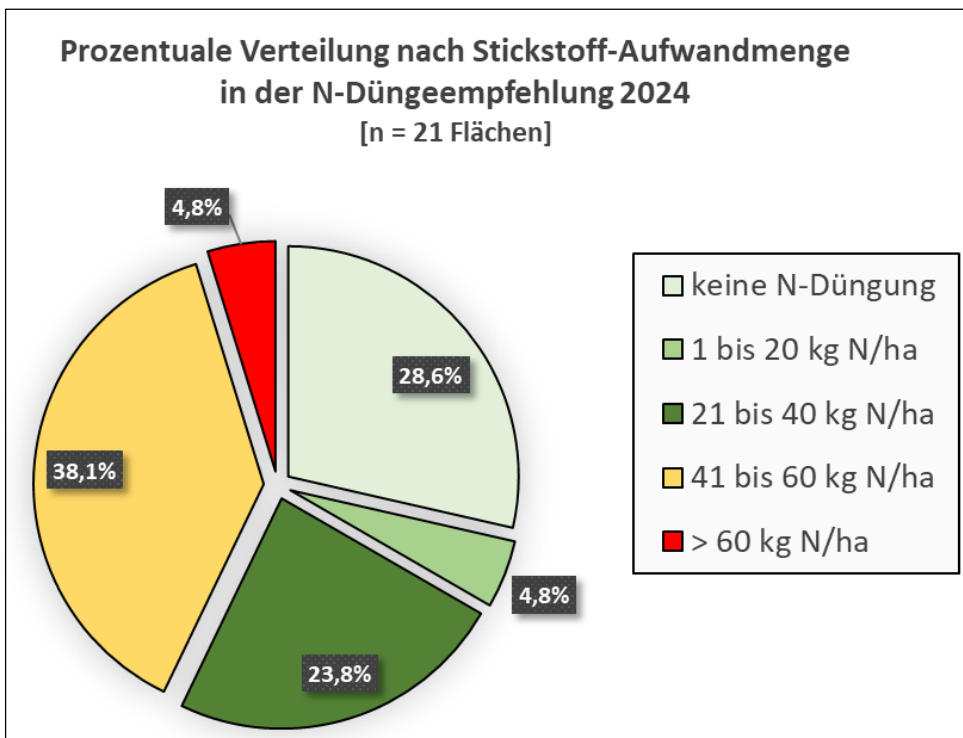
### 3 Ergebnisse und Interpretation

#### 3.1 Stickstoff-Düngeempfehlungen 2024

Die Ermittlung des Stickstoff-Düngebedarfs erfolgt für jede Fläche nach dem offiziellen Schema, welches für den Weinbau bundesweite Gültigkeit besitzt und die Anforderungen der aktuellen Gesetzgebung (Düngeverordnung (DüV) 2020) berücksichtigt. Basis dafür sind die betrieblichen Angaben zur geplanten Bewirtschaftung sowie die im Rahmen der Grundnährstoffanalyse erhobenen Parameter. Je nach angestrebtem Ertragsniveau, Wüchsigkeit der Reben und dem etablierten Bodensystem ergeben sich durch Zu- und Abschläge zum Basisdüngbedarf von 40 kg N/ha, ein N-Düngebedarf und damit die nachzuführende N-Düngemenge.

Wie aus dem Tortendiagramm der Abbildung 4 (Seite 6) hervorgeht, bestand bei 28,6 % (n = 6) der Kooperationsflächen im Jahr 2024 kein N-Düngebedarf. In diese Kategorie fallen beispielsweise neu gepflanzte Weinberge oder Anlagen in den ersten Standjahren, welche durch die Nitrat-Schübe aus der ehemaligen Pflanzfeldvorbereitung sehr gut mit Stickstoff versorgt werden. In Bad Kreuznach gab es in 2024 keine Neuanpflanzung, allerdings zwei Junganlagen im 3. Standjahr und eine im 2. Standjahr.





**Abbildung 4:** Prozentuale Verteilung nach Stickstoff-Düngehöhe gemäß N-Düngebedarfsermittlung 2024.

Anlagen mit einem erhöhten Humusgehalt über 3 % sind ohne N-Düngeempfehlung gelistet (n=5), weil in diesen Anlagen durch Bodenbearbeitung und mikrobielle Zersetzung des Humus` die Boden-Stickstoff-Versorgung sichergestellt ist. Eine Kooperationsfläche hat im Jahr 2024 eine Stickstoff-Düngeempfehlung von bis zu 20 kg N/ha und 23,8 % der Kooperationsflächen (n = 5) bis 40 kg/ha Stickstoff erhalten. In 38,1 % der Flächen durften gemäß Stickstoff-Düngeempfehlung Mengen von 41 bis 60 kg N/ha ausgebracht werden. Ausnahmsweise wurde in einer Fläche 2024 eine hohe N-Düngemenge von 70 kg N/ha empfohlen, da sich in diesem Weinberg bei der vorangegangenen Bonitur eine sehr schwache Wüchsigkeit (hellgelbe Blätter, dünne Triebe, sehr geringer Ertrag) und damit eine sehr schlechte Reservestoffeinlagerung gezeigt hat. Die mittlere Stickstoff-Düngeempfehlung 2024 über alle Kooperationsflächen hinweg betrug 31 kg N/ha und liegt somit im regionaltypischen Durchschnitt bei den ausgebrachten N-Mengen.

