



3. Zwischenbericht zur weinbaulichen Beratung der Kooperationsbetriebe



BERICHTSJAHR 2023

Durchführung & Beratung:

- **Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz,**
Institut für Weinbau & Oenologie – Gruppe Weinbau,
Breitenweg 71, 67435 Neustadt an der Weinstraße

Berichterstellung:

- Philipp Theobald (DLR Rheinpfalz, Wasserschutzberatung Weinbau)
Festnetz: 06321/671-**236**
Mobil: 0172/5195448
Email: philipp.theobald@dlr.rlp.de



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Situationsbeschreibung	1
2.1 Aktuelle Nitratgehalte in Brunnen und Grundwassermessstellen.....	1
2.2 Betriebe und Parzellen im Kooperationsprojekt	2
2.3 Witterung im Jahresverlauf 2023	3
3. Ergebnisse und Interpretation	4
3.1 Stickstoff-Düngeempfehlungen 2023.....	4
3.2 Boden-Nitrat-Stickstoffgehalte im Spätherbst: „Herbst-N _{min} “ 2023.....	6
3.3 Bonitur der Bodenpflege zum Ende der Vegetationsphase 2023	10
3.4 Stickstoff-Bilanz 2023	12
4. Zusammenfassung.....	14

1 Einleitung (vgl. Bericht 2022)

Die Stadtwerke Bad Dürkheim haben im Herbst 2019 gemeinsam mit ortsansässigen Winzern, Fachbehörden (SGD SÜD, LWK, LfU, LGB) und der **Wasserschutzberatung (WSB)** des DLR Rheinpfalz ein Kooperationsprojekt zum Grundwasserschutz ins Leben gerufen. Übergeordnetes Ziel ist es, das Grundwasser im Einzugsgebiet des Brunnens im Bad Dürkheimer Bruch 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. 1100 ha erstreckt sich über die Gemarkungen Leistadt im Norden, Kallstadt und Bad Dürkheim (inkl. Ungstein) im Süden. Große Teile dieser Fläche werden intensiv Weinbaulich genutzt. Hydrogeologische Untersuchungen legen nahe, dass der Tiefbrunnen „Bruch“ durch unterirdische Grundwasserströme mit Wasser aus diesem Einzugsgebiet gespeist wird.

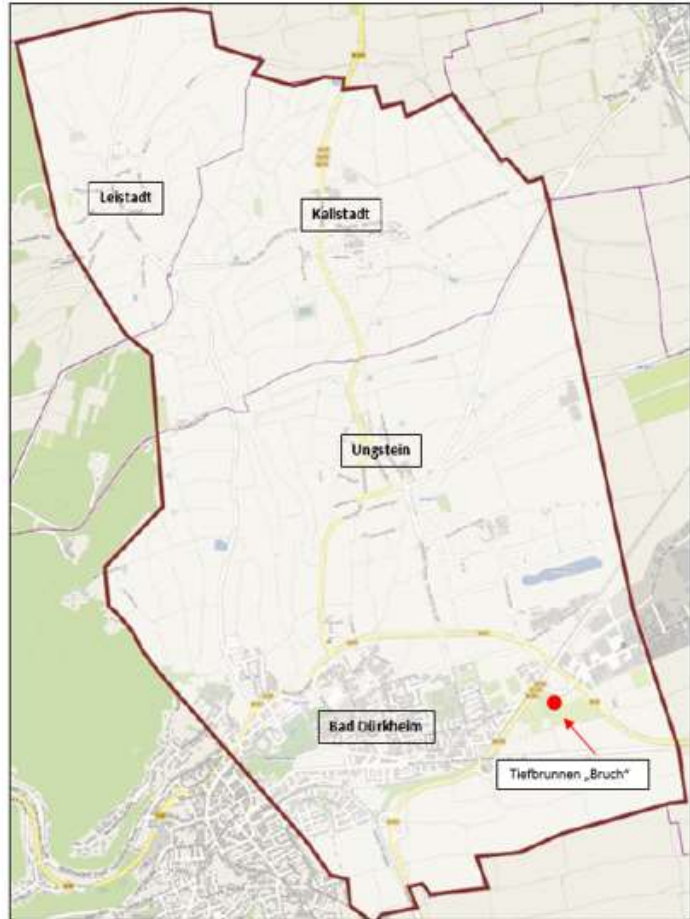


Abbildung 1: Kooperationsgebiet

Es sei nochmals daraufhin hingewiesen, dass die Festlegung des in Abbildung 1 dargestellten Kooperationsgebietes in keinerlei Zusammenhang mit der Ausweisung eines möglichen Wasserschutzgebietes auf diesen Gemarkungen steht!

2 Situationsbeschreibung

2.1 Aktuelle Nitrat-Gehalte in Brunnen und Grundwassermessstellen

Im Durchschnitt hat das von den Stadtwerken Bad Dürkheim gelieferte Trinkwasser einen Nitrat-Gehalt von 10 mg/l und liegt damit weit unter dem von der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geforderten Grenzwert von 50 mg/l. Bei näherer Betrachtung des geförderten Rohwassers ergibt sich bei den im Stadtgebiet verteilten Brunnen ein heterogenes Bild. Der im Westen gelegene Brunnen Isenach hatte bei der Rohwasserprobenahme im Jahr 2023 einen Nitrat-Gehalt von 2,1 mg/l, der



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

auf seine geschützte Lage inmitten des Pfälzer Waldes zurückzuführen ist. Der sich weiter östlich anschließende Brunnen Fürth II lag mit Nitrat-Gehalten von 48 mg/l im Jahr 2023 unter dem gesetzlichen Grenzwert. In den Vorjahren lagen die Messwerte dieses Brunnens noch zwischen 60 und 95 mg/l Nitrat, was zur Folge hatte, dass dieses Rohwasser mit weniger belastetem Wasser (Fürth I, Isenach) verschnitten werden musste, damit die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden. Das aus dem weiter östlich gelegenen Tiefbrunnen Bruch (unterer Grundwasserleiter) geförderte Wasser hat einen Nitrat-Gehalt von 27 mg/l, wobei bei einer erhöhten Wasserförderung in den Sommermonaten der Nitrat-Gehalt sukzessive ansteigt. Es liegt die Vermutung nahe, dass in diesem Fall oberflächennahes Wasser, das höhere Nitratgehalte aufweist, dem Tiefbrunnen zufließt. (Messdaten: 2023) Die bei Ungstein und Kallstadt liegenden Grundwassermessstellen des mittleren Grundwasserleiters weisen mit Nitrat-Gehalten zwischen 100 bis 170 mg/l deutlich erhöhte Werte auf. Im oberen Grundwasserleiter, dessen Nitrat-Gehalte für die Bewertung der Gebietskulisse innerhalb der Landesdüngeverordnung 2022 (LDÜV) herangezogen werden, ist eine Grundwassermessstelle etabliert (Nr. 1094A; 1 mg Nitrat/l am 08.11.2022). Gerade diese Grundwasserschicht ist im Hinblick auf Stoffeinträge besonders sensibel, da sie direkt an die bewirtschafteten oberflächennahen Bereiche angrenzt. Es zeigt sich die Komplexität dieser Thematik, da bereits innerhalb des hydrologisch relativ kleinräumigen Stadtgebietes die Nitrat-Konzentration eine sehr große Spannweite aufweist.

2.2 Betriebe und Parzellen im Kooperationsprojekt

Aktuell nehmen 21 Weinbaubetriebe an der Zusammenarbeit teil. Ein Betrieb ist im Jahr 2022 ausgeschieden, da dieser grundsätzlich seinen Betrieb aufgegeben hat. Glücklicherweise konnten diese Flächen von einem anderen Kooperationsbetrieb übernommen werden und sind somit im Projekt verblieben. Auch im Jahr 2023 ist wieder ein Betrieb auf Grund der Betriebsaufgabe ausgeschieden. Dieser wurde jedoch durch einen neuen Betrieb aus Wachenheim an der Weinstraße ersetzt. Zwei der vier Kooperationsparzellen konnten durch unsere Kooperationspartner übernommen werden. Dies ermöglicht uns eine Weiterführung der Datenaufnahme und Datenauswertung dieser Parzellen. Zehn Betriebe haben ihren Sitz in Bad Dürkheim, fünf in Ungstein, drei in Leistadt, zwei in Kallstadt und einer in Wachenheim an der Weinstraße. In Summe beträgt die Kooperationsfläche im Frühjahr 2024 etwa 37 ha, die sich wiederum auf 83 Einzelparzellen verteilt. Voraussichtlich werden im Laufe des Jahres 2024 noch zwei bis drei neue Parzellen in die Kooperation aufgenommen. Im Jahr 2023 wurden insgesamt drei Flächen aus der Kooperation genommen, wodurch sich die Gesamtfläche der Kooperation um 0,57 ha verringert hat. Der Großteil der Betriebe bewirtschaftet seine Flächen nach einem integrierten Produktionssystem, vier Betriebe nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus, so dass keine leicht löslichen, mineralischen Düngemittel eingesetzt werden dürfen. Aktuell befindet sich ein Betrieb in der sog. Umstellungsphase (drei Jahre) zum biologischen Anbau.



