

Auswertung von Nitrat- Bodenuntersuchungen

Vorbemerkung

Bodenproben sind ein wesentlicher Baustein in der WSG-Beratung. Bei der Nmin-Beprobung wird pflanzenverfügbare (mineralisierter = "min") Nitratstickstoff bestimmt. Dies ist die Stickstoff -(N-) Form, die durch ihre hohe Wasserlöslichkeit besonders leicht von Pflanzen aufgenommen werden kann, aber auch gut im Boden verlagert werden kann.

Für die grundwasserschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung sind zwei Termine von besonderem Interesse:

- Frühjahrsbeprobungen vor der ersten Düngung zur Düngebedarfsermittlung
- Herbstbeprobungen bei Vegetationsende vor Sickerungsbeginn um Informationen über potenziell auswaschungsgefährdete Nitrat-Mengen zu erhalten.

Außerdem werden anlassbezogen vegetationsbegleitende Beprobungen und Nachernteuntersuchungen durchgeführt.

Besonders die Herbst-Nmin-Werte liefern wertvolle Informationen für die Beratungstätigkeit. Bei erhöhten Nmin-Werten im Herbst ist zu klären, welche Ursachen dafür in Frage kommen. Da die Gefahr einer N-Auswaschung aus dem durchwurzelbaren Horizont während der Vegetationspause über Winter besonders groß ist, kommt der Nmin-Untersuchung im Herbst zur weiteren Abschätzung möglicher Auswaschungsverluste eine weitere Bedeutung zu. Über Nmin-Werte kann allerdings nur die **maximale potenzielle**-N-Auswaschung abgeschätzt werden. Dabei reicht die einfache Differenzbildung von Herbst- und Frühjahrswerten nicht aus, vielmehr müssen mindestens die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und das Sickerwasser für eine **Schätzung** berücksichtigt werden. Die **tatsächliche** Nitratauswaschung lässt sich nur mittels Lysimeteranlagen oder vergleichbaren Verfahren (z.B. Selbstintegrierende- Akkumulatoren) ermitteln.

Im WSG Groß-Umstadt finden regelmäßige Nmin-Beprobungen statt. Die Auswahl der zu beprobenden Flächen im Herbst erfolgt nach folgendem Schema

- Dauerbeobachtungsflächen
- Zufällige Auswahl in Abhängigkeit von Hauptfrucht und Landwirt
- Selektive Auswahl von Flächen in Erwartung erhöhter Nmin-Mengen

Nicht oder nur selten werden im Herbst folgende Flächen beprobt:

- Grünland, Forstflächen
- Flächen, die geringe Nmin-Werte vermuten lassen.

Aufgrund des engeren Zeitfensters werden im Frühjahr weniger Flächen beprobt als im Herbst. Da die Streuung der Nmin-Werte im Frühjahr nicht so hoch ist wie im Herbst, ist diese Vorgehensweise vertretbar und praktikabel. Dabei werden für das WSG besonders typische Ackerflächen beprobt. Darüber hinaus können Landwirte weitere Schläge im WSG zur Beprobung melden. Auf Basis der Nmin-Untersuchungen im Frühjahr erhalten die Landwirte schlagspezifische Düngungsempfehlungen.

Ergebnisse der Herbst-Nmin-Untersuchungen

Abbildung 1 stellt die mittleren Nmin-Untersuchungsergebnisse für die Herbst-Beprobungen in den Jahren 2011-2017 dar. Deutlich zu erkennen ist die hohe Variabilität in Abhängigkeit vom Jahr.

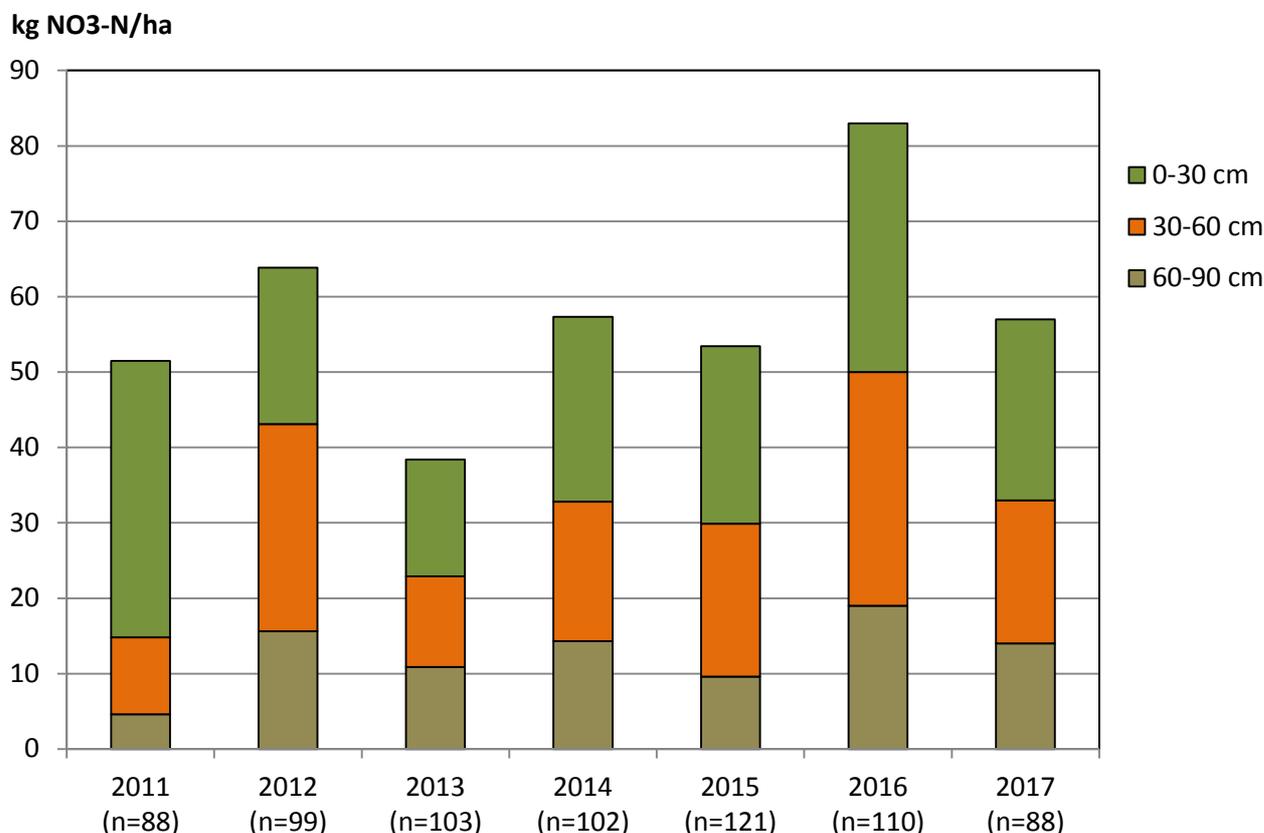


Abb. 1: Mittlere Herbst-Nmin-Werte im WSG Groß-Umstadt (0-90 cm, 2011-2017)

Besonders hervorzuheben sind die Herbst-Nmin-Werte in den Jahren 2012, 2013 und 2016. Das Jahr 2012 war gekennzeichnet von einem dreiwöchigen Dauerfrost mit extrem niedrigen Temperaturen (-20 °C), der zu erheblichen Auswinterungsschäden bei allen Winterungen führte. Etliche Wintergetreideflächen wurden umgebrochen und mit Mais eingesät. Wintergetreide, das nicht ausgewintert war, wies erhebliche Mindererträge auf. Darüber hinaus kam es durch die spät gebildeten Nebentriebe zu einer deutlich verlängerten Blühdauer. Dies führte dazu, dass extrem viele Bestände (sogar Wintergerste) mit Ährenfusarien befallen wurden, was zu zusätzlichen Ertragseinbrüchen führte. Ein verregneter Sommer führte zu einer erschwerten Beerntung und schuf die Voraussetzung für die Freisetzung von N aus dem Boden nach der Ernte. Der Anbau von Mais anstelle der erfrorenen Winterungen führte im Herbst 2012 dazu, dass deutlich weniger Flächen mit Zwischenfrüchten begrünt waren als in anderen Jahren.

Im Jahr 2013 war bedingt durch eine gute und ausreichende Niederschlagsverteilung für fast alle Kulturen ein gutes Ertragsjahr. Der nasse und vergleichsweise kühle Herbst führte zu einer geringen Freisetzung an bodenbürtigem Stickstoff.

Im Jahr 2016 waren Spätsommer und Herbst extrem trocken und überdurchschnittlich warm. Bis Mitte Oktober konnten noch Bodentemperaturen bis 20°C gemessen werden. Dies führ-

te zu einer extremen N-Freisetzung aus der organischen Substanz bis in den Spätherbst hinein. Aufgrund des extrem trockenen Winters kam es bis zum Vegetationsbeginn im Jahr 2017 zu keinen nennenswerten Auswaschungsverlusten (siehe Dauerbeobachtungspartellen).

Der Herbst 2017 zeichnete sich durch extreme Nässe aus, so dass der Beprobungsumfang eingeschränkt werden musste, da etliche Flächen nicht befahrbar waren.

Anzahl von Befunden mit „Grenzwertüberschreitungen“

Im Falle eines Verstoßes gegen die Kooperationsvereinbarungen können Sanktionierungen auch in den drei Folgejahren nach dem Verstoß ausgeübt werden, falls auf den betreffenden Flächen, auf denen eine Verstoß erfolgte, die Nmin-Werte im Herbst bestimmte, von der NAG abhängige Werte übersteigen. Verstöße gegen den Kooperationsvertrag sind und waren ausgesprochen selten, erhöhte Nitratmengen in den Folgejahren nach Sanktionierung wurden bislang nicht festgestellt.

§ 7 Sanktionen

Verstößt der/die Nutzungsberechtigte gegen eine Verpflichtung aus diesem Vertrag, können die Ausgleichszahlungen und Förderungen für das Jahr ganz oder teilweise versagt werden. Sofern in mindestens einer Herbst- Nmin- Untersuchungen in den darauffolgenden 3 Jahren von den entsprechenden Flächen erhöhte Nitratwerte (NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha, NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha, NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha) ermittelt werden, können auch für diesen Zeitraum die Vergütungen ganz oder teilweise versagt werden. Die Entscheidung hierüber treffen die Stadtwerke nach Anhörung des Nutzungsberechtigten, wobei Art, Schwere und Dauer des Verstoßes angemessen zu berücksichtigen sind. In Streitfällen wird das ALR als Schiedsstelle entscheiden. Sofern nach dem Verstoß die Kooperation gekündigt wurde, können die zuvor geleisteten Vergütungen rückwirkend bis zu 24 Monate ganz oder teilweise zurückgefordert werden.

Diese Werte sind für alle anderen Flächen nicht als Grenzwerte zu verstehen. Da Nmin-Werte im Herbst nicht nur von Bewirtschaftungsmaßnahmen abhängig sind, sondern auch in hohem Maße vom Witterungsverlauf beeinflusst werden, finden sich jedes Jahr auch auf Flächen, die nach den Vorgaben des Kooperationsvertrags bewirtschaftet wurden, Nmin-Werte, die über den in §7 KoopV genannten Werten liegen.

