

# Das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu- Olten im Vergleich: Gebietsübersicht und Massnahmen

**Autoren:**

Hanna Frick<sup>1</sup>, Wolf-Anno Bischoff<sup>2</sup>, Sarah Schleicher<sup>2</sup>, Frank Liebisch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Gewässerschutz und Stoffflüsse

<sup>2</sup>TerrAquat, Gutachterbüro für Boden, Wasser, Nährstoffe und Kontamination

**Stand:** Oktober 2022

## Inhalt

Abkürzungen.....	4
Abbildungen.....	5
Tabellen.....	7
Hintergrund.....	9
Übersicht.....	10
I. Übersicht über Regelungen in der Schweiz, die zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat beitragen.....	12
1. Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten.....	17
1.1. Gebietsübersicht und Kontext.....	17
1.2. Massnahmen und Umsetzung.....	22
1.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser.....	27
2. Vergleichsgebiete in der Schweiz: Klettgau (SH).....	29
2.1. Gebietsübersicht und Kontext.....	29
2.2. Massnahmen und Umsetzung.....	33
2.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser.....	36
3. Vergleichsgebiete in der Schweiz: Wohlenschwil (AG).....	38
3.1. Gebietsübersicht und Kontext.....	38
3.2. Massnahmen und Umsetzung.....	41
3.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser.....	46
II. Übersicht über Regelungen in Deutschland, die zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat beitragen.....	48
Spezielle, weiterführende Regelungen der Bundesländer; Beispiel Baden-Württemberg.....	51
1. Vergleichsgebiete Deutschland: SchALVO Baden-Württemberg: allgemeine Regelungen.....	52
1.1. Massnahmen und Umsetzung.....	53
1.2. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser.....	58
2. Vergleichsgebiete Deutschland: SchALVO am Beispiel der WSG Grünbachgruppe	58
2.1. Gebietsübersicht und Kontext.....	58
2.2. Massnahmen und Ergebnis WSG Grünbachgruppe.....	63
3. Vergleichsgebiete Deutschland: Lange Schneise Nord (Hessen).....	68
3.1. Gebietsübersicht und Kontext.....	68
3.2. Massnahmen und Umsetzung bis 2019.....	74

3.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser.....	83
3.4. Massnahmen und Umsetzung ab 2020.....	83
III. Synthese .....	87

## Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
BFF	Biodiversitätsförderfläche
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft (Schweiz)
BW	Baden-Württemberg
ChemRRV	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung
DF	Düngbare Fläche
DüV	Deutsche Düngeverordnung
DZV	Direktzahlungsverordnung
EU	Europäische Union
EUF	Elektro-Ultrafiltration-Bodenuntersuchung
gGWK	gefährdete Grundwasserkörper
GOK	Geländeoberkante
GRUD	Grundlagen der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GVE	Grossvieheinheiten
GW	Grundwasser
Kt	Kanton
LN	landwirtschaftliche Nutzfläche
LSN	Wasserschutzgebiet Lange Schneise Nord
LwG	Landwirtschaftsgesetz
m ü. M.	Meter über Meer
N	Stickstoff
NID	Nitratinformationsdienst
Nmin	mineralischer Stickstoff (Ammonium + Nitrat)
NH <sub>4</sub>	Ammonium
NO <sub>3</sub>	Nitrat
Nges	Gesamtstickstoff
NGO	Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten
Nverf	verfügbarer Stickstoff (entspricht bei organischen Düngern häufig dem Ammonium-Gehalt)
ogL	ordnungsgemässen Landwirtschaft (D)
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis (CH)
Pa.Iv.	Parlamentarische Initiative
PSB	Produktionssystembeiträge
REB	Ressourceneffizienzbeiträge
SchALVO	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
WSG	Wasserschutzgebiet
WW	Wasserwerk
Zu	Zuströmbereich
ZWO	Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach

# Abbildungen

Abbildung 1: Einordnung der gesetzlichen Rahmenbedingungen zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat in der Schweiz (Zusammenstellung nach J. Mayer & C. Epper, 2022).....	12
Abbildung 2: Übersicht über Neuerungen im ÖLN und den Direktzahlungsprogrammen im Rahmen des Verordnungspakets zur Pa.Iv. ( <a href="https://agripedia.ch/focus-ap-pa/wp-content/uploads/sites/22/2022/07/Zeitstrahl-OeLN-DZ-Pa.Iv_-3.svg">https://agripedia.ch/focus-ap-pa/wp-content/uploads/sites/22/2022/07/Zeitstrahl-OeLN-DZ-Pa.Iv_-3.svg</a> , aufgerufen am 29.08.2022).....	16
Abbildung 3: Grundwasserleiter und Zuströmbereich .....	18
Abbildung 4: Aktuelle Nitratwerte im Grundwasser an den kantonalen Messstellen (Amt für Umwelt, Oktober 2021).....	19
Abbildung 5: Böden im Gäu, Bodenverbreitung (Bodenkarte, oberer Teil) und geologisches Transekt als NW-SO-Schnitt mit Beispielprofilen (Catena, unterer Teil) entsprechend dem grauen Bereich in der Bodenkarte oben (aus Hauert u.a. 2017). .....	20
Abbildung 6: Klimadiagramm Wynau (Langzeitmittelwerte 1991-2020) .....	20
Abbildung 7: Landwirtschaftliche Nutzfläche der Betriebe mit Flächen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (n=121).....	22
Abbildung 8: Nutztierdichte der Betriebe im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (n=121) .....	22
Abbildung 9: Entwicklung der Nitratprojektflächen zwischen 1999 und 2020 .....	26
Abbildung 10: Entwicklung des Nitratgehalts (jährliche Mittelwerte) in den Pumpwerken Neuendorf, Zelgli und Gheid (Mittelwert aller vier Grundwasserfassungen) (©Amt für Umwelt, Solothurn).....	27
Abbildung 11: Berechneter Critical Load für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten unter Berücksichtigung seitlicher Zuströme und Versickerung im Siedlungsgebiet <sup>16</sup> .....	28
Abbildung 12: Grundwasserkörper in der Klettgau-Rinne. Das Pumpwerk «Chrummenlanden» ist gelb markiert.....	30
Abbildung 13: Fliesswege im Profil des Untergrunds beim Zuströmbereich der Grundwasserfassung Chrummenlanden.....	30
Abbildung 14: Projektgebiet Nitratprojekt Klettgau; blaue Umrandung: Zuströmbereich des Pumpwerks Chrummenlanden mit Unterteilung in die Projektgebiete Ia, Ib und II. Die Flächenfarben geben das Nitrat auswaschungsrisiko wieder. Rot: hoch, hellrot: mittel, gelb: tief, weiss: keine Information.....	31
Abbildung 15: Verteilungsschema der wichtigsten Bodentypen im Klettgau (nach Hufschmid et al. 1987).....	32
Abbildung 16: Klimadiagramm Hallau (Langzeitmittelwerte 1991-2020) .....	32
Abbildung 17: Entwicklung der Nitratwerte in den Pumpwerken der Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen (1972-2007) .....	37
Abbildung 18: (Fortsetzung) Entwicklung der Nitratwerte (2001 – 2021) (Werte vom Interkantonalen Labor Schaffhausen) .....	37
Abbildung 19: Einzugsgebiet, Nitratperimeter sowie Zuströmbereich des Nitratprojekts Wohlenschwil.....	39

Abbildung 20: Klimadiagramm Buchs/Aarau (Langzeitmittelwerte 1991-2020) .....	39
Abbildung 21: Flächennutzung im Nitratprojekt Wohlenschwil (pers. Kommunikation C. Ziltener).....	40
Abbildung 22: Nitratganglinie in der Fassung Frohberg (1987 – 2022) .....	47
<i>Abbildung 23: Übersicht wasserschutzrelevante Massnahmen auf verschiedenen politischen Ebenen zum Schutz des Grundwassers in Wasserschutzgebieten vor Nitrat am Beispiel Baden-Württembergs.</i> .....	49
Abbildung 24: Nitratkonzentration in Baden-Württemberg zwischen 2001-2017 .....	58
Abbildung 25: Geologischer Schnitt Werbach-Grünsfeld, Baden-Württemberg (verändert LRGB, 2004).....	60
Abbildung 26: Bodenart und Gründigkeit im Wasserschutzgebiet des Zweckverbands Grünbachgruppe in Baden-Württemberg (LGRB, 2005).....	61
Abbildung 27: Durchschnittliche Temperatur und Niederschlag (Zeitraum 2017-2022) in Bad Mergentheim ( <a href="https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Bad_Mergentheim/Klima/">https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Bad_Mergentheim/Klima/</a> aufgerufen am 20.07.2022).....	62
Abbildung 28: Hauptkulturen im WSG Grünbachgruppe (2020), Daten der Gemeinde Grossrinderfeld. Quelle: <a href="https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Bodennutzung/05025037.tab?R=GS128045">https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Bodennutzung/05025037.tab?R=GS128045</a> (aufgerufen am 20.07.2022).....	63
Abbildung 29: Wasserschutzgebiet Lange Schneise Nord mit Klasse C-Gebiet mit Grundwasserhöhengleichen .....	70
Abbildung 30: Nitratganglinien seit 2010 in den Brunnen des Klasse C-Gebiet LSN .....	71
Abbildung 31: Bodenkarte des Gebiets Lange Schneise (LSN) .....	72
Abbildung 32: Klimadiagramm von Schaafheim Schlierbach in der Nähe des WSG Lange Schneise Nord. Quelle: Deutscher Wetterdienst.....	73
Abbildung 33: Anteile der Hauptkulturen im Bereich der langen Schneise Nord.....	74
Abbildung 34: Ausgleichszahlungen im Gebiet LSN bis 2019 MW= Mittelwert aller Nmin Proben im Gebiet im Untersuchungsjahr .....	83
Abbildung 35: Vergleich der Herbst-Nmin Werte ab 2011 innerhalb und ausserhalb des Wasserschutzgebietes .....	83
Abbildung 36: Vereinfachte Darstellung des Naturraums und des Critical Loads im Gebiet «Lange Schneise» (Hessen) .....	84

# Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten und die Vergleichsgebiete .....	10
Tabelle 2: Grundwasserförderung in den drei Pumpwerken mit erhöhten Nitratwerten	17
Tabelle 3: Anteile der Flächennutzung Nitratprojektgebiet Niederbipp-Gäu-Olten 2020 .....	21
Tabelle 4: Landwirtschaftliche Kulturen im Projektgebiet (Bewirtschaftung 2020) .....	21
Tabelle 5: Massnahmen im Rahmen des «Nitratindex» im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten .....	23
Tabelle 6: Ermittlung der Basispunktzahl für Ackerkulturen im Nitratindex nach Vetsch (2000) .....	24
Tabelle 7: Ermittlung der Basispunktzahl für Grasland im Nitratindex nach Vetsch (2000) .....	24
Tabelle 8: Zusätzliche Massnahmen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (NGO) für den Ackerbau (seit 2021) .....	25
Tabelle 9: Zusätzliche Massnahmen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (NGO) für den Gemüsebau (seit 2021) .....	25
Tabelle 10: Projektgebietsfläche Nitratprojekt Klettgau (Schätzwerte basierend auf pers. Kommunikation C. Bachmann, Projektleiter Nitratprojekt, Kt. Schaffhausen) .....	33
Tabelle 11: Bedingungen und Massnahmen im Programm "Nplus" des Nitratprojekts Klettgau .....	34
Tabelle 12: Einzelmassnahmen (zusätzlich zu NPlus) .....	35
Tabelle 13: Sanktionsschema im Nitratprojekt Klettgau .....	36
Tabelle 14: Projektgebietsfläche Nitratprojekt Wohlenschwil .....	40
Tabelle 15: Bedingungen und Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil gemäss Nitratreglement (verpflichtend) (wo nicht weiter spezifiziert, gelten die Massnahmen sowohl im Zu als auch im Nitratperimeter) .....	41
Tabelle 16: Freiwillige Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil gemäss Trinkwasservertrag (TWV, Massnahme 1), Stilllegungsvertrag (Massnahme 2) und verlängerte Nutzungsdauer von Kunstwiesen (Massnahme 3) .....	44
Tabelle 17: Massnahmen zum Schutz des Grundwassers nach deutscher DüV .....	49
Tabelle 18: Einteilung der WSG nach Nitratbelastung nach SchALVO .....	52
Tabelle 19: Massnahmen nach SchALVO in Problem- und Sanierungsgebieten .....	53
Tabelle 20: Ordnungswidrigkeiten nach SchALVO bzw. Bussgelder nach Bussgeldkatalog Umwelt (BW) .....	57
Tabelle 21: Flächenanteile WSG Grünbachgruppe: Quelle <a href="https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/">https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/</a> .....	62
Tabelle 22: Massnahmen des Sanierungsplans im WSG Grünbachgruppe (Stand 2005, gültig bis 2016) .....	63

Tabelle 23: Gesamtes Einzugsgebiet Lange Schneise .....	73
Tabelle 24: Teileinzugsgebiet Lange Schneise Nord (LSN) .....	74
Tabelle 25: Massnahmen in den WSG Zonen III A und III B.....	75
Tabelle 26: Massnahmen in den Klasse-C-Gebieten mit mittlerer bis sehr hoher Nitrataustragsgefahr. Dort wo nicht gekennzeichnet gelten die Massnahmen für alle drei Nitrataustragsgefährdungsstufen .....	75
Tabelle 27: Massnahmen aus der Kooperationsvereinbarung im Gebiet Lange Schneise Nord.....	79
Tabelle 28: Ausgleichszahlungen aufgrund des 5-jährigen Herbst-Nmin im Gebiet LSN .....	85
Tabelle 29: Argumente für Landwirtschaft und Wasserversorger zum vorgelegten Konzept .....	86

## Hintergrund

Für die Entwicklung eines neuen Massnahmenpakets im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (NGO) sollen Vergleiche mit anderen Gebieten mit Nitratproblematik gezogen werden. Der Vergleich dient einer besseren Einordnung der Möglichkeiten und der Umsetzbarkeit bestimmter Massnahmen und wird anhand von Fallstudien aus anderen Gebieten im Spannungsfeld Landwirtschaft – Wasserwirtschaft, die bereits Massnahmenpakete umsetzen, dargestellt.

Dafür wurde in einem ersten Schritt die Ist-Situation in der Region des Nitratprojektes NGO mit Hilfe von Kennzahlen zur landwirtschaftlichen Nutzung, Naturraum und Hydrogeologie beschrieben und visualisiert («Gebietsübersicht»). Als Quellen wurden Berichte aus dem Nitratprojekt und Daten zur lokalen Landwirtschaft und Wasserqualität zusammengestellt.

Im zweiten Schritt wurden vier Fallstudien ausgewählt. In diesen Fallstudien werden die jeweiligen Rahmenbedingungen, die genutzten Instrumente zur Reduktion, aber auch des Vollzugs und der Kontrolle beschrieben und wo möglich mit einer Erfolgskontrolle präsentiert. Es wurde darauf Wert gelegt, Fallstudien sowohl aus der Schweiz als auch aus dem nahen Ausland auszuwählen. Die Auswahl der Fallstudien erfolgte nach Übertragbarkeit, Datenverfügbarkeit und Relevanz in Bezug auf die angewendeten Massnahmen zur Nitratreduktion.

Die betrachteten Fallstudien sind

*Nitratprojekt Klettgau (Kanton Schaffhausen)*

*Nitratprojekt Wohlenschwil (Kanton Aargau)*

*Wasserschutzgebiet Grünbachgruppe (Baden-Württemberg, D)*

*Wasserschutzgebiet Lange Schneise Nord (Hessen, D)*

Die Auswahl ist nicht erschöpfend, bildet aber eine grosse Bandbreite an Möglichkeiten zur Verbesserung der Nitratproblematik ab.

Zur besseren Einordnung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen werden die in der Schweiz und in Deutschland ergriffenen Regelungen, die zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat beitragen, den jeweiligen Gebieten vorangestellt (Absatz I und Absatz II).

# Übersicht

Tabelle 1: Übersicht über das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten und die Vergleichsgebiete

	<b>Niederbipp-Gäu-Olten (Solothurn &amp; Bern)</b>	<b>Klettgau (Schaffhausen)<sup>1</sup></b>	<b>Wohlenschwil (Aargau)</b>	<b>SchALVO-Gebiet WSG Grünbachgruppe (Baden-Württemberg)</b>	<b>Lange Schneise Nord (Hessen)</b>
Politischer Rahmen	Nitratprojekt nach Art. 62a GSchG	Nitratprojekt nach Art. 62a GSchG	Nitratprojekt nach Art. 62a GSchG	Deutsche Rahmenverordnungen, SchALVO <sup>2</sup>	Deutsche Rahmenverordnungen, hessische Wasserschutzgebietsverordnung
Massnahmen seit	2000	2001	2002	1988	1995
Fläche [ha]	2`005	~ 430	107	6`431	4`500
Davon Wald [ha]	~0	~ 50	39	1`126	2`880
Davon Infrastruktur [ha]	610	~ 10	5	296	540
Davon Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) [ha]	1`384	367	62	5`009	1`103
Davon Ackerbau [ha]	955	220	11	5`009	827
Davon Dauergrasland [ha]	359	60 <sup>3</sup>	52	~0	276
Davon Spezialkulturen <sup>4</sup> [ha]	70 (5 % von LN)	0 (verboten)	0	0	0 (seit ca. 2015)
Nutztierdichte [GVE ha <sup>-1</sup> LN]	1.1	~ 1.0-1.3	?	0.41	0
Grundwasserneubildungsrate [mm]	400	350	510	110	150
Bodeneigenschaften	Überwiegend schwere Böden mit hohen Tongehalten;	Teils schwere, tonhaltig Böden; teils leichtere Böden	mittelschwer, mehrheitlich sandiger Lehm, nicht drainiert	Überwiegend flächgründige Böden (Rendzinen (aus Muschelkalk) und	Überwiegend sandige oder lehmig-sandige Braunerden aus Flugsand oder

<sup>1</sup> Angaben zur Flächenverteilung und zur Nutztierdichte basierend auf Schätzung von C. Bachmann, mdl. 2022 (Projektleiter Nitratprojekt Kt. Schaffhausen).

<sup>2</sup> Schutz- und Ausgleichsverordnung

<sup>3</sup> Bezieht sich nur auf extensive Wiesen. Zusätzlich 96 ha andere Wiesen (Weiden, Naturwiesen, Kunstwiesen und Hecken).

<sup>4</sup> Spezialkulturen umfassen Freilandgemüsebau, Obstbau und Reben.

	Humusgehalt oft >3.5%; kleinräumige Heterogenität	mit Kalksteinen Gley		Pararendzinen), sowie Parabraunerden (aus Löss). Humusgehalt im Oberboden oft >3.5%	Beckensediment, untergeordnet lehmig-sandige Parabraunerden, alle mit geringer nutzbarer Feldkapazität
Erfolg?	Qualitätsziel von 25 mg L <sup>-1</sup> noch nicht erreicht Grenzwert für Trinkwasser von 40 mg L <sup>-1</sup> erreicht.	Qualitätsziel von 25 mg L <sup>-1</sup> erreicht	Qualitätsziel von 25 mg L <sup>-1</sup> erreicht	Qualitätsnorm von 50 mg L <sup>-1</sup> nach EU-Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) und Trinkwasserverordnung erreicht. Guter Zustand von 25 mg L <sup>-1</sup> noch nicht erreicht	Qualitätsnorm von 50 mg L <sup>-1</sup> nach EU-Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) und Trinkwasserverordnung nicht erreicht.

# I. Übersicht über Regelungen in der Schweiz, die zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat beitragen

Der Schutz der Umwelt vor schädlichen Einträgen aus der Landwirtschaft ist in der Schweiz über mehrere Bundesgesetze geregelt (Abbildung 1). Die Vollzugshilfe «Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft»<sup>5</sup> gibt einen Überblick über relevante Gesetze und Verordnungen zum Umgang mit Düngern und dem Schutz der Umwelt vor Nährstoffen aus der Landwirtschaft.

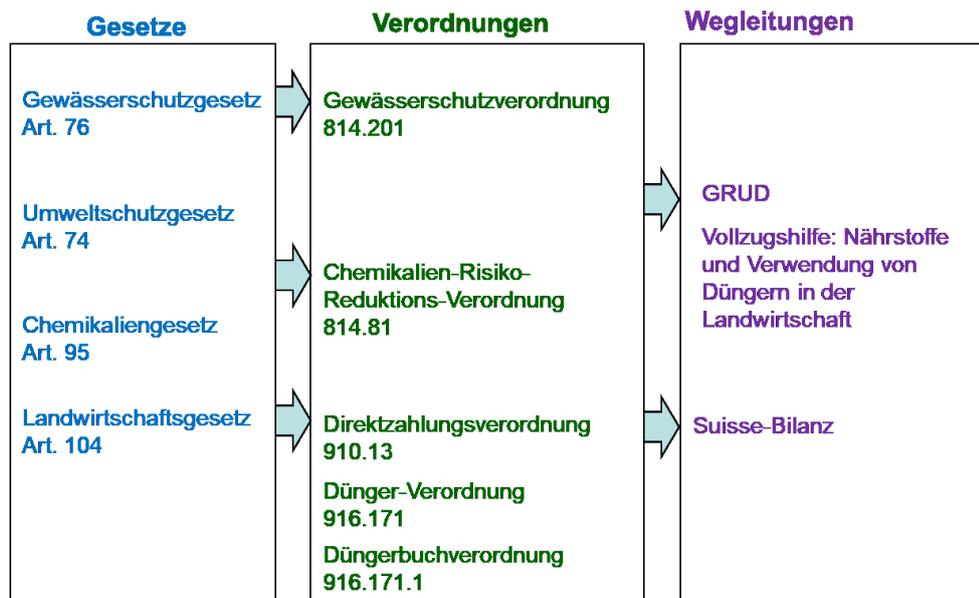


Abbildung 1: Einordnung der gesetzlichen Rahmenbedingungen zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat in der Schweiz (Zusammenstellung nach J. Mayer & C. Epper, 2022)

Das **Gewässerschutzgesetz (GSchG)** und die **Gewässerschutzverordnung (GSchV)** legen u.a. fest:

- Betriebe mit Nutztierhaltung müssen eine ausgeglichene Düngerbilanz anstreben.
- Hofdünger muss umweltverträglich und entsprechend dem Stand der Technik landwirtschaftlich oder gartenbaulich verwertet werden.
- Auf 1 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) darf der Dünger von höchstens drei Düngegrossvieheinheiten (1 DGVE entspricht 105 kg N und 15 kg P) ausgebracht werden. Dieser Höchstwert gilt im Schnitt über die gesamte düngbare Fläche eines Betriebs, darf jedoch nur ausgenützt werden, wenn gleichzeitig eine ausgeglichene Nährstoffbilanz nachgewiesen werden kann<sup>6</sup>. Die kantonale Behörde kann die zulässigen DGVE pro Hektar herabsetzen, soweit Bodenbelastbarkeit, Höhenlage und topographische Verhältnisse dies erfordern.

Die **Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung (ChemRRV)** schreibt vor, dass die Düngeempfehlungen bei der Anwendung von Düngern (auch Hofdünger) zu

<sup>5</sup> BAFU und BLW 2012: Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Umwelt-Vollzug Nr. 1225: 62 S. Teilrevidierter Ausgabe 2021. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/naehrstoffe-verwendung-duengern-landwirtschaft.html>

<sup>6</sup> Uebersax, A., Jenni, S., Koch, B., Richner, W., Huguenin-Elie, O. Fachliche Überprüfung der im Gewässerschutzgesetz festgelegten Limitierung der Düngerausbringung pro Hektare Nutzfläche.; 2017. [https://www.agrofutura.ch/files/Downloads/2017\\_Bericht\\_Limite\\_3DGVE-ha\\_Final.pdf](https://www.agrofutura.ch/files/Downloads/2017_Bericht_Limite_3DGVE-ha_Final.pdf)

berücksichtigen sind. Dazu gehört auch, die im Boden vorhandenen Nährstoffe, den Nährstoffbedarf der Pflanzen, den Standort sowie die Witterung zu berücksichtigen. Die aktuellen Düngeempfehlungen sind in den **Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD)**<sup>7</sup> zu finden. Eine Düngeplanung oder Dokumentation ist heute jedoch nicht Bestandteil des landwirtschaftlichen Vollzugs, wird also nicht überprüft.

In der Vollzugshilfe Nährstoffe und Verwendung von Düngern<sup>5</sup> wird die Berücksichtigung der Nährstoffvorräte im Boden wie folgt für den Vollzug definiert:

**Phosphor:** In einem im Hinblick auf die Phosphorproblematik bezeichneten Zuströmbereich für Oberflächengewässer Zo darf auf mit Phosphor übertroffenen Böden (Bodenversorgungsklassen D oder E) die nach den Düngeempfehlungen für normal versorgte Böden zulässige P-Düngung nicht ausgeschöpft werden. Dies ist auch bei der gesamtbetrieblichen P-Bilanz zu berücksichtigen. Die Kantone bestimmen die konkreten Vorgaben, die zur Sanierung des betroffenen Oberflächengewässers erforderlich sind.

**Stickstoff:** Die Limitierung der Stickstoffdüngung auf Stufe Betrieb durch die Bindung des maximal zulässigen Stickstoffinputs an den Bedarf der Kulturen mittels einer gesamtbetrieblichen Stickstoffbilanz ist meist der pragmatischste Weg, den Stickstoffeinsatz ökologisch zu optimieren. In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass damit die Anforderung der ChemRRV, die Bodenvorräte zu berücksichtigen, eingehalten wird. Die Vollzugsbehörde kann zur Bemessung der Stickstoffdüngung die explizite Berücksichtigung des mineralischen Stickstoffs im Boden (z.B. mittels Schätzmethode oder Nmin-Analysen) anordnen, wenn dies in Zuströmbereichen nach Artikel 29 Absatz 1 Buchstabe c und d GSchV zur Verhinderung oder Beseitigung von Beeinträchtigungen von Gewässern durch Abschwemmung oder Auswaschung von Stickstoff notwendig ist.

In der **Direktzahlungsverordnung (DZV)** ist der **Ökologische Leistungsnachweis (ÖLN)** als Minimalstandard für die umweltgerechte Landbewirtschaftung und als Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen geregelt. Der ÖLN umfasst:

- eine ausgeglichene Düngebilanz;
- eine geregelte Fruchtfolge;
- einen geeigneten Bodenschutz.

Zum Nachweis einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz auf Betriebsebene müssen Landwirt:innen die **Suisse-Bilanz** gemäss Methodik in der Wegleitung Suisse-Bilanz nachweisen. Die Suisse-Bilanz vergleicht den durchschnittlichen N-Bedarf der Kulturen und den N-Anfall aus Hofdüngern. Dabei bleiben ca. 50 % des tatsächlich vorhandenen N unberücksichtigt<sup>8</sup>, da nur ein Teil des Nges-Anfalls aus Hofdüngern als pflanzenverfügbar angerechnet wird.

Zusätzlich zu den rechtlich bindenden Vorgaben werden Projekte zum Gewässerschutz gefördert:

- 1998 wurde mit **Artikel 62a des GSchG** die Grundlage geschaffen für Abgeltungen an Massnahmen der Landwirtschaft, wenn diese nötig sind, um die

---

<sup>7</sup> Agroscope 2017. Grundlagen der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz [www.grud.ch](http://www.grud.ch)

<sup>8</sup> Bosshard, C., Spiess, E., Richner, W., 2012. Überprüfung der Methode Suisse-Bilanz: Schlussbericht. [https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Services/Publicationen/Berichte/Schlussbericht%20zur%200%C3%9Cberpr%C3%BCfung%20der%20Methode%20Suisse-Bilanz.pdf.download.pdf/d\\_Schlussbericht%20zur%200%C3%9Cberpr%C3%BCfung%20der%20Methode%20Suisse-Bilanz.pdf](https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Services/Publicationen/Berichte/Schlussbericht%20zur%200%C3%9Cberpr%C3%BCfung%20der%20Methode%20Suisse-Bilanz.pdf.download.pdf/d_Schlussbericht%20zur%200%C3%9Cberpr%C3%BCfung%20der%20Methode%20Suisse-Bilanz.pdf)

Anforderungen an die Gewässer bezüglich Nitrat, Phosphor und Pflanzenschutzmittel zu erfüllen. Landwirt:innen, die die erforderlichen und über den ÖLN hinausgehende und wirtschaftlich nicht tragbare Massnahmen zur Verhinderung der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen umsetzen, sollen kostendeckende Abgeltungen erhalten. Die Finanzierung erfolgt grösstenteils aus staatlichen Mitteln, davon bis zu 80 % durch den Bund. Aktuell laufen 27 Projekte (24 Nitratprojekte, 1 Projekt zur Reduktion der Phosphorbelastung von Seen, 2 Pflanzenschutzmittelprojekte).<sup>9</sup> Die Massnahmen müssen auf die Erreichung der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anh. 2 GSchV ausgelegt werden. Die Massnahmen werden solange abgegolten, dass sie erforderlich und wirtschaftlich nicht tragbar sind.

- **Ressourcenprogramme** (Art. 77a, b LwG): Innovationsprogramm der Landwirtschaft, in welchem Projekte mit technischen, organisatorischen und strukturellen Neuerungen, die nachweislich wirksam, aber noch nicht erprobt sind, unterstützt werden. Bsp.: Stickstoffeffizienz steigern und Stickstoffverlustrisiko steigern (Kt. Zürich). Die Massnahmen werden max. 6 Jahre lang finanziert und sind nicht zwingend an die Erreichung von Wasserqualitätszielen gebunden.
- **Ressourceneffizienzbeiträge (REB)** (Art. 76 LwG) dienen der zeitlich befristeten Förderung der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft sowie zur Verbesserung der Effizienz beim Einsatz von Produktionsmitteln (aktuell neun Massnahmen, beispielsweise zu schonender Bodenbearbeitung, Emissionsmindernde Ausbringungsverfahren, Stickstoffreduzierte Phasenfütterung bei Schweinen)
- **Produktionssystembeiträge (PSB)** (DZV) dienen der Förderung besonders naturnaher, umwelt- und tierfreundlicher Produktionsformen (Bsp.: Biobeitrag und Extensobeiträge für die extensive Produktion von Getreide, Sonnenblumen, Eiweisserbsen, Ackerbohnen, Lupinen und Raps).

In der **parlamentarischen Initiative 19.475 (Pa.Iv.)**<sup>10</sup> fordert das Parlament, dass die Stickstoff- und die Phosphorverluste der Landwirtschaft bis 2030 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2014 - 2016 angemessen reduziert werden. Der Bundesrat legt die Reduktionsziele und die Methode zur Berechnung der Erreichung der Reduktionsziele fest (Art. 6a LwG). Zur Umsetzung der Pa.Iv. hat der Schweizer Bundesrat in einem ersten Verordnungspaket Reduktionsziele für Stickstoff- und Phosphorverluste und neue Massnahmen für sauberes Trinkwasser und eine nachhaltigere Landwirtschaft beschlossen. Im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2014 - 2016 werden bis zum Jahr 2030 die Verluste wie folgt reduziert: a. Stickstoff um mindestens 20 %; b. Phosphor um mindestens 20 %. Die Massnahmen treten gestaffelt in Kraft (Abbildung 2). Einige darin enthalten Massnahmen könnten einen Einfluss auf die Nitrat, bzw. P-verluste ins Grundwasser bzw. Seen<sup>11</sup> haben, sind aber weder auf die Lösung der Nitratproblematik noch P-Problematik in Zuströmebereichen ausgelegt worden.:

- Aufhebung des bis anhin geltenden Fehlerbereichs von 10 % bei N und P in der Suisse-Bilanz (ÖLN, verpflichtend)
- N-effizienter Ackerbau (PSB, freiwillig): Beiträge, wenn gesamtbetrieblich die Zufuhr an N 90 % des durchschnittlichen Bedarfs der Kulturen nicht übersteigt

<sup>9</sup> Agrarbericht 2021. Gewässerschutzbeiträge. <https://www.agrarbericht.ch/de/politik/regionale-und-branchenspezifische-programme/gewaesserschutz-beitraege> (aufgerufen am 29.08.2022)

<sup>10</sup> Die Pa.Iv. 19.475 ist der inoffizielle Gegenvorschlag zur *Trinkwasserinitiative* und *Schweiz ohne synthetische Pestizide*.

<sup>11</sup> BLW. 2022. Präsentation Verordnungspaket zur Umsetzung der Pa.Iv. 19.475 [https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Politik/Agrarpolitik/Parlamentarische\\_Initiative\\_Pestizi\\_de\\_reduzieren/presentation\\_paiv\\_19475.pdf.download.pdf/StandardPPT\\_OELN\\_PSB\\_PaIv19.475\\_DE.pdf](https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Politik/Agrarpolitik/Parlamentarische_Initiative_Pestizi_de_reduzieren/presentation_paiv_19475.pdf.download.pdf/StandardPPT_OELN_PSB_PaIv19.475_DE.pdf) (aufgerufen am 29.08.2022)

- Angemessene Bedeckung des Bodens und schonende Bodenbearbeitung (PSB, freiwillig)

Einzelne Elemente des Verordnungspakets sind aktuell noch in Diskussion im Parlament (Stand 25.10.2022).