### 3.2 Boden-Nitrat-Stickstoffgehalte im Spätherbst: „Herbst-N<sub>min</sub>“ 2024

Innerhalb der Wasserschutzkooperation wurde Anfang Dezember in jeder Fläche der „Herbst-N<sub>min</sub>-Wert“ ermittelt. Dabei wurde in jeder Kooperationsfläche eine Mischprobe aus neun Einschlügen (drei in dauerbegrünter Gasse, drei in über Sommer offenen Gasse, drei im Unterstockbereich) gezogen, wobei die Horizonte 00 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm separat entnommen und analysiert wurden. In einigen Parzellen konnte in der tiefsten Bodenschicht (60 - 90 cm) durch Trockenheit oder geologische Gegebenheiten (steiniger Untergrund) keine Probe entnommen werden, diese sind in Abbildung 5 (Seite 8) mit einem Stern gekennzeichnet.

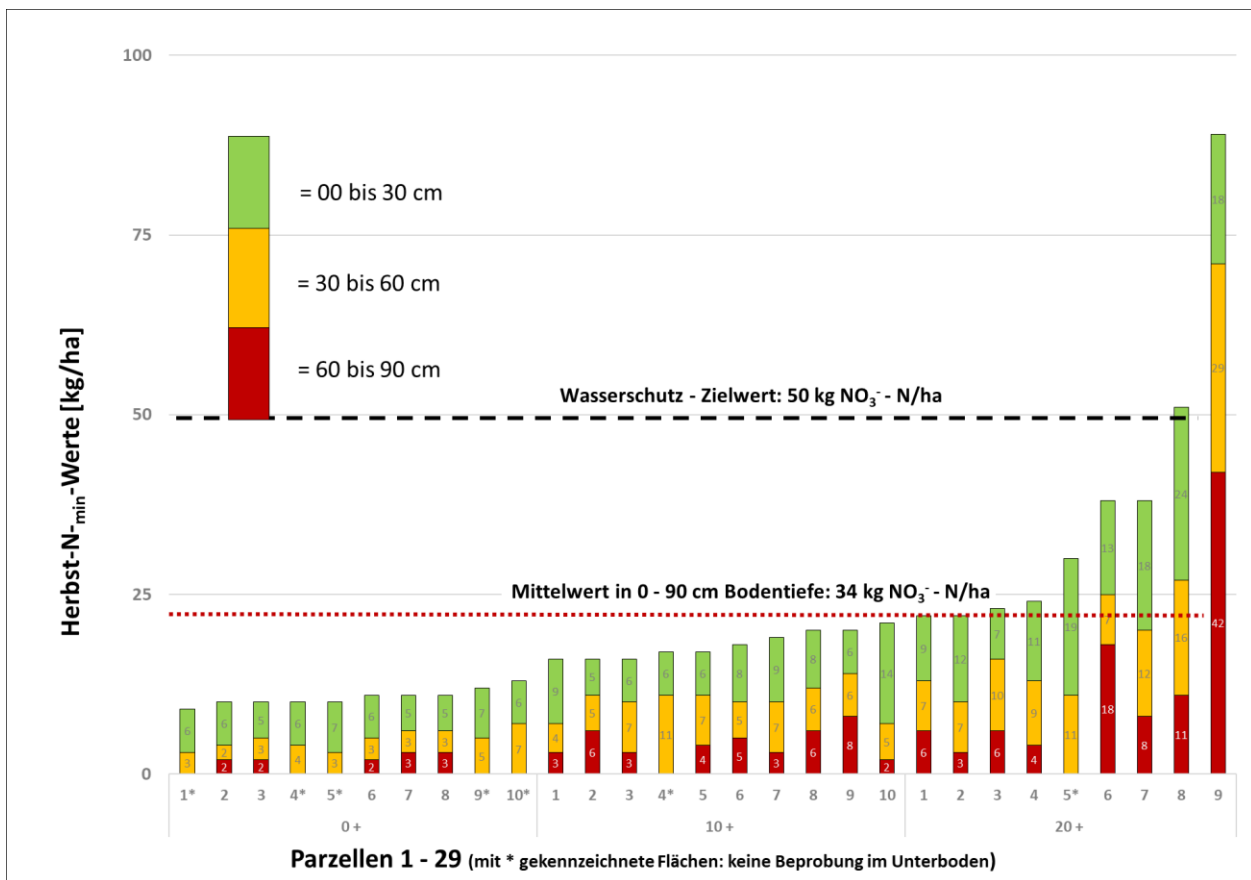


Der aus den Bodenproben im Labor ermittelte Herbst- $N_{\min}$ -Wert beschreibt den Gehalt an pflanzenverfügbaren, mineralisierten Stickstoff („Nitrat-Stickstoff“) in der Wurzelzone (0 bis 90 cm). Im Optimalfall ist dieser Wert möglichst gering, da zu diesem Zeitpunkt die Reben und auch die Begrünpflanzungen in den Vormonaten die Boden-Nitrat-Vorräte durch ihr Wachstum entleert haben. Höhere Boden-Nitrat-Konzentrationen wären kritisch, da das leicht wasserlösliche Nitrat-Anion mit den winterlichen Niederschlägen schnell in tiefere Bodenschichten („Richtung Grundwasser“) verlagert werden kann. Der Herbst- $N_{\min}$ -Wert wird von verschiedenen Faktoren (Witterung, Standort, Bodenpflege, Düngung etc.) beeinflusst, wodurch Auswertung und Interpretation erschwert werden. Bei mehrjähriger Betrachtung der Daten lassen sich jedoch Trends ableiten, da sich insbesondere der Einfluss der Witterung besonderer Jahre eindeutig identifizieren lässt.

