



Qualität des Trinkwassers im Wasserschutzgebiet Groß-Umstadt (Brunnen 1-5)

Gemeinsamer Monitoring-Bericht 2023

Stadt Groß-Umstadt

Abt. 250

Wasserversorgung und Abwasserreinigung

Björn Mattheß

Gewerbestraße 2

64823 Groß-Umstadt

und

AGGL

Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz und Landwirtschaft
in der Region Starkenburg

Dr. Angela Homm-Belzer, Silke Reimund, Mathias Bahr

Bismarckstr. 22

64853 Otzberg



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. Selbst-integrierende- 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 2011-2022 dar. Deutlich zu erkennen ist die hohe Variabilität in Abhängigkeit vom Jahr. Unverkennbar sind die Auswirkungen der Klimakrise. In den extrem trockenen Jahre 2016 und 2018 und schließlich 2022 werden Nmin-Höchstwerte zu Vegetationsende festgestellt. Grund sind die erzielten Mindererträge, aber auch das Fehlen gut entwickelter Zwischenfruchtbestände. Schließlich kommt es aufgrund mangelnder Beschattung zum Aufheizen der Böden, was nach Wiederbefeuchtung zu extremen N-Freisetzen aus dem Boden führt. Darüber hinaus waren im Jahr 2022 aufgrund des Ukraine-Krieges die Betriebsmittelkosten so hoch, dass gerade N-haltige Düngemittel sehr verhalten eingesetzt wurden. Klimawandel, Hitze und Trockenheit, wirkten sich mehr auf die Nmin-Mengen im Herbst aus als Düngung. Die Bodenprobenentnahmen für die Herbstbeprobungen erfolgen in den ersten beiden Novemberdekaden.

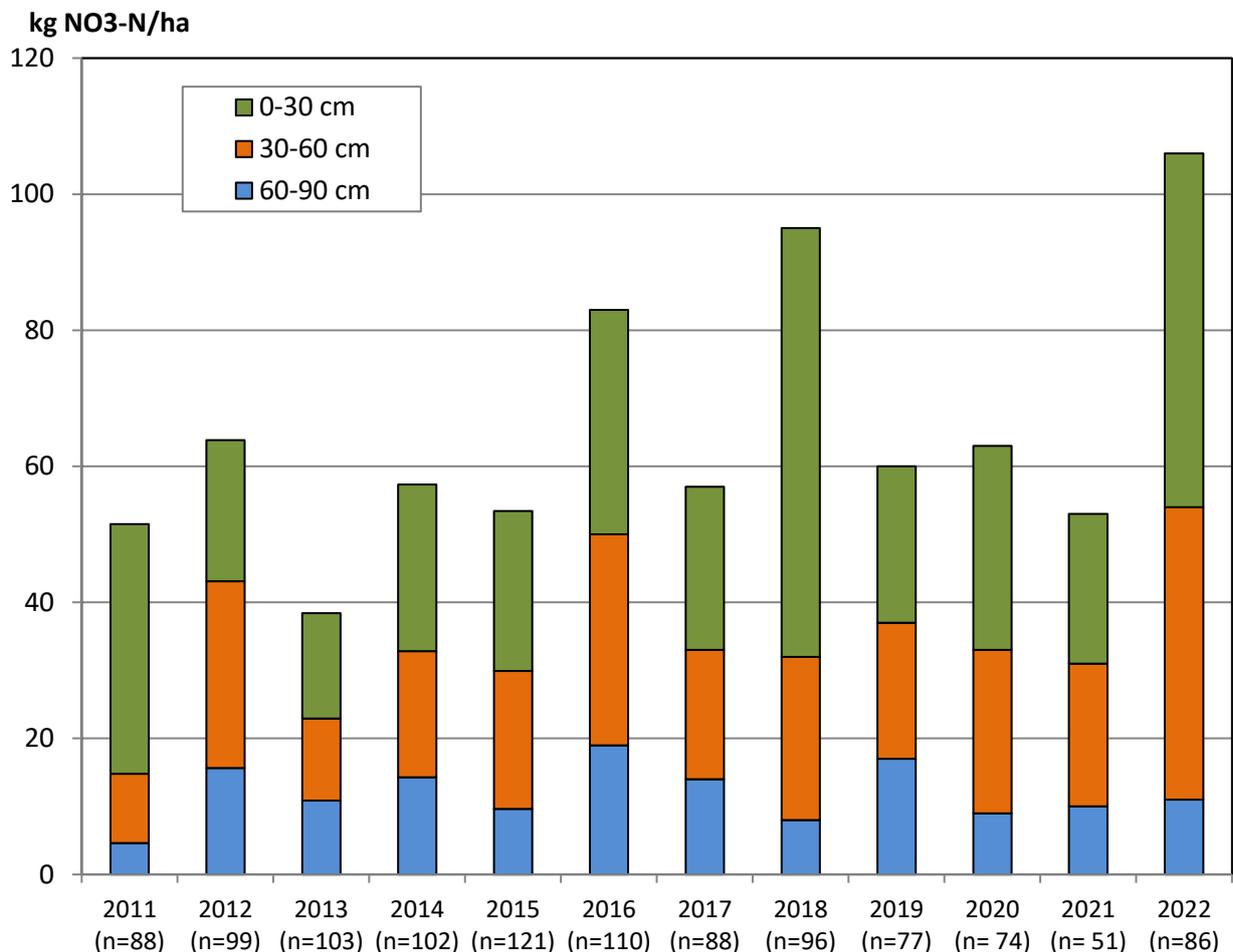


Abb. 1: Mittlere Herbst-Nmin-Werte im WSG Groß-Umstadt (0-90 cm, 2011-2022)

Auch das Jahr 2022 war im Vergleich zum langjährigen Mittel wieder ein trockenes Jahr (Abbildung 2). Im Frühjahr fielen die letzten ergiebigen Niederschläge im April und konnten sich so für den Kornansatz der meisten Wintergetreidebestände positiv auswirken. Die

nachfolgende Trockenheit und Hitze führte aber beim Wintergetreide zu einer schlechten Kornfüllung. So wurden nur mittlere Erträge erzielt. Der zunehmenden Trockenheit im Frühjahr wurde Rechnung getragen, indem empfohlen wurde, auf eine Spätdüngung im Getreide zu verzichten. Diese Empfehlung wurde überwiegend befolgt. Weitere Beratungsempfehlungen wie z.B. zeitige Einsaat von Zwischenfrüchten, die Verwendung von vielfältigen Zwischenfruchtgemengen oder auch die Anlage von Untersaaten konnten infolge der extremen Trockenheit im Jahr 2022 nicht umgesetzt werden. - Sommergetreide und andere Sommerkulturen wie Mais, Körnerleguminosen oder Zuckerrüben wurde massiv geschädigt und erzielten oft nur 50 % der geplanten Erträge. Der Mittelwert aller im Herbst beprobten Flächen ist > 100 kg NO₃-N/ha und bislang das schlechteste Ergebnis. In der untersten Schicht waren im Schnitt 10 kg NO₃-N/ha enthalten, es hatte also bis November noch keine Sickerung begonnen.