Es wird davon ausgegangen, dass mit dem in der Anfrage verwendete Begriff „**Grenzwertüberschreitung**“ eine Klassifizierung der Nmin-Werte in Abhängigkeit von der Nitrat Auswaschungsgefährdung (NAG) gemeint ist, wie sie in § 7 Sanktionen definiert sind. Sie betragen für Flächen mit

- NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha,
- NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha,
- NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha.

Bei der folgenden Auswertung ist weiterhin zu berücksichtigen, dass bei der Auswahl der zu beprobenden Flächen eine Negativ-Selektion stattfindet. Es werden bevorzugt Flächen beprobt, die höhere Nmin-Werte erwarten lassen. Dies liefert eine Beratungsgrundlage und fördert das Hinterfragen bisheriger Bewirtschaftungsstrategien. Der Anteil von Flächen mit höheren Nmin-Werten ist folglich, übertragen auf die Gesamtfläche des Schutzgebietes, deutlich niedriger.

Die Herbst-Nmin-Werte der Jahre 2011 bis 2016 wurden unter Berücksichtigung dieser „Grenzwerte“ (GW) für **alle** beprobten Flächen im WSG und unter Berücksichtigung der NAG ausgewertet. Der Tabelle 1 sind die aggregierten Daten zu den Jahren zu entnehmen.

Tab. 1: Datenmaterial zu den Herbst-Nmin-Werten der Jahre 2011-2017

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Anzahl	88		99		103		102		121		110		88	
	Nmin	Stabw												
0-30 cm	37	25	21	10	15	9	25	18	24	21	33	15	24	23
30-60 cm	10	8	27	27	12	10	19	18	20	20	31	19	19	18
60-90 cm	5	3	16	15	11	10	14	14	10	9	19	15	14	13
0-90 cm	51	34	64	49	38	25	57	45	53	35	83	41	57	44
Anz. unter GW	61		57		89		62		81		39		58	
% n unter GW	69 %		58 %		86 %		61 %		67 %		35 %		66 %	
ha unter GW					221 ha		176 ha		192 ha		92 ha		163 ha	
% ha unter GW					85 %		61 %		64 %		34 %		68 %	
Anz. über GW	27		42		14		40		40		71		30	
% n über GW	31 %		42 %		14 %		39 %		33 %		65 %		34 %	
ha über GW					40 ha		114 ha		107 ha		180 ha		75 ha	
% ha über GW					15 %		39 %		36 %		66 %		32 %	

Bei den **beprobten** Flächen liegt der Anteil mit „Grenzwertüberschreitungen“ im langjährigen Mittel bei 37 % der untersuchten Flächen bzw. bei 38 % der Beprobungs-Hektar. Wie in Abbildung 1 sind Schwankungen zwischen den Jahren deutlich zu erkennen

Zahl der Untersuchungen mit einer Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin größer 20 kg NO₃-N/ha

Wie in der Vorbemerkung dargelegt wurde, unterscheiden sich die Flächenanzahl im Herbst und im Frühjahr. Allerdings werden Dauerbeobachtungsflächen regelmäßig und wiederkehrend beprobt. Im WSG Groß-Umstadt gibt es 19 Dauerbeobachtungsflächen, die regelmäßig im Herbst und im Frühjahr beprobt werden (Tab. 2). Diese Flächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und jahresbedingte Streuung der Werte wie oben beschrieben gut wider. Eine **Abnahme** von Nmin-Werten über Winter kann durch Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten aber auch infolge Nährstoffaufnahme durch Pflanzen erfolgen. Gerade nach einem „englischen Winter“ wie im Jahr 2014/2015 stellt diese N-Aufnahme eine nicht zu unterschätzende Größe dar. Eine **Zunahme** der Nmin-Werte über Winter erfolgt in der Regel durch Freisetzung aus der organischen Substanz (z.B. Zersetzung von Rübenblatt, Maisstroh oder Zwischenfrüchte) über Winter bzw. im Frühjahr vor der Bodenprobenentnahme. Eine Zunahme infolge unsachgemäßer Düngung innerhalb der Kernsperrfrist kann ausgeschlossen werden. Ausbringungsverbote wurden und werden im Rahmen der Kooperation eingehalten. Bis zum heutigen Tag wurden nur zwei Verstöße gegen die Einhaltung der Kernsperrfrist festgestellt und sanktioniert.

Tab. 2: Nmin-Werte unter Dauerbeobachtungsflächen im WSG Groß-Umstadt

Kennung	kg NO ₃ -N/ha																			
	11	21	31	41	51	61	71	81	91	92	101	111	121	131	132	122	72	123	141	
2011 Tiefe	30	14	24	39	17	24	21	32	15	keine Probe	37	10	37	17	14	22	17	13	16	
	60	5	10	15	8	12	10	14	10	keine Probe	11	4	18	8	4	10	8	5	9	
	90	4	8	8	11	8	13	9	14	keine Probe	8	4	8	4	3	8	4	1	1	
	0-90	23	42	62	36	44	44	55	39	39	56	18	63	29	21	40	29	19	26	
2011 Herbst	30	14	18	30	11	31	13	35	14	8	49	23	10	23	30	23	18	12	64	
	60	4	8	5	6	7	3	11	2	5	1	13	7	14	5	8	8	12	3	
	90	7	4	4	3	3	1	3	1	5	1	2	31	3	4	3	5	1	5	
	0-90	25	30	39	20	41	17	49	17	22	10	67	32	55	31	42	42	31	90	
2012	30	16	38	13	25	17	21	45	37	87	43	13	13	10	14	10	6	12	14	
	60	9	23	9	13	4	13	11	18	16	13	13	14	10	5	7	4	3	25	
	90	8	26	2	11	18	2	9	18	10	17	16	22	31	8	2	5	1	48	
	0-90	33	87	24	45	48	27	67	66	115	76	42	48	55	32	22	12	16	87	
2012 Herbst	30	26	24	13	23	45	13	18	10	10	53	32	18	21	16	21	13	13	16	
	60	45	40	5	8	113	13	8	2	15	76	15	50	7	58	5	49	17	18	
	90	22	25	2	1	29	9	3	2	13	45	14	26	3	24	3	30	7	5	
	0-90	93	89	20	32	187	35	29	14	38	174	54	108	28	103	24	100	37	43	
2013	30	16	19	12	10	14	8	25	24	11	12	9	14	34	10	13	11	12	10	
	60	9	11	22	8	6	6	27	22	5	10	5	8	19	4	16	10	7	13	
	90	8	22	16	9	13	5	19	15	11	14	5	13	15	7	18	15	8	33	
	0-90	33	52	50	27	35	19	71	61	27	36	19	35	68	21	47	36	27	56	
2013 Herbst	30	21	23	7	8	8	16	21	31	18	16	34	11	8	25	15	15	10	8	
	60	21	31	6	3	2	22	19	24	3	5	20	18	15	14	6	3	6	4	
	90	25	8	4	4	7	21	18	15	1	11	7	22	16	5	5	1	3	2	
	0-90	67	62	17	15	17	59	58	70	22	32	61	51	39	44	26	16	19	94	
2014	30	12	13	13	6	31	12	16	9	11	45	11	5	12	13	19	14	16	21	
	60	8	5	14	5	5	6	6	10	7	23	12	5	3	10	15	8	24	19	
	90	10	4	7	5	2	12	14	18	2	8	17	5	3	13	3	2	5	24	
	0-90	30	22	34	16	38	30	36	37	20	76	40	15	18	35	37	24	45	64	
2014 Herbst	30	32	44	11	49	57	17	10	12	25	24	19	15	21	14	15	8	16	20	
	60	40	20	11	45	22	31	3	3	9	18	18	15	8	5	3	3	8	16	
	90	26	15	17	29	10	25	1	3	3	16	9	14	4	6	9	13	2	4	
	0-90	98	79	39	23	89	73	14	18	37	58	46	44	33	25	29	24	26	94	
2015	30	13	15	18	14	17	10	45	14	keine Probe	15	keine Probe	48	18	7	61	10	16	34	
	60	6	8	21	6	18	3	19	2	Probe	13	Probe	14	16	3	26	12	9	5	
	90	2	19	14	6	21	4	12	4	10	10	17	11	4	11	5	9	3	24	
	0-90	21	42	53	26	56	17	76	20	20	38	79	45	14	98	53	28	24	71	
2015 Herbst	30	28	24	89	13	46	16	36	17	10	20	17	24	7	42	24	20	15	12	
	60	10	9	12	6	10	3	69	15	2	26	34	61	3	14	37	20	26	3	
	90	3	3	7	2	3	2	21	3	2	13	25	25	1	3	13	10	4	1	
	0-90	41	36	108	18	59	21	126	35	14	59	76	110	11	59	74	50	45	36	
2016	30	17	34	31	30	27	22	26	26	36	39	30	9	34	21	11	15	16	19	
	60	36	16	20	26	20	15	25	23	20	31	19	6	15	30	5	14	8	32	
	90	16	9	53	11	35	8	31	21	8	48	29	6	4	43	6	9	7	3	
	0-90	69	59	104	67	82	45	82	70	64	118	78	21	53	94	22	38	31	101	
2016 Herbst	30	42	41	23	110	35	42	42	27	59	30	30	33	27	31	27	20	33	29	
	60	28	45	26	49	60	69	41	20	67	19	56	24	28	66	28	37	13	24	
	90	9	20	14	38	48	56	7	13	17	16	58	13	7	28	16	26	13	6	
	0-90	79	106	63	197	143	167	75	60	143	65	144	70	62	125	71	74	83	48	
2017	30	43	44	26	80	30	42	60	16	40	45	42	41	22	42	36	26	29	32	
	60	25	52	28	47	55	82	51	29	77	34	48	31	22	53	22	35	38	28	
	90	17	25	20	31	49	70	24	19	67	14	52	10	17	47	24	44	25	12	
	0-90	85	121	74	158	134	194	135	64	184	93	142	82	61	142	82	105	92	72	
2017 Herbst	30	36	11	10	19	6	9	52	14	31	49	43	39	6	33	11	14	18	7	
	60	53	4	9	6	3	3	62	12	39	15	42	42	7	24	7	5	12	3	
	90	30	4	7	13	2	2	32	7	18	7	24	26	5	9	4	10	16	6	
	0-90	119	19	26	38	10	14	146	33	88	71	109	106	18	66	22	29	46	13	

Auch bei den Dauerbeobachtungsflächen führten die Extremjahre zu stark erhöhten Nmin-Werten im Herbst. Hohe Herbst-Nmin-Werte werden in gesonderten Beratungsgesprächen erörtert.

