

# Drainagemonitoring - eine ergänzende Methode zur Evaluierung von Maßnahmenwirksamkeiten zur Reduktion von Nitratemissionen in das Grund- und Oberflächenwasser?

Oliver Gabriel<sup>1\*</sup>, Heike Brielmann<sup>2</sup>, Franko Humer<sup>2</sup> und Johannes Grath<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Die Anlage von Drainagen dient der Verkürzung der Verweilzeit des infiltrierenden Wassers im Boden. Drainagen wirken dabei wie große flächenhafte „Sickerwassersammler“. Sie erfassen das Bodensickerwasser einschließlich des sich rapide bewegenden Sickerwassers in präferentiellen Fließwegen. Aufgrund dieser Eigenschaften enthält das Drainagewasser unmittelbare Informationen über die aktuelle Nährstoff- und Schadstoffbelastung landwirtschaftlicher Böden. Dagegen unterliegen die an Grund- oder Fließgewässermessstellen erzielten Messergebnisse immer einer Vielzahl von Einflüssen verschiedener räumlicher, zeitlicher sowie prozessbezogener Skalen, bei der die eindeutige Rückführung eines Signals (Messwert) auf bestimmte Ursachen nur unter sehr großem Aufwand möglich ist. Das Monitoring von Drainagen in belasteten Gebieten stellt somit eine wertvolle, ergänzende, flächenbezogene Methode zur Erfassung von (klar definierten) Einflüssen auf die Qualität von Grund- und Oberflächenwassern dar. Zudem erlaubt es die zeitnahe Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen.

## Einleitung

Zur Verringerung der durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen verursachten oder ausgelösten Gewässerverunreinigung und zur Vorbeugung weiterer Gewässerverunreinigung dieser Art verlangt die Richtlinie 91/676/EWG, Artikel 5 des Rates der Europäischen Union (Nitratrichtlinie) die Festlegung eines Aktionsprogramms für die als gefährdet ausgewiesenen Gebiete oder für das gesamte Gebiet eines Mitgliedstaates. Ziel des Aktionsprogramms Nitrat beziehungsweise der Richtlinie ist es, die durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen verursachte oder ausgelöste Gewässerverunreinigung zu verringern und gegen weitere Gewässerverunreinigung dieser Art vorzubeugen. Gemäß Artikel 5 Ziffer 6 der Nitratrichtlinie haben die Mitgliedsstaaten für die Aufstellung und Durchführung geeigneter Überwachungsprogramme zu sorgen, damit die Wirksamkeit der Aktionsprogramme beurteilt werden kann. Österreich hat ein Aktionsprogramm zur Anwendung auf seinem gesamten Territorium aufgestellt. Die Maßnahmen des Aktionsprogramms gehören zu den grundlegenden Maßnahmen

nach Artikel 11 der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG). Die Kontrolle der Wirksamkeit der Maßnahmen des Aktionsprogramms und der Zielerreichung erfolgt derzeit über die Überwachung der Oberflächengewässer und des Grundwassers im Rahmen der GZÜV. Änderungen in der Bewirtschaftung aufgrund von Maßnahmen des Aktionsprogramms können sich aufgrund der Aufenthaltszeiten des Grundwassers zum Teil nur mit deutlicher zeitlicher Verzögerung auf die Beschaffenheit des Grundwassers und der Oberflächengewässer auswirken. Darüber hinaus ist die Interpretation der Ergebnisse aus einem Grundwasser- und Oberflächengewässer-Monitoring häufig schwierig, da sie von verschiedenen Prozessen beeinflusst werden und somit nicht immer eindeutig auf die Wirksamkeit von Maßnahmen vor Ort zurückgeführt werden können. In einigen Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft werden deshalb seit Jahren Methoden zur Überwachung des Bodenwassers sowie von Drainagen erfolgreich eingesetzt.

Das Ziel der nachfolgend angeführten Arbeiten, die aus einem Pilot-Projekt stammen, ist es

- i) grundsätzlich zu klären, **ob** ergänzende Untersuchungen an Drainagewässern als Instrument zur zeitnahen Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen des Aktionsprogramms (insbesondere in kleinen Einzugsgebieten) geeignet sind,
- ii) aufzuzeigen, **wo** in Österreich ein Drainagemonitoring sinnvoll und machbar sein könnte,
- iii) zu erheben, **wie** ein Drainagemonitoring praktisch umzusetzen wäre.

Dazu sollte unter anderem die Frage nach:

- der räumlichen Konzeption der Probenahme,
- der nötigen zeitlichen Auflösung einer Probenahme,
- der möglichen Konzipierung eines praktikablen Monitorings geklärt werden.

Die vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem vom BMLFUW finanzierten Projekt „Grundwasserpilotprojekt Nitrat-Effektmonitoring“ (UBA 2014).