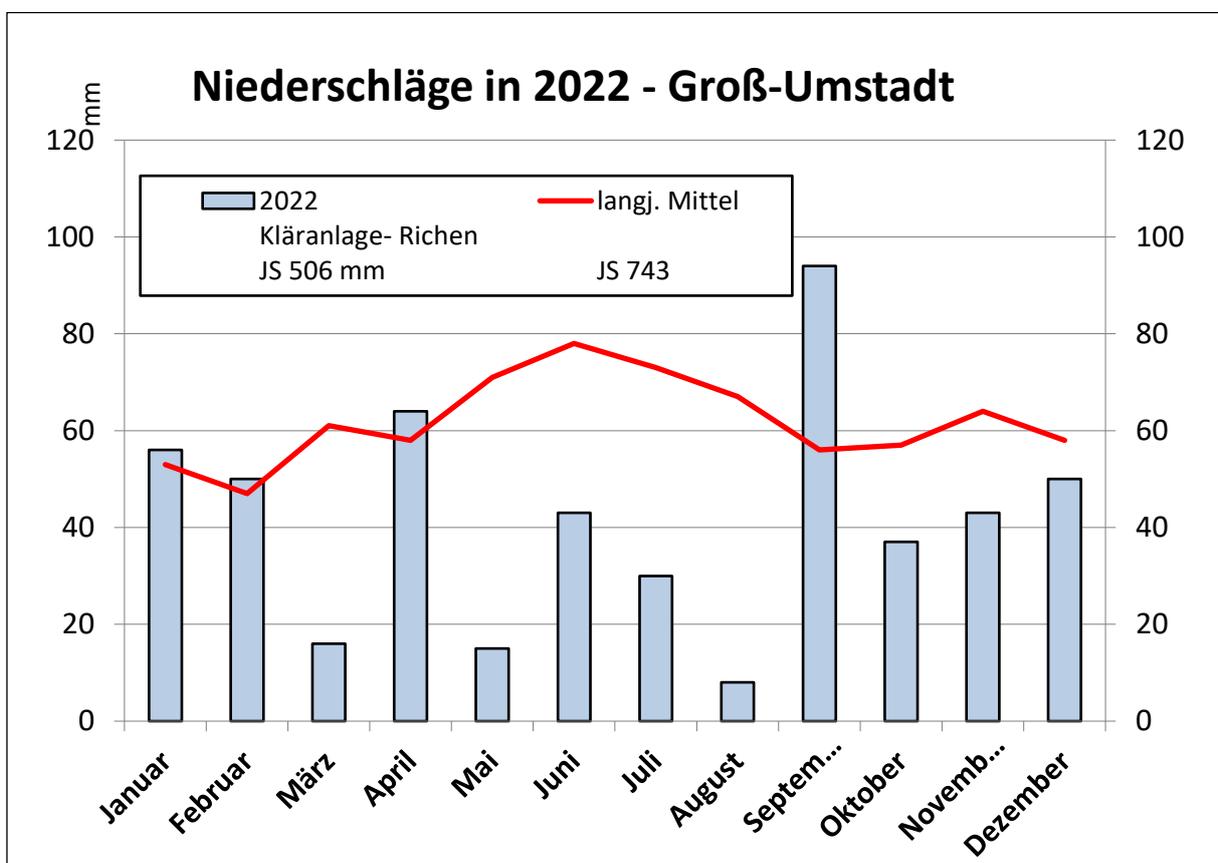


Abb. 2: monatliche Niederschlagsmengen im WSG Groß-Umstadt

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 ein 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 „**Grenzwert-überschreitung**“ eine Klassifizierung der Nmin-Werte in Abhängigkeit von der Nitratauswaschungsgefährdung (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 2022 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. 78 % der Analyseergebnisse liegen im Herbst 2022 oberhalb der „Grenzwerte“. Die höchsten Nmin-Werte wurden im Herbst 2022 besonders nach Hackfrüchten ermittelt, also den Kulturen, die die Winterfeuchtigkeit nicht nutzen konnten und damit unter der Sommertrockenheit besonders gelitten haben.

Tab. 1: Datenmaterial zu den Herbst-Nmin-Werten der Jahre 2011-2022

Jahr	Anzahl		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm	Anz. (n) < GW	% n < GW	ha < GW	% ha < GW	Anz.(n) > GW	% n > GW	ha > GW	% ha > GW
2011	88	Nmin	37	10	5	51	61	69 %			27	31 %		
		Stabw	25	8	3	34								
2012	99	Nmin	21	27	16	64	57	58 %			42	42 %		
		Stabw	10	27	15	49								
2013	103	Nmin	15	12	11	38	89	86 %	221 ha	85 %	14	14 %	40 ha	15 %
		Stabw	9	10	10	25								
2014	102	Nmin	25	19	14	57	62	61 %	176 ha	61 %	40	39 %	114 ha	39 %
		Stabw	18	18	14	45								
2015	121	Nmin	24	20	10	53	81	67 %	192 ha	64 %	40	33 %	107 ha	36 %
		Stabw	21	20	9	35								
2016	110	Nmin	33	31	19	83	39	35 %	92 ha	34 %	71	65 %	180 ha	66 %
		Stabw	15	19	15	41								
2017	88	Nmin	24	19	14	57	58	66 %	163 ha	68 %	30	34 %	75 ha	32 %
		Stabw	23	18	13	44								
2018	96	Nmin	63	24	8	94	30	31 %	98ha	36 %	66	69 %	177 ha	64 %
		Stabw	41	17	6	50								
2019	77	Nmin	23	20	17	60	52	68 %	162 ha	71 %	25	32 %	66 ha	29 %
		Stabw	12	14	13	35								
2020	74	Nmin	30	22	9	61	52	68 %	162 ha	71 %	25	32 %	66 ha	29 %
		Stabw	12	14	13	35								
2021	51	Nmin	22	21	10	53	36	71 %	111 ha	72 %	15	29 %	44 ha	28 %
		Stabw	23	22	9	51								
2022	86	Nmin	52	43	11	106	19	22 %	69 ha	26 %	66	78 %	199 ha	74 %
		Stabw	28	26	7	53								

Zahl der Untersuchungen mit einer Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin größer 10 und 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 Pflanzenbewuchs erfolgen. Gerade nach milden Wintern 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 in der Vergangenheit nur zwei Verstöße gegen die Einhaltung der Kernsperrfrist festgestellt und sanktioniert.