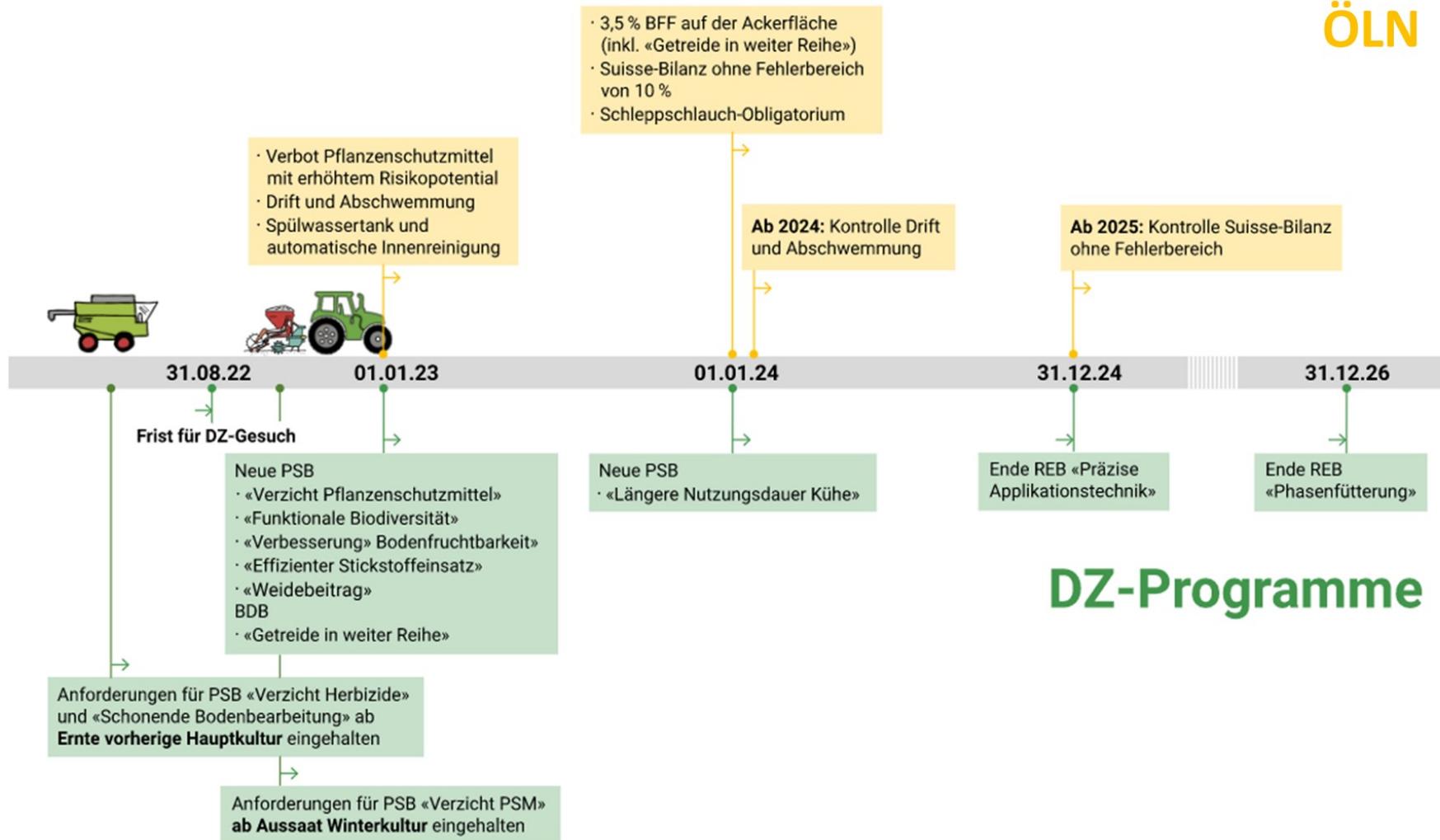


Abbildung 2: Übersicht über Neuerungen im ÖLN und den Direktzahlungsprogrammen im Rahmen des Verordnungspakets zur Pa.Iv. ([https://agripedia.ch/focus-ap-pa/wp-content/uploads/sites/22/2022/07/Zeitstrahl-OeLN-DZ-Pa.Iv\\_-3.svg](https://agripedia.ch/focus-ap-pa/wp-content/uploads/sites/22/2022/07/Zeitstrahl-OeLN-DZ-Pa.Iv_-3.svg), aufgerufen am 29.08.2022)

# 1. Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten

## 1.1. Gebietsübersicht und Kontext

Das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten wird nach den Vorgaben von Art. 62a Gewässerschutzgesetz (GSchG) umgesetzt. Es ist aktuell das flächenmässig grösste Nitratprojekt der Schweiz.

### Zeitraumen

- 1995: Gründung der Nitratkommission Gäu-Olten aus Vertretern der kantonalen Amtsstellen (Amt für Umwelt und Landwirtschaft), der Wasserversorgungen und der Bauernschaft
- 2000: Projektstart (anfangs zwei Teilprojekte: Projektgebiet 1 Neufeld/Neuendorf von 2000 bis Ende 2005, Verlängerung bis 2008; Projektgebiet 2 Gheid und Kappel von 2003-2008)
- 2008: Zusammenlegen der zwei Teilprojekte
- 2021 – 2026: aktuell 4. Förderphase des Nitratprojekts; Erweiterung des Projektgebiets um den Zuströmbereich in der Gemeinde Niederbipp (Kanton Bern)

## **Hydrogeologie und Bedeutung des Grundwasserleiters für die Trinkwasserversorgung**

Der Dünnern-Grundwasserleiter gehört zu den drei grossen Schottergrundwasservorkommen von regionaler Bedeutung im Kanton Solothurn. Er hat eine Ausdehnung von 33 km<sup>2</sup> (Abbildung 3). Der Grundwasserspiegel liegt auf 30 m unter Geländeoberkante (GOK) im zentralen und westlichen Teil des Aquifers während im östlichen Teil die gesättigte Zone bereits bei 6 bis 10 m Tiefe beginnt. Knapp 30 % des Wasserbedarfs der öffentlichen Wasserversorgungen des Kantons stammt aus dem Dünnern-Grundwasservorkommen. Es kann für die Wasserversorgung daher nicht aufgegeben werden.

*Tabelle 2: Grundwasserförderung in den drei Pumpwerken mit erhöhten Nitratwerten*

<b>Pumpwerk</b>	<b>Konzession [l min<sup>-1</sup>]</b>	<b>Grundwasserförderung [m<sup>3</sup> Jahr<sup>-1</sup>]</b>
Neufeld	6`000	790`373
Zelgli	4`000	129`104
Gheid	18`000	2`612`637
Moos*	6`250	6`310

\*Das Pumpwerk Moos hat eine gute Wasserqualität und war für die Bemessung des Nitratprojektgebiets nicht entscheidend.

Das Projektgebiet des Nitratprojekts entspricht dem in den 1990er Jahren hydrogeologisch festgelegten Zuströmbereich der Grundwasserfassungen Neufeld, Zelgli und Gheid. Es handelt sich um einen Zuströmbereich (Z<sub>U</sub>) im Sinn von Anhang 4 Ziff. 113 GschV<sup>12</sup>. Der hydrologische definierte Z<sub>U</sub> wurde für den Vollzug an bestehende Grenzen und Strukturen erweitert (Parzellengrenzen, Strassen, etc.). Gegenüber dem ursprünglichen Modell des Geotechnischen Instituts legen neuere Untersuchungen von Hunkeler u.a. 2015<sup>13</sup> nahe, dass ein Zuströmen von nitratreichem Wasser aus der Region

<sup>12</sup> Der Zuströmbereich Z<sub>U</sub> umfasst das Gebiet, aus dem bei niedrigem Wasserstand etwa 90 % des Grundwassers, das bei einer Grundwasserfassung höchstens entnommen werden darf, stammt. Kann dieses Gebiet nur mit unverhältnismässigem Aufwand bestimmt werden, umfasst der Zuströmbereich das gesamte Einzugsgebiet der Grundwasserfassung. Massnahmen nach Art. 62a GSchG werden im Z<sub>U</sub> umgesetzt.

<sup>13</sup> Hunkeler, D. u.a. 2015. Nitratprojekt Gäu-Olten: Hydrochemische Erkundung des Grundwasserleiters und Bestimmung der Altersstruktur.

Niederbipp (Kanton Bern) wahrscheinlich ist. Das heutige Projektgebiet wurde deswegen 2021 um diesen Teil nach Westen erweitert.

Die Nitratkonzentrationen im Grundwasser sind nicht einheitlich verteilt (Abbildung 4). Die höchsten Konzentrationen werden im südwestlichen Teil des ZU gemessen. Durch die zunehmende Verdünnung durch Wasser aus der Klus von Balsthal, Karstwasser und Dünnerninfiltrat nehmen die Werte in Richtung Nordosten ab.

Laut den Untersuchungen zur Herkunft und Verweilzeit des Wassers von Hunkeler u.a. 2015 stammt im Mittel der Messstellen  $66 \pm 14 \%$  aus direkter Grundwasserneubildung; Infiltrat aus der Dünnern macht mit  $12 \pm 6 \%$  den zweitgrössten Teil aus. In den drei Pumpwerken Zelgli, Gheid und Neufeld stammen  $73 - 78 \%$  des geförderten Wassers aus direkter Grundwasserneubildung. Verdünnt wird das Wasser durch unterschiedliche Anteile an Randzuflüssen aus dem Jura und den Mittelgähügeln sowie durch Dünnerninfiltrat.

Das Wasser hat eine mittlere **Aufenthaltszeit** von der Oberfläche bis zum Pumpwerk von 8 – 25 Jahren (8 – 10 Jahre Pumpwerk Gheid, 20 – 25 Jahre Pumpwerke Neufeld und Zelgli). Die mittlere **Grundwasserneubildungsrate** liegt bei **400 mm**.

Nach heutigem Kenntnisstand weist das dem ZU zugrundeliegende Modell Ungenauigkeiten auf, die in den nächsten Jahren durch eine Neuberechnung angegangen werden sollen. Unsicherheiten bestehen vor allem bezüglich der südlichen und nördlichen Bereiche.

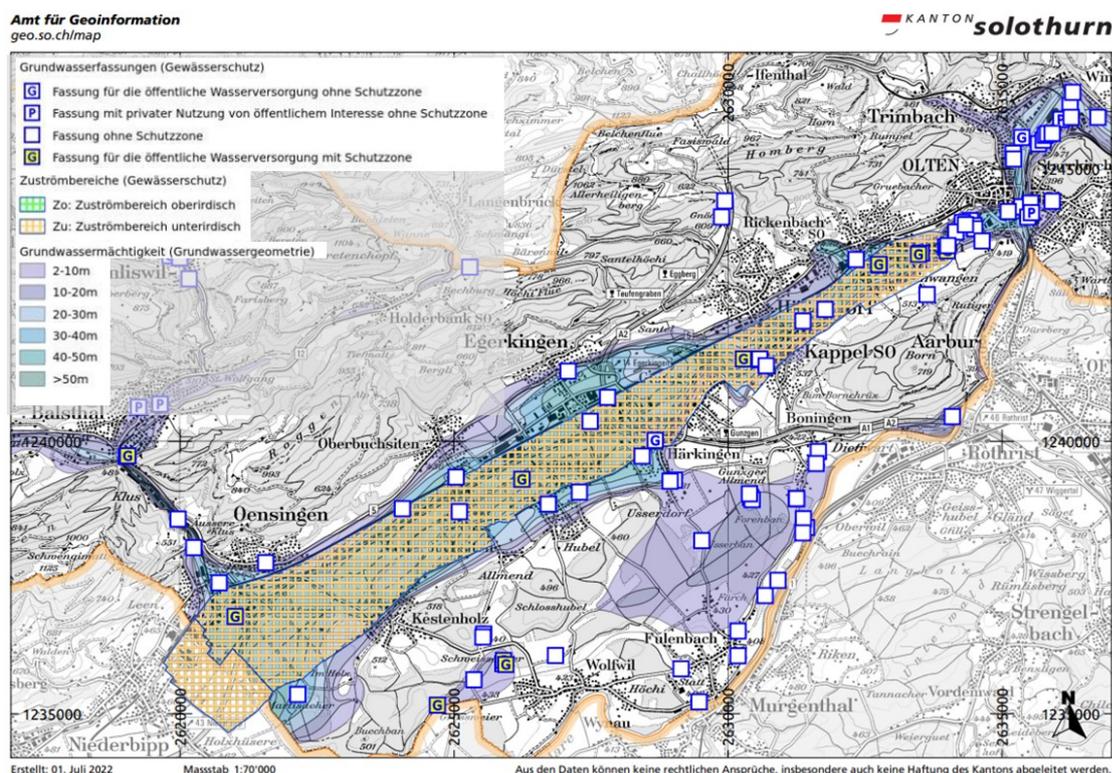


Abbildung 3: Grundwasserleiter und Zuströmbereich

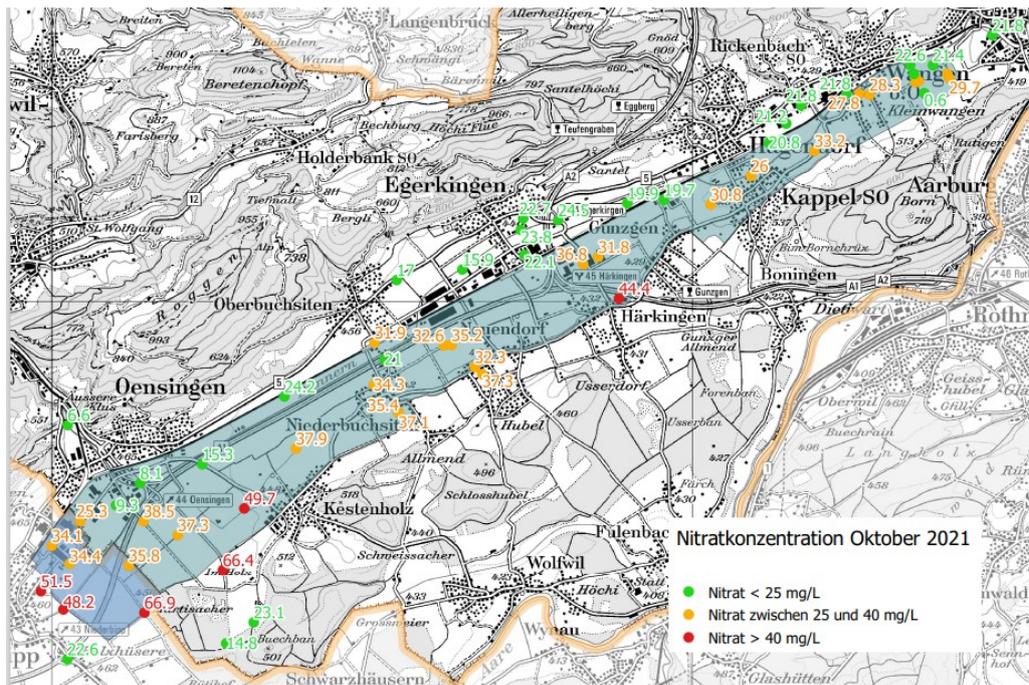


Abbildung 4: Aktuelle Nitratwerte im Grundwasser an den kantonalen Messstellen (Amt für Umwelt, Oktober 2021)

## Pedoklimatische Bedingungen

Das Zusammenspiel aus Bodeneigenschaften und Klimaverhältnissen entscheidet über Sickerwassermenge und die N-Mineralisierung und ist daher zentral für das Verständnis der Nitratauswaschung.

### Böden

Die Böden im Gäu sind gekennzeichnet vom Übergang zwischen Jura und Mittelland. Sie reichen von den neutralen Kalk-Böden am Jurasüdfuss über die alluvial geprägten Böden im Dünnergäu bis zu den Böden auf den glazialen Schottern des Mittel- und Aaregäu (Abbildung 5). In der Ebene zwischen Oensingen und Olten zeigt sich vor allem der alluviale Einfluss der Dünnern, welche bis zur Flusskorrektur (1933-1943) das gesamte Gebiet durch regelmässige Überschwemmungen prägte und einen Teil der kleinräumigen Bodenheterogenität erklärt. Es herrschen schwere Böden mit hohen Tongehalten (>30%) vor.

Die dominierenden Bodentypen des Gebiets sind Braunerden und Parabraunerden. Teilweise ist eine Beeinflussung durch Stauwasser zu verzeichnen (Braunerde-Pseudogley oder Pseudogley). Verglichen mit anderen Regionen im Kanton, fallen die hohen Gehalte an organischer Substanz auf. Der Humusgehalt liegt auch unter ackerbaulich genutzten Böden selten unter 3.5 %.

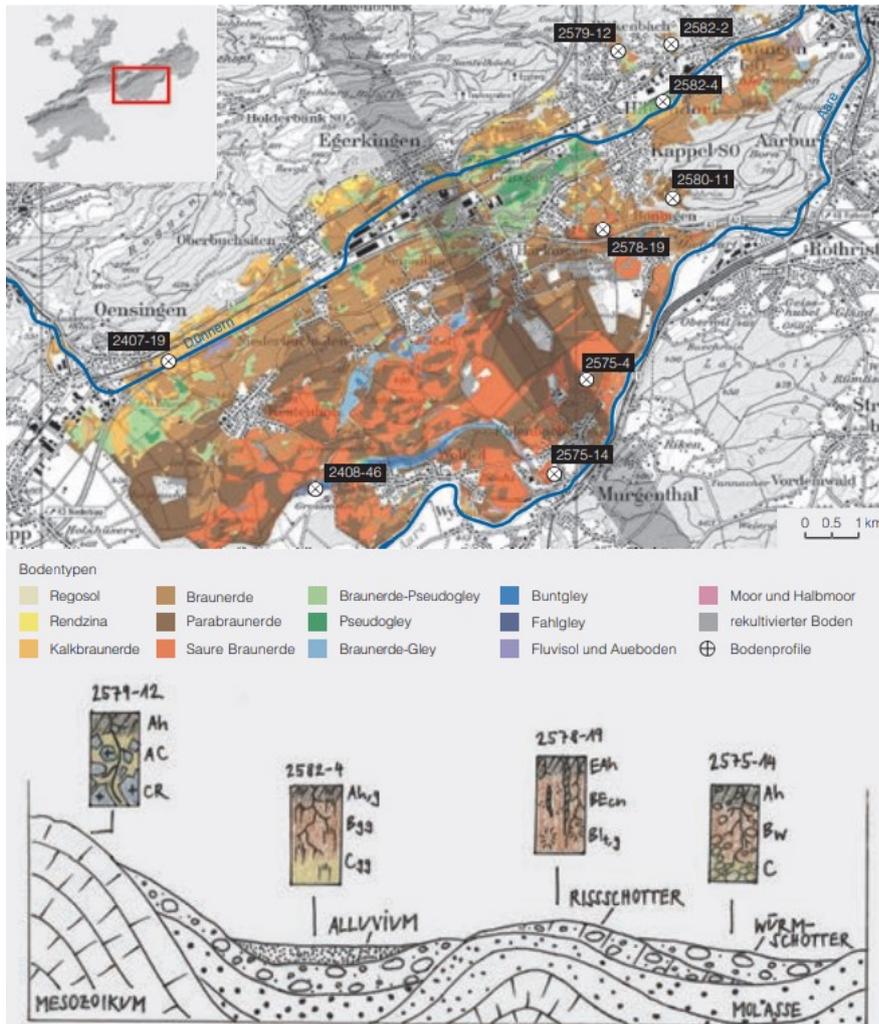


Abbildung 5: Böden im Gäu, Bodenverbreitung (Bodenkarte, oberer Teil) und geologisches Transekt als NW-SO-Schnitt mit Beispielprofilen (Catena, unterer Teil) entsprechend dem grauen Bereich in der Bodenkarte oben (aus Hauert u.a. 2017<sup>14</sup>).

### Klimatische Bedingungen

Die mittlere Jahrestemperatur (1991-2020) liegt an der Station Wynau (47.26 N / 7.79 E) bei 9.6°C, der mittlere Jahresniederschlag bei 1107 mm (Meteoschweiz).

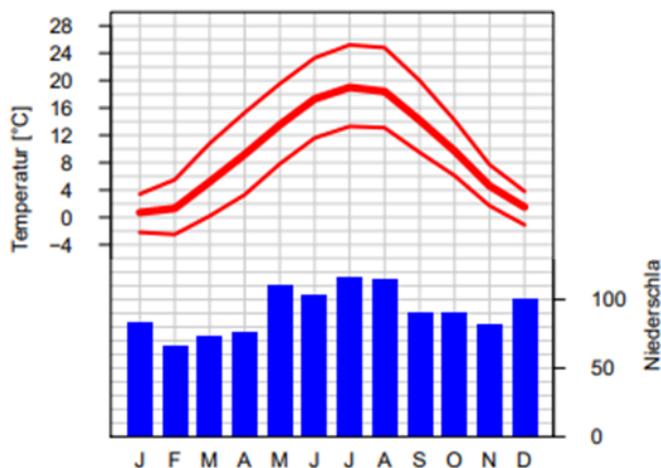


Abbildung 6: Klimadiagramm Wynau (Langzeitmittelwerte 1991-2020)

<sup>14</sup> Hauert, C., u.a. 2017. Böden im Kanton Solothurn. In Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Solothurn, Heft 43

## Flächennutzung

Das Gebiet im Projektgebiet wird zu einem grossen Anteil landwirtschaftlich genutzt. Fast 70 % der Gesamtfläche fällt unter die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN), auf 3.5 % der Fläche wird heute Freilandgemüse angebaut (Tabelle 3). Es gibt keine nennenswerten Waldanteile im Projektgebiet.

Die flächenmässig wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen sind Wintergetreide, Mais und Kunstwiese (Tabelle 4). Ein Viertel der LN ist unter Dauergrasland.

Tabelle 3: Anteile der Flächennutzung Nitratprojektgebiet Niederbipp-Gäu-Olten 2020

	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]	Anteil an der LN [%]
Gesamt	2'005	100.0	
Davon Industrie/Wohnzone/Verkehr	610	30.4	-
Davon Wald	~0	~0	
Davon Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	1'384	69.0	100.0
Davon Ackerfläche ohne Gemüse	955	47.6	69.0
Davon Dauergrasland	359	17.9	25.9
Davon Gemüse	70	3.5	5.1

Tabelle 4: Landwirtschaftliche Kulturen im Projektgebiet (Bewirtschaftung 2020)

Kultur	Fläche [ha]	Anteil der LN [%]
<b>Dauergrünflächen</b>	<b>353.8</b>	<b>25.4</b>
extensive Wiese (keine Stilllegung)	66.8	4.8
extensives Wiesland (mit Stilllegungsvertrag)	136.4	9.8
wenig intensives Wiesland	3.1	0.2
übrige Naturwiese	147.5	10.6
<b>Kunstwiese</b>	<b>261.2</b>	<b>18.7</b>
<b>Getreide</b>	<b>346.8</b>	<b>24.9</b>
Winterweizen	222.8	16.0
Wintergerste	75.7	5.4
Winterroggen	2.6	0.2
Wintertriticale	12.3	0.9
Winterhafer	4.7	0.3
Sommerweizen	8.7	0.6
Dinkel	9.8	0.7
Getreide siliert	10.1	0.7
<b>Hackfrüchte/Gemüse</b>	<b>402.2</b>	<b>28.8</b>
Raps	58.8	4.2
Mais	205.6	14.7
Kartoffeln	8.0	0.6
Zuckerrüben	22.3	1.6
Sonnenblumen	7.2	0.5
Soja	6.4	0.5
Eiweisserbse	4.1	0.3
Bohnen (Verarbeitung)	9.9	0.7
Erbsen (Verarbeitung)	9.9	0.7
Freilandgemüse	69.87	5.0

## Landwirtschaftsbetriebe und Betriebsstruktur

Insgesamt haben 128 Betriebe Parzellen im Projektgebiet des Nitratprojekt NGO. Dabei gilt zu beachten, dass die von den Betrieben bewirtschaftete Gesamtfläche deutlich über die Projektgebietsgrenzen hinausgeht. Der Flächenanteil pro Betrieb im Projektgebiet ist aus den uns vorliegenden Daten nicht ersichtlich.

Die durchschnittliche Betriebsgrösse liegt bei 30 ha (Abbildung 7), ca. 15 % der Betriebe sind Biobetriebe oder befinden sich in Umstellung auf den Biolandbau.

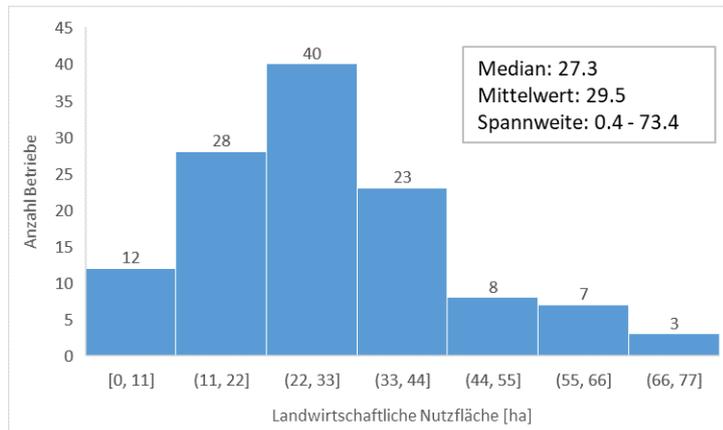


Abbildung 7: Landwirtschaftliche Nutzfläche der Betriebe mit Flächen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (n=121)

Die meisten Betriebe sind gemischte Betriebe mit Ackerbau und Nutztierhaltung. Sechs Betriebe sind Gemüsebaubetriebe. Knapp 10 % der Ackerbaubetriebe wirtschaften viehlos. Die mittlere Nutztierdichte liegt bei 1.1 GVE ha<sup>-1</sup> LN (Abbildung 8). Die meisten Betriebe halten vor allem Rindvieh; es gibt 4 Betriebe mit Schwerpunkt Schweinehaltung, 12 Betriebe mit Schwerpunkt Pferdehaltung und 2 Betriebe mit Schwerpunkt Geflügelhaltung (Schwerpunkt definiert als > 55 % der GVE pro Betrieb aus der entsprechenden Kategorie).

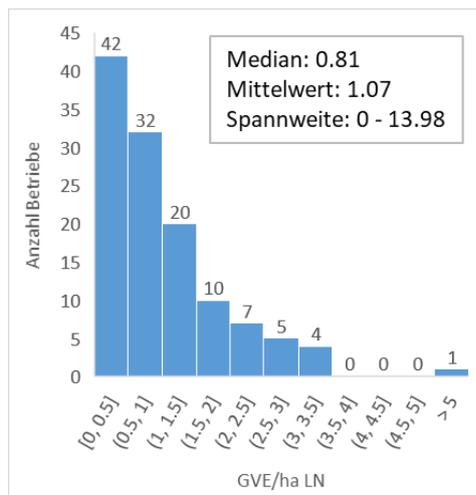


Abbildung 8: Nutztierdichte der Betriebe im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (n=121)

## 1.2. Massnahmen und Umsetzung

### Der Nitratindex

Im Nitratprojekt NGO werden seit dem Jahr 2000 Massnahmen im Rahmen des «Nitratindex» über den Abschluss freiwilliger Verträge zwischen den Landwirt:innen und dem Kanton umgesetzt. Der Nitratindex basiert auf einem Punktesystem das primär die Fruchtfolge (**Basispunktzahl**) und die Bodenbearbeitung (**Korrekturfaktoren**) berücksichtigt. Je kleiner der ermittelte Wert, desto geringer das angenommene Nitratauswaschungspotenzial. Aus den korrigierten Werten für jede Parzelle wird ein flächengewichtetes Mittel über den Betrieb ermittelt. Der ermittelte Wert entscheidet über die Höhe der Entschädigung (siehe Abschnitt «Sanktionierung / Belohnung»). Eine bedarfs- und zeitgerechte Düngung wird vorausgesetzt (definiert über die Einhaltung des ÖLN) und im Nitratindex nicht explizit berücksichtigt.

Die Hintergründe und Herleitung des Nitratindex wurden ausführlich im Schlussbericht NitroGäu<sup>15</sup> behandelt und werden deshalb hier nicht weiter erläutert.

Tabelle 5: Massnahmen im Rahmen des «Nitratindex» im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten

Massnahmen im Rahmen des «Nitratindex»	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Sperrfristen für Düngeausbringung	Keine N-Düngung zwischen dem 15. Okt und dem 15. Feb.	1.1.1	S
<b>Fruchtfolge</b>			
Berücksichtigung der Abfolge aus Vorkultur/Hauptkultur	Die Berechnung des Nitratindex geht von einer <b>Basispunktzahl</b> für jede Kombination von Vorkultur/Hauptkultur aus (Tabelle 6 und Tabelle 7).	2.4.5	S
<b>Bodenbearbeitung</b>			
Reduzierte Bodenbearbeitung	Die Basispunktzahl (siehe oben) wird basierend auf der <b>Bodenbearbeitung</b> um einen Korrekturfaktor korrigiert. ( <b>1.1</b> Pflug, <b>1.0</b> reduzierte Bodenbearbeitung, <b>0.9</b> Direktsaat)	3.1.1 3.1.2 3.1.3	S
Winterbedeckung	Die um die Bodenbearbeitung korrigierte Basispunktzahl (siehe oben) wird sequentiell weiter korrigiert um die <b>Winterbedeckung</b> (Faktor 0.8 bis 1.8) sowie um den <b>Saatzeitpunkt</b> der Winterkultur (Faktor 0.7 bis 1.4).	2.2.1 3.2.1	S

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

<sup>15</sup> Bünemann, E.K., u.a. 2022. N-Effizienz im Acker- und Gemüsebau für eine Reduktion des Nitratreintrages ins Grundwasser (Projekt NitroGäu) – Abschlussbericht Ackerbau

Tabelle 6: Ermittlung der Basispunktzahl für Ackerkulturen im Nitratindex nach Vetsch (2000)<sup>16</sup>

Stickstoffgehalt im Boden bei Ernte der Vorkultur [kg Nmin ha <sup>-1</sup> ]		+ Mineralisierung nach der Ernte abhängig von Verfahren		+ Stickstoffaufnahme der Hauptkultur [kg N ha <sup>-1</sup> ]	
Nmin-Gehalt	Punkte	Kultur, Verfahren	Punkte	N-Aufnahme bis Juli	Punkte
<40 Zuckerrüben	15	Mähdrusch Mais	0	<100 Körnerleguminosen, Tabak Virgin	+2
40-60 Raps, Tabak Virgin	20	Zwiebel, Sellerie, Zuckerrübe	10	100-120 Sommerhafer, Sonnenblumen	+1
60-80 Getreide, Mais, Körnerleguminosen, Sonnenblumen	25	Karotte	20	120-140 Sommergetreide, Winterhafer, Sommerraps, Mais	0
80-100 Tabak Burley	30	Kartoffel	25	140-160 Wintergetreide, Winterraps, Kartoffeln, Zuckerrüben, Tabak Burley	-1
100 Kartoffeln	35				

Tabelle 7: Ermittlung der Basispunktzahl für Grasland im Nitratindex nach Vetsch (2000)

Art des Graslandes	Nutzung	Basispunktzahl
Naturwiese	Extensiv	4
Naturwiese		7
Kunstwiese	> 3 Jahre Nutzung	9
Kunstwiese	< 3 Jahre Nutzung	12
Rotationsbrache		15
Naturwiese	Umbruch	60
Kunstwiese	Umbruch vor Winterkultur	55
Kunstwiese	Umbruch vor Sommerkultur	40

### Revision und Erweiterung der Massnahmen

Die Massnahmen bzw. der Nitratindex befinden sich aktuell in Revision und sollen ab 2024 durch ein neues Massnahmenpaket abgelöst werden.

Mit Beginn der vierten Projektperiode wurden bereits einige zusätzliche, freiwillige Massnahmen für den Ackerbau (Tabelle 8) sowie für den Gemüsebau (Tabelle 9) eingeführt. Die Massnahmen im Gemüsebau (inkl. Düngung nach Nmin) müssen auch eingehalten werden, wenn im Rahmen der Fruchtfolge auf der Fläche zwischenzeitlich kein Gemüse angebaut wird.

Mögliche Massnahmen sind über den Nitratindex hinaus seit 2021 in der Erprobung (Ackerbau: Tabelle 8, Gemüsebau: Tabelle 9). Hierzu wurden exemplarisch Verträge mit einigen Landwirten abgeschlossen.

<sup>16</sup> Vetsch, A., 2000. Nitratindex. Dokumentation zum "Einschätzungssystem der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung bezüglich der Gefährdung von Nitratauswaschung ins Grundwasser". p. 22

Tabelle 8: Zusätzliche Massnahmen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (NGO) für den Ackerbau (seit 2021)

Betriebsindividuelle Massnahmen Ackerbau Nitratprojekt NGO	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Düngung nach Nmin	Schlagspezifische Nmin-Messung vor Frühljahrsdüngung und Anpassung der Düngemenge (Soll-Wert minus Nmin-Messwert). Keine Entschädigung, aber Übernahme der Probennahme- und Analysekosten sowie Düngeberatung.	1.1.6	G
Korrigierte Normdüngung nach Schätzmethode	Korrigierte Normdüngung nach GRUD: Düngungsnorm wird aufgrund von Boden-, Klima- und Anbaubedingungen des Standorts korrigiert. Keine Entschädigung, aber kostenlose Beratung.	1.1.10	G
<b>Fruchtfolge</b>			
Förderung N-effizienter Kulturen	Förderung N-effizienter Kulturen: Sommerbraugerste, Speisehafer, Quinoa, Haselnuss; weitere Kulturen können geprüft werden; Entschädigung abhängig von Absatzmöglichkeiten.	2.3.1 2.3.2	G

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Tabelle 9: Zusätzliche Massnahmen im Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (NGO) für den Gemüsebau (seit 2021)

Betriebsindividuelle Massnahmen Gemüsebau Nitratprojekt NGO	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Düngung nach Nmin	Schlagspezifische Nmin-Messung vor Düngung und Anpassung der Düngemenge (Soll-Wert minus gemessener Nmin-Wert). Übernahme der Probennahme- und Analysekosten sowie Düngeberatung.	1.1.6	S
Keine N-Düngung im Winter	Keine stickstoffhaltige Düngung im Winter (15. Oktober bis 15. Februar).	1.1.1	S
Parzellenspezifische Dokumentation der Düngung	Führen eines Feldkalenders auf Parzellenebene mit genauen Angaben zur Düngung	1.1.5	S
<b>Fruchtfolge</b>			

Winterbegrünung	Zwischenfruchtanbau über den Winter	2.2.1	S
Keine Flächenausdehnung Feldgemüsebau	Die Summe der Flächen mit einjährigem Feldgemüse im Projektgebiet (Teil Solothurn) der Jahre 2021 bis 2026 darf pro Betrieb die Summe der Flächen mit einjährigem Feldgemüse im Projektgebiet (Teil Solothurn) der letzten 6 Jahre (2015 bis 2020) nicht überschreiten.	2.4.1	S
<b>Bodenbearbeitung</b>			
Keine Bodenbearbeitung im Winter	Keine Bodenbearbeitung im Zeitraum 15. November bis 15. Januar.	3.1.4	S

(a) Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»  
(b) V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

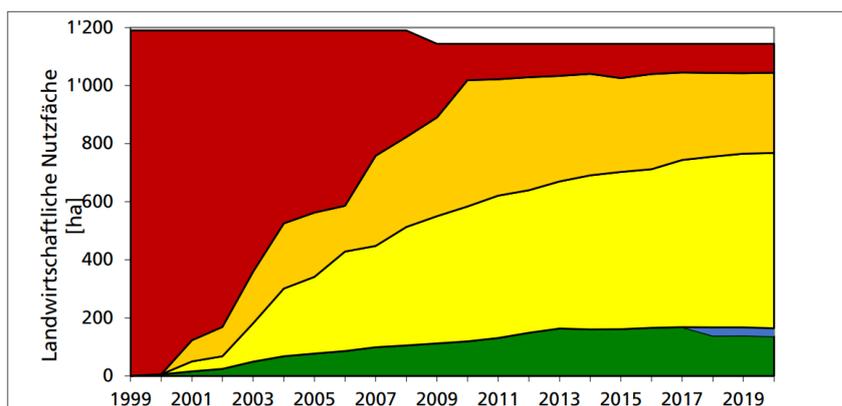
## Sanktionierung/Belohnung

Im Rahmen des Nitratindex werden Entschädigungen ausgezahlt, wenn der Betrieb im Mittel den Wert 23 (Fr. 500.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) bzw. 25 (Fr. 300.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) nicht überschreitet. Zusätzliche Ausgleichszahlungen werden für die Flächenstilllegung (Umwandlung von Ackerland in extensive Wiese) entrichtet (Fr. 2'500.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>).

