



Zur Minimierung von Nitrat-Austrägen und Ammoniak-Emissionen in Maisfruchtfolgen

**Tauchnitz, N.¹; Bischoff, J.¹; Schrödter, M.¹;
Rupp, H.²; Meißner, R.²; Wiese, F.³**

¹Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen- Anhalt

²Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ

³Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“





Landwirtschaftliche Bodennutzung

Anwendung N-haltiger Dünger und Bodenbearbeitung

Diffuse N-Austräge
in Gewässer

NO_3^-

Gasförmige
N-Verluste

NH_3

N_2O

Haupteintragspfade

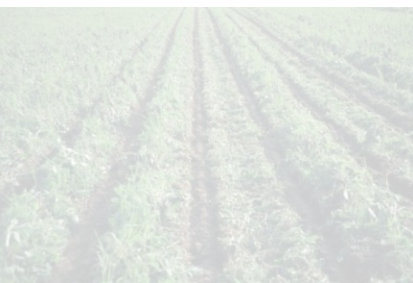
Grundwasser
Natürlicher Zwischenabfluss
Dränagen

Ausbringung organischer
und mineralischer
Dünger

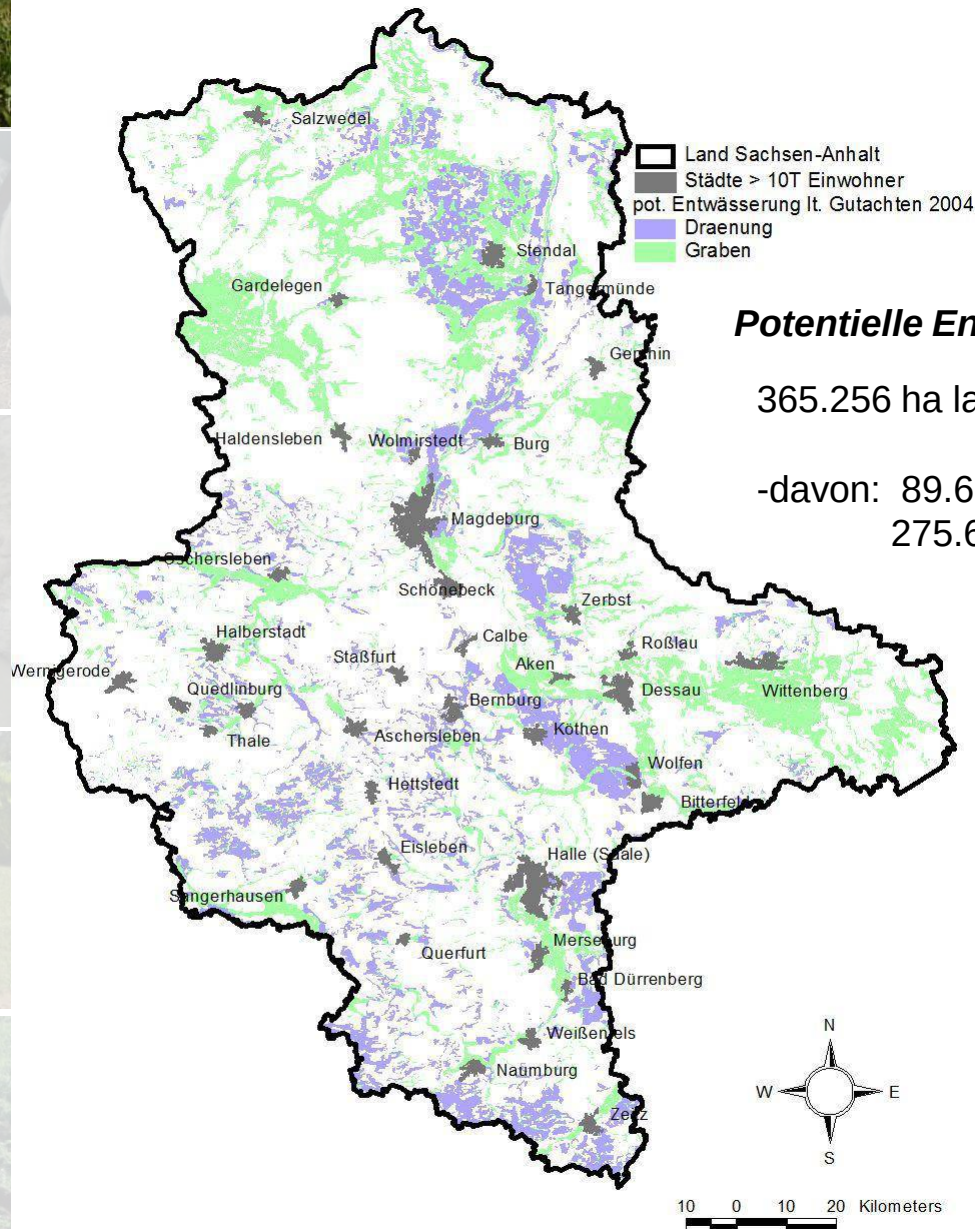
verkürzte Bodenpassage

verminderte Verweilzeit des Bodenwassers im Boden

Minimierung der Möglichkeiten des Nitratabbaus



Potentielle Entwässerungsflächen in Sachsen-Anhalt (Gutachten im Auftrag des LHW von Steininger, 2004 und 2011)