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

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

Kennung	11	21	31	41	51	61	71	81	91	92	101	111	121	131	132	141	
2011	kg NO3-N/ha																
Tiefe	14	24	39	17	24	21	32	15	keine Probe	37	10	37	17	14	22	17	16
30	5	10	15	8	12	10	14	10	keine Probe	11	4	18	8	4	10	8	9
60	4	8	8	11	8	13	9	14	keine Probe	8	4	8	4	3	8	4	1
90	8	4	8	11	8	13	9	14	keine Probe	8	4	8	4	3	8	4	1
0-90	23	42	62	36	44	44	55	39	39	56	18	63	29	21	40	29	26
2011 Herbst	30	14	18	30	11	31	35	14	12	8	49	23	10	23	30	23	18
60	4	8	5	6	7	3	11	2	5	1	13	7	14	5	8	5	12
90	7	4	4	3	3	1	3	1	5	1	5	2	31	3	4	3	5
0-90	25	30	39	20	41	17	49	17	22	10	67	32	55	31	42	31	35
2012	kg NO3-N/ha																
2012 SBA	16	38	13	25	17	21	45	37	87	43	13	13	10	14	21	10	6
60	9	23	9	9	13	4	13	11	18	16	13	13	14	10	5	7	4
90	8	26	2	11	18	2	9	18	10	17	16	22	31	8	2	5	2
0-90	33	87	24	45	48	27	67	66	115	76	42	48	55	32	28	22	12
2012 Herbst	30	26	24	13	23	45	13	18	10	53	25	32	18	21	16	21	13
60	45	40	5	8	113	13	8	2	15	76	15	50	7	58	5	49	17
90	22	25	2	1	29	9	3	2	13	45	14	26	3	24	3	30	7
0-90	93	89	20	32	187	35	29	14	38	174	54	108	28	103	24	100	37
2013	kg NO3-N/ha																
2013 SBA	16	19	12	10	14	8	25	24	11	12	9	14	34	10	13	11	12
60	9	11	22	8	8	6	27	22	5	10	5	8	19	4	16	10	7
90	8	22	16	9	13	5	19	15	11	14	5	13	15	7	18	15	8
0-90	33	52	50	27	35	19	71	61	27	36	19	35	68	21	47	36	27
2013 Herbst	30	21	23	7	8	16	21	31	18	16	34	11	8	25	15	12	10
60	21	31	6	3	2	22	19	24	3	5	20	18	15	14	6	3	26
90	8	4	4	4	7	21	18	15	1	11	7	22	16	5	5	1	39
0-90	67	62	17	15	17	59	58	70	22	32	61	51	39	44	26	16	19
2014	kg NO3-N/ha																
2014 SBA	12	13	13	6	31	12	16	9	11	45	11	5	12	12	13	19	14
60	8	5	14	5	5	6	6	10	7	23	12	5	3	10	17	15	8
90	10	4	7	5	2	12	14	18	2	8	17	5	3	13	8	3	24
0-90	30	22	34	16	38	30	36	37	20	76	40	15	18	35	38	37	24
2014 Herbst	30	32	44	11	49	57	17	10	12	25	24	19	15	14	15	8	16
60	40	20	11	45	22	31	3	3	9	18	18	15	8	5	5	3	8
90	26	15	17	29	10	25	1	3	3	16	9	14	4	6	9	13	2
0-90	98	79	39	123	89	73	14	18	37	58	46	44	33	25	29	24	26
2015	kg NO3-N/ha																
2015 SBA	13	15	18	14	17	10	45	14	keine Probe	15	keine Probe	48	18	7	61	36	10
60	6	8	21	6	18	3	19	2	keine Probe	13	keine Probe	14	16	3	26	12	9
90	2	19	14	6	21	4	12	4	keine Probe	10	keine Probe	17	11	4	11	5	9
0-90	21	42	53	26	56	17	76	20	38	38	79	45	14	98	53	28	24
2015 Herbst	30	28	24	89	13	46	16	36	17	10	20	17	24	7	42	24	20
60	10	9	12	3	10	3	69	15	2	26	34	61	3	14	37	20	26
90	3	3	7	2	3	2	21	3	2	13	25	25	1	10	20	6	3
0-90	41	36	108	18	59	21	126	35	14	14	76	110	11	59	74	50	45
2016	kg NO3-N/ha																
2016 SBA	17	34	31	30	27	22	26	26	36	39	30	9	34	21	11	15	16
60	36	16	20	26	15	23	23	23	20	31	19	6	15	30	5	14	8
90	16	9	53	11	35	8	31	21	8	48	29	6	4	43	6	9	7
0-90	69	59	104	67	82	45	82	70	64	118	78	21	53	94	22	38	31
2016 Herbst	30	42	41	23	110	35	42	27	59	30	30	33	27	31	27	20	33
60	28	45	26	49	60	69	41	20	67	19	56	24	28	66	28	28	37
90	9	20	14	38	48	56	7	13	17	16	58	13	7	28	16	26	13
0-90	79	106	63	197	143	167	75	60	143	65	144	70	62	125	71	74	83
2017	kg NO3-N/ha																
2017 SBA	43	44	26	80	30	42	60	16	40	45	42	41	22	42	36	26	29
60	25	52	28	47	55	82	51	29	77	34	48	31	22	53	22	35	38
90	17	25	20	31	49	70	24	19	67	14	52	10	17	47	24	44	25
0-90	85	121	74	158	134	194	135	64	184	93	142	82	61	142	82	105	92