Die Einhaltung der Massnahmen im Gemüsebau (Tabelle 9), welche seit 2021 erprobt werden, wird mit Fr. 300.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> entschädigt.

## Umsetzung und Vollzug

Es bestehen mittlerweile mit fast allen Betrieben mit grösseren Flächen im Projektperimeter Verträge (Abbildung 9), so dass > 90 % der Fläche teilnehmen. Im bisherigen Projektgebiet waren 16 der 98 Ackerbaubetriebe nicht am Projekt beteiligt (Stand 2020).



*Legende:*

- Flächen ohne Vertrag
- Nitratindex 25
- Nitratindex 23
- Freiwillige nitratarme Bewirtschaftung durch SBO
- Extensive Wiese

Abbildung 9: Entwicklung der Nitratprojektflächen zwischen 1999 und 2020

Die Verträge bestehen zwischen den Betriebsleiter:innen und den Wasserversorgern, vertreten durch das kantonale Amt für Landwirtschaft. Die Abgeltungen werden basierend auf GELAN (Gesamtlösung EDV Landwirtschaft & Natur) ausbezahlt. Kontrollen erfolgen durch die von den Wasserversorgungen Niederbipp-Gäu-Olten beauftragten Kontrollorganisation AgroControl GmbH. Sie finden alle ein bis zwei Jahre statt. Zusätzlich können vereinzelt Stichproben durchgeführt werden.

### 1.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser

Die Nitratgehalte in den Pumpwerken konnten in den Jahren seit Projektbeginn nicht unter das Qualitätsziel von 25 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> gesenkt werden (Abbildung 10). Die Werte scheinen sich jedoch zu stabilisieren und weisen keinen steigenden Trend auf. Der Grenzwert von 40 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> wird in keiner der Grundwasserfassungen überschritten.

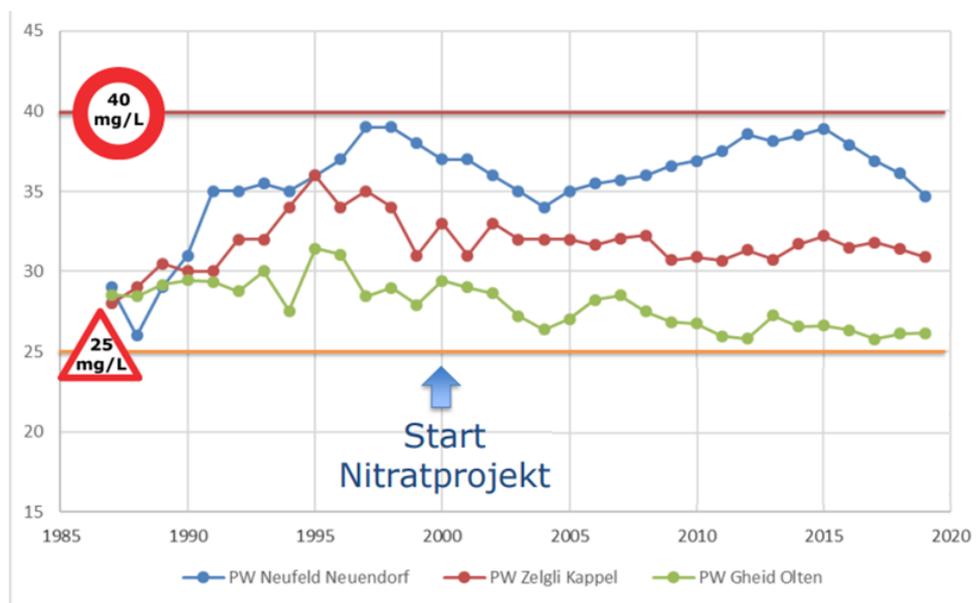


Abbildung 10: Entwicklung des Nitratgehalts (jährliche Mittelwerte) in den Pumpwerken Neuendorf, Zelgli und Gheid (Mittelwert aller vier Grundwasserfassungen) (©Amt für Umwelt, Solothurn)

Hochrechnungen basierend auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts NitroGäu ergaben eine mittlere Nitratauswaschung von 71 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> unter den sechs flächenmässig wichtigsten Ackerkulturen (Winterweizen, Wintergerste, Dinkel, Silomais, Winterraps, Kunstwiese). Insgesamt bedeckten diese Kulturen im Untersuchungszeitraum 87 % der LN. Dauergraslandflächen, untern welchen die Auswaschung deutlich tiefer liegen dürfte, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Die durchschnittliche Nitratauswaschung unter der gesamten LN liegt gemäss Berechnungen von TerrAquat aktuell bei ca. 40 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> <sup>17</sup>. Es sind weitere Massnahmen notwendig um die mittlere Auswaschung um weitere 25 % zu senken und den Critical Load von 30 kg N<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> zu erreichen (Abbildung 11).

<sup>17</sup> Bischoff, W.-A. 2020, Herleitung eines Critical Load für die Region des Nitrat-Projektes Niederbipp-Gäu-Olten. Kurzgutachten.

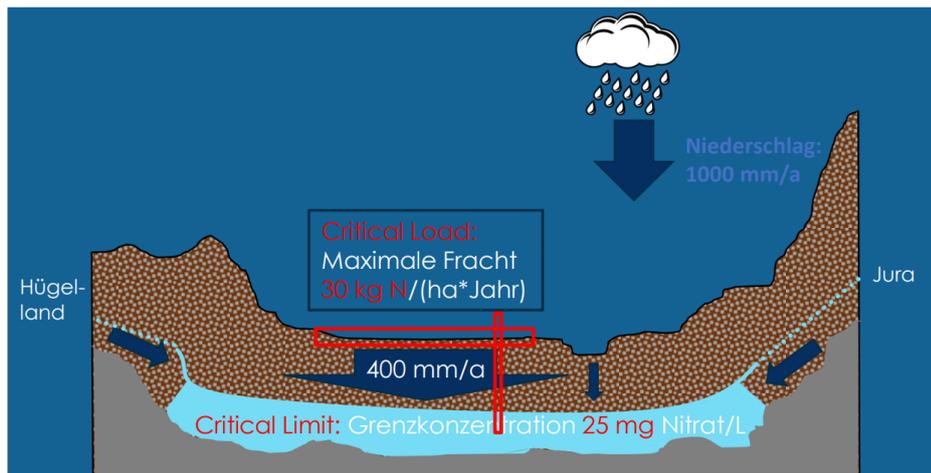


Abbildung 11: Berechneter Critical Load für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten unter Berücksichtigung seitlicher Zuströme und Versickerung im Siedlungsgebiet <sup>17</sup>.

## 2. Vergleichsgebiete in der Schweiz: Klettgau (SH)

### 2.1. Gebietsübersicht und Kontext

Im Klettgau wurden bereits in den 1980er Jahren erste Untersuchungen zur Nitratauswaschung gemacht. Dem heutigen Nitratprojekt gingen umfangreiche Untersuchungen im Rahmen des Interreg II EG/EU Projekts «Entwicklungskonzeption Klettgaurinne» (1996 – 1998) voraus. In diesem Zusammenhang wurden die hydrogeologischen Grundlagen sowie notwendige Nitratreduktionen eruiert. Die Grundwasserfassung «Chrummenlanden» wurde als Pilotprojekt ausgewählt und wird seit 2001 als Nitratprojekt gemäss Artikel 62a GSchG weitergeführt. Die nachfolgenden Informationen wurden zum überwiegenden Teil aus dem Bericht von Biedermann u.a. 2007<sup>18</sup> entnommen.

#### Zeitraumen

- 1973: Nitratwerte in der Fassung Chrummenlanden deutlich unter Toleranzwert
- 1978: Verschlechterung der Nitratwerte
- 1984: erste Untersuchungen durch das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) zeigen «ökologische Defizite», unter anderem durch erhöhte Nitratgehalt im Grundwasser
- 1990er: Landwirte legen erste Hecken an (gefördert durch Verträge mit Planungs- und Naturschutzamt des Kantons)
- 1995: Höchstwert der Nitratgehalte ( $> 50 \text{ mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$ )
- 1996 – 1998: INTERREG II Studie zur Nitratbelastung in der Klettgau-Rinne
- 2001: Beginn des Pilotprojekts Nitratreduktion Klettgau (Art. 62a GSchG)
- 2005: Wasser der Fassung Chrummenlanden kann wieder voll genutzt werden
- 2020 – 2025: aktuell 4. Förderphase des Nitratprojekts («Sicherung»)

#### **Hydrogeologie und Bedeutung des Grundwasserleiters für die Trinkwasserversorgung**

Die Grundwasserfassung Chrummenlanden ist zentral für die Trinkwasserversorgung von rund 2'600 Einwohner der Gemeinden Neunkirch und Gächlingen. Die Konzession liegt bei  $3'000 \text{ L min}^{-1}$ , tatsächlich werden durchschnittlich  $280'000 \text{ m}^3$  pro Jahr ( $533 \text{ L min}^{-1}$ ) gefördert (Schnitt der Jahre 2002 bis 2006).

Die Fassung liegt am nördlichen Rand des Lockergesteins-Grundwasservorkommens der Klettgau-Rinnenschotter (Abbildung 12). Das Pumpwerk liegt auf einer Höhe von 443 m ü. M.; der Wasserspiegel befindet sich auf durchschnittlich 382 m. ü. M.

---

<sup>18</sup> Biedermann u.a., 2007, Pilotprojekt Nitratreduktion Klettgau

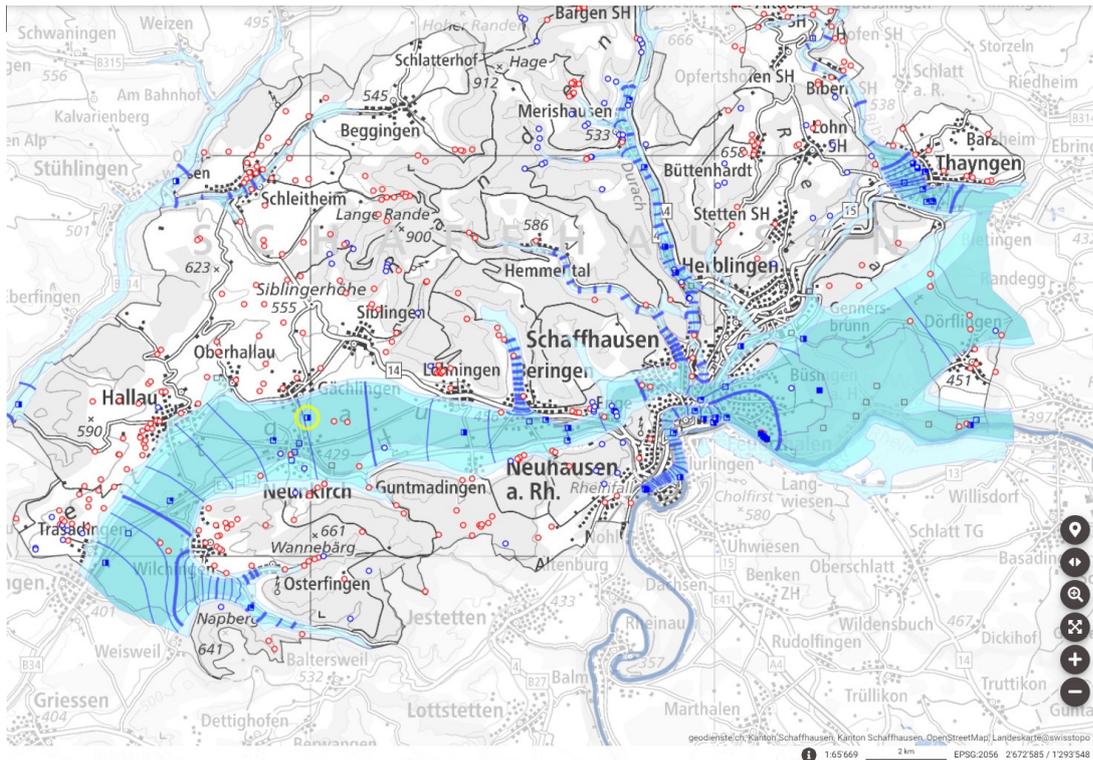


Abbildung 12: Grundwasserkörper in der Klettgau-Rinne. Das Pumpwerk «Chrummenlanden» ist gelb markiert.

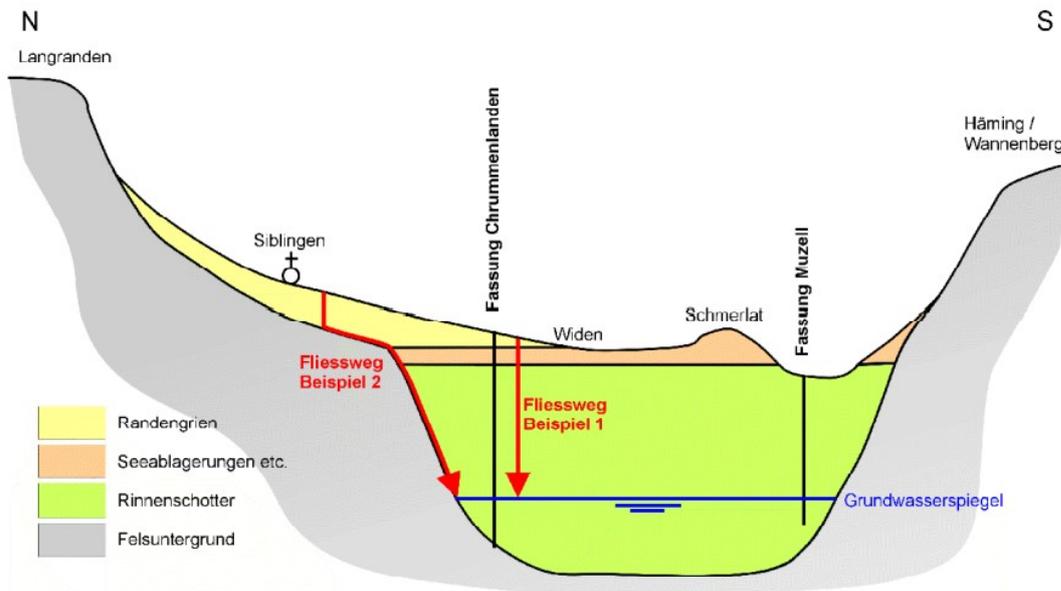


Abbildung 13: Fließwege im Profil des Untergrunds beim Zuströmbereich der Grundwasserfassung Chrummenlanden

Das Projektgebiet des Nitratprojekts entspricht dem Zuströmbereich Zu nach Gewässerschutzgesetz des Grundwasserbrunnens Chrummenlanden, inklusive die in den Zuströmbereich einflussenden Randzonen. Die starken Randzuströmungen zum Klettgau-Rinnenschotter machten die Erweiterung des Projektgebietes über den ursprünglich ausgewiesenen Zuströmbereich hinaus notwendig. Zudem wurde das Einzugsgebiet der oberflächlich liegenden Widenquellen in das Projektgebiet einbezogen, mit der Absicht, schnellere Informationen über die Auswirkungen getroffener Massnahmen zu erhalten als im tief liegenden Aquifer. Der nach hydrologischen Kriterien abgegrenzten Zu wurde entlang von Parzellengrenzen erweitert (jede Parzelle, die

teilweise im berechneten ZU lag, wurde gesamthaft einbezogen). Das Projektgebiet ist in drei Teilgebiete unterteilt (Abbildung 14):

- PG I:
  - o PG Ia: Zuströmbereich innerhalb der Klettgaurinne und randliches Einzugsgebiet mit hohem Nitratauswaschungsrisiko;
  - o PG Ib: Teilzuströmbereich der Widenquelle
  - o PG II: randliches Teileinzugsgebiet mit tiefem Nitratauswaschungsrisiko

Das Wasser hat eine mittlere **Aufenthaltszeit** von der Oberfläche bis zum Pumpwerk von 3 bis 10 Jahren (für die Widenquellen geht man von 2 bis 6 Jahren aus), wobei der grösste Teil der Verweilzeit für den Transport in der ungesättigten Zone angenommen wird. Die **Grundwasserneubildungsrate** ist starken räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen und liegt im Mittel bei **350 mm**.

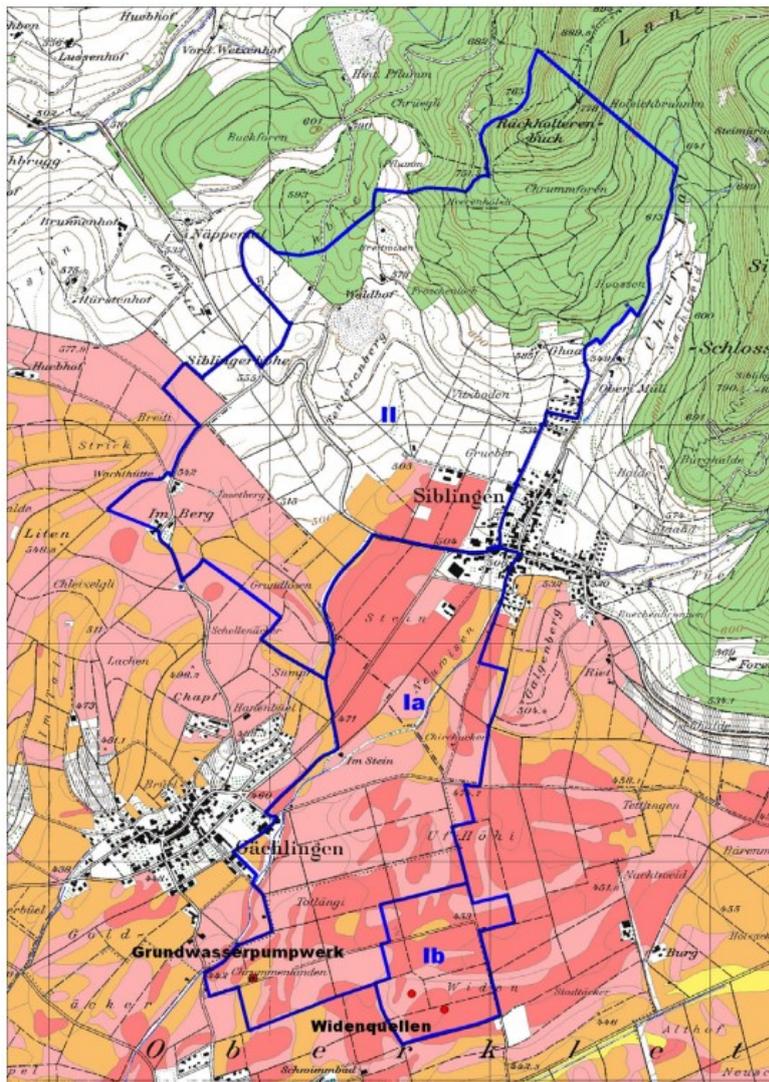


Abbildung 14: Projektgebiet Nitratprojekt Klettgau; blaue Umrandung: Zuströmbereich des Pumpwerks Chrummenlanden mit Unterteilung in die Projektgebiete Ia, Ib und II. Die Flächenfarben geben das Nitratauswaschungsrisiko wieder. Rot: hoch, hellrot: mittel, gelb: tief, weiss: keine Information

## Pedoklimatische Bedingungen

### Böden

Die Böden des Klettgaus im Bereich von Neunkirch entstanden auf Schotter und Löss<sup>19</sup> (Abbildung 15). Der vorherrschende Bodentyp sind Braunerden und Parabraunerden.

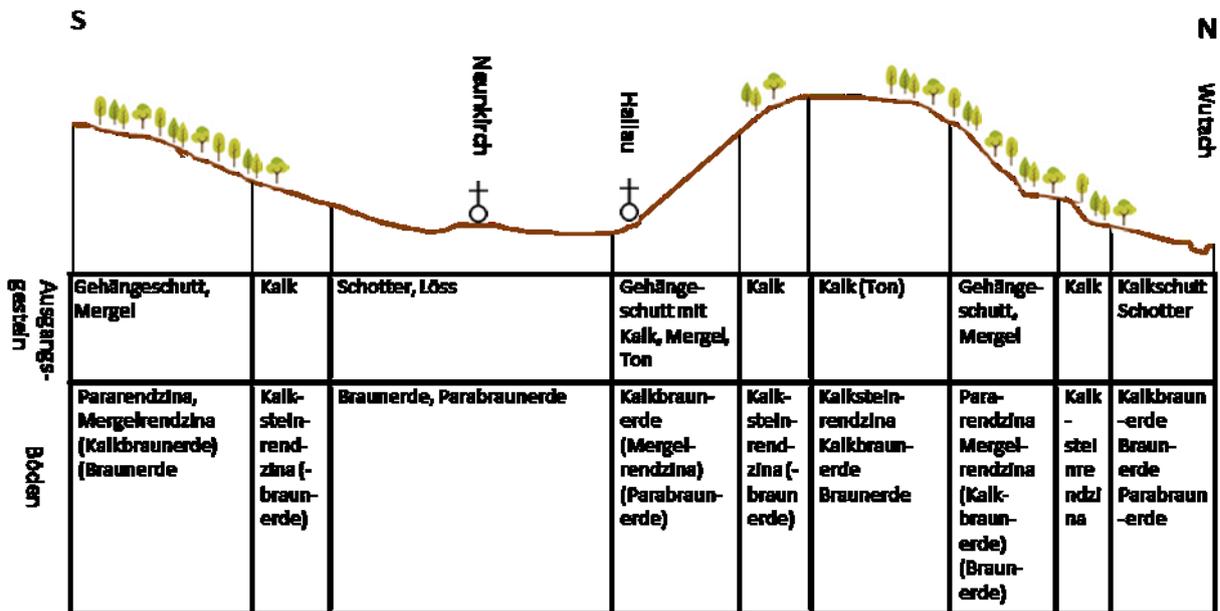


Abbildung 15: Verteilungsschema der wichtigsten Bodentypen im Klettgau (nach Hufschmid et al. 1987)

### Klimatische Bedingungen

Die mittlere Jahrestemperatur (1991 – 2020) liegt an der Station Hallau (47.7 N / 8.47 E) bei 9.3°C, der mittlere Jahresniederschlag bei 806 mm (Meteoschweiz). Die vergleichsweise geringen Niederschläge erklären sich durch die Lage im Regenschatten des Schwarzwaldes. Die Jahreszeitliche Verteilung ist wiederum vergleichsweise gleichmässig.

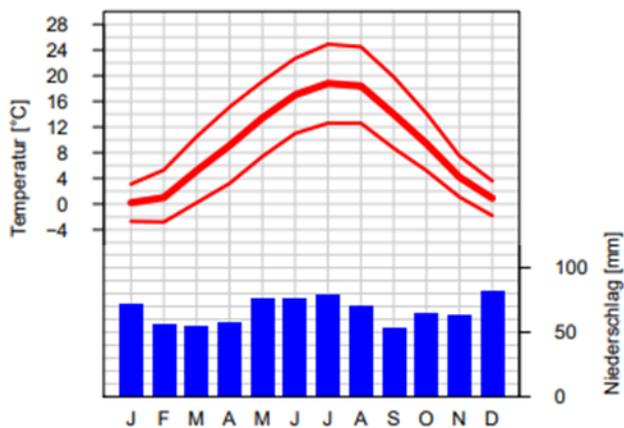


Abbildung 16: Klimadiagramm Hallau (Langzeitmittelwerte 1991-2020)

### Flächennutzung

Das Projektgebiet (Abbildung 14) wird zu einem grossen Anteil landwirtschaftlich genutzt. 85 % der Gesamtfläche fällt unter die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) (Tabelle 10). Vor allem das nördliche Projektgebiet liegt unter Wald. In diesem Gebiet sind

<sup>19</sup> Reineking, B. 1998. Auf dem Weg zu einer integrierten Landschaftsgestaltung – Das Beispiel Klettgau. In: Chancen der Region Klettgau, ETH-UNS Fallstudie

die Flächenverhältnisse nicht genau bekannt und wurden abgeschätzt (Balmer 2001<sup>20</sup> sowie aktuelle Abschätzungen aus dem GIS-Server des Kantons Schaffhausen legen eine Waldfläche von ca. 100 ha nahe).

Der Anbau von Spezialkulturen (insb. Gemüse) ist im Nitratgebiet nicht erlaubt. Durch ausgeprägte Trockenperioden und die aktuell fehlende Möglichkeit für Bewässerung wäre der Gemüsebau in der Region ohnehin nur eingeschränkt möglich.

*Tabelle 10: Projektgebietsfläche Nitratprojekt Klettgau (Schätzwerte basierend auf pers. Kommunikation C. Bachmann, Projektleiter Nitratprojekt, Kt. Schaffhausen)*

	<b>Fläche [ha]</b>	<b>Flächenanteil [%]</b>	<b>Anteil der LN [%]</b>
Gesamt	~430	100	
Davon Industrie/Wohnzone/Verkehr	~10	2.3	
Davon Wald	~50	11.6	
Davon Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	~367	85.3	100.0
Davon offene Ackerfläche	~213	49.5	58.0
Davon extensive Wiese	~58	13.5	15.8
Davon andere Wiesen (Weiden, Naturwiesen, Kunstwiesen, Hecken)	~96	22.3	26.2

### **Landwirtschaftsbetriebe und Betriebsstruktur**

Insgesamt haben 49 Betriebe Flächen im Nitratprojekt Klettgau. Es handelt sich überwiegend um Ackerbaubetriebe. Die Nutztierdichte liegt gemäss Schätzungen bei 1.0 - 1.3 GVE ha<sup>-1</sup>, wobei etwa die Hälfte der Betriebe viehlos wirtschaften (pers. Kommunikation C. Bachmann). Im Kanton Schaffhausen ist die Nutztierdichte mit 0.7-0.8 GVE ha<sup>-1</sup> im Durchschnitt niedriger.

### **2.2. Massnahmen und Umsetzung**

Im Nitratprojekt Klettgau werden Massnahmen im Rahmen des Programms «Nplus» umgesetzt.

Bis 2019 wurden ausserdem Methoden der konservierenden Bodenbearbeitung gefördert (Mulch-, Streifenfräs- und Direktsaat). Diese haben sich etabliert und werden bis heute vermehrt angewandt und aktuell über Direktzahlungen weiter gefördert. Der Erfolg der konservierenden Bodenbearbeitung in Bezug auf Nitrat im Boden oder Grundwasser wurde jedoch nicht untersucht. Der Ersatz von Wintergetreide durch Sommergetreide konnte sich nicht bewähren.

Allgemeine Bedingungen des Programms «Nplus»:

- Erfüllung des ÖLN.
- Gilt für alle Parzellen eines Betriebes im Projektgebiet.
- Dauer der Vereinbarung ist 6 Jahre (2020 bis 2025).
- Jährliche Überprüfung der Aufzeichnungen durch den Kontrolldienst des Landwirtschaftsamts.

<sup>20</sup> Balmer 2001. Effekte der landwirtschaftlichen Massnahmen nach GschG Art. 62a auf den Nitratgehalt der Grundwasserfassung «Chrummenlanden» im Klettgau (SH). Grobe Abschätzung mit einfachen Bilanzmodellen

Tabelle 11: Bedingungen und Massnahmen im Programm "Nplus" des Nitratprojekts Klettgau

Massnahmen im Nitratprojekt Klettgau	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
N-Düngergaben teilen	N-Düngung (inkl. Hofdünger) splitten.	1.1.2	S
Beschränkung Düngerausbringung	<p>Kein Ausbringen von Flüssigdünger auf ausgetrocknete Böden. Dies auch wenn ein Schleppschauch verwendet wird.</p> <p>Keine N-Düngung (inkl. Hofdünger) zur Saat. Dies bedeutet unter anderem auch keine Hofdünger vor Getreidesaaten im Herbst und keine Güllegaben (Mist ist erlaubt) auf Stoppeln vor der Rapssaat. Ausnahmen bei Streifenfrässaat im Mais (max. 30 kg N ha<sup>-1</sup>) und bei Kartoffeln und Zuckerrüben (max. 30 kg N ha<sup>-1</sup>) in Form eines kombinierten NPK-Volldüngers.</p> <p>Im Zeitraum vom 15.10. bis 15.02 keine N-Düngung, keine Gülle und Biogasgülle. Kompost- und Mistgaben sind in diesem Zeitraum erlaubt, sofern die Kriterien des Merkblattes des Landwirtschaftsamts und Interkantonalen Labors „Ausbringen von Gülle, Mist und Recyclingdünger im Winter“ vom Januar 2017, eingehalten werden</p>	1.1.1 1.1.14	S
<b>Fruchtfolge</b>			
Anbaubeschränkung von Kulturen mit hohem Nitrat auswaschungspotenzial	Der Anbau von Gemüse und Tabak ist verboten.	2.4.1	S
Die gesamte offene Ackerfläche muss am 15. November mit einer normal entwickelten Winterkultur oder mit einer Zwischenkultur bedeckt sein.	<p>Die Ansaat der Folge- resp. Zwischenkultur hat bis zum 10. Tag nach der Ernte zu erfolgen. Bei besonderen klimatischen Voraussetzung kann das Landwirtschaftsamt Schaffhausen Ausnahmen bewilligen.</p> <p>Ausnahmen von der Begrünungspflicht, z.B. nach später Zuckerrübenernte, sind beim Landwirtschaftsamt im Voraus zu beantragen.</p>	2.2.1 3.2.1	S
Beschränkte Fruchtfolgeanteile innerhalb geplanter Vereinbarungsdauer von 6 Jahren auf den im Projektgebiet liegenden Flächen.	<p>Zucker- Futterrüben, Mais, Kartoffeln max. 2x in 6 Jahren (d.h. Hackfrüchte max. 33 %)</p> <p>Getreide max. 3x in 6 Jahren (50 %)</p> <p>Kunstwiese oder Rotationsbrache mindestens 1x in 6 Jahren (17 %). Viehlose Betriebe mit hohem Anteil an extensiven Wiesen im Projektgebiet (&gt; 20 %) können auf Kunstwiesen, resp.</p>	2.4.1	S

	Rotationsbrachen, verzichten und den Getreideanteil auf 66 % erhöhen.  Kein Winterweizen nach Kartoffeln.  Keine Ausdehnung der Kartoffelanbaufläche im Projektgebiet (Mittel 1998/99)		
Umbruch von Grasland	Dauergrasland darf nicht in offenes Ackerland überführt werden.	2.1.2	S
<b>Bodenbearbeitung</b>			
Einschränkung Bodenbearbeitung	Keine Bodenbearbeitung zwischen dem 15.11. und 15.02.  Die Sanierung von Dauergrasland hat pfluglos zu erfolgen. Schälplüge sind erlaubt.	3.1.4	S
<b>Tierhaltung</b>			
Freilandhaltung von Schweinen	Die Freilandhaltung von Schweinen ist verboten.	4.3.1	S

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Tabelle 12: Einzelmassnahmen (zusätzlich zu NPlus)

Massnahmen	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Fruchtfolge</b>			
Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland	Nutzungsvorschriften gemäss DZV „extensiv genutzte Wiese“  Neuansaat mit Standardmischungen für artenreiche, ausdauernde Heuwiesen (SM Salvia, SM Humida, SM Bromia).  Keine Neuansaat im Herbst.	2.1.3  2.1.4	G
Kunstwiese, Naturwiese und Weiden	Naturwiesen und Weiden dürfen nicht zu Ackerland umgebrochen werden.  Umbruch von Kunstwiesen nur im Frühjahr möglich.  Umbruch von Kunstwiesen bis spätestens 30. August möglich, sofern die Folgekultur Wintergerste oder Raps ist. Alle anderen Kulturen sind ausgeschlossen.  Umbruch frühestens 3 Wochen vor der Folgekultur.	2.1.2  3.1.4	G
Umwandlung Acker zu Buntbrache	Nutzungsvorschriften gemäss DZV „Buntbrachen“	2.2.3	G

Umwandlung Acker zu Rotationsbrache	Nutzungsvorschriften gemäss DZV „Rotationsbrachen“	2.2.3	G
-------------------------------------	--	-------	---

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

## Sanktionierung / Belohnung

Die Sockelmassnahmen des Programms «Nplus» werden pauschal mit Fr. 360.- ha<sup>-1</sup> und Jahr für offene Ackerflächen inkl. Rotations- und Buntbrachen, ohne (Kunst-)Wiesen abgegolten (Tabelle 11). Nicht erfüllen der Vorgaben bedingt Sanktionen, wobei eine Beitragskürzung um 25 bis 50 % auf der betroffenen Fläche die häufigste Sanktion darstellt (Tabelle 13). Zusätzliche Beträge werden für Einzelmassnahmen gezahlt (<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)» <sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Tabelle 12). Diese reichen von Fr. 270.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (Umwandlung Acker zu Buntbrache) bis Fr. 2'130.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland).

Tabelle 13: Sanktionsschema im Nitratprojekt Klettgau

(1)	X % Beitragskürzungen der <b>Summe aller Beiträge von allen Flächen</b> im Perimeter vom Nitratprojekt Chrummenlanden Klettgau
(2)	X % Beitragskürzung der <b>betroffenen Fläche</b>
(3)	X % Beitragskürzung der <b>betroffenen Fläche</b> und zusätzlich x % <b>Beitragskürzung für die offene Ackerfläche</b> (NPlus) von Fr 360.- ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>
(4)	-Variante Anbaupause: 25% Beitragskürzung der <b>betroffenen Fläche</b>  -Variante Kulturanteil: pro 1% Überschreitung werden jeweils <b>5 % der gesamten Nplus-Beiträge</b> (Fr 360.- ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ) aller Flächen im Perimeter gekürzt

## Umsetzung und Vollzug

Innerhalb der ersten Projektperiode (2001 – 2006) konnte eine Beteiligung von 72% der Fläche im Projektgebiet erreicht werden (46 Betriebe). Mittlerweile steht 100 % der LN im Projektgebiet unter Vertrag.