## Material und Methoden

Um der Fragestellung gerecht zu werden und unter Berücksichtigung des zeitlichen und finanziellen Rahmens der Untersuchungen sollten neben Literaturlauswertungen

<sup>1</sup> Umweltbundesamt GmbH, Abteilung für Oberflächengewässer, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

<sup>2</sup> Umweltbundesamt GmbH, Abteilung für Grundwasser, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

\* Ansprechpartner: Dr. Oliver Gabriel, [oliver.gabriel@umweltbundesamt.at](mailto:oliver.gabriel@umweltbundesamt.at)



verschiedene Testgebiete eingerichtet werden, um unterschiedliche methodische Ansätze und Beprobungsintervalle zu testen.

### Testgebietsauswahl

Ziel der Flächenauswahl war es, in den Gebieten Österreichs, in denen es hinsichtlich der Nährstoffparameter Stickstoff und Phosphor zur Überschreitung der Umweltqualitätsziele für das Grund- und Oberflächengewässer kommt und in denen Maßnahmen zur Verbesserung dieser Situation durchgeführt werden, für ein Drainagemonitoring geeignete Gebiete auszuweisen. In diesen Gebieten wurden anhand von vorhandenen räumlichen Daten und GIS Kartenwerken in einem ersten Schritt Hintergrundinformationen (u.a. Wasserkörper mit Zielverfehlung Nitrat; Meliorationskataster; Landnutzung- und Bodentypenkartensowie Informationen zum N-Überschuss und einzugsgebietsspezifischen N-Emissionen) ausgewertet. Der zweite Schritt, die Auswahl spezifischer Testfelder, stellte sich als komplex und zeitaufwändig heraus, was insbesondere der Beteiligung unterschiedlicher administrativer Ebenen und verschiedener Interessengruppen geschuldet war. Aus den gesammelten Erfahrungen wurde eine praktikable Vorgehensweise für die Auswahl von Testfeldern für Drainageuntersuchungen abgeleitet. Diese beinhaltet im Wesentlichen:

- Information der Landwirtschaftskammern durch das BMLFUW,
- Information weiterer zuständiger Landesbehörden (Wasserwirtschaft, Grundwasserschutz, Gewässerschutz),
- Organisation von Gesprächsrunden zur Information über das Vorhaben sowie zur Konkretisierung von Anforderungen bezüglich geeigneter Gebiete (Bürgermeister, Betreiber, Drainageobmänner),
- Kontaktaufnahme zu den benannten Ansprechpartnern (Klärung der Bedingungen vor-Ort – Bewirtschaftung; pedologische und hydrologische Bedingungen),
- Lokalaugenschein (Drainagekartierung; Klärung der Belastungs- und Einleitsituation),
- Installation der Messgeräte, Beginn der Probenahme.

Zu Überschreitungen der Umweltqualitätsziele in Bezug auf Nitrat im Grundwasser kommt es vor allem in Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung und häufig auf Standorten mit seichten Böden (Schenker und

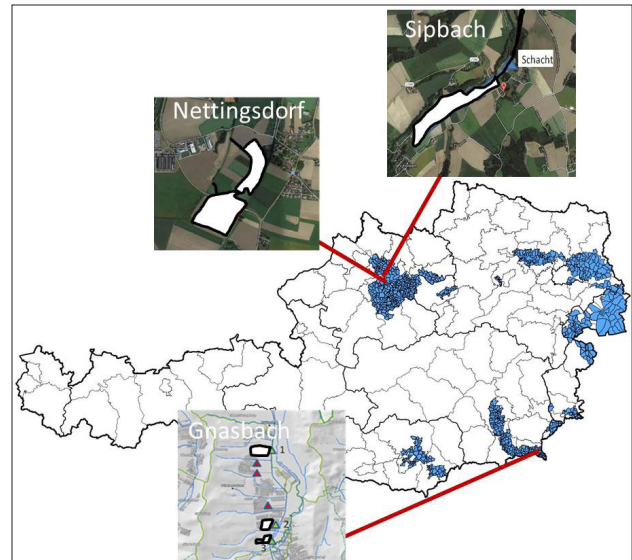


Abbildung 1: Gebietskulisse „Vorbeugender Grundwasserschutz“ (Protokoll AG „ÖPUL-Wasser“, Stand Nov. 2013) und Testgebiete Nettingsdorf (OÖ), Sipbach (OÖ) und Gnasbach (Stmk).

Fenz 2010). Dies betrifft überwiegend Gebiete im Norden (z.B. Weinviertel), Osten (z.B. Marchfeld) und Südosten Österreichs (z.B. Ikvatal), wo zugleich ungünstig geringe Niederschlagsmengen (= geringe Verdünnung) der Regelfall sind. Aber auch in anderen Regionen mit intensiver Landwirtschaft, wie der Traun-Enns-Platte, kommt es zu Schwellenwertüberschreitungen hinsichtlich des Nitrats. Diese Problemgebiete spiegeln sich auch in der aktuellen Gebietskulisse „Vorbeugender Grundwasserschutz“ für ÖPUL wider. Letztlich konnten drei Testgebiete in zwei Schwerpunktregionen der Gebietskulisse eingerichtet werden (siehe *Abbildung 1*).

