

Quantifizierung des Nitratabbauvermögens in den Grundwasserkörpern des Hessischen Rieds und Lokalisierung von Risikogebieten

**Erster Wiesbadener Grundwassertag
24.09.2014**

Dr. Frank-Andreas Weber, Dr. Axel Bergmann (IWW)

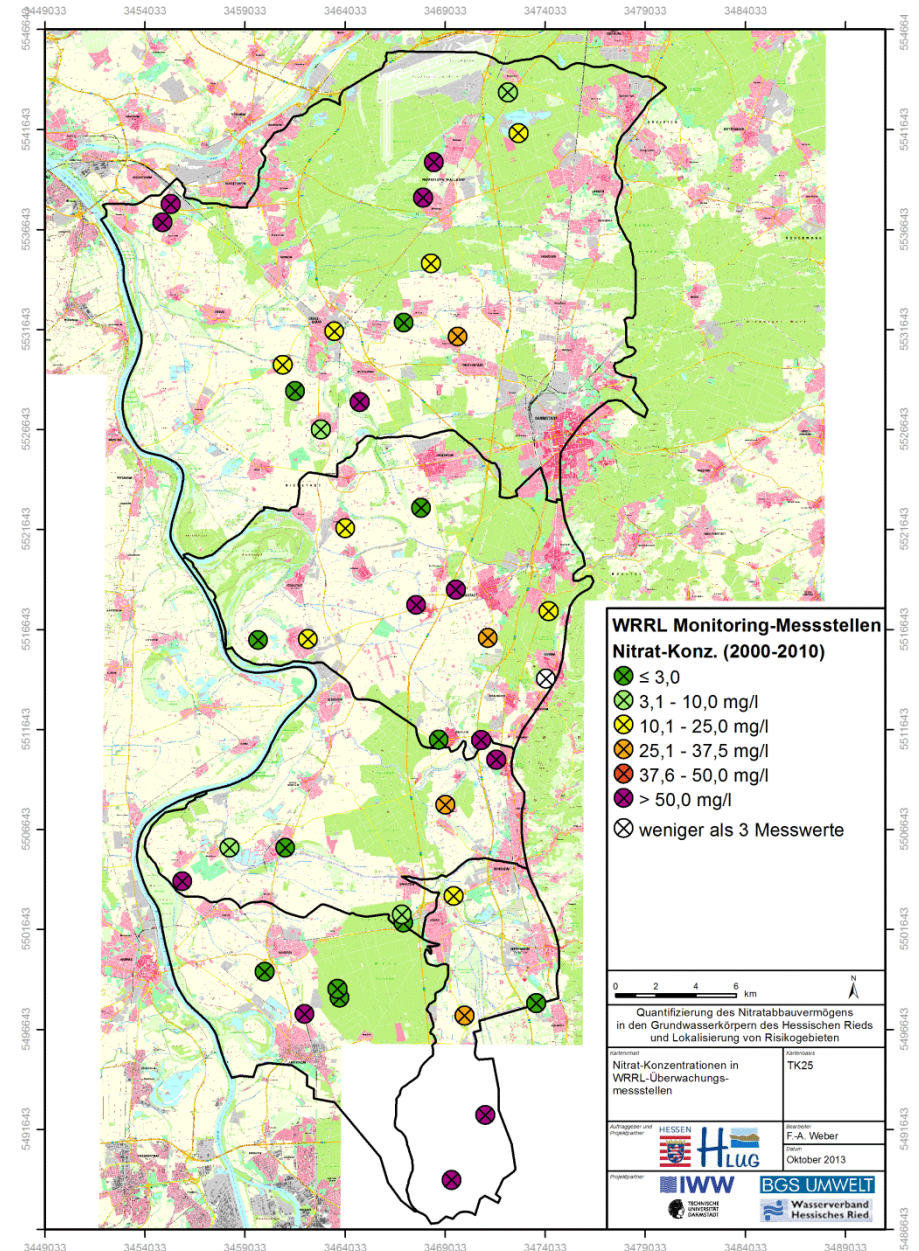
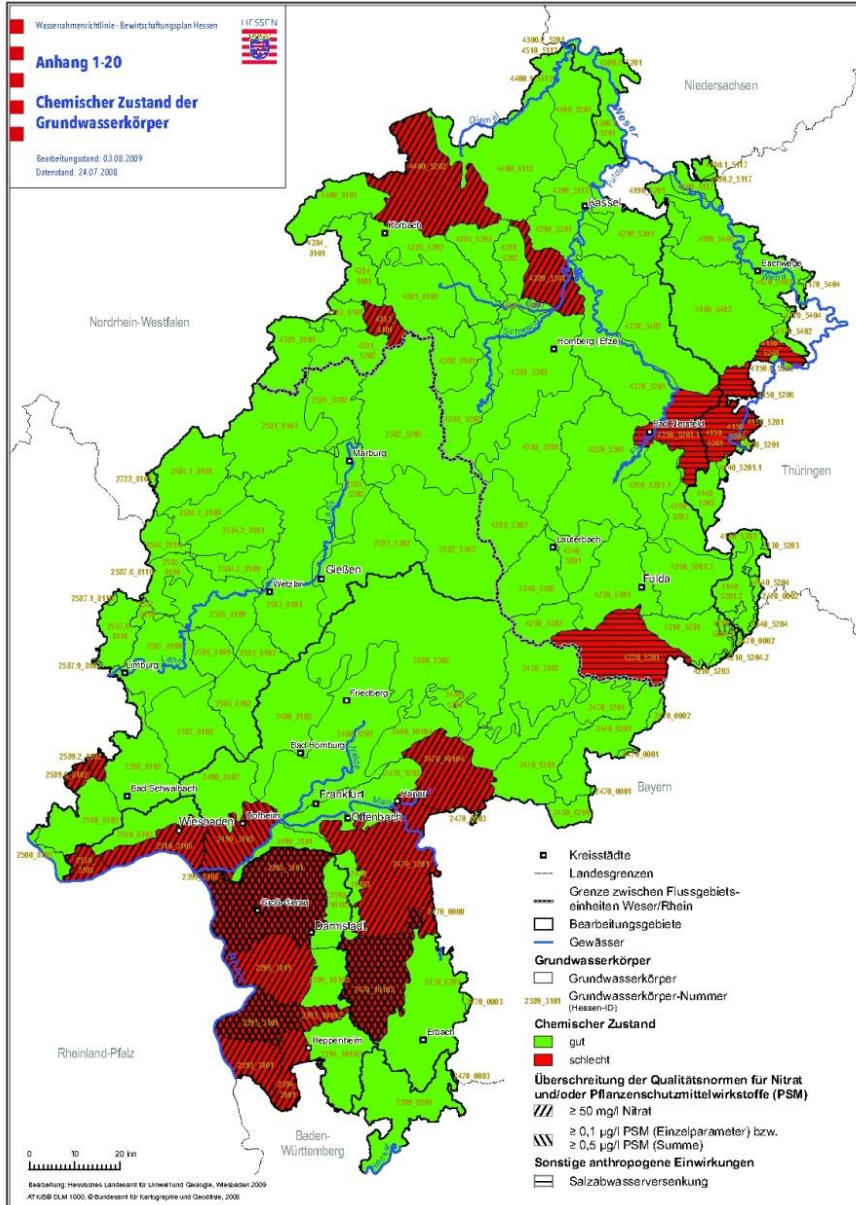
Dr. Markus Kämpf, Anette Spinola, Dr. Heiko Gerdes (BGS Umwelt)

Arnd Allendorf, Dr. Hermann Mikat (WHR)

Christoph Kludt, Prof. Christoph Schüth (TU Darmstadt/IWW)