2.3 Witterung im Jahresverlauf 2023

Das Wachstum einer landwirtschaftlichen Kultur 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. So werden sowohl organische als auch mineralische Düngemittel bei fehlender Bodenfeuchte nicht oder nur in sehr eingeschränktem Umfang umgesetzt und den Pflanzen dadurch dementsprechend verzögert zur Verfügung gestellt. Dies kann für eine Interpretation der Boden-Nitrat-Werte („Herbst-N_{min}“) von entscheidender Bedeutung sein. Aus diesem Grund ist in der folgenden Abbildung 2 auf Seite drei der Witterungsverlauf 2023 (Monatsmittel-Temperatur in 200 cm Bodennähe; Monatsmittel-Niederschläge) in der Region Bad Dürkheim im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 bis 2010) dargestellt.

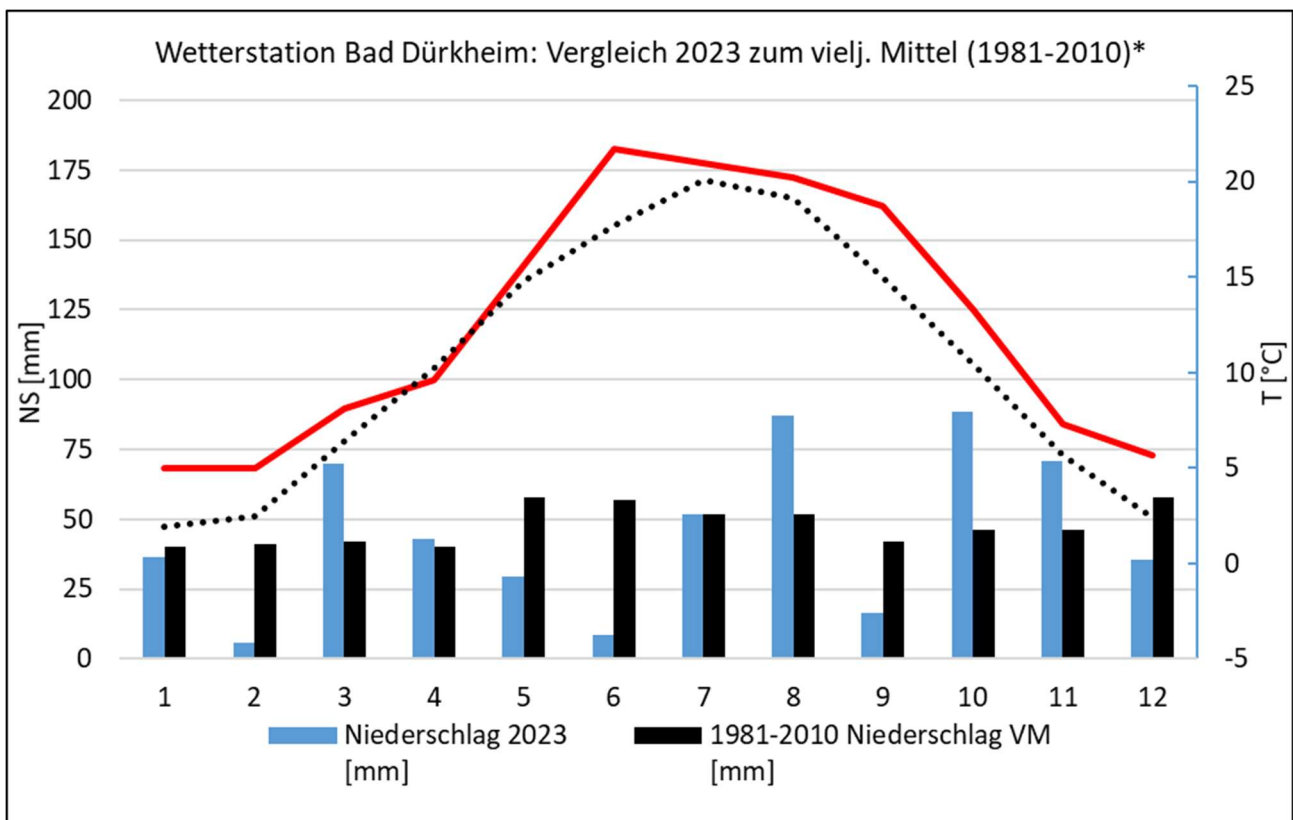


Abbildung 2: Monatsmittel der Niederschlagsmengen [mm] und Lufttemperaturen [°C] in 200 cm Höhe im Jahr 2023 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (VM) der Station Bad Dürkheim. (Quelle: Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz 2024).

Mit einer Durchschnittstemperatur von 12,6 °C war das Jahr 2023 2,1 °C wärmer als das VM. Mit Ausnahme des Aprils, waren alle Monate wärmer als die des VM. Zum Zeitpunkt der N_{min}-Probenahme Ende November bis Mitte Dezember und auch im Monat davor lag die Lufttemperatur mit 7,3 °C im November und 5,7 °C im Dezember deutlich *über* der des VM (5,7°C bzw. 2,5 °C). Folglich kann



von einer tendenziell höheren Stickstoff-Mineralisation (= Umwandlung von organisch-gebundenem in pflanzenverfügbare Stickstoffformen wie Ammonium und Nitrat) im Boden ausgegangen werden.

Hinsichtlich der Niederschläge war das Jahr 2023 ein leicht unterdurchschnittliches Jahr (Abbildung 2). Mit 544 mm lag die Niederschlagssumme 30 mm unter der des VM. Prägend waren die extrem trockenen und heißen (= Dürre) Bedingungen in Mai, Juni und der ersten Hälfte des Julis, die erst im August durch ergiebige Niederschläge abgelöst wurden. Auf die Niederschläge im August, folgte dann jedoch erneut eine extreme Dürrephase im September und Oktober (14,7 mm Niederschlag vom 02.09.23 bis zum 17.10.23)

Diese extreme Witterung hat die Winzer im Jahr 2023 vor besondere Herausforderungen gestellt. Während insbesondere im Mai, Juni und Juli noch die Probleme des Wassermangels im Vordergrund standen, rückten durch die feuchte Witterungsperiode im August Pilzerkrankungen (Echter Mehltau) und die Kirschessigfliege ins Tagesgeschehen.

3 Ergebnisse und Interpretation

3.1 Stickstoff-Düngeempfehlungen 2023

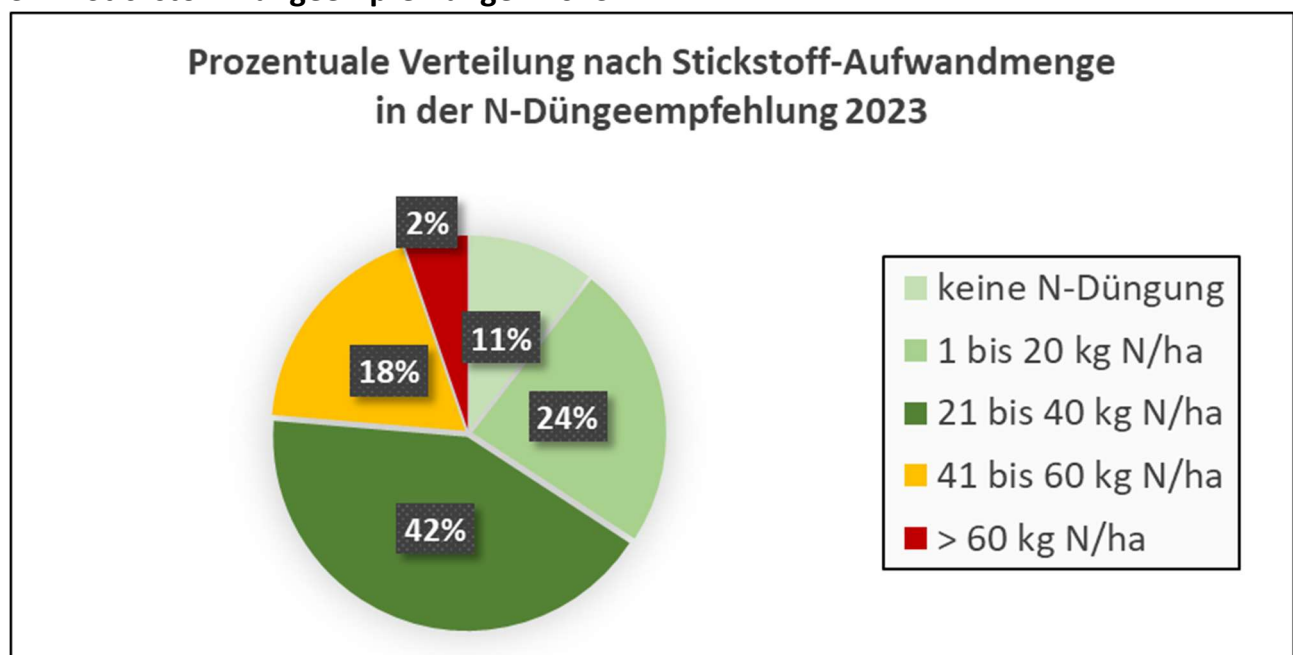


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Stickstoff-Düngehöhe in der N-Düngeempfehlung 2023.