Potentielle Entwässerungsbedürftigkeit

365.256 ha landwirtschaftliche Nutzfläche

-davon: 89.629 ha Dränungen

275.627 ha Grabenentwässerung

Internationale und Europäische Klima- und Gewässerschutzpolitik

(z.B. WRRL, UNFCCC)



Reduktion von N-Verlusten

Maßnahmen

- ✓ Minimierung der N-Salden
- ✓ Reduzierte Bodenbearbeitung
- ✓ Verlustarme Düngerausbringung (Injektion), z.B. Gülle-Strip-Till
- ✓ Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren
- ✓ Anbau von Zwischenfrüchten



Minimierung von N-Verlusten mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens in Maisfruchtfolgen

(+ Zwischenfrüchte, +Nitrifikationsinhibitoren)

Gülle-Strip-Till

kombiniert

○ Streifenbearbeitung (Strip-Tillage):

- ✓ Lockerung des Bodens nur
in der künftigen Saatreihe
(1/3 der Gesamtfläche)



○ Gülle-Injektion:

- ✓ Gezielte Platzierung des
Düngers in die Wurzelzone
(als Wurzeldepot)



Fotos: J. Bischoff



Zielstellung

Hypothesen

- ✓ **erhöhter Erosionsschutz**
- ✓ **Konservierung der Bodenfeuchte**
- ✓ **geringerer N-Umsatz**
(Mineralisierung)
- ✓ **Erhöhung der N-Effizienz des Wirtschaftsdüngers**
(Einsparung von Mineraldünger)
- ✓ **Minimierung gasförmiger N-Verluste**
(NH_3)
- ✓ **Minimierung von Geruchsbelästigungen**
- ✓ **Reduzierung diffuser Nährstoffausträge**

Länderübergreifendes Kooperationsprojekt



Erhöhung der N-Effizienz durch geeignete Verfahren der
Düngeapplikation (+ reduzierte Bodenbearbeitung)
organischer und mineralischer Düngemittel



Gülle-Strip-Till

Injektionsdüngung



Praxis-, Parzellen- und Lysimeterversuche

Kooperationspartner:

- ✓ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Prof. Dr. O. Christen)
- ✓ Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
- ✓ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH-UFZ
- ✓ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- ✓ Agrargenossenschaft
„Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“
- ✓ Hugo Vogelsang Maschinenbau GmbH

gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

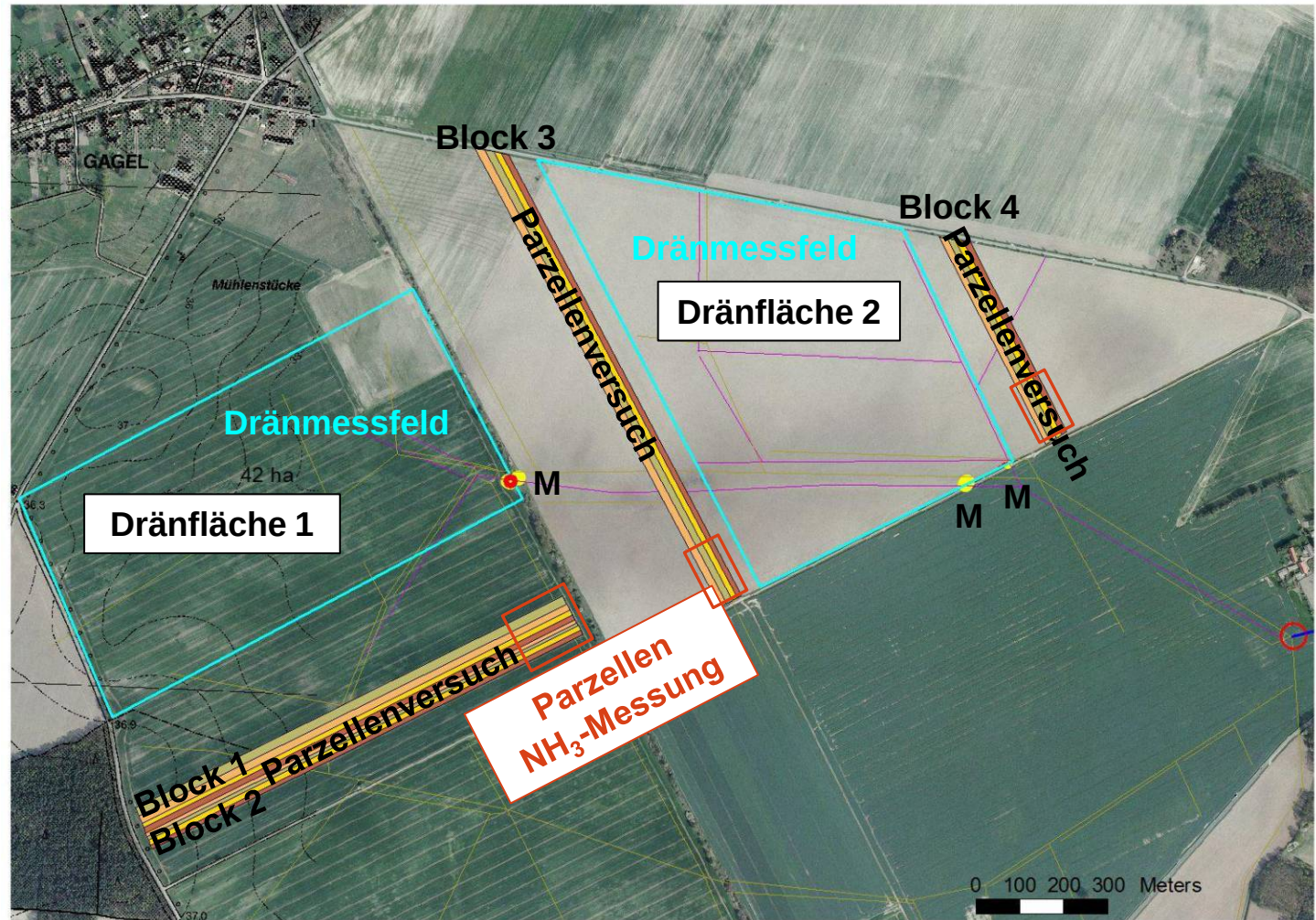
Untersuchungsstandort (Lückstedt)

- **Lage:** nördliche Altmark (Sachsen-Anhalt), Landkreis Stendal
- **Klima:** kontinental,
mittlere langjährige Niederschlagsmenge: 541 mm,
Jahresdurchschnittstemperatur: 8,5 °C
- **Boden:** Pseudogley-Braunerde aus lehmigem Geschiebedeck-
sand (schwach bis mittel lehmiger Sand) über
Geschiebelehm

Methode



Versuchsplan Praxis- und Parzellenversuche



Varianten

- | | |
|---|---------------------------------------|
|  | Ganzflächige Gülleausbringung ohne NI |
|  | Gülle-Strip-Till mit NI |
|  | Gülle-Strip-Till ohne NI |
|  | Ganzflächige Gülleausbringung mit NI |

V1
V2
V3
V4

M: Messpunkte Dränmessfeld

NI: Nitrifikationsinhibitor

Versuchsplan Praxis- und Parzellenversuche



Untersuchungsparameter:

- ✓ N-Austräge über die Pfade Sickerwasser und Dränabfluss
- ✓ Gasförmige N-Verluste (NH_3 und N_2O)
- ✓ Potentiell verlagerbarer N im Boden
- ✓ Bodenfeuchteverlauf
- ✓ Pflanzenerträge und N-Entzüge
- ✓ Gesamt-N-Bilanz
- ✓ Ökonomische Bewertung des Verfahrens

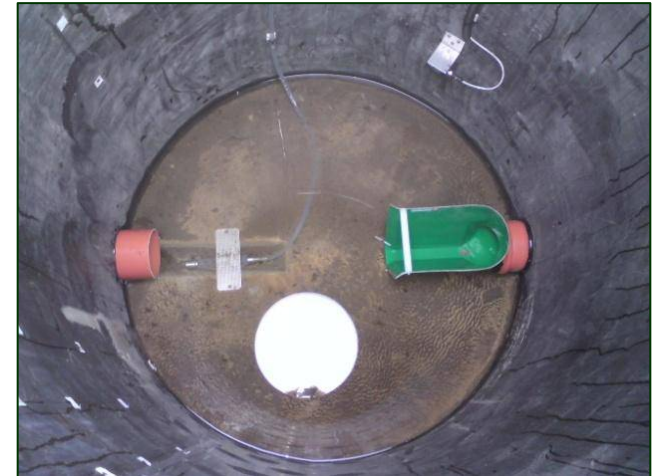
Messtechnik

- ✓ Kontinuierliche Erfassung der Dränabflussmengen und Nitrat-Konzentrationen im Dränabfluss