Die Probenahme fand vom 09.12.2024 bis zum 10.12.2024 durch die Firma BOLAP aus Speyer statt. Der Zeitpunkt der Probenahme war organisatorisch bedingt sehr spät, weil im Regelfall zu dieser Zeit stärkere Winterniederschläge zu einer intensiven Sickerwasserbildung führen. Diese Wetterentwicklung war jedoch im November und Dezember 2024 durch die im Vergleich zum vieljährigen Mittel unterdurchschnittlich geringen Niederschläge (siehe Abbildung 3, Seite 5) nicht gegeben, so dass sich der Großteil des aus 2024 umgesetzten Nitrates (Quellen: N-Düngung, Bodenbearbeitung) noch in den oberen Bodenschichten von 0 bis 60 cm befand. Aufgrund der Vorjahresergebnisse mit ähnlicher Werteentwicklung ist trotzdem von der Umsetzung der Beratungsempfehlungen auszugehen und der Einfluss der späten Probennahme zu vernachlässigen. In 2025 wird die Probenahme im vorgegebenen Beprobungszeitraum von Oktober bis spätestens Mitte November erfolgen.

Im Balkendiagramm der Abbildung 5 (Seite 8) zeigt sich, dass die Ergebnisse 2024 mit durchschnittlich 22 kg Nitrat-Stickstoff/ha in 0 bis 90 cm in einem niedrigen Bereich liegen. Anhand der Ampfelfarben in den Diagrammbalken wird deutlich, wie die Werte einzuordnen sind. Die Nitrat-Mengen in der obersten Bodenschicht von 0 bis 30 cm können in der Regel von den Pflanzen aufgenommen werden, so dass das Nitrat-Auswaschungspotential hier sehr gering ist. Infolgedessen werden Werte in diesem Bereich mit grünen Balkenabschnitten dargestellt. In der darunterliegenden Bodenschicht zwischen 30 und 60 cm nehmen die Wurzeltiefen und -dichten bereits ab, so dass die Nitrat-Aufnahme etwas eingeschränkt ist und sich dadurch die Nitrat-Auswaschungsgefahr erhöht. Demzufolge wird dieser Wertebereich mit orange markiert. In der rotmarkierten Bodenschicht von 60 bis 90 cm steigt das Nitrat-Auswaschungsrisiko erheblich an, weil die Wurzeln der meisten Begrünpflanzen nicht mehr so tief reichen.

Um das Auswaschungsrisiko möglichst gering zu halten, sind Werte kleiner 50 kg Nitrat-Stickstoff/ha anzustreben („Wasserschutz-Zielwert“). Dieser Zielwert ergibt sich dadurch, dass bei durchschnittlichen Verhältnissen (Standort, Witterung) und bei Nitrat-Gehalten dieser Größenordnung sich eine Nitrat-Konzentration von ca. 50 mg/l im Sickerwasser einstellt. Dies ist der gesetzliche Nitrat-Grenzwert laut Trinkwasserverordnung.



**Abbildung 5:** Herbst-N<sub>min</sub>-Werte in kg/ha aller Parzellen der Kooperation im Jahr 2024.

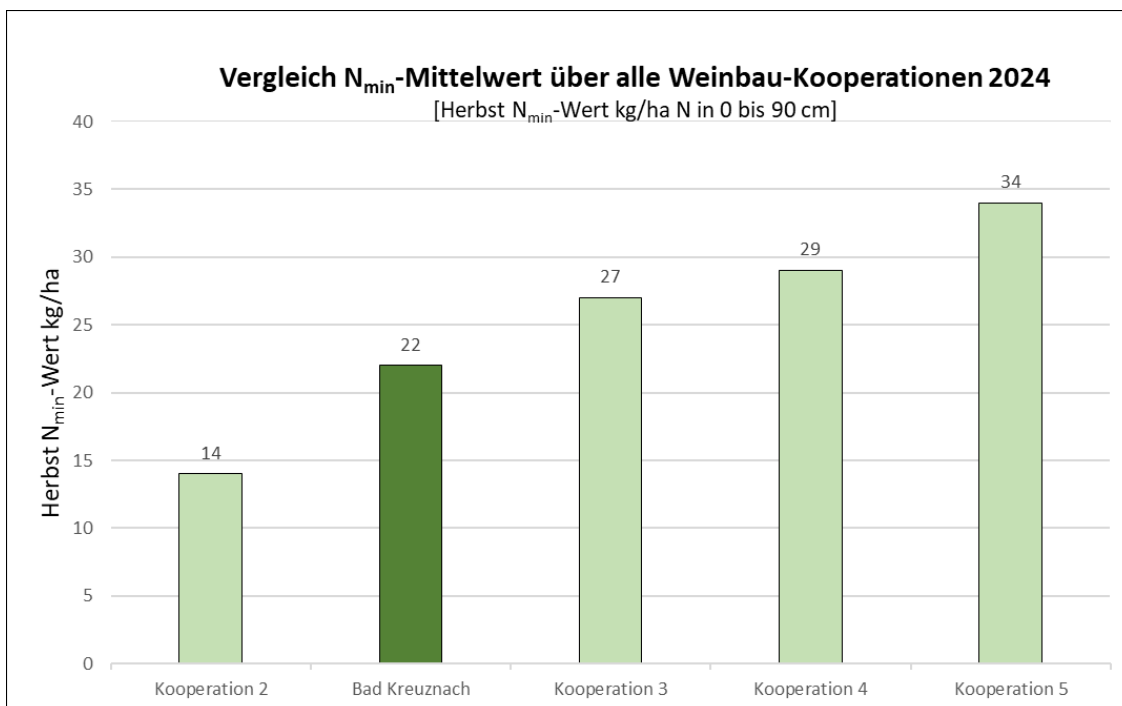
Im Balkendiagramm der Abbildung 5 wird ersichtlich, dass die meisten Flächen deutlich unterhalb des Wasserschutzzielwertes liegen. Für die Fläche mit dem höchsten Wert von in Summe 89 kg/ha Herbst-N<sub>min</sub> lässt sich keine konkrete Ursache finden. Auf Nachfrage beim Kooperationsbetrieb wurde rückgemeldet, dass außer der durch die WSB-RLP mittels Düngebedarfsermittlung empfohlenen Düngermenge von 35 kg/ha und Jahr (Düngemittel: Kalkammonsalpeter), kein weiterer Stickstoff in Form von Düngemitteln in die Fläche eingebracht wurden. Da der Weinberg die angestrebte Erntemenge von über 14 t/ha nicht erreicht hat, ist davon auszugehen, dass die auf den angestrebten Ertrag ausgerichtete N-Düngermenge nicht von den Reben und der Grasdauerbegrünung komplett aufgebraucht wurde. Ein Indiz dafür war auch die zum Boniturzeitraum festgestellte dichte und sattgrüne Grasnarbe in jeder zweiten Gasse, die auf N-Überschuss im System hindeutet. Da Gras zudem ein Flachwurzler mit maximalen Wurzeltiefen von 10 cm ist, könnten sich die Nitrat-Überschüsse bereits in tiefere Bodenschichten von 30 bis 90 cm zum Beprobungszeitraum verlagert haben, weil sich in diesen Horizonten keine nitrat-verbrauchenden Pflanzenwurzeln mehr befanden (Abbildung 5). Zudem war die Naturbegrünung in jeder zweiten Gasse schlecht aufgelaufen und eine Vollernterspur war sichtbar. Diese oberflächliche späte Bodenstörung könnte eine leichte Stickstoff-Mineralisierung ausgelöst haben. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die Rebanlage 2025 nicht gedüngt.