Tab.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Nmin-Werte von Dauerbeobachtungsflächen

	2013		2014		2015		2016		2017	
	Mittel DB	Stabw DB	Mittel DB	Stabw DB						
Frühjahr										
0-30 cm	14,7	6,8	15,3	9,1	23,0	15,7	24,7	8,6	38,4	14,2
30-60 cm	11,7	6,8	10,6	6,4	11,4	7,0	19,4	9,1	40,9	17,8
60-90 cm	13,7	6,8	8,5	6,3	10,4	6,8	20,9	17,4	30,3	18,9
0-90 cm	40,0	16,5	34,5	15,4	44,8	24,9	65,1	28,1	109,6	41,2
Herbst										
0-30 cm	16,7	8,3	22,5	13,7	24,9	18,7	37,2	19,7	21,8	15,7
30-60 cm	13,2	9,6	16,3	12,5	19,8	19,1	38,3	18,0	18,5	19,1
60-90 cm	11,3	10,1	13,2	11,4	7,6	8,1	21,7	16,5	11,8	9,7
0-90 cm	41,2	23,8	51,9	31,5	52,3	33,9	97,2	42,8	52,1	42,4

Differenzen > 20 oder > 10 kg NO₃-N/ha zwischen den beiden Beprobungsterminen im Herbst und im Frühjahr werden für Dauerbeobachtungsflächen oft nachgewiesen. Es werden sowohl Zunahmen als auch Abnahmen der NO₃-N-Vorräte unter den Flächen festgestellt. (Tab. 4). Die Dauerbeobachtungsflächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und die jahresbedingte Variabilität gut wider.

Tab.4: Veränderungen der Nmin-Werte über Winter unter Dauerbeobachtungsflächen

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 10 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	15	59	6	27	9	32
2014/2015	17	69	15	64	6	31	9	32
2015/2016	19	75	17	69	12	40	5	29
2016/2017	19	75	12	53	11	50	1	4
Mittel	18,5	73,9	14,8	61,4	8,8	37,0	6,0	24,3

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 20 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	13	47	4	15	9	32
2014/2015	17	69	10	47	4	26	6	22
2015/2016	19	75	15	62	12	40	3	22
2016/2017	19	75	7	33	6	29	1	4
Mittel	18,5	73,9	10,3	47,0	5,8	27,5	4,5	19,7

Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Auswertung von Schlagkarteien und Nährstoffbilanzen zur Phosphordüngung

Für die Jahre 2008 bis 2017 wurden die vorliegenden Acker-Schlagkarteien mit folgenden Ergebnissen ausgewertet:

- Die Phosphorversorgung der Ackerflächen erfolgt überwiegend durch organische Düngung (Gülle, Gärsubstrat, Hühnertrockenkot, Kompost, Stallmist).
- In diesem Zeitraum wurde im Mittel auf rund 13 % der ausgewerteten Ackerflächen mineralischer Phosphatdünger ausgebracht (3 % 2009 bis 37 % 2015).
- Die ausgebrachte Phosphatmenge pro Düngung betrug zwischen 34 und 69 kg/ha, im Durchschnitt 50 kg/ha.
- 65 % der mit mineralischem Phosphat gedüngten Flächen wurden im betrachteten zehnjährigen Zeitraum einmal mit mineralischem Phosphat gedüngt, 46 % zweimal, 5 % dreimal und 9 % fünfmal.
- Die pro Hektar und Jahr ausgebrachte Menge mineralischen Phosphats liegt somit bei 5 kg/ha*a auf den einmal gedüngten Flächen, bei 10 kg/ha*a auf zweimal gedüngten Flächen bis zu 25 kg/ha*a auf den fünfmal gedüngten Flächen.
- Auf die gesamte Ackerfläche des Wasserschutzgebietes hochgerechnet wurden durchschnittlich 2,89 kg mineralisches Phosphat pro Hektar und Jahr ausgebracht.

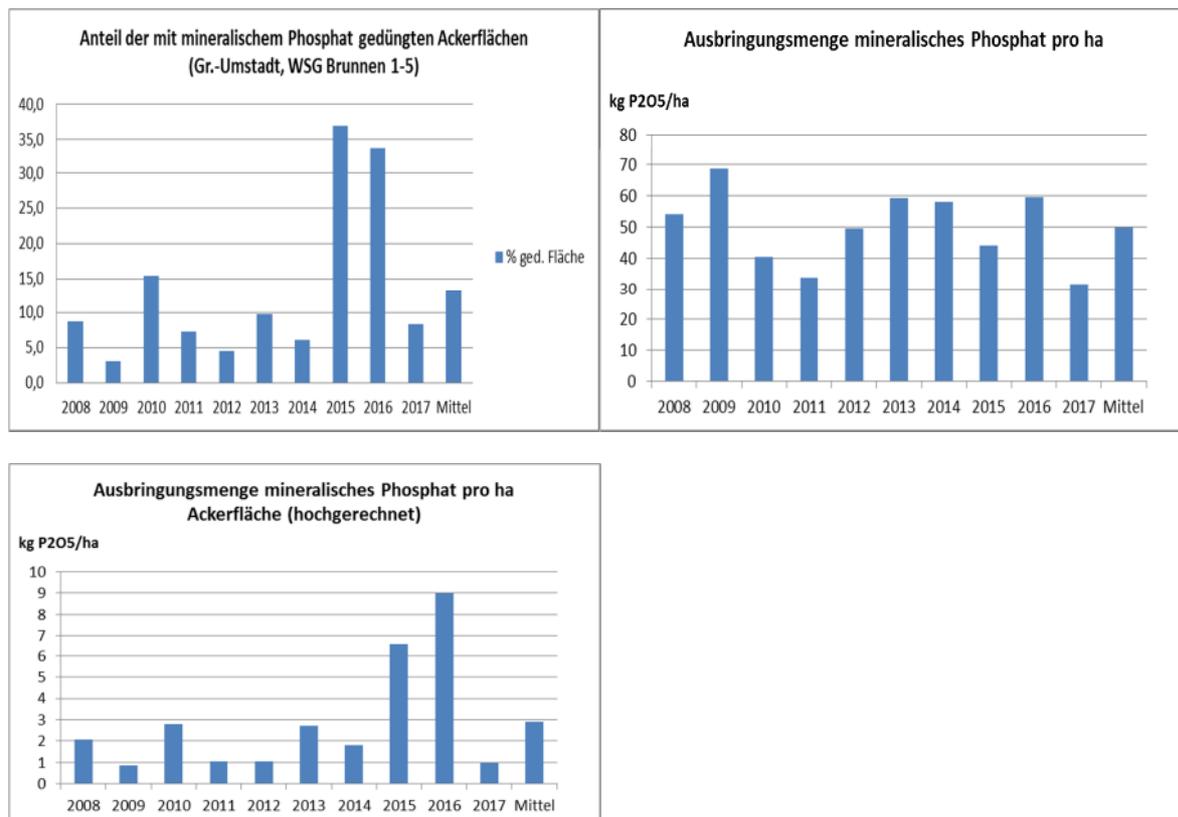


Abb. 2a-c: Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Verwendung von uranfreiem Phosphordünger

In Abhängig von der Herkunft des Phosphates liegt der Urangehalt pro kg Phosphat zwischen unter 1 mg und 362 mg, in einem Fall auch über 1000 mg (Kratz et.al. 2008, in: Uran in Boden und Wasser – Texte 37/2012 – Umweltbundesamt).

Das Umweltbundesamt fordert eine Deklaration des Urans ab 20 mg/kg Phosphat und empfiehlt die Einführung eines Grenzwertes von 50 mg.

Auf Anfrage teilte uns der Landhandel mit, dass keine Informationen über den Urangehalt vorliegen, da keine Deklarationspflicht bestehe. Uranfreiheit könne nicht garantiert werden.

Daher kann keine Aussage getroffen werden, welche Mehrkosten bei Verwendung von uranfreiem Phosphordünger entstehen würden.

Auswertung von Nitrat- Bodenuntersuchungen

Vorbemerkung

Bodenproben sind ein wesentlicher Baustein in der WSG-Beratung. Bei der Nmin-Beprobung wird pflanzenverfügbare (mineralisierter = "min") Nitratstickstoff bestimmt. Dies ist die Stickstoff -(N-) Form, die durch ihre hohe Wasserlöslichkeit besonders leicht von Pflanzen aufgenommen werden kann, aber auch gut im Boden verlagert werden kann.

Für die grundwasserschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung sind zwei Termine von besonderem Interesse:

- Frühjahrsbeprobungen vor der ersten Düngung zur Düngebedarfsermittlung
- Herbstbeprobungen bei Vegetationsende vor Sickerungsbeginn um Informationen über potenziell auswaschungsgefährdete Nitrat-Mengen zu erhalten.

Außerdem werden anlassbezogen vegetationsbegleitende Beprobungen und Nachernteuntersuchungen durchgeführt.

Besonders die Herbst-Nmin-Werte liefern wertvolle Informationen für die Beratungstätigkeit. Bei erhöhten Nmin-Werten im Herbst ist zu klären, welche Ursachen dafür in Frage kommen. Da die Gefahr einer N-Auswaschung aus dem durchwurzelbaren Horizont während der Vegetationspause über Winter besonders groß ist, kommt der Nmin-Untersuchung im Herbst zur weiteren Abschätzung möglicher Auswaschungsverluste eine weitere Bedeutung zu. Über Nmin-Werte kann allerdings nur die **maximale potenzielle**-N-Auswaschung abgeschätzt werden. Dabei reicht die einfache Differenzbildung von Herbst- und Frühjahrswerten nicht aus, vielmehr müssen mindestens die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und das Sickerwasser für eine **Schätzung** berücksichtigt werden. Die **tatsächliche** Nitrat auswaschung lässt sich nur mittels Lysimeteranlagen oder vergleichbaren Verfahren (z.B. Selbstintegrierende- Akkumulatoren) ermitteln.

Im WSG Groß-Umstadt finden regelmäßige Nmin-Beprobungen statt. Die Auswahl der zu beprobenden Flächen im Herbst erfolgt nach folgendem Schema

- Dauerbeobachtungsflächen
- Zufällige Auswahl in Abhängigkeit von Hauptfrucht und Landwirt
- Selektive Auswahl von Flächen in Erwartung erhöhter Nmin-Mengen

Nicht oder nur selten werden im Herbst folgende Flächen beprobt:

- Grünland, Forstflächen
- Flächen, die geringe Nmin-Werte vermuten lassen.

Aufgrund des engeren Zeitfensters werden im Frühjahr weniger Flächen beprobt als im Herbst. Da die Streuung der Nmin-Werte im Frühjahr nicht so hoch ist wie im Herbst, ist diese Vorgehensweise vertretbar und praktikabel. Dabei werden für das WSG besonders typische Ackerflächen beprobt. Darüber hinaus können Landwirte weitere Schläge im WSG zur Beprobung melden. Auf Basis der Nmin-Untersuchungen im Frühjahr erhalten die Landwirte schlagspezifische Düngungsempfehlungen.

Ergebnisse der Herbst-Nmin-Untersuchungen

Abbildung 1 stellt die mittleren Nmin-Untersuchungsergebnisse für die Herbst-Beprobungen in den Jahren 2011-2017 dar. Deutlich zu erkennen ist die hohe Variabilität in Abhängigkeit vom Jahr.