In den drei Testgebieten konnten an insgesamt sechs Drainagen Untersuchungen durchgeführt werden. Entsprechende Hintergrundinformationen sind in *Tabelle 1* zusammengestellt.

Generell wurden auf den Untersuchungsflächen Messungen in Form von manuellen Stichproben mit kontinuierlich aufzeichnenden Sonden verglichen. Die parallele Beprobung von Drainagen, Grundwasser und Oberflächenwasser an verschiedenen Standorten ermöglichte den Vergleich

Tabelle 1: Kurzcharakterisierung der Untersuchungsflächen.

	Nettingsdorf (zwei einzelne Drainagestränge)	Sipbach (Hauptsammler)	Gnasbach (drei einzelne Drainagestränge)
Fläche [ha]	4,7; 2,9	ca. 25,0	2,0; 2,3; 4,5
Bodentyp	Gley	Braunerde	Pseudogley
Bodengründigkeit	tiefgründig	mittel - tiefgründig	tiefgründig
Maßnahmenprogramm	ja	ja	nein
Kulturart/Fruchtfolge*	Raps - Winterweizen - Zuckerrübe; Mais - Winterweizen	Silomais - Wintergetreide - Silomais - Ackerbohne - Kümmel	Brache - Zwischenfrucht; Kürbis; Mais
Düngaufbringung**	Harnstoff - Schweinegülle - Mineraldünger; Putenmist - Mineraldünger - Harnstoff	Rindergülle, Mineraldünger	keine; Schweinegülle, Mineraldünger; Schweinegülle, Mineraldünger

\*, \*\* Genaue Angaben zur Kultur sowie Mengen und Zeitpunkte der Düngaufbringung wurden von den Betreibern bereitgestellt

ihrer Ansprechempfindlichkeit gegenüber durchgeführten Maßnahmen bzw. von vorherrschenden äußeren Randbedingungen.

Im Einzelnen wurden an den Untersuchungsstandorten:

(1) Monatliche bzw. 14-tägige Stichproben für die Parameter  $N_{Ges}$ ,  $NO_3$ ,  $NO_2$ ,  $NH_4$ ,  $P_{Ges}$  und  $PO_4$  entnommen, bei gleichzeitiger Erfassung der Vor-Ort-Parameter Leitfähigkeit, pH, Wassertemperatur und  $O_2$  sowie der Bestimmung der Abflüsse. Diese Vorgehensweise erlaubte den Vergleich der Aussagekraft von reinen Konzentrationsmessungen versus Frachterhebungen. Die Messkampagne erstreckte sich an allen Standorten über einen Jahresgang - bzw. am Standort Dietersdorf a. G., über die Vegetationsperiode für Mais.

(2) Kontinuierlich wurden die Parameter Leitfähigkeit, Wassertemperatur und z.T. Wasserdruck über festinstallierte Sonden erfasst. Die Messkampagne erstreckte sich über einen Jahresgang am Standort Nettingsdorf, sowie über die Vegetationsperiode am Standort Gnasbach. Diese Vorgehensweise erlaubt Rückschlüsse auf die Ansprechzeit der Drainagen, die Evaluierung möglicher Beeinflussungen der Drainagen durch den Vorfluter sowie die näherungsweise Bestimmung der Drainageabflüsse.

(3) Kontinuierlich wurden außerdem die Parameter  $NO_3$ , Cl und Wassertemperatur über eine festinstallierte Sonde erfasst. Die Messkampagne erstreckte sich von April – September am Standort Gnasbach, um die Auswirkungen der Düngung zu Anbau und Aufwuchs zu erfassen. Die Sonde wurde dann zum Standort Nettingsdorf umgesetzt, um von Oktober – Dezember etwaige Auswirkungen der Herbstdüngung zu erfassen. Die kontinuierlichen Messungen erlauben die Darstellung der Konzentrationsdynamik in den Drainagen.

Die Kombination von Stichproben und kontinuierlichen Messungen ermöglichte Aussagen zur Genauigkeit von Einzelmessungen unterschiedlicher Frequenz. Darüber gibt eine kontinuierliche Messung der Nitratkonzentrationen in Drainagen Aufschluss über die Konzentrationsdynamik, die

durch Stichproben kaum zu erheben ist. In Kombination mit Abflussmessungen und -berechnungen der täglichen Drainageschüttung konnten über bestimmte Zeiträume genaue Emissionen berechnet werden. Ein Vergleich gleicher und unterschiedlicher Nutzungen an verschiedenen Standorten erlaubt einen Einblick in die generelle Repräsentativität der Untersuchungen und ihre Aussagekraft.