Methode



1-Ft H-Flume mit offenem Wassergerinne



Messung nach Venturi-Prinzip im Dränschacht



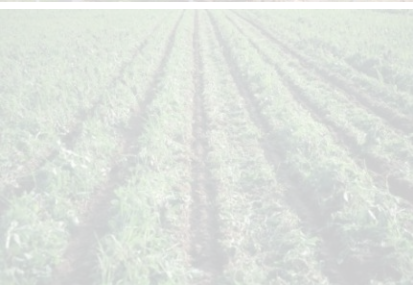
Probenahmesonde



Messgerätehaus und automatischer Probenehmer

Messtechnik

Online-Messung der Nitratkonzentrationen im Dränabfluss



Nitrat-Quicklyzer: Echtzeit-Detektion von NO_3^- -Ionen mittels photometrischem Verfahren (Eigenfluoreszenz, Absorption, Fa. UGT)

Lysimeterversuche

Lysimeterstation Falkenberg des UFZ

Varianten

Gülle-Strip-Till
mit NI

Gülle-Strip-Till
ohne NI

Ganzflächige
Gülleausbringung

Nullvariante
(ohne Gülle)

Methode

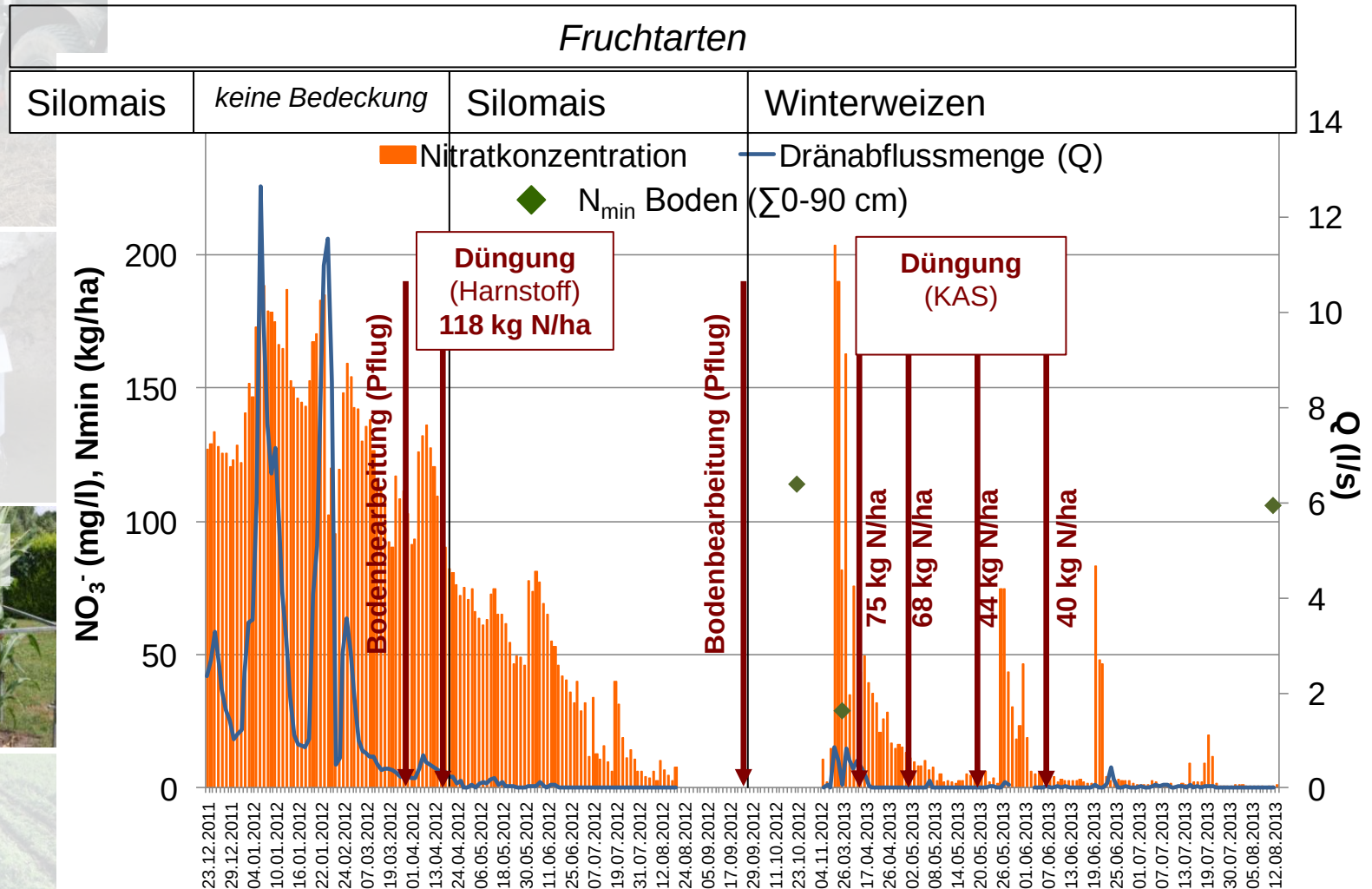


Fotos: H. Rupp, N. Tauchnitz

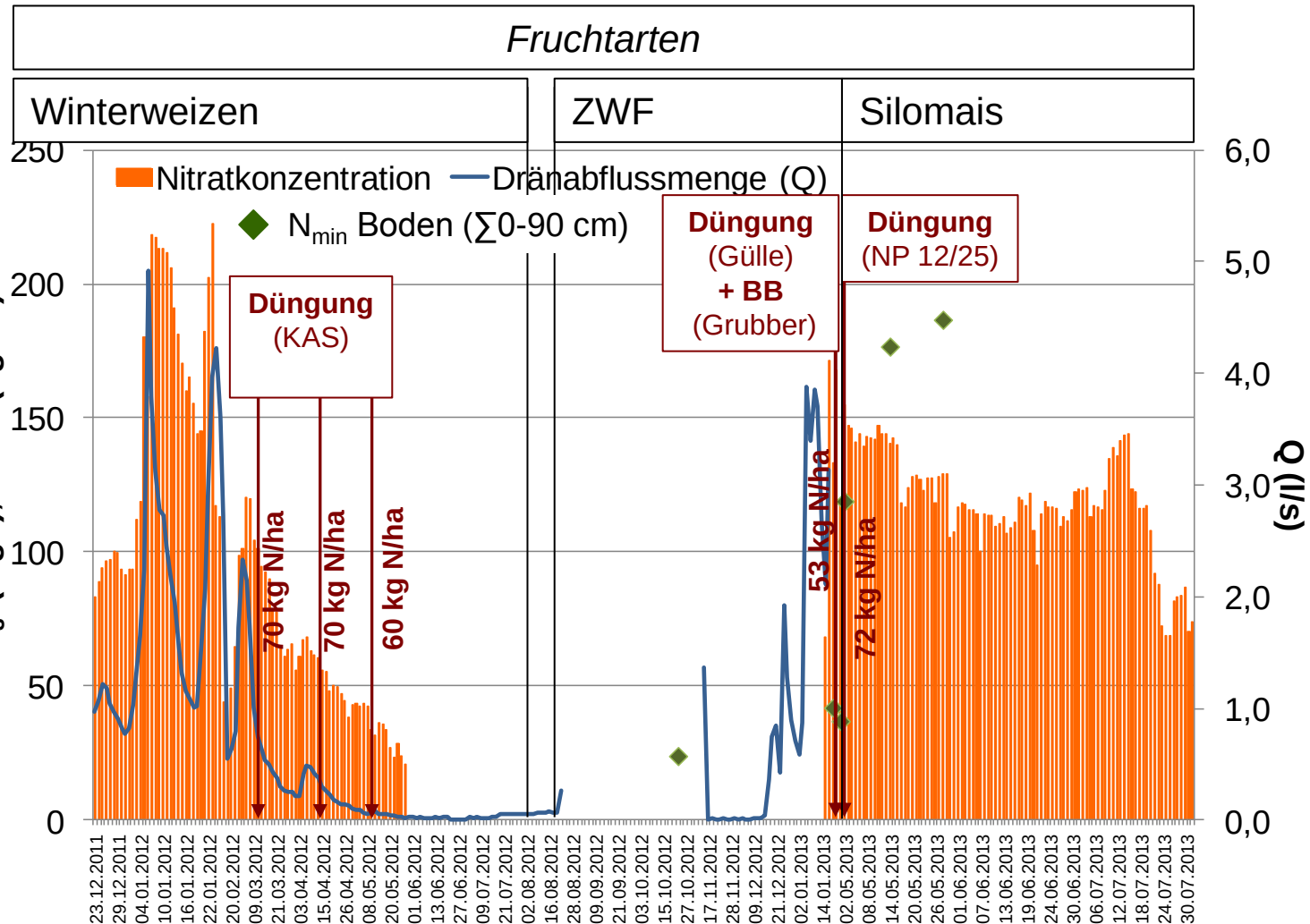
- ✓ NO_3^- -Konzentrationen im Sickerwasser, Sickerwassermengen, Erträge, N-Entzüge

NI: Nitrifikationsinhibitor

Nitratkonzentrationen und Dränabflussmengen (Dränfläche 1: konventionell bewirtschaftet)



Nitratkonzentrationen und Dränabflussmengen (Dränfläche 2: konventionell bewirtschaftet)