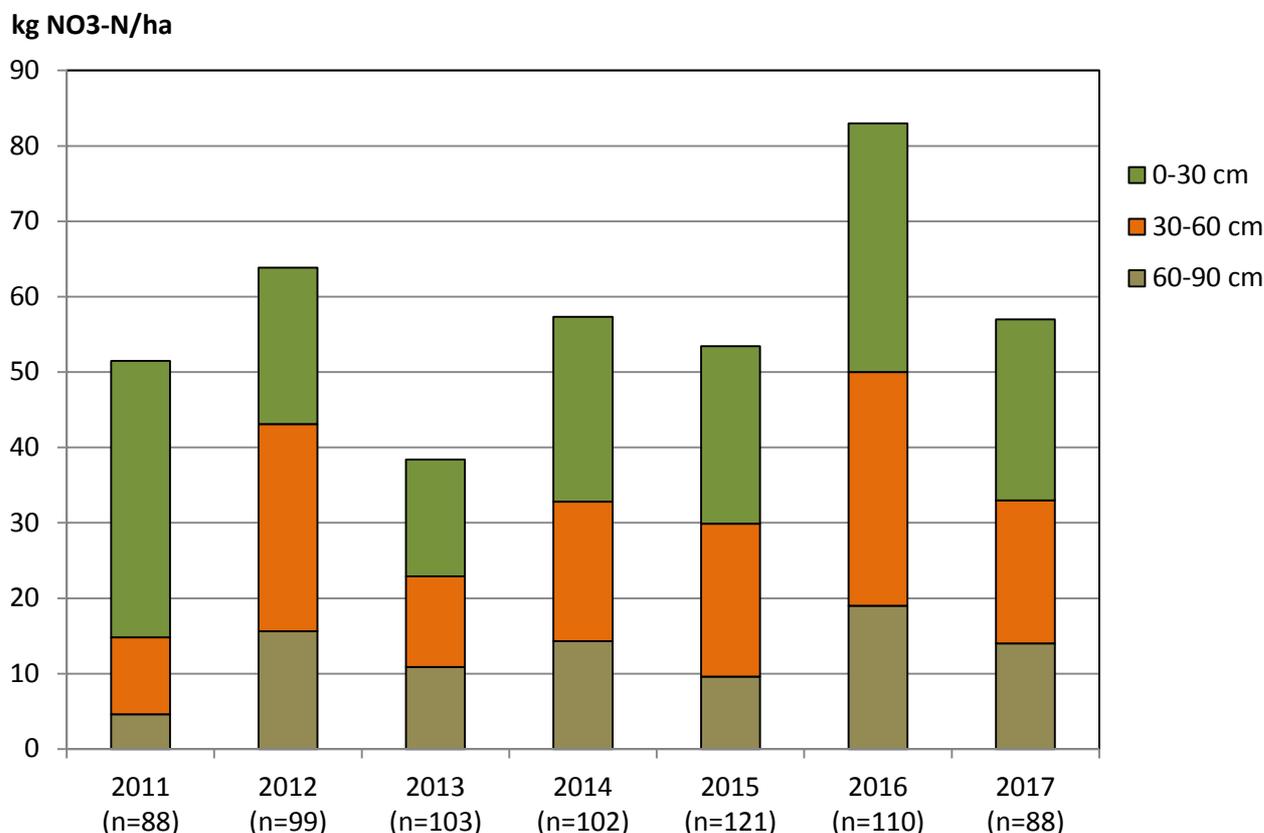


Abb. 1: Mittlere Herbst-Nmin-Werte im WSG Groß-Umstadt (0-90 cm, 2011-2017)

Besonders hervorzuheben sind die Herbst-Nmin-Werte in den Jahren 2012, 2013 und 2016. Das Jahr 2012 war gekennzeichnet von einem dreiwöchigen Dauerfrost mit extrem niedrigen Temperaturen (-20 °C), der zu erheblichen Auswinterungsschäden bei allen Winterungen führte. Etliche Wintergetreideflächen wurden umgebrochen und mit Mais eingesät. Wintergetreide, das nicht ausgewintert war, wies erhebliche Mindererträge auf. Darüber hinaus kam es durch die spät gebildeten Nebentriebe zu einer deutlich verlängerten Blühdauer. Dies führte dazu, dass extrem viele Bestände (sogar Wintergerste) mit Ährenfusarien befallen wurden, was zu zusätzlichen Ertragseinbrüchen führte. Ein verregneter Sommer führte zu einer erschwerten Beerntung und schuf die Voraussetzung für die Freisetzung von N aus dem Boden nach der Ernte. Der Anbau von Mais anstelle der erfrorenen Winterungen führte im Herbst 2012 dazu, dass deutlich weniger Flächen mit Zwischenfrüchten begrünt waren als in anderen Jahren.

Im Jahr 2013 war bedingt durch eine gute und ausreichende Niederschlagsverteilung für fast alle Kulturen ein gutes Ertragsjahr. Der nasse und vergleichsweise kühle Herbst führte zu einer geringen Freisetzung an bodenbürtigem Stickstoff.

Im Jahr 2016 waren Spätsommer und Herbst extrem trocken und überdurchschnittlich warm. Bis Mitte Oktober konnten noch Bodentemperaturen bis 20°C gemessen werden. Dies führ-

te zu einer extremen N-Freisetzung aus der organischen Substanz bis in den Spätherbst hinein. Aufgrund des extrem trockenen Winters kam es bis zum Vegetationsbeginn im Jahr 2017 zu keinen nennenswerten Auswaschungsverlusten (siehe Dauerbeobachtungspartellen).

Der Herbst 2017 zeichnete sich durch extreme Nässe aus, so dass der Beprobungsumfang eingeschränkt werden musste, da etliche Flächen nicht befahrbar waren.

Anzahl von Befunden mit „Grenzwertüberschreitungen“

Im Falle eines Verstoßes gegen die Kooperationsvereinbarungen können Sanktionierungen auch in den drei Folgejahren nach dem Verstoß ausgeübt werden, falls auf den betreffenden Flächen, auf denen eine Verstoß erfolgte, die Nmin-Werte im Herbst bestimmte, von der NAG abhängige Werte übersteigen. Verstöße gegen den Kooperationsvertrag sind und waren ausgesprochen selten, erhöhte Nitratmengen in den Folgejahren nach Sanktionierung wurden bislang nicht festgestellt.

§ 7 Sanktionen

Verstößt der/die Nutzungsberechtigte gegen eine Verpflichtung aus diesem Vertrag, können die Ausgleichszahlungen und Förderungen für das Jahr ganz oder teilweise versagt werden. Sofern in mindestens einer Herbst- Nmin- Untersuchungen in den darauffolgenden 3 Jahren von den entsprechenden Flächen erhöhte Nitratwerte (NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha, NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha, NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha) ermittelt werden, können auch für diesen Zeitraum die Vergütungen ganz oder teilweise versagt werden. Die Entscheidung hierüber treffen die Stadtwerke nach Anhörung des Nutzungsberechtigten, wobei Art, Schwere und Dauer des Verstoßes angemessen zu berücksichtigen sind. In Streitfällen wird das ALR als Schiedsstelle entscheiden. Sofern nach dem Verstoß die Kooperation gekündigt wurde, können die zuvor geleisteten Vergütungen rückwirkend bis zu 24 Monate ganz oder teilweise zurückgefordert werden.

Diese Werte sind für alle anderen Flächen nicht als Grenzwerte zu verstehen. Da Nmin-Werte im Herbst nicht nur von Bewirtschaftungsmaßnahmen abhängig sind, sondern auch in hohem Maße vom Witterungsverlauf beeinflusst werden, finden sich jedes Jahr auch auf Flächen, die nach den Vorgaben des Kooperationsvertrags bewirtschaftet wurden, Nmin-Werte, die über den in §7 KoopV genannten Werten liegen.

Es wird davon ausgegangen, dass mit dem in der Anfrage verwendete Begriff „**Grenzwertüberschreitung**“ eine Klassifizierung der Nmin-Werte in Abhängigkeit von der Nitrat Auswaschungsgefährdung (NAG) gemeint ist, wie sie in § 7 Sanktionen definiert sind. Sie betragen für Flächen mit

- NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha,
- NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha,
- NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha.

Bei der folgenden Auswertung ist weiterhin zu berücksichtigen, dass bei der Auswahl der zu beprobenden Flächen eine Negativ-Selektion stattfindet. Es werden bevorzugt Flächen beprobt, die höhere Nmin-Werte erwarten lassen. Dies liefert eine Beratungsgrundlage und fördert das Hinterfragen bisheriger Bewirtschaftungsstrategien. Der Anteil von Flächen mit höheren Nmin-Werten ist folglich, übertragen auf die Gesamtfläche des Schutzgebietes, deutlich niedriger.

Die Herbst-Nmin-Werte der Jahre 2011 bis 2016 wurden unter Berücksichtigung dieser „Grenzwerte“ (GW) für **alle** beprobten Flächen im WSG und unter Berücksichtigung der NAG ausgewertet. Der Tabelle 1 sind die aggregierten Daten zu den Jahren zu entnehmen.

Tab. 1: Datenmaterial zu den Herbst-Nmin-Werten der Jahre 2011-2017

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Anzahl	88		99		103		102		121		110		88	
	Nmin	Stabw												
0-30 cm	37	25	21	10	15	9	25	18	24	21	33	15	24	23
30-60 cm	10	8	27	27	12	10	19	18	20	20	31	19	19	18
60-90 cm	5	3	16	15	11	10	14	14	10	9	19	15	14	13
0-90 cm	51	34	64	49	38	25	57	45	53	35	83	41	57	44
Anz. unter GW	61		57		89		62		81		39		58	
% n unter GW	69 %		58 %		86 %		61 %		67 %		35 %		66 %	
ha unter GW					221 ha		176 ha		192 ha		92 ha		163 ha	
% ha unter GW					85 %		61 %		64 %		34 %		68 %	
Anz. über GW	27		42		14		40		40		71		30	
% n über GW	31 %		42 %		14 %		39 %		33 %		65 %		34 %	
ha über GW					40 ha		114 ha		107 ha		180 ha		75 ha	
% ha über GW					15 %		39 %		36 %		66 %		32 %	

Bei den **beprobten** Flächen liegt der Anteil mit „Grenzwertüberschreitungen“ im langjährigen Mittel bei 37 % der untersuchten Flächen bzw. bei 38 % der Beprobungs-Hektar. Wie in Abbildung 1 sind Schwankungen zwischen den Jahren deutlich zu erkennen

Zahl der Untersuchungen mit einer Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin größer 20 kg NO₃-N/ha

Wie in der Vorbemerkung dargelegt wurde, unterscheiden sich die Flächenanzahl im Herbst und im Frühjahr. Allerdings werden Dauerbeobachtungsflächen regelmäßig und wiederkehrend beprobt. Im WSG Groß-Umstadt gibt es 19 Dauerbeobachtungsflächen, die regelmäßig im Herbst und im Frühjahr beprobt werden (Tab. 2). Diese Flächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und jahresbedingte Streuung der Werte wie oben beschrieben gut wider. Eine **Abnahme** von Nmin-Werten über Winter kann durch Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten aber auch infolge Nährstoffaufnahme durch Pflanzen erfolgen. Gerade nach einem „englischen Winter“ wie im Jahr 2014/2015 stellt diese N-Aufnahme eine nicht zu unterschätzende Größe dar. Eine **Zunahme** der Nmin-Werte über Winter erfolgt in der Regel durch Freisetzung aus der organischen Substanz (z.B. Zersetzung von Rübenblatt, Maisstroh oder Zwischenfrüchte) über Winter bzw. im Frühjahr vor der Bodenprobenentnahme. Eine Zunahme infolge unsachgemäßer Düngung innerhalb der Kernsperrfrist kann ausgeschlossen werden. Ausbringungsverbote wurden und werden im Rahmen der Kooperation eingehalten. Bis zum heutigen Tag wurden nur zwei Verstöße gegen die Einhaltung der Kernsperrfrist festgestellt und sanktioniert.

