

# 20 Jahre BDF Niedersachsen

# Sickerwasserqualität & Stoffbilanzen

U. Klinck, A. Fier

P. Rademacher, H. Meesenburg, B. Scheler, M. Wagner, S. Fleck, B. Ahrends, K.J. Meiwes  
H. Höper, W. Schäfer, H. Wallrabenstein, M. Haßdenteufel

**Kap.: Stoffkonzentrationen im Sickerwasser**  
**Kap.: Stoffausträge mit dem Sickerwasser**  
**(Kap.: Ökosystembilanzen auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen)**

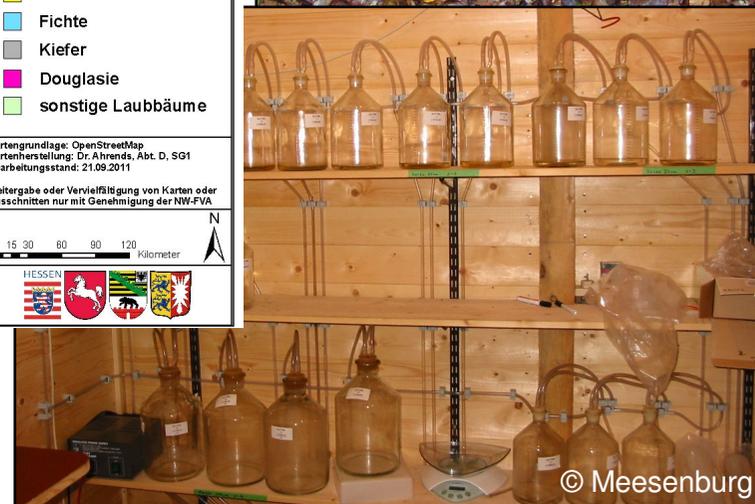
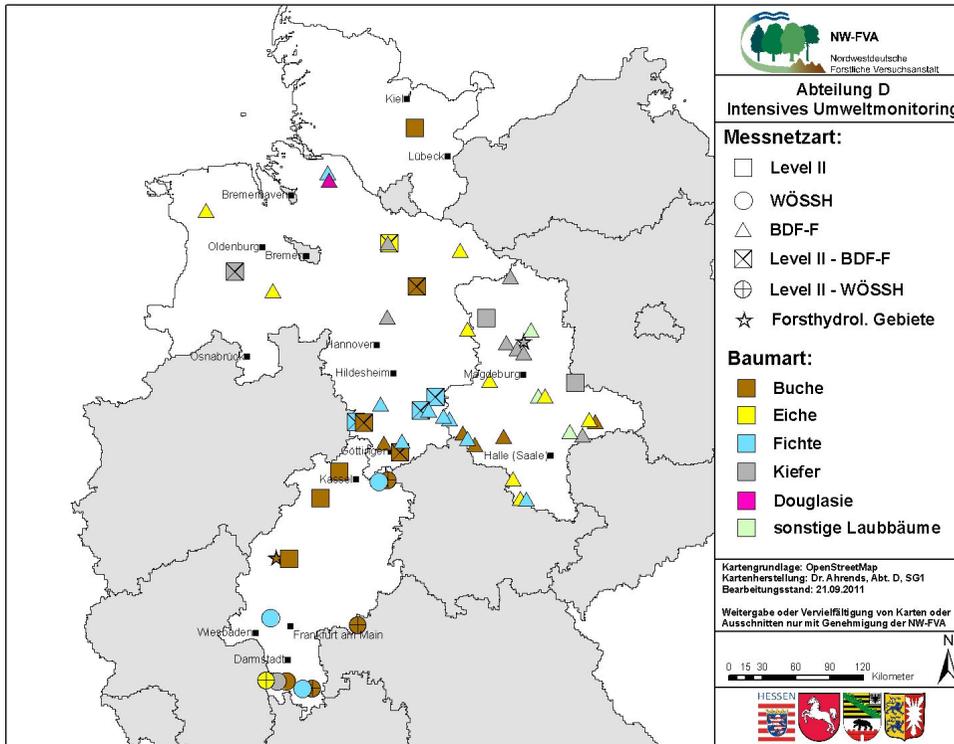
# Acker vs. Forst

	<b>Acker</b>	<b>Forst</b>
<b>Standorte</b>	dort, wo rentabel und nicht andere Nutzungen vorrangig	dort, wo landwirtschaftliche Nutzung unrentabel
<b>Nutzungsintensität</b>	hoch	niedrig
<b>Kulturartenwechsel</b>	häufig	selten
<b>Bodenvegetation</b>	periodisch	ganzjährig
<b>Befahrung</b>	häufig	selten
<b>Bodenbearbeitung</b>	häufig	ggf. vor Pflanzung, ansonsten nicht
<b>Düngung / Kalkung</b>	häufig	selten
<b>Bodenverdichtung</b>	im Bereich des Gewendes und der Fahrspuren hoch	auf Rückegassen beschränkt
<b>Boden</b>	mächtiger humoser Oberboden, der sich zum Unterboden scharf abgrenzt, keine Humusauflagen	ausgeprägtes Makroporensystem, gute Durchlüftung, ausgeprägte Humusauflagen
<b>Durchwurzelung</b>	periodisch	dauerhaft und tief reichend
<b>Sickerwasserrate</b>	hoch	niedrig
<b>zusätzliche Funktionen</b>		Trinkwassergewinnung, Erholungsraum, Lebensraumfunktion

# Methodik

## 9 Intensiv-BDF-F + 2 assoziierte Flächen

- 4 Flächen mit Buche: **GWBU, HABU, LSBU, SLB1**
- 1 Fläche mit Eiche: **EHEI**
- 4 Flächen mit Fichte: **LBKA, LBNH, LBSH, SLF1**
- 2 Flächen mit Kiefer: **AUKI, FUKI**



# Methodik

## 9 Intensiv-BDF-F + 2 assoziierte Flächen

- 4 Flächen mit Buche: **GWBU, HABU, LSBU, SLB1**
- 1 Fläche mit Eiche: **EHEI**
- 4 Flächen mit Fichte: **LBKA, LBNH, LBSH, SLF1**
- 2 Flächen mit Kiefer: **AUKI, FUKI**

Zeitraum: 1990-2009

## Wasserhaushaltsmodelle

- LWF-BROOK90 (*Hammel & Kennel 2001*)
- SIMPEL (*Hörmann 1997*)

## Stoffbilanz

+ **Deposition**

+ (Silikatverwitterung)

- **Sickerwasseraustrag**

- (Nettonährstoffaufnahme)

## Nutzungsszenarien

- ohne Nutzung
- Derbholz-Nutzung
- Vollbaum-Nutzung



# Vielfalt

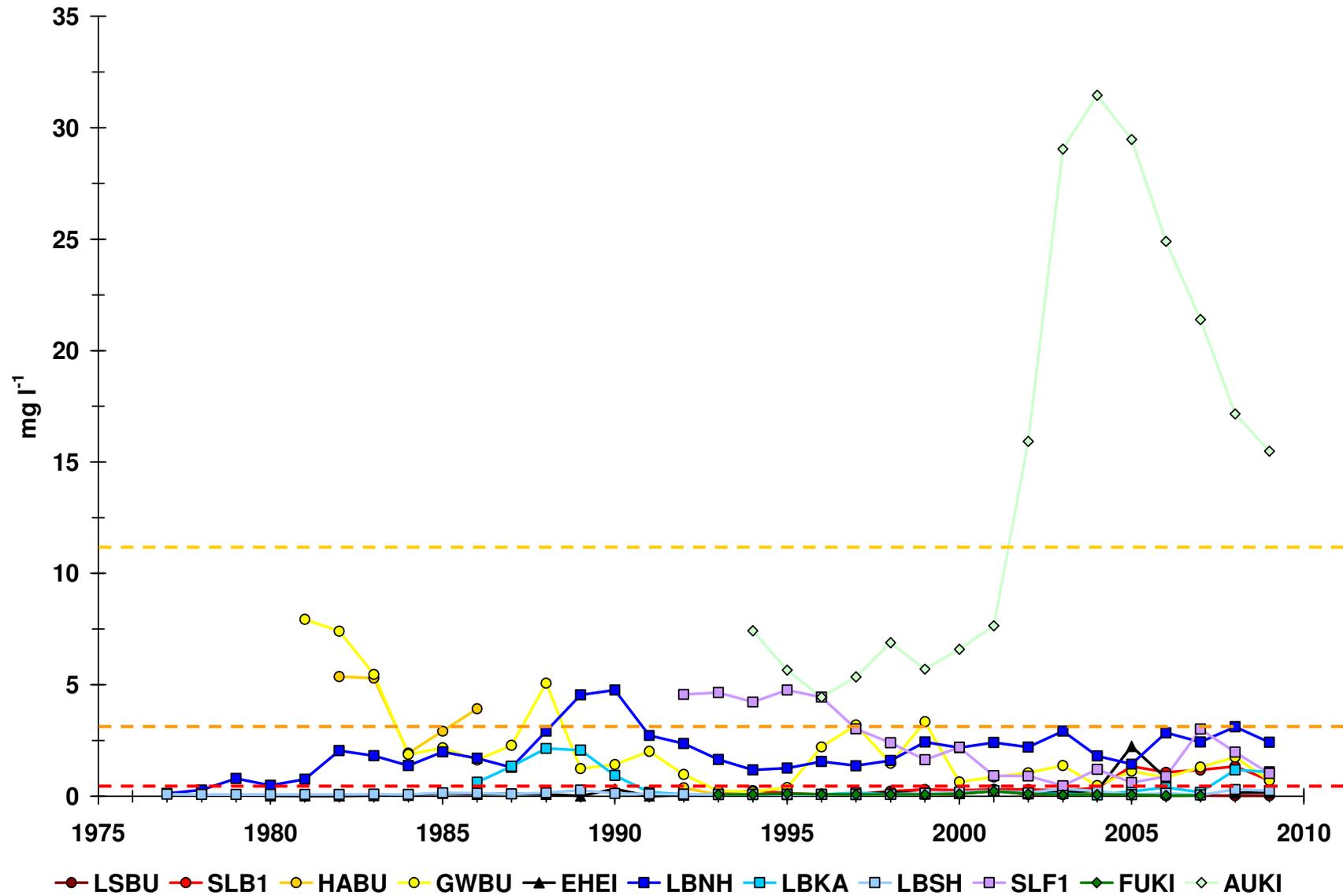
ID	Standort	Art	a	EKI	UZ	Bodentyp	NZ
<b>GWBU</b>	Göttinger Wald	Buche	144	0.6	140	Terra fusca-Rendzina	5
<b>LSBU</b>	Unterlüß	Buche	131	2.3	150	Podsol-Braunerde	3
<b>SLB1</b>	Solling	Buche	162	3.1	150	podsolige Braunerde	4-
<b>EHEI</b>	Ehrhorn	Eiche	130	1.9	180	podsolige Braunerde	3+
<b>LBKA</b>	Lange Bramke, Kamm	Fichte	64	2.5	95	Podsol-Braunerde	3+
<b>LBNH</b>	Lange Bramke, Nordhang	Fichte	64	2.1	95	Podsol-Braunerde	3+
<b>LBSH</b>	Lange Bramke, Südhang	Fichte	64	2.1	90	Podsol-Braunerde	3+
<b>SLF1</b>	Solling	Fichte	127	2.1	95	podsolige Braunerde	4-
<b>AUKI</b>	Augustendorf	Kiefer	68	1.3	95	Podsol-Tiefumbruchsboden	3-
<b>FUKI</b>	Fuhrberg	Kiefer	60	1.0	90	Gley-Podsol	2+