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 Para-



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

meter. Je nach angestrebtem Ertragsniveau, Wüchsigkeit der Reben und dem etablierten Bodenpflegesystem ergeben sich durch Zu- und Abschlüsse zum Basisdüngbedarf von 40 kg N/ha, ein N-Düngerbedarf und damit die nachzuführende N-Düngemenge.

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, bekamen die meisten Kooperationsflächen (42 %, n = 16) eine Stickstoff-Düngerempfehlung in der Größenordnung zwischen 21 und 40 kg N/ha. Neu gepflanzte, oder Anlagen in den ersten Standjahren, bekommen generell eine Empfehlung, auf eine N-Gabe zu verzichten. Der nur geringe Bedarf der jungen Reben sowie die intensive, flächige Bodenbearbeitung (= Nitrat-Freisetzung aus dem Boden) in beiden Gassen der Anlagen reichen für eine Versorgung der Reben über mehrere Jahre hinweg aus. Ebenfalls bekamen Anlagen mit einem erhöhten Humusgehalt eine Empfehlung zur Mulldüngung, da auch dort bei entsprechender Bodenpflege von einer ausreichenden Boden-Stickstoff-Versorgung ausgegangen werden kann. 20 % der Kooperationsflächen (n = 9) erhielten eine Stickstoff-Düngerempfehlung von mehr als 40 kg N/ha (vgl. Abbildung 3, Seite 4). Meist handelt es sich hier um Anlagen mit einer schwachen Wüchsigkeit und/oder geringen Humusgehalten. Im Gegensatz zum Vorjahr 2022 erhielten 2023 lediglich 10% der Anlagen die Empfehlung, auf eine Stickstoff-Düngung zu verzichten. Die mittlere Stickstoff-Düngerempfehlung über sämtliche Anlagen hinweg betrug 2023 31 kg N/ha.



3.2 Boden-Nitrat-Stickstoffgehalte im Spätherbst: „Herbst-N_{min}“ 2023

Innerhalb der Wasserschutzkooperationen wird nach der Weinlese in jeder Fläche der „Herbst-N_{min}-Wert“ ermittelt. Dieser Messwert 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 Rebe und auch die Begrünungspflanzen nur noch sehr wenig Nitrat aufnehmen. Folglich kann das leicht wasserlösliche Nitrat-Anion mit den winterlichen Niederschlägen in tiefere Bodenschichten („Richtung Grundwasser“) verlagert werden. Die Beprobung sowie die Analyse im Labor erfolgten im Zeitraum 30.11 bis 15.12.2023 durch die Firma BOLAP aus Speyer. Dabei wurde in jeder Kooperationsfläche eine Mischprobe aus neun Einschlügen (3x dauerbegrünte Gasse, 3x über Sommer offene Gasse, 3x Unterstockbereich) gezogen, wobei die Horizonte 00 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm separat entnommen und analysiert wurden. Der Herbst-N_{min}-Wert wird dabei 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.

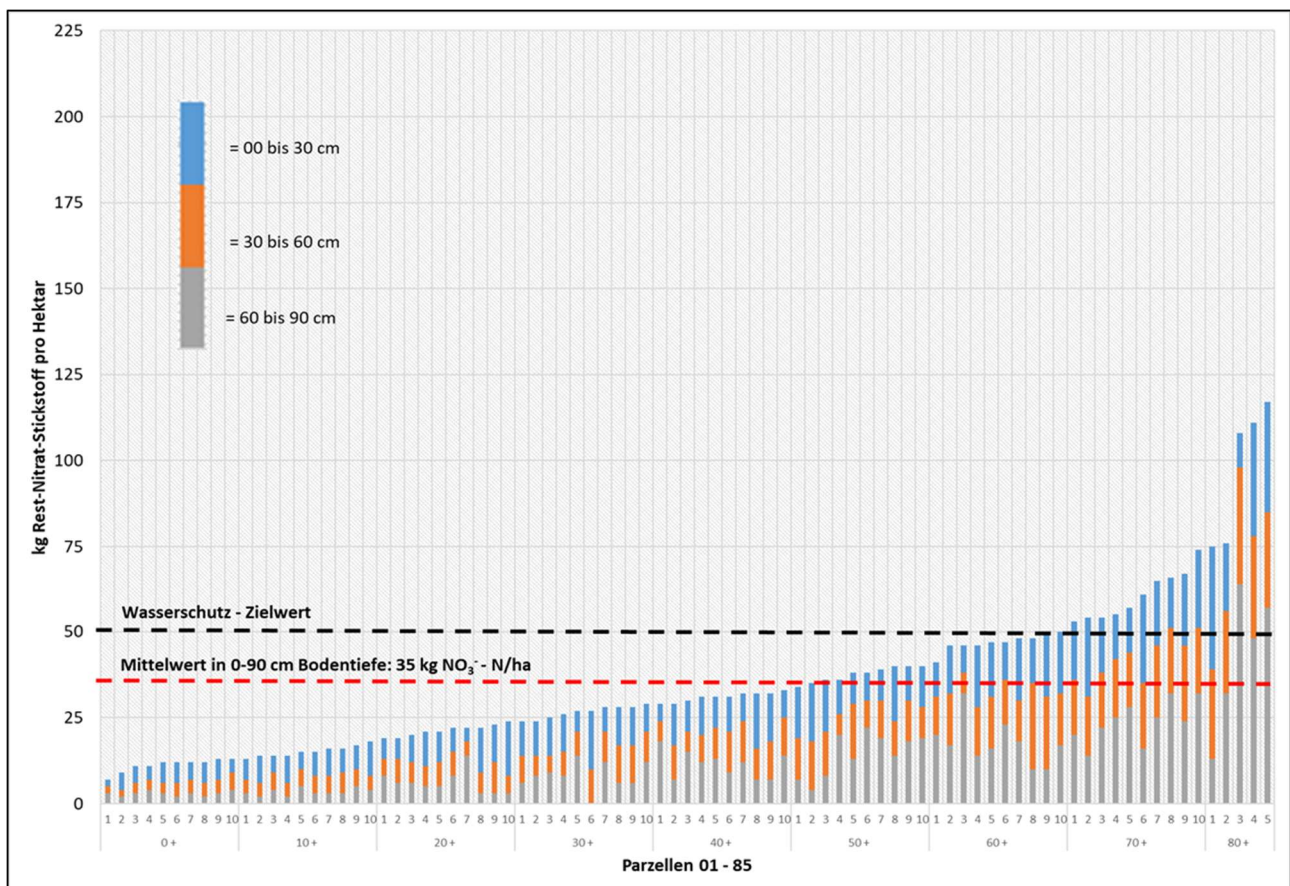


Abbildung 4: Nitrat-Stickstoffgehalte im Herbst 2023 sämtlicher Parzellen (85) nach ansteigendem Gehalt in 0 bis 90 cm Bodentiefe.

Mit durchschnittlich 35 kg Nitrat-Stickstoff/ha in 0 bis 90 cm Bodentiefe liegen die Ergebnisse 2023 in einem recht guten Bereich (vgl. Abbildung 4). Es ist jedoch davon auszugehen, dass die diesjährigen Ergebnisse auf Grund der späten Messungen und der teils starken Niederschläge in Oktober



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

und November maßgeblich beeinflusst wurden. Mithilfe einer Annäherungsformel konnten wir die Messwerte einem realistischen Niveau (Niveau vor der Auswaschung in tiefere Bodenschichten) annähern. Auch hier hat sich der Kooperationsmittelwert im Vergleich zum Vorjahr (59 kg Nitrat-Stickstoff/ha im Jahr 2022) leicht verbessert (55 kg Nitrat-Stickstoff/ha im Jahr 2023 rechnerisch korrigiert). Die Verbesserung fällt jedoch deutlich geringer aus als dies ohne Korrektur-Rechnung der Fall ist. Um das Auswaschungsrisiko möglichst gering zu halten, sind Werte kleiner 50 kg Nitrat-Stickstoff/ha anzustreben („Wasserschutz-Zielwert“). Dieser Zielwert ergibt sich dadurch, dass sich bei durchschnittlichen Verhältnissen (Standort, Witterung) bei Nitrat-Gehalten dieser Größenordnung im Sickerwasser eine Nitrat-Konzentration von ca. 50 mg/l einstellt. Dies ist der Grenzwert, der laut Trinkwasserverordnung die maximal zulässige Nitrat-Konzentration darstellt.