## Ergebnisse und Diskussion

### Räumliche Konzeption der Probenahme

Ein Monitoring von Drainagen ist unter Berücksichtigung der räumlichen Situation grundsätzlich in unterschiedlichen Varianten denkbar:

- Beprobung von Drainageauslässen mit dem Anschluss einzelner/weniger Flächen,
- Beprobung von Hauptsammlern mit dem Anschluss vieler Flächen,
- Beprobung von Gewässern mit hohen Drainageflächenanteilen.

Entsprechend wurden die verschiedenen Möglichkeiten im Probenahmekonzept berücksichtigt. Alle genannten Varianten haben Vor- und Nachteile, die in *Tabelle 2* mit anderen Möglichkeiten des Monitorings zusammengefasst werden.

Die Projektergebnisse zeigten, dass bereits die Ergebnisse aus einem Monitoring von Drainage-Hauptsammlern, die in diesem Fall eine Fläche von ca. 25 ha mit verschiedenen Betreibern und Nutzungsarten integrierte, nicht mehr rein auf Aspekte, wie landwirtschaftliche Nutzung und Maßnahmenwirksamkeiten zurückgeführt werden konnten. Der Einfluss möglicher anderer Einflussfaktoren, wie die mögliche Beeinflussung durch eine kleine Fischzucht oder kommunale Abwässer etc. ist schwer eindeutig ermittelbar und führt zu erheblichen Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse. Noch höhere Unsicherheiten bei der Interpretation der Messergebnisse ergeben sich bei einer

Standort	Messpunkt	Art d. Probenahme	Zeitraum																
			2012				2013												
			9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Nettingsdorf</b>	Drän 1	Stichproben															2	2	2
		kontinuierlich (LF, T, p)			---														
		kontinuierlich (NO3)																	
	Drän 2	Stichproben															2	2	2
		Aubach															2	2	2
		kontinuierlich (LF, T, p)																	
	Grundwasser	Stichproben																	
<b>Allhaming/Sipbach</b>	Sammler	Stichproben																2	
<b>Dietersdorf a. Gnasbach</b>	Drän 1	Stichproben						2	2	2	2		2	2	2				
		Stichproben						2	2	2	2		2	2	2				
		kontinuierlich (LF, T, p)																	
		kontinuierlich (NO3)																	
	Drän 3	Stichproben (LF, T, p)						2	2	2	2		2	2	2				
	Gnasbach	Stichproben						2	2	2	2		2	2	2				
		kontinuierlich																	
	Grundwasser	Stichproben																	

Abbildung 2: Probenahmekonzept des Drainagemonitoring-Pilotprojektes (2 = vierzehntägige Probenahme). LF=Leitfähigkeit, T=Temperatur und p=Wasserdruck.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile eines Monitorings in unterschiedlichen Kompartimenten.

Art des Monitoring	Ansprechzeit	Maßnahmenbewertung	Einfluss anderer Prozesse	Aufwand
Bodenwasser	kurz	hoch	klein	erheblich
<b>Drainagewasser</b>				
Hauptsammler	kurz	mittel - hoch	klein - mittel	mittel - erheblich
Sammler	kurz	hoch	klein	mittel - erheblich
oberflächennahes Grundwasser	kurz - mittel	mittel - hoch	klein - mittel	mittel
tiefes Grundwasser	mittel - lang	niedrig - mittel	mittel - erheblich	mittel
Gräben und Bäche	kurz - mittel	mittel	mittel	mittel
Flüsse	lang	niedrig	erheblich	mittel

Beprobung der Oberflächengewässer. Hier können kaum verlässlich Aussagen zu den möglichen Beeinflussungen von (gereinigten) kommunalen Abwässern oder Fehlan-schlüssen und weiteren Nutzungen im Einzugsgebiet der Gewässer getroffen werden, so dass die Konzentrations-dynamik auch in kleinen Fließgewässern, wie Gräben und Bächen nicht ausschließlich auf landwirtschaftliche Nutzungen und Maßnahmenwirksamkeiten zurückgeführt werden kann.

### Flächenspezifische Nitrat-Frachten

Im Gegensatz zu einer reinen Ermittlung der Drainagekonzentrationen (qualitativer Vergleich) ermöglicht die Erhebung von flächenspezifischen Frachten die Ermittlung der tatsächlichen direkten Nitratemissionen in das Oberflächengewässer. Diese ermöglichen einen quantitativen Vergleich verschiedener Flächen mit unterschiedlichen Kulturarten, unterschiedlichen landwirtschaftlichen Praktiken und lassen letztlich Aussagen über die Wirksamkeiten von Maßnahmen zu.