ZWF: Zwischenfrüchte, BB: Bodenbearbeitung

N-Konzentrationen im Dränabfluss

Parameter	Dränfläche	MW	Median	Min	Max
NO ₃ (mg/l)	1	52,67	27,15	0,00	203,70
	2	108,76	114,25	20,80	222,20
NO ₂ (mg/l)	1	0,25	0,04	0,00	13,53
	2	0,44	0,04	0,01	21,20
NH ₄ -N (mg/l)	1	0,09	0,02	0,00	2,90
	2	0,10	0,02	0,00	3,07
Gesamt-N (mg/l)	1	12,38	5,04	0,22	46,36
	2	25,66	27,46	6,57	54,78

MW: Mittelwert

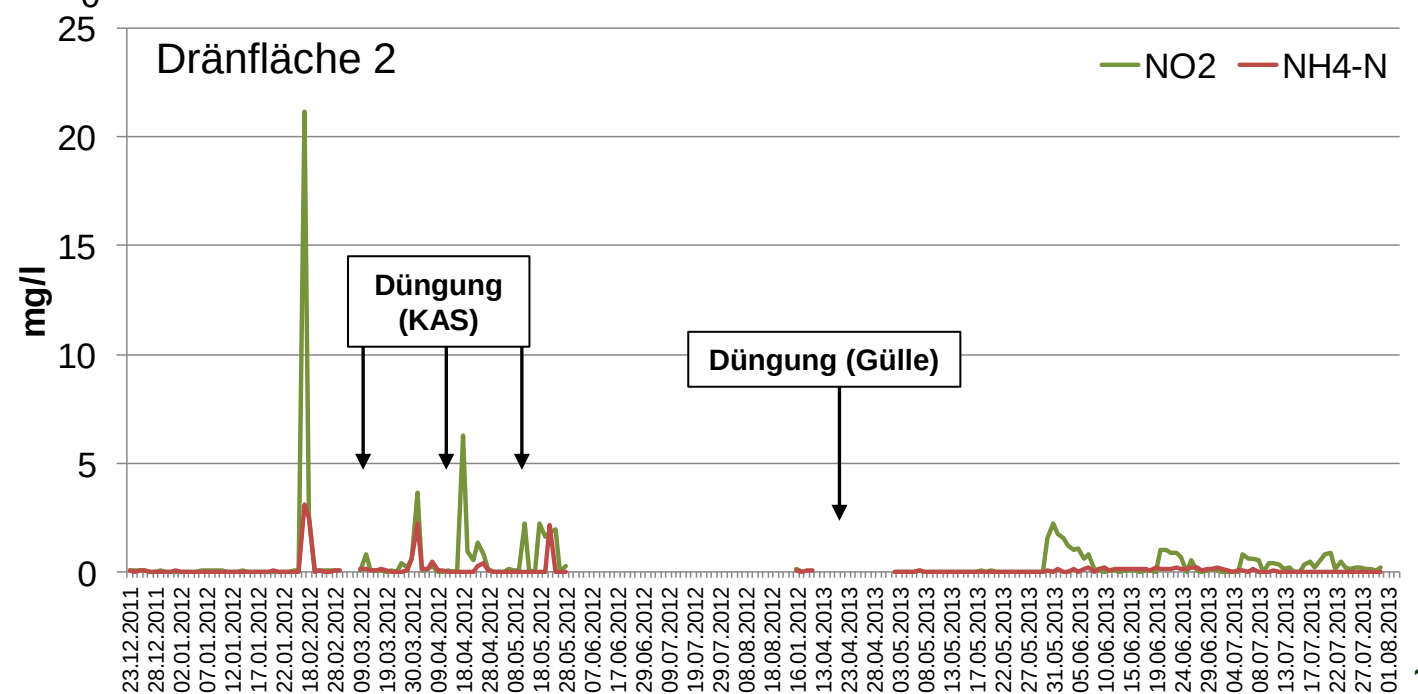
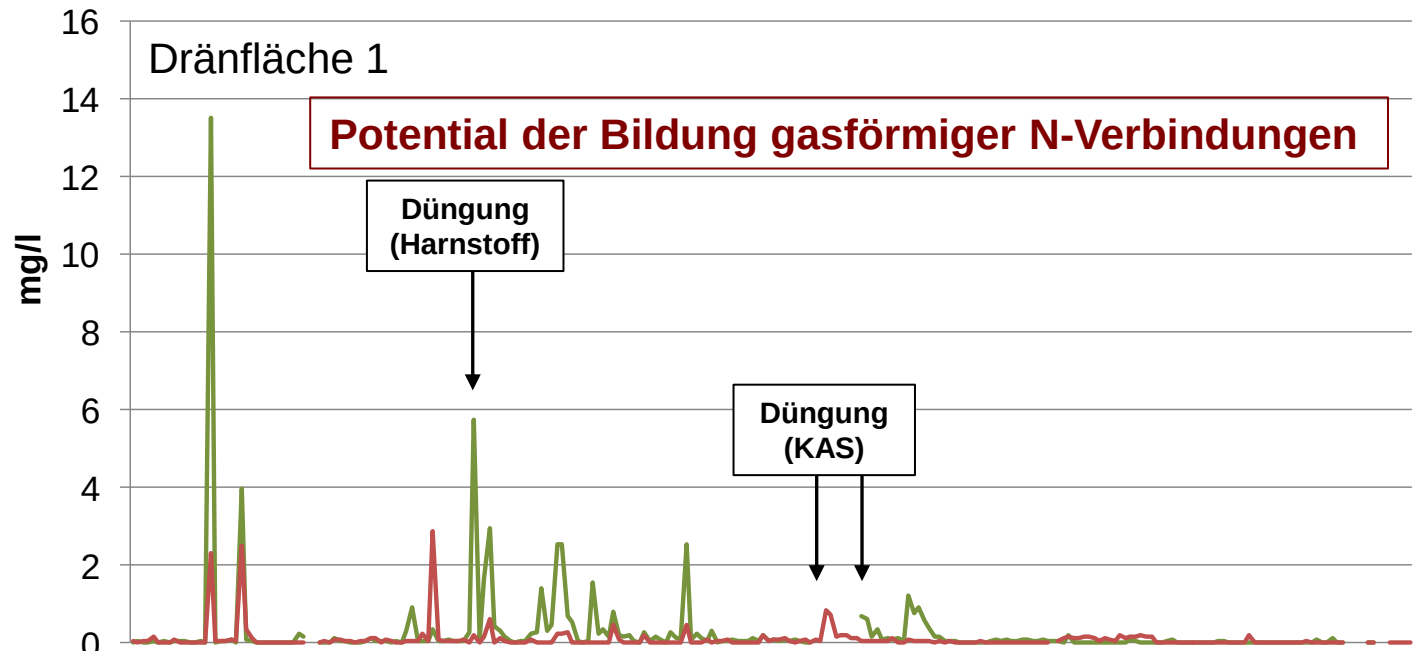
N-Salden