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

Kennung	11	21	31	41	51	61	71	81	91	92	101	111	121	131	72	122	132	123	141	
2017	30	36	11	10	19	6	9	52	14	31	49	43	39	6	33	11	14	18	7	7
Herbst	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	13
2018	kg NO3-N/ha																			
2018 SBA	30	9	29	18	21	17	36	7	21	10	12	21	5	19	7	82	25	13	21	33
	60	3	18	11	11	3	6	5	7	8	8	8	4	10	3	23	8	11	5	14
	90	2	16	5	8	3	4	11	6	7	10	4	6	7	2	9	7	12	4	2
0-90	14	63	34	40	23	46	23	34	25	30	33	15	36	12	114	40	36	30	49	49
2018	30	84	104	99	69	128	95	42	96	37	33	117	74	64	47	22	13	36	28	26
Herbst	60	17	23	21	15	26	40	13	20	21	38	18	8	20	15	29	29	37	23	23
	90	6	8	24	8	14	6	5	6	7	6	6	7	4	5	3	22	9	5	3
0-90	107	135	144	92	168	141	60	122	65	77	141	99	76	72	40	64	74	70	52	52
2019	kg NO3-N/ha																			
2019 SBA	30	76	36	20	20	38	51	20	18	14	24	24	20	23	20	19	20	24	16	35
	60	24	70	53	47	60	71	32	42	10	39	42	27	26	29	21	24	34	21	22
	90	44	49	46	39	56	81	29	53	18	40	52	42	33	34	14	34	29	27	18
0-90	144	155	119	106	154	203	81	113	42	103	118	89	82	83	54	78	87	64	75	75
2019	30	34	27	10	24	26	24	21	12	22	16	23	24	8	18	14	14	30	9	14
Herbst	60	11	16	8	29	9	13	11	7	16	11	21	19	6	24	10	11	46	5	9
	90	5	5	5	33	26	12	11	9	9	6	15	9	4	27	9	6	55	3	14
0-90	50	48	23	86	61	49	43	28	47	33	59	52	18	69	33	31	131	17	37	37
2020	kg NO3-N/ha																			
2020 SBA	30	24	21	12	30	16	16	25	23	14	19	15	15	8	5	11	13	17	14	7
	60	16	24	8	28	16	16	20	11	12	15	14	17	5	13	6	14	21	23	10
	90	18	24	5	24	21	17	12	5	12	6	15	18	4	4	5	7	37	4	5
0-90	58	69	25	82	53	49	57	39	38	40	44	50	17	22	22	34	75	41	22	22
2020	30	33	16	53	61	34	44	59	27	16	32	48	9	17	21	21	9	22	20	8
Herbst	60	22	11	70	21	26	10	58	23	20	12	30	6	9	13	11	8	18	14	4
	90	3	5	12	7	4	3	18	6	5	4	7	4	3	7	5	6	4	4	3
0-90	58	32	135	89	64	57	135	56	41	48	85	19	29	41	37	23	44	38	15	15
2021	kg NO3-N/ha																			
2021 SBA	30	16	42	28	20	21	29	31	16	8	25	10	9	5	27	6	14	16	26	7
	60	14	18	22	21	15	23	20	17	6	23	15	9	10	15	14	21	8	11	8
	90	6	13	33	55	8	36	14	25	2	25	15	11	11	20	7	8	3	8	2
0-90	36	73	83	96	44	88	65	58	16	73	40	29	26	62	27	43	27	45	17	17
2021	30	28	83	12	9	6	17	30	7	23	22	14	31	7	27	6	13	12	4	4
Herbst	60	29	78	22	6	4	7	47	15	20	9	24	48	25	27	10	21	4	4	2
	90	11	19	10	6	2	6	21	7	4	9	25	15	9	23	9	20	4	12	2
0-90	68	180	44	21	12	30	98	29	47	40	63	94	41	77	25	54	20	20	8	8
2022	kg NO3-N/ha																			
2022 SBA	30	11	40	6	73	23	35	18	23	15	29	14	12	18	17	13	11	15	11	28
	60	9	36	6	33	16	33	13	10	14	29	9	20	8	10	7	9	11	10	9
	90	10	48	3	9	5	25	28	5	12	11	10	31	5	14	7	5	14	3	3
0-90	30	124	15	115	44	93	59	38	41	69	33	63	31	41	27	25	40	24	40	40
2022	30	35	114	31	28	20	106	44	26	22	41	50	27	52	45	37	16	45	55	37
Herbst	60	49	47	18	35	13	68	26	10	16	10	33	35	33	40	17	10	49	48	44
	90	5	19	11	8	5	15	10	7	6	5	7	8	5	10	6	6	8	7	11
0-90	89	180	60	71	38	189	80	43	44	56	90	70	90	95	60	32	102	110	92	92
2023	kg NO3-N/ha																			
2023 SBA	30	26	26	23	35	36	30	47	28	46	56	22	35	19	21	26	21	18	26	32
	60	17	23	35	31	42	38	40	16	39	21	22	26	21	15	29	18	11	22	20
	90	7	54	14	34	20	81	15	7	20	8	32	12	16	10	26	8	14	12	15
0-90	50	103	72	100	98	149	102	51	105	85	76	73	73	56	46	81	47	43	60	67

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

	Frühjahr (kg NO ₃ -N/ha)				Herbst (kg NO ₃ -N/ha)			
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm	0-30cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
2013								
Mittel DB	14,7	11,7	13,7	40	16,7	13,2	11,3	41,2
Stabw DB	6,8	6,8	6,8	16,5	8,3	9,6	10,1	23,8
2014								
Mittel DB	15,3	10,6	8,5	34,5	22,5	16,3	13,2	51,9
Stabw DB	9,1	6,4	6,3	15,4	13,7	12,5	11,4	31,5
2015								
Mittel DB	23	11,4	10,4	44,8	24,9	19,8	7,6	52,3
Stabw DB	15,7	7	6,8	24,9	18,7	19,1	8,1	33,9
2016								
Mittel DB	24,7	19,4	20,9	65,1	37,2	38,3	21,7	97,2
Stabw DB	8,6	9,1	17,4	28,1	19,7	18	16,5	42,8
2017								
Mittel DB	38,4	40,9	30,3	109,6	21,8	18,5	11,8	52,1
Stabw DB	14,2	17,8	18,9	41,2	15,7	19,1	9,7	42,4
2018								
Mittel DB	21,4	8,7	6,6	36,7	65,3	22,2	7,5	95
Stabw DB	17,1	5,2	3,8	22,6	34,2	9,3	4,8	36,5
2019								
Mittel DB	27,3	36,5	38,8	102,6	19,5	14,8	13,8	48,1
Stabw DB	14,9	17,1	15,9	39,7	7,4	9,9	13	26,7
2020								
Mittel DB	16,1	15,2	12,8	44,1	28,9	20,3	5,8	55,1
Stabw DB	6,4	6,1	9,2	18,7	16,9	17	3,7	34,4
2021								
Mittel DB	18,7	15,3	15,9	49,9	18,6	21,1	11,2	51,1
Stabw DB	10,2	5,5	13,7	24,6	18	19,3	7,2	40,7
2022								
Mittel DB	21,7	15,4	13	50,1	43,7	31,6	8,4	83,7
Stabw DB	15,2	9,8	11,9	30,5	25,9	16,8	3,7	42,1
2023								
Mittel DB	30,2	25,6	21,3	77,1				
Stabw DB	10,3	9,4	18,6	27,5				

In dem ausgewerteten Zeitraum 2013-2023 werden in 7 von 10 ausgewerteten Jahren die Herbst-Nmin-Werte im Mittel der untersuchten Flächen Nmin-Werte von annähernd 50 kg NO₃-N/ha festgestellt. In den Trockenjahren 2016, 2018 und 2022 wurden deutliche erhöhte Nmin-Mengen festgestellt. Ursache hierfür sind Mindererträge, fehlende oder schlecht entwickelte

Zwischenfruchtbestände infolge der Trockenheit und die enorm ansteigende N-Freisetzung aus der organischen Substanz des Boden infolge der steigenden Bodentemperaturen.