Im Zuge der Untersuchungen wurden die Stichtagsbeprobungen ausgewertet, in denen Abflüsse und Konzentrationen ermittelt wurden und zum Anderen die kontinuierlichen Erhebungen dazu genutzt, um Tagesfrachten zu berechnen. Betrachtet man exemplarisch die Ergebnisse aus den Stichproben, so ließen sich an den sechs Testflächen Tagesfrachten von  $<0,01$  bis  $>0,6$  kg/ha ermitteln. Die flächenspezifischen Nitratfrachten zeigten sowohl in Abhängigkeit der Nutzung, als auch im zeitlichen Verlauf deutliche Schwankungen. In der Steiermark kam es aufgrund eines sehr trockenen Julis zu einem langfristigen Erliegen der Dränspende zwischen Juli und November, was sich auch durch vereinzelte starke Niederschläge nicht änderte. Die vergleichsweise kleinsten Nitrat-N-Frachten wurden im steirischen Untersuchungsgebiet an Dränauslass 1 bestimmt (*Abbildung 3, oben*). Hierbei handelt es sich um eine, durch einen Biobetrieb bewirtschaftete 2 ha große Fläche, die im Jahr 2013 zum Teil brach lag, zum Teil mit einem Getreide-/Erbsengemenge als Zwischenfrucht bepflanzt war; gedüngt wurde nicht. Am Auslass der Dränfläche 2 (2,3 ha) (*Abbildung 3, Mitte*), welche im Jahr 2013 ab Ende April/Anfang Mai mit Ölkürbis bepflanzt wurde, sind im Vergleich die größten flächengewichteten Nitrat-N-Frachten mit bis zu 0,53 kg/ha gemessen worden. Die höchsten durch die Stichproben bestimmten Frachten fallen auf dieser Fläche mit der (beobachteten) Frühjahrsernte von Schweinegülle und gleichzeitig auftretenden Schneeschmelz- bzw.

Starkregenereignissen zusammen. Hier führte die Stickstoff-Frühjahrsdüngung zu einer deutlichen Nitratspitze, die sich in Tageskonzentrationen von mehr als 30 mg  $\text{NO}_3\text{-N/l}$  in der Drainage niederschlug und weniger extrem auch für die dritte Dränfläche mit späterem Maisanbau ermittelt wurde.

### Notwendige zeitliche Auflösung der Probenahme

Um die Wirksamkeit von landwirtschaftlichen Maßnahmen gezielt ausweisen zu können, müssen (zumindest) die jährlichen N-Austräge aus den Flächen über Drainagen mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden und die Ergebnisse im Lichte wesentlicher Einflussfaktoren (wie Niederschläge) interpretiert oder auf Normalbedingungen korrigiert werden. Im Zuge des Projektes wurde geprüft, welche Frequenz der Probenahme nötig ist, um eine hohe Genauigkeit der N-Jahresfrachten aus den einzelnen Flächen bestimmen zu können. Dazu wurden für verschiedene Zeiträume Stichprobenmessungen und kontinuierliche Messungen verglichen. In einem zweiten Schritt wurden aus den Stichproben Gesamtfrachten ermittelt und diese mit den aus kontinuierlichen Messungen ermittelten Gesamtfrachten für denselben Zeitraum verglichen.

Wie nicht anders zu erwarten war, zeigt sich an den Drainagen eine in Abhängigkeit der Bodenwassersättigung und der Niederschläge mehr oder weniger ausgeprägte, zeitverzögerte Abflussdynamik mit der Ausprägung deutlicher Abflussspitzen. Dabei folgt die aus den kontinuierlichen Messungen abgeleitete  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentrationsdynamik in den Drainagen der Abflussdynamik mit zunehmenden Konzentrationen bei erhöhten Abflüssen, während die gelöste Gesamtmenge der gelösten Stoffe (Leitfähigkeit) in den Drainagen durch Verdünnungsprozesse grundsätzlich abnimmt. Bei erhöhten Grabenwasserständen kommt es schließlich auch vereinzelt zu einer Beeinflussung der Drainagen durch das Grabenwasser, die durch Sternchen in *Abbildung 4* gekennzeichnet sind. Betrachtet man den Beprobungszeitraum von etwa drei Monaten, so zeigen sich alleine im Monat November drei deutliche Spitzen, die durch die Stichproben (viereckige Symbole) nicht erfasst werden.

In beiden Testflächen mit kontinuierlichen Messungen wurde eine deutliche Beeinflussung der Konzentrations- und Frachtdynamik mit vereinzelt durch Niederschlag und/oder Düngeinsatz induzierten Spitzen deutlich.