NZ = Nährstoffziffer nach forstlicher Standortaufnahme Niedersachsen  
 UZ = Umtriebszeit in Jahren  
 EKl = Ertragsklasse des Bestandes  
 a = Alter des Bestandes 2011

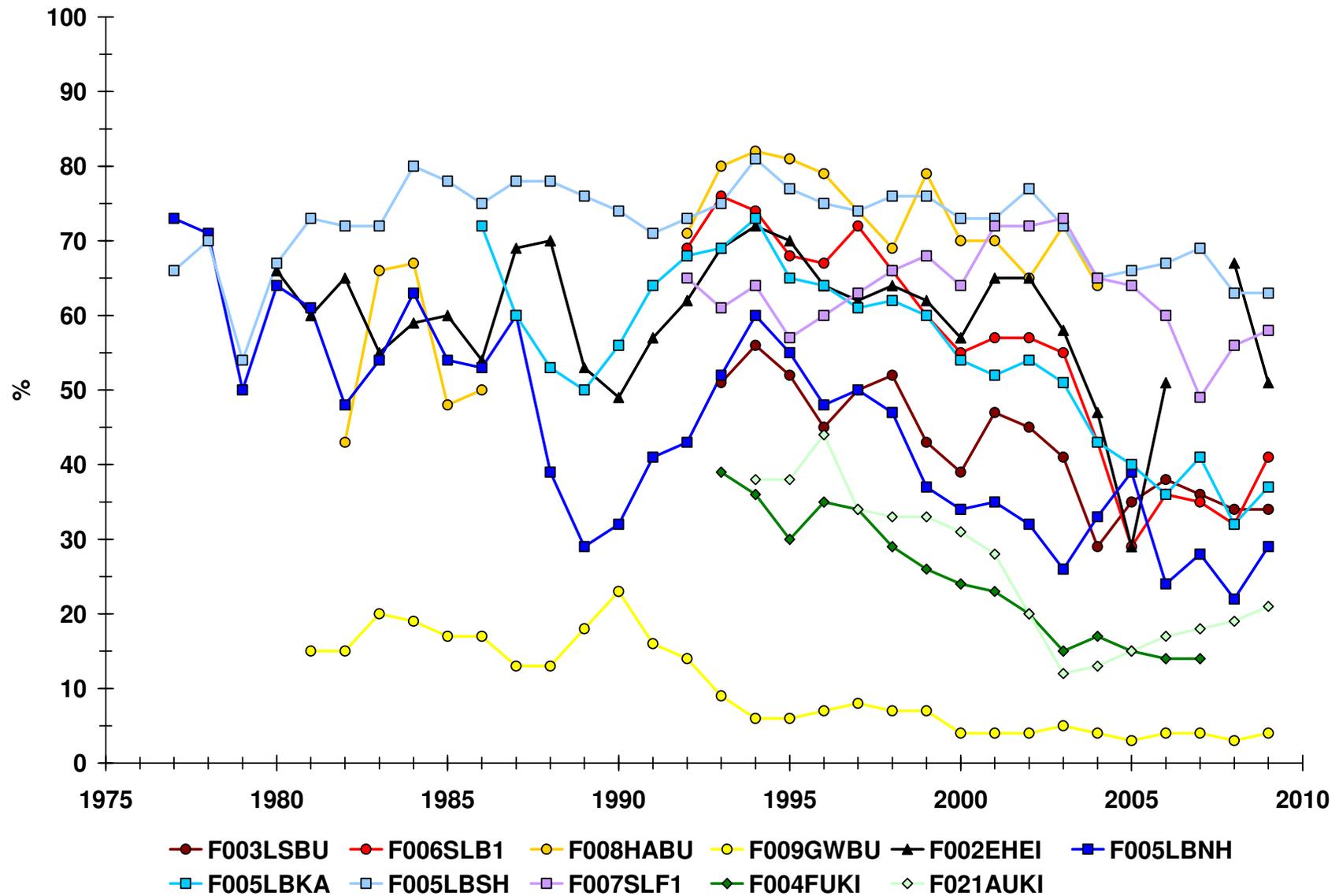
# Nitrat-N: Konzentrationen

TrinkwV 2001

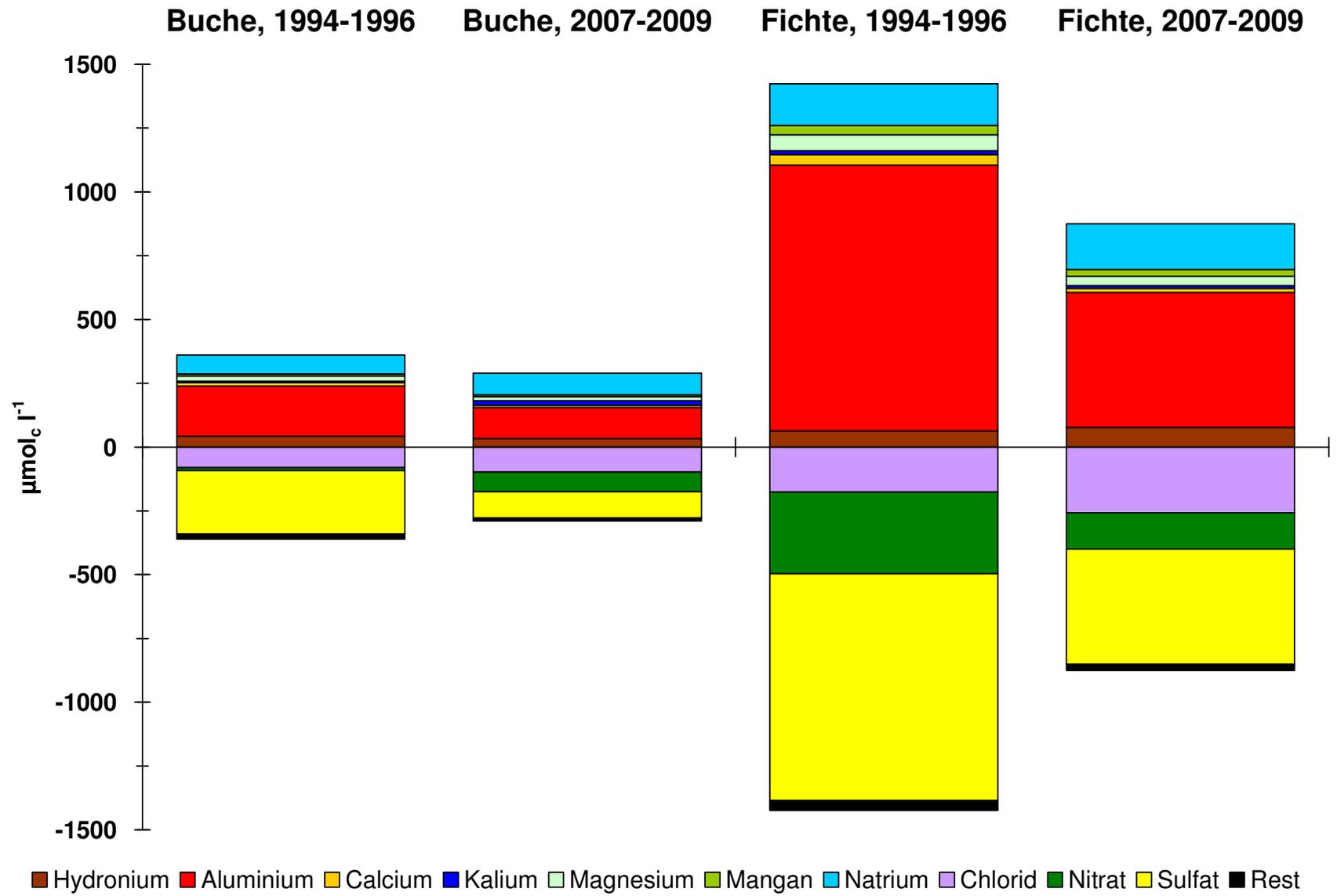