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). Für die Differenz von 10 kg NO₃-N /ha werden nach der Vegetationspause 2022/2023 eine Zunahme auf 8 Flächen, und eine Abnahme auf 9 Flächen der Bauerbeobachtungsflächen festgestellt. Auf 2 Flächen finden keine relevanten Veränderungen statt. Für die Differenz von 20 kg NO₃-N /ha werden nach der Vegetationspause 2022/2023 eine Zunahme auf 6 Flächen, und eine Abnahme auf 8 Flächen der Bauerbeobachtungsflächen festgestellt. Auf 5 Flächen finden keine relevanten Veränderungen statt. Damit ist festzustellen, dass trotz der hohen Nmin-Werte im Herbst 2022 kaum eine Verlagerung von Nitrat ins Grundwasser stattgefunden hat. Da die Dauerbeobachtungsflächen die mittleren Nmin-Mengen und die jahresbedingte Variabilität gut widerspiegeln, kann diese Hypothese auch für andere Flächen im WSG übernommen werden.

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 (n) gesamt	DB ha Gesamt	Anzahl Δ > 10 kg NO ₃ - N/ha, Herbst/Früha jhr	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
2011/2012	19							
2012/2013	18							
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
2017/2018	19	75	16	62	8	32	8	30
2018/2019	19	75	14	59	10	43	4	15
2019/2020	19	75	9	41	4	16	5	25
2020/2021	19	75	12	49	5	17	7	32
2021/2022	19	75	14	57	6	26	8	32
2022/2023	19	75	17	74	8	43	9	31
Mittel	18,8	74,5	14,1	58,7	7,6	32,5	6,5	26,2

Anzahl DB-Flächen mit Differenz > 20 kg NO ₃ -N/ha zwischen Herbst- und Frühjahrs-Nmin								
	DB (n) 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
2011/2012	19		7		5		2	
2012/2013	18		10		4		6	
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
2017/2018	19	75	11	49	4	19	7	30
2018/2019	19	75	9	41	6	31	3	11
2019/2020	19	75	4	11	2	3	2	8
2020/2021	19	75	9	36	4	13	5	23
2021/2022	19	75	13	54	5	22	8	32
2022/2023	19	75	14	62	6	33	8	29
Mittel	18,8	74,5	10,2	40,6	5,2	23,1	5,0	21,2

Schlussbemerkung

Trockenheit und Hitze führten im Jahr 2022 zu deutlich erhöhten Nmin-Mengen bei der Herbstbeprobung. Allerdings weisen die vorliegenden Zahlen nur geringe Verluste vom Herbst zum Frühjahr auf. Problematisch erscheint, dass die Böden oft ausgetrocknet und überhitzt sind. Mit Trockenheit und zunehmender Bodenerwärmung findet ein rasanter Humusabbau, besonders nach der Ernte statt. Da in dieser Zeit der Boden nicht beschattet wird. Dies hat Konsequenzen für die Sickerwasserqualität und für die Grundwasserneubildung. Die Verbesserung der Regenverdaulichkeit der Böden wird in Zukunft eine herausragende Stellung einnehmen. Die Infiltrationsleistung der Böden ist zu fördern, um eine nachhaltige Grundwasserneubildung zu gewährleisten.