In Zeiträumen, die durch „Basisabflüsse“ gekennzeichnet sind und in denen es zu keinen zusätzlichen Düngegaben

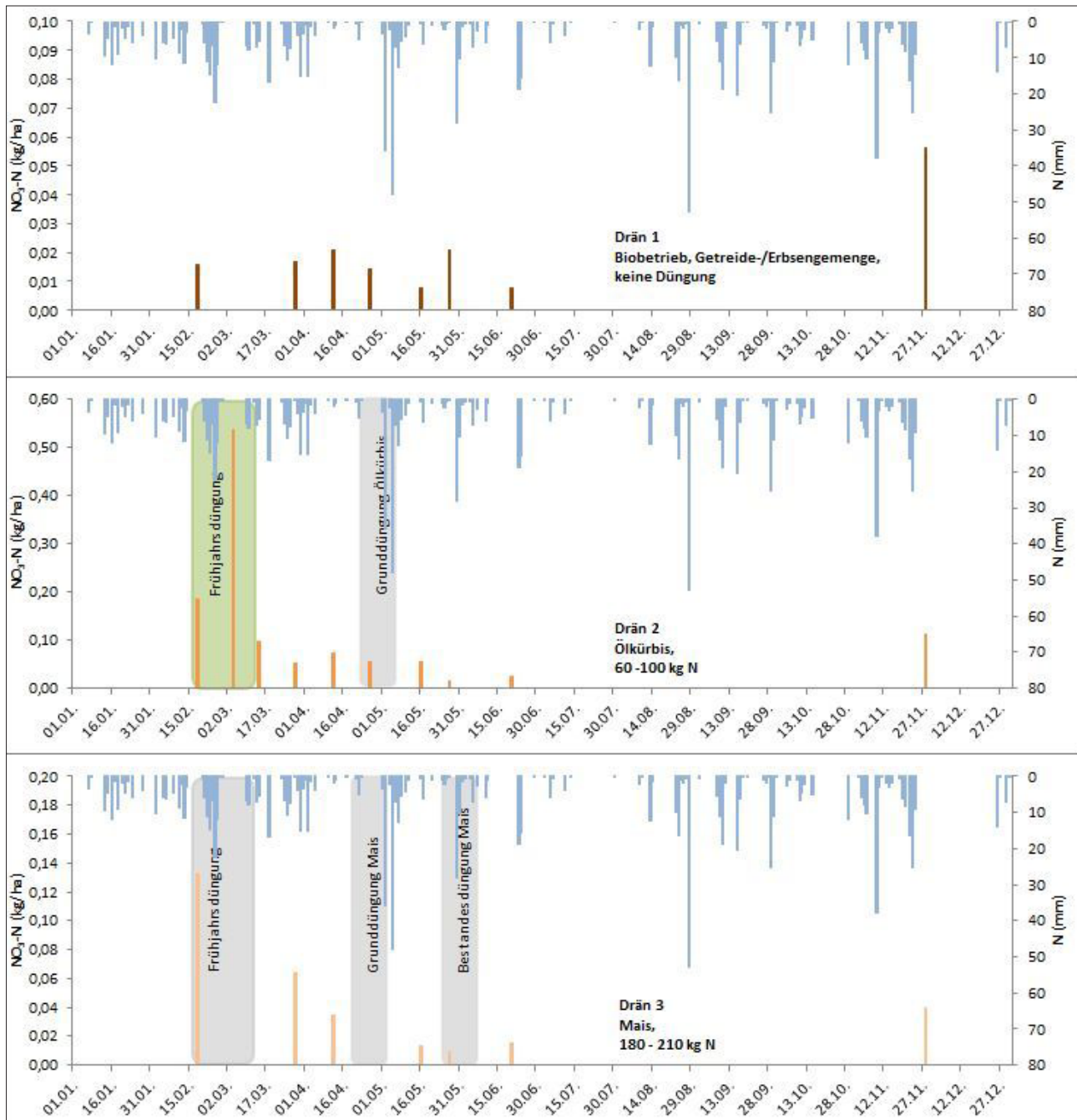


Abbildung 3: Auf Stichproben basierende Nitrat-N-Tagesfrachten der Drainagen am Standort Gnasbach. (Nitrat-N-Achsen sind aus Gründen der Darstellbarkeit unterschiedlich skaliert! Grau hinterlegte Flächen = Düngenzeiträume entsprechend Auskünfte durch die Umweltberatung Steiermark, oder selbst beobachtet.

kommt (z.B. Oktober 2013 in Nettingsdorf – Düngung erfolgte im August) sind Stichproben in der Regel repräsentativ.

In Zeiträumen mit erhöhter Niederschlagsdynamik führen Stichproben zu Unter- und Überschätzung der Ergebnisse unbestimmter Größenordnung. Stichproben können die tatsächliche Dynamik der Dränspenden insbesondere von Abflussereignissen nicht widerspiegeln. Eine Ermittlung der Jahresfrachten aus Stichproben ist somit unpraktikabel, da die (Un)genauigkeit der Frachtberechnung maßgeblich von der Zufälligkeit der Probenahmeterminale abhängt.