Tab. 2: Nmin-Werte unter Dauerbeobachtungsflächen im WSG Groß-Umstadt

Kennung	kg NO ₃ -N/ha																			
	11	21	31	41	51	61	71	81	91	92	101	111	121	131	132	122	72	123	141	
2011 Tiefe	30	14	24	17	24	21	32	15	15	keine Probe	37	10	37	17	17	22	14	17	13	16
	60	5	10	8	12	10	14	10	14	keine Probe	11	4	18	8	4	10	4	8	5	9
	90	4	8	11	8	13	9	14	10	10	8	4	8	4	8	8	3	4	1	1
	0-90	23	42	62	36	44	44	55	39	44	56	18	63	29	21	40	21	29	19	26
2011 Herbst	30	14	18	30	11	31	13	35	14	12	8	49	23	10	23	30	23	18	12	64
	60	4	8	6	7	3	11	2	5	1	13	7	14	5	8	5	8	12	3	21
	90	7	4	3	3	1	3	1	5	1	5	2	31	3	3	3	4	5	1	5
	0-90	25	30	39	20	41	17	49	17	22	10	67	32	55	31	42	42	31	35	16
2012	30	16	38	13	25	17	21	45	37	87	43	13	13	10	14	10	21	6	12	14
	60	9	23	9	13	4	13	11	18	16	16	13	13	14	10	5	5	4	3	25
	90	8	26	2	11	18	2	9	18	10	17	16	22	31	8	2	2	5	1	48
	0-90	33	87	24	45	48	27	67	66	115	76	42	48	55	32	28	28	12	16	87
2012 Herbst	30	26	24	13	23	45	13	18	10	10	53	25	32	18	21	16	21	13	13	16
	60	45	40	5	8	113	13	8	2	15	76	15	50	7	58	5	49	17	18	15
	90	22	25	2	1	29	9	3	2	13	45	14	26	3	24	3	30	7	5	12
	0-90	93	89	20	32	187	35	29	14	38	174	54	108	28	103	24	100	37	36	43
2013	30	16	19	12	10	14	8	25	24	11	12	9	14	34	10	13	13	11	12	10
	60	9	11	22	8	6	27	22	5	10	5	8	8	19	4	16	10	10	7	13
	90	8	22	16	9	13	5	19	15	11	14	5	13	15	7	18	15	8	3	33
	0-90	33	52	50	27	35	19	71	61	27	36	19	35	68	21	47	36	27	56	66
2013 Herbst	30	21	23	7	8	8	16	21	31	18	16	34	11	8	25	15	15	10	8	26
	60	21	31	6	3	2	22	19	24	3	5	20	18	15	14	6	6	3	4	29
	90	25	8	4	4	7	21	18	15	1	11	7	22	16	5	5	5	1	3	2
	0-90	67	62	17	15	17	59	58	70	22	32	61	51	39	44	26	16	19	14	94
2014	30	12	13	13	6	31	12	16	9	11	45	11	5	12	13	19	13	14	16	21
	60	8	5	14	5	5	6	6	10	7	23	12	5	3	10	15	8	24	19	19
	90	10	4	7	5	2	12	14	18	2	8	17	5	3	13	3	8	2	5	24
	0-90	30	22	34	16	38	30	36	37	20	76	40	15	18	35	37	24	45	64	64
2014 Herbst	30	32	44	11	49	57	17	10	12	25	24	19	15	21	14	15	8	16	18	20
	60	40	20	11	45	22	31	3	3	9	18	18	15	8	5	5	5	8	16	29
	90	26	15	17	29	10	25	1	3	3	16	9	14	4	6	9	9	13	2	4
	0-90	98	79	39	23	89	73	14	18	37	58	46	44	33	25	29	24	26	38	94
2015	30	13	15	18	14	17	10	45	14	keine Probe	15	keine Probe	48	18	7	61	61	10	16	34
	60	6	8	21	6	18	3	19	2	Probe	13	Probe	14	16	3	26	12	9	5	13
	90	2	19	14	6	21	4	12	4	10	10	10	17	11	4	11	5	9	3	24
	0-90	21	42	53	26	56	17	76	20	20	38	79	45	14	98	53	28	24	71	71
2015 Herbst	30	28	24	83	13	46	16	36	17	10	20	17	24	7	42	24	20	15	12	13
	60	10	9	12	6	10	3	69	15	2	26	34	61	3	14	37	20	26	3	20
	90	3	3	7	2	3	2	21	3	2	13	25	25	1	3	13	10	4	1	3
	0-90	41	36	108	18	59	21	126	35	14	59	76	110	11	59	74	50	45	16	36
2016	30	17	34	31	30	27	22	26	26	36	39	30	9	34	21	11	11	15	16	19
	60	36	16	20	26	20	15	25	23	20	31	19	6	15	30	5	14	8	8	32
	90	16	9	53	11	35	8	31	21	8	48	29	6	4	43	6	9	7	3	50
	0-90	69	59	104	67	82	45	82	70	64	118	78	21	53	94	22	38	31	38	101
2016 Herbst	30	42	41	23	110	35	42	27	27	59	30	30	33	27	31	27	20	33	29	40
	60	28	45	26	49	60	69	41	20	67	19	56	24	28	66	28	37	13	24	24
	90	9	20	14	38	48	56	7	13	17	16	58	13	7	28	16	26	13	6	8
	0-90	79	106	63	197	143	167	75	60	143	65	144	70	62	125	71	74	83	48	72
2017	30	43	44	26	80	30	42	60	16	40	45	42	41	22	42	36	26	29	32	34
	60	25	52	28	47	55	82	51	29	77	34	48	31	22	53	22	35	38	28	20
	90	17	25	20	31	49	70	24	19	67	14	52	10	17	47	24	44	25	12	9
	0-90	85	121	74	158	134	194	135	64	184	93	142	82	61	142	82	105	92	72	63
2017 Herbst	30	36	11	10	19	6	9	52	14	31	49	43	39	6	33	11	14	18	7	7
	60	53	4	9	6	3	3	62	12	39	15	42	42	7	24	7	5	12	3	3
	90	30	4	7	13	2	2	32	7	18	7	24	26	5	9	4	10	16	6	3
	0-90	119	19	26	38	10	14	146	33	88	71	109	106	18	66	22	29	46	16	13

Auch bei den Dauerbeobachtungsflächen führten die Extremjahre zu stark erhöhten Nmin-Werten im Herbst. Hohe Herbst-Nmin-Werte werden in gesonderten Beratungsgesprächen erörtert.

Tab.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Nmin-Werte von Dauerbeobachtungsflächen

	2013		2014		2015		2016		2017	
	Mittel DB	Stabw DB	Mittel DB	Stabw DB						
Frühjahr										
0-30 cm	14,7	6,8	15,3	9,1	23,0	15,7	24,7	8,6	38,4	14,2
30-60 cm	11,7	6,8	10,6	6,4	11,4	7,0	19,4	9,1	40,9	17,8
60-90 cm	13,7	6,8	8,5	6,3	10,4	6,8	20,9	17,4	30,3	18,9
0-90 cm	40,0	16,5	34,5	15,4	44,8	24,9	65,1	28,1	109,6	41,2
Herbst										
0-30 cm	16,7	8,3	22,5	13,7	24,9	18,7	37,2	19,7	21,8	15,7
30-60 cm	13,2	9,6	16,3	12,5	19,8	19,1	38,3	18,0	18,5	19,1
60-90 cm	11,3	10,1	13,2	11,4	7,6	8,1	21,7	16,5	11,8	9,7
0-90 cm	41,2	23,8	51,9	31,5	52,3	33,9	97,2	42,8	52,1	42,4

Differenzen > 20 oder > 10 kg NO₃-N/ha zwischen den beiden Beprobungsterminen im Herbst und im Frühjahr werden für Dauerbeobachtungsflächen oft nachgewiesen. Es werden sowohl Zunahmen als auch Abnahmen der NO₃-N-Vorräte unter den Flächen festgestellt. (Tab. 4). Die Dauerbeobachtungsflächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und die jahresbedingte Variabilität gut wider.

Tab.4: Veränderungen der Nmin-Werte über Winter unter Dauerbeobachtungsflächen

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 10 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	15	59	6	27	9	32
2014/2015	17	69	15	64	6	31	9	32
2015/2016	19	75	17	69	12	40	5	29
2016/2017	19	75	12	53	11	50	1	4
Mittel	18,5	73,9	14,8	61,4	8,8	37,0	6,0	24,3

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 20 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	13	47	4	15	9	32
2014/2015	17	69	10	47	4	26	6	22
2015/2016	19	75	15	62	12	40	3	22
2016/2017	19	75	7	33	6	29	1	4
Mittel	18,5	73,9	10,3	47,0	5,8	27,5	4,5	19,7

Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Auswertung von Schlagkarteien und Nährstoffbilanzen zur Phosphordüngung

Für die Jahre 2008 bis 2017 wurden die vorliegenden Acker-Schlagkarteien mit folgenden Ergebnissen ausgewertet:

- Die Phosphorversorgung der Ackerflächen erfolgt überwiegend durch organische Düngung (Gülle, Gärsubstrat, Hühnertrockenkot, Kompost, Stallmist).
- In diesem Zeitraum wurde im Mittel auf rund 13 % der ausgewerteten Ackerflächen mineralischer Phosphatdünger ausgebracht (3 % 2009 bis 37 % 2015).
- Die ausgebrachte Phosphatmenge pro Düngung betrug zwischen 34 und 69 kg/ha, im Durchschnitt 50 kg/ha.
- 65 % der mit mineralischem Phosphat gedüngten Flächen wurden im betrachteten zehnjährigen Zeitraum einmal mit mineralischem Phosphat gedüngt, 46 % zweimal, 5 % dreimal und 9 % fünfmal.
- Die pro Hektar und Jahr ausgebrachte Menge mineralischen Phosphats liegt somit bei 5 kg/ha*a auf den einmal gedüngten Flächen, bei 10 kg/ha*a auf zweimal gedüngten Flächen bis zu 25 kg/ha*a auf den fünfmal gedüngten Flächen.
- Auf die gesamte Ackerfläche des Wasserschutzgebietes hochgerechnet wurden durchschnittlich 2,89 kg mineralisches Phosphat pro Hektar und Jahr ausgebracht.