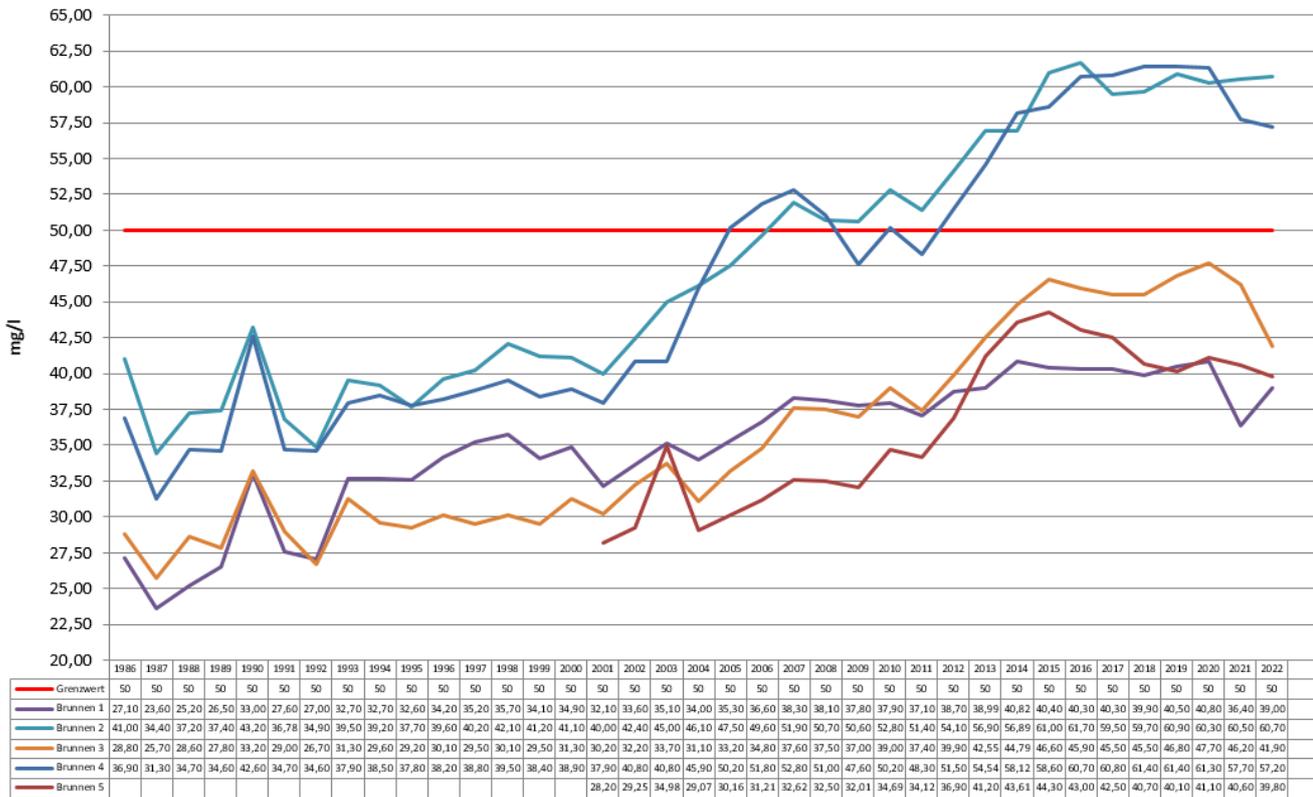
Wertevergleich Brunnen 1 - 5 - NITRAT -

Alle Angaben in mg/l

Jahr	Brunnen 1	Brunnen 2	Brunnen 3	Brunnen 4	Brunnen 5	Grenzwert
1986	27,10	41,00	28,80	36,90		50
1987	23,60	34,40	25,70	31,30		50
1988	25,20	37,20	28,60	34,70		50
1989	26,50	37,40	27,80	34,60		50
1990	33,00	43,20	33,20	42,60		50
1991	27,60	36,78	29,00	34,70		50
1992	27,00	34,90	26,70	34,60		50
1993	32,70	39,50	31,30	37,90		50
1994	32,70	39,20	29,60	38,50		50
1995	32,60	37,70	29,20	37,80		50
1996	34,20	39,60	30,10	38,20		50
1997	35,20	40,20	29,50	38,80		50
1998	35,70	42,10	30,10	39,50		50
1999	34,10	41,20	29,50	38,40		50
2000	34,90	41,10	31,30	38,90		50
2001	32,10	40,00	30,20	37,90	28,20	50
2002	33,60	42,40	32,20	40,80	29,25	50
2003	35,10	45,00	33,70	40,80	34,98	50
2004	34,00	46,10	31,10	45,90	29,07	50
2005	35,30	47,50	33,20	50,20	30,16	50
2006	36,60	49,60	34,80	51,80	31,21	50
2007	38,30	51,90	37,60	52,80	32,62	50
2008	38,10	50,70	37,50	51,00	32,50	50
2009	37,80	50,60	37,00	47,60	32,01	50
2010	37,90	52,80	39,00	50,20	34,69	50
2011	37,10	51,40	37,40	48,30	34,12	50
2012	38,70	54,10	39,90	51,50	36,90	50
2013	38,99	56,90	42,55	54,54	41,20	50
2014	40,82	56,89	44,79	58,12	43,61	50
2015	40,40	61,00	46,60	58,60	44,30	50

2016	40,30	61,70	45,90	60,70	43,00	50
2017	40,30	59,50	45,50	60,80	42,50	50
2018	39,90	59,70	45,50	61,40	40,70	50
2019	40,50	60,90	46,80	61,40	40,10	50
2020	40,80	60,30	47,70	61,30	41,10	50
2021	36,40	60,50	46,20	57,70	40,60	50
2022	39,00	60,70	41,90	57,20	39,80	50

Wertevergleich Brunnen 1 - 5 -NITRAT-



Wertevergleich GWM 101 - 115 - Nitrat –

Alle Angaben in mg/l

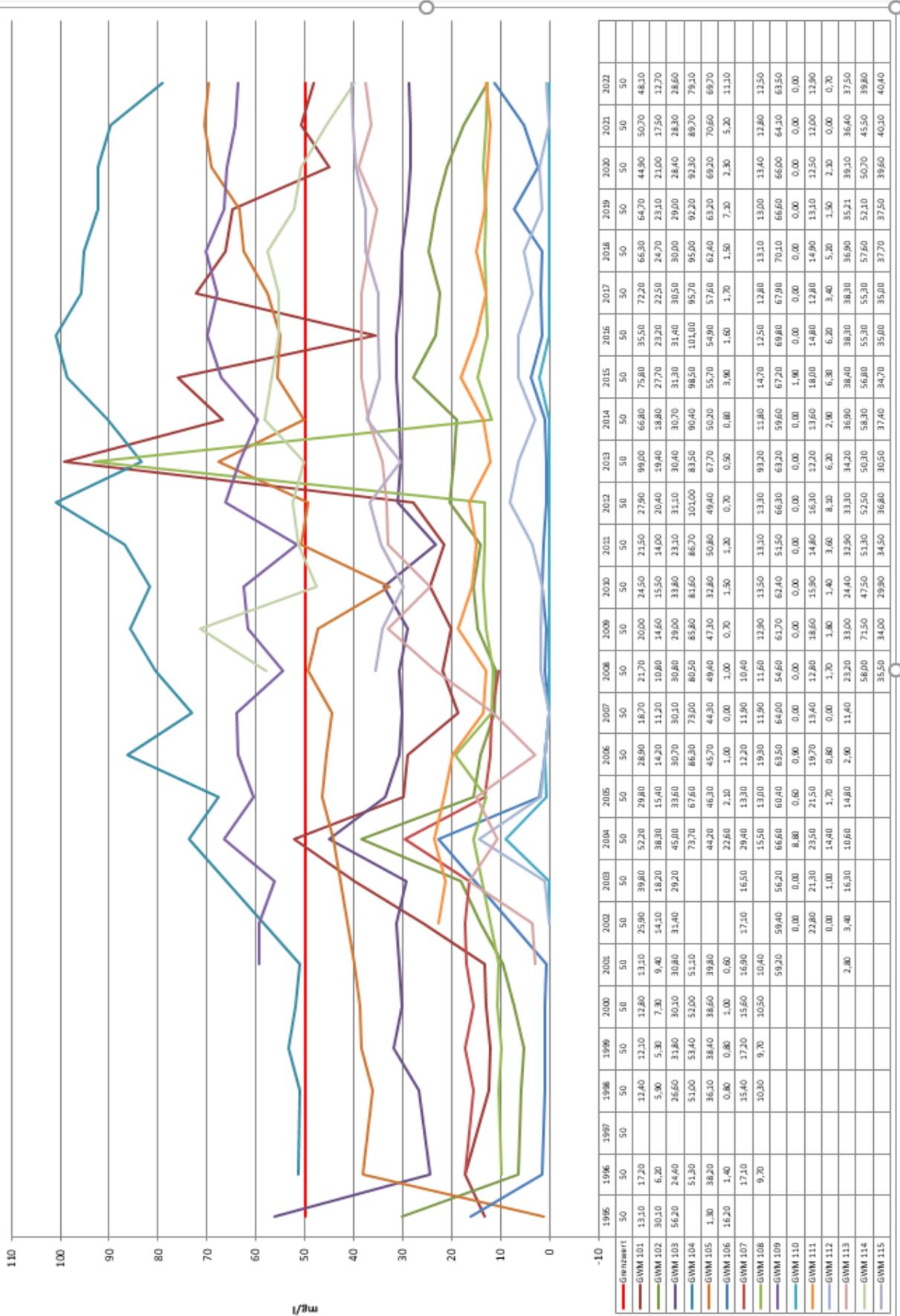
GWM-Nr.:	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
GWM 101	13,10	17,20		12,40	12,10	12,80	13,10
GWM 102	30,10	6,20		5,90	5,30	7,30	9,40
GWM 103	56,20	24,40		26,60	31,80	30,10	30,80
GWM 104		51,30		51,00	53,40	52,00	51,10
GWM 105	1,30	38,20		36,10	38,40	38,60	39,80
GWM 106	16,20	1,40		0,80	0,80	1,00	0,60
GWM 107		17,10		15,40	17,20	15,60	16,90
GWM 108		9,70		10,30	9,70	10,50	10,40
GWM 109							59,20
GWM 110							
GWM 111							
GWM 112							
GWM 113							2,80
GWM 114							
GWM 115							
Grenzwert	50						