Bilanzjahr	Fruchtart	N-Zufuhr (kg N/ha)	N-Abfuhr (kg N/ha)	N-Saldo DüVO (kg N/ha)	N-Saldo (3-jähr. Mittel) kg N/ha
Dränfläche 1					
2011	Silomais	93,4	163,7	-70,3	-9,2
2012	Silomais	117,8	136,0	-18,2	
2013	Winterweizen	226,8	166,0	60,8	
Dränfläche 2					
2011	Winterraps	188,53	141,9	46,6	14,4
2012	Winterweizen	202,23	182,1	20,2	
2013	Silomais	125,20	148,9	-23,7	

Ergebnisse

Zeitlicher Verlauf von Nitrit- und Ammonium

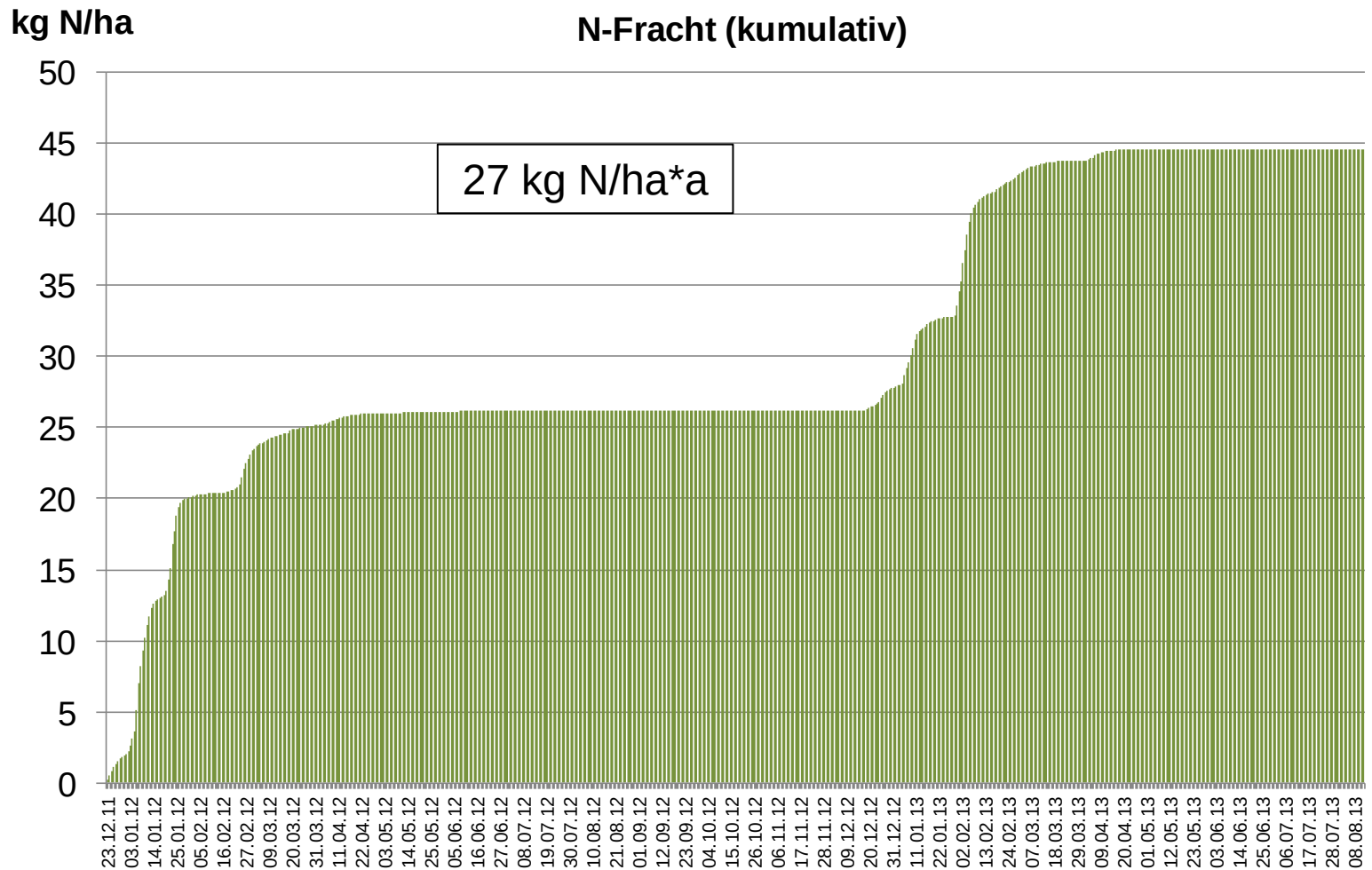
— NO₂ — NH₄-N



Ergebnisse

Nitrat-N-Frachten im Dränabfluss (Dränfläche 1)

Fruchtarten			
Silomais	keine Bedeckung	Silomais	Winterweizen



Ergebnisse

Nährstoff-Frachten im Dränabfluss (Dränfläche 1)

	Fracht (kg/ha)	Fracht	Mittlere monatliche Fracht (kg/ha)	monatliche Fracht Max		monatliche Fracht Min	
	Σ U-Zeitraum	(kg/ha*a)		(kg/ha)	Zeitraum	(kg/ha)	Zeitraum
NO ₃ -N	44,53	27,09	2,24	18,13	Jan. 12	< 0,01	Okt. 12
NH ₄ -N	0,21	0,13	0,01	0,15	Jan. 12	< 0,001	Okt. 12
NO ₂ -N	0,23	0,14	0,01	0,20	Jan. 12	< 0,001	Okt. 12
P _{ges}	0,07	0,05	0,004	0,04	Jan. 12	< 0,001	Okt. 12
SO ₄ -S	51,52	31,34	2,59	16,91	Jan. 12	< 0,01	Okt. 12
DOC	9,02	6,44	0,54	3,72	Jan. 12	< 0,001	Okt. 12
Ca	191,87	116,72	9,65	63,00	Jan. 12	0,001	Okt. 12