### 2.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser

Nach Höchstwerten von über 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> in den 1990er Jahren konnten die Nitratgehalte durch die Massnahmen im Rahmen des im Jahr 2001 gestartete Nitratprojekts unter den Toleranzwert von 40 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> gesenkt werden (Abbildung 17). Seit 2015 liegen die Nitratwerte durchweg unter dem Qualitätsziel von 25 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> (Abbildung 18).

Das Nitratprojekt kann demnach als Erfolg gewertet werden. Vertreter des Kantons Schaffhausen und der regionalen Wasserversorger Neunkirch-Gächlingen betonen jedoch, dass mit einem Umbruch von ca. 15–20 % des extensivierten Graslands gerechnet werden muss, sollten die Abgeltungen nicht mehr bezahlt werden. In der aktuell 4. Projektphase

des Nitratprojekts steht daher die langfristige Sicherung der erreichten Reduktion im Vordergrund (inklusive Dauerlösungen für die finanziellen Entschädigungen).

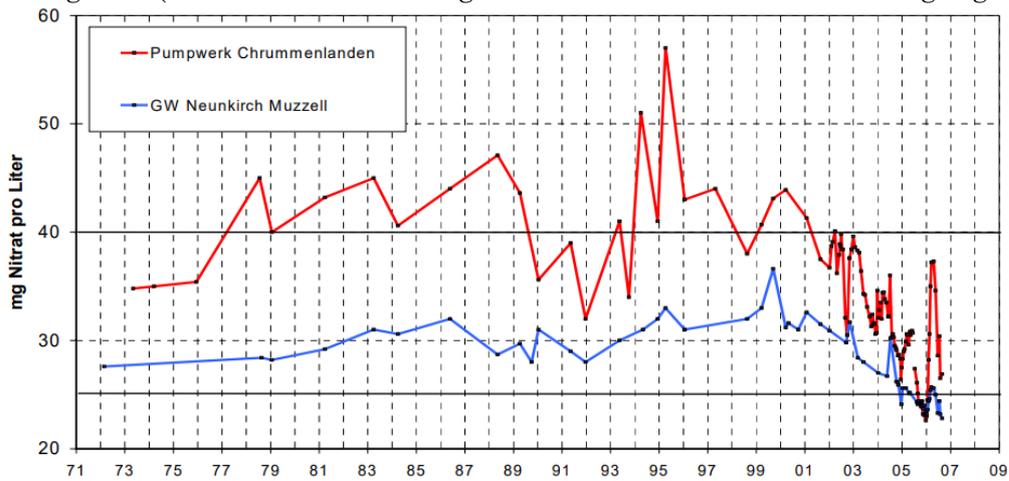


Abbildung 17: Entwicklung der Nitratwerte in den Pumpwerken der Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen (1972-2007)

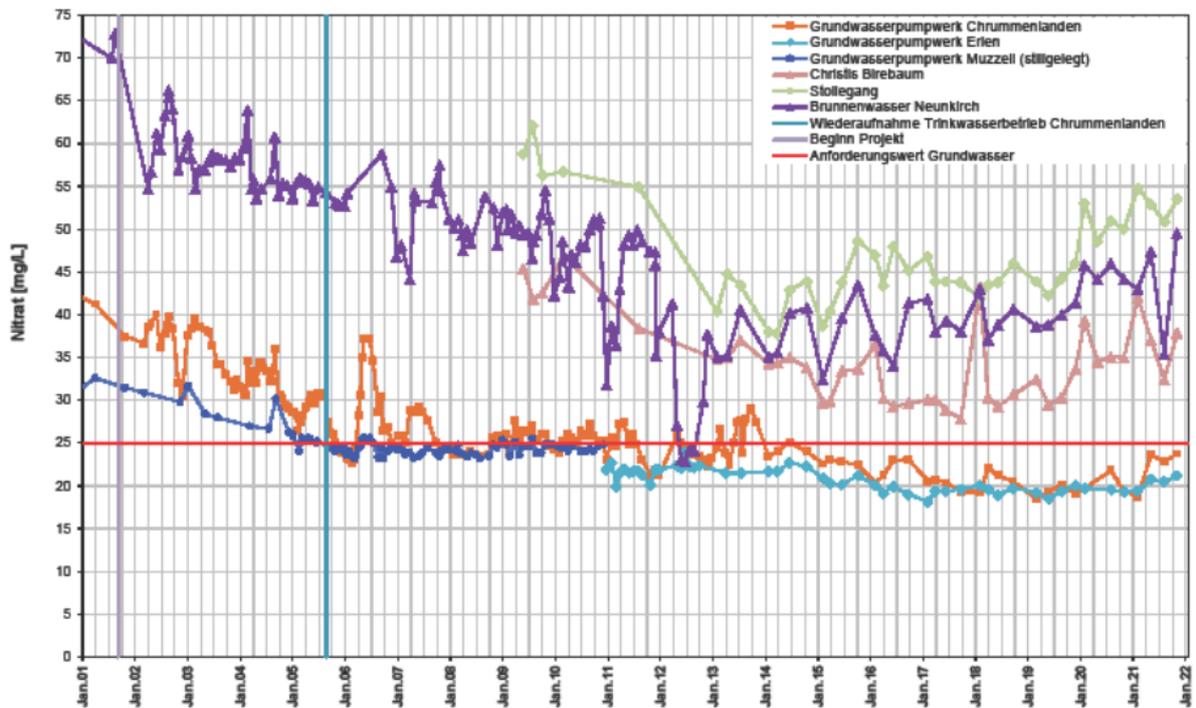


Abbildung 18: (Fortsetzung) Entwicklung der Nitratwerte (2001 – 2021) (Werte vom Interkantonalen Labor Schaffhausen)

### 3. Vergleichsgebiete in der Schweiz: Wohlenschwil (AG)

#### 3.1. Gebietsübersicht und Kontext

Zwischen 1997 und 2002 wurde in der Gemeinde Wohlenschwil ein Pilotprojekt zur Reduktion der Nitratbelastung durchgeführt, nachdem die Nitratwerte in der Fassung Frohberg in den 1990er Jahren den Trinkwassergrenzwert von 40 mg L<sup>-1</sup> überschritten. Das Pilotprojekt wurde 2003 in ein Nitratprojekt gemäss Artikel 62a GSchG überführt. Das Projektgebiet ist in Abbildung 19 dargestellt.

#### Zeitraumen

- 1991: Nitratwerte in der Fassung Frohberg übersteigt erstmalig den Toleranzwert
- 1997 - 2002: Pilotprojekt zur Nitratreduktion
- 2003: Start Nitratprojekt Art. 62a GSchG
- Seit 2003: Nitratwerte pendeln um 25 mg L<sup>-1</sup>, seit 2010 liegen die Werte durchgehend unter 25 mg L<sup>-1</sup>
- 2021 - 2026: aktuell 4. Projektphase

#### **Hydrogeologie und Bedeutung des Grundwasserleiters für die Trinkwasserversorgung**

Das Wohlenschwilaquifer ist ein kleiner Sand-Schotter-Grundwasserleiter in den Molassehügeln des Schweizer Plateaus (Baillieux et al. 2015<sup>21</sup>). Das ungespannte Aquifer besteht überwiegend aus glazifluvialen Sedimenten (Sand und Schotter) und oberflächlichen Moränenablagerungen. Die Grundwassersohle wird von tonigen Moränen- und Seesedimenten gebildet. Der Grundwasserspiegel liegt auf etwa 10 – 15 m unter GOK. Die gesättigte Zone hat eine geringe Mächtigkeit (1 – 2 m), die jedoch im zentralen Bereich, in welchem auch das Pumpwerk Frohberg liegt, bis zu 15 m betragen kann.

Das Wasser hat eine mittlere **Aufenthaltszeit** von der Oberfläche bis zum Pumpwerk von 7.3 Jahren, wovon etwa 40-200 Tage auf die gesättigte Zone entfallen. Die mittlere **Grundwasserneubildungsrate** liegt bei **510 mm**. Das Aquifer wird hauptsächlich aus direkter Grundwasserneubildung gespeist; seitliche Zuflüsse spielen eine untergeordnete Rolle.

Im Rahmen einer Doktorarbeit an der Universität Neuchâtel wurden umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen des Grundwasserleiters durchgeführt, welche für weiterführende Informationen konsultiert werden können (Baillieux 2012<sup>22</sup>). Bereits im Rahmen früherer Untersuchungen konnte das Einzugsgebiet (blaue Linie), der Nitratperimeter (an Flurstrukturen (z.B. Strassen, Wege, Waldränder, etc.) angepasstes Einzugsgebiet, gelb) sowie der Zuströmbereich (Z<sub>U</sub>, hellblau) festgelegt werden (Abbildung 19).

---

<sup>21</sup> Baillieux, A., Moeck, C., Perrochet, P., & Hunkeler, D. (2015). Assessing groundwater quality trends in pumping wells using spatially varying transfer functions. *Hydrogeology journal*, 23(7), 1449-1463.

<sup>22</sup> Baillieux A (2012) Prediction of groundwater quality using transfer functions: an approach to link historical data to future concentrations. PhD Thesis, University of Neuchâtel, Neuchâtel, Switzerland, 152 pp

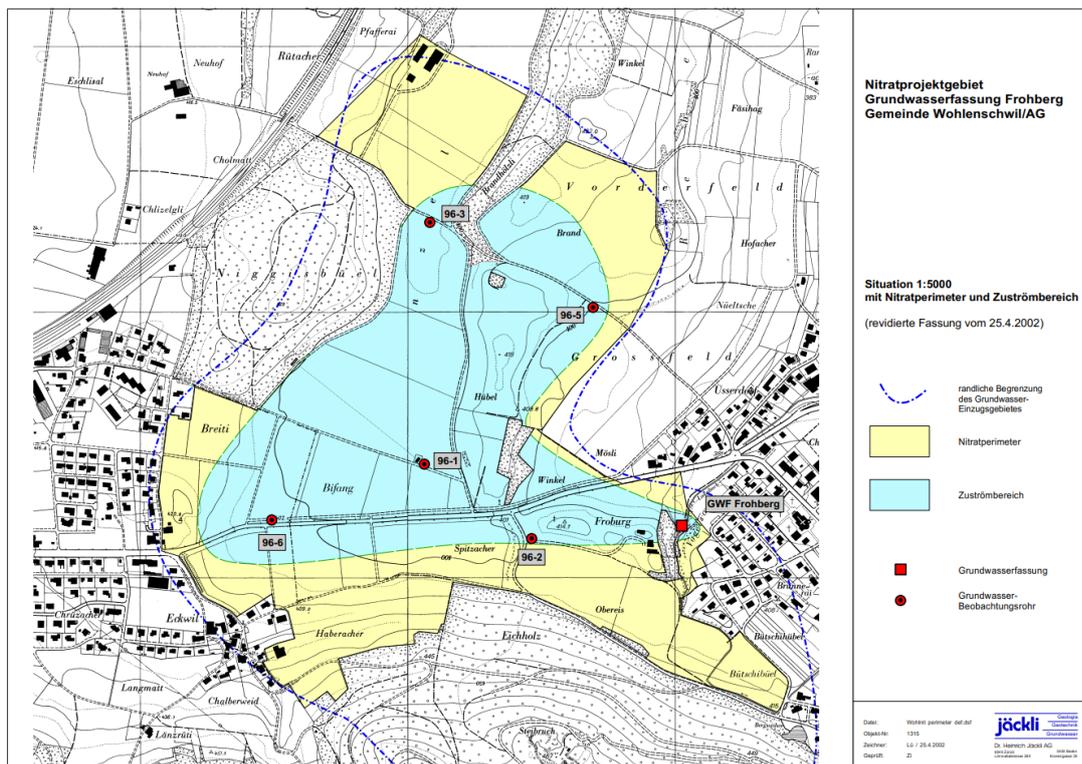


Abbildung 19: Einzugsgebiet, Nitratperimeter sowie Zuströmbereich des Nitratprojekts Wohlenschwil

Die Gemeinde Wohlenschwil (1'690 Einwohner) deckt ihren gesamten Trink- und Brauchwasserbedarf aus der Fassung Frohberg. Die kantonal vorgegebene Konzessionsmenge liegt bei 230'000 m<sup>3</sup> Jahr<sup>-1</sup>, wobei davon etwa 150'000 bis 170'000 m<sup>3</sup> Jahr<sup>-1</sup> von der Gemeinde Wohlenschwil verbraucht werden<sup>23</sup>. Zusätzlich wird Wasser an die Nachbargemeinden Mägenwil und Mellingen verkauft.

## Pedoklimatische Bedingungen

### Böden

Die Böden im Gebiet des Nitratprojektgebiets sind mittelschwer, mehrheitlich sandiger Lehm und nicht drainiert (pers. Kommunikation C. Ziltener).

### Klimatische Bedingungen

Die mittlere Jahrestemperatur (1991-2020) liegt an der Station Buchs/Aarau (47.38 N / 8.08 E) bei 10°C, der mittlere Jahresniederschlag bei 920 mm (Meteoschweiz).

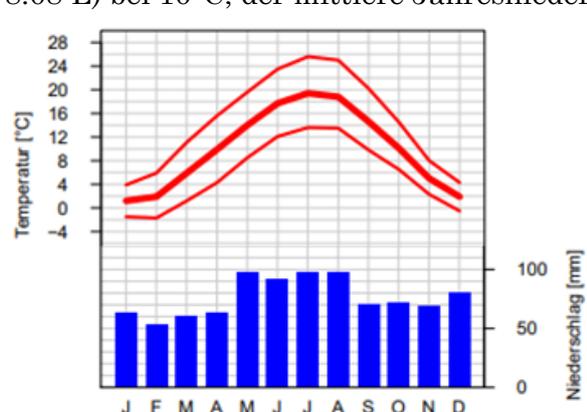


Abbildung 20: Klimadiagramm Buchs/Aarau (Langzeitmittelwerte 1991-2020)

<sup>23</sup> [https://www.wohlenschwil.ch/fileadmin/user\\_upload/Info-2019-02.pdf](https://www.wohlenschwil.ch/fileadmin/user_upload/Info-2019-02.pdf) (aufgerufen am 30.08.2022)

## Flächennutzung

Das Einzugsgebiet betreffend das Nitratprojekt Wohlenschwil ist mit einer Gesamtfläche von 107 ha vergleichsweise klein (Tabelle 14). Knapp 60 % der Fläche fallen unter die LN, etwa ein Drittel liegt unter Wald, der Rest ist überbaute Fläche. Im Rahmen des Nitratprojekts wurden weite Teile der LN stillgelegt, so dass heute nur noch knapp 10 % der Projektgebietsfläche als offenes Ackerland bewirtschaftet werden (Abbildung 21).

Bewirtschaftungsvereinbarungen Nitratprojekt Wohlenschwil, Stand Mai 2022

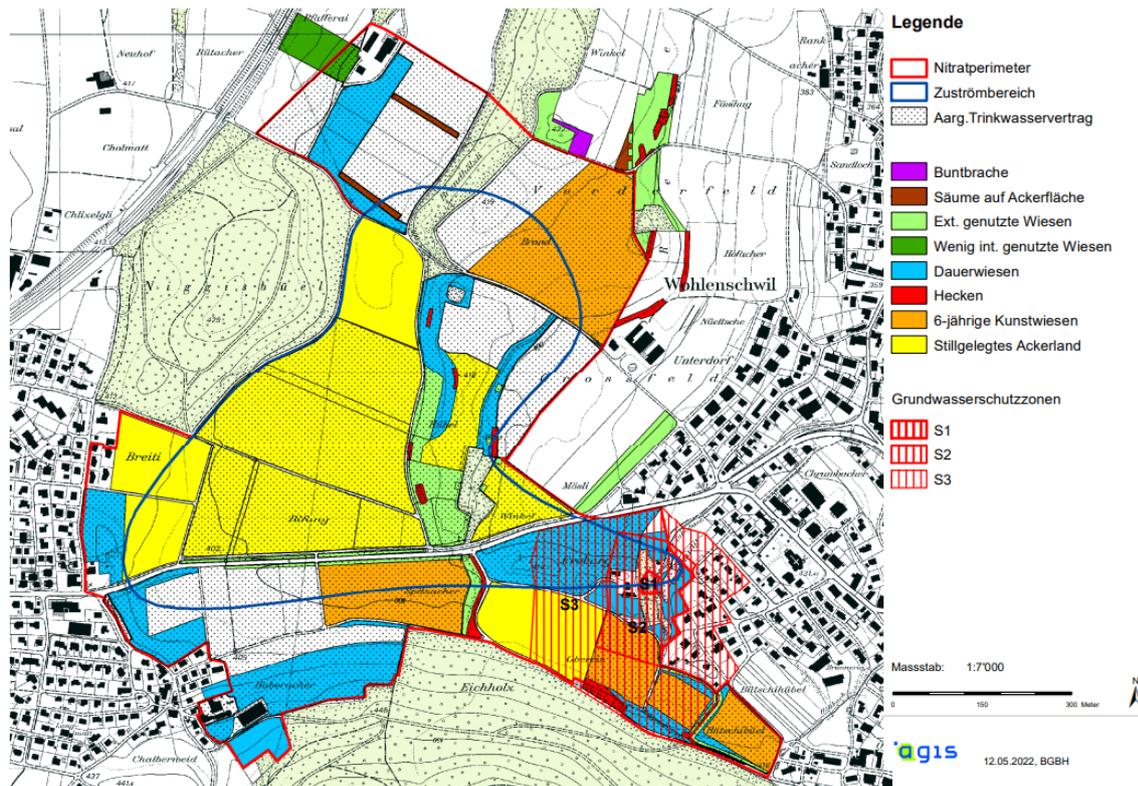


Abbildung 21: Flächennutzung im Nitratprojekt Wohlenschwil (pers. Kommunikation C. Ziltener)

Tabelle 14: Projektgebietsfläche Nitratprojekt Wohlenschwil

	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]	Anteil der LN [%]
Gesamt	106.6	100	
Davon Industrie/Wohnzone/Verkehr	5.2	4.9	
Davon Wald	39.3	36.9	
Davon Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	62.2	58.3	100
Davon offene Ackerfläche	10.5	9.8	16.9
Davon Stilllegungsfläche (extensive Wiese)	21.8	20.5	35.0
Davon (verlängerte) Kunstwiese	9.9	9.3	15.9
Davon weitere Graslandflächen (Kunstwiese, Weiden, übrige Dauerwiesen)	20	18.8	32.2

## Landwirtschaftsbetriebe und Betriebsstruktur

Die LN wird durch 13 Betriebe bewirtschaftet, wovon 9 Betriebsleitende direktzahlungsberechtigt sind. Die vier nicht direktzahlungsberechtigten Betriebsleitenden haben ihre gesamt LN innerhalb des Nitratperimeters seit Jahren stillgelegt bzw. bewirtschaften sie als wenig gedüngtes Dauergrasland (1 ha).

10 der 13 Betriebe halten Nutztiere und weisen Nutztierdichten zwischen 0.4 bis 3.4 GVE ha<sup>-1</sup> düngbare Fläche (DF) auf. Nur 7 von den 10 Betrieben mit Nutztieren verfügen überhaupt noch über DF im Nitratperimeter. Die Nutztierdichten dieser Betriebe betragen in aufsteigender Reihenfolge 0.4, 0.4, 0.9, 1.3, 1.5, 2.1 und 3.4 GVE ha<sup>-1</sup> DF (pers. Kommunikation C. Ziltener).

### 3.2. Massnahmen und Umsetzung

Im Nitratprojekt Wohlenschwil wird zwischen dem Nitratperimeter und dem Z<sub>U</sub> unterschieden, wobei der Nitratperimeter grösser ist als der Z<sub>U</sub> (Abbildung 19); es gelten jeweils abgestufte Massnahmen für die beiden Bereiche.

Alle Betriebe mit Flächen im Nitratperimeter müssen das Nitratreglement (Tabelle 15) verpflichtend ohne Entschädigung einhalten. Zusätzlich können sich die Betriebsleitenden für ihre Flächen im Nitratprojektgebiet freiwillig zu weiteren Massnahmen verpflichten, welche entschädigt werden (Tabelle 16):

- Massnahme 1: Trinkwasservertrag
- Massnahme 2: Stilllegung als extensive Wiese
- Massnahme 3: Verlängerte Nutzungsdauer von Kunstwiesen

Allgemeine Bedingungen:

- Erfüllung des ÖLN.
- Gilt für alle Parzellen eines Betriebes im Nitratperimeter.
- Dauer der Vereinbarung ist 6 Jahre.

*Tabelle 15: Bedingungen und Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil gemäss Nitratreglement (verpflichtend) (wo nicht weiter spezifiziert, gelten die Massnahmen sowohl im Z<sub>U</sub> als auch im Nitratperimeter)*

Verpflichtende Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil gemäss Nitratreglement	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Düngeverbot während der Vegetationsruhe	Ausbringung von N-haltigen Mineral-, Hof- und Recyclingdüngern vom 1. Nov bis 15. Februar verboten (gilt für Nitratperimeter und Z <sub>U</sub> ).  Ausnahme: Ausbringung von Mist und festen Recyclingdüngern wird toleriert, wenn besondere Bedürfnisse des Pflanzenbaus dies erfordern. <sup>24</sup>	1.1.1	V
Einsatzbeschränkung flüssige Hof- und Recyclingdünger	Einzelgaben sind auf 30 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> (50 kg ha <sup>-1</sup> verfügbarer N (N <sub>verf</sub> )) beschränkt.  Kein Einsatz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vor oder nach der Getreidesaat im Herbst (inkl. Grünschnittroggen).</li> </ul>	1.1.1  1.1.2	V

<sup>24</sup> «Die Ausnahmeregelung [...] bietet die Möglichkeit, auf bewachsene Flächen wie Natur- und Kunstwiesen sowie Zwischenfutter und winterharte Gründüngungen Mist und feste Recyclingdünger auszubringen, um eine gleichmässige Verteilung auf der düngbaren Fläche und dadurch eine bessere N-Ausnutzung zu erreichen. Diese Regelung bezweckt, das grosse Potential der Stickstoffmineralisation im Spätsommer und Herbst zu reduzieren und die Gefahr der Nitratauswaschung durch die Niederschläge im Spätherbst und Winter bewusst zu vermindern» (aus Nitratreglement Kt. Aargau).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach der Ernte von Gemüse, Kartoffeln, Leguminosen, Mais, Futter- und Zuckerrüben.</li> <li>• auf unbewachsenen, brachen Flächen. Ausnahme: Grunddüngung im Frühjahr mit unmittelbar anschliessender Saat der Sommerkultur oder unmittelbar vor der Neuansaat von Kunstwiesen oder zur Saat von Zwischenfutter, Gründüngungen und Raps bis am 31. August, nicht jedoch nach Bohnen, Erbsen, Lupinen und Spinat.</li> </ul> <p>Kein Einsatz von flüssigen, N-aufkonzentrierten Hof- und Recyclingdüngern.</p> <p>Tiefe Injektion von flüssigen Hof- und Recyclingdüngern ist nicht zulässig.</p>		
Einsatzbeschränkung Mist aus der Geflügelhaltung	<p>Einzelgaben sind auf 10 t ha<sup>-1</sup> beschränkt.</p> <p>Ausbringzeitpunkte und Einschränkungen wie bei flüssigen Hof- und Recyclingdüngern.</p> <p>Mistlager auf unbefestigten Flächen sind verboten.</p>	1.1.1 1.1.2	V
Einsatzbeschränkung übrige feste Hof- und Recyclingdünger	<p>Einzelgaben bei festen Hofdüngern (ohne Mist aus der Geflügelhaltung) sind auf 25 t ha<sup>-1</sup> beschränkt; Einzelgaben von festen Recyclingdüngern richten sich nach den Empfehlungen vom Landwirtschaftsamt Aargau.</p> <p>Kein Einsatz auf unbewachsenen, brachen Flächen sowie abgefrorenen Zwischenkulturen ausser unmittelbar vor der Bodenbearbeitung für die folgende Kultur.</p> <p>Mist- und Kompostlager auf unbefestigten Flächen sind verboten.</p>	1.1.1 1.1.2	V
<b>Fruchtfolge</b>			
Umbruch von Grasland	<p>Umbruch* von Dauerwiesen und Weiden verboten; Ausnahme: Auf Antrag bei der Nitratarbeitsgruppe möglich, wenn im Vorjahr eine ebenbürtige, mindestens so grosse Ersatzfläche einer Dauerwiese oder Weide geschaffen wird.</p> <p>Vom 1. Aug. bis 15. Feb. ist jegliche Bodenbearbeitung verboten.</p> <p>Umbruch* von Kunstwiesen vom 1. Aug. bis 15. Feb. verboten.</p> <p>Wiesenerneuerung nach Schäden: bewilligungspflichtig</p> <p><i>*umfasst jegliche Art der Bodenbearbeitung</i></p>	2.1.2 3.1.4 (2.1.1)	V

Anbaubeschränkung von Kulturen mit hohem Nitratauswaschungspotenzial	<p>Anbau von Kartoffeln, Soja, Spinat, einjährige Freilandgemüse, Ölkürbisse und einjährige Beeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im ZU verboten</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen, wenn nach der Ernte innert nützlicher Frist die Ansaat einer Zwischen- oder Hauptkultur folgt.</li> </ul> <p>Anbau von Ackerbohnen, Eiweisserbsen, Lupinen und Freiland-Konservengemüse (ausser Spinat):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im ZU nur erlaubt, wenn die folgende Haupt- oder Zwischenkultur bis zum 31. Aug. angesät ist und bis 15. Feb. bestehen bleibt; der Einsatz von N-haltigen Düngern ist dabei nicht zulässig.</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen, wenn nach der Ernte innert nützlicher Frist die Ansaat einer Zwischen- oder Hauptkultur folgt.</li> </ul>	2.4.1 3.2.1	V
Anbaubeschränkungen von Dauerkulturen	<p>Obstanlagen und Reben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im ZU und im Nitratperimeter zugelassen</li> </ul> <p>Mehrjährige Beeren, Christbäume, Baumschulen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im ZU bewilligungspflichtig</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen</li> </ul> <p>Rhabarber und Spargel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im ZU verboten</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen</li> </ul>	2.4.1	V
Kulturen in ganzjährig geschütztem Anbau	<p>Im ZU bewilligungspflichtig</p> <p>Im Nitratperimeter zugelassen</p>		V
Bracheperioden	<p>Im ZU: Der Boden muss vom 15. Nov. bis 15. Feb. angesät oder bewachsen sein. (Ausnahmen: unbearbeitete Parzellen mit Maisstrohbedeckung gelten nicht als Brache; bei Ernte der Hauptkultur nach dem 15. Nov. muss nicht mehr angesät werden)</p> <p>Im Nitratperimeter: Bracheperioden möglichst kurz halten.</p>	2.2.1 3.2.1	V
<b>Tierhaltung</b>			
Freilandhaltung von Schweinen, Geflügel und ganzjährige Freilandhaltung von anderen Tieren	<p>Im ZU verboten</p> <p>Im Nitratperimeter zugelassen; bei Freilandschweinen muss nach jedem Umtrieb innert nützlicher Frist die Ansaat einer Zwischen- oder Hauptkultur folgen.</p>	4.3.1	V

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Tabelle 16: Freiwillige Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil gemäss Trinkwasservertrag (TWV, Massnahme 1), Stilllegungsvertrag (Massnahme 2) und verlängerte Nutzungsdauer von Kunstwiesen (Massnahme 3)

Freiwillige Massnahmen im Nitratprojekt Wohlenschwil	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Keine N-Düngung zur Getreidesaat (TWV)	Die mineralische Stickstoffdüngung zur Getreidesaat im Herbst (inkl. Grünschnitttrogen) ist nicht zulässig.	1.1.1	S
Verschärfung Einsatzbeschränkung übrige feste Hof- und Recyclingdünger (TWV)	Der Einsatz von festen Hof- und Recyclingdüngern erfolgt während der Vegetationsruhe vom 1. November bis am 15. Februar nur auf bewachsenen Flächen.	1.1.1	S
<b>Fruchtfolge</b>			
Anbaubeschränkung von «Problemkulturen» (TWV)	<p>Anbau von Kartoffeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Z<sub>U</sub> verboten</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen; nach der Kartoffelernte muss zwingend eine winterharte Zwischenkultur oder eine Winterkultur angesät werden. Bracheperioden werden nicht geduldet. Die Saaten haben unmittelbar und pfluglos zu erfolgen.</li> </ul> <p>Anbau von Konserven- und Verarbeitungsgemüse (ausser Spinat):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Z<sub>U</sub> verboten</li> <li>• im Nitratperimeter zugelassen</li> </ul> <p>Anbau von Beeren, Blumen, Hopfen, Tabak.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• im Z<sub>U</sub> verboten</li> </ul> <p>im Nitratperimeter zugelassen</p>	2.4.1 2.2.1	S
Stilllegung von Ackerflächen (Massnahme 2)	<p>Stilllegung von Ackerflächen und Überführung in Dauergrasland (gilt innerhalb Z<sub>U</sub> und auf Parzellen im Nitratperimeter, die direkt an den Z<sub>U</sub> anstossen) (2021 – 2027)</p> <p>Es gelten die Bewirtschaftungsauflagen für extensive Wiesen gemäss DZV.</p> <p>Auszahlung nur für Flächen, die geeignete, längerdauernde Ansaatmischungen (400er Mischungen für die extensive Nutzung mit Wiesenblumenzusatz).</p> <p>Nur Frühjahrsansaaten zwischen Mitte April und Ende Mai sind zulässig und erfolgsversprechend.</p>	2.1.3 2.1.4	G
Verlängerte Nutzung von Kunstwiesen (Massnahme 3)	Verlängerung Nutzungsdauer Kunstwiesen auf sechs Jahr mit Überführung in	2.1.3 2.1.5	G

	<p>Dauergrasland innerhalb des Z<sub>U</sub> (2021 – 2027).</p> <p>Keine Bodenbearbeitung, keine Nutzung als offenes Ackerland.</p> <p>Nach Ablauf der Vereinbarungsdauer ist nur Sommergetreide ab 2027 erlaubt (oder Wintergetreide im Direktsaatverfahren).</p> <p>Auszahlung nur für Flächen, die geeignete, längerdauernde und somit mehrjährige Ansaatmischungen (400er Mischungen, die sich für eine intensive Nutzung eignen) aufweisen.</p> <p>Nur Frühjahrsansaaten zwischen Mitte April und Ende Mai sind zulässig und erfolgsversprechend.</p>		
Verbot von Zweitkulturen nach einer Hauptkultur (TWV)	Der Anbau einer Zweitkultur (z.B. Gemüse, inklusive Konserven- und Verarbeitungsgemüse) nach der Ernte der Hauptkultur ist nicht zulässig		S
Umbruchsverbot von Naturwiesen (TWV)	Umbruch von Naturwiesen verboten (Z <sub>U</sub> und Nitratperimeter).	2.1.2	S
<b>Bodenbearbeitung</b>			
Beschränkung von Bodenbearbeitung bei Zwischenkulturen (TWV)	Keine Bodenbearbeitung auf Parzellen mit Zwischenkulturen (Gründungen und Zwischenfutter) in der Periode vom 1. August bis am 15. Februar.	3.1.4 2.2.1	S
Direktsaat von Wintergetreide nach Raps (TWV)	Für Wintergetreide (inkl. Grünschnittroggen) mit Vorkultur Raps ist nur das Direktsaatverfahren ohne Stoppelbearbeitung zulässig.	3.1.2	S
<b>Tierhaltung</b>			
Auflagen nach Freilandschweinehaltung (TWV)	Nach einer Nutzung durch Freilandschweine muss im Herbst zwingend eine winterharte Zwischenkultur oder eine Winterkultur angesät werden. Keine Bracheperioden; Aussaat unmittelbar und pfluglos.		S

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Grundsätzlich fördert der Kanton Aargau Verfahren der reduzierten Bodenbearbeitung (Strip-Till, Direktsaat, Mais-Streifenfrässaat) in Nitratprojekten zusätzlich zu den REB des Bundes<sup>25</sup>. Gemäss Angaben von C. Ziltener kommen diese Verfahren jedoch nur

<sup>25</sup> Kanton Aargau. Landwirtschaftlicher Bodenschutz.

<https://www.ag.ch/de/verwaltung/dfr/landwirtschaft/ressourcenschutz/landwirtschaftlicher-bodenschutz>  
(aufgerufen am 30.08.2022)

vereinzelt im Nitratprojekt Wohlenschwil zum Einsatz und sind kein fester Bestandteil der Vereinbarungen im Rahmen des TWV.

### **Sanktionierung / Belohnung**

Die freiwilligen Massnahmen (Tabelle 16) werden wie folgt entschädigt:

Massnahme 1: Trinkwasservertrag: Fr. 300.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>

Massnahme 2: Stilllegung: Fr. 2`500.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>

Massnahme 3: Verlängerte Nutzungsdauer von Kunstwiesen: Fr. 1`500.- ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>

Bei Verstössen können die Ausgleichszahlungen einbehalten oder zurückgefordert, Direktzahlungen gekürzt oder Bussen verhängt werden (§39 EG Umweltrecht).

Erfüllt der Betrieb den ÖLN mit Sanktionen, die Kürzungen der Direktzahlungen zur Folge haben, wird bei der Summe der Abgeltungen aufgrund des TWV ebenfalls eine verhältnismässige Kürzung vorgenommen.

### **Umsetzung und Vollzug**

Der Gemeinderat der betroffenen Gemeinden setzt eine Nitratarbeitsgruppe ein, um die Kontrolle zu gewährleisten und die einheitliche Umsetzung sicherzustellen. Die Nitratarbeitsgruppe besteht hierbei aus 2 Mitgliedern des Gemeinderats, 3 Bewirtschafter:innen, die vom Nitratprojekt betroffen sind, sowie 2 Mitgliedern der kantonalen Fachstellen (Landwirtschaft Aargau und Amt für Umwelt).

Alle 9 direktzahlungsberechtigten Betriebe beteiligen sich am Projekt: auf 86 % der LN gilt der Trinkwasservertrag, 35 % der LN wurde stillgelegt (extensive Wiese), 16 % der LN werden als verlängerte Kunstwiese genutzt.

### **3.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser**

Nach Höchstwerten von über 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> in den 1990er Jahren konnten die Nitratgehalte im Rahmen des Pilotprojekts (1997 – 2002) stark gesenkt werden (Abbildung 22). Seit 2010 liegen die Nitratwerte durchweg unter dem Qualitätsziel von 25 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>.