GWM-Nr.:	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
GWM 101	25,90	39,80	52,20	29,80	28,90	18,70	21,70
GWM 102	14,10	18,20	38,30	15,40	14,20	11,20	10,80
GWM 103	31,40	29,20	45,00	33,60	30,70	30,10	30,80
GWM 104			73,70	67,60	86,30	73,00	80,50
GWM 105			44,20	46,30	45,70	44,30	49,40
GWM 106			22,60	2,10	1,00	<0,5	1,00
GWM 107	17,10	16,50	29,40	13,30	12,20	11,90	10,40
GWM 108			15,50	13,00	19,30	11,90	11,60
GWM 109	59,40	56,20	66,60	60,40	63,50	64,00	54,60
GWM 110	<0,3	<0,3	8,80	0,60	0,90	<0,5	<0,5
GWM 111	22,80	21,30	23,50	21,50	19,70	13,40	12,80
GWM 112	<0,3	1,00	14,40	1,70	0,80	<0,5	1,70
GWM 113	3,40	16,30	10,60	14,80	2,90	11,40	23,20
GWM 114							58,00
GWM 115							35,50
Grenzwert	50						

GWM-Nr.:	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GWM 101	20,00	24,50	21,50	27,90	99,00	66,80	75,80
GWM 102	14,60	15,50	14,00	20,40	19,40	18,80	27,70
GWM 103	29,00	33,80	23,10	31,10	30,40	30,70	31,30
GWM 104	85,80	81,60	86,70	101,00	83,50	90,40	98,50
GWM 105	47,30	32,80	50,80	49,40	67,70	50,20	55,70
GWM 106	0,70	1,50	1,20	0,70	0,50	0,80	3,90
GWM 107							
GWM 108	12,90	13,50	13,10	13,30	93,20	11,80	14,70
GWM 109	61,70	62,40	51,50	66,30	63,20	59,60	67,20
GWM 110	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,90
GWM 111	18,60	15,90	14,80	16,30	12,20	13,60	18,00
GWM 112	1,80	1,40	3,60	8,10	6,20	2,90	6,30
GWM 113	33,00	24,40	32,90	33,30	34,20	36,90	38,40
GWM 114	71,50	47,50	51,30	52,50	50,30	58,30	56,80
GWM 115	34,00	29,90	34,50	36,80	30,50	37,40	34,70
Grenzwert	50						

GWM-Nr.:	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
GWM 101	35,50	72,20	66,30	64,70	44,90	50,70	48,10
GWM 102	23,20	22,50	24,70	23,10	21,00	17,50	12,70
GWM 103	31,40	30,50	30,00	29,00	28,40	28,30	28,60
GWM 104	101,00	95,70	95,00	92,20	92,30	89,70	79,10
GWM 105	54,90	57,60	62,40	63,20	69,20	70,60	69,70
GWM 106	1,60	1,70	1,50	7,10	2,30	5,20	11,10
GWM 107							
GWM 108	12,50	12,80	13,10	13,00	13,40	12,80	12,50
GWM 109	69,80	67,90	70,10	66,60	66,00	64,10	63,50
GWM 110	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
GWM 111	14,80	12,80	14,90	13,10	12,50	12,00	12,90
GWM 112	6,20	3,40	5,20	1,50	2,10	<0,5	0,70
GWM 113	38,30	38,30	36,90	35,21	39,10	36,40	37,50
GWM 114	55,30	55,30	57,60	52,10	50,70	45,50	39,80
GWM 115	35,00	35,00	37,70	37,50	39,60	40,10	40,40
Grenzwert	50						