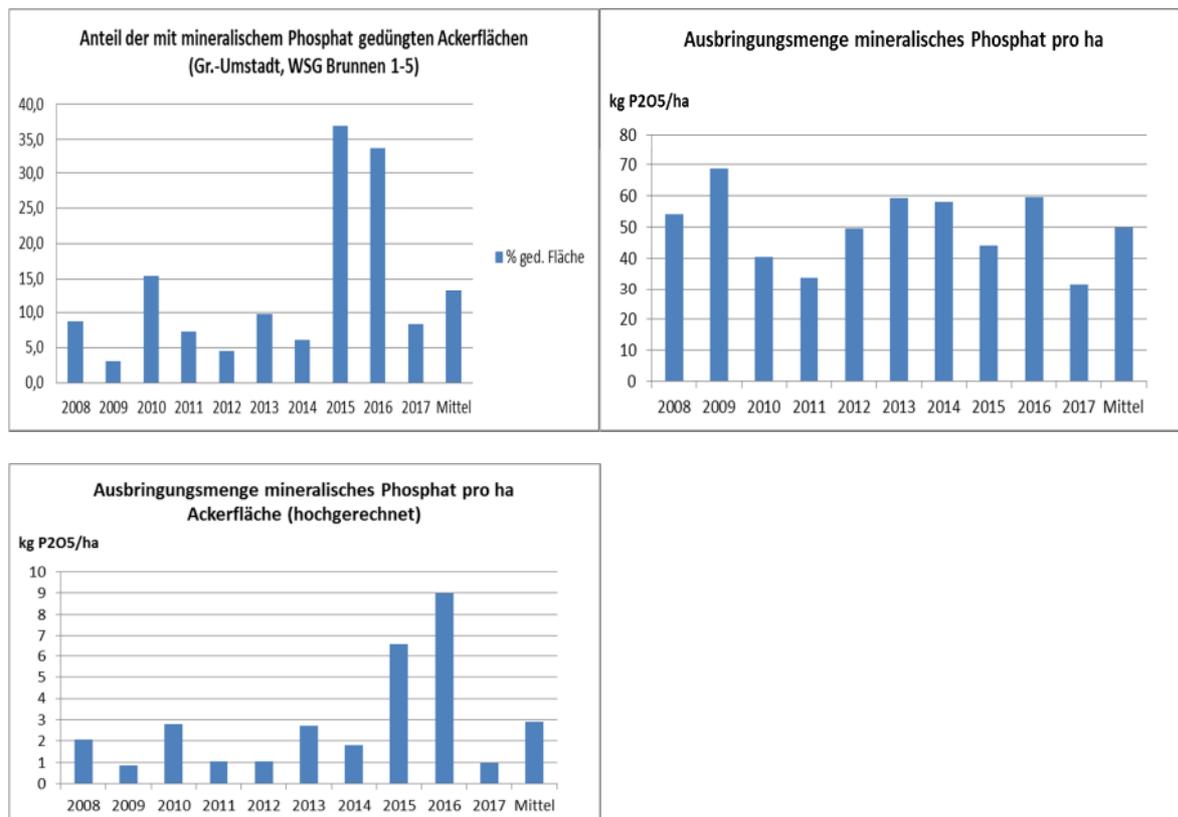


Abb. 2a-c: Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Verwendung von uranfreiem Phosphordünger

In Abhängig von der Herkunft des Phosphates liegt der Urangehalt pro kg Phosphat zwischen unter 1 mg und 362 mg, in einem Fall auch über 1000 mg (Kratz et.al. 2008, in: Uran in Boden und Wasser – Texte 37/2012 – Umweltbundesamt).

Das Umweltbundesamt fordert eine Deklaration des Urans ab 20 mg/kg Phosphat und empfiehlt die Einführung eines Grenzwertes von 50 mg.

Auf Anfrage teilte uns der Landhandel mit, dass keine Informationen über den Urangehalt vorliegen, da keine Deklarationspflicht bestehe. Uranfreiheit könne nicht garantiert werden.

Daher kann keine Aussage getroffen werden, welche Mehrkosten bei Verwendung von uranfreiem Phosphordünger entstehen würden.

Auswertung von Nitrat- Bodenuntersuchungen

Vorbemerkung

Bodenproben sind ein wesentlicher Baustein in der WSG-Beratung. Bei der Nmin-Beprobung wird pflanzenverfügbare (mineralisierter = "min") Nitratstickstoff bestimmt. Dies ist die Stickstoff -(N-) Form, die durch ihre hohe Wasserlöslichkeit besonders leicht von Pflanzen aufgenommen werden kann, aber auch gut im Boden verlagert werden kann.

Für die grundwasserschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung sind zwei Termine von besonderem Interesse:

- Frühjahrsbeprobungen vor der ersten Düngung zur Düngebedarfsermittlung
- Herbstbeprobungen bei Vegetationsende vor Sickerungsbeginn um Informationen über potenziell auswaschungsgefährdete Nitrat-Mengen zu erhalten.

Außerdem werden anlassbezogen vegetationsbegleitende Beprobungen und Nachernteuntersuchungen durchgeführt.

Besonders die Herbst-Nmin-Werte liefern wertvolle Informationen für die Beratungstätigkeit. Bei erhöhten Nmin-Werten im Herbst ist zu klären, welche Ursachen dafür in Frage kommen. Da die Gefahr einer N-Auswaschung aus dem durchwurzelbaren Horizont während der Vegetationspause über Winter besonders groß ist, kommt der Nmin-Untersuchung im Herbst zur weiteren Abschätzung möglicher Auswaschungsverluste eine weitere Bedeutung zu. Über Nmin-Werte kann allerdings nur die **maximale potenzielle**-N-Auswaschung abgeschätzt werden. Dabei reicht die einfache Differenzbildung von Herbst- und Frühjahrswerten nicht aus, vielmehr müssen mindestens die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und das Sickerwasser für eine **Schätzung** berücksichtigt werden. Die **tatsächliche** Nitrat auswaschung lässt sich nur mittels Lysimeteranlagen oder vergleichbaren Verfahren (z.B. Selbstintegrierende- Akkumulatoren) ermitteln.

Im WSG Groß-Umstadt finden regelmäßige Nmin-Beprobungen statt. Die Auswahl der zu beprobenden Flächen im Herbst erfolgt nach folgendem Schema

- Dauerbeobachtungsflächen
- Zufällige Auswahl in Abhängigkeit von Hauptfrucht und Landwirt
- Selektive Auswahl von Flächen in Erwartung erhöhter Nmin-Mengen

Nicht oder nur selten werden im Herbst folgende Flächen beprobt:

- Grünland, Forstflächen
- Flächen, die geringe Nmin-Werte vermuten lassen.

Aufgrund des engeren Zeitfensters werden im Frühjahr weniger Flächen beprobt als im Herbst. Da die Streuung der Nmin-Werte im Frühjahr nicht so hoch ist wie im Herbst, ist diese Vorgehensweise vertretbar und praktikabel. Dabei werden für das WSG besonders typische Ackerflächen beprobt. Darüber hinaus können Landwirte weitere Schläge im WSG zur Beprobung melden. Auf Basis der Nmin-Untersuchungen im Frühjahr erhalten die Landwirte schlagspezifische Düngungsempfehlungen.

Ergebnisse der Herbst-Nmin-Untersuchungen

Abbildung 1 stellt die mittleren Nmin-Untersuchungsergebnisse für die Herbst-Beprobungen in den Jahren 2011-2017 dar. Deutlich zu erkennen ist die hohe Variabilität in Abhängigkeit vom Jahr.

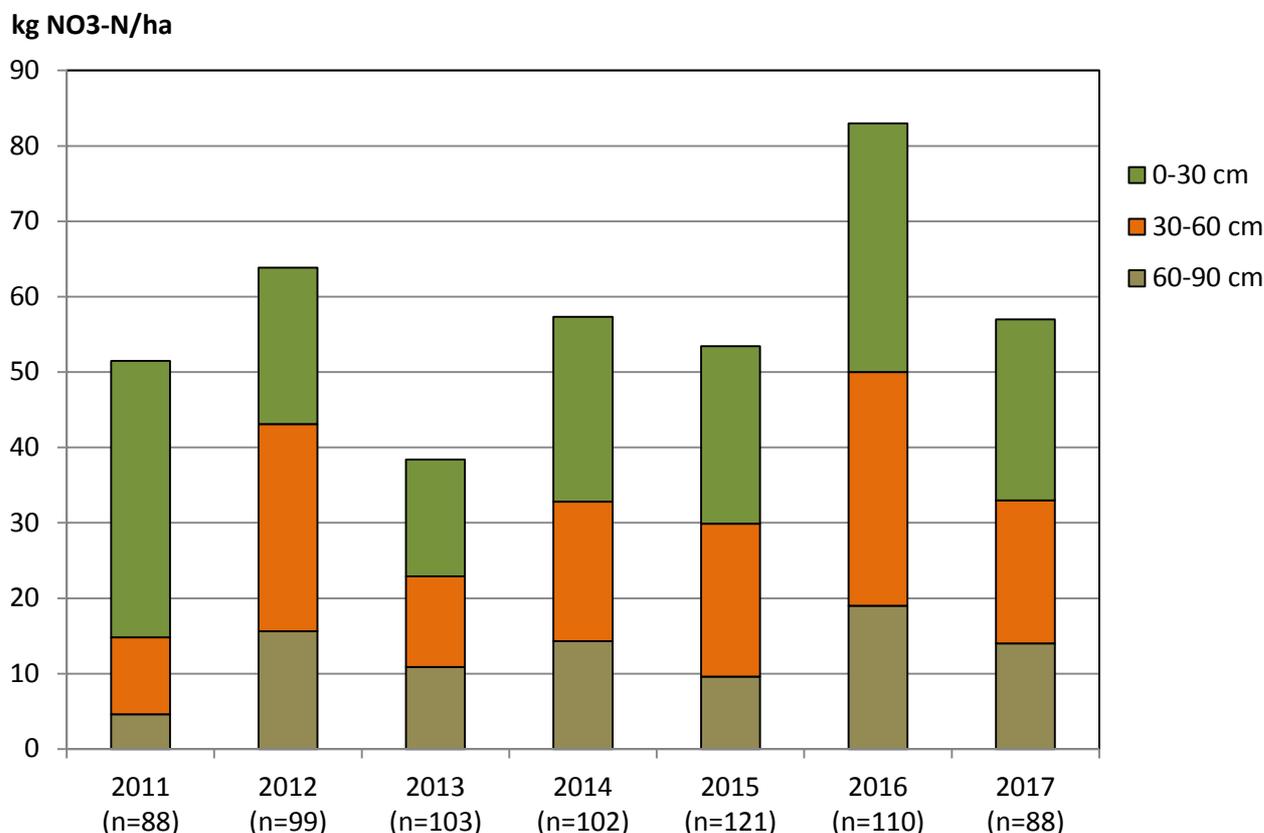


Abb. 1: Mittlere Herbst-Nmin-Werte im WSG Groß-Umstadt (0-90 cm, 2011-2017)

Besonders hervorzuheben sind die Herbst-Nmin-Werte in den Jahren 2012, 2013 und 2016. Das Jahr 2012 war gekennzeichnet von einem dreiwöchigen Dauerfrost mit extrem niedrigen Temperaturen (-20 °C), der zu erheblichen Auswinterungsschäden bei allen Winterungen führte. Etliche Wintergetreideflächen wurden umgebrochen und mit Mais eingesät. Wintergetreide, das nicht ausgewintert war, wies erhebliche Mindererträge auf. Darüber hinaus kam es durch die spät gebildeten Nebentriebe zu einer deutlich verlängerten Blühdauer. Dies führte dazu, dass extrem viele Bestände (sogar Wintergerste) mit Ährenfusarien befallen wurden, was zu zusätzlichen Ertragseinbrüchen führte. Ein verregneter Sommer führte zu einer erschwerten Beerntung und schuf die Voraussetzung für die Freisetzung von N aus dem Boden nach der Ernte. Der Anbau von Mais anstelle der erfrorenen Winterungen führte im Herbst 2012 dazu, dass deutlich weniger Flächen mit Zwischenfrüchten begrünt waren als in anderen Jahren.