UNECE 2007, *Sverdrup & Warfvinge* 1993



# Sulfat-S: Anteile an der Anionensumme

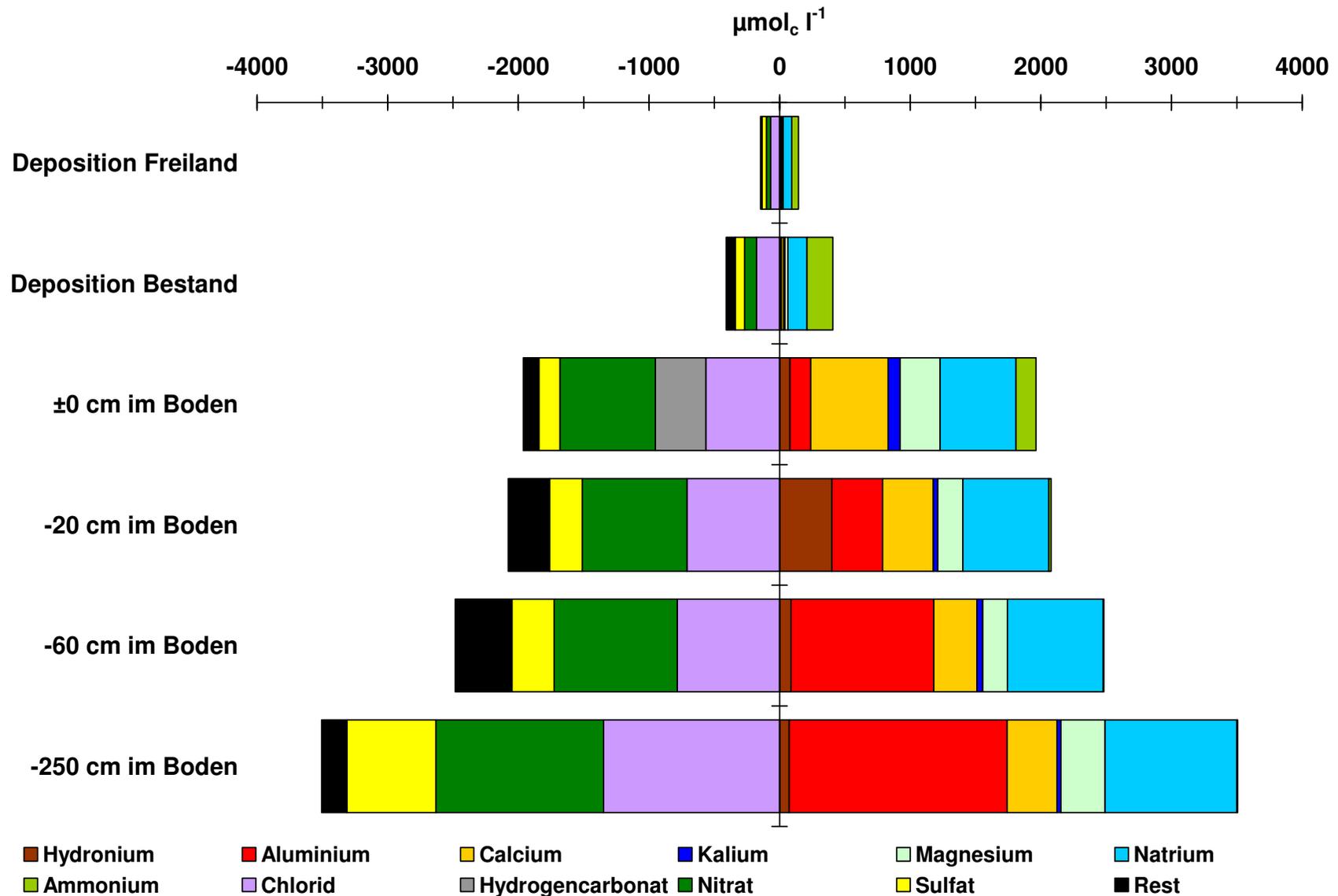


# Baumarteneffekt: Bsp. Solling



# Wasserleitfaden: Bsp. AUKI (2007-2009)

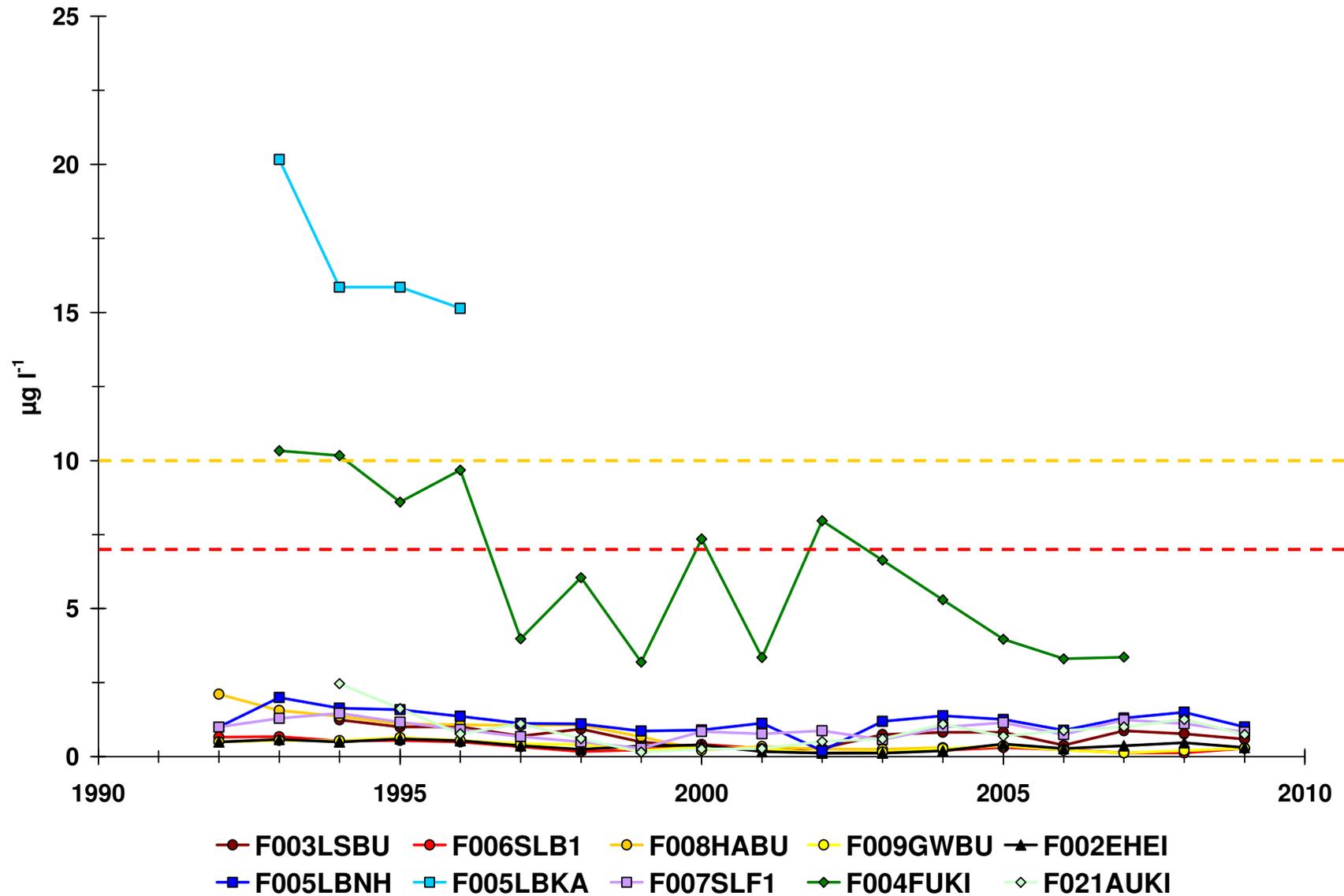
DEPO-Daten aus Kap.: Stoffeinträge durch Deposition