Gemeinde Wohlenschwil / AG  
Ganglinie des Nitratgehaltes in der Grundwasserfassung Froberg 1987 - 2022

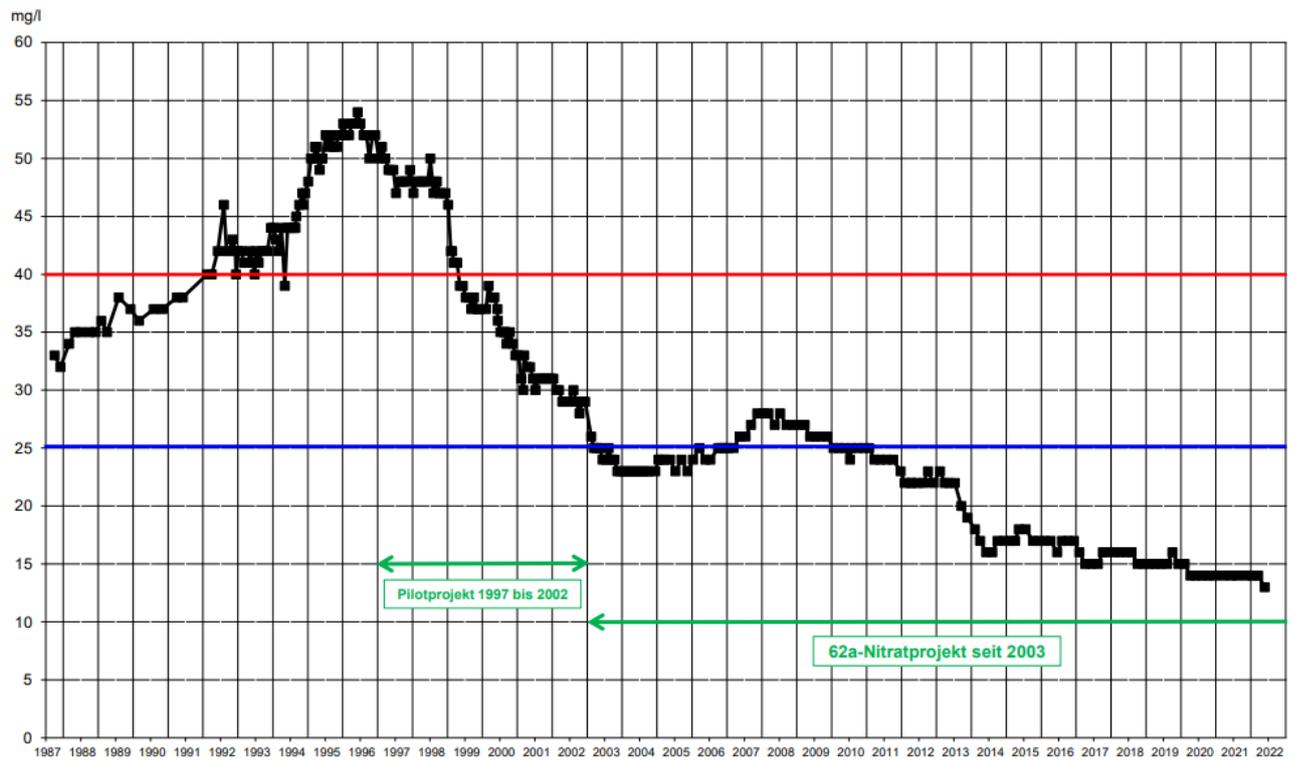


Abbildung 22: Nitratganglinie in der Fassung Froberg (1987 – 2022)

## II. Übersicht über Regelungen in Deutschland, die zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat beitragen

In Deutschland gibt es auf unterschiedlichen Ebenen Regelungen zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat (Abbildung 23). Für alle EU-Staaten gelten die Regeln der gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP)<sup>26</sup>. Sie definiert Regeln für die Landwirtschaft und ist einer der am stärksten gemeinsam abgestimmten und der finanziell am besten ausgestattete Politikbereiche der EU. Sie besteht aus zwei Säulen. Die erste Säule sind die flächendeckenden Direktzahlungen (Cross-Compliance), diese ergeben sich aus den sogenannten Grundanforderungen an die Betriebsführung und den Standards zum Erhalt landwirtschaftlicher Nutzfläche in gutem landwirtschaftlichem und ökologischem Zustand. Darunter fallen auch die sog. «Greeningprämien». Diese sind an die Basisprämie gekoppelt und umfassen folgende drei Massnahmen (die auch dem Schutz des Grundwassers vor Nitrat dienen): 1. Anbaudiversifizierung, 2. Erhalt von Dauergrasland, 3. Ausweisung einer Flächennutzung im Umweltinteresse (Ökologische Vorrangfläche auf mindestens 5 % der Ackerfläche). Die zweite Säule der GAP umfasst vielfältige, dem Umwelt- und Klimaschutz dienende Agrarmassnahmen. Dabei sind die Planung und Umsetzung konkreter Programme auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene, so z.B. das Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) in Baden-Württemberg.

Zum Schutz des Grund- und Oberflächenwassers gibt es auf EU-Ebene die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Die rechtliche Umsetzung bzw. die Verantwortlichkeit für die Zielerreichung der WRRL erfolgt auf Bundes- bzw. Länderebene (z.B. in Baden-Württemberg durch die jeweilige Flussgebietsbehörde). Ziel der WRRL ist es u.a. den guten chemischen und mengenmässigen Zustand des Grundwassers herzustellen. Dabei wird einerseits der Zustand bewertet und andererseits Bewirtschaftungspläne und Massnahmenprogramme erstellt. Die EU-Nitrat-Richtlinie stellt dabei ein wichtiges Instrument zur Erreichung des in der WRRL festgelegten Ziels eines guten chemischen und ökologischen Zustands aller Wasserkörper spätestens bis zum Jahr 2027 dar. Die Nitrat-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten zur Durchführung mehrerer Massnahmen: Überwachung sämtlicher Arten von Wasserkörpern, Ermittlung verunreinigter oder von Verunreinigung bedrohter Gewässer, Ausweisung von nitratgefährdeten Gebieten (sog. «Rote Gebiete») sowie die Festlegung von Regeln für gute fachliche Praxis und von nationalen Aktionsprogrammen<sup>27</sup>.

Im Massnahmenprogramm von Baden-Württemberg setzen sich die Regelungen für diffuse Quellen (Landwirtschaft) aus den verpflichtend durchzuführenden Massnahmen in Wasserschutzgebieten aus der der DüV (deutsche Düngeverordnung), der Schutz- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) und den freiwillig angebotenen FAKT-Massnahmen (Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl) zusammen<sup>28</sup>.

Die deutsche Düngeverordnung (DüV) gilt flächendeckend in Deutschland und regelt die ordnungsgemässe Düngung (Düngung nach «guter fachlicher Praxis») und ist

---

<sup>26</sup> [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance\\_de](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_de) (aufgerufen am 09.08.2022)

<sup>27</sup> Die Nitrat-Richtlinie der EU (Stand Januar 2010): <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/de.pdf> (aufgerufen am 19.9.2022)

<sup>28</sup> Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Massnahmenprogramm zum Bewirtschaftungsplan Aktualisierung 2021 (für den baden-württembergischen Anteil der Flussgebietseinheit Rhein (Stand Dezember 2021)

verpflichtend<sup>29</sup>. Die wichtigsten Massnahmen zum Schutz des Grundwassers vor Nitrat nach DüV sind in

Tabelle 17 zusammengefasst.

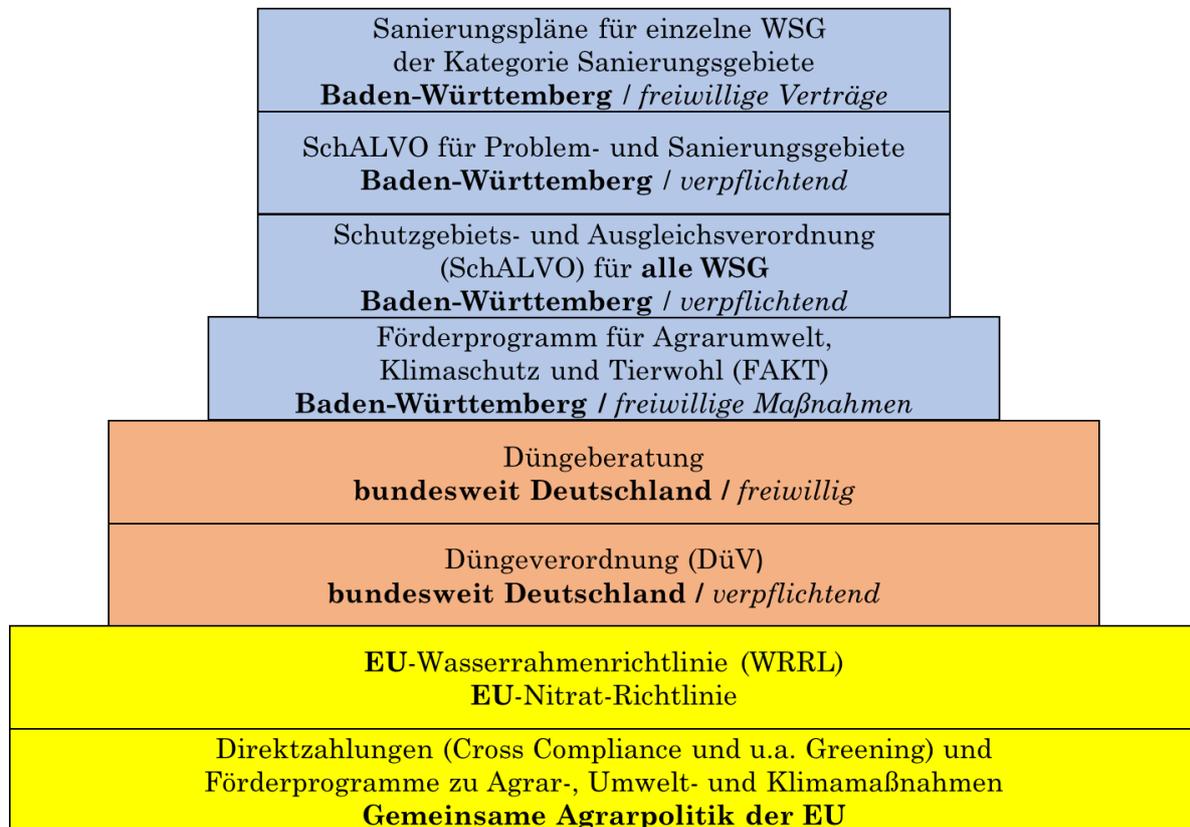


Abbildung 23: Übersicht wasserschutzrelevante Massnahmen auf verschiedenen politischen Ebenen zum Schutz des Grundwassers in Wasserschutzgebieten vor Nitrat am Beispiel Baden-Württembergs.

Tabelle 17: Massnahmen zum Schutz des Grundwassers nach deutscher DüV

Massnahmen zum Schutz des Grundwassers gemäss deutscher DüV	Bedingung	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Bundesweit flächendeckend</b>			
Einhaltung der ordnungsgemässen Landwirtschaft (ogL)	Sie bildet den fachlichen Handlungsrahmen für eine nachhaltige Landwirtschaft, insbesondere dann, wenn keine rechtlichen Vorgaben definiert sind. Sie ist wichtig, um die Höhe von Ausgleichszahlungen in Fällen festzulegen, in denen die Bewirtschaftung zum Beispiel aus Gründen des Natur- und Umweltschutzes eingeschränkt wurde. Der Begriff „Ordnungsgemässe Landwirtschaft“ wird bedeutungsgleich		V

<sup>29</sup> Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV), Stand 2021

	zum Begriff „Gute fachliche Praxis“ benutzt.		
Lagerkapazitäten Hofdünger	Aufgrund der Sperrzeiten ergibt sich ein erhöhter Bedarf an Lagerkapazitäten. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mind. 6 Monate Lagerkapazität für flüssige Hofdünger oder Gärreste</li> <li>• Betriebe mit mehr als 3 GVE ha<sup>-1</sup>, die über keine eigenen Ausbringungsflächen verfügen, müssen eine Lagerkapazität für flüssige Hofdünger oder Gärreste von mind. 9 Monaten aufweisen.</li> <li>• Für Festmist ist eine Lagerkapazität von mind. 2 Monaten vorgeschrieben.</li> </ul>	1.3.12	V
Ausbringung Dünger	Außerhalb der Sperrfristen darf auf gefrorenen Böden (Acker- und Grasland) generell nicht mehr gedüngt werden.		V
Aufzeichnung Düngemassnahmen	Spätestens 2 Tage nach Aufbringung	1.1.5	V
Sperrfristen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ackerland: nach der Ernte der letzten Hauptfrucht bis einschließlich 31.1. Ausnahmen, wenn Düngebedarf gegeben ist: Zwischenfrucht und Winterraps, Wintergerste, Gemüse-, Erdbeer-, und Beerenobstkulturen</li> <li>• Grasland und mehrjähriger Feldfutterbau: 1.11. bis 31.1. zusätzlich gilt ab dem 1.9. bis zur Sperrfristbeginn dürfen max. 80 kg N ha<sup>-1</sup> ausgebracht werden</li> <li>• Festmist von Huf- oder Klautieren und Kompost auf Acker- und Grasland vom 1.12. bis 15.1.</li> </ul>	1.1.1	V
Begrenzung flüssige organische Düngemittel	Auf Dauergrasland und mehrjährigem Feldfutter auf 80 kg N ha <sup>-1</sup> vom 1.9. bis Beginn der Sperrfrist	1.1.2	V
Obergrenze Einsatz organischer Dünger	Im Betriebsdurchschnitt dürfen nicht mehr als 170 kg Nges ha <sup>-1</sup> aus organischen und organisch-mineralischen Düngern ausgebracht werden	1.1.12 (Betriebsebene)	V
<b>Zusätzliche Massnahmen bundesweit «Rote Gebiete»</b>			
Verminderung des ermittelten Stickstoffbedarfs um 20 %	Bezogen auf den Durchschnitt der Betriebsflächen in den ausgewiesenen roten Gebieten: Hierbei ist für jeden Schlag der N-Düngebedarf der angebauten Kulturen zu ermitteln, zu einer Gesamtsumme zu addieren und um 20 % zu reduzieren. Dieser ist in Summe aller im ausgewiesenen Gebiet angebauten Früchte einzuhalten	1.1.11	V
Erweiterung der Sperrfristen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Von 1.10. – 31.1.= um 4 Wochen auf Grasland und Ackerland mit mehrjährigen Feldfutterbau verlängert</li> </ul>	1.1.1	V

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Von 1.11. – 31.1.= um 6 Wochen für das Aufbringen von Festmist von Huf- und Klautentieren sowie Kompost verlängert</li> </ul>		
Verbot Ausbringung von Düngern mit wesentlichen N-Gehalten (> 1,5 % Nges)	Zu Wintergerste, Zwischenfrüchten ohne Futternutzung und Winterraps im Herbst	1.1.14	V
Beschränkung N-Menge	Über flüssige organische und organisch-mineralische, einschließlich flüssige Hofdünger auf Grasland und Ackerland mit mehrjährigem Feldfutterbau auf 60 kg N ha <sup>-1</sup> innerhalb des Zeitraums 1.9 – 20.9.	1.1.2	V
Zwischenfruchtanbaugesamt	Sofern die nachfolgende Sommerung ab dem 1.2. gedüngt werden soll. Gilt nicht, wenn die Ernte (z.B. Mais) nach dem 1.10. erfolgt oder beim nachfolgenden Anbau von Winterungen.	2.2.1	V
<b>Zusätzliche Massnahmen in «Roten Gebieten» z.B. Baden-Württemberg nach VODüVGebiete</b>			
Untersuchung Hofdünger und Gärrückstände	Einmal jährlich, vor der Ausbringung müssen Gehalte an Gesamt-N, Nverf oder Ammonium-N untersucht werden. Dies betrifft nur Hofdünger tierischer Herkunft aus tierhaltenden Betrieben mit einem N-Anfall von mehr als 500 kg N Jahr <sup>-1</sup>	1.3.4	V
Untersuchung repräsentativer Bodenproben auf verfügbaren Stickstoff	Vor dem Aufbringen wesentlicher Nährstoffmengen an Stickstoff (50 kg Nges ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> ) sind die Gehalte an verfügbarem Stickstoff auf jedem Schlag oder jeder Bewirtschaftungseinheit durch die Untersuchung repräsentativer Proben zu ermitteln. Dies ist mindestens einmal jährlich für den Zeitpunkt der Düngung durchzuführen und zur Hauptkultur im Hauptanbaujahr und zu Zweitkulturen erforderlich.	1.1.6	V

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

## Spezielle, weiterführende Regelungen der Bundesländer; Beispiel Baden-Württemberg

Im Bundesland Baden-Württemberg werden verschiedene Lösungsansätze zur Reduzierung der Nitratauswaschung verfolgt:

- Information (Merkblätter, Fachartikel, Vorträge)
- Freiwillige Massnahmen (FAKT, Sanierungspläne in einzelnen Wasserschutzgebieten (WSG))
- Obligatorische Massnahmen (DüV, Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (**SchALVO**))
- Betriebsberatung (WSG, gefährdete Grundwasserkörper (gGWK))

Das FAKT-Programm gilt flächendeckend. Dieses Programm ist freiwillig, wobei sich der Antragsteller bei vielen Massnahmen für 5 Jahre verpflichtet. Das Programm fördert den Klimaschutz, Tierschutz, Umweltschutz und den Erhalt der Kulturlandschaft. Ein Ausgleich kann nur für erbrachte Umweltleistungen gezahlt werden, welche die Grundanforderungen an Düngung oder Pflanzenschutz sowie die Cross Compliance und die Greening-Auflagen übersteigen. Dazu gehören Massnahmen wie Begrünung, 5-gliedrige Fruchtfolge und extensive Graslandnutzung.

Die SchALVO wurde 1988 eingeführt und gilt für alle Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg. Die Massnahmen der SchALVO sind verpflichtend und werden durch eine Pauschale abgegolten. Die Massnahmen differenzieren je nach Einstufung der Wasserschutzgebiete in «Normal-, Problem- oder Sanierungsgebiet». In Sanierungsgebieten werden zusätzlich Sanierungspläne erstellt in denen sich die Landwirte freiwillig vertraglich verpflichten, über die allgemeinen Massnahmen der SchALVO weitere Massnahmen zum Schutz des Grundwassers zu ergreifen.

## 1. Vergleichsgebiete Deutschland: SchALVO Baden-Württemberg: allgemeine Regelungen

Die Zuständigkeit für die Ausweisung und Regelung von Wasserschutzgebieten ist in der Bundesrepublik Deutschland Ländersache. Eine der am weitesten entwickelten Regelungen ist die SchALVO. Sie wurde 1988 als übergreifendes Instrument zum Schutz aller Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg eingeführt. In der Fassung von 2001 mit leichten Anpassungen bis 2013 hat sie weiterhin ihre Gültigkeit.

Nach deutschem Recht ist nach WSG-Schutzzonenklassen zu unterscheiden:

- WSG Zonen I, II: Engeres Schutzgebiet um die Fassungen, Landwirtschaft verboten oder rein extensiv.
- WSG Zone III A, B: Näheres (A) und weiteres (B) Einzugsgebiet der Brunnen. Es werden regelmässig Auflagen für die Landwirtschaft gemacht.

Die im Weiteren vorgestellten Massnahmen und Programme sind für WSG-Zone III A, B vorgesehen. In den näheren Zonen I, II, die nur eine kleine Fläche des WSG (meist < 1 %) bedecken, gelten deutlich strengere Auflagen, häufig auch Nutzungsverbote für die Landwirtschaft.

In Abhängigkeit von der Nitratkonzentration im Grundwasser werden die Wasserschutzgebiete in drei Nitratklassen (Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete) eingeteilt (Tabelle 18). Die landwirtschaftlich genutzten Böden in Wasserschutzgebieten werden in auswaschungsgefährdete „A-Böden“ und weniger auswaschungsgefährdete „B-Böden“ eingeteilt.

Für **alle** Wasserschutzgebiete (Normal-, Problem- und Sanierungsgebiete) gelten folgende Regelungen in den WSG Zonen II, III und weitere Schutzzone:

- Kein Umbruch von Dauergrasland
- Einhaltung ordnungsgemäßer Landwirtschaft

Für **Problem- und Sanierungsgebiete** gelten zusätzliche Vorgaben (Tabelle 19). Dort wird v.a. die Stickstoffdüngung im Herbst und im Frühjahr hinsichtlich Menge, Gabenteilung und Ausbringzeitpunkt eingeschränkt und zur Ermittlung des N-Düngebedarfs ist eine Bodenprobe zu ziehen. Zusätzlich gilt ein Begrünungsgebot.

*Tabelle 18: Einteilung der WSG nach Nitratbelastung nach SchALVO*

Einteilung nach Nitratbelastung	Nitratkonzentration mg L <sup>-1</sup> im Rohwasser im Mittel von 2 Jahren	Trend: Anstieg in mg L <sup>-1</sup> Rohwasser im Mittel von 5 Jahren	Hier gilt
Normalgebiet	Unter 25	Unter 0,5	Massnahmen aus Tabelle 17 verpflichtend
Normalgebiet	Unter 25	Über 0,5	Massnahmen aus Tabelle 17 verpflichtend
Normalgebiet	25 - 35	Unter 0,5	Massnahmen aus Tabelle 17 verpflichtend
Problemgebiet	25 - 35	Über 0,5	Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend
Problemgebiet	35 - 40	Unter 0,5	Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend
Problemgebiet	35 - 40	Über 0,5	Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend
Problemgebiet	40 - 50	Unter 0,5	Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend
Sanierungsgebiet	40 – 50	Über 0,5	Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend Sanierungsplan freiwillig
Sanierungsgebiet	Über 50		Massnahmen aus Tabelle 19 verpflichtend Sanierungsplan freiwillig

### 1.1. Massnahmen und Umsetzung

In den Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs mit **erhöhter und hoher Nitratbelastung (Problem- und Sanierungsgebiete)** sind gemäss SchALVO **umfangreiche zusätzliche Auflagen einzuhalten**. Sie betreffen im Wesentlichen folgende Bereiche gemäss Tabelle 19:

Tabelle 19: Massnahmen nach SchALVO in Problem- und Sanierungsgebieten<sup>30</sup>

Massnahmen gemäss SchALVO für Problem- und Sanierungsgebiete	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Hofdüngeranalysen zur Bemessung der Stickstoffdüngung erforderlich	Für alle Betriebe mit flüssigen Hofdünger gilt: Mindestens regelmässiger Schnelltest auf NH <sub>4</sub> -N: 1x pro Jahr bei ganzjährig einheitlicher Fütterung, sonst 2x pro Jahr (im Frühjahr und Herbst).  Für Betriebe mit mehr als 10 GVE gilt zusätzlich: Exakte analytische Bestimmung der Gehalte an Gesamt-N (Nges), Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N) und Trockenmasse alle 3 Jahre durch zugelassene Labors.	1.3.6 1.3.4	V
N-Düngung nach der Ernte zu Wintergetreide und Winterraps	<b>Keine Ausbringung:</b> • Sekundärrohstoffdünger in Sanierungsgebieten	1.1.1 1.1.2	V

<sup>30</sup> Merkblätter für die umweltgerechte Landwirtschaft, Nr. 20 (4. Auflage), Wasserschutz SchALVO (2008), LTZ Augustenberg

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Dünger auf Anmoor- und Moorböden</li> <li>Festmist nach Kartoffeln oder N-reichen Ernteresten der Vorfrucht</li> </ul> <p><b>Mineraldünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg N ha<sup>-1</sup></li> <li>W-Raps, W-Gerste nach Bedarf (nach DüV);</li> <li>Nach Kartoffeln keine Ausbringung bei A-Böden;</li> <li>Winterweizen, -roggen, Triticale, Dinkel: keine Ausbringung.</li> </ul> <p><b>Flüssiger Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg NH<sub>4</sub>-N ha<sup>-1</sup> bzw. 80 kg Nges ha<sup>-1</sup></li> <li>W-Raps: bis 15.9.;</li> <li>W-Gerste: bis Saat;</li> <li>Nach Kartoffeln: keine Ausbringung;</li> <li>Nach W-Weizen, W-Roggen, Triticale, Dinkel: keine Ausbringung,</li> </ul> <p><b>Fester Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg Nverf ha<sup>-1</sup> bzw. 160 kg Nges ha<sup>-1</sup></li> <li>W-Raps, W-Gerste: zur Saat;</li> <li>Nach Kartoffeln: keine Ausbringung;</li> <li>W-Weizen, W-Roggen, Triticale, Dinkel: In Problemgebieten: ab dem 1.12., in Sanierungsgebieten: ab dem 1.2.</li> </ul>	8.1.3 1.1.14	
Stickstoffdüngung im Herbst zu Feldfutter und auf Grasland	<p><b>Keine Ausbringung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Von Sekundärrohstoffen im Sanierungsgebiet</li> <li>Von organischen Düngern auf Anmoor- und Moor nach der letzten Ernte</li> <li>Von Festmist im Herbst bei Feldgras und sonstigem Feldfutter zur letzten Schnittnutzung ohne Nutzung im Folgejahr</li> </ul> <p><b>Mineraldünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg N ha<sup>-1</sup></li> <li>Feldgras, Feldfutter: zur Getreidestrohrotte</li> <li>Dauergrasland: Bei Bedarf</li> </ul> <p><b>Flüssiger Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg NH<sub>4</sub>-N ha<sup>-1</sup> bzw. 80 kg Nges ha<sup>-1</sup></li> <li>Feldgras, Feldfutter: bis 15.9. sofern keine N-Gabe zur Strohrotte erfolgte;</li> <li>Dauergrasland: bis 30.10.</li> </ul> <p><b>Fester Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Max. 40 kg Nverf ha<sup>-1</sup> bzw. 160 kg Nges ha<sup>-1</sup>; Feldgras, Feldfutter: zur Getreidestrohrotte oder Saat;</li> <li>Dauergrasland: ab dem 1.12.</li> </ul>	1.1.1 1.1.14 1.1.2	V
Begrünung und Strohrotte	Konnte die Fläche nicht begrünt werden, darf in Problem- und Sanierungsgebieten nach der Ernte weder mineralisch noch organisch gedüngt werden.	1.1.1	V
<b>Düngen nach der Nmin-Messmethode</b> im Frühjahr	Bei einigen Kulturen ist auf Schlägen über 10 a die N-Düngung nach Nmin vorgeschrieben. Dies bedeutet eine repräsentative Bodenprobenahme möglichst nahe zum Düngetermin, den Abzug des N-Vorrats bei der	1.1.6	V

	<p>Düngeberechnung, sowie die Düngung spätestens 2 Wochen nach dem Vorliegen des Messergebnisses (sonst ist eine erneute Probenahme nötig). Die Düngung nach Nmin gilt für folgende Kulturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu Mais, Kartoffeln, Tabak, Hopfen</li> <li>• nach Kartoffeln, Vorfrüchten mit N-reichen Ernteresten (Leguminosen, Tabak, Gemüse, Rüben, Winterraps)</li> <li>• mehr als zweijährigem Kunstwiese</li> <li>• mehrjähriger Stilllegung</li> <li>• Anmoor und Moor</li> <li>• Flächen mit mehrjähriger organischer Düngung und über 1.4 GVE ha<sup>-1</sup> LN</li> </ul> <p>Nach der SchALVO müssen dabei für mindestens 50 % der jeweiligen Schläge Messergebnisse vorliegen.</p>		
Aufteilung der N-Gabe	<p>Auf A-Böden beträgt die maximale Höhe der Einzelgabe 50 kg N ha<sup>-1</sup>. Werden langsam wirkende Dünger verwendet kann die Einzelgabe bis zu 80 kg N ha<sup>-1</sup> betragen</p> <p>Auf anderen Böden beträgt die maximale Einzelgabe 80 kg ha<sup>-1</sup>. Werden langsam wirkende Dünger verwendet (z.B. Entec, Piamon), kann die Einzelgabe bis zu 100 kg N ha<sup>-1</sup> betragen</p>	1.1.2 1.1.17	V
N-Düngung im Frühjahr	<p><b>Mineraldünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winterkulturen, Sommerungen, Feldfutter, Dauergrasland und Hackfrüchte ohne Mais: Bei Bedarf</li> </ul> <p><b>Flüssiger Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winterkulturen, Sommerungen, Feldfutter, Dauergrasland und Hackfrüchte ohne Mais: ab dem 1.2.</li> </ul> <p><b>Fester Hofdünger:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winterkulturen, Sommerungen, Feldfutter, Dauergrasland: ab dem 1.2.; Hackfrüchte ohne Mais: ab dem 1.3.</li> </ul>	1.1.1	V
N-Düngung im Frühjahr bei <b>Mais</b>	<p>Mineraldünger: zur Saat oder später Flüssigmist: ab dem 1.3. Festmist: ab dem 1.3.</p> <p>Startgabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineraldünger nur als Reihen- oder Unterfussdüngung mit maximal 40 kg anrechenbaren N ha<sup>-1</sup> aus langsam wirkenden Düngern oder</li> <li>• Gülle mit Nitrifikationshemmstoffen mit max. 60 kg Nverf ha<sup>-1</sup></li> </ul> <p>Nmin-Bodenprobe: frühestens 4 Wochen nach der Saat ab dem 4-Blatt-Stadium (späte Nmin-Messmethode)</p> <p>Zweite N-Gabe ab dem 6-Blatt-Stadium bis zur Höhe des ermittelten Restbedarfs</p>	1.1.14 1.2.1 1.1.6 1.1.15	V

<b>Fruchtfolge</b>			
<b>Begrünungsgebot</b>  Grundsätzlich gilt: Nach Ernte der Hauptfrucht bzw. letzten Kultur ist baldmöglichst eine Begrünung anzusäen, wenn im gleichen Jahr keine Winterung folgt. Ziel ist ein geschlossene Begrünungsbestand mit hoher N-Aufnahme (N-Aufnahmevermögen Begrünungspflanzen > 80 kg N ha <sup>-1</sup> ).	Spätester Termin für die Aussaat: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. September in Höhenlagen über 500 m</li> <li>• 15. September in Höhenlagen unter 500 m</li> </ul> <b>Leguminosen</b> in Gemengen mit über 50 % oder Reinanbau sind nur bei einer Schnittnutzung im Herbst oder bei Einarbeitung im Folgejahr zum Anbau einer Sommerung zulässig.  <b>Ausfallraps</b> gilt nur als Begrünung, wenn bis Ende August ein geschlossener Bestand vorhanden ist. Ansonsten ist eine Begrünung einzusäen.  <b>Ausfallgetreide</b> ist keine Begrünung.	2.2.1  3.2.1	V
<b>Begrünungsgebot</b>  Stickstoffdüngung zur Strohrotte und zur Begrünung	Maximal zulässig: 40 kg ha <sup>-1</sup> Nverf oder 80 kg Nges ha <sup>-1</sup> (160 kg Nges ha <sup>-1</sup> bei Festmist).  Keine Stickstoffdüngung zulässig: Nach Kartoffeln, nach Vorfrüchten mit N-reichen Ernteresten und auf Moor- und Anmoorböden  Abfrierende Begrünung: Auf A-Böden keine Ausbringung erlaubt  Winterharte Begrünung: Düngung zur Saat auf allen Böden erlaubt		V
<b>Begrünungsgebot</b>  Einarbeitung der Begrünungspflanzen	Begrünungspflanzen dürfen im Herbst erst möglichst spät und im Frühjahr erst nahe zur Saat der Folgefrucht eingearbeitet werden, damit der durch Mineralisierung freigesetzte N nicht ausgewaschen wird und weitgehend von der Folgefrucht genutzt wird.	3.1.4	V
Für Kartoffeln, Körnerleguminosen, Mais, mehrjährige Stilllegung, Tabak, Hopfen gelten zusätzliche Bestimmungen zur Begrünung, Einarbeitung der Begrünungspflanzen, Fruchtfolge usw. Weitere Informationen dazu erhält man bei den unteren Landwirtschaftsbehörden der Landratsämter.			
<b>Spezialmassnahmen Gemüsebau</b>			
Die <b>Bewässerung</b> ist pflanzenbedarfsgerecht durchzuführen und so zu bemessen, dass kein Sickerwasser aus dem Hauptwurzelraum austritt. Je Tag dürfen bestimmte Einzelgaben nicht überschritten werden	Maximale Höhe der Einzelgaben pro Tag <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sand (S) und anlehmiger Sand (Sl): Einzelgabe max. 20 mm</li> <li>• Sonstige Standorte ausser Lössboden max. 30 mm</li> <li>• Lössstandorte max. 40 mm</li> </ul> Im Freiland ist im Problemgebiet auf Bewässerungsflächen über 10 a auf mindestens 30 % der Flächen, im Sanierungsgebiet auf allen Bewässerungsflächen, die nutzbare Feldkapazität (Bodenkarten, Kennwerte) und regelmässig die Bodenfeuchte zu bestimmen.	8.2.3	V
<b>Monitoring der Problem- und Sanierungsflächen</b>			
Herbstkontrolle Rest Nmin im Boden	Probenahme nach SchALVO: Die Bodenkontrolle findet von 15. Oktober bis 15. November statt, in begründeten Fällen (durch Witterung oder späte Ernte bedingt) kann sie	1.1.8	V

	ausnahmsweise bis 15. Dezember andauern. Die Bodenkontrolle wird von der LTZ Augustenberg koordiniert. Beprobungsdichte: Normalgebiete: 2.1 %, Problemgebiete: 27 %, Sanierungsgebiete: 36 % (der landwirtschaftlich genutzten Flächen)		
Überwachungswerte nach SchALVO § 7, Abs. 1	Die in Problem- und Sanierungsgebieten einzuhaltenden Überwachungswerte sind nach dem Auswaschungsrisiko und der beprobaren Bodentiefe gestaffelt <ul style="list-style-type: none"> <li>• A-Böden 0-90 cm: 45 kg N ha<sup>-1</sup>; Toleranzwert 0-90 cm: 70 kg N ha<sup>-1</sup><sup>31</sup></li> <li>• B-Böden 0-30 cm: 45 kg N ha<sup>-1</sup>; 30-90 cm: 45 kg N ha<sup>-1</sup>; Toleranzwert 0-90 cm 138 kg N ha<sup>-1</sup></li> <li>• Anmoor, Moor 0-30 cm: 90 kg N ha<sup>-1</sup>; 30-90 cm: 90 kg N ha<sup>-1</sup></li> </ul>		V

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

In den Sanierungsgebieten Baden-Württembergs werden mit den landwirtschaftlichen Beratern zusätzlich Sanierungspläne erstellt und mit den Landwirten vertraglich auf freiwilliger Basis geregelt (siehe Kapitel 2).