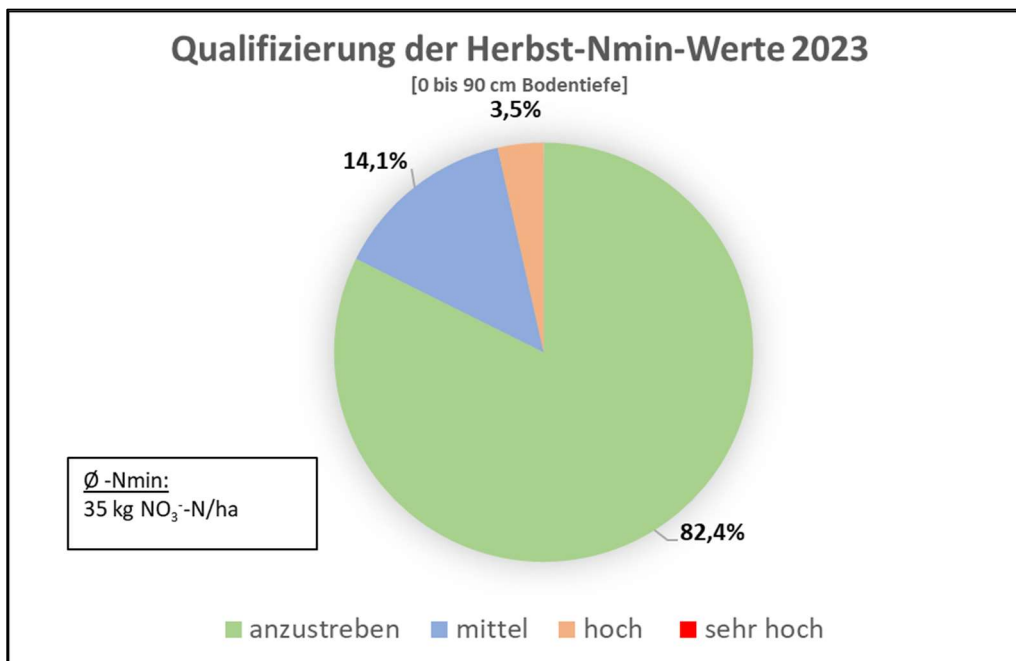


Abbildung 5: Qualifizierung der Nitrat-Stickstoff-Gehalte im Herbst 2023 sämtlicher Parzellen (85) in 0 bis 90 cm Bodentiefe.

Im Kreisdiagramm der Abbildung 5 wird eine Qualifizierung der Herbst-N_{min}-Werte ohne die rechnerische Korrektur dargestellt. Diese zeigt, dass mehr als Dreiviertel (82,4 %, 70 Parzellen) aller Flächen Herbst-N_{min}-Werte aufzeigen, die unterhalb des Wasserschutz-Zielwertes liegen. Lediglich 14,1 % der Parzellen zeichneten sich durch Messwerte zwischen 50 und 90 kg Nitrat-Stickstoff/ha aus. Es gibt nur eine Anlage, welche einen Wert von über 90 kg/ha vorweist und somit im hohen Bereich liegt. Vergleicht man diese Werte der Grafik *ohne* Korrektur-Rechnung jedoch mit den korrigierten Werten, so reduziert sich die Anzahl der Parzellen im Bereich unterhalb des Wasserschutz-Zielwertes auf 57,6 % oder 49 Parzellen. (vgl. Abbildung 6, Seite 8) 30,6% der Parzellen haben einen Messwert zwischen 50 und 90 kg Nitrat-Stickstoff/ha und liegen somit im leicht erhöhten Bereich. Lediglich sieben Parzellen liegen im hohen Bereich bis 120 kg Nitrat-Stickstoff/ha und nur eine Parzelle wies in diesem Jahr Herbst-N_{min}-Werte im sehr hohen Bereich auf.



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

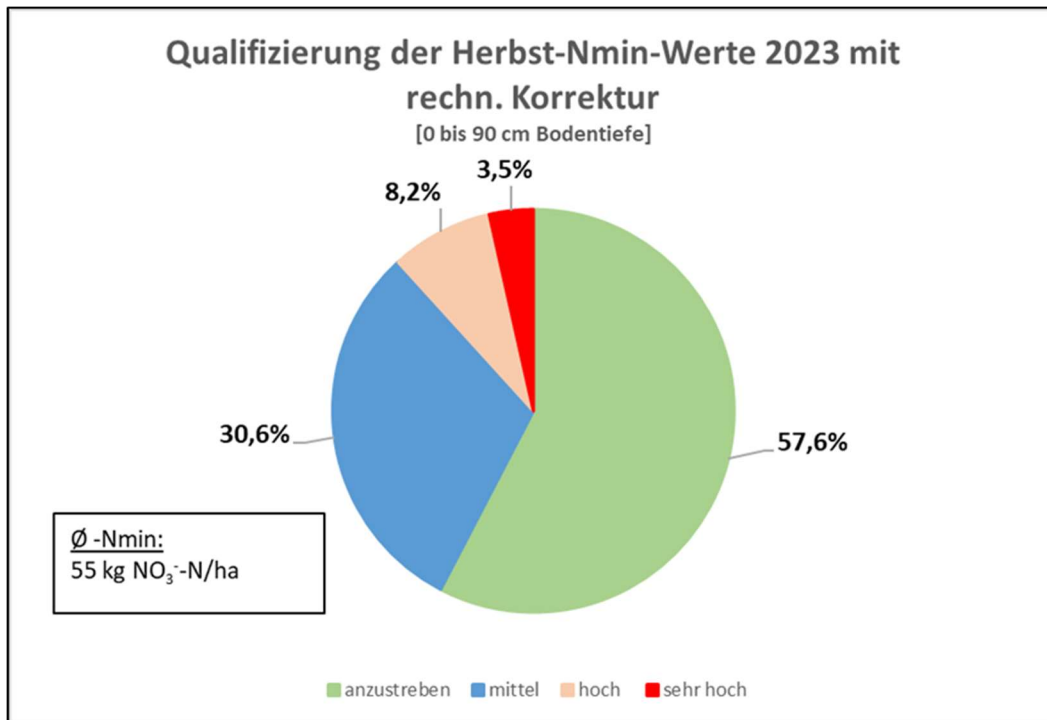


Abbildung 6:
Qualifizierung der
Nitrat-Stickstoff-
Gehalte im
Herbst 2023
sämtlicher Parzel-
len (85) in 0 bis 90
cm Bodentiefe.
(rechn. Korrektur)

Die Verteilung der Nitrat-Gehalte in den einzelnen Bodenschichten war im Jahr 2023 besonders auffällig. Im Regelfall (regionale, typische Niederschlagsverteilung) ergibt sich folgende typische Verteilung: Ungefähr die Hälfte des Nitrates befindet sich im 0 bis 30 cm Bodenhorizont, ein Drittel im 30 bis 60 cm Horizont und mit deutlichem Abstand die geringsten Nitrat-Gehalte werden im 60 bis 90 cm Bodenhorizont gemessen. 2023 zeigt sich hingegen ein anderes Bild. Die höchsten Nitratgehalte finden wir in der tiefsten beprobten Bodenschicht zwischen 60 und 90 cm. Nach der letzten Trockenperiode im September und Anfang Oktober, mit zusammengefasst gerade einmal 14,7 mm Niederschlag, gab es Ende Oktober und im November wieder verstärkt Niederschläge (153,2 mm in 45 Tagen). Dadurch wurde das Nitrat aus den oberen beiden Bodenschichten in den tiefsten Beprobungshorizont und darüber hinaus ausgewaschen.

Was sich in den Wasserschutzkooperationen in Rheinland-Pfalz immer wieder zeigt, ist die Tatsache, dass die Nitrat-Gehalte in den Jungfeldern meist deutlich über dem Durchschnitt der Ertragsanlagen liegen. Pflanzfeldvorbereitung, Bodenbearbeitung über Sommer, ein nur sehr geringer Stickstoff-Bedarf der Jungreben (20 kg N/ha pro Jahr) führen zu diesen Werten. Aus diesem Grund hat die Wasserschutzberatung im Rahmen einer Bachelorarbeit (Weincampus Neustadt) 2021 in drei Jungfeldern von zwei Kooperationsbetrieben Versuche zur Nitrat-Dynamik durchgeführt. In diesen Flächen wurden unterschiedliche Zwischenfruchtmischungen eingesät und durch regelmäßige Boden-Nitrat-Messungen und Pflanzenanalysen deren Eignung auf die Bindung von Stickstoff hin untersucht.