# Schwermetalle: Bsp. Blei

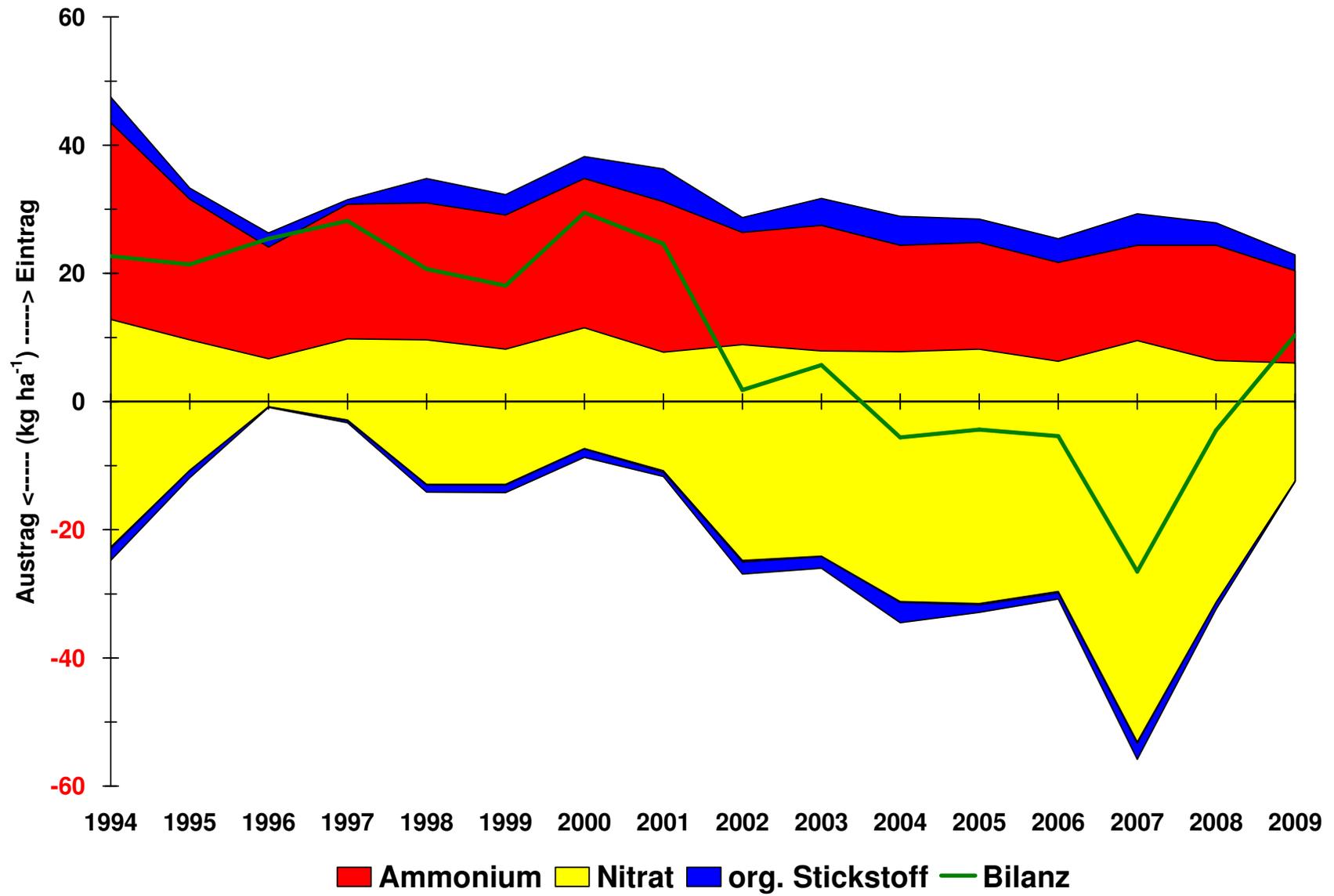
Arbeitsentwurf der Bundesregierung 2011

Trinkwasser-Empfehlung WHO 2004



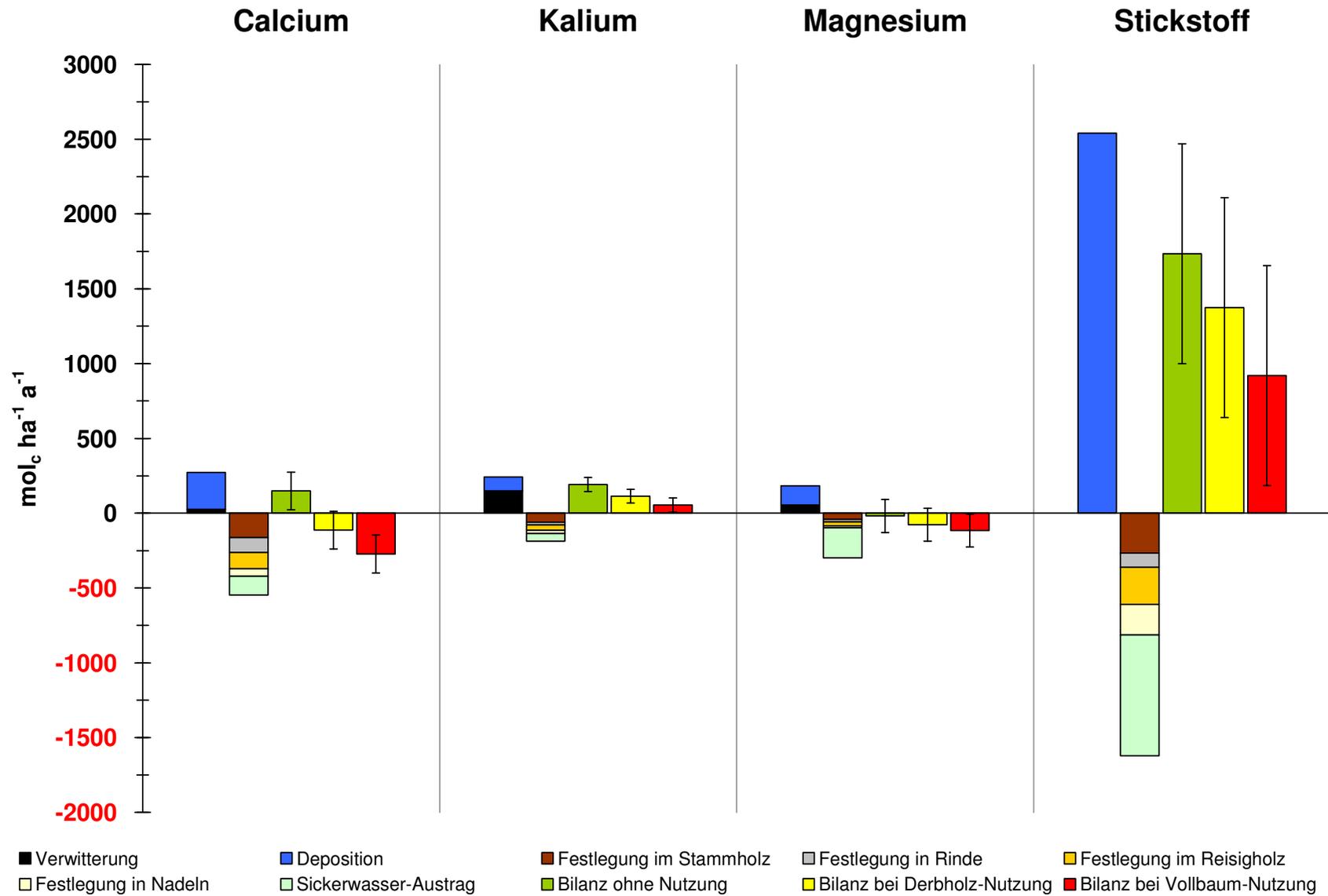
# Stickstoffbilanz: Bsp. AUKI

DEPO-Daten aus Kap.: Stoffeinträge durch Deposition



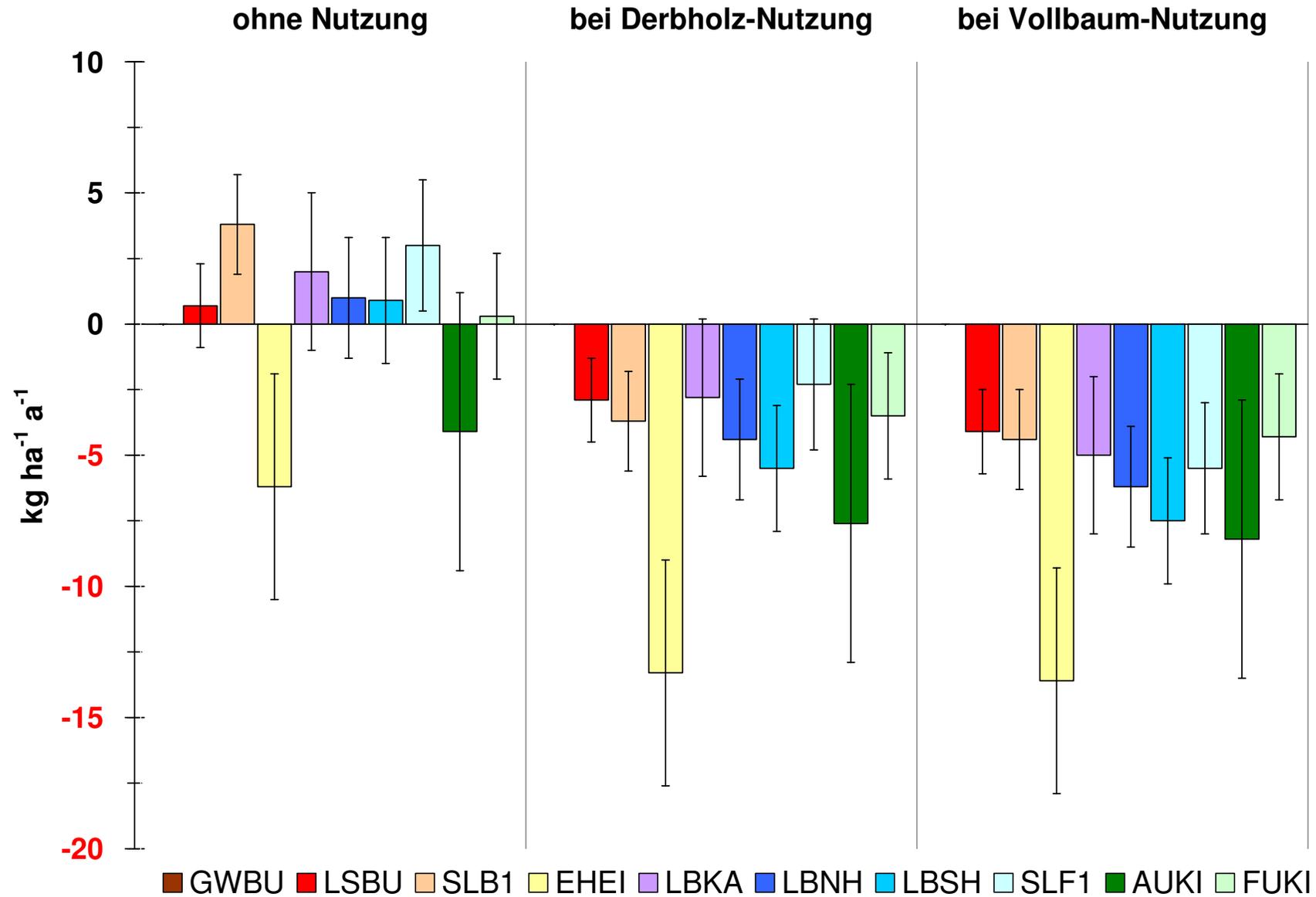