In 2024 sind die Nitrat-Werte in der tiefsten und auswaschungsgefährdetsten Bodenschicht (60 bis 90 cm) bis auf drei Ausnahmen und den nicht beprobten Anlagen (= diese sind im Diagramm mit einem Stern gekennzeichnet, Erklärung siehe oben) sogar deutlich unter 10 kg/ha. Der Spitzenreiter



mit 42 kg Nitrat-Stickstoff /ha in der untersten Bodenschicht ist auch hier die Parzelle Nr. 7. Erfreulicherweise konnten durch die flächenspezifische Dünge- und Bodenpflegeberatung auf den Flächen Nr. 9 und Nr. 26, die 2023 mit die höchsten  $N_{\min}$ -Werte aufwiesen, die Nitrat-Gehalte nach Vegetationsende der Reben erheblich gesenkt werden. Fläche Nr. 26 hat nach der Lese 2024 eine Einjahres-Trestergabe erhalten, welche allerdings noch keine Rolle spielt, da sie zum Zeitpunkt der Bodenbe-  
probung noch nicht mineralisiert war: Die Rest-Nitrat-Werte haben sich in dieser Parzelle mehr als halbiert (von 32 kg/ha N auf 9 kg/ha N, allerdings konnte in 2024 die tiefste Bodenschicht nicht beprobt werden). Die geschlossene, dichte Grasnarbe konnte hier viel Stickstoff aufnehmen. Fläche Nr. 9 befand sich 2024 im 2. Standjahr als Junganlage, hier reduziert sich durch minimalste Bodenbearbeitung das Nitrat. Die Standortflora nimmt den mineralisierten Stickstoff auf. Die beiden Flächen Nr. 3 und Nr. 21 mit Nitrat-Werten in 2023 um die 40 kg/ha N, zeigen in 2024 ein ähnliches Niveau, welches aber immer noch unterhalb dem Wasserschutzzielwert liegt. Fläche Nr. 21 ist aus den vergangenen Jahren mit Stickstoff sehr gut versorgt. Fläche Nr. 3 hat einen Humusgehalt von > 3% auf tonigem Lehm, was einen hohen Gehalt darstellt. Hier mineralisiert permanent etwas Stickstoff nach.

Im Balkendiagramm der Abbildung 6 sind die Mittelwerte der Herbst- $N_{\min}$ -Gehalte (kg/ha) in den fünf rheinland-pfälzischen Wasserschutzkooperationen im Weinbau aufsteigend nebeneinander aufgezeigt.



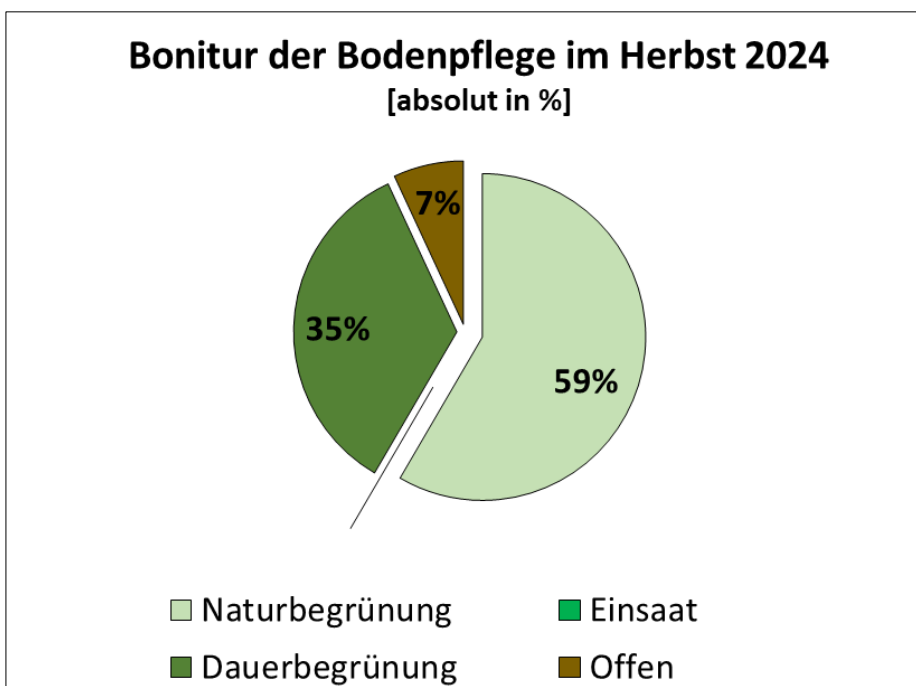
**Abbildung 6:** Vergleich der durchschnittlichen Herbst- $N_{\min}$ -Werte [kg/ha] aller Weinbau-Kooperationen in Rheinland-Pfalz im Jahr 2024.