### Sanktionierung / Belohnung

Sanktionierung: Verstoss gegen die Schutzbestimmungen der SchALVO (§ 16 SchALVO). Es kann ein Bussgeld von bis zu 100'000 € geben<sup>32</sup>. Welche Schutzbestimmungen konkret gelten, ergeben sich aus der SchALVO und der Wasser- oder Quellschutzgebietsverordnung. Straftat nach §§ 324, 326, 330, 330a StGB (Strafgesetzbuch) ist zu prüfen. In Tabelle 20 sind die Bussgelder zusammengefasst.

Tabelle 20: Ordnungswidrigkeiten nach SchALVO bzw. Bussgelder nach Bussgeldkatalog Umwelt (BW)

Ordnungswidrigkeit	Bussgeld EUR
Zone I (§16 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 4 Abs. 1 SchALVO <sup>33</sup> )	1'500 - 50'000
Zone II (§16 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. § 4 Abs. 2 SchALVO)	500 - 40'000
Stickstoffdüngung, Ausbringungsverbote, Bodenbearbeitungstermine (§16 Abs. 1 Nrn. 2-4 SchALVO)	1'500 - 30'000
Umbruch- und Nutzungsänderungsverbot (§ 16 Abs. 1 Nr. 5 SchALVO)	500 - 30'000
Pflanzenschutzmittel, vollziehbare Anordnung, vollziehbare Auflage (§ 16 Abs. 1 Nrn. 6-8 SchALVO)	500 - 30'000
§ 16 Abs. 2 SchALVO Begrünung, vollziehbare Anordnung, Überwachung, vollziehbare Auflage	500 - 30'000

<sup>31</sup> Grundwasserdatenbank Wasserversorgung Sonderbeitrag zum 26. Jahresbericht: Konkretisierung des SchALVO-Novellierungsbedarfs aus Sicht der Wasserversorger; DVGW-Technologiezentrum Wasser, Abteilung Grundwasser und Boden, 2018

<sup>32</sup> Anlage zur Verwaltungsvorschrift Bußgeld Katalog Umwelt Baden-Württemberg (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, 2018)

<sup>33</sup> Verordnung des Umweltministeriums über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleitungen in Wasser- und Quellschutzgebieten (Schutz- und Ausgleichsverordnung – SchALVO vom 20.02.2001)

Durch die Auflagen bedingten Ertragseinbussen und Mehraufwendungen werden in den Problem- und Sanierungsgebieten pauschal mit 165,- € ha<sup>-1</sup> ausgeglichen, wobei für letztere zusätzlich ein flächenbezogener Sonderausgleich von 15,- € ha<sup>-1</sup> gewährt wird. Anstelle der Pauschale kann auf Nachweis eine höhere Ausgleichsleistung erfolgen (Einzelausgleich).

## 1.2. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser

Seit der Einführung der SchALVO 1988 bzw. der Novellierung 2001 ist in ganz Baden-Württemberg die Nitratkonzentration in den Sanierungs-, Problem- und Normalgebieten gesunken (Abbildung 24).

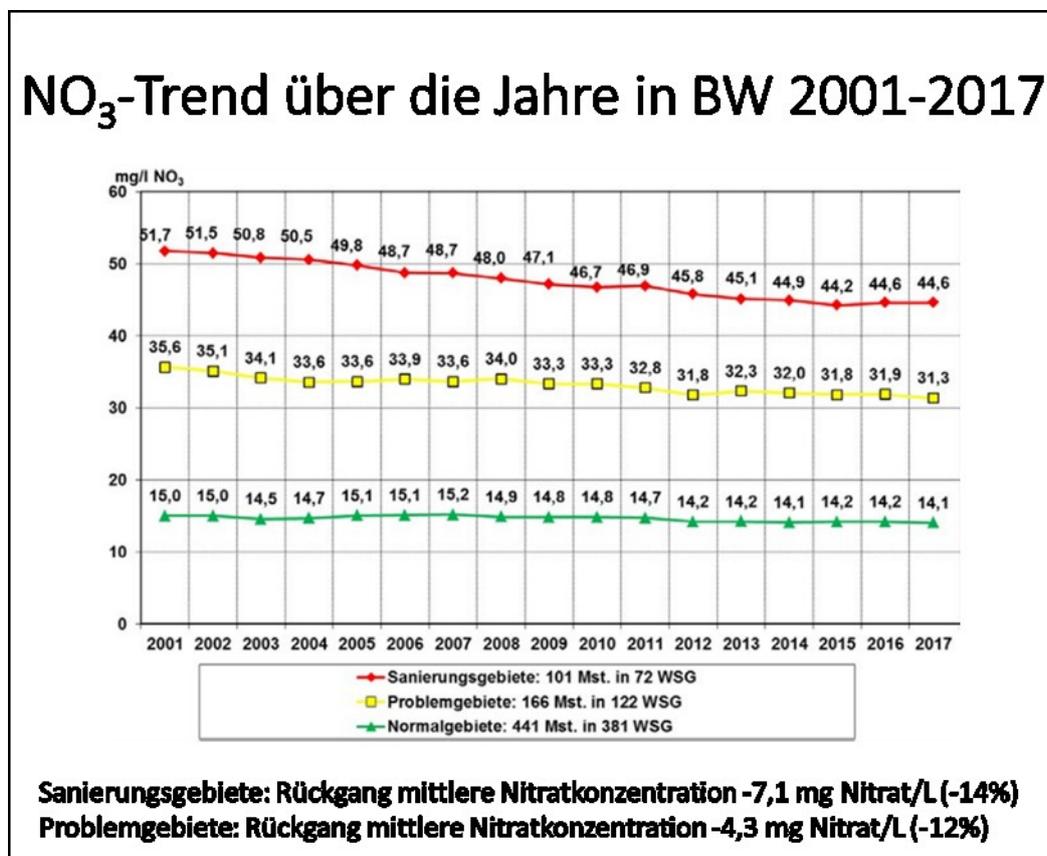


Abbildung 24: Nitratkonzentration in Baden-Württemberg zwischen 2001-2017<sup>34</sup>

## 2. Vergleichsgebiete Deutschland: SchALVO am Beispiel der WSG Grünbachgruppe

### 2.1. Gebietsübersicht und Kontext

Das Wasserschutzgebiet des Zweckverbands Grünbachgruppe liegt im Nordosten Baden-Württembergs, hauptsächlich in der Gemeinde Grossrinderfeld und umfasst Brunnen in Grünsfeldhausen, Ilmspan und Grossrinderfeld.

<sup>34</sup> Nitratbericht Baden-Württemberg Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, 2018

Die Nitratkonzentration in den Brunnen der Grünbachgruppe hat seit Ende der 70er Jahre den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg L<sup>-1</sup> überstiegen. Seit der Einführung der SchALVO 1988 war das Wasserschutzgebiet ein Sanierungsgebiet (Nitratkonzentration höher 50 mg L<sup>-1</sup>). Deshalb gab es seit 1991 Sanierungsarbeiten der Gemeinden Grossrinderfeld, Grünsfeld und Wittighausen. Ziel war es, Sanierungsmassnahmen auszuarbeiten und mit den ansässigen Landwirten zu verwirklichen. Mit der Erweiterung des Wasserschutzgebietes, das die Brunnen von Grünsfeldhausen, Ilmspan und Grossrinderfeld einschliesst, trat im Jahr 2006 ein Sanierungsplan in Kraft.

Seit 2014 wurde das Wasserschutzgebiet als Problemgebiet (Nitratkonzentration über 35 mg L<sup>-1</sup>) heruntergestuft – d.h. die ergriffenen Sanierungsmassnahmen führten zu einer Reduzierung des Nitratgehalts im Grundwasser. Bis 2017 wurden die Massnahmen aus dem Sanierungsplan durchgeführt. Seitdem gelten die Massnahmen für Problemgebiete der SchALVO. Das bedeutet, dass beispielsweise die Sperrfristen für Düngerausbringung kürzer sind. Die CULTAN-Düngung ist aber von den Landwirten, die umgestellt haben, beibehalten worden<sup>35</sup>.

Zeitraumen:

- 1988: Einführung der SchALVO (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung) in Baden-Württemberg: WSG Grünbachgruppe wird als Sanierungsgebiet eingestuft (Nitratkonzentration im Brunnenwasser > 50 mg L<sup>-1</sup>)
- 1991: erste Sanierungsarbeiten im WSG Grünbachgruppe
- 2003-2006: Mehrjährige Versuche zu CULTAN-Düngung im Vergleich zu KAS-Düngung (Gutachterbüro TerrAquat)
- 2005: Sanierungsplan: auf freiwilliger Basis können Landwirte verschiedene grundwasserschonende Massnahmen anwenden und bekommen im Gegenzug Ausgleichszahlungen (CULTAN-Düngung, Minimal-Bodenbearbeitung, Anbau von Winterraps).
- 2014: Rückstufung (gemäss SchALVO) des WSG Grünbachgruppe von Sanierungsgebiet auf Problemgebiet (Nitratkonzentration > 35 mg L<sup>-1</sup>) aufgrund sinkender Nitratkonzentrationen im Grundwasser.
- 2014: Gründung des Zweckverbandes Wasserversorgung Mittlere Tauber und Eingliederung des Zweckverbandes Grünbachgruppe in den Verband
- 2017: Massnahmen gemäss SchALVO Problemgebiet werden im WSG durchgeführt
- 2019: Anschluss an das neu errichtete Wasserwerk in Dittigheim.

## **Hydrogeologie und Bedeutung des Grundwasserleiters für die Trinkwasserversorgung**

Das Wasserschutzgebiet liegt in einer typischen südwestdeutschen Gäulandschaft<sup>36</sup>: Teils gering mächtige Lössen überdecken an nicht allzu stark geneigten Stellen das liegende Unterkeuper- oder Muschelkalkmaterial. Der Obere Muschelkalk und Zwischendolomit im Mittleren Muschelkalk sind über Klüfte und Karstgerinne hydraulisch verbunden. Im Oberen und Mittleren Muschelkalk ist der Karstgrundwasserleiter ausgebildet, der aufgrund seiner Klüftigkeit kein durchgehendes Grundwasserstockwerk bildet. Den Aquitard bilden die teils stark ausgelaugten Salinarschichten des Mittleren Muschelkalks, die an den tiefsten Talflanken zur Ausbildung von Schichtquellen führen. Das neu gebildete Grundwasser aus dem Oberen Muschelkalk fliesst überwiegend

---

<sup>35</sup> Mündliche Mitteilung Wasserschutzgebietsberater Landratsamt Main-Tauber-Kreis

<sup>36</sup> Gäulandschaft: Als Gäu wird hier ein waldarmer Kulturlandschaftstyp bezeichnet, der sich in der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft zwischen dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb herausgebildet hat.

vertikal über Karstgerinne und Klüfte in den Hauptkarstgrundwasserleiter im Mittleren Muschelkalk nach Süden Richtung Grünsfeldhausen ab (Abbildung 25).

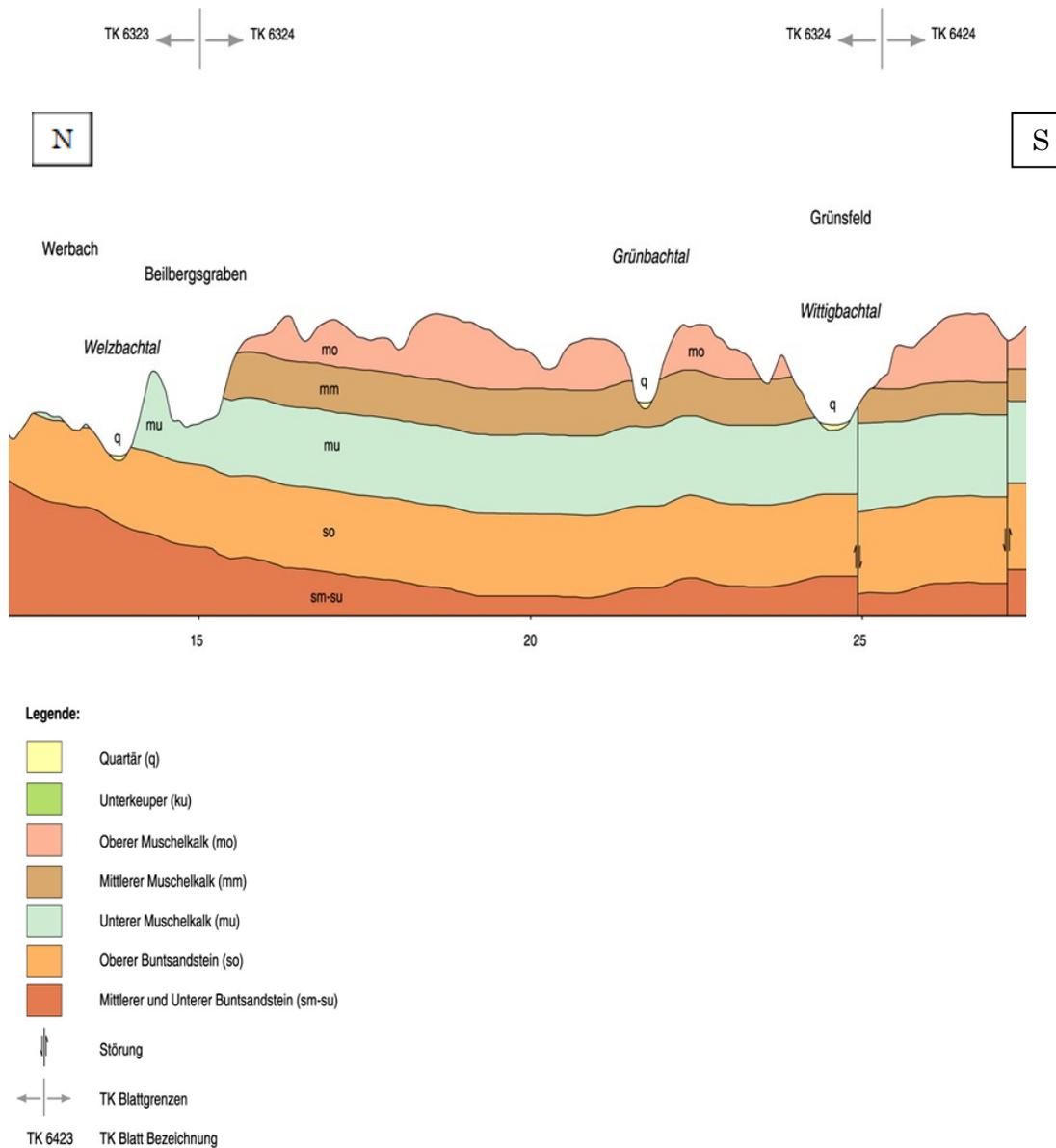


Abbildung 25: Geologischer Schnitt Werbach-Grünsfeld, Baden-Württemberg (verändert LRGB, 2004)

Das Wasserschutzgebiet umfasst die Brunnen «Beunth» und «Ilmspan» (beide in der Gemeinde Grossrinderfeld), sowie die Brunnen II und IV in der Gemeinde Grünsfeld. Der Brunnen «Beunth» ist 100.5 m tief und liegt westlich von Grossrinderfeld im Beunth Graben. Der Brunnen «Ilmspan» ist 102 m tief und befindet sich im Tal des Gerchheimer Grunds. Die Pumpen der beiden Brunnen «Beunth» und «Ilmspan» haben jeweils eine Förderleistung von 8 L sec<sup>-1</sup>. Die Brunnen II und IV befinden sich in der Talau des Grünbachs ca. 1 km von Grünsfeldhausen entfernt. Die beiden Brunnen sind ca. 18 m tief mit einer Förderleistung von je 18 L sec<sup>-1</sup>, genehmigt sind 700 000 m<sup>3</sup> Entnahme pro Jahr. Der Zweckverband Grünbachgruppe versorgt ca. 9700 Einwohner mit einem jährlichen Wasserbedarf von 428.000 m<sup>3</sup>.

Die mittlere Grundwasserverweilzeit beträgt im Gebiet 6 – 10 Jahre<sup>37</sup>. Inklusive Sickerstrecken betragen die mittleren Gesamtverweilzeiten 7 – 13 Jahren je nach Deckschichtenabfolge.

Die Grundwasserneubildungsrate liegt im Mittel bei 110 mm pro Jahr, entsprechend 3.2 L sec<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup> Gebietsabfluss.

## Pedoklimatische Bedingungen

### Böden

Auf den grossflächig mit Löss überdeckten Unterkeuperflächen haben sich vor allem teils pseudovergleyte Parabraunerden, Pararendzinen und vereinzelt Kolluvisols am Unterhang gebildet, die intensiv ackerbaulich genutzt werden.

Abgesehen von den Lössablagerungen mit Parabraunerden und Pararendzinen (v.a. westlich von Grossrinderfeld) sind auf dem Oberen Muschelkalk Braunerde-Rendzina, Braunerde-Pelosol und Braunerde-Terra fusca grossflächig vorhanden, die trotz hohem Steingehalt und geringer Gründigkeit (Abbildung 26) teilweise noch ackerbaulich genutzt werden. An Unterhangpositionen liegen kleinflächig Kolluvien vor.

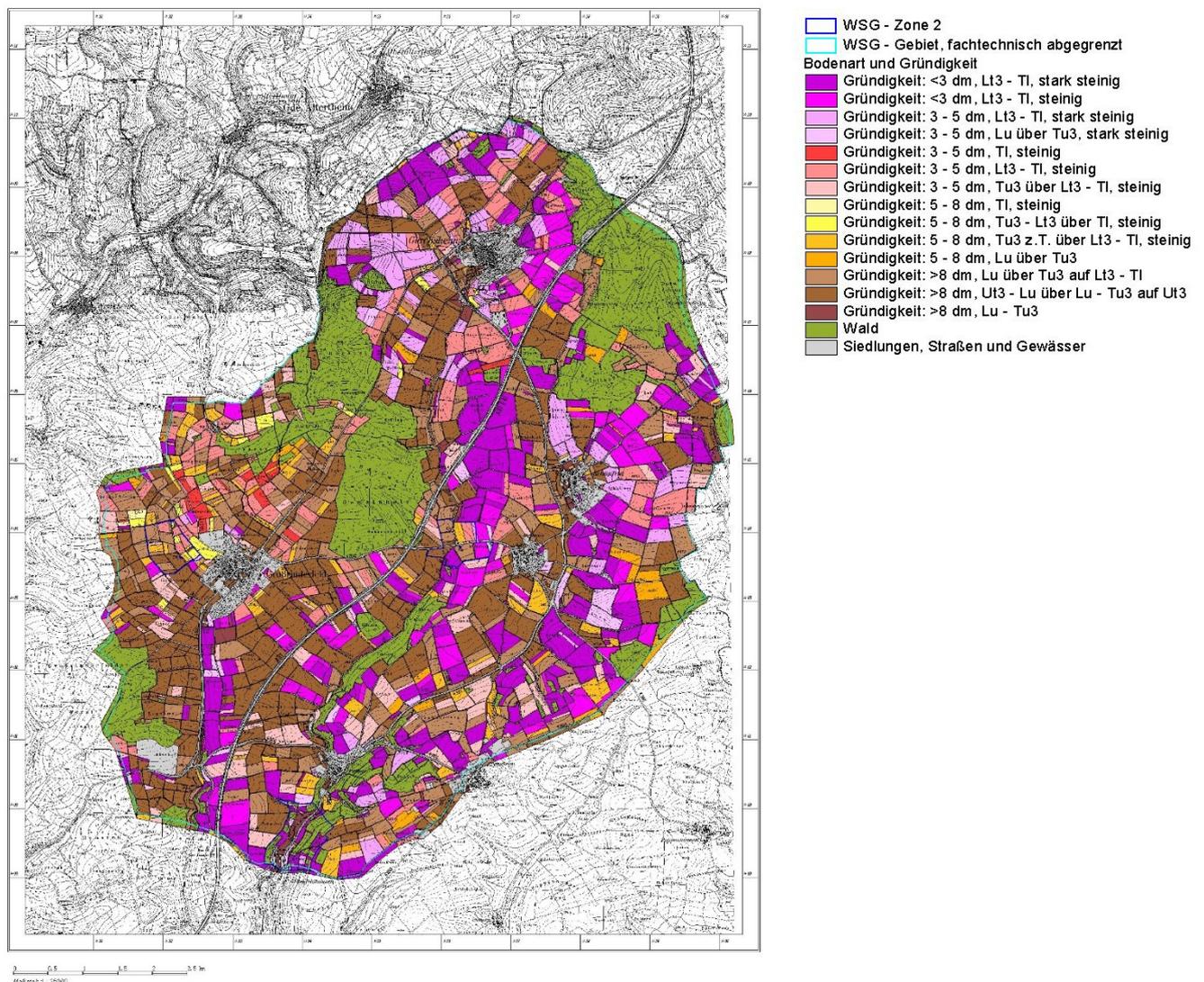


Abbildung 26: Bodenart und Gründigkeit im Wasserschutzgebiet des Zweckverbands Grünbachgruppe in Baden-Württemberg (LGRB, 2005)

<sup>37</sup> Schober, T., 2001: Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Neuabgrenzung eines gemeinsamen Wasserschutzgebiets für die Brunnen Grünsfeldhausen, Ilmspan und Großrinderfeld (LfU-Nr. 141) auf Gemarkung Grünsfeld und Großrinderfeld, 23 S. + Anlagen

### Klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen lassen sich mit einer Jahresmitteltemperatur von 9.9 °C und einem durchschnittlichen Niederschlag von 650 mm Jahr<sup>-1</sup> als trocken-warm charakterisieren (Abbildung 27).

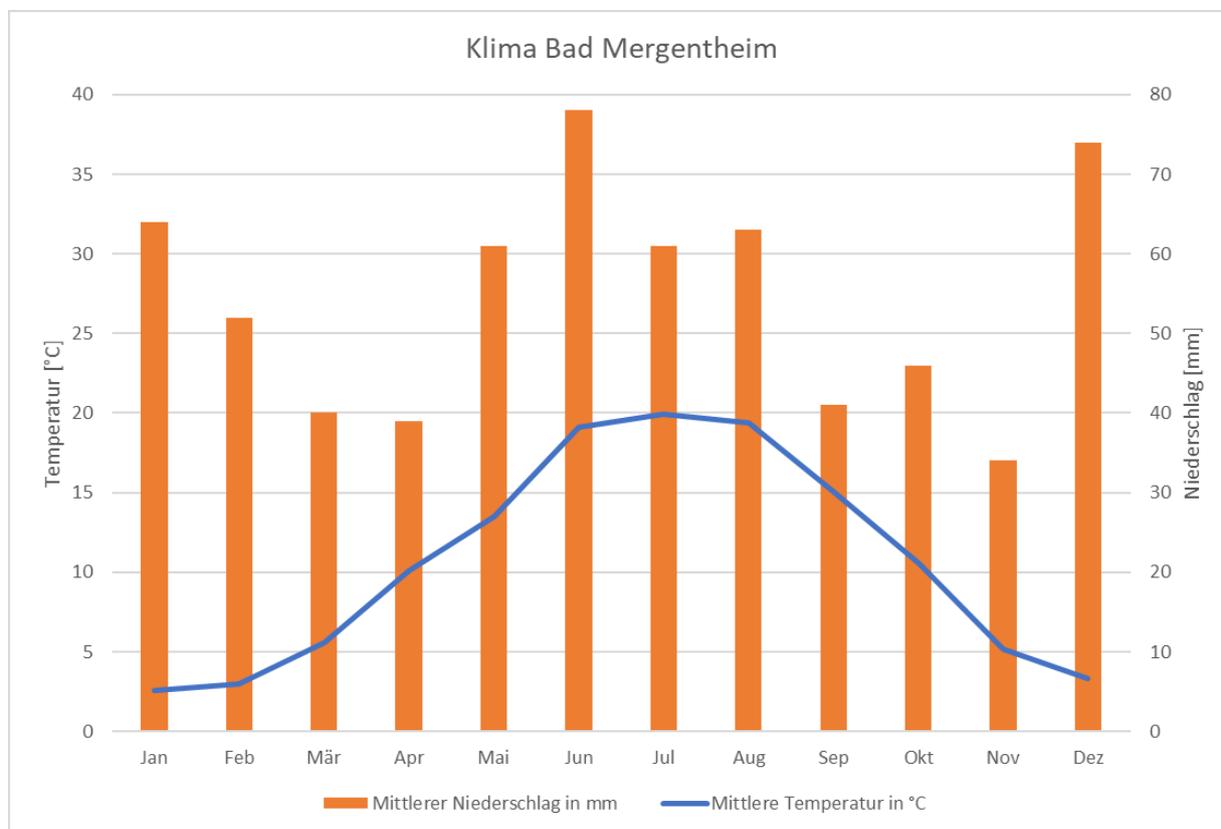


Abbildung 27: Durchschnittliche Temperatur und Niederschlag (Zeitraum 2017-2022) in Bad Mergentheim ([https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Bad\\_Mergentheim/Klima/](https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Bad_Mergentheim/Klima/) aufgerufen am 20.07.2022)

### **Flächennutzung**

Die Flächen im Wasserschutzgebiet werden hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt (78 %) (Tabelle 21). Dort wird vor allem Weizen, Gerste und Raps angebaut. Die Waldfläche beträgt 18 %. Auf dem landwirtschaftlichen Flächen im WSG wurden im Jahr 2020 hauptsächlich Getreide (Sommer- und Winterweizen, Sommer- und Wintergerste) und Winterraps angebaut (Abbildung 28).

Tabelle 21: Flächenanteile WSG Grünbachgruppe: Quelle <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>

	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
Gesamt	6431	100
Davon Industrie/Wohnzone/Verkehr	296	5
Davon Wald	1126	17
Davon Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	5009	78
Davon Grasland	< 1	0

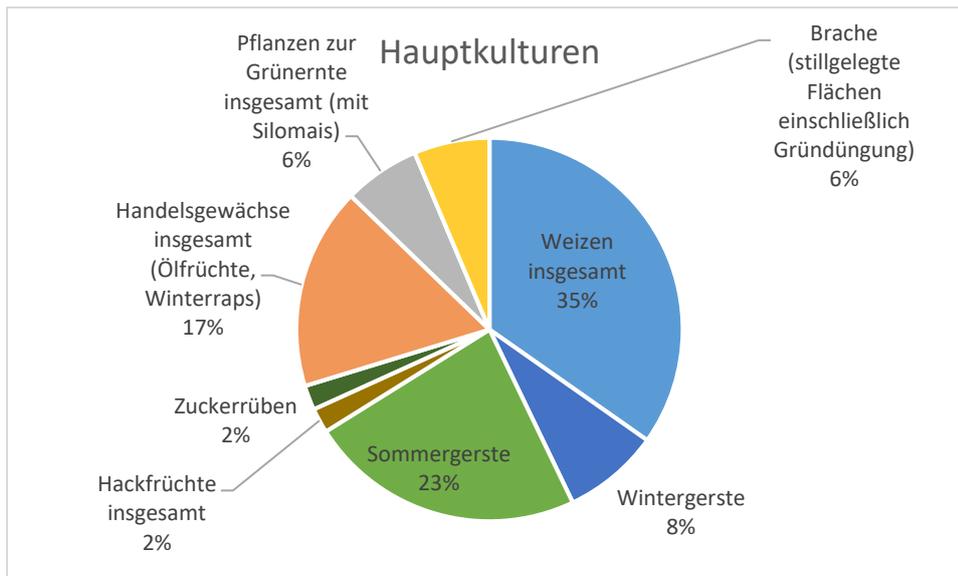


Abbildung 28: Hauptkulturen im WSG Grünbachgruppe (2020), Daten der Gemeinde Grossrinderfeld. Quelle: <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Bodennutzung/05025037.tab?R=GS128045> (aufgerufen am 20.07.2022)

## Landwirtschaftsbetriebe und Betriebsstruktur

In der Gemeinde Grossrinderfeld gibt es insgesamt 43 landwirtschaftliche Betriebe. Davon sind 38 reine Ackerbaubetriebe, 3 Futterbaubetriebe, 1 Veredelungsbetrieb und 1 Pflanzenbau-Viehhaltungsverbundbetrieb. Die Hauptnutzungsart in der Gemeinde Grossrinderfeld ist Ackerland (99 %), nur <1 % der Flächen sind Grasland. Die meisten Betriebe sind Ackerbaubetriebe und die durchschnittliche Betriebsgrösse ist 72,6 ha<sup>38</sup>. Die N-Überschüsse laut Hoftorbilanz liegen im Gemeindegebiet bei 66,5 kg ha<sup>-1</sup> LF<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

## 2.2. Massnahmen und Ergebnis WSG Grünbachgruppe

Das Wasserschutzgebiet Grünbachgruppe wurde 2006 neu festgelegt<sup>39</sup>. Mit der Erweiterung des Wasserschutzgebietes, das die Brunnen von Grünsfeldhausen, Ilmspan und Grossrinderfeld einschliesst, trat der Sanierungsplan in Kraft (Tabelle 22). Nach der Rückstufung von einem Sanierungsgebiet auf ein Problemgebiet 2014, gelten seit 2017 nur noch die allgemeinen Massnahmen der SchALVO für Problem- und Sanierungsgebiete (Tabelle 19). Die in Tabelle 22 aufgeführten Massnahmen waren selbstverpflichtend innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrages und es wurde Geld für die jeweils durchgeführte Massnahme bezahlt.

Tabelle 22: Massnahmen des Sanierungsplans im WSG Grünbachgruppe (Stand 2005, gültig bis 2016)

Massnahmen im Sanierungsgebiet WSG Grünbachgruppe	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Reduzierung der N-Düngung um 20 % verbunden mit dem CULTAN-Verfahren	Unter ordnungsgemässer Düngung für <b>alle Ackerflächen im Sanierungsgebiet</b> und	1.1.11, verbunden mit 1.2.2	G

<sup>38</sup> <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Agrarstruktur/05015023.tab?R=GS128045> (aufgerufen am 20.02.2022)

<sup>39</sup> Rechtsverordnung vom 20.01.2006 des Landratsamtes Main-Tauber-Kreis zum Schutz des Grundwassers in dem Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage des Zweckverbandes Wasserversorgung Grünbachgruppe

	entsprechende Schlagdokumentation. Gilt nur in Verbindung mit der überbetrieblichen N-Ausbringung mit dem CULTAN-Düngeverfahren.	1.1.4 1.1.5	
<b>Überbetriebliche</b> N-Ausbringung mit dem CULTAN-Düngeverfahren	Wird im Sanierungsplan nur in Verbindung mit der Reduzierung der N-Düngung um 20 % angeboten.	1.1.11 1.2.2	G
Nmin Messmethode zu allen Kulturen und Vorfrüchten	Laut SchALVO ist die Nmin-Messmethode nur zu Mais, Kartoffeln, Hopfen und Tabak sowie nach Kartoffeln und nach Vorfrüchten mit N-reichen Ernteresten vorgeschrieben.  Nach Sanierungsplan: Messmethoden auch bei Kulturen bei denen dies nicht vorgeschrieben ist. Dadurch zusätzlicher Transport/Probenahme/Analysen.	1.1.6	G
<b>Fruchtfolge</b>			
Überbetriebliche Direktsaat der Herbstbegrünung	Aussaat spätestens 10 Tage nach Ernte der Hauptfrucht.  Verwendung frühsaatgeeigneter Arten und Sorten nach Vorgabe der Wasserschutzberatung.  Ansaat der Begrünung baldmöglichst, spätester Termin 01./15.September (abhängig von Höhenlage)	2.2.1 3.2.1 3.1.2	G
Verzicht auf Winterung und Anbau einer Sommerung nach Extensivierung bzw. Stilllegung	Im Anschluss an die Massnahmen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrjährige Herausnahme von Ackerflächen aus der Produktion (<b>Extensivierung</b> ohne Nutzung)</li> <li>• Mehrjährig begrünte Ackerflächen mit Nutzung (Nutzung des Aufwuchses)</li> <li>• <b>Stilllegungsfläche</b> (Vertragliche Verpflichtung zur 5-jährigen Stilllegung im Rahmen einer Stilllegungsverpflichtung)</li> </ul> Umbruch der extensivierten bzw. stillgelegten Flächen soll erst im Frühjahr und nicht im Herbst stattfinden		G
Verzicht auf Wintergetreide nach Winterraps, Anbau einer Sommerung in Mulchsaat	Nach Winterraps Begrünung stehen lassen, dann Sommerung in Mulchsaat anbauen.	2.4.4 3.1.1.	G
Wintergerste statt Winterweizen als Folgefrucht nach Winterraps	Anbau von Wintergerste mit früherem Saattermin als Winterweizen um im Herbst mehr N aus dem Boden zu binden.	2.3.1 2.4.5 3.2.1	G

<p><b>Extensivierung von nicht Stillgelegten Ackerflächen:</b></p> <p>Mehrjährige Herausnahme von Ackerflächen aus der Produktion</p>	<p>Mindestlaufzeit 5 Jahre</p> <p>Vorschrift zur Ansaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überbetriebliche Direktsaat der Begrünung nach Ernte der Hauptfrucht mit einer standortangepassten Ansaatmischung nach Vorgabe der Wasserschutzberatung</li> <li>• keine Düngung</li> <li>• keine Nutzung des Aufwuchses</li> <li>• Mindestbewirtschaftung nach Vorgabe der EU-Agrarreform</li> </ul> <p>Rückumwandlung in Ackerland: Umbruch erst im Frühjahr nach Ablauf des 5. Jahres</p>	<p>2.2.3</p> <p>2.3.5</p>	<p>G</p>
<p><b>Extensivierung von nicht Stillgelegten Ackerflächen:</b></p> <p>Extensive Nutzung mehrjährig begrünter Ackerflächen</p>	<p>Mindestlaufzeit 5 Jahre</p> <p>Vorschrift zur Ansaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überbetriebliche Direktsaat der Begrünung nach Ernte der Hauptfrucht mit einer standortangepassten Ansaatmischung nach Vorgabe der Wasserschutzberatung</li> <li>• keine Düngung</li> <li>• Nutzung des Aufwuchses: 1. Schnitt Heu; 2. Schnitt Pflege</li> <li>• Mindestbewirtschaftung nach Vorgabe der EU-Agrarreform</li> </ul> <p>Rückumwandlung in Ackerland: Umbruch erst im Frühjahr nach Ablauf des 5. Jahres</p>	<p>2.2.3</p> <p>2.3.5</p>	<p>G</p>
<p><b>Stilllegungsflächen:</b></p> <p>Vertragliche Verpflichtung zur <b>5-jährigen Stilllegung</b> im Rahmen der Stilllegungsverpflichtung (Stilllegungsflächen)</p>	<p>Mindestlaufzeit 5 Jahre</p> <p>Vorschrift zur Ansaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überbetriebliche Direktsaat der Begrünung nach Ernte der Hauptfrucht mit einer standortangepassten Ansaatmischung nach Vorgabe der Wasserschutzberatung</li> <li>• keine Düngung</li> <li>• in Ausnahmefällen Nutzung des Aufwuchses im Rahmen der Möglichkeiten bei Stilllegung</li> <li>• Mindestbewirtschaftung nach Vorgabe der EU-Agrarreform</li> </ul> <p>Rückumwandlung in Ackerland: Umbruch erst im Frühjahr nach Ablauf des 5. Jahres</p>	<p>2.1.3</p> <p>2.3.5</p> <p>2.1.4</p>	<p>G</p>
<p><b>Stilllegungsflächen:</b></p> <p><b>1½-jährige Stilllegung</b> im Rahmen der Stilllegungsverpflichtung (Stilllegungsflächen) mit</p>	<p>Vorschrift zur Ansaat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersaat einer winterharten Begrünung nach Vorgabe der Wasserschutzberatung in die vorhergehende Hauptfrucht</li> </ul>	<p>2.1.6</p> <p>2.2.3</p>	<p>G</p>

zusätzliche Auflagen zur Einleitung und Beendigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Bodenbearbeitung im Herbst und im folgenden Frühjahr (im gesamten Verpflichtungszeitraum)</li> <li>keine Düngung</li> <li>Mindestbewirtschaftung nach Vorgabe der EU-Agrarreform</li> <li>in Ausnahmefällen Nutzung des Aufwuchses im Rahmen der Möglichkeiten bei Stilllegung</li> <li>frühester Umbruchtermin 1. Dezember nach Ablauf des Stilllegungszeitraumes</li> </ul> <p>Anbau einer Sommerung als Folgekultur.</p>		
Überbetriebliche Nachsaat (Direktsaat) der Begrünungen	Verpflichtung zur überbetrieblichen Nachsaat (Direktsaat) mit einer standortangepassten Ansaatmischung nach Vorgabe der Wasserschutzgebietsberatung, falls die Erstsaat von den Massnahmen zur Extensivierung bzw. Stilllegung der Ackerflächen nicht erfolgreich war.		G
<b>Bodenbearbeitung</b>			
Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Winterraps	Frühester Bearbeitungszeitpunkt im Zusammenhang mit der Saat der Winterung (max. 14 Tage vorher).  Reduzierung der Bodenbearbeitung auf einen Arbeitsgang.	3.1.4	G
Direktsaat	Überbetriebliche Direktsaat von Wintergetreide nach Winterraps. Mulch- oder Direktsaat zu Sommerungen nach abfrierender oder winterharter Begrünung  Frühester Bearbeitungszeitpunkt unmittelbar im Zusammenhang mit der Saat der Sommerung (max. 8 Tage vorher)	3.1.2 3.1.1 3.1.4	G
<b>Beratung/Bildung</b>			
Beratung	Schaffung einer Stelle für grundwasserschonende landwirtschaftliche Beratung	6.2.1	

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Um die Grundwassergefährdung der einzelnen Flächen abzuschätzen und eine flächenbezogene verbesserte Beratung anbieten zu können, war es in diesem Gebiet sinnvoller, die N-Austräge direkt zu messen oder die Gefährdung aus der Wasser- und Schlagbilanz abzuleiten statt aus den Nmin-Herbstkontrollen. Auswaschungsmessungen

mit SIA<sup>40</sup> ergaben, dass hohe N<sub>min</sub>-Gehalte auf den tiefgründigeren Löss-Standorten hier Zeichen für geringe Auswaschungsgefährdung bzw. hohe Speicherfähigkeit sind, während niedrige N<sub>min</sub>-Gehalte auf den flachgründigen Rendzinen auf eine Auswaschung vor der Herbst-Kontrolle hinweisen.