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

Zu Beginn der Zusammenarbeit im Jahr 2020 hatte die Kooperation einen deutlich höheren $N_{\min}$ -Mittelwert. Im Folgejahr (2021) reduzierte sich der Herbst- $N_{\min}$ -Wert drastisch auf Grund der damaligen Jahreswitterung. Im Jahr 2023 wurden nun Rest-Nitrat-Werte von 35 kg Nitrat-Stickstoff/ha gemessen. Diese niedrigen Werte sind jedoch, wie bereits im vorherigen Absatz erwähnt, auf die extreme Herbstwitterung und die späte Probenahme zurückzuführen. Wir vermuten, dass sich langfristig ein ähnlicher Mittelwert wie in anderen Wasserschutzkooperationen, zwischen 40 und 60 kg Nitrat-Stickstoff/ha, einstellt.

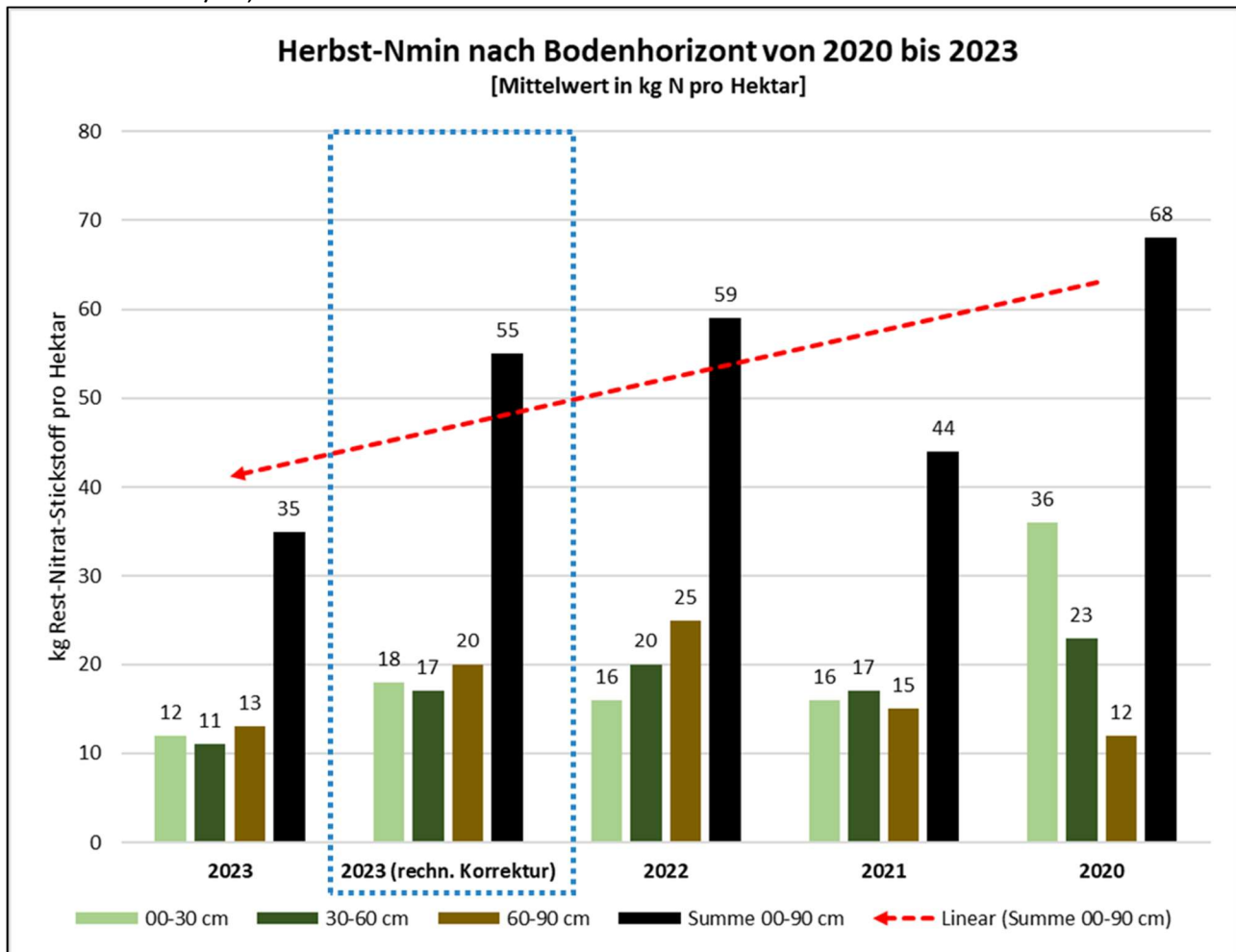


Abbildung 7: Mittelwert der Nitrat-Stickstoffgehalte sämtlicher Parzellen (85) im Jahresvergleich nach ansteigendem Gehalt in 0 bis 90 cm Bodentiefe.

Durch die Verwendung der rechnerischen Korrektur (Herbst- $N_{\min}$ (0-90 cm) gemessen $\times$ (9 dm + Verlagerung 5 dm / 9 dm), die den Verlauf der Jahreswitterung und den Zeitpunkt der Probenahme berücksichtigt, konnten die gemessenen Ergebnisse an die potentiellen Werte vor der Nitrat-Auswaschung herangeführt werden. (vgl. Abbildung „Herbst- $N_{\min}$ nach Bodenhorizont von 2020 bis 2023“). Bei der rechnerischen Korrektur wird die Nitrat-Verlagerung durch das Sickerwasser in einer Durchschnittsbodenart mit einbezogen. Es handelt sich bei der Berechnung lediglich um eine Näherungsformel. Um eine exaktere Korrekturrechnung durchzuführen, müssten Faktoren wie z.B. Bodenart, Infiltrationsvermögen und Niederschlagsmenge in die Rechnung mit einbezogen werden. Die durch diese Korrekturrechnung entstandenen Werte liegen jedoch insbesondere in feuchten



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

Spätjahren und später Probenahme näher an der Realität als die von der BOLAP gemessenen $N_{\min}$ -Werte.

Allgemein verändert die Berechnung das Gesamtbild innerhalb der Kooperation nicht. Selbst mit dieser Angleichung sind die Herbst- $N_{\min}$ -Werte in diesem Jahr noch unter dem Mittelwert des letzten Jahres, wenn auch leicht über dem Wasserschutz-Zielwert.

3.3 Bonitur der Bodenpflege zum Ende der Vegetationsphase 2023

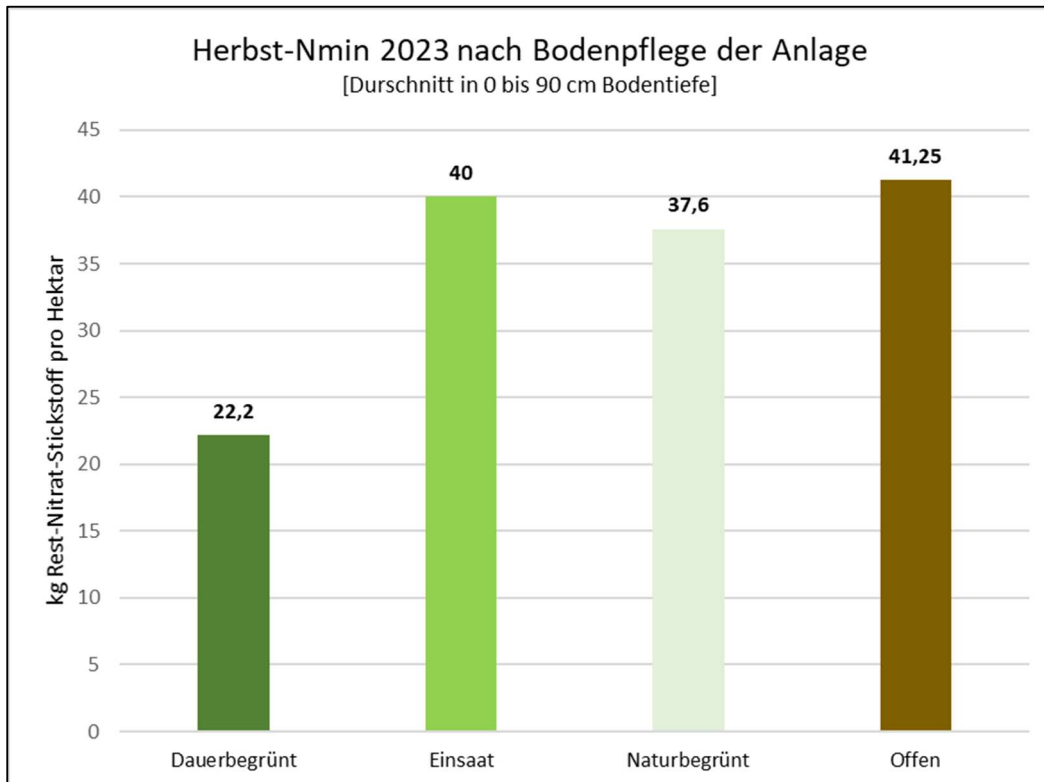


Abbildung 8: Ergebnisse der Bodenpflege-Bonituren in den Weinbau-Kooperationsparzellen mit prozentualen Anteil der Naturbegrünung, der Einsaat, der Dauerbegrünung und den nicht begrünnten Bereichen (= offen).