Wertevergleich GWM 101 - 115 - NITRAT

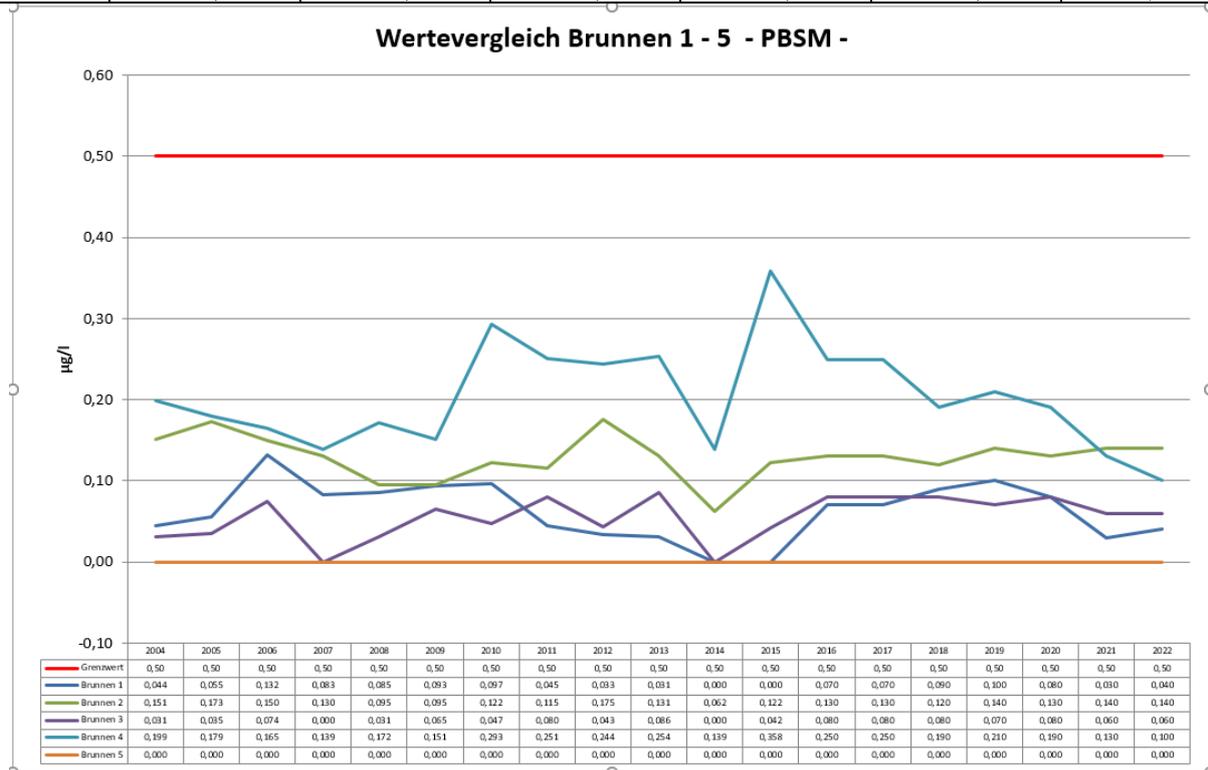


	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Gwmzweert																													
GWM 101	15,10	12,10	13,10	12,80	13,10	25,90	39,80	52,20	29,80	28,90	18,70	21,70	20,00	24,50	21,50	27,90	99,00	66,80	75,80	35,50	72,20	22,50	24,70	23,10	21,00	44,90	50,70	48,10	
GWM 102	30,10	6,20	5,90	5,30	14,10	18,20	38,30	15,40	14,20	11,20	10,80	14,60	15,50	14,00	20,40	19,40	18,80	27,70	23,20	18,80	27,70	23,20	22,50	24,70	23,10	21,00	17,50	12,70	
GWM 103	56,20	24,40	26,60	31,80	30,10	30,80	31,40	29,20	45,00	39,60	30,70	30,10	30,80	39,00	33,80	33,10	31,10	30,40	30,70	31,30	31,40	30,50	30,00	29,00	28,40	28,30	28,60		
GWM 104	51,30	51,00	53,40	52,00	51,10					73,70	67,60	86,30	73,00	80,50	85,80	81,60	86,70	101,00	83,50	90,40	98,50	101,00	95,70	95,00	92,20	92,30	89,70	79,10	
GWM 105	1,30	38,20	36,10	38,40	39,80					44,20	46,30	45,70	44,30	49,40	47,30	32,80	50,80	49,40	67,70	50,20	55,70	54,90	57,80	62,40	63,20	69,20	70,60	69,70	
GWM 106	16,20	1,40	0,80	0,80	1,00	0,60				22,60	2,20	1,00	0,00	1,00	0,70	1,30	1,20	0,70	0,50	0,80	3,80	1,60	1,70	1,50	7,30	2,30	5,20	11,10	
GWM 107	17,10	15,40	17,20	15,60	16,90	17,10	16,50	17,10	13,30	12,20	11,90	10,40																	
GWM 108	9,70	30,30								15,50	13,00	19,20	11,90	11,60	12,90	13,50	13,10	13,30	93,20	15,80	14,70	12,50	12,80	13,10	13,00	13,40	12,80	12,50	
GWM 109										66,60	60,40	63,50	64,00	54,60	61,70	62,40	51,50	66,30	63,20	59,60	67,20	69,80	67,90	70,10	66,60	66,00	64,10	63,50	
GWM 110										0,00	8,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
GWM 111										22,80	21,30	23,50	19,70	13,40	12,80	18,60	15,90	14,80	16,30	12,20	13,60	18,00	12,80	14,90	13,10	12,50	12,00	12,90	
GWM 112										0,00	1,00	1,40	1,70	0,80	1,70	1,80	3,60	8,30	6,20	2,90	6,30	6,20	3,40	5,20	1,50	2,20	0,00	0,70	
GWM 113										0,00	1,00	1,40	1,70	0,80	1,70	1,80	3,60	8,30	6,20	2,90	6,30	6,20	3,40	5,20	1,50	2,20	0,00	0,70	
GWM 114										2,80	3,40	16,30	10,60	14,80	2,90	23,20	33,00	33,30	34,20	36,90	38,40	38,30	38,30	36,90	35,21	39,10	36,40	37,50	
GWM 115																58,00	71,50	47,50	51,30	50,30	58,30	56,80	55,30	57,60	52,10	50,70	45,50	39,80	
																35,50	34,00	29,90	34,50	36,80	30,50	37,40	34,70	35,00	37,70	37,50	39,60	40,10	

Wertevergleich Brunnen 1 - 5 - PBSM –

Alle Angaben in mg/l

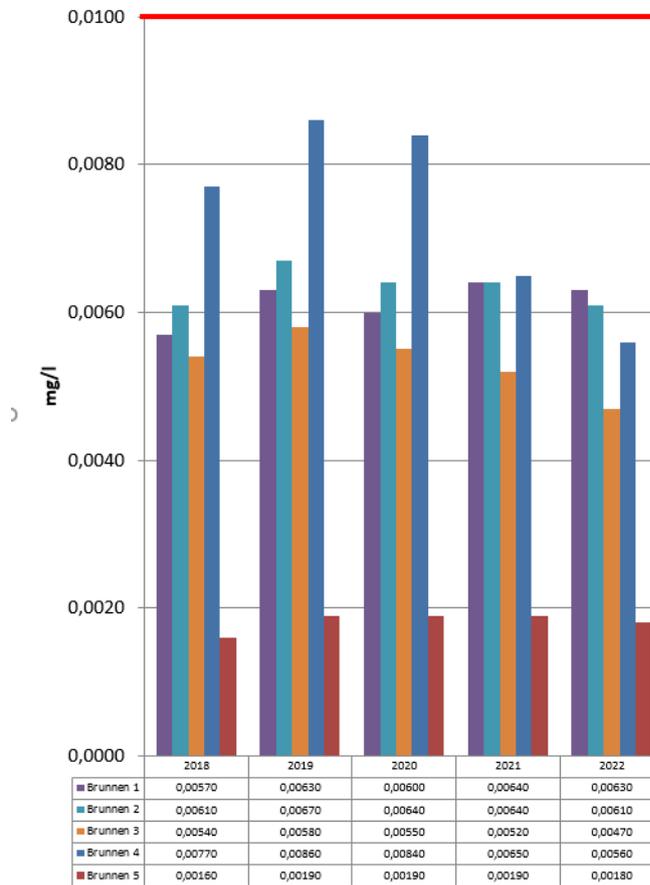
Jahr	Brunnen 1	Brunnen 2	Brunnen 3	Brunnen 4	Brunnen 5	Grenzwert
2004	0,044	0,151	0,031	0,199	0,000	0,50
2005	0,055	0,173	0,035	0,179	0,000	0,50
2006	0,132	0,150	0,074	0,165	0,000	0,50
2007	0,083	0,130	0,000	0,139	0,000	0,50
2008	0,085	0,095	0,031	0,172	0,000	0,50
2009	0,093	0,095	0,065	0,151	0,000	0,50
2010	0,097	0,122	0,047	0,293	0,000	0,50
2011	0,045	0,115	0,080	0,251	0,000	0,50
2012	0,033	0,175	0,043	0,244	0,000	0,50
2013	0,031	0,131	0,086	0,254	0,000	0,50
2014	0,000	0,062	0,000	0,139	0,000	0,50
2015	0,000	0,122	0,042	0,358	0,000	0,50
2016	0,070	0,130	0,080	0,250	0,000	0,50
2017	0,070	0,130	0,080	0,250	0,000	0,50
2018	0,090	0,120	0,080	0,190	0,000	0,50
2019	0,100	0,140	0,070	0,210	0,000	0,50
2020	0,080	0,130	0,080	0,190	0,000	0,50
2021	0,030	0,140	0,060	0,130	0,000	0,50
2022	0,040	0,140	0,060	0,100	0,000	0,50



Wertevergleich Brunnen 1-5 -URAN-

Alle Angaben in mg/l

Jahr	Brunnen 1	Brunnen 2	Brunnen 3	Brunnen 4	Brunnen 5	Grenzwert
2018	0,00570	0,00610	0,00540	0,00770	0,00160	0,01000
2019	0,00630	0,00670	0,00580	0,00860	0,00190	0,01000
2020	0,00600	0,00640	0,00550	0,00840	0,00190	0,01000
2021	0,00640	0,00640	0,00520	0,00650	0,00190	0,01000
2022	0,00630	0,00610	0,00470	0,00560	0,00180	0,01000



Groß-Umstadt, den 17.10.2023

Gez. Björn Mattheß
-Betriebsleiter-