# Stoffbilanzen: Bsp. SLF1

DEPO-Daten aus Kap.: Stoffeinträge durch Deposition



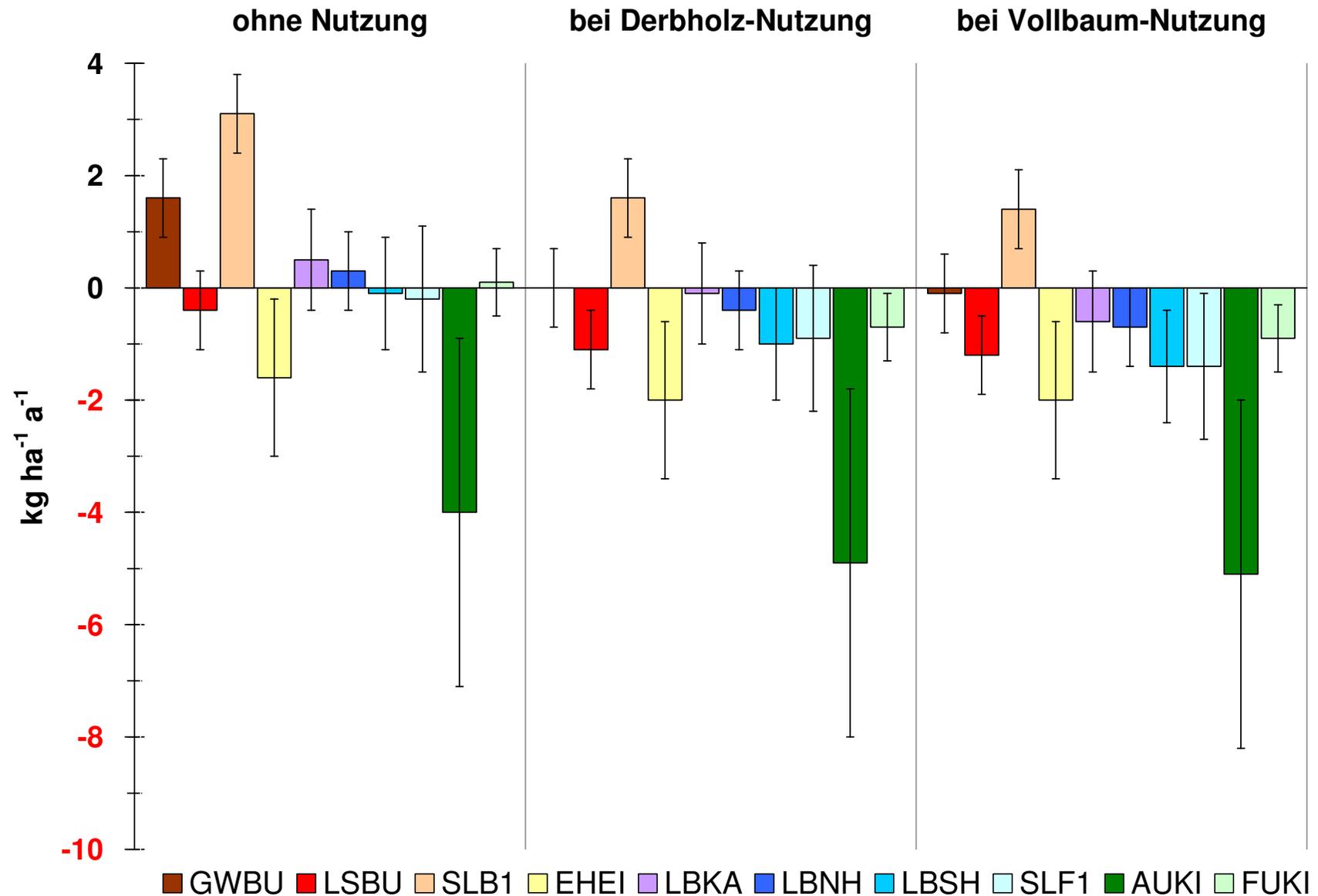
# Stoffbilanzen: Calcium

einmaliger Input durch Kalkung: +600 kg Calcium

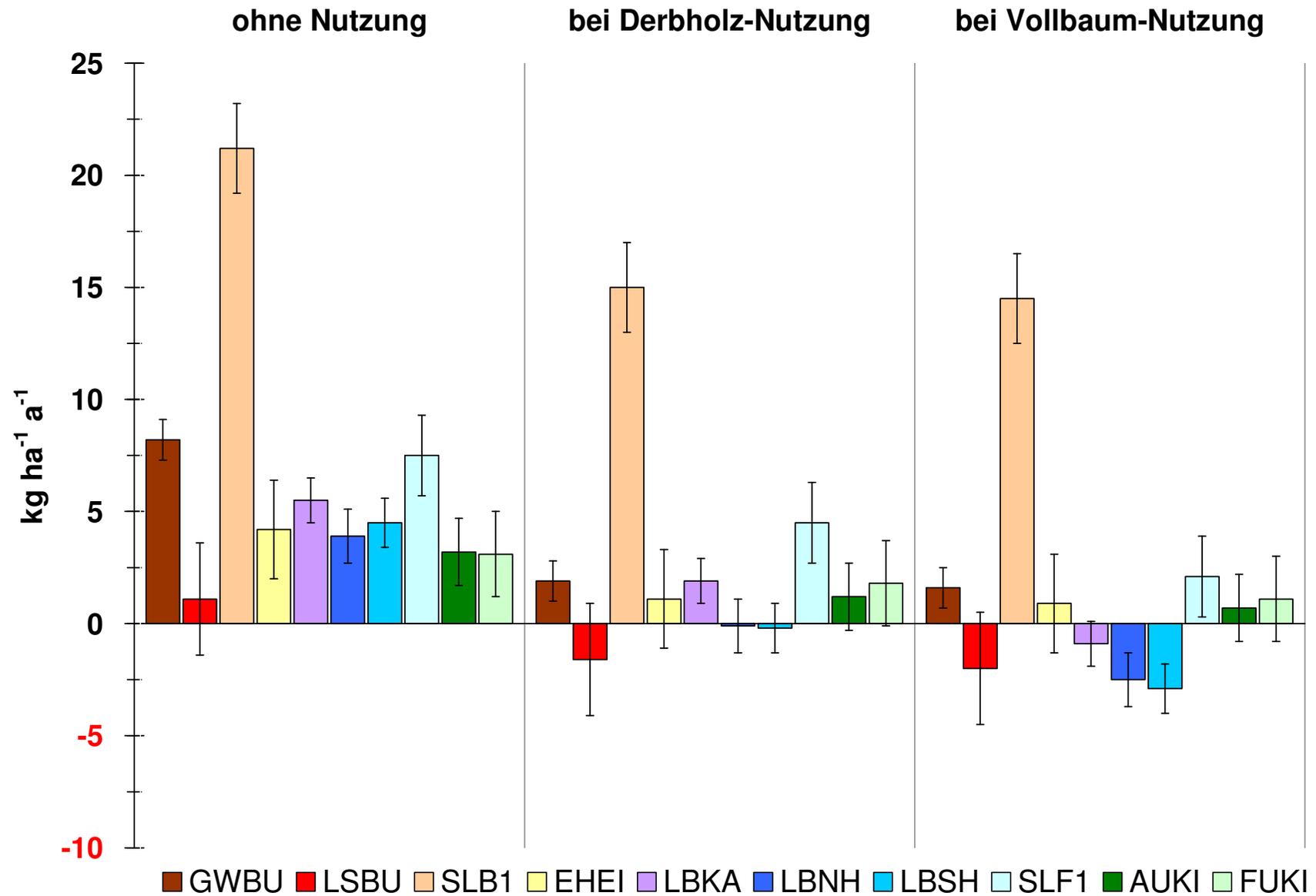


# Stoffbilanzen: Magnesium

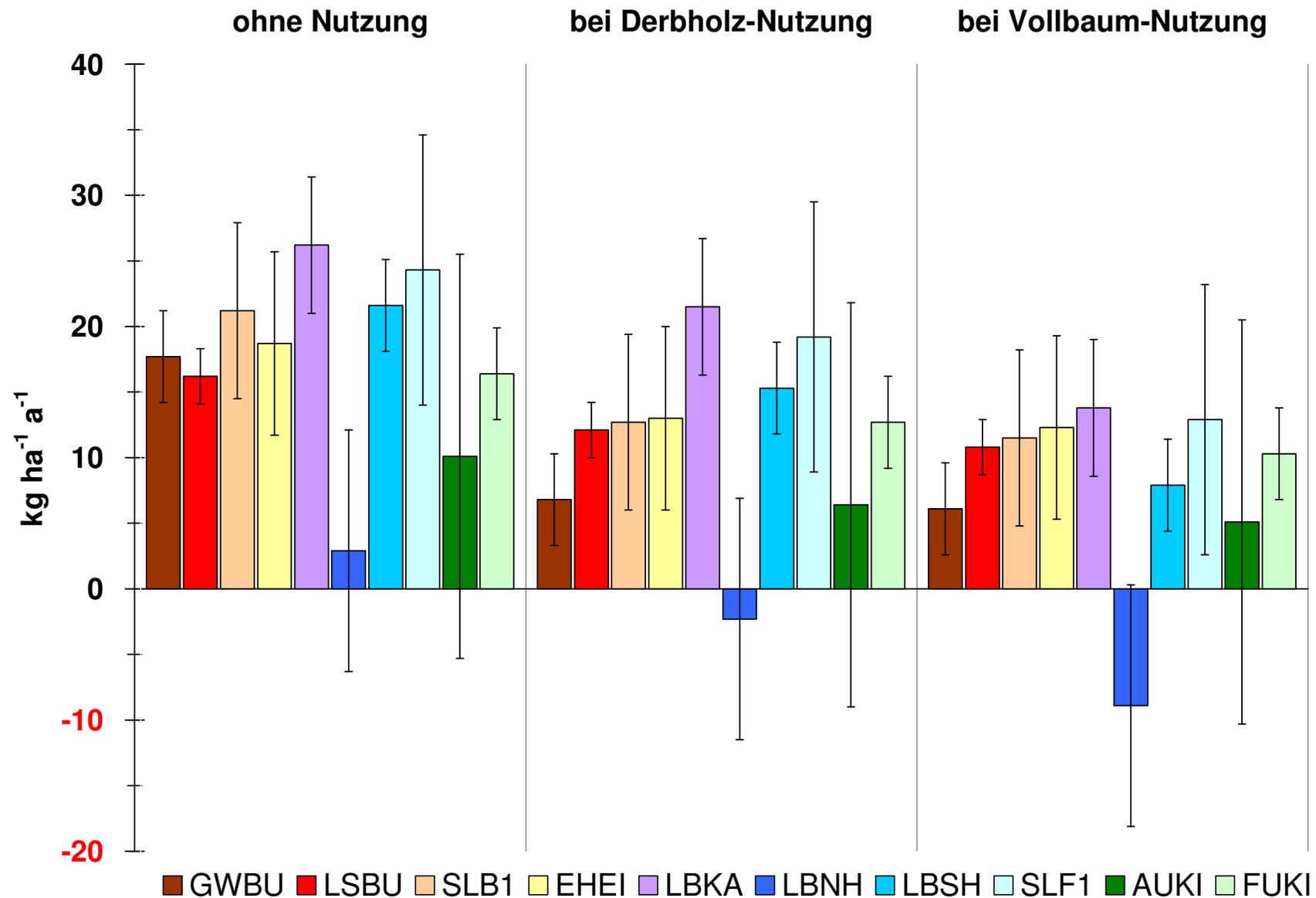
einmaliger Input durch Kalkung: +350 kg Magnesium