Mit der Kombination aus Bundes- und Landesprogrammen, der Anwendung der SchALVO im WSG und den lokalen Gebietsmassnahmen konnte trotz eines Critical Load von nur 12.4 kg N ha<sup>-1</sup> für das Gesamtgebiet im Jahr 2014 von «Sanierungsgebiet» auf «Problemgebiet» zurückgestuft werden (Nitrat < 50 mg L<sup>-1</sup> seit mehr als 5 Jahren).

---

<sup>40</sup> Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung und konventioneller N-Düngung im Main-Tauber-Kreis. Endbericht (Projektdauer 2003-2007); Gutachterbüro TerrAquat

## 3. Vergleichsgebiete Deutschland: Lange Schneise Nord (Hessen)

### 3.1. Gebietsübersicht und Kontext

Im Bundesland Hessen gilt ein faktisches Kooperationsgebot für Wasserversorger und Landwirtschaft in Wasserschutzgebieten (entsprechen etwa dem Nitratprojektgebiet in der Schweiz). Nur ersatzweise kann mit Auflagen der oberen Wasserschutzbehörde, dem Regierungspräsidium, in Form einer lokalen Wasserschutzgebietsverordnung gearbeitet werden. Ansonsten gelten die übergeordneten Regelungen wie in Kap. II dargestellt.

Das hier genauer betrachtete Teil-Wasserschutzgebiet «Lange Schneise Nord» (WW LSN) ist ein Teilbereich des WSG Lange Schneise innerhalb von drei ausgewiesenen grossen, teils zusammenhängenden Wasserschutzgebieten mit mehreren Brunnen zur Förderung des Trinkwassers in Südhessen (Deutschland). Es gehört zum Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (ZWO).

Lage: Das WW LSN liegt in der Hanau-Seligenstädter Senke, die Teil älterer Terrassen des Untermain ist. Der Brunnen 11.01 liegt auf 50° 01' 11" nördlicher Breite und 8° 56' 4" östlicher Länge (Abbildung 29). Die vier belasteten Förderbrunnen 11.01 – 11.04 befinden sich südlich der Verbindungsstrasse zwischen Seligenstadt und Rodgau-Dudenhofen. Die Höhe der Geländeoberfläche (GOK) an den Brunnen beträgt 127 m ü. M.

Im Gebiet des ZWO wurde zu Kooperationszwecken bereits 1994 eine «Nitratarbeitsgruppe» (Nitrat-AG) gegründet. Die Nitrat-AG besteht aus Vertretern von Landwirten, ZWO, Kreis Offenbach, Amt für den ländlichen Raum und Regierungspräsidium Darmstadt und hat zum Ziel, die Nitratgehalte aller Brunnen unter 25 mg L<sup>-1</sup> zu senken. Dazu wurden Kooperationsvereinbarungen zwischen ZWO und Landwirt:innen erarbeitet (freiwillige privatrechtliche Vereinbarungen), in denen die Landwirt:innen sich verpflichten, bestimmte Massnahmen auf ihren Flächen durchzuführen, um die Nitratgehalte zu senken. Der ZWO berät die Landwirt:innen in Bezug auf Grundwasserschutz und leistet gegebenenfalls Ausgleich für Ertragseinbussen. Zusätzlich gibt es im Gebiet ein sogenanntes Klasse C-Gebiet: Besonders kritische, rein landwirtschaftlich genutzte Bereiche, für die im Rahmen der Kooperation gesonderte Verträge abgeschlossen werden.

#### Zeitrahmen

- 1994: Gründung der Nitratarbeitsgruppe (Nitrat-AG)
- 1998: erste Kooperationsverträge zwischen ZWO und Landwirt:innen (Seit 1998 haben 41 Landwirte Kooperationsverträge mit dem ZWO unterzeichnet (entspricht der Hälfte der in den Wasserschutzgebieten des ZWO wirtschaftenden Landwirte.))
- 2005: Neufestsetzung des Wasserschutzgebiets Lange Schneise und neue Wasserschutzgebiets-Verordnung; für das Gebiet tritt erstmalig eine modulare, teilweise *erfolgsorientierte Kooperationsvereinbarung* in Kraft, bei der die Landwirte im Wesentlichen bis zu 50 % der Ausgleichszahlungen nur erhalten, wenn sie niedrige Herbst-Nmin-Werte im Boden erreichen.
- 2019: Neufassung der Kooperationsvereinbarungen: Es tritt eine ausschliesslich erfolgsorientierte Kooperationsvereinbarung in Kraft. Massstab des Erfolgs ist der 5-Jahresdurchschnitt der Herbst-Nmin-Werte je Kultur und Betrieb. Die maximale Förderung steigt von 284 € ha<sup>-1</sup> auf 400 € ha<sup>-1</sup>.

#### Wichtige Projekte der Nitrat-AG

- **Bodenbeprobungsprogramm:** Der ZWO organisierte gemeinsam mit den Landwirt:innen Nmin-Untersuchungen auf ausgewählten Flächen. Jede:r

Landwirt:in meldete dazu repräsentative Flächen mit typischen Fruchtfolgen, damit jede Variante einmal in dem Beprobungsumfang vorhanden ist. Die Untersuchungen auf diesen Flächen finden zwei- bis dreimal pro Jahr statt. Die Beprobung im Frühjahr dient zur N-Düngeempfehlung. Die Beprobung nach der Ernte zeigt, wie viel mineralischer N im Boden noch vorhanden ist. Die Beprobung zu Vegetationsende («Herbst-Nmin») zeigt im Zusammenhang mit *jährlichen und mehrjährig-integrierenden Auswertungen*, ob die durchgeführten Massnahmen im Laufe des Jahres erfolgreich waren, und was man eventuell hätte besser machen können.

- **Demonstrationsversuche**<sup>41</sup>: Gemeinsame Konzeption und Durchführung von Demonstrationsversuchen, u.a. zu unterschiedlich hohen N-Düngungen oder N-Formen (verschiedene mehr oder weniger schnell wirkende N-Dünger in Versuchen über mehrere Jahre).
- **Zwischenfrüchte**: Der ZWO stellt den Landwirt:innen Zwischenfruchtsaatgut zur Verfügung.

## Hydrogeologie und Bedeutung des Grundwasserleiters für die Trinkwasserversorgung

Das Wasserwerk (WW) Lange Schneise im Seligenstädter Stadtwald liefert mit einer Jahreskapazität von etwa 7.6 Millionen Kubikmetern rund 40 % des Trinkwasserbedarfs für die 350.000 Einwohner im Versorgungsgebiet. Das Wasser wird in einem geschützten Gebiet gewonnen, allein 1`450 ha aus dem Schutzareal der Langen Schneise. Das ZWO-Wasserwerk im Seligenstädter Wald speist seinen Bedarf aus 29 Brunnen, die das Wasser aus einer Tiefe von 25 – 40 m fördern <sup>42</sup>.

Die Hanau-Seligenstädter Senke ist im Zuströmbereich des WW LSN aus den Terrassenablagerungen des Mains im späten Tertiär und frühen Quartär aufgebaut. Teils liegen darüber gering mächtige Flugsande. Das Pleistozän baut sich mit einer Mächtigkeit von etwa 22 m im Bereich WW LSN wie folgt auf: Flugsande mit einer Mächtigkeit von 0,5 – 5 m über 1 – 2 m mächtigen tonigen Schluffen (nicht durchgängig) über ca. 20 m Sanden und Kiesen mit eingestreuten Tonzwischenlagen. Das liegende Pliozän besteht in den oberen 10 m ebenfalls aus Sanden, jedoch mit vermehrten Tonzwischenlagen. Die in 30 m Tiefe (ca. 95 m ü. M) anstehenden gut dichtenden tertiären Tone bilden den Aquitard. In unmittelbarer Nähe der Brunnen werden die pleistozänen Sande von tonigen Schluffen überdeckt, deren Verbreitung mit der SW-Grenze des Waldes etwa zusammenfällt.

Die Rodau mit ihrem Einzugsgebiet begrenzt im W und SW den Zustrom zu den Brunnen 11.01 – 11.04. Diese liegen ansonsten im weiten gleichmässigen Zustrom, der sich von WSW nach NO Richtung Maintal bewegt (Abbildung 29).

Die Verweilzeiten des Grundwassers wurden bisher noch nicht untersucht. Aufgrund der Verfilterungstiefe der Brunnen von > 20 m Tiefe u. GOK sollte allein für die Passage durch die ungesättigten Deckschichten von > 10 Jahren erwartet werden. Hinzu kommt die Verweilzeit im Aquifer. Nach BGR-Geoviewer (deutscher nationaler Geodatendienst), Thema Hydrogeologie, beträgt die mittlere jährliche Grundwasserneubildung auf den meisten Kacheln ca. 130 mm Jahr<sup>-1</sup>.

Ältere Daten und Schätzwerte zur GW-Neubildung beruhen auf den Berechnungen von Lahmeyer international und sind dem Grundwasserbewirtschaftungsplan ZWO, Phase A, entnommen. Danach betragen die mittleren Jahresniederschläge im Untersuchungsgebiet 678 mm. Von diesen fließen nach eigener Berechnung aus Daten von Lahmeyer international im langjährigen Mittel **149 mm** der **GW-Neubildung** zu.

<sup>41</sup> Ergebnisse der Demoversuche zum Grundwasserschutz: <https://www.zwo-wasser.de/index.php/demoversuche.html> (aufgerufen am 5.7.2022)

<sup>42</sup>«Wasserwerk Lange Schneise in Seligenstadt: ZWO investiert 5.3 Millionen Euro in Werterhaltung» <https://www.op-online.de/region/seligenstadt/wasserwerk-lange-schneise-seligenstadt-investiert-millionen-euro-werterhaltung-9750463.html> (aufgerufen am 11.08.2022)



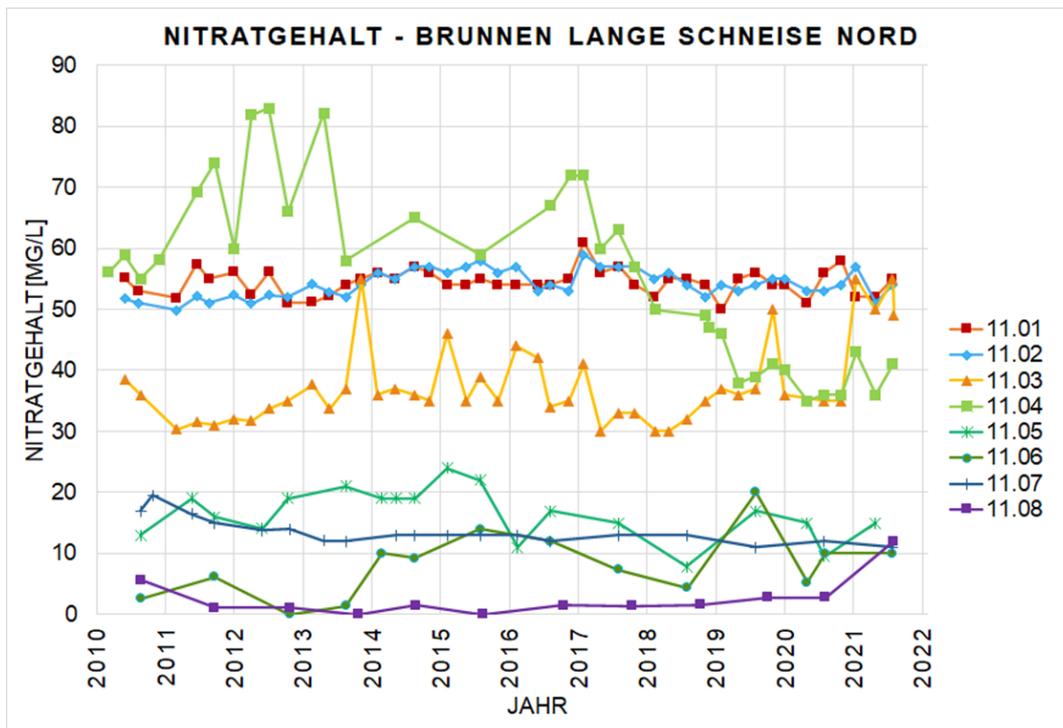


Abbildung 30: Nitratganglinien seit 2010 in den Brunnen des Klasse C-Gebiet LSN

## Pedoklimatische Bedingungen

### Böden

Die Böden wurden anhand von Profilgruben und Bohrstockeinschlägen exemplarisch erfasst. Standortkundlich bedeutsam ist vor allem die gering mächtige Flugsanddecke im Klasse-C-Bereich (s. Abbildung 29), die deutlich gröber und besser sortiert ist als die darunter liegenden fluviatilen Sande und Schluffe und nach NW ausstreicht. Die Flugsanddecken haben sehr niedrige nutzbare Feldkapazitäten, eine geringe Kationenaustauschkapazität und geringere Humusgehalte. Der Wald befindet sich teils noch im Bereich der Decksande. Der größere Teil steht jedoch auf den oben erwähnten tonigen Schluffen. Hier haben sich Pseudogleye ausgebildet, während es sich auf den anderen Standorten jeweils um Braunerden handelt.

Die ackerbaulich genutzten Böden sind mittel- bis grobsandige, teils schwach- bis mittellehmige, humose Braunerden aus Fluvisanden oder Flugsanden über teils kiesigen Fluvisanden ohne Grundwasseranschluss. Sie haben eine geringe nutzbare Feldkapazität, eine hohe Luftkapazität und eine hohe bis sehr hohe gesättigte Wasserleitfähigkeit (40 – 300 cm Tag<sup>-1</sup>).

Nach der Bodenkarte handelt es sich um sandige oder lehmig-sandige Braunerden aus Flugsand oder Beckensediment, untergeordnet lehmig-sandige Parabraunerden, alle mit geringer nutzbarer Feldkapazität (Abbildung 31).

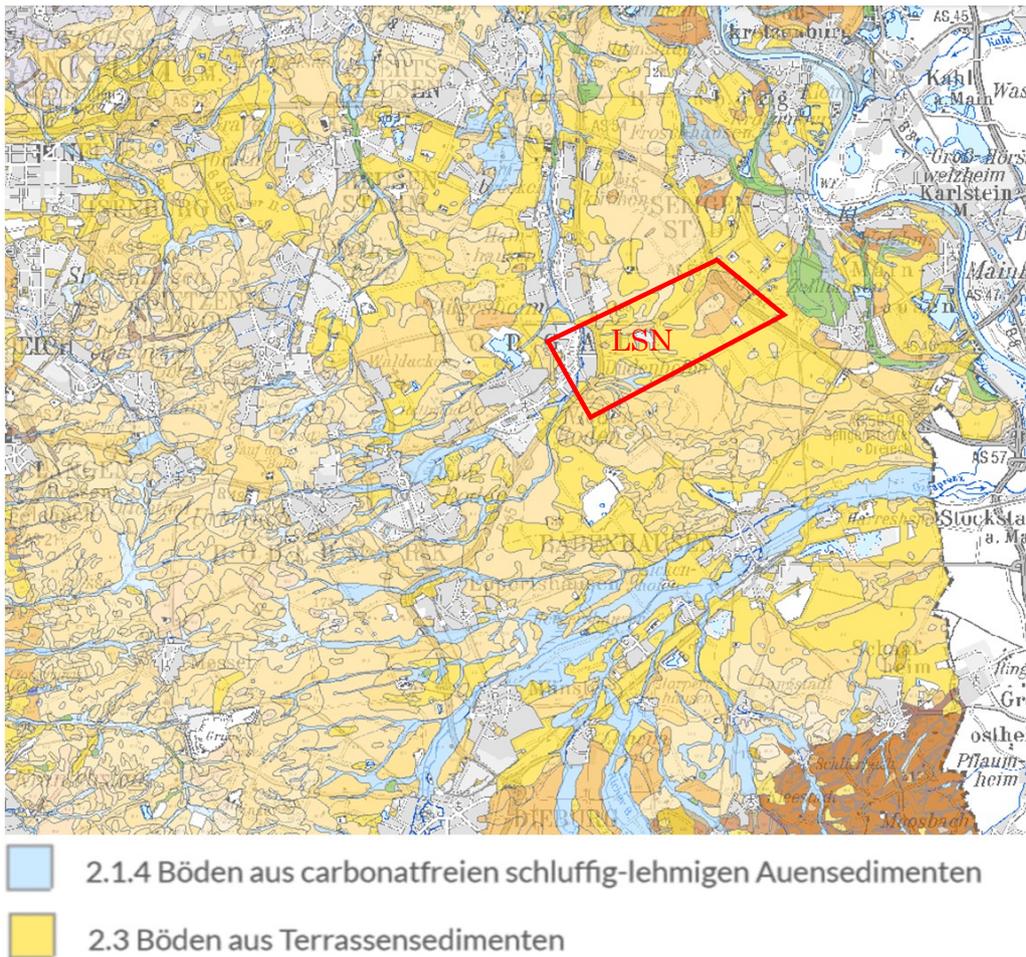


Abbildung 31: Bodenkarte des Gebiets Lange Schneise (LSN)

### Klimatische Bedingungen

Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 11°C, der Jahresniederschlag bei 606 mm (Abbildung 32). Das Gebiet ist gekennzeichnet durch teils ausgeprägte Frühjahrstrockenheit (Mitte März – April – (Mitte Mai), die sich nur ansatzweise im klimatischen Mittel wiederfindet. Der Boden trocknet im Sommer vollständig bis ca. Mitte September aus. In dieser Zeit findet Nettosickerung nur über präferentiellen Fluss statt. Die Grundwasserneubildung und Nitrat-Auswaschung finden somit fast ausschliesslich im Winterhalbjahr statt.

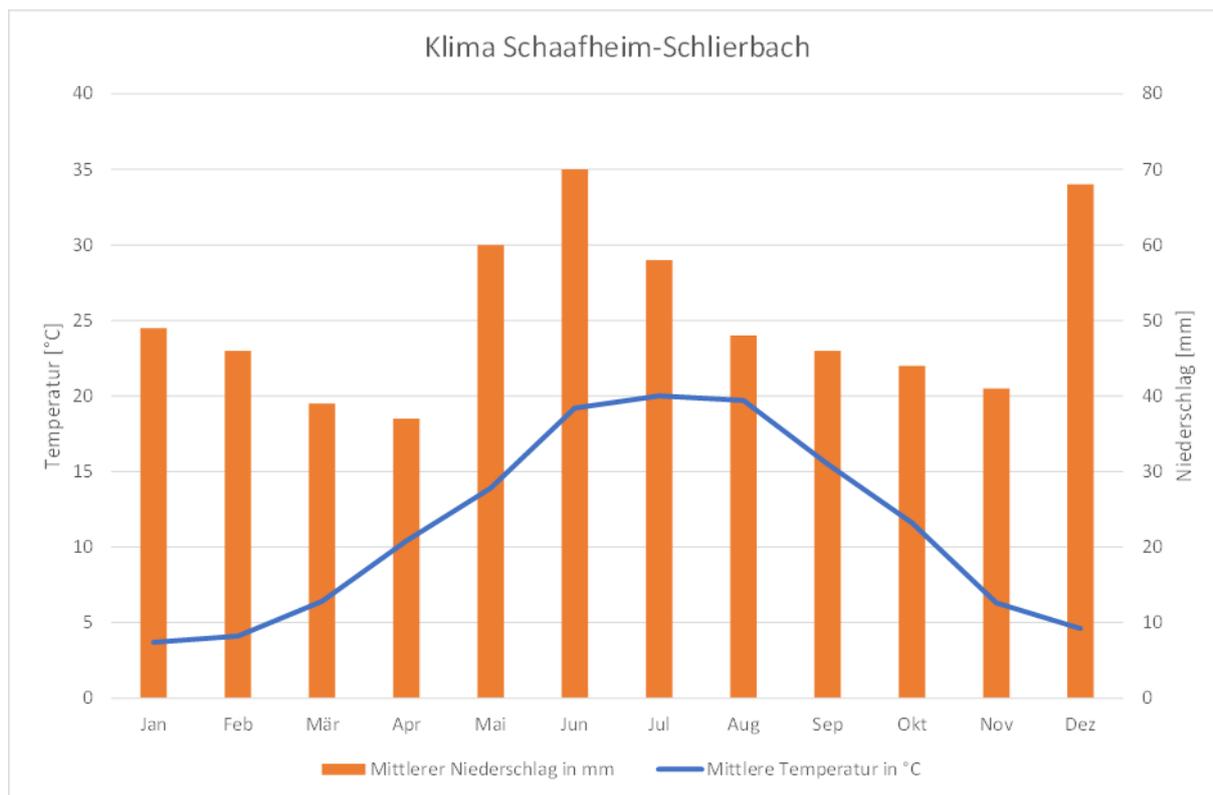


Abbildung 32: Klimadiagramm von Schaaflheim Schlierbach in der Nähe des WSG Lange Schneise Nord.  
Quelle: Deutscher Wetterdienst

### Flächennutzung

Der Zuströmbereich zu den Brunnen 11.01 und 11.02 wird fast ausschliesslich landwirtschaftlich genutzt, während die Brunnen 11.03 und 11.04 vermutlich zunehmend auch einen Anteil Grundwasser aus dem SO gelegenen Wald bekommen.

Die Waldfläche des Einzugsgebiets umfasst ca. 10 % der Gesamtfläche. Fichten- und Kiefern-Wälder dominieren im SO des Einzugsgebiets.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche umfasst ca. 90 % der Gesamtfläche. Die Flächen liegen im SW des WW LSN und decken dort den ganzen Zustrom ab. Hauptkulturen sind Roggen, Gerste, Raps, Weizen und zu einem geringeren Teil Mais, Sonnenblume oder Erbse (Sonstige in Abbildung 33).

In Tabelle 23 ist das gesamte Einzugsgebiet mit den jeweiligen Flächenanteilen zur Landnutzung aufgelistet. Die spezielleren Massnahmen wurden im Teileinzugsgebiet Lange Schneise Nord (LSN) durchgeführt (Tabelle 24).

Tabelle 23: Gesamtes Einzugsgebiet Lange Schneise

	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
Gesamt	4500	100
WSG I, II, III A	1900	42
WSG III B	2600	58
Klasse C-Gebiet	641	14
Landnutzung	4500	100
Davon Wald	2880	64
Davon Siedlung	540	1
Davon Grasland	276	7
Davon Acker	827	17

Tabelle 24: Teileinzugsgebiet Lange Schneise Nord (LSN)

	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
Gesamt	773	100
Klasse C-Gebiet	417	14
Landnutzung	773	100
Davon Wald	325	42
Davon Siedlung	31	4
Davon Grasland	108	14
Davon Acker	309	40

### Landwirtschaftsbetriebe und Betriebsstruktur

Betriebsstruktur: Es gibt etwa 20 Betriebe im Gebiet Lange Schneise Nord. Die Betriebe sind Pflanzenbaubetriebe ohne Nutztierhaltung, Hauptfruchtfolgeglieder: W-Roggen, W-Weizen, Triticale, W-Gerste, Mais, Raps (Abbildung 33). Es sind 130 Ackerflächen (Parzellen) mit 309 ha und einer durchschnittlichen Grösse von 2.4 ha.

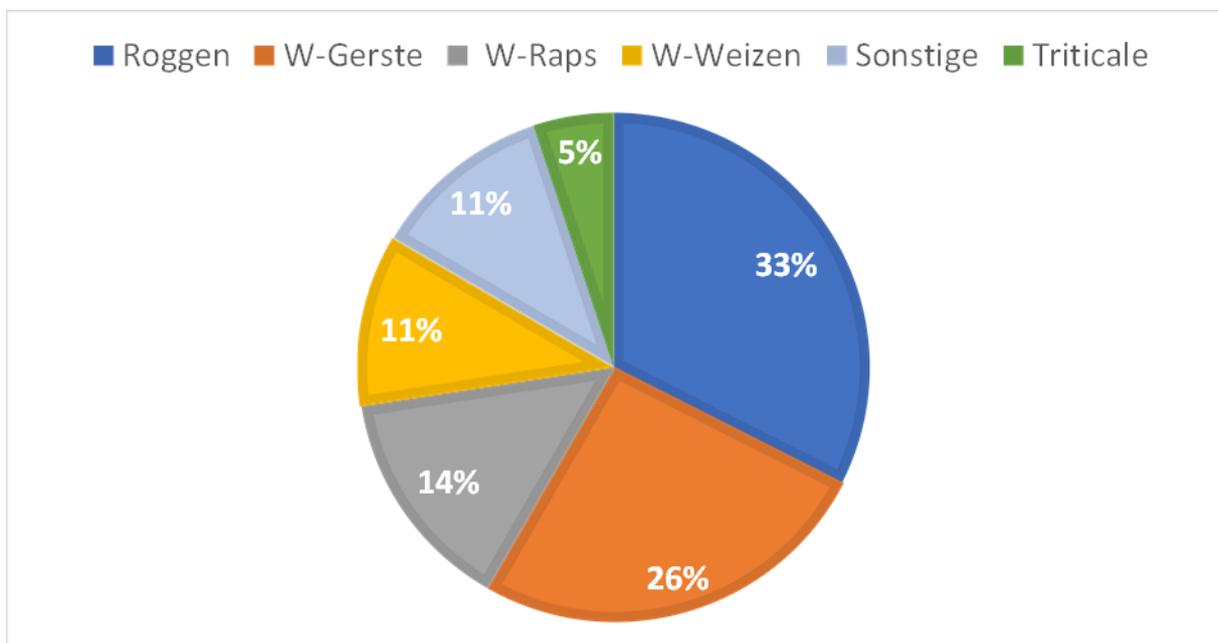


Abbildung 33: Anteile der Hauptkulturen im Bereich der langen Schneise Nord

### 3.2. Massnahmen und Umsetzung bis 2019

Das Wasserschutzgebiet «Lange Schneise Nord» ist Teil der Wasserschutzgebiete des ZWO und wurde 2005 neu festgelegt<sup>43</sup>.

Zusätzlich zu den WSG-Zonen I bis III A, B wurden im Bereich besonders belasteter Brunnen sogenannte Klasse-C-Gebiete mit höheren Anforderungen und höheren Ausgleichszahlungen ausgewiesen. Die allgemeingültigen Massnahmen in den WSG Zonen III A und III B sind in Tabelle 25 aufgelistet. Zusätzlich gelten auf Flächen der Klasse-C-Gebiete mit mittlerer und hoher Nitrataustragsgefährdung die Massnahmen aus Tabelle 26.