Das in einer Region gängige Bodenpflegesystem orientiert sich in erster Linie an dem langjährigen Mittel der Niederschläge. Anbaugelände, in denen die jährliche Niederschlagssumme 800 mm und mehr beträgt, können die Rebanlagen problemlos ganzflächig begrünen, ohne dass der Konkurrenzdruck hinsichtlich der Nährstoff- und Wasserversorgung zu groß wird. In unserer Region mit jährlichen Niederschlagsmengen zwischen 450 bis 550 mm hat sich ein System durchgesetzt, in dem jeweils eine Gasse über die Vegetationsperiode hinweg regelmäßig bearbeitet wird („offen gehalten“). Durch diese Bearbeitung soll der „Beikrautdruck“ möglichst geringgehalten werden, sodass die Reben keinen Wasserstress erleiden. Dieser kann sich wiederum negativ auf die spätere Weinbereitung auswirken und Weinfehler, wie z.B. „Untypische Alterungsnote“ (UTA), hervorbringen. Aus der Sicht des Grundwasserschutzes sollten diese offen gehaltenen Gassen spätestens Ende Juli/Anfang August mit einer Begrünungseinsaat versehen werden oder zumindest die natürlich aufkeimende Flora 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, Nitrat) überführt wird. Diese hohen Nitrat-Freisetzungen können zur Folge haben, dass das initiierte zusätzliche



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

Beerenwachstum zum Aufplatzen der Beeren führen kann, was wiederum Fäulniseregern einen passenden Nährboden bietet. Neben diesen den Weinbau betreffenden Konsequenzen haben hohe Stickstoff-Mengen auch Auswirkungen auf die Auswaschung des Nitrates in tiefere Bodenschichten. Zwangsläufig vorhandener, überschüssiger Nitrat-Stickstoff sollte daher im Idealfall in der Biomasse von gezielt eingesäten Begrünungspflanzen gebunden und dadurch vor Auswaschung geschützt werden.

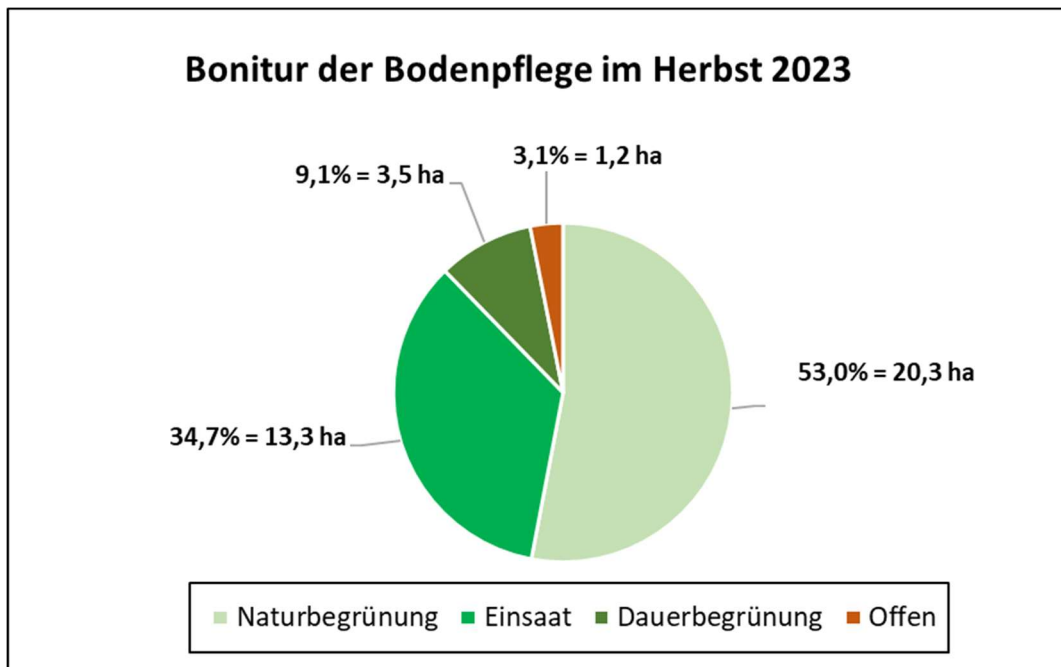


Abbildung 9:

Ergebnisse der Bodenpflege-Bonituren in den Weinbau-Kooperationsparzellen mit prozentualem Anteil der Naturbegrünung, der Einsaat, der Dauerbegrünung und den nicht begrünenden Bereichen (= offen).

Mehr als 95 % der Kooperationsflächen waren zum Ende der Vegetation flächig begrünt (vgl. Abbildung 9). Drei Parzellen wurden, entgegen der gängigen Beratungsempfehlungen, noch einmal spät bearbeitet. Drei Flächen wurden nach der Lese gerodet und lag zum Zeitpunkt der Probenahme brach. Auf 34,7 % der Kooperationsfläche entschieden sich die Bewirtschafter für eine Zwischenfruchteinsaat. Insbesondere die Pflanzenauswahl in solchen Begrünungsgemengen kann die Nitrat-Gehalte maßgeblich beeinflussen. Vor allem Pflanzen, die einen schnellen und massigen Aufwuchs haben („N-Catcher“ oder „Nitrat-Fangpflanzen“) können große Mengen an Nitrat in ihrer Biomasse binden und somit vor der Auswaschung ins Grundwasser schützen. Diese Einsaaten sind insbesondere in Jungfeldern und auf gerodeten Standorten ein unverzichtbares Muss. In etablierten Ertragsanlagen stellt auch der Aufwuchs der Standortflora („Naturbegrünung“) eine gängige Variante dar. Die Konservierung von Nitrat-Stickstoff in der Biomasse der eingesäten Pflanzen kann unter den „richtigen“ Voraussetzungen (Einsaat Juli/August, Etablierung bis zum nächsten Befahren) jedoch deutlich mehr Stickstoff binden, als die meisten Naturbegrünungen. Auf 53 % der Kooperationsflächen wurde in diesem Jahr der spontane Bewuchs einer Einsaat vorgezogen. Die äußerst trockenen Monate Juni und Anfang Juli haben die Betriebe dahingehend verunsichert. Im schlechtesten Fall keimt die Einsaat auf und im Anschluss wird es direkt wieder trocken, so dass die Keimlinge kaputtgehen. Durch die vergleichsweise hohen Niederschläge Ende Juli und im August, kam es im Jahr 2023 bei rechtzeitiger Einsaat jedoch zu einem sehr guten Aufgang der Begrünung.



3.4 Stickstoff-Bilanz 2023

Ein wichtiger Parameter einer grundwasserschonenden Bewirtschaftung stellt die Stickstoff-Bilanz dar. Diese Bilanzierung ergibt sich rückblickend für das Bewirtschaftungsjahr aus der Gegenüberstellung der Stickstoff-Zufuhren (mineralische/organische N-Düngung) und den Stickstoff-Abfuhren (Stickstoff, der mit dem Lesegut Trauben aus den Anlagen abgefahren wird). Bei einer positiven Bilanz waren somit die Zufuhren 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 ergibt sich für mehrjährige Betrachtungen eine ausgeglichene Bilanz, bei der die N-Zufuhren den N-Abfuhren entsprechen. Die für diese flächengenaue Bilanzierung nötigen Daten (Düngung, Erträge) wurden von den Betrieben mittels elektronischen Abfragebogens erhoben.