Auftraggeber und fachliche Begleitung: Dr. Georg Berthold (HLUG)

Nitratbelastung im Hessischen Ried



Differenziertes Beratungsangebot:


- | | |
|---|---|
| <p>4. Grundberatung (LLH)</p> <p>3. Informations- und Beratungsbetriebe</p> | <p>2. Dauerbeobachtungsbetriebe</p> <p>1. Leitbetriebe mit Individualberatung</p> |
|---|---|

Umsetzung der WRRL im Hessischen Ried
 gefördert durch das RP Darmstadt im Auftrag des HMUKLV

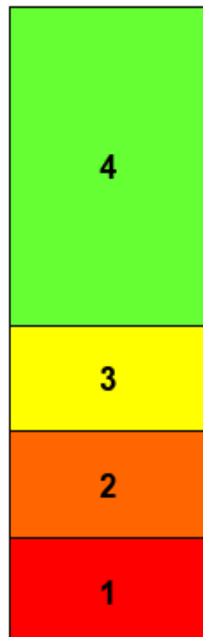
Wasserverband
 Hessisches Ried

WRRL-Umsetzung: Kooperationsräume

- Einteilung des Maßnahmenraums in 5 Kooperationsräume (KR)
- Projektstart 2012 mit den KR "Riedsande" und "Südliches Ried"
 ⇒ hoher Anteil Gemüse, bestehende WSG-Kooperation bzw. WHR-Beregnung
- 2014 Beratungsbeginn in KR "Bergstraße" und "Nördliches Ried"
- voraussichtlich 2015 Hinzunahme von KR "Mainterrassen"
 ⇒ niedrigere Maßnahmenpriorität



Maßnahmenpriorität



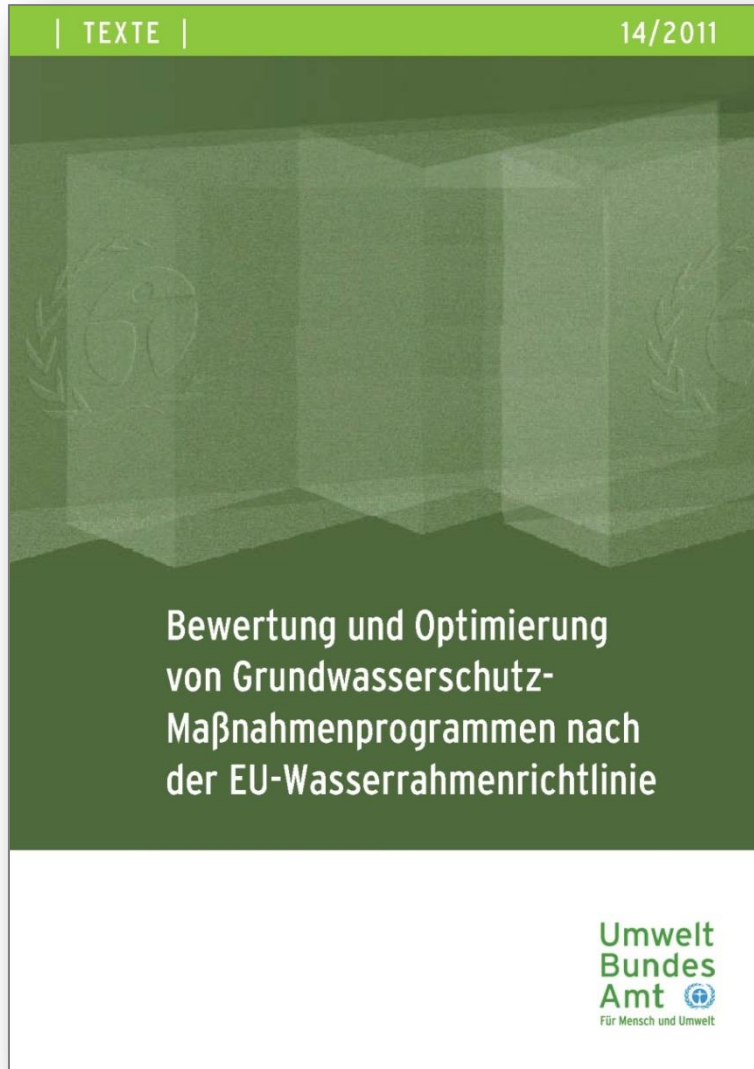
Grundberatung
 Übernahme der Elemente einer gewässerschonenden Landwirtschaft in die landwirtschaftliche/gartenbauliche Grundberatung