Mg	20,67	12,58	1,03	7,70	Jan. 12	< 0,01	Okt. 12
K	3,18	1,93	0,16	1,44	Jan. 12	< 0,01	Okt. 12

Ergebnisse



- höchste NO_3^- -Auswaschungen über den Dränagepfad bei konventioneller Bewirtschaftung in den Wintermonaten bei fehlender Pflanzenbedeckung bzw. -aufnahme
 - insgesamt NO_3^- -Auswaschung von 27 kg N/ha*a bilanziert
 - trotz niedriger N-Salden in vegetationsfreier Zeit NO_3^- -Konzentrationen von $> 50 \text{ mg/l}$ im Dränabfluss nachweisbar
- Nachweis des Einflusses intensiver Bodenbearbeitung anhand steigender NO_3^- -Konzentrationen im Dränabfluss
- bei fehlender Pflanzenaufnahme Zusammenhang zwischen N-Düngung und steigenden NO_3^- -Konzentrationen im Dränabfluss sowie N_{min} -Gehalten im Boden nachweisbar
- hohe NO_2^- und NH_4^+ -Gehalte im Dränabfluss im Zusammenhang mit Mineralisationsereignissen und nach Ausbringung von NH_4^+ -haltigen Düngern
 - Potential der Bildung gasförmiger N-Verbindungen

Reduzierungsmaßnahmen:

- Pflanzenbedeckung in auswaschungsgefährdeten Zeiten,
- reduzierte Bodenbearbeitung, verlustarme Düngerausbringung,
- Stabilisierung von N in weniger auswaschungsgefährdeter N-Form

Zusammenfassung



Vielen Dank!



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Foto: J. Bischoff