Im Jahr 2013 war bedingt durch eine gute und ausreichende Niederschlagsverteilung für fast alle Kulturen ein gutes Ertragsjahr. Der nasse und vergleichsweise kühle Herbst führte zu einer geringen Freisetzung an bodenbürtigem Stickstoff.

Im Jahr 2016 waren Spätsommer und Herbst extrem trocken und überdurchschnittlich warm. Bis Mitte Oktober konnten noch Bodentemperaturen bis 20°C gemessen werden. Dies führ-

te zu einer extremen N-Freisetzung aus der organischen Substanz bis in den Spätherbst hinein. Aufgrund des extrem trockenen Winters kam es bis zum Vegetationsbeginn im Jahr 2017 zu keinen nennenswerten Auswaschungsverlusten (siehe Dauerbeobachtungspartellen).

Der Herbst 2017 zeichnete sich durch extreme Nässe aus, so dass der Beprobungsumfang eingeschränkt werden musste, da etliche Flächen nicht befahrbar waren.

Anzahl von Befunden mit „Grenzwertüberschreitungen“

Im Falle eines Verstoßes gegen die Kooperationsvereinbarungen können Sanktionierungen auch in den drei Folgejahren nach dem Verstoß ausgeübt werden, falls auf den betreffenden Flächen, auf denen eine Verstoß erfolgte, die Nmin-Werte im Herbst bestimmte, von der NAG abhängige Werte übersteigen. Verstöße gegen den Kooperationsvertrag sind und waren ausgesprochen selten, erhöhte Nitratmengen in den Folgejahren nach Sanktionierung wurden bislang nicht festgestellt.

§ 7 Sanktionen

Verstößt der/die Nutzungsberechtigte gegen eine Verpflichtung aus diesem Vertrag, können die Ausgleichszahlungen und Förderungen für das Jahr ganz oder teilweise versagt werden. Sofern in mindestens einer Herbst- Nmin- Untersuchungen in den darauffolgenden 3 Jahren von den entsprechenden Flächen erhöhte Nitratwerte (NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha, NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha, NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha) ermittelt werden, können auch für diesen Zeitraum die Vergütungen ganz oder teilweise versagt werden. Die Entscheidung hierüber treffen die Stadtwerke nach Anhörung des Nutzungsberechtigten, wobei Art, Schwere und Dauer des Verstoßes angemessen zu berücksichtigen sind. In Streitfällen wird das ALR als Schiedsstelle entscheiden. Sofern nach dem Verstoß die Kooperation gekündigt wurde, können die zuvor geleisteten Vergütungen rückwirkend bis zu 24 Monate ganz oder teilweise zurückgefordert werden.

Diese Werte sind für alle anderen Flächen nicht als Grenzwerte zu verstehen. Da Nmin-Werte im Herbst nicht nur von Bewirtschaftungsmaßnahmen abhängig sind, sondern auch in hohem Maße vom Witterungsverlauf beeinflusst werden, finden sich jedes Jahr auch auf Flächen, die nach den Vorgaben des Kooperationsvertrags bewirtschaftet wurden, Nmin-Werte, die über den in §7 KoopV genannten Werten liegen.

Es wird davon ausgegangen, dass mit dem in der Anfrage verwendete Begriff „**Grenzwertüberschreitung**“ eine Klassifizierung der Nmin-Werte in Abhängigkeit von der Nitrat Auswaschungsgefährdung (NAG) gemeint ist, wie sie in § 7 Sanktionen definiert sind. Sie betragen für Flächen mit

- NAG 4,5 > 50 kg NO₃-N/ha,
- NAG 3 > 60 kg NO₃-N/ha,
- NAG 2 > 70 kg NO₃-N/ha.

Bei der folgenden Auswertung ist weiterhin zu berücksichtigen, dass bei der Auswahl der zu beprobenden Flächen eine Negativ-Selektion stattfindet. Es werden bevorzugt Flächen beprobt, die höhere Nmin-Werte erwarten lassen. Dies liefert eine Beratungsgrundlage und fördert das Hinterfragen bisheriger Bewirtschaftungsstrategien. Der Anteil von Flächen mit höheren Nmin-Werten ist folglich, übertragen auf die Gesamtfläche des Schutzgebietes, deutlich niedriger.

Die Herbst-Nmin-Werte der Jahre 2011 bis 2016 wurden unter Berücksichtigung dieser „Grenzwerte“ (GW) für **alle** beprobten Flächen im WSG und unter Berücksichtigung der NAG ausgewertet. Der Tabelle 1 sind die aggregierten Daten zu den Jahren zu entnehmen.

Tab. 1: Datenmaterial zu den Herbst-Nmin-Werten der Jahre 2011-2017

	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Anzahl	88		99		103		102		121		110		88	
	Nmin	Stabw												
0-30 cm	37	25	21	10	15	9	25	18	24	21	33	15	24	23
30-60 cm	10	8	27	27	12	10	19	18	20	20	31	19	19	18
60-90 cm	5	3	16	15	11	10	14	14	10	9	19	15	14	13
0-90 cm	51	34	64	49	38	25	57	45	53	35	83	41	57	44
Anz. unter GW	61		57		89		62		81		39		58	
% n unter GW	69 %		58 %		86 %		61 %		67 %		35 %		66 %	
ha unter GW					221 ha		176 ha		192 ha		92 ha		163 ha	
% ha unter GW					85 %		61 %		64 %		34 %		68 %	
Anz. über GW	27		42		14		40		40		71		30	
% n über GW	31 %		42 %		14 %		39 %		33 %		65 %		34 %	
ha über GW					40 ha		114 ha		107 ha		180 ha		75 ha	
% ha über GW					15 %		39 %		36 %		66 %		32 %	

Bei den **beprobten** Flächen liegt der Anteil mit „Grenzwertüberschreitungen“ im langjährigen Mittel bei 37 % der untersuchten Flächen bzw. bei 38 % der Beprobungs-Hektar. Wie in Abbildung 1 sind Schwankungen zwischen den Jahren deutlich zu erkennen

Zahl der Untersuchungen mit einer Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin größer 20 kg NO₃-N/ha

Wie in der Vorbemerkung dargelegt wurde, unterscheiden sich die Flächenanzahl im Herbst und im Frühjahr. Allerdings werden Dauerbeobachtungsflächen regelmäßig und wiederkehrend beprobt. Im WSG Groß-Umstadt gibt es 19 Dauerbeobachtungsflächen, die regelmäßig im Herbst und im Frühjahr beprobt werden (Tab. 2). Diese Flächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und jahresbedingte Streuung der Werte wie oben beschrieben gut wider. Eine **Abnahme** von Nmin-Werten über Winter kann durch Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten aber auch infolge Nährstoffaufnahme durch Pflanzen erfolgen. Gerade nach einem „englischen Winter“ wie im Jahr 2014/2015 stellt diese N-Aufnahme eine nicht zu unterschätzende Größe dar. Eine **Zunahme** der Nmin-Werte über Winter erfolgt in der Regel durch Freisetzung aus der organischen Substanz (z.B. Zersetzung von Rübenblatt, Maisstroh oder Zwischenfrüchte) über Winter bzw. im Frühjahr vor der Bodenprobenentnahme. Eine Zunahme infolge unsachgemäßer Düngung innerhalb der Kernsperrfrist kann ausgeschlossen werden. Ausbringungsverbote wurden und werden im Rahmen der Kooperation eingehalten. Bis zum heutigen Tag wurden nur zwei Verstöße gegen die Einhaltung der Kernsperrfrist festgestellt und sanktioniert.

Tab. 2: Nmin-Werte unter Dauerbeobachtungsflächen im WSG Groß-Umstadt

Kennung	kg NO ₃ -N/ha																			
	11	21	31	41	51	61	71	81	91	92	101	111	121	131	132	122	72	133	123	141
2011 Tiefe	30	14	24	39	17	24	21	32	15	keine Probe	37	10	37	17	14	22	17	13	16	14
	60	5	10	15	8	12	10	14	10	keine Probe	11	4	18	8	4	10	8	5	9	9
	90	4	8	8	11	8	13	9	14	10	8	4	8	4	3	8	4	1	1	1
	0-90	23	42	62	36	44	44	55	39	39	56	18	63	29	21	40	29	19	26	26
2011 Herbst	30	14	18	30	11	31	13	35	14	8	49	23	10	23	30	23	18	12	64	64
	60	4	8	5	6	7	3	11	2	5	1	13	7	14	5	8	8	12	3	21
	90	7	4	4	3	3	1	3	1	5	1	2	31	3	4	3	3	5	1	5
	0-90	25	30	39	20	41	17	49	17	22	10	67	32	55	31	42	31	35	16	90
2012	30	16	38	13	25	17	21	45	37	87	43	13	13	10	14	10	21	6	12	14
	60	9	23	9	13	4	13	11	18	16	13	13	14	10	5	7	4	3	25	25
	90	8	26	2	11	18	2	9	18	10	17	16	22	31	8	2	5	1	48	48
	0-90	33	87	24	45	48	27	67	66	115	76	42	48	55	32	28	22	12	16	87
2012 Herbst	30	26	24	13	23	45	13	18	10	10	53	32	18	21	16	21	13	13	16	16
	60	45	40	5	8	113	13	8	2	15	76	15	50	7	58	5	49	17	18	15
	90	22	25	2	1	29	9	3	2	13	45	14	26	3	24	3	30	7	5	12
	0-90	93	89	20	32	187	35	29	14	38	174	54	108	28	103	24	100	37	36	43
2013	30	16	19	12	10	14	8	25	24	11	12	9	14	34	10	13	13	11	12	10
	60	9	11	22	8	8	6	27	22	5	10	5	8	19	4	16	10	7	13	13
	90	8	22	16	9	13	5	19	15	11	14	5	13	15	7	18	15	8	33	33
	0-90	33	52	50	27	35	19	71	61	27	36	19	35	68	21	47	36	27	56	56
2013 Herbst	30	21	23	7	8	8	16	21	31	18	16	34	11	8	25	15	15	10	8	29
	60	21	31	6	3	2	22	19	24	3	5	20	18	15	14	6	6	4	4	26
	90	25	8	4	4	7	21	18	15	1	11	7	22	16	5	5	1	3	2	39
	0-90	67	62	17	15	17	59	58	70	22	32	61	51	39	44	26	16	19	14	94
2014	30	12	13	13	6	31	12	16	9	11	45	11	5	12	13	19	14	16	21	21
	60	8	5	14	5	5	6	6	10	7	23	12	5	3	10	15	8	24	19	19
	90	10	4	7	5	2	12	14	18	2	8	17	5	3	13	3	2	5	24	24
	0-90	30	22	34	16	38	30	36	37	20	76	40	15	18	35	37	24	45	64	64
2014 Herbst	30	32	44	11	49	57	17	10	12	25	24	19	15	21	14	15	8	16	18	20
	60	40	20	11	45	22	31	3	3	9	18	18	15	8	5	5	3	8	16	29
	90	26	15	17	29	10	25	1	3	3	16	9	14	4	6	9	13	2	4	45
	0-90	98	79	39	23	89	73	14	18	37	58	46	44	33	25	29	24	26	38	94
2015	30	13	15	18	14	17	10	45	14	keine Probe	15	48	18	7	61	36	10	16	34	34
	60	6	8	21	6	18	3	19	2	keine Probe	13	14	16	3	26	12	9	5	13	13
	90	2	19	14	6	21	4	12	4	10	10	17	11	4	11	5	9	3	24	24
	0-90	21	42	53	26	56	17	76	20	20	38	79	45	14	98	53	28	24	71	71
2015 Herbst	30	28	24	89	13	46	16	36	17	10	20	17	24	7	42	24	20	15	12	13
	60	10	9	12	6	10	3	69	15	2	26	34	61	3	14	37	20	26	3	20
	90	3	3	7	2	3	2	21	3	2	13	25	25	1	3	13	10	4	1	3
	0-90	41	36	108	18	59	21	126	35	14	59	76	110	11	59	74	50	45	16	36
2016	30	17	34	31	30	27	22	26	26	36	39	30	9	34	21	11	11	16	27	19
	60	36	16	20	26	20	15	25	23	20	31	19	6	15	30	5	14	8	32	32
	90	16	9	53	11	35	8	31	21	8	48	29	6	4	43	6	9	7	3	50
	0-90	69	59	104	67	82	45	82	70	64	118	78	21	53	94	22	38	31	38	101
2016 Herbst	30	42	41	23	110	35	42	27	27	59	30	30	33	27	31	27	20	33	29	40
	60	28	45	26	49	60	69	41	20	67	19	56	24	28	66	28	37	13	24	24
	90	9	20	14	38	48	56	7	13	17	16	58	13	7	28	16	26	13	6	8
	0-90	79	106	63	197	143	167	75	60	143	65	144	70	62	125	71	74	83	48	72
2017	30	43	44	26	80	30	42	60	16	40	45	42	41	22	42	36	26	29	32	34
	60	25	52	28	47	55	82	51	29	77	34	48	31	22	53	22	35	38	28	20
	90	17	25	20	31	49	70	24	19	67	14	52	10	17	47	24	44	25	12	9
	0-90	85	121	74	158	134	194	135	64	184	93	142	82	61	142	82	105	92	72	63
2017 Herbst	30	36	11	10	19	6	9	52	14	31	49	43	39	6	33	11	14	18	7	7
	60	53	4	9	6	3	3	62	12	39	15	42	42	7	24	7	5	12	3	3
	90	30	4	7	13	2	2	32	7	18	7	24	26	5	9	4	10	16	6	3
	0-90	119	19	26	38	10	14	146	33	88	71	109	106	18	66	22	29	46	16	13