Beratung „ausgeglichene Nährstoffbilanz“

Beratung in Risikogebieten

Intensivberatung

http://hessenwasser.de/www/dnl/public/2013-12-18_WRRL-AK3_Riedsande_Praesentationen



Kuhr et al. (2011)

■ Zielsetzung:

1. Nutzung konzeptioneller Modelle zur Ausweisung „**gefährdeter Regionen**“, in denen Einzelmaßnahmen **vorrangig** umgesetzt werden sollten.
2. Entscheidungsgrundlage, warum WRRL-Ziele ggf. bis 2015 nicht erreicht werden können

■ Vorgehensweise:

- Abgrenzung durch Verschneidung bundesweit vorliegender Kartenwerke
- Berechnung von Fließzeiten im Boden und Grundwasserleiter mit überregionalem, stochastischem Modellansatz (WEKU)

Jahrzehntelange Erfahrung:

- Umfangreiches Monitoring
- 3D-Grundwasserströmungsmodell (BGS Umwelt)
- DVGW-Projekt Konsequenzen nachlassenden Nitratabbauvermögens (IWW)

Erfolgskontrolle schwierig:

- N_{min} : große Schwankungsbreite
- Beratungserfolge aufgrund langer **Fließzeiten** noch nicht in Messstellen angekommen ?
- Erfolge durch **Intensivierung** aufgezehrt?
- Erfolge durch **Nachlassen des Nitratabbauvermögens** im Grundwasserleiter aufgezehrt ?



Bergmann et al. (2013)

1. **Konzeptionelles Modell «Hessisches Ried»**
2. **Abgrenzung nitrateintragsgefährdeter Gebiete**
3. **Eintragsgebiete im Anstrom von Messstellen**
4. **Bestandsaufnahme des verfügbaren Nitratabbauvermögens**
 - **Methode 1:** Stoffflussmodelle (Phreeqc)
 - **Methode 2:** Analytik an Bohrkernproben und Nitratabbauversuche im Labor
 - **Methode 3:** Feldmethoden: N_2/Ar , $\delta^{34}S$ -Isotopie, Redoxfront-Screening
5. **Lokalisierung von Risikogebieten, in denen Maßnahmen zu intensivieren sind, um den guten chem. Zustand wiederherzustellen und dauerhaft zu erhalten.**
 - Zielgerichteter Einsatz der verfügbaren Finanzmittel.
6. **Berechnung der Verweilzeiten in der ungesättigten Zone.**
 - ggf. Fristverlängerung zur Erreichung eines guten chemischen Zustands über Dez. 2015 hinaus erforderlich.