# Stoffbilanzen: Kalium



# Stoffbilanzen: Stickstoff



# Zusammenfassung

Für typische niedersächsische Waldökosysteme wird die Chemie der Bodenlösung ...

- überwacht (Monitoring)
- beurteilt (Trends, IST-Zustand, Szenarioanalyse)

## Zielgruppen

- interessierte Öffentlichkeit (Information)
- Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft (Beratung)
- Wissenschaft (Prozessverständnis)

## Kenngrößen

- Sickerwasserqualität und -quantität
- Wasserleitfaden
- Ionen- und Stoffbilanzen
- ...

## Vergleiche

- Baumarten
- Standorte
- Nutzungsintensitäten
- Nutzungsformen ---> Landwirtschaft



© Meesenburg



**Danke für die Aufmerksamkeit.**

# 20 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen



## Sickerwasserqualität und Stoffausträge

A. Fier, U. Klinck

H. Höper, W. Schäfer, H. Wallrabenstein, M. Haßdenteufel

A. H. Meesenburg, B. Scheler, M. Wagner, S. Fleck, B. Ahrends, K.J. Meiwes



# Inhalt

- Sickerwasserzusammensetzung unter Ackernutzung
- Stoffausträge unter Ackernutzung
- Unterschiede Forst/Acker

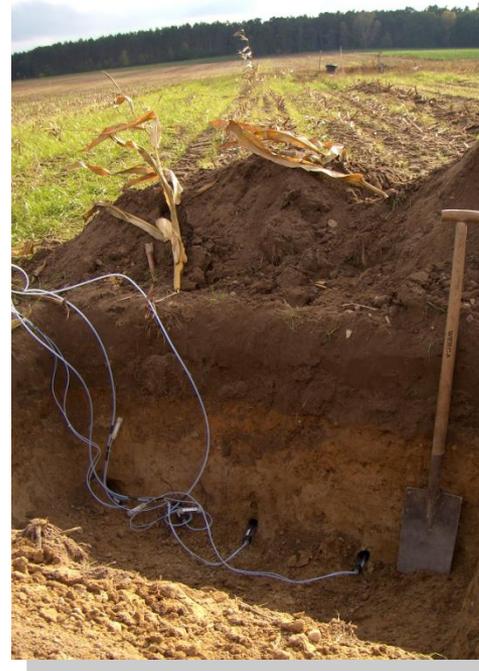


## Messeinrichtungen

- 10 Intensiv-BDF mit Saugsondenanlagen zur Sickerwassergewinnung
- Messung der Sickerwasserqualität an der Untergrenze des Wurzelraumes
- 14-tägige Probenahme im Winterhalbjahr

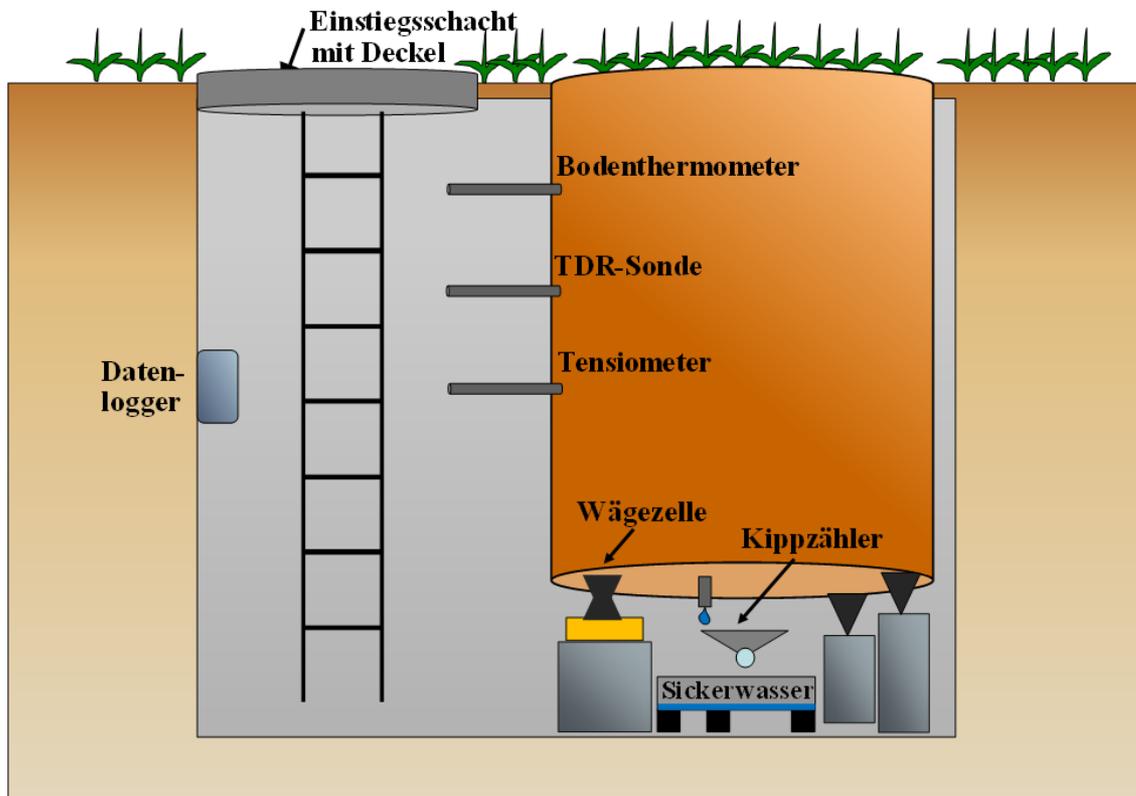


Saugsonden mit Sammelbehälter



Saugsonden-einbau

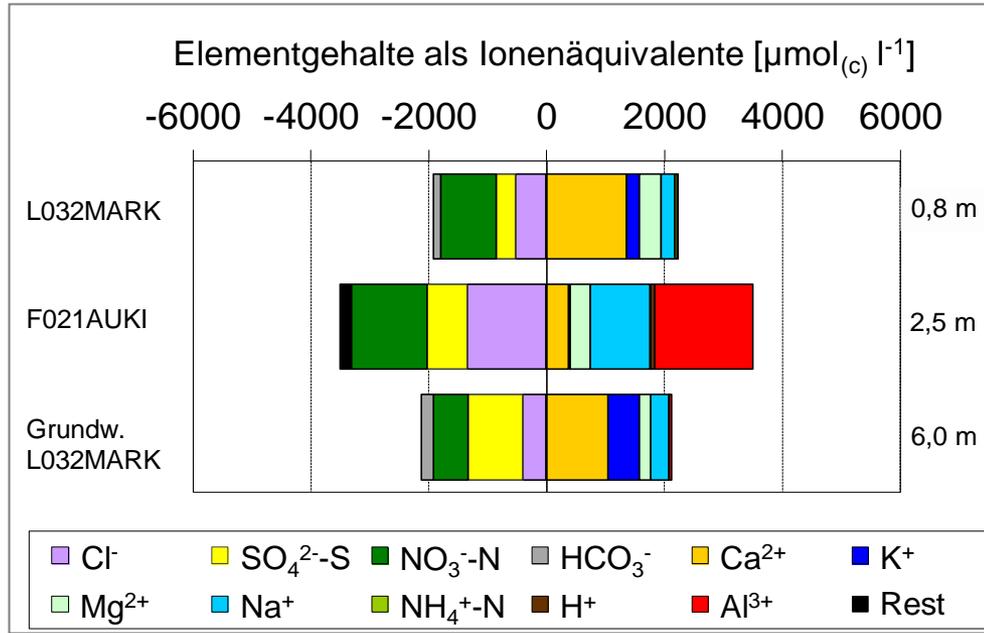
## Messeinrichtungen



- 6 Lysimeterstandorte (1 m<sup>2</sup> Fläche, analog zur jeweiligen BDF bewirtschaftet)
- Messung der Sickerwassermenge
- Messung der Sickerwasserqualität