<sup>43</sup> Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen „Lange Schneise und Seligenstädter Wald“ des Zweckverbandes Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach, vom 15. 6. 2004

Tabelle 25: Massnahmen in den WSG Zonen III A und III B

Massnahmen in den Zonen III A und III B	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Düngung nach Düngevorschriften	Schlagspezifische Aufzeichnungen über Düngung, Bodenbearbeitung und Erträge.	1.1.5	V
Keine Umwandlung von Dauergrasland in Ackerland	Die Graslanderneuerung darf nur umbruchlos und ohne Bodenbearbeitung erfolgen.	2.1.2	V
Sperrfrist für Gülle, Jauche, Hühnertrockenkot und N-Mineraldünger	Von 1. Nov bis 31. Jan (Acker- und Grasland).	1.1.1	V
Sperrzeiten Ausbringung Festmist	Im Zeitraum nach der Ernte bis zum 31. Oktober (Ausnahme: wenn Flächen begrünt sind oder angesät werden in diesem Zeitraum).	1.1.1	V
Sperrfristen für Gülle, Jauche, Hühnertrockenkot, Klärschlamm und N-Mineraldünger	Dürfen nach der Ernte bis zum 31. Oktober nur auf begrüntem bzw. unmittelbar nach der letzten Ernte zu begrünenden Fläche ausgebracht werden.	1.1.1	V
Lagerung und Zwischenlagerung von organischen Düngern verboten	Keine Lagerung und Zwischenlagerung von organischen Düngern und Silagen, sofern Sickersäfte anfallen und diese nicht schadlos aufgefangen, verwertet oder ordnungsgemäss beseitigt werden.		V
<b>Tierhaltung</b>			
Beweidung verboten	Wenn die Grasnarbe grossflächig zerstört wird.		V
<b>Beratung/Bildung</b>			
Beratung	Schaffung einer Stelle für grundwasserschonende landwirtschaftliche Beratung	6.2.1	

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

Tabelle 26: Massnahmen in den Klasse-C-Gebieten mit mittlerer bis sehr hoher Nitrataustragsgefahr. Dort wo nicht gekennzeichnet gelten die Massnahmen für alle drei Nitrataustragsgefährdungsstufen

Massnahmen Klasse-C- Gebiet mit mittlerer Nitrataustragsgefahr	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			
Nmin-Beprobung vor Vegetationsbeginn	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mindestens eine Bodenprobe je Flächeneinheit (Schlag) im Wasserschutzgebiet, mindestens jedoch eine Bodenprobe je Hektar; bei gleicher Fruchtfolge und vergleichbaren</li> </ul>	1.1.6 1.1.7	V

	<p>Standortverhältnissen ist eine repräsentative Beprobung möglich.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verpflichtung entfällt für Grasland und Dauerbrachen und Stilllegungen (sofern ungedüngt).</li> <li>• Soweit vorhanden, kann auf vorhandene Messergebnisse des örtlich zuständigen Hessischen Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz oder einer anderen anerkannten Beratungs-organisation zurückgegriffen werden.</li> </ul>		
Sperrfristen: Ausbringung von Gülle, Jauche, Hühner trockenkot, Klärschlamm und N-Mineraldünger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Von 16. Okt. bis 31. Januar (Acker- und Grasland).</li> <li>• Darf auf Ackerland nach der Ernte bis zum 15. Oktober nur auf begrüntem bzw. unmittelbar nach der letzten Ernte zu begrünenden Fläche ausgebracht werden.</li> </ul>	1.1.1	V
Maximale Ausbringungsmenge nach Ernte von Gülle, Jauche und Klärschlamm	<p>Auf Flächen mit <b>mittlerer und hoher Nitrataustragsgefährdung</b> gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Ackerland im Zeitraum nach der Ernte bis zum 15. Oktober nicht mehr als 60 kg Nges ha<sup>-1</sup>.</li> </ul>	1.1.2	V
Beschränkung der N-Düngung zu Zwischenfrüchten	<p>Bei <b>mittlerer/hoher Nitrataustragsgefährdung</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu Zwischenfutter max. 60/50 kg Nges ha<sup>-1</sup> aus mineralischen und organischen Düngern;</li> <li>• zur Gründüngung max. 30 kg N ha<sup>-1</sup> aus mineralischen bzw. 40 kg N ha<sup>-1</sup> aus organischen Düngern</li> <li>• Keine N-Düngung zu Zwischenfrüchten, die Leguminosen enthalten.</li> </ul>	1.1.2	V
Organischer Dünger: Maximale Ausbringungsmenge	<p><b>Mittlere Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz organischer Dünger: insgesamt max. 120 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Bei der Anwendung von Festmist, Kompost und entwässertem Klärschlamm (&gt;30% Trockensubstanz) können bis zu 150 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> verabreicht werden, wenn im Schnitt der Fruchtfolge 120 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> nicht überschritten werden</li> </ul> <p><b>Hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz organischer Dünger: insgesamt max. 100 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Stallmist maximal 210 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> in 3 Jahren begrenzt</li> </ul> <p><b>Sehr hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p>	1.1.12	V

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz organischer Dünger: insgesamt max. 80 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Stallmist maximal 170 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> in 3 Jahren begrenzt</li> </ul> <p><b>Hohe und sehr hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hofdünger darf auf die Stoppel nur ausgebracht werden, wenn danach eine stickstoffzehrende Frucht angebaut wird. Als stickstoffzehrende Früchte gelten Zwischenfrüchte, Futterpflanzen, Winterungen</li> </ul>		
Organischer Dünger: Anrechenbarkeit	<p>Schlagspezifische Nährstoffbilanz: dabei müssen Nährstoffe in organischen Düngern zu 100% angerechnet werden oder alternativ bei Vorliegen von N-Analyseergebnissen für Gülle/Jauche kann der bestimmte Nges-Gehalt wie folgt angerechnet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schweinegülle: 60 % im Ausbringungsjahr; 20 % im Folgejahr</li> <li>Rindergülle: 50 % im Ausbringungsjahr; 20 % im Folgejahr</li> <li>Jauche: 90 % im Ausbringungsjahr</li> </ul> <p>Stallmist: 40 % im Ausbringungsjahr; 30 % im Folgejahr</p>	1.3.1 1.3.2 1.3.4	V
Düngung Grasland	<p><b>Mittlere Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Darf zum letzten Aufwuchs nicht mit mehr als 30 kg Nges ha<sup>-1</sup> beim Einsatz von mineralischen bzw. 40 kg Nges ha<sup>-1</sup> beim Einsatz von organischen Düngern gedüngt werden, falls mehr als zwei Nutzungen erfolgen.</li> </ul> <p><b>Hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>auf Grasland darf zur ersten und zweiten Nutzung insgesamt maximal 120 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> und zu einer dritten Nutzung nur noch 30 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> ausgebracht werden. Weiterer Aufwuchs darf keine Stickstoffdüngung mehr erhalten</li> </ul> <p><b>Sehr hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>auf Grasland darf zur ersten und zweiten Nutzung insgesamt maximal 100 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Weiterer Aufwuchs darf keine Stickstoffdüngung mehr erhalten</li> </ul>	1.1.2 1.1.14	V
Festmist	<p>Auf Flächen mit <b>hoher Nitrataustragsgefährdung</b> gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Festmist darf nach der Räumung der Hauptfrucht bis 30. November nur ausgebracht werden, falls eine Zwischenfrucht, Selbstbegrünung oder Winterung folgt.</li> <li>Das Zwischenlagern von Festmist ist verboten.</li> </ul>	1.1.1	V
Begrenzung mineralischer N-Dünger Ackerland	<p><b>Hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbringungsmenge je Einzelgabe maximal 54 kg N ha<sup>-1</sup></li> </ul>	1.1.2 1.1.17	V

	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Spätdüngung nach EC 49 im Getreide (EC = Entwicklungsstadium der Nutzpflanze)</li> <li>Spätdüngegaben zwischen EC 39 und EC 49 maximal 40 kg N ha<sup>-1</sup>.</li> <li>Beim Einsatz von stabilisierten Stickstoffdüngern können die erste und die zweite Stickstoffgabe zusammengefasst werden. Die zusammengefasste Gabe darf 100 kg Nges ha<sup>-1</sup> nicht überschreiten und muss bis zum Stadium 32 des Getreides gedüngt sein</li> </ul> <p><b>Sehr hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbringungsmenge je Einzelgabe maximal 40 kg N ha<sup>-1</sup></li> <li>keine Spätdüngung nach EC 39 im Getreide</li> <li>Beim Einsatz von stabilisierten Stickstoffdüngern können die erste und die zweite Stickstoffgabe zusammengefasst werden. Die zusammengefasste Gabe darf 100 kg Nges ha<sup>-1</sup> nicht überschreiten und muss bis zum Stadium 32 des Getreides gedüngt sein</li> </ul>	1.1.15	
<b>Fruchtfolge</b>			
Verpflichtender Zwischenfruchtanbau	Bei Ernte der Vorfrucht bis 15. September und nachfolgender Sommerung; Umbruch der Zwischenfrucht frühestens nach dem 1. Nov.	2.2.1	V
Leguminosen-Reinanbau	<p><b>Mittlere Nitrataustragsgefährdung</b></p> <p>Als Hauptkultur nur erlaubt, wenn gezielte Massnahmen zur N-Konservierung während des Anbaus bzw. nach der Ernte ergriffen werden. Umbruch von Rotations- und Dauerbrachen ohne gezielte Massnahmen zur Stickstoffkonservierung nach dem Umbruch der Flächen verboten.</p> <p>Gezielte Massnahmen während des Anbaus bzw. nach der Ernte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anbau von Untersaaten</li> <li>Getreidebestellung bis zum 30. September nach flacher Bearbeitung,</li> <li>Nachbau von N-Zehrern wie z. B. Kreuzblütler, Gräser, Phacelia</li> <li>Umbruch im Frühjahr mit unmittelbarem Anbau einer Sommerung. Zwischendüngung verboten</li> </ul>	2.4.5 3.1.4	V
Leguminosen	<p><b>hohe und sehr hohe Nitrataustragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Zwischenfruchtanbau ist der Anbau von Leguminosen verboten.</li> <li>Körnerleguminosen, mit Ausnahme von Erbsen, Lupinen und Bohnen, dürfen nur mit Untersaaten angebaut werden.</li> </ul>	2.4.1 2.1.6	V

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Futterleguminosen dürfen im Reinanbau nicht angebaut werden.</li> </ul>		
Stilllegung im Folgejahr	Im Folgejahr zur Stilllegung vorgesehene Flächen sind durch Herbstansaat oder Aufwuchs der Untersaat nach der Ernte der Hauptfrucht gezielt zu begrünen. Nach Zuckerrüben und in Trockenlagen kann die Begrünung auch im Frühjahr vorgenommen werden; dann darf jedoch vor dem Frühjahr keine Bodenbearbeitung erfolgt sein, es sei denn zum Zwecke des Erosionsschutzes.	2.1.6 3.2.1	V
Begrünung von langfristig stillgelegten Flächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von Leguminosen auch im Gemenge nicht gestattet.</li> <li>Zur Begrünung von bis zu 3 Jahren stillgelegten Flächen dürfen Leguminosen nur im Gemenge verwendet werden, wobei der Anteil der Leguminosen in der Aussaatmischung maximal 20 % betragen darf.</li> </ul>	2.4.1	V
<b>Tierhaltung</b>			
Tag- und Nachtweiden	<p><b>Mittlerer/hocher Nitratstragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beifütterung der Tiere mit Kraftfutter auf der Weide nicht gestattet; Beifütterung mit Strukturfutter ist erlaubt.</li> </ul> <p><b>Sehr hohe Nitratstragsgefährdung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beifütterung bei Weidehaltung verboten.</li> </ul>	4.3.2	V

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratwaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

### Kooperationsverträge mit dem ZWO

Zusätzlich werden Ausgleichszahlungen im Rahmen privatrechtlicher Vereinbarungen mit dem ZWO, die in Tabelle 27 aufgelistet sind, gezahlt. Allgemein gilt: Der Nutzungsberechtigte verpflichtet sich zu einer ordnungsgemässen Landbewirtschaftung und sämtliche Ge- und Verbote dieses Bewirtschaftungsplans setzen die Einhaltung der jeweils gültigen Düngeverordnung und der entsprechenden Hessischen Ausführungsverordnung voraus.

Tabelle 27: Massnahmen aus der Kooperationsvereinbarung im Gebiet Lange Schneise Nord

Spezielle Massnahmen für LSN laut Kooperationsvereinbarung	Bedingungen	Korresp. «Massnahmen Steckbriefe» <sup>(a)</sup>	Massnahmen-typ <sup>(b)</sup>
<b>Stickstoffdüngung</b>			

Schlagspezifische Aufzeichnungen	<p>Bewirtschafter landwirtschaftlich genutzter Flächen müssen schlagspezifische Aufzeichnungen über Art, Menge und Zeitpunkt der im Laufe des Jahres eingesetzten Düngemittel und Pflanzenschutzmittel sowie über die angebauten Kulturen, durchgeführte Bodenbearbeitungsmassnahmen und erzielte Erträge führen. Hierzu können vorhandene Aufzeichnungen herangezogen werden.</p> <p>Die Aufzeichnungen sind dem ZWO bis zum 31. Dezember vorzuweisen und dienen auch zur Erstellung der N-Bedarfsermittlung und zur Ermittlung der N-Flächenbilanz. Die fachliche Bewertung in Problemfällen obliegt der Nitratarbeitsgruppe. Die N-Flächenbilanz wird vom ZWO erstellt und dem Landwirt zur Verfügung gestellt.</p>	1.1.5	S
N-Bedarfsermittlung landwirtschaftlicher Hauptfrüchte	<p>Die Düngung der landwirtschaftlichen Hauptfrüchte mit N erfolgt anhand von N-Bedarfsermittlungen gemäss Düngerverordnung und der Hessischen Ausführungsverordnung unter besonderer Berücksichtigung des Grundwasserschutzes.</p> <p>Anzurechnen sind auf jeden Fall die N-Nachlieferung des Bodens, der Vorfrüchte, der angebauten Zwischenfrüchte und der organischen Düngemittel sowie der Nmin-Werte.</p> <p>Wenn kein Nmin-Wert vorliegt, können Vergleichswerte von ähnlichen bewirtschafteten Flächen herangezogen werden.</p>	1.1.7 1.1.9 1.1.10 1.3.1	S
Ausbringungszeiträume mineralischer Düngemittel	<p>Keine Ausbringung von N nach EC 59 in Getreide (bei Flächen mit Nitratgefährdungsstufe 3)</p> <p>keine Ausbringung von N nach EC 49 in Getreide (bei Flächen mit Nitratgefährdungsstufe 4)</p> <p>keine Ausbringung von N nach EC 39 in Getreide (bei Flächen mit Nitratgefährdungsstufe 5)</p>	1.1.1	S
Ausbringungszeiträume organischer Düngemittel	<p>Auf Ackerland dürfen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an N * (organische und organisch-mineralische Düngemittel einschliesslich Hofdünger und stickstoffhaltige Mineraldünger) in der Zeit vom 15. September bis 31. Januar nicht ausgebracht werden. Diese Regelung gilt nicht für Festmist und Kompost.</p> <p>Auf Grasland dürfen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an N * (organische</p>	1.1.1	S

	<p>und organisch-mineralische Düngemittel einschliesslich Hofdünger und stickstoffhaltige Mineraldünger) in der Zeit vom 15. Oktober bis 31. Januar nicht ausgebracht werden. Diese Regelung gilt nicht für Festmist und Kompost.</p> <p>Der Einsatz von Düngemitteln auf Ackerland mit wesentlichem Gehalt an N * (organische und organisch-mineralische Düngemittel einschliesslich Hofdünger) wird auf insgesamt 120 kg Nges ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> beschränkt. Ausgenommen hiervon sind Stallmist- und Kompostausbringung.</p> <p>Die Ausbringung von Klärschlamm sowie Biogasgülle aus Klärschlämmen, Bioabfällen oder Speiseresten ist verboten.</p> <p><i>* entsprechend der Begriffsbestimmung der Düngeverordnung in der jeweils gültigen Fassung</i></p>		
Lagerung Festmist oder Kompost	<p>Das Zwischenlagern von Festmist oder Kompost ist nur auf den Flächen erlaubt, die von der Nitrat-AG dafür vorgesehen wurden.</p> <p>Festmist, Geflügelkot oder Kompost dürfen nicht länger als 21 Tage zwischengelagert werden. Ein längerer Zeitraum ist nur in Abstimmung mit dem ZWO möglich.</p>	1.3.12	S
<b>Fruchtfolge</b>			
Anbau vor Sommerungen	<p>Vor dem Anbau von Sommerungen ist ein Zwischenfruchtanbau durchzuführen, soweit die Vorfrucht bis spätestens 15. September geerntet ist. Anstelle des Zwischenfruchtanbaus ist auch die Selbstbegrünung zugelassen.</p> <p>Soweit eine Sommerung folgt, darf der Umbruch der Zwischenfrucht oder der Selbstbegrünung frühestens ab dem 1. November erfolgen, es sei denn, dass Samen gebildet werden.</p>	2.2.1 3.1.4	S
Leguminosen	<p>Im Zwischenfruchtanbau ist der Reinanbau von Leguminosen verboten.</p> <p>Zwischenfruchtansaaten, in denen Leguminosen enthalten sind, dürfen keine Stickstoffdüngung erhalten.</p>	2.4.1	S
Begrenzte Düngung zur Zwischenfrucht	Die Stickstoffdüngung von Zwischenfrüchten zur Futternutzung darf 40 kg Nges ha <sup>-1</sup> aus organischer und mineralischer Düngung nicht überschreiten.	2.2.1	S

	Die Stickstoffdüngung von Zwischenfrüchten zur Gründüngung darf 40 kg N ha <sup>-1</sup> aus Kompost- oder Stallmistdüngung nicht überschreiten.		
Gemenge und Düngung	Im Hauptfruchtanbau sind Futterleguminosen nur in Gemengen mit Gräsern oder Getreide zulässig.  Nach der Ernte der Leguminose ist ein Nachbau von Stickstoffzehrern wie z.B. einer Zwischenfruchtmischung durchzuführen, wenn nicht eine Getreide- oder Rapsbestellung bis zum 15. Oktober erfolgt oder eine Untersaat vorhanden ist.	2.4.1	S
Kein Umbruch von Dauergrasland	Dauergrasland darf nicht in Ackerland umgewandelt werden. Die Graslanderneuerung darf nur umbruchlos und ohne Bodenbearbeitung erfolgen. Über Ausnahmen entscheidet die Nitratarbeitsgruppe.	2.1.2	S
Vorbereitung Stilllegungsfläche	Zur Stilllegung im Folgejahr vorgesehene Flächen sind durch Herbstansaat oder Aufwuchs der Untersaat nach der Ernte der Hauptfrucht gezielt zu begrünen. Ausfallgetreide, Ausfallraps und Ausfallleguminosen sind ebenfalls erlaubt, wenn sie nicht umgebrochen werden.	2.1.3 2.1.6 3.2.1	S
Gemenge-Aussaat bei stillgelegten Flächen	Zur Begrünung von langfristig stillgelegten Flächen ist die Verwendung von Leguminosen auch in Gemengen nicht gestattet. Zur Begrünung von bis zu 3 Jahren stillgelegten Flächen dürfen Leguminosen nur einen Anteil in der Aussaatmischung von maximal 20% haben.  Stillgelegte Flächen dürfen frühestens zwei Wochen vor der geplanten Einsaat oder Bepflanzung umgebrochen werden. Über Ausnahmen entscheidet der ZWO.	2.2.3	S

<sup>(a)</sup> Korrespondierende Einzelmassnahme im Katalog «Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser - Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE)»

<sup>(b)</sup> V = gesetzlich oder behördlich verpflichtend für alle im (Sanierungs- etc.) Gebiet; S = Selbstverpflichtung innerhalb eines freiwillig abgeschlossenen Vertrags; G = mit Geld oder Sachleistungen geförderte, freiwillige Einzelmassnahmen (zusätzlich zu vertraglichem Pflichtmassnahmenpaket); N = nützliche, z.B. durch Beratung empfohlene Massnahmen, die nicht gefördert werden

## Sanktionierung / Belohnung

Bis 2019 galten die Ausgleichszahlungen in Abbildung 34. Die tatsächlichen Ausgaben des ZWO pro Hektar lagen bei ca. 100 €. Maximal möglich waren 285 € ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> (Abbildung 34).

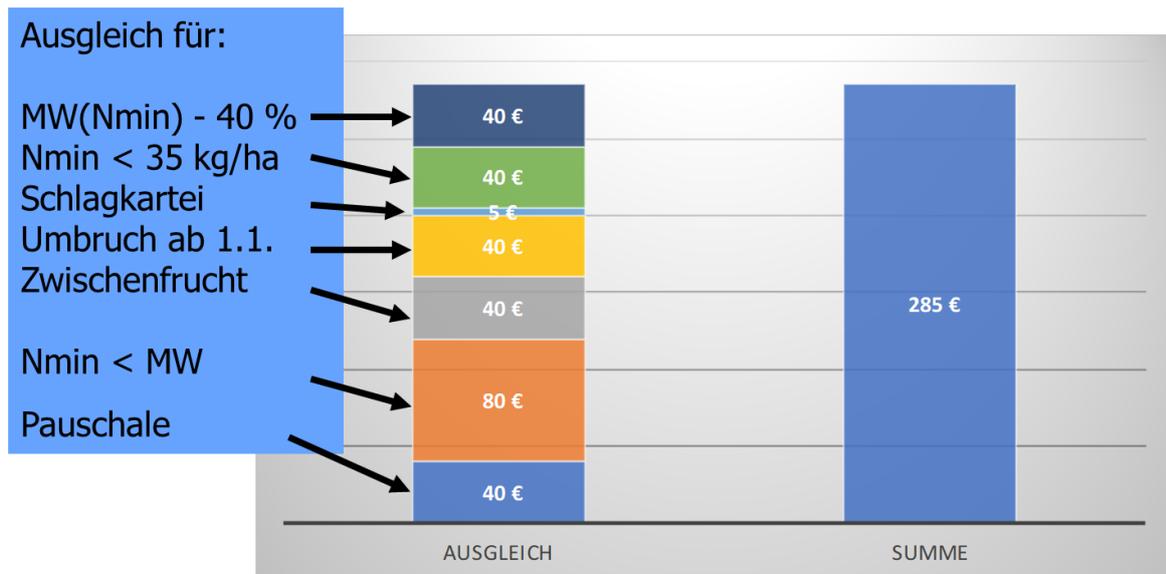


Abbildung 34: Ausgleichszahlungen im Gebiet LSN bis 2019 MW= Mittelwert aller N<sub>min</sub> Proben im Gebiet im Untersuchungsjahr

### **3.3. Erfolgsaussichten - Entwicklung und Perspektive der Nitratwerte im Grundwasser**

Schon die bisherige grundwasserschonende landwirtschaftliche Beratung durch die Fachberater des ZWO<sup>44</sup>, die in enger Abstimmung mit der Nitratarbeitsgruppe durchgeführt wird, war erfolgreich. Ein kürzlich durchgeführtes Gutachten bescheinigt einen witterungsbereinigten Rückgang der N<sub>min</sub>-Werte im Herbst um ca. 13 kg ha<sup>-1</sup>. Das entspricht mehr als 20 % im Vergleich zu dem Gebiet außerhalb.(Abbildung 35).

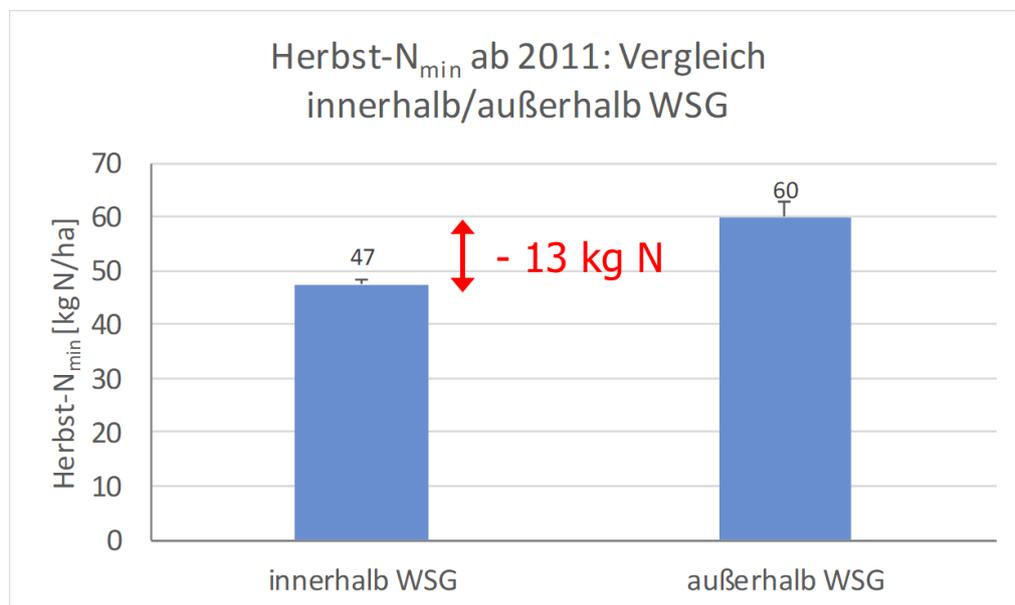


Abbildung 35: Vergleich der Herbst-N<sub>min</sub> Werte ab 2011 innerhalb und ausserhalb des Wasserschutzgebietes

### **3.4. Massnahmen und Umsetzung ab 2020**

Die Massnahmen bis 2019 hatten zwar einen Rückgang der Düngung zur Folge. Die Massnahmen reichten aber nicht aus, um den Trinkwassergrenzwert von 50 g L<sup>-1</sup> an den Brunnen der LSN zu unterschreiten. Daher wurde ein weiterführendes Konzept mit

<sup>44</sup> <https://www.zwo-wasser.de/index.php/erfolge-und-aussichten.html> (aufgerufen am 12.08.2022)

einem zielorientierten Ansatz erarbeitet. Es basiert auf den langjährig erhobenen Daten im Gebiet des ZWO sowie der für das Gebiet berechneten Belastungsgrenze («Critical Load»), s. Abbildung 36.

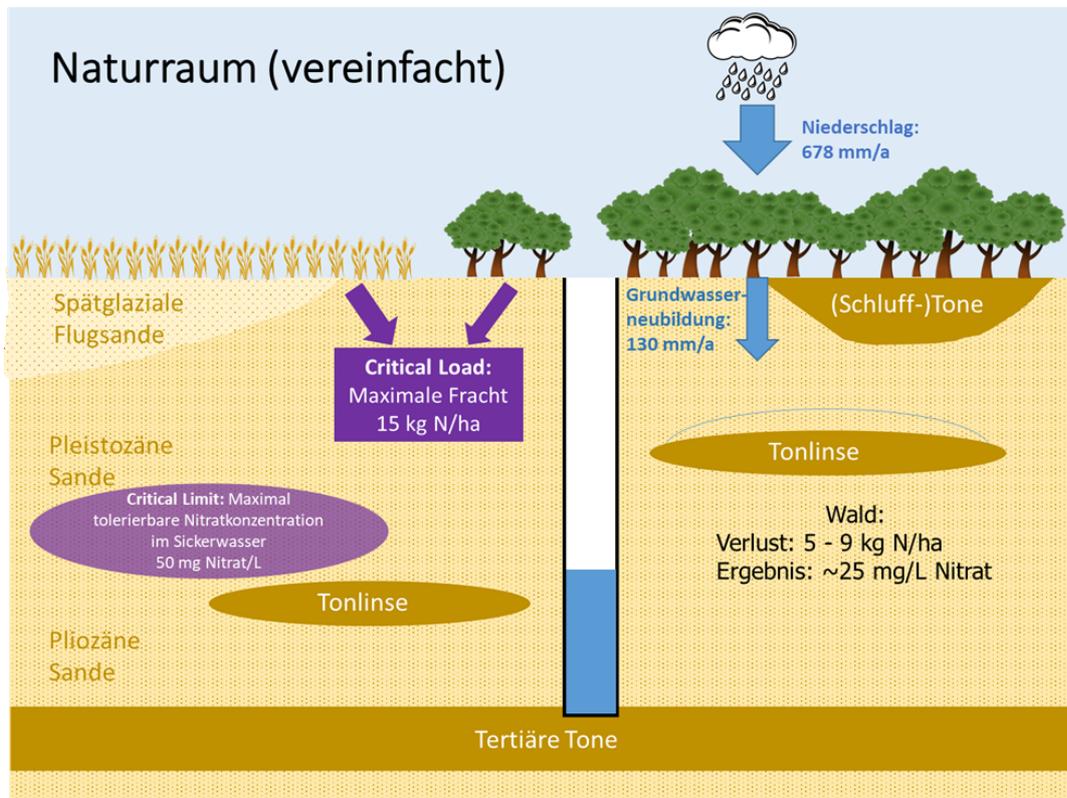


Abbildung 36: Vereinfachte Darstellung des Naturraums und des Critical Loads im Gebiet «Lange Schneise» (Hessen)

Eine vereinfachte Übersicht über die kritischen Werte und den exemplarischen hydrogeologischen Aufbau zeigt Abbildung 36. Ganz entscheidend sind dabei die Lage und Ausdehnung von schützenden Ton (-Schluff) -Deckschichten („Tonlinsen“), der Anteil von Wald und Landwirtschaft am direkten Zustrom zum Brunnen und Nitrat-Abbauzonen (Denitrifikation) im Boden oder im Grundwasser.

Im Jahr 2019 wurde das neue Konzept der Ausgleichszahlungen von der Nitratarbeitsgruppe beschlossen. Das Konzept zur Anpassung der Ausgleichszahlungen basiert auf 4 Säulen:

1. Die naturräumlich gegebene Überschuss-Grenze von  $15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  muss Eingang finden, um langfristig und nachhaltig die Trinkwassergrenzwerte an jedem Brunnen einzuhalten.
2. Diese Grenze benötigt Änderungen in der jetzigen landwirtschaftlichen Praxis in Form von Mehraufwand und/oder Mindererträgen, die vom Wasserversorger ausgeglichen werden sollen.
3. Die Landwirte finden den besten Weg für ihren Betrieb selber. Sie sind die Experten.
4. Die Ausgleichszahlungen sollen nicht am Aufwand, sondern am Erfolg der Landwirte ausgerichtet werden. So bezahlt der Wasserversorger nur für tatsächlich erreichte Verbesserungen, und intelligente Lösungen der Betriebe werden bevorzugt.

Aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten werden **drei Zielwerte** festgelegt:

- Bei einem langjährigen Mittel von **25 kg N ha<sup>-1</sup> Herbst-Nmin** sind die N-Überschüsse und damit die Belastung des Grundwassers nahezu null.
- Bei einem langjährigen Mittel von **40 kg N ha<sup>-1</sup> Herbst-Nmin** sind die N-Überschüsse und damit die Belastung des Grundwassers bei ca. 15 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> und der Trinkwassergrenzwert kann langfristig sehr sicher eingehalten werden.
- Bei einem langjährigen Mittel von **50 kg N ha<sup>-1</sup> Herbst-Nmin** sind die N-Überschüsse und damit die Belastung des Grundwassers bei ca. 25 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> und der Trinkwassergrenzwert kann langfristig wahrscheinlich eingehalten werden, weil das Brunneneinzugsgebiet auch aus Wald besteht, und dieser mit ca. 10 kg N zur Entlastung beiträgt.

Zur Berechnung der Zielwerte standen langjährige Herbst-Nmin-Messreihen zur Verfügung, so dass der langjährige Hintergrundwert des Herbst-Nmin (25 kg N ha<sup>-1</sup>), der nicht zur Auswaschung beiträgt, durch naturwissenschaftlich-statistische Herleitung bestimmt werden konnte. Dieser Hintergrundwert ist gebietsspezifisch. Er kann nicht ohne weiteres auf andere pedoklimatische Bedingungen übertragen werden.

Da die Nmin-Werte starken Schwankungen unterliegen, es aber um langfristig nachhaltige Bewirtschaftung geht, werden die fünfjährigen Mittelwerte jeder Kultur jedes Betriebs als Grundlage der Ausgleichszahlungen herangezogen. Damit werden witterungsbedingte positive oder negative Ausschläge von vorneherein durch Mittelung ausgeglichen. **Nur langfristige Trends wie die Reduktion der N-Überschüsse bestimmen die Richtung.**

2019 wurden folgende Ausgleichszahlungen von der Nitratarbeitsgruppe beschlossen (Tabelle 28):

*Tabelle 28: Ausgleichszahlungen aufgrund des 5-jährigen Herbst-Nmin im Gebiet LSN*

<b>5-jähriger Mittelwert Herbst-Nmin [kg ha<sup>-1</sup>]</b>	<b>Ausgleich [€ ha<sup>-1</sup>]</b>
≤25	400
26	390
27	380
28	370
29	360
30	350
31	340
32	330
33	320
34	310
35	300
36	290
37	280
38	270
39	260
40	250
41	222
42	214

43	206
44	198
45	190
46	182
47	174
48	166
49	158
50	150
≥ 51	0

In Tabelle 29 sind die Argumente für den Wasserversorger und die Landwirtschaft zusammengefasst.

*Tabelle 29: Argumente für Landwirtschaft und Wasserversorger zum vorgelegten Konzept*

<b>Wasserversorger</b>	<b>Landwirtschaft</b>
Nur Leistung wird bezahlt	Jede(r) kann seinen eigenen Weg gehen
Jedes kg N weniger zählt	Langfristige Anstrengungen lohnen sich
Die Grenzwerte sind naturwissenschaftlich begründet	Ziele sind erreichbar
5-Jahresdurchschnitt ist gerecht und eindeutig	5-Jahresdurchschnitt löst das Witterungsproblem
Ziele sind höher	Bei Erfolg viel mehr Geld (bis 400 € ha <sup>-1</sup> )

Es gab mit den vorherigen Regelungen eine messbare Reduktion von Nitrat. Diese reichte aber noch nicht aus, um den «Critical Load» (im Mittel von Wald und landwirtschaftlichen Flächen) von 15 kg N ha<sup>-1</sup> zu unterschreiten und unter 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> zu erreichen.

Im Jahr 2024 wird es die ersten 5-Jahresmittelwerte für die Flächen im WSG geben, die unter den neuen Regeln erwirtschaftet wurden. Es wird sich zeigen, ob die neu strukturierten Ausgleichzahlungen genug Anreiz geben werden, um die Nmin-Bodenwerte im Herbst deutlich zu senken und damit das Grundwasser nachhaltig zu entlasten.

Der Ansatz ist innovativ, weil der Anreiz zu Fortschritten und guten Ergebnissen beständig erhalten bleibt, und der Wasserversorger nur für gute Ergebnisse zahlt. Ob er auch erfolgreich ist, werden die Herbst-Nmin-Messwerte zeigen, da der Erfolg mit diesem Ansatz auch messbar und überprüfbar ist.

### III. Synthese

In allen vier Vergleichsgebieten wurden folgende Massnahmen immer ergriffen:

- Sperrfristen für die Ausbringung von Düngern über den Winter
- Extensivierung zu Dauergrasland / extensiver Wiese für einen Teil der Flächen
- Beschränkung problematischer Kulturen in der Fruchtfolge und im Flächenanteil
- Mindestens ein Teil der Massnahmen war parzellenspezifisch, erforderte also Kontinuität / Planung auf Parzellenebene, z.B. in Form von Fruchtfolgeerfordernissen, Konstanz der Bewirtschaftung, Maximalwerten der Düngung...

In allen Gebieten wird oder wurde in etwa mit einem 3-Schritte-System gearbeitet:

- Überregional verbindliche Regeln, z.B. ÖLN, DüV
- Gebietsverbindliche Regeln, die für alle Teilnehmenden gelten, teils verpflichtend, teils nach Selbstverpflichtung durch Vertrag, die im Wesentlichen pauschal abgegolten werden.
- Weitere geförderte Massnahmen, die einzeln oder in fester Kombination gewählt werden können und je Massnahme(-nkombination) einzeln abgegolten werden.

Sehr unterschiedlich gehandhabt werden

- der Detaillierungsgrad und die Anzahl der Massnahmen
- die Hauptkontrollinstrumente (Flächenkontrollen, Dokumentationspflichten, Herbst-Nmin)
- Schlagspezifische Erfordernisse wie der Einbezug von Gefährdungsklassen der Nitrat-Auswaschung, schlagspezifische Dünge- oder Fruchtfolgeplanung und Dokumentation, schlagspezifische Maximalmengen an (organischen) Düngern.
- Festlegungen in Bezug auf Düngertiefe und -zeitpunkt (mit Ausnahme der Wintersperrfristen)
- die Überprüfung des Erfolgs von Massnahmen(-kombinationen) in Bezug auf die Nitratreduktion

In den Projekten, die Herbst-Nmin zur Erfolgskontrolle einsetzen (SchALVO / WSG Grünbachgruppe; Lange Schneise Nord), sind mit einem (flächen- und/oder fruchtfolgebezogenen) Vorher – Nachher-Vergleich auch Untersuchungen zur Wirksamkeit einzelner Massnahmen(-kombinationen) möglich. Dies ist jedoch mit grösseren Datensätzen und mehrjährigen Zeitreihen verbunden, da sonst die jährliche witterungsbedingte Streuung die Massnahmeneffekte überdeckt.

Weiche Faktoren wie Mitgestaltung und Berücksichtigung praktischer Aspekte waren für die Teilnahme der Landwirte ebenso wesentlich wie auskömmliche Erträge / Ausgleich auf den betroffenen Flächen.

In allen Fällen wurde letztlich ein Mix an Massnahmen gewählt ausser beim neuen, rein erfolgsorientierten Ansatz im Vergleichsgebiet Lange Schneise Nord (Hessen). Selbst bei diesem gelten die zuvor in einem Katalog ausgearbeiteten und jährlich angepassten Massnahmen («Bewirtschaftungsplan») als Leitlinie für niedrige N-Überschüsse.

In allen Fällen konnte der Nitratgehalt im Grundwasser unter Berücksichtigung der teils langen Verweilzeiten zwischen Grundwasserneubildung, Sickerung und Transport zum Brunnen verbessert werden.

Das Spannungsfeld flexible betriebliche Praxis – einfache Kontrolle – gesicherte Verbesserungen im Grundwasserschutz konnte in den Vergleichsgebieten nicht vollständig aufgelöst werden. Es steht jedoch eine Vielzahl an Optionen zur Verfügung, die in Kombination auch Erfolge gebracht haben. Leider sind die Beiträge der einzelnen

Massnahmen und deren Wechselwirkungen auf Nitratprojekt-Ebene bisher unzureichend bekannt.

Möglicherweise bietet die Digitalisierung der Landwirtschaft hier für alle Beteiligten mittelfristig verbesserte Lösungen durch gute Informationen für Betriebe und Beratung. Hierzu gehören u.a. die Hinterlegung aktueller Dünge- und Managementoptionen, die Möglichkeit zu standörtlicher Anpassung und Planungsmöglichkeiten zu Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtfolge und Schnittstellen zu gemessenen Daten wie Nmin oder N-, P-Gehalten in Hofdüngern. Alle diese Informationen verbessern die Chance, gedüngte Nährstoffe, hier insbesondere den Stickstoff, effizienter zu nutzen und damit die grundwasserschädlichen N-Überschüsse zu reduzieren.