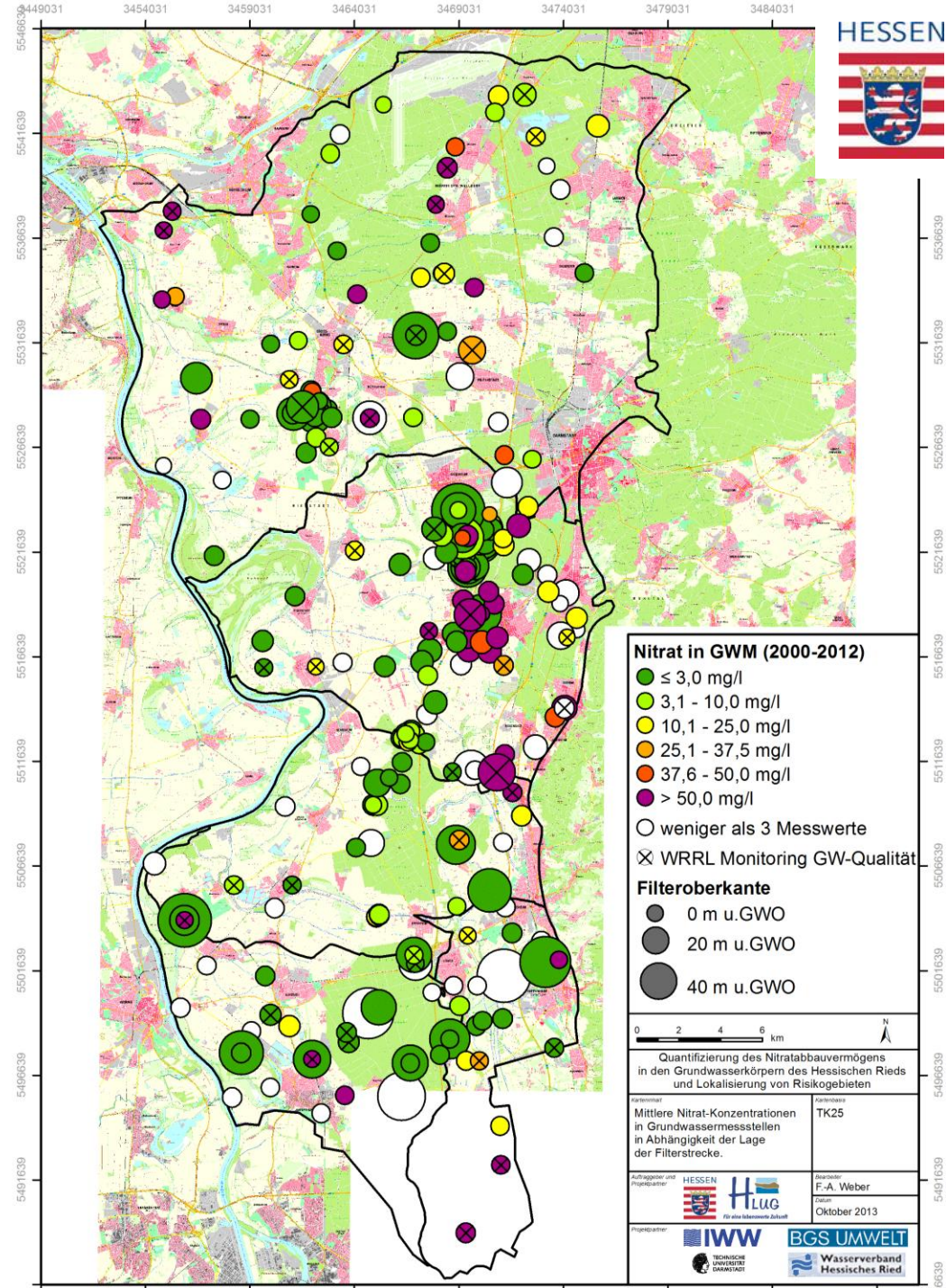
1. 3D Stoff-Belastung im Grundwasser

Nitrat

Hydrochemisch geschichteter Grundwasserkörper:

- Erhöhte Nitrat-Konz. vor allem am Odenwaldrand
- Heterogene Nitrat-Konz. im Ried
- Tiefer Grundwasserkörper meist nitratfrei

In der Karte zeigen kleine Kreise oberflächennah verfilterte GWM; große Kreise tief verfilterte GWM.