Es ist zu erkennen, dass der Herbst- $N_{\min}$ -Mittelwert der Wasserschutzkooperation Bad Kreuznach mit einem Kooperationsdurchschnitt von 22 kg N/ha unterhalb der Kooperationen 3 mit 27 kg N/ha, der Kooperation 4 mit 29 kg N/ha und der Kooperation 5 mit 34 kg N/ha liegt. Lediglich die Koope-



ration 2 zeichnet sich durch das niedrigste Herbst- $N_{\min}$ -Mittel aus. Grund hierfür sind die regional-typischen hohen Jahresniederschlagsmengen mit  $> 700$  mm, wodurch die Kooperationsflächen in jeder Gasse dauerbegrünt sind und keine Bodenbearbeitungen mit anschließenden Nitrat-Schüben stattfinden. Im Vergleich zu den Vorjahren nehmen die Herbst- $N_{\min}$ -Werte in allen Kooperationen weiterhin ab.

Die Ergebnisse der Bodenpflege-Bonitur zum Ende der Vegetationsphase 2024 sind in Form eines Tortendiagramms in der Abbildung 7 auf Seite 10 zusammengestellt. Die Weinberge werden hinsichtlich der vier Bodenpflegesysteme „Naturbegrünung“ (keine Einsaat in den über Sommer offen gehaltenen Gassen), „Dauerbegrünung“ (Gassen, in denen mehrere Jahre Grasdauerbegrünung etabliert ist.), „Einsaat“ (Über Sommer offengehaltene Gasse, in denen im Juli/August eine Herbst-Winterbegrünung eingesät wurde.), „offen“ (Gassen, die durch späte Bodenbearbeitung keine Begrünung aufweisen.) klassifiziert. Das in einer Region gängige Bodenpflegesystem orientiert sich in erster Linie an dem langjährigen Mittel der Niederschläge. In Anbaugebieten, in denen die jährliche Niederschlagssumme 700 mm und mehr beträgt, können die Rebanlagen in beiden Gassen sowie im Unterstockbereich problemlos ganzflächig begrünt werden, ohne dass der Konkurrenzdruck hinsichtlich der Nährstoff- und Wasserversorgung zu groß wird. In der Region von Bad Kreuznach mit jährlichen Niederschlagsmengen zwischen 450 bis 650 mm (in 2023 und 2024 deutlich mehr: siehe Abbildung 3, Seite 5, vgl. auch Abb. 3) hat sich das System etabliert, in dem jeweils eine Gasse über die Vegetationsperiode hinweg regelmäßig bearbeitet („offen gehalten“) wird. Durch diese Bearbeitung soll der „Beikrautdruck“ möglichst geringgehalten werden, sodass die Reben keinen Wasserstress erleiden. Allerdings erwärmen sich unbedeckte Böden sehr stark, wodurch die Aktivität sämtlicher Bodenorganismen, welche die Humusbildung und Nährstofffreisetzung bewerkstelligen, stark reduziert wird.



**Abbildung 7:** Bodenpflegesystem der Parzellen [n = 29] im Herbst 2024.



Ferner wird der Oberboden unbegrünter Gassen durch die im Sommer immer häufiger auftretenden Starkregenereignissen von Erosion und Verschlammung geschädigt, so dass die Infiltrationsleistung abnimmt und der Unterboden nicht oder schlechter durchfeuchtet wird. Aus der Sicht des Grundwasserschutzes sollte, in den über Sommer offen gehaltenen Gassen, spätestens Ende Juli/Anfang August eine Herbst-Winterbegrünung eingesät werden oder zumindest die natürlich aufkeimende Standortflora nicht durch eine späte Bodenbearbeitung beseitigt werden. Jede Bodenbearbeitung regt zu diesem Zeitpunkt bei ausreichender Bodenfeuchte eine ungewünschte N-Mineralisation an, wodurch organisch gebundener Stickstoff in pflanzenverfügbare Formen (Ammonium und Nitrat) mit hohem Auswaschungspotential überführt wird. Zwangsläufig vorhandener, überschüssiger Nitrat-Stickstoff sollte daher im Idealfall in der Biomasse von gezielt eingesäten Begrünungspflanzen gebunden und dadurch vor Auswaschung geschützt werden.

Im Jahr 2024 waren fast alle Kooperationsflächen zum Ende der Vegetation in beiden Gassen flächig begrünt. Dabei waren etwa 35 % der Flächen in beiden Gassen mit Gras dauerbegrünt und 59 % der Anlagen in beiden Gassen mit einer standorttypischen Naturbegrünung bedeckt. Auf keiner der Kooperationsflächen wurde eine Zwischenfruchteinsaat etabliert. Dabei kann die Pflanzenauswahl in derartigen Begrünungsgemengen die Boden-Nitrat-Gehalte bis auf 90 cm Bodentiefe maßgeblich reduzieren. Vor allem Nitrat-Zehrer, die einen schnellen und massigen Aufwuchs haben, können große Mengen an Nitrat in ihrer Biomasse speichern und somit vor der Auswaschung ins Grundwasser schützen. In Bad Kreuznach gab es 2024 nur drei Jungfelder und keine Neuanlage oder Rodungen. In etablierten Ertragsanlagen stellte auch der Aufwuchs der Standortflora („Naturbegrünung“) eine gängige Variante dar. 7 % der Flächen waren zum Zeitpunkt der Bonitur eine der Gassen durch vorrangegangene Bodenbearbeitung offen, d.h. es gab in jeder 2. Gasse keine Begrünung, um Nitrat-Frachten abzufangen. Deshalb wurde nach Rücksprache mit den Betrieben in 2025 eine Herbst-Winterbegrünung bzw. der natürliche Aufwuchs etabliert, um den das überschüssige Nitrat in pflanzlicher Biomasse zu binden und damit vor Auswaschung zu schützen.