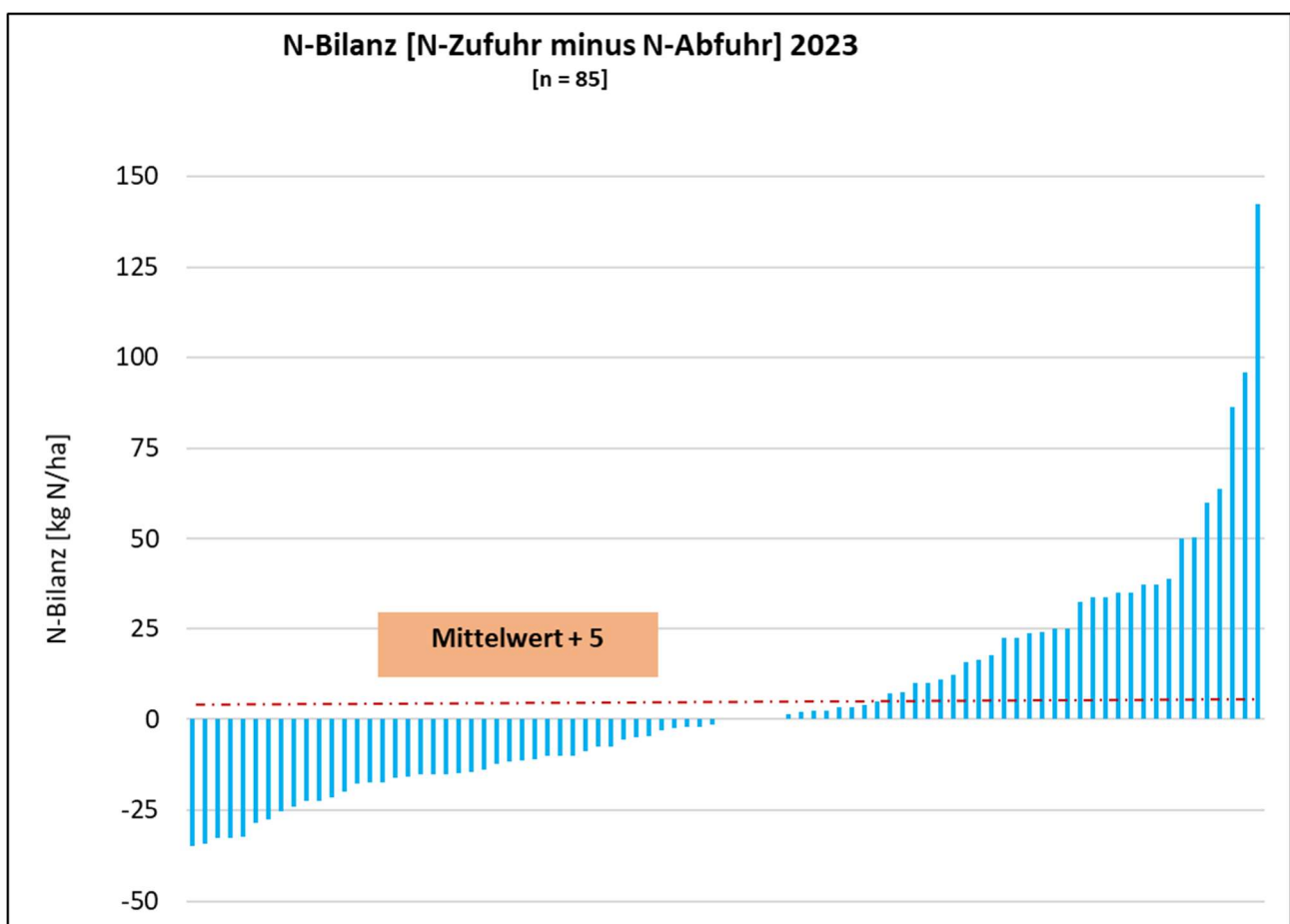


Abbildung 10: N-Bilanz [N-Zufuhr minus N-Abfuhr] in kg N/ha 2023 für die Rebanlagen des gesamten Kooperationsgebietes mit Darstellung des N-Bilanz-Jahresmittelwertes.

Aus der Abbildung 10 wird deutlich, dass 42 Flächen eine negative Stickstoff-Bilanz aufweisen. Dies sind in der Regel Flächen, die 2023 nicht oder sehr geringfügig mit Stickstoff gedüngt wurden. Die mit den Trauben abgeführte N-Menge (2,5 kg N/1000 kg Trauben) ergibt letztendlich die negative Bilanz. Weniger als die Hälfte der Betriebe ($n = 38$) wiesen im Jahr 2023 eine positive Stickstoff-Bilanz auf. Dabei hatten die Werte eine Spannweite von + 2 kg N/ha bis + 143 kg N/ha (vgl. Abbildung 10). Die höchsten Werte gehen auch hier wieder auf Drei-Jahre-Vorratsdüngungen zurück.



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

Diese werden mittels organischer Düngemittel wie z.B. Trester, Kompost oder Pferdemist ausgebracht. Auf Grund des hohen C:N-Verhältnisses dieser organischen Düngemittel findet kein schlagartiger Stoffumsatz statt, wodurch stetig geringe N-Frachten frei werden. Die Gesamtausfuhr an Stickstoff durch die Lese der Trauben, summiert aus allen Kooperationsflächen, betrug im Jahr 2023 1592 kg, während die Gesamt-N-Zufuhr mittels Düngung 2042 kg Stickstoff umfasste. Über alle Kooperationsflächen hinweg hatte die Wasserschutzkooperation Bad Dürkheim im Jahr 2023 eine positive N-Bilanz.

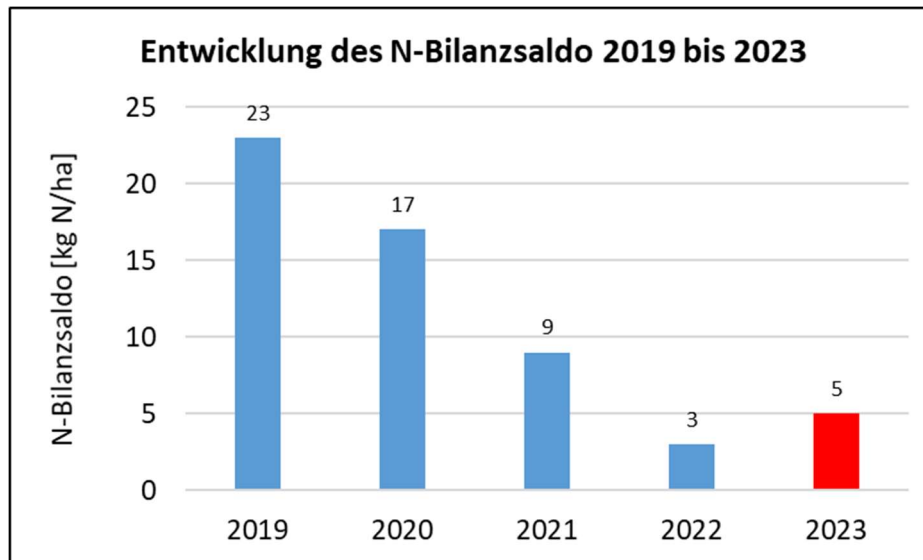
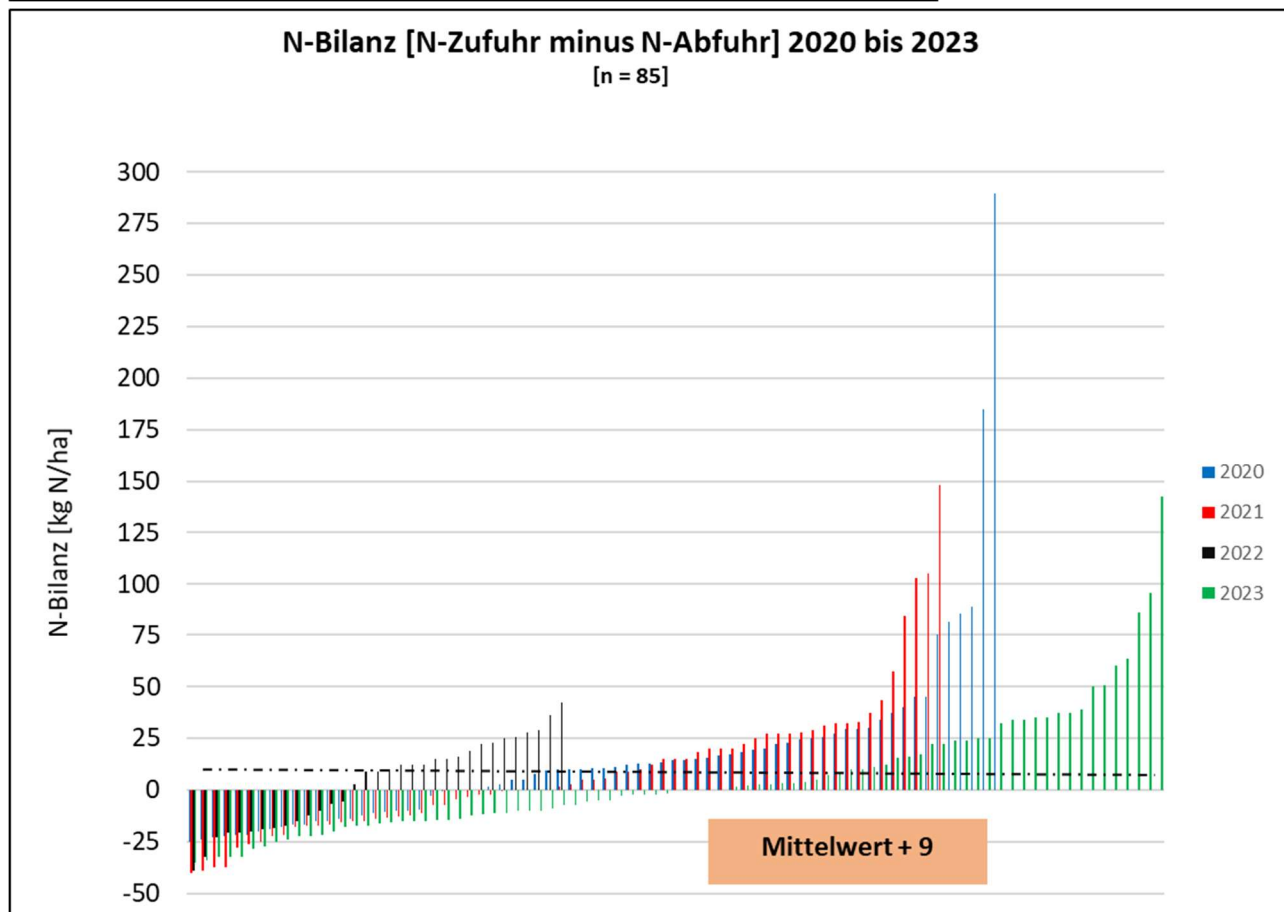