Entsprechend können anhand von Stichproben auch keine gesicherten Aussagen zu Maßnahmenwirksamkeiten getroffen werden.

### Konzipierung eines praktikablen Monitorings

Bei einem dauerhaften Monitoring sollten folgende Vorgaben eingehalten werden:

1. Ermittlung flächenspezifischer N-Frachten,
2. ermittelt auf Grundlage von kontinuierlichen Messungen,

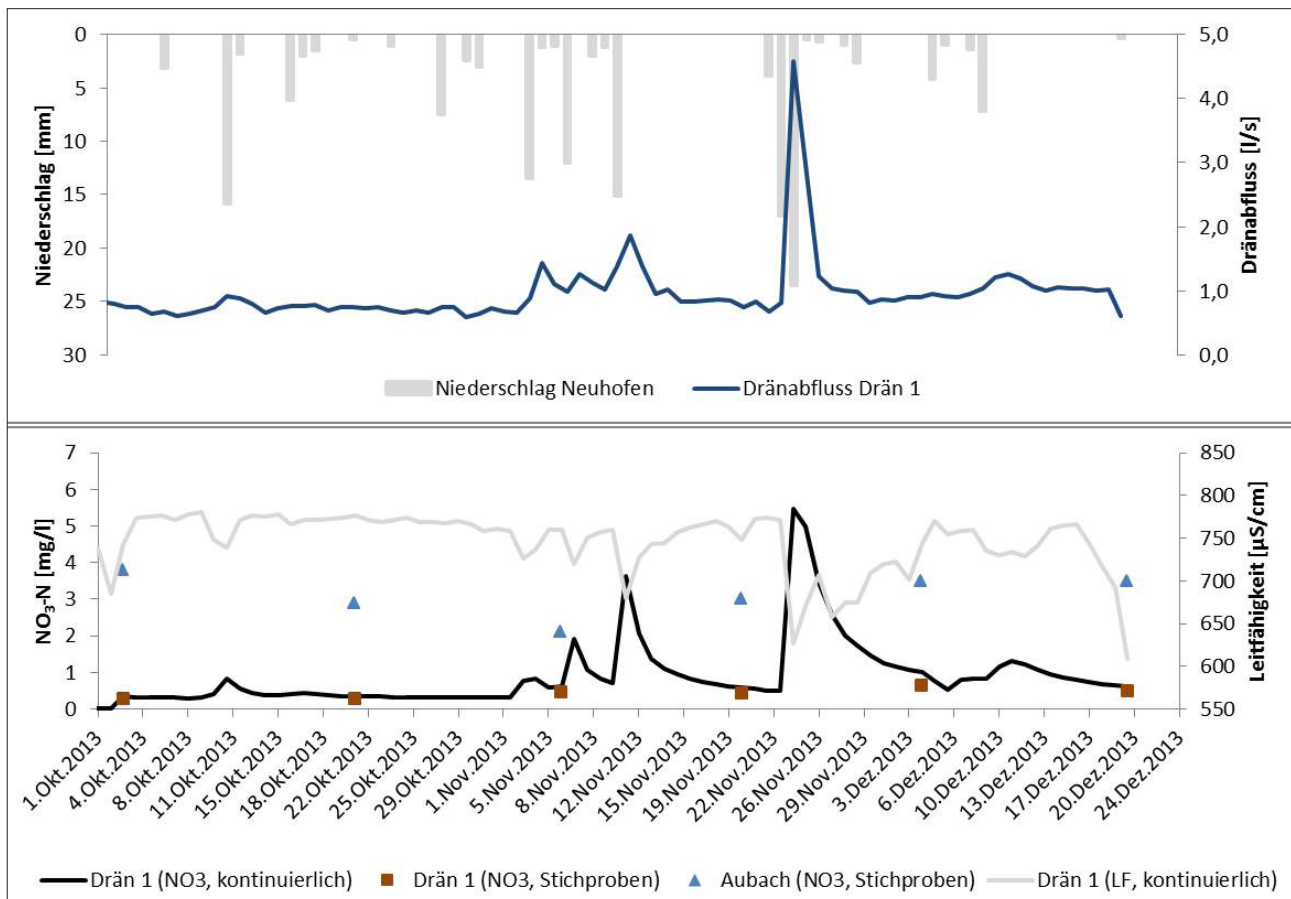


Abbildung 4: Vergleich der kontinuierlichen Messungen Leitfähigkeit und NO<sub>3</sub>-N in Drän 1 mit manuellen Messungen in Drän 1 und im Aubach in Abhängigkeit vom Niederschlag (Nettingsdorf).

3. über eine mehrjährige Monitoring Periode.