### **3.3 Stickstoff-Bilanz 2024**

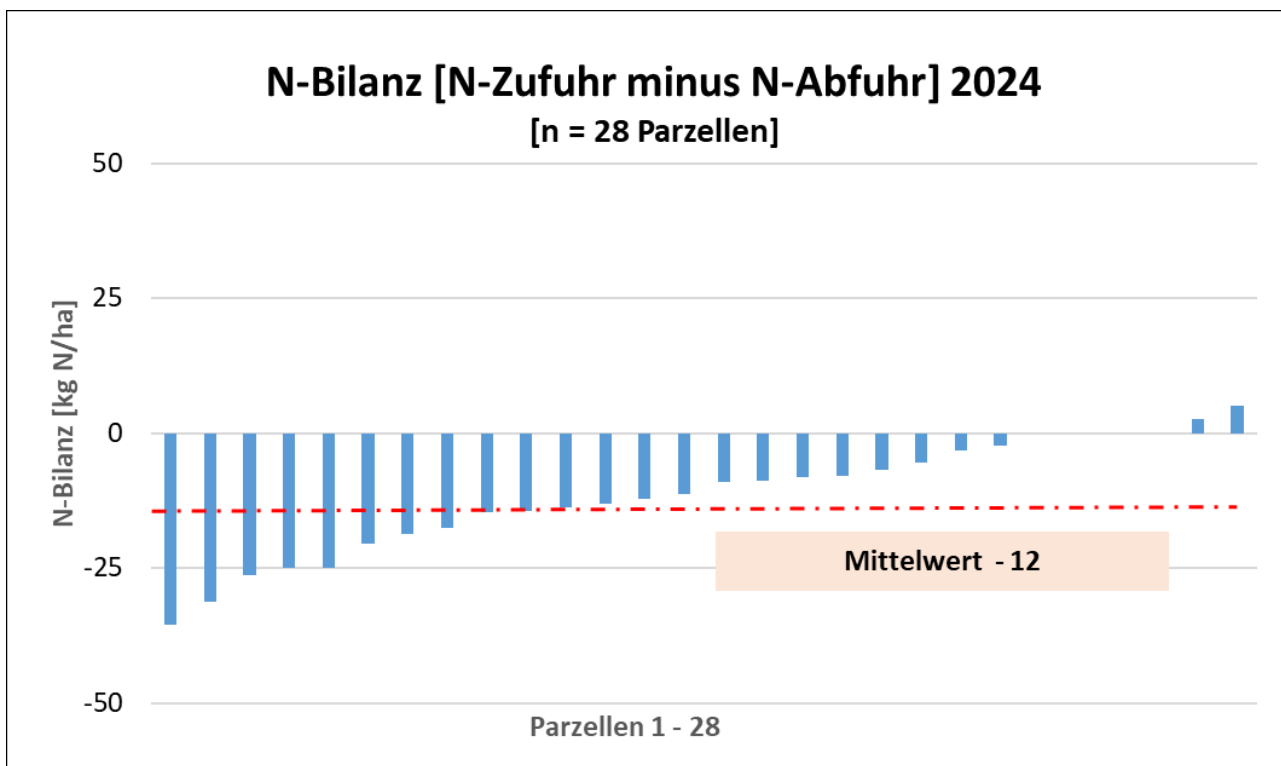
Ein wichtiger Parameter einer grundwasserschonenden Bewirtschaftung stellt die Stickstoff-Bilanz dar. Diese N-Bilanzierung ergibt sich rückblickend für das Bewirtschaftungsjahr aus der Gegenüberstellung der Stickstoff-Zufuhren (mineralische/organische N-Düngung) und den Stickstoff-Abfuhren (Stickstoff, welcher mit den geernteten Trauben mit 2,5 kg N/1000 kg Trauben aus den Anlagen abgefahren wird). Bei einer positiven Bilanz war somit die Zufuhr an Stickstoff größer als die Abfuhr. Hingegen ergeben sich negative Stickstoff-Bilanzen, wenn die Stickstoff-Abfuhren größer als die Zufuhren an Stickstoff waren. Im Idealfall ist die Bilanz für die mehrjährigen Betrachtungen ausgeglichen, d.h. die N-Zufuhren entsprechen den N-Abfuhren. Die für diese flächengenaue Bilanzierung nötigen Daten (Düngung, Erträge) wurden von den Betrieben mittels elektronischen Abfragebogens erhoben.



Aus der Abbildung 8 (Seite 12) wird deutlich, dass von insgesamt 28 Kooperationsflächen 22 Parzellen eine negative N-Bilanz aufwiesen, damit keine Stickstoff-Überschüsse produziert haben und deshalb grundwasserschonend bewirtschaftet haben. Die negative Bilanz wurde für Flächen errechnet, die 2024 nicht oder nur sehr gering mit Stickstoff gedüngt wurden und damit die N-Einfuhr wesentlich geringer als die N-Abfuhr über die geernteten Trauben war. Die Flächen, die mit - 25, - 26 bzw. - 31 kg/ha Stickstoff die negativsten Salden aufweisen, hatten alle Traubenerträge von > 10.000 kg/ha.