Abbildung 11: Entwicklung des mittleren N-Bilanzsaldo 2019 bis 2023 sämtlicher Kooperationsflächen. (links)

Abbildung 12: Entwicklung des flächenspezifischen N-Bilanzsaldo 2020 bis 2023 sämtlicher Kooperationsflächen. (unten)





4 Zusammenfassung

Die Stadtwerke Bad Dürkheim haben im Herbst 2019 gemeinsam mit ortsansässigen Winzern, Fachbehörden (SGD SÜD, LWK, LfU, LGB) und der **Wasserschutzberatung** (WSB) des DLR Rheinpfalz ein Kooperationsprojekt zum Grundwasserschutz ins Leben gerufen.

Im Durchschnitt hat das von den Stadtwerken gelieferte Trinkwasser einen Nitratgehalt von 10 mg/l (Stand 2020) und liegt damit weit unter dem von der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geforderten Grenzwert von 50 mg/l. Bei näherer Betrachtung des geförderten Rohwassers ergibt sich bei den im Stadtgebiet verteilten Brunnen jedoch ein heterogenes Bild. Es zeigt sich, dass bereits innerhalb des hydrologisch relativ kleinräumigen Stadtgebietes, die Nitrat-Konzentration eine sehr große Spannweite aufweist, was die Komplexität der Thematik unterstreicht.

Aktuell nehmen **21 Weinbaubetriebe** an der Zusammenarbeit teil. Zwei Betriebe sind seit der Gründung der Kooperation ausgeschieden, da diese grundsätzlich den Betrieb aufgegeben haben. Glücklicherweise konnte ein Großteil dieser Flächen von anderen Kooperationsbetrieben übernommen werden und verbleiben somit im Projekt. Lediglich zwei Flächen mussten somit aus der Wasserschutzkooperation Bad Dürkheim entfernt werden. Zehn Betriebe haben ihren Sitz in Bad Dürkheim, fünf in Ungstein, drei in Leistadt, zwei in Kallstadt und einer in Wachenheim an der Weinstraße. In Summe beträgt die Kooperationsfläche ca. 37 ha, die sich wiederum auf 83 Einzelparzellen verteilt.

Die Ermittlung des **Stickstoff-Düngebedarfs** (vgl. Seite 4) erfolgt für jede Fläche nach dem offiziellen Schema, das für den Weinbau bundesweite Gültigkeit besitzt und die Anforderungen der aktuellen Gesetzgebung (Düngeverordnung (DüV) 2020 und Landesdüngeverordnung (LDüV) 2022) berücksichtigt. Basis dafür sind die betrieblichen Angaben zur geplanten Bewirtschaftung sowie die im Rahmen der Grundnährstoffanalyse erhobenen Parameter. Die meisten Kooperationsflächen (77 %, n = 64) eine Stickstoff-Düngeempfehlung in der Größenordnung zwischen 0 und 40 kg N/ha. Neu gepflanzte, oder Anlagen in den ersten Standjahren, bekommen generell eine Empfehlung, auf eine N-Gabe zu verzichten. Lediglich 23 % der Kooperationsflächen (n = 19) erhielten eine Stickstoff-Düngeempfehlung von mehr als 40 kg N/ha (vgl. Abbildung 3, Seite 4). Meist handelt es sich hier um Anlagen mit einer schwachen Wüchsigkeit und/oder geringen Humusgehalten. Im Jahr 2023 erhielt jede zehnte Fläche die Empfehlung, auf eine Stickstoff-Düngung zu verzichten. Die mittlere Stickstoff-Düngeempfehlung über sämtliche Anlagen hinweg betrug 2023, wie auch schon im Jahr 2022, 28 kg N/ha.

Innerhalb der Wasserschutzkooperationen wird nach der Weinlese in jeder Fläche der **„Herbst-N_{min}-Wert“** ermittelt (vgl. Seite 5). Dieser Messwert 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 Rebe und auch die Begrünungspflanzen nur noch sehr wenig Nitrat aufnehmen. Folglich kann das leicht wasserlösliche Nitrat-Anion mit den winterlichen Niederschlägen in tiefere Bodenschichten („Richtung Grundwasser“) verlagert werden. Die Beprobung sowie die Analyse im Labor erfolgten im Zeitraum 30.11 bis 15.12.2023 durch die Firma



KOOPERATIONSPROJEKT zum Grundwasserschutz im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen Bad Dürkheim

BOLAP aus Speyer. Dabei wurde in jeder Kooperationsfläche eine Mischprobe aus neun Einschlügen (3x dauerbegrünte Gasse, 3x über Sommer offene Gasse, 3x Unterstockbereich) gezogen, wobei die Horizonte 00 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm separat entnommen und analysiert wurden. Mit durchschnittlich 55 kg Nitrat-Stickstoff/ha in 0 bis 90 cm Bodentiefe liegen die Ergebnisse 2023 in einem leicht erhöhten Bereich (vgl. Abbildung 4, Seite 5). 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) bei Nitrat-Gehalten dieser Größenordnung sich im Sickerwasser eine Nitrat-Konzentration von ca. 50 mg/l einstellt. Dies ist der Grenzwert, der laut Trinkwasserverordnung die maximal zulässige Nitrat-Konzentration darstellt.

Mehr als 95 % der Kooperationsflächen waren zum Ende der Vegetation flächig begrünt (vgl. Abbildung 9). Drei Parzellen wurden, entgegen der gängigen Beratungsempfehlungen, noch einmal spät bearbeitet (Zwei Flächen wurden nach der Lese gerodet, 1 Jungfeld). Auf 35 % der Kooperationsfläche entschieden sich die Bewirtschafter für eine **Zwischenfruchteinsaat**. Auf mehr als der Hälfte der Kooperationsfläche wurde in diesem Jahr der spontane Bewuchs einer Einsaat vorgezogen. Die äußerst trockenen Monate Juli und August haben die Betriebe dahingehend verunsichert. Im schlechtesten Fall keimt die Einsaat auf und im Anschluss wird es direkt wieder trocken, so dass die Keimlinge kaputtgehen. Da einige Betriebe trotzdem nicht auf eine Einsaat verzichten wollten, wurde diese erst nach der Lese durchgeführt. Durch die Saatbettbereitung und dem nur relativ geringen Erfolg des Auswuchses der Herbstkomponenten der Mischungen, haben diese Betriebe dieses Jahr meist höhere Herbst- $N_{\min}$ -Werte als in den Vorjahren.

Ein wichtiger Parameter einer grundwasserschonenden Bewirtschaftung stellt die **Stickstoff-Bilanz** dar (vgl. Seite 12). Diese flächenscharfe Bilanzierung ergibt sich rückblickend für das Bewirtschaftungsjahr aus der Gegenüberstellung der Stickstoff-Zufuhren (mineralische/organische N-Düngung) und den Stickstoff-Abfuhren (Stickstoff, der mit dem Erntegut Trauben aus den Anlagen abgefahren wird). Der Mittelwert über alle Kooperationsflächen in Höhe von + 5 kg N/ha stellt einen recht geringen Bilanzüberschuss und damit für den Wasserschutz ein gutes Niveau dar. Ebenfalls sehr erfreulich ist der stetige Rückgang der Bilanzüberschüsse seit Kooperationsbeginn bis zum Jahr 2022 und das Erreichen eines niedrigen aber stabilen Niveaus (2019: + 23 kg N/ha, 2020: + 17 kg N/ha, 2021: + 9 kg N/ha, 2022: +3 kg N/ha).