## Ionenbilanz Standort L032MARK – Sandboden (Landkreis Cloppenburg)

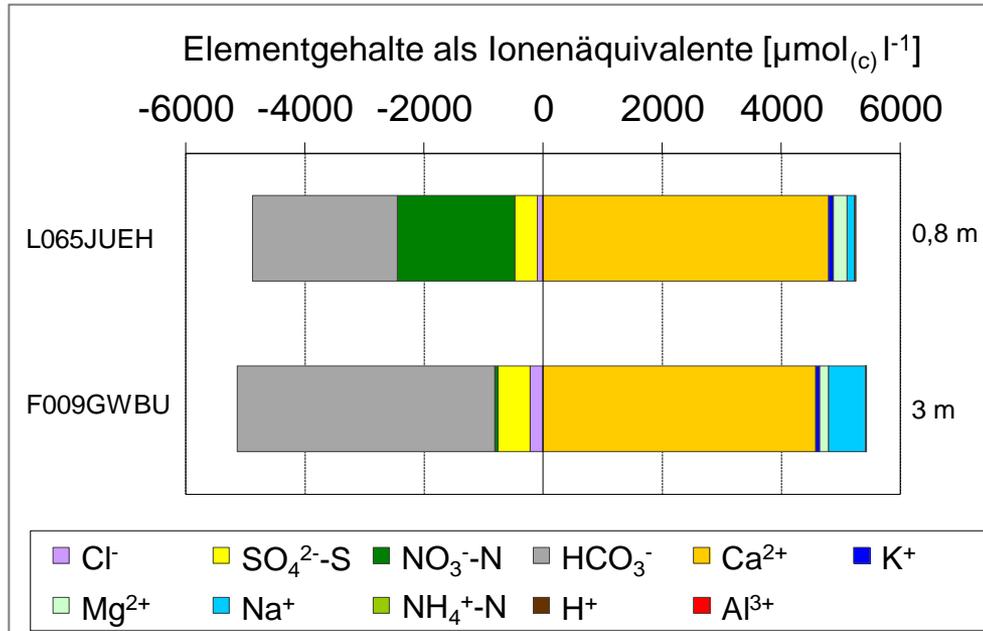


- Acker (konventionell bewirtschaftet)
- Forst
- Grundwasser unter Acker

	Acker	Forst	Grundwasser
dominierende Ionen	Calcium (Zufuhr durch Kalkung), Nitrat	Aluminium, Chlorid, Nitrat, Natrium	entspricht in etwa dem Sickerwasser



## Ionenbilanz Standort L065JUEH – Kalksteinverwitterungsboden (Kreis Göttingen)



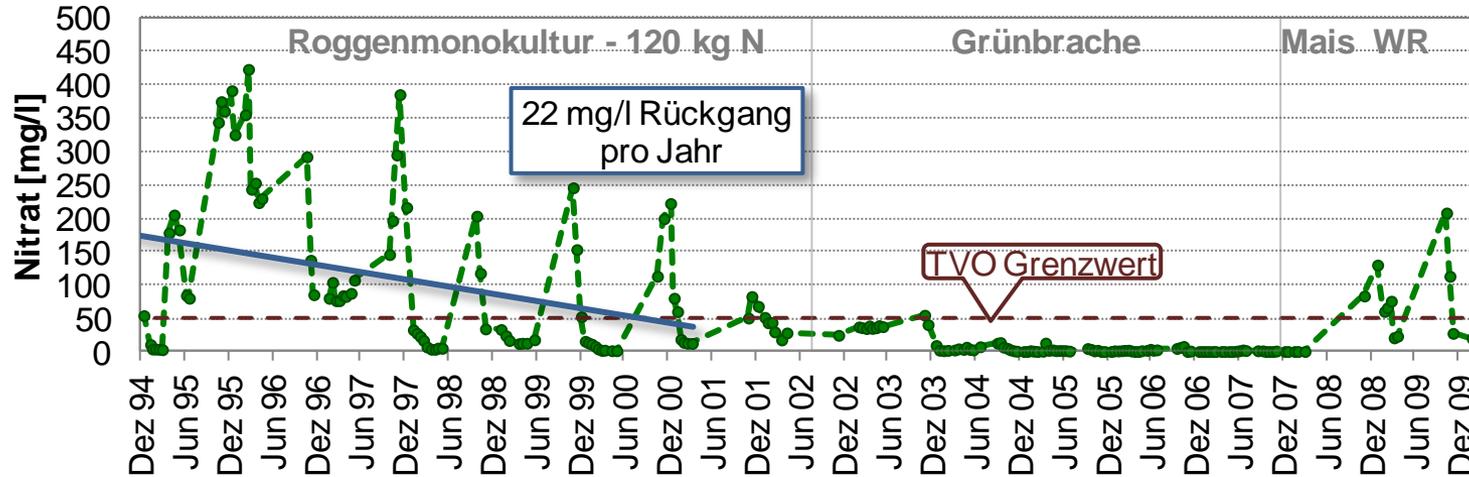
➤ Acker (konventionell bewirtschaftet)

➤ Forst

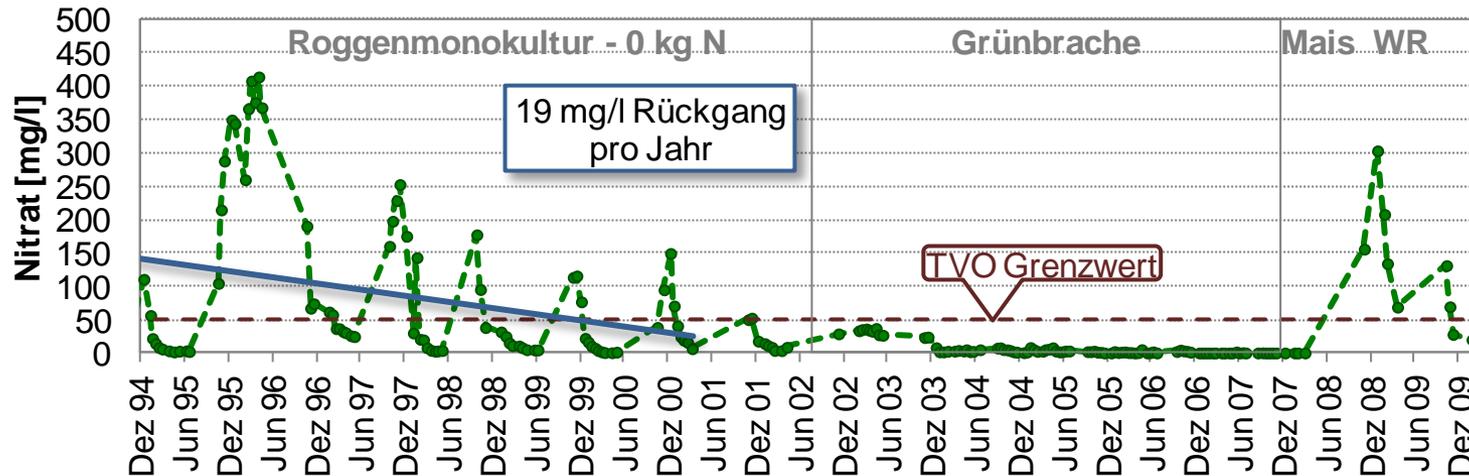
	Acker	Forst
dominierende Ionen	Calcium, Nitrat, Hydrogencarbonat	Calcium, Hydrogencarbonat (aus der Verwitterung des Kalksteins)