Grundlegend könnte die Konzipierung eines praktikablen Monitorings folgendermaßen aussehen:

- 3 – 4 Untersuchungsgebiete in Österreich,
- mindestens 4 Drainageflächen je Untersuchungsgebiet,
- 3 Drainageflächen mit ähnlichen Bedingungen, eine Referenzfläche ohne Maßnahmen,
- kontinuierliche Messung des Dränabflusses und der Nitratkonzentrationen,
- mehrjährige Messkampagne mit einer Mindestlaufzeit von drei Jahren,
- Beschränkung des jährlichen Untersuchungszeitraums auf die Monate Oktober/November bis Mai/Juni (bewirtschaftungsabhängig),
- Kombination von kontinuierlichen Messungen (eine Drainagefläche) und Stichproben für die anderen Flächen eines Untersuchungsgebietes,
- Wartung der kontinuierlichen Messeinrichtung und Entnahme der Stichproben im 2- bis 4-Wochen-Rhythmus,
- Ausführung der kontinuierlichen Messeinrichtung als Onlinesonden für Nitrat oder in Form automatischer Probenehmer,
- bauliche Abgrenzung der kontinuierlichen Messeinrichtung vom Oberflächengewässer und Einrichtung von Abflussmessungen,

- zusätzliche kontinuierliche Erhebung der Wassertemperaturen, Leitfähigkeit und/oder Chloridkonzentrationen,
- Stichproben Parameter: N<sub>Ges</sub>, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N sowie o-PO<sub>4</sub>-P und P<sub>Ges</sub> analysiert,
- Erhebung zusätzlicher Daten (Wetter, Drainagen, Düng- und Bewirtschaftungsdaten, N<sub>min</sub>-Erhebungen),
- Einbeziehen von GZÜV-Daten des Grund- und Fließgewässermonitorings.

## Schlussfolgerung

Drainagen wirken wie große flächenhafte „Sickerwassersammler“. Sie erfassen das Bodensickerwasser einschließlich des sich rapide bewegenden Sickerwassers in präferentiellen Fließwegen. Aufgrund dieser Eigenschaften enthält das Drainagewasser unmittelbare Informationen über die aktuelle Nährstoff- und Schadstoffbelastung landwirtschaftlicher Böden. Messergebnisse aus Grund- oder Fließgewässermessstellen unterliegen immer einer Vielzahl von Einflüssen verschiedener räumlicher, zeitlicher sowie prozessbezogener Skalen. Das Monitoring von Drainagen in belasteten Gebieten stellt somit eine wertvolle, ergänzende, flächenbezogene Methode zur Erfassung von (klar definierten) Einflüssen auf die Qualität von Grund- und Oberflächengewässern dar. Es erlaubt die zeitnahe Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen.

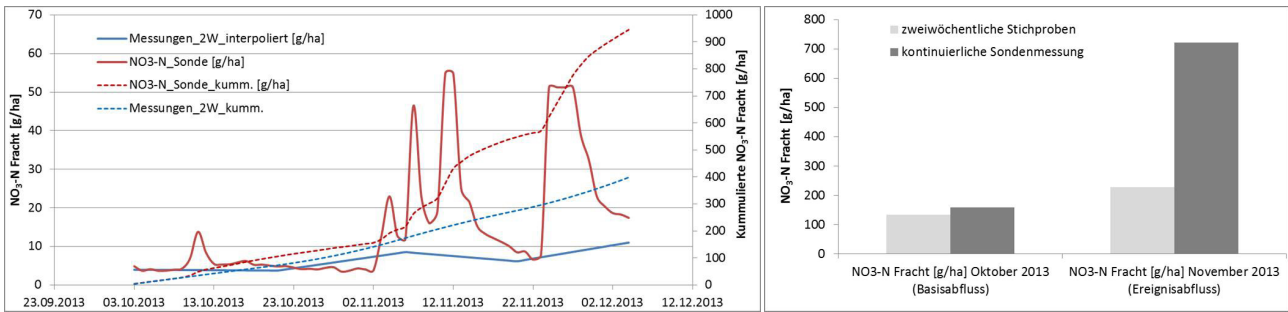


Abbildung 5: Vergleich täglicher und kumulierter Nitrat-N-Frachten auf Grundlage von Stichproben- und kontinuierlichen Messungen, Standort Nettingsdorf (links) und Vergleich der ermittelten aggregierten Monatsfrachten (Nitrat-N) auf Basis unterschiedlicher Probenahmehäufigkeiten (zweiwöchentlich vs. kontinuierlich) für Basis- und Ereignisabflussbedingungen.

## Literatur

Schenker P. & Fenz R. (2010) Die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Österreich - Bedeutung für die Landwirtschaft. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.): Boden- und Gewässerschutz in der

Landwirtschaft - 2. Umweltökologisches Symposium am 2. und 3. März 2010 am LFZ Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag, 5-7.

UBA (2014) Grundwasserpilotprojekt Nitrat-Effektmonitoring. Berichte des BMLFUW, 76S..