Vier Anlagen von 28 Kooperationsparzellen wiesen eine ausgeglichene Stickstoff-Bilanz (Einfuhr - Abfuhr = 0) auf. Aufgrund der Nullwerte sind diese ausgeglichenen Salden im Diagramm als Balken nicht sichtbar. Die Flächen mit einem Saldo von 0 kg/ha wurden aufgrund ihres phytosanitären Zustands bzw. durch Frostschäden oder Rehverbiss nicht geerntet. Grundsätzlich wurde in Flächen mit Nullsalden sehr grundwasserschonend gewirtschaftet, weil die N-Einfuhr der N-Abfuhr entspricht und keine N-Überschüsse erzeugt werden.

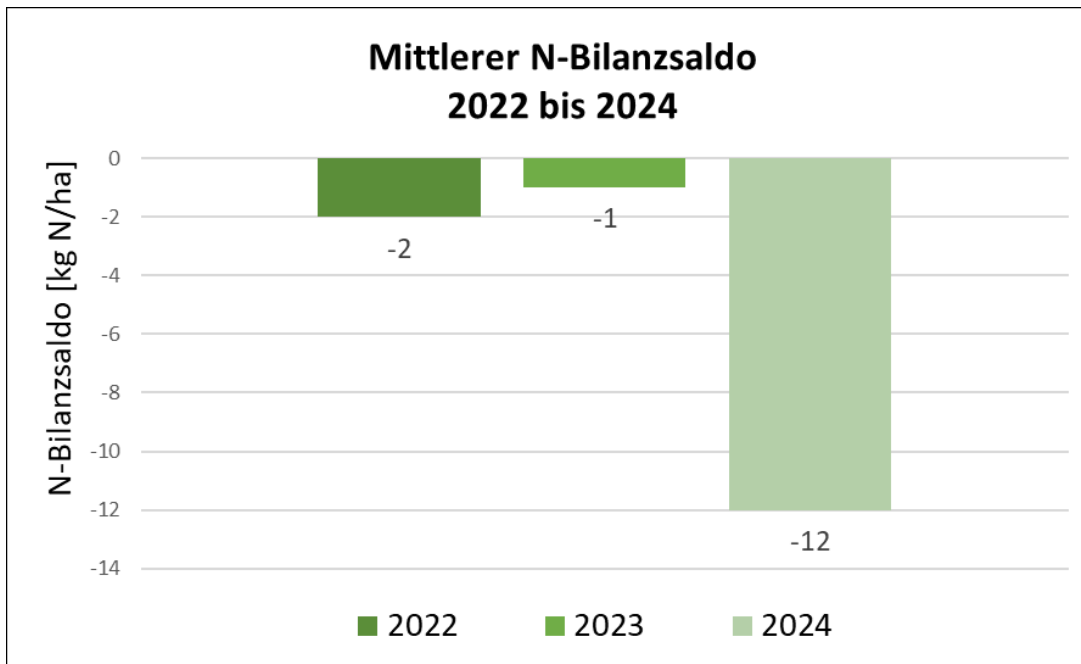
Lediglich zwei von 28 Parzellen hatten mit Werten von 3 kg N/ha und 5 kg N/ha eine leicht positive Stickstoff-Bilanz. Dieses Weingut konnte auf seinen beiden Flächen die Ertragserwartung nicht erfüllen (Frostschaden und Krankheiten). Die Düngung wurde für das ursprüngliche Ertragsziel bedarfsgerecht ermittelt. Der Stickstoff-Überschuss ist demnach auf dem nach der N-Düngung aufgetretenen Spätfrostschäden 2024 zurückzuführen, durch den die angestrebten Erträge stark reduziert wurden und die ausgebrachte Düngermenge zu viel war, weil diese ursprünglich auf die höheren Erträge ausgerechnet wurde.



**Abbildung 8:** N-Bilanz [N-Zufuhr minus N-Abfuhr] in kg N/ha 2024 je Parzelle.



In der folgenden Abbildung 9 (Seite 13) ist die Entwicklung des mittleren N-Bilanz-Saldos der gesamten Kooperation im Jahresvergleich 2022 bis 2024 aufgetragen.