Ionenzusammensetzung hängt ab von: Standort/Ausgangsgestein und Landnutzung

## Verlauf der Nitratkonzentrationen (Nitrat-N) am Standort Glissen – Saugsonden in 8 dm Tiefe



ehemaliger Feldversuch Glissen neben der BDF L049GLIS); WR = Winterroggen

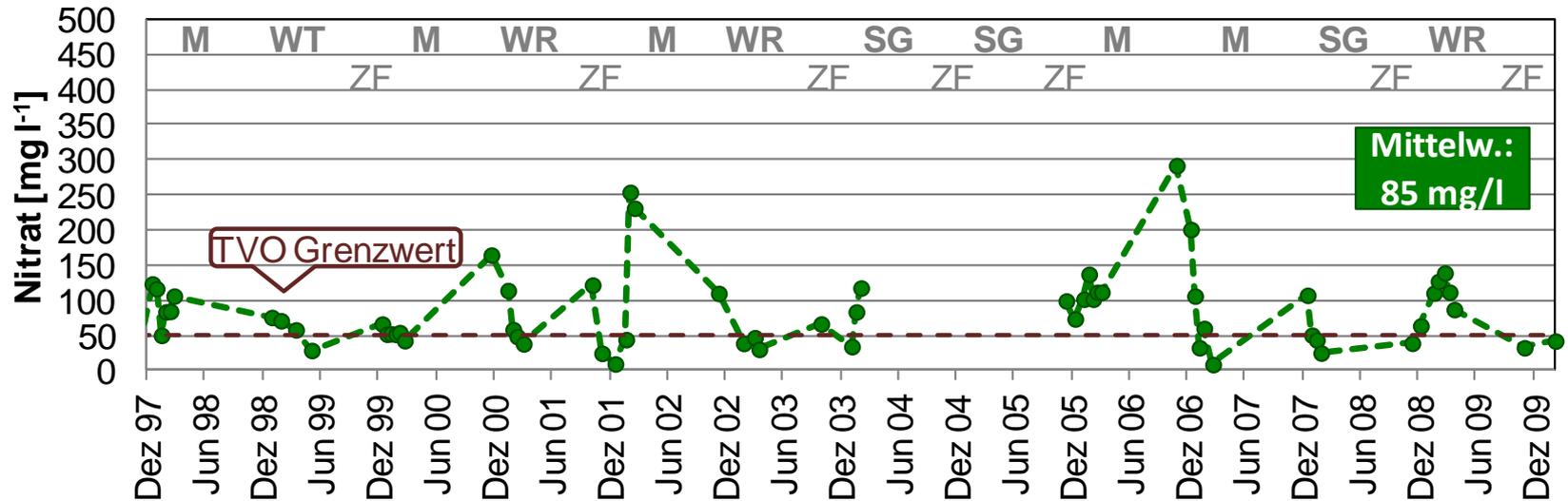


Bodenform: Braunerde aus Geschiebedecksand, konventionell bewirtschaftet



## Verlauf der Nitratkonzentrationen (Nitrat-N) am Standort L032MARK

L032MARK - Saugsonden in 0,8 m



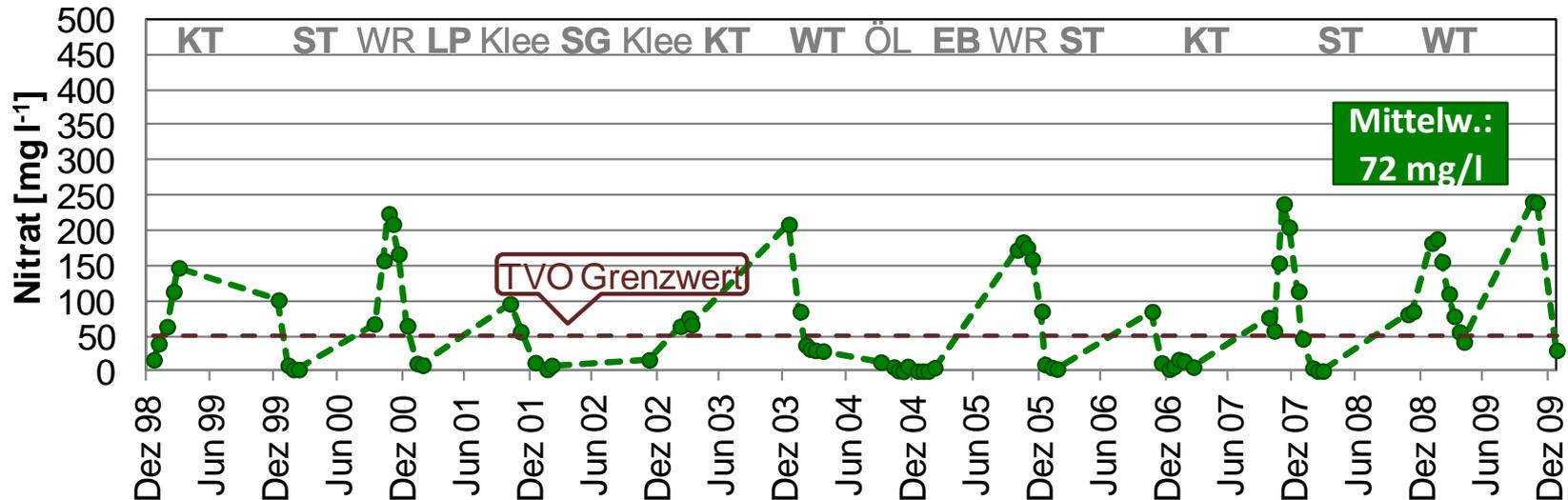
M = Mais, WR = Winterroggen, WT = Wintertriticale,  
SG = Sommergerste, ZF = Zwischenfrucht

• Bodenform: Podsol aus holozänem Flugsand

• Bewirtschaftung: konventionell bewirtschaftete Ackerfläche (hoher Anteil organischer Düngung)

## Verlauf der Nitratkonzentrationen (Nitrat-N) am Standort L021GROE

L021GROE - Saugsonden in 0,8 m



KT = Kartoffeln, ST = Sommertriticale, WT = Wintertriticale, SG = Sommergerste, EB = Erbsen, LP = Lupinen, WR = Winterroggen, Öl = Ölertrich.

• Bodenform: Podsol aus Flugsand

• Bewirtschaftung: ökologisch bewirtschaftete Ackerfläche (organische Düngung)



## Nitratkonzentrationen unter Acker:

- langjährige mittlere  $\text{NO}_3$ -Konzentration unter Acker (Sandböden) ist  $> 50 \text{ mg/l}$
- keine abnehmenden Trends erkennbar
- Boden braucht 8-20 Jahre (je nach Mineralisationspotential) um sich auf reduzierte Düngung einzustellen
- langjährige N-Austräge liegen auf der Höhe der N-Schlagbilanzen (Ausnahme: Quellenstandorte)
- reduzierte N-Düngung/N-Schlagbilanzen führen langfristig zu reduzierten N-Austrägen



## Schwermetallkonzentrationen

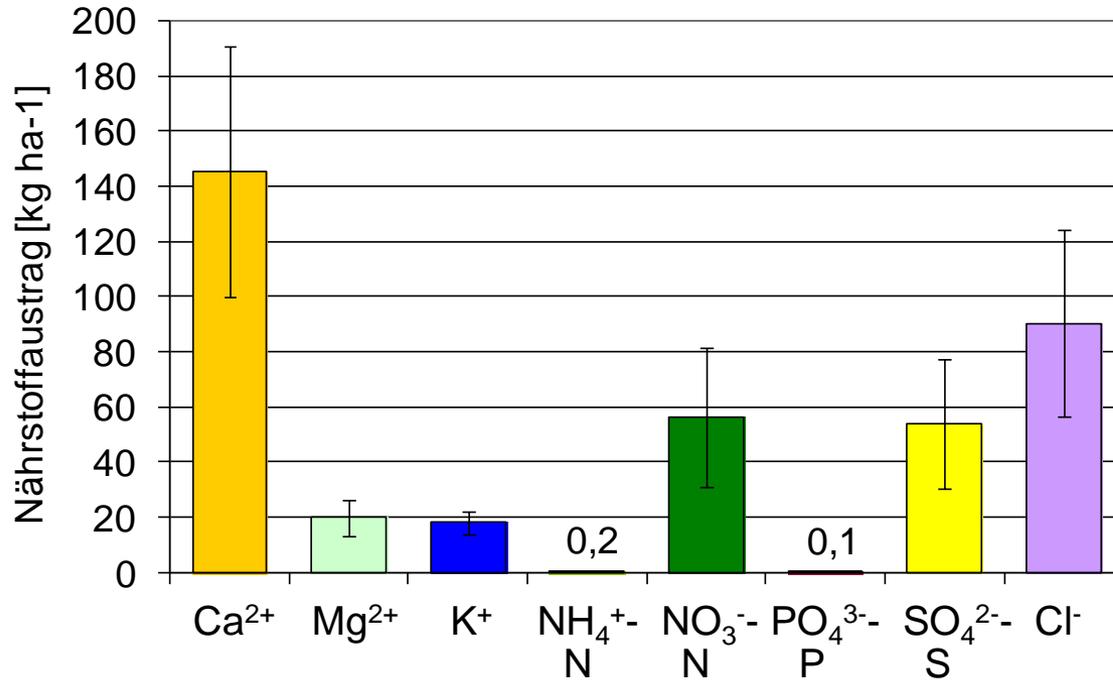
Standort	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	pH
Schwermetallgehalte [mg/kg] im Ap (Mittelw. Grund- u. Wiederholungsinventur)									
L032MARK	1,21	0,17	8,48	12,4	0,06	1,15	9,6	14,4	4,7
L033DINK	1,02	0,08	7,37	10,1	0,04	1,18	7,2	16,1	4,5
L037SCHL	59	14	28	425	1	33	3499	3861	7,5
Schwermetallgehalte [µg/l] im Sickerwasser (Mediane 2006 bis 2008)									
L032MARK	0,5*	0,25*	2,5*	8	0,25*	2,5	1*	25*	
L033DINK	0,5*	0,58	2,5*	21	0,25*	5	2	259	
L037SCHL	0,5*	0,25*	2,5*	2,5*	0,25*	1*	1*	25*	

\* < Nachweisgrenze

- Rot** = Überschreitung des Vorsorgewertes für Böden nach §8 Abs. 2 Nr. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz
- Lila** = Überschreitung des Schwellenwertes nach Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), Anhang 2
- Orange** = Überschreitung der Prüfwerte für Grundwasser nach dem Entwurf der „Mantelverordnung“ (Bundesregierung 2011)

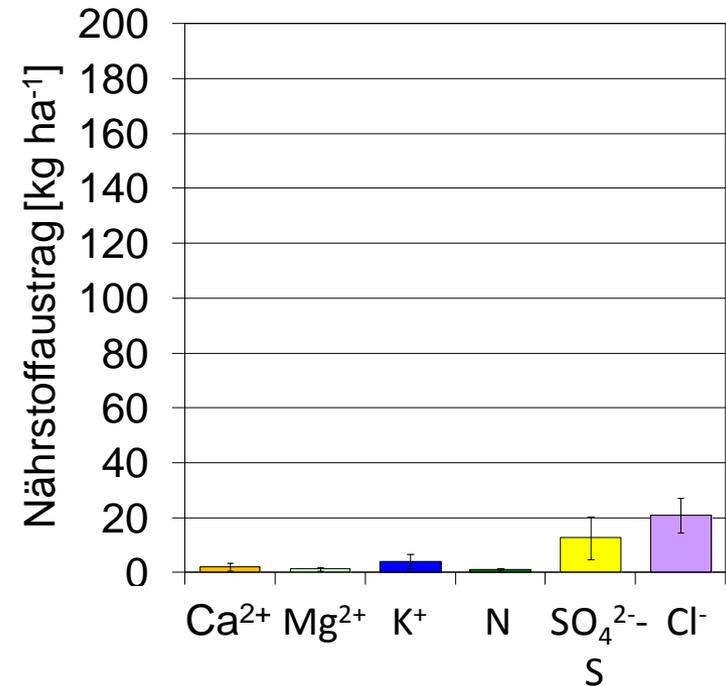
# Stoffausträge unter Ackernutzung

## Mittlere Nährstofffrachten im Sickerwasser des Lysimeters L064HOHE Winterhalbjahre 03/04 bis 09/10



pH Oberboden: 5,7

## Mittlere Nährstofffrachten im Sickerwasser der F003LSBU 1993 bis 2009



pH Oberboden: 3

=> unter Ackernutzung sind die Nährstoffausträge deutlich höher als unter Forst (Sickerwasserbildung unter Acker höher)



## Sickerwasserzusammensetzung Forst-/Ackerstandorte

	Forst	Acker
dominierende Anionen	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , ( $\text{NO}_3^-$ )	$\text{NO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$
dominierende Kationen	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Ca}^{2+}$
	niedrige pH-Werte => Schwermetall- mobilität erhöht	hohe Sickerwasserraten => hohe Frachten



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Lysimeter am Standort L064HOHE