Auch bei den Dauerbeobachtungsflächen führten die Extremjahre zu stark erhöhten Nmin-Werten im Herbst. Hohe Herbst-Nmin-Werte werden in gesonderten Beratungsgesprächen erörtert.

Tab.3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Nmin-Werte von Dauerbeobachtungsflächen

	2013		2014		2015		2016		2017	
	Mittel DB	Stabw DB	Mittel DB	Stabw DB						
Frühjahr										
0-30 cm	14,7	6,8	15,3	9,1	23,0	15,7	24,7	8,6	38,4	14,2
30-60 cm	11,7	6,8	10,6	6,4	11,4	7,0	19,4	9,1	40,9	17,8
60-90 cm	13,7	6,8	8,5	6,3	10,4	6,8	20,9	17,4	30,3	18,9
0-90 cm	40,0	16,5	34,5	15,4	44,8	24,9	65,1	28,1	109,6	41,2
Herbst										
0-30 cm	16,7	8,3	22,5	13,7	24,9	18,7	37,2	19,7	21,8	15,7
30-60 cm	13,2	9,6	16,3	12,5	19,8	19,1	38,3	18,0	18,5	19,1
60-90 cm	11,3	10,1	13,2	11,4	7,6	8,1	21,7	16,5	11,8	9,7
0-90 cm	41,2	23,8	51,9	31,5	52,3	33,9	97,2	42,8	52,1	42,4

Differenzen > 20 oder > 10 kg NO₃-N/ha zwischen den beiden Beprobungsterminen im Herbst und im Frühjahr werden für Dauerbeobachtungsflächen oft nachgewiesen. Es werden sowohl Zunahmen als auch Abnahmen der NO₃-N-Vorräte unter den Flächen festgestellt. (Tab. 4). Die Dauerbeobachtungsflächen spiegeln die mittleren Nmin-Mengen und die jahresbedingte Variabilität gut wider.

Tab.4: Veränderungen der Nmin-Werte über Winter unter Dauerbeobachtungsflächen

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 10 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 10 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	15	59	6	27	9	32
2014/2015	17	69	15	64	6	31	9	32
2015/2016	19	75	17	69	12	40	5	29
2016/2017	19	75	12	53	11	50	1	4
Mittel	18,5	73,9	14,8	61,4	8,8	37,0	6,0	24,3

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 20 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	ha Δ > 20 kg NO ₃ -N/ha, Herbst/Früh ajhr	Anzahl Zunahme von Herbst zu Frühjahr	ha Zunahme von Herbst zu Frühjahr	Anzahl Abnahme von Herbst zu Frühjahr	ha Abnahme von Herbst zu Frühjahr
2013/2014	19	75	13	47	4	15	9	32
2014/2015	17	69	10	47	4	26	6	22
2015/2016	19	75	15	62	12	40	3	22
2016/2017	19	75	7	33	6	29	1	4
Mittel	18,5	73,9	10,3	47,0	5,8	27,5	4,5	19,7

Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Auswertung von Schlagkarteien und Nährstoffbilanzen zur Phosphordüngung

Für die Jahre 2008 bis 2017 wurden die vorliegenden Acker-Schlagkarteien mit folgenden Ergebnissen ausgewertet:

- Die Phosphorversorgung der Ackerflächen erfolgt überwiegend durch organische Düngung (Gülle, Gärsubstrat, Hühnertrockenkot, Kompost, Stallmist).
- In diesem Zeitraum wurde im Mittel auf rund 13 % der ausgewerteten Ackerflächen mineralischer Phosphatdünger ausgebracht (3 % 2009 bis 37 % 2015).
- Die ausgebrachte Phosphatmenge pro Düngung betrug zwischen 34 und 69 kg/ha, im Durchschnitt 50 kg/ha.
- 65 % der mit mineralischem Phosphat gedüngten Flächen wurden im betrachteten zehnjährigen Zeitraum einmal mit mineralischem Phosphat gedüngt, 46 % zweimal, 5 % dreimal und 9 % fünfmal.
- Die pro Hektar und Jahr ausgebrachte Menge mineralischen Phosphats liegt somit bei 5 kg/ha*a auf den einmal gedüngten Flächen, bei 10 kg/ha*a auf zweimal gedüngten Flächen bis zu 25 kg/ha*a auf den fünfmal gedüngten Flächen.
- Auf die gesamte Ackerfläche des Wasserschutzgebietes hochgerechnet wurden durchschnittlich 2,89 kg mineralisches Phosphat pro Hektar und Jahr ausgebracht.

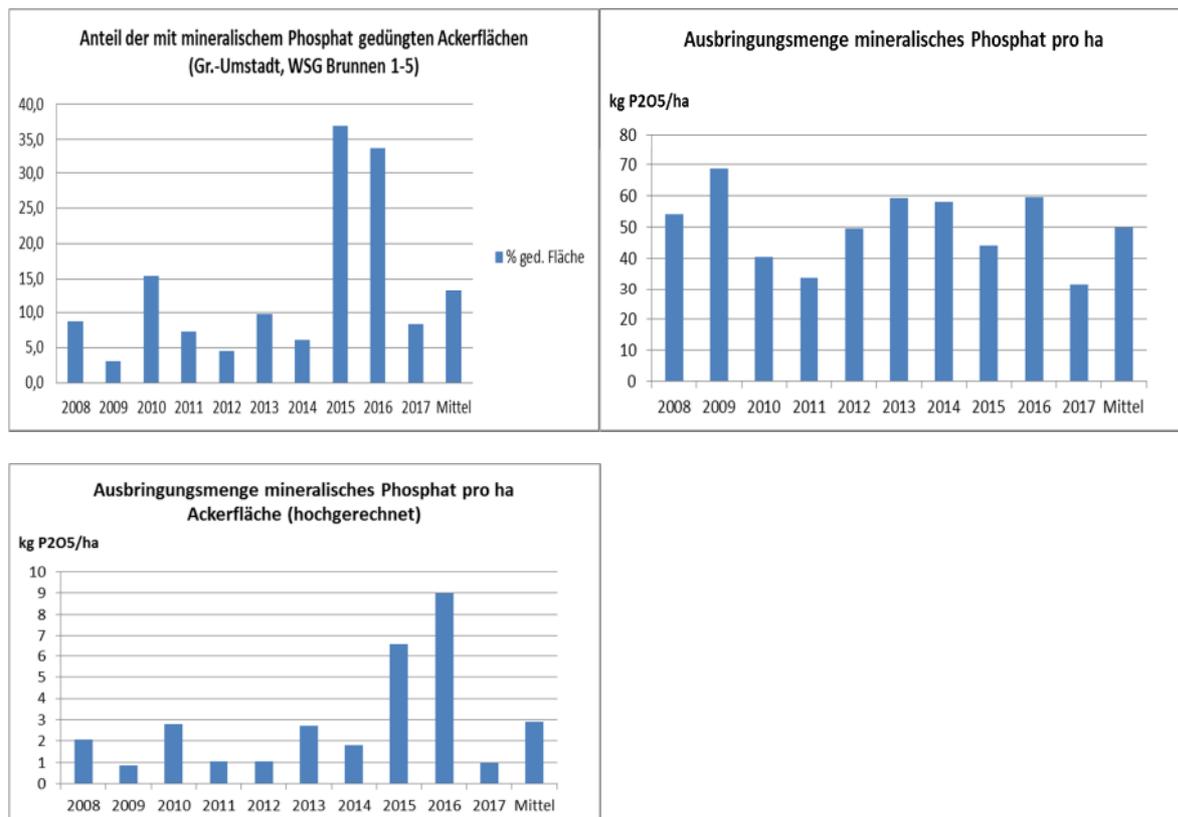


Abb. 2a-c: Phosphordüngung im WSG Groß-Umstadt

Verwendung von uranfreiem Phosphordünger

In Abhängig von der Herkunft des Phosphates liegt der Urangehalt pro kg Phosphat zwischen unter 1 mg und 362 mg, in einem Fall auch über 1000 mg (Kratz et.al. 2008, in: Uran in Boden und Wasser – Texte 37/2012 – Umweltbundesamt).

Das Umweltbundesamt fordert eine Deklaration des Urans ab 20 mg/kg Phosphat und empfiehlt die Einführung eines Grenzwertes von 50 mg.

Auf Anfrage teilte uns der Landhandel mit, dass keine Informationen über den Urangehalt vorliegen, da keine Deklarationspflicht bestehe. Uranfreiheit könne nicht garantiert werden.

Daher kann keine Aussage getroffen werden, welche Mehrkosten bei Verwendung von uranfreiem Phosphordünger entstehen würden.