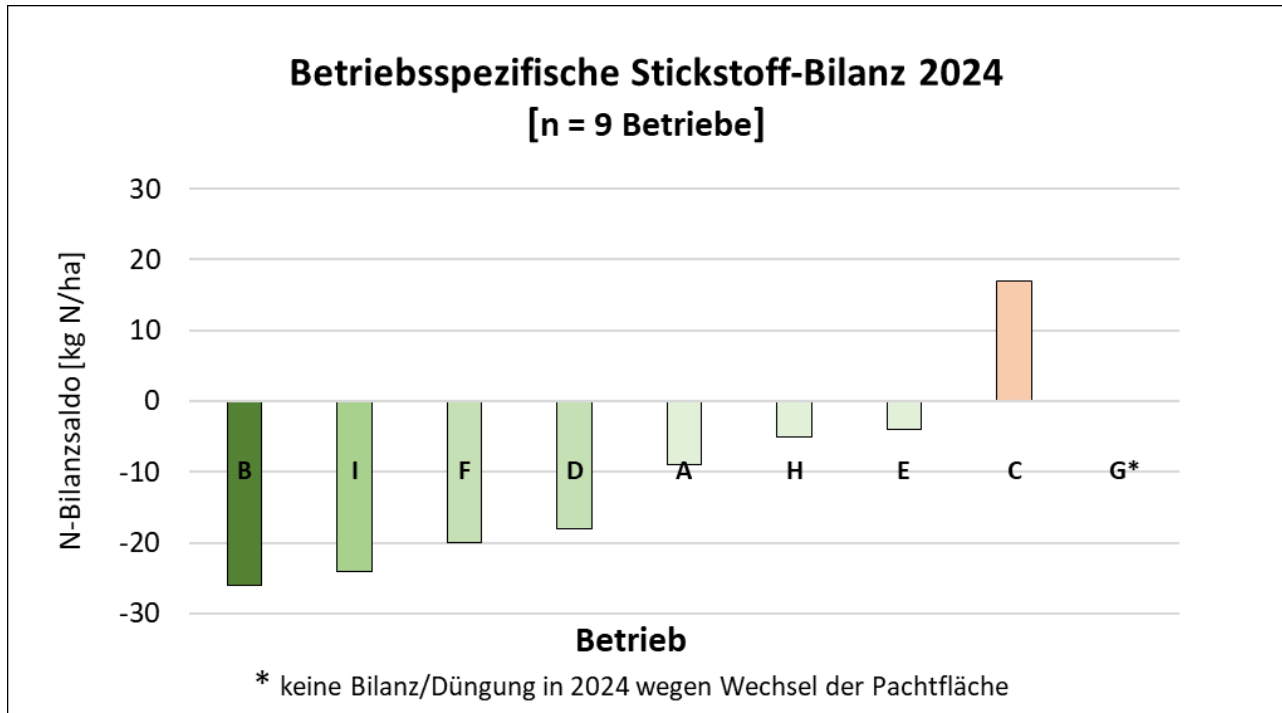
**Abbildung 9:** Mittlerer N-Bilanzsaldo der Kooperation [N-Zufuhr minus N-Abfuhr] in kg N/ha für die Jahre 2022 (n = 26), 2023 (n = 25) und 2024 (n = 28).

Anhand der negativen Balkenlänge wird deutlich, dass die N-Bilanz im Jahr 2024 mit einem Saldo von - 12 kg N/ha im Vergleich zu den beiden Vorjahren mit -2 (2022) bzw. -1 kg N/ha (2023) deutlich negativer wurde. Grund hierfür ist, dass 2024 in vielen Flächen nicht gedüngt, sondern durch die Abfuhr der Trauben von den Flächen Stickstoff entzogen wurde. Durch die flächenspezifische Betriebsberatung mit Boniturbegleitung konnte gezeigt werden, dass gerade bei Etablierung von Teilzeitbegrünungen (Einsaat oder Naturbegrünung) mit deren Störung bzw. Einarbeitung im folgenden Frühjahr auf eine zusätzliche N-Düngung (mineralische oder organische N-Dünger) verzichtet werden konnte.

Die im Balkendiagramm der Abbildung 9 aufgetragene mittlere Jahres-N-Bilanz 2024 der gesamten Kooperation wurde in folgender Abbildung 10 (Seite 14) einzelbetrieblich aufgeteilt, um Einflüsse der betriebsspezifischen Wirtschaftsweise aufzuzeigen. So kann über die Jahre gut visualisiert werden, welche Betriebe möglicherweise ihre Düngepraktiken anpassen müssen bzw. wo eine Unterversorgung der Rebe droht und die Rebanlagen besonders beobachtet werden müssen. Der steigende Kostendruck im deutschen Weinbau zwingt die Betriebe nochmal mehr zum wirtschaftlichen Handeln und zur genaueren Analyse der Dünge- und Bodenpflegemaßnahmen und zu einer effizienten und bodenschonenden Arbeitsweise.

Betrieb B hat über die letzten drei Jahre eine durchweg negative Bilanz. Grund dafür ist zum einen die etablierte Dauerbegrünung in allen Rebassen. Außerdem findet in diesen Anlagen keine Bodenbearbeitung im Unterstockbereich statt. Zum anderen wurden keine N-Dünger in die Fläche gebracht. Generell zeigen die Weinberge des Betriebes keine Mangelercheinungen, sodass die ko-

operationsflächenspezifische Bodenpflege, sowie das Düngemanagement beibehalten werden können. In Absprache mit dem Betriebsleiter wird zukünftig die Etablierung einer Unterstockbegrünung angestrebt, um den Glyphosat-Einsatz zu reduzieren.



**Abbildung 10:** Betriebsspezifische N-Bilanz 2024.

Die Vitalität, die ausreichende Holzreife und der Ertrag dieser Flächen beweisen, dass es möglich ist, ohne bzw. mit genauer standortorientierter (Bodenanalyse!) Düngung zu wirtschaften. Auch die Herbst- $N_{\min}$ -Werte sind bei Betrieb B sehr niedrig.

Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Weingut C eine positive N-Bilanz, die dadurch zu Stande kommt, dass diese Flächen zwar mit einer bedarfsgerechten Kalkammonsalpeter-Gabe (KAS) gedüngt, aber die Zielerträge nicht erreicht wurden. Infolgedessen lag die N-Einfuhr (KAS) deutlich über der N-Abfuhr (Trauben), wodurch sich der sichtbare N-Überschuss ergibt. Einige Weingüter hatten in 2024 durch den phytosanitären Zustand der Weinberge nach der feuchten Witterung 2024 und durch Frostschäden nur sehr geringe Erträge (Weingüter A und E). Die Weingüter I, F und D haben in 2024 nicht gedüngt und trotzdem ihre Zielwerte bei der Ernte erreicht, daraus resultiert ihr negatives Bilanzsaldo.

Keine Fläche wurde mit einer Dreijahresgabe Trester oder Grünschnittkompost gedüngt, durch die im Ausbringungsjahr eine stark positive Bilanz mit hohen N-Überschüssen entstehen würden, weil auf einmal die N-Menge für drei Jahre ausgebracht wird, der aber nur die einjährige N-Abfuhr durch den Jahresertrag gegenübersteht.