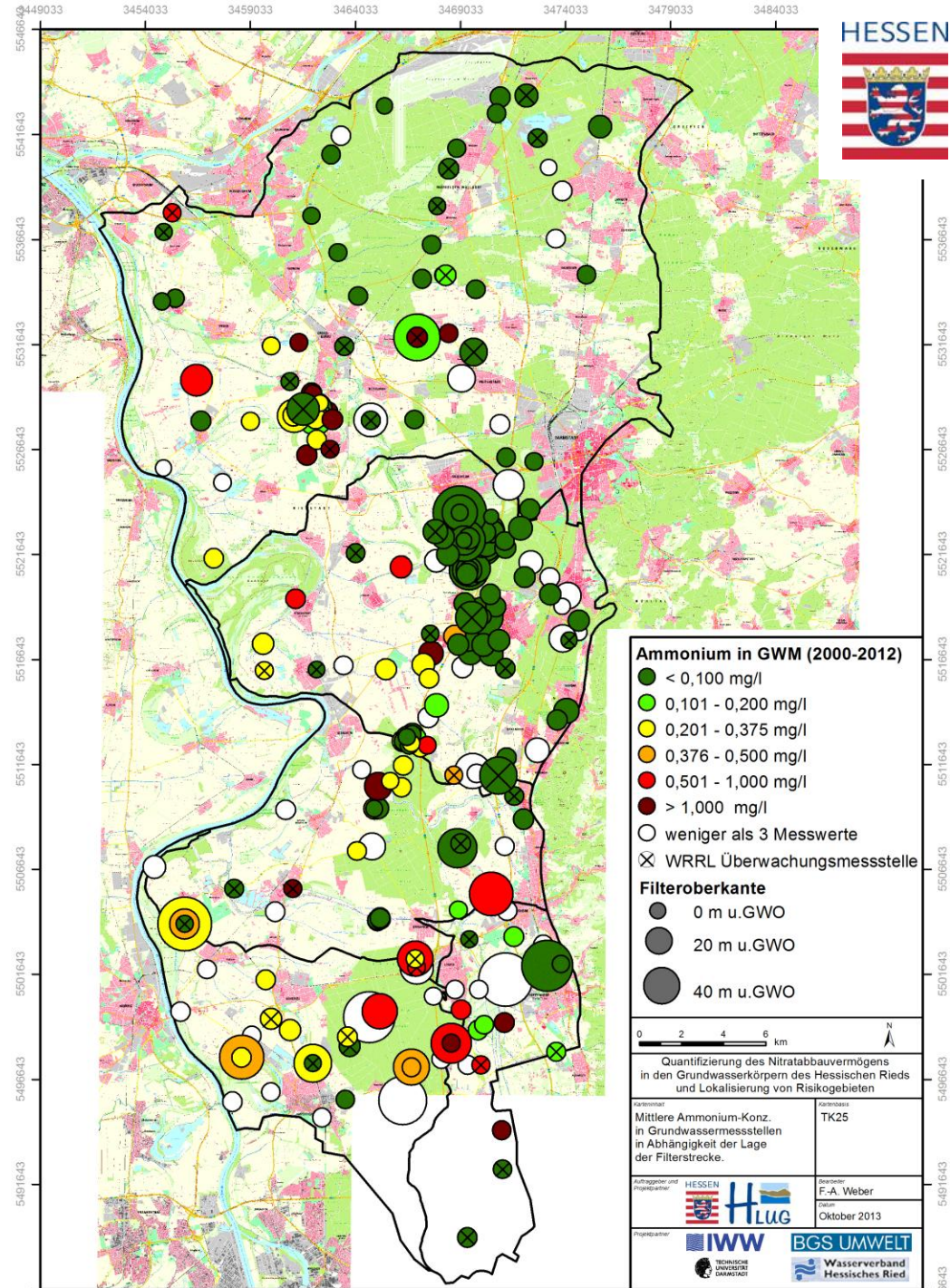


1. 3D Stoff-Belastung im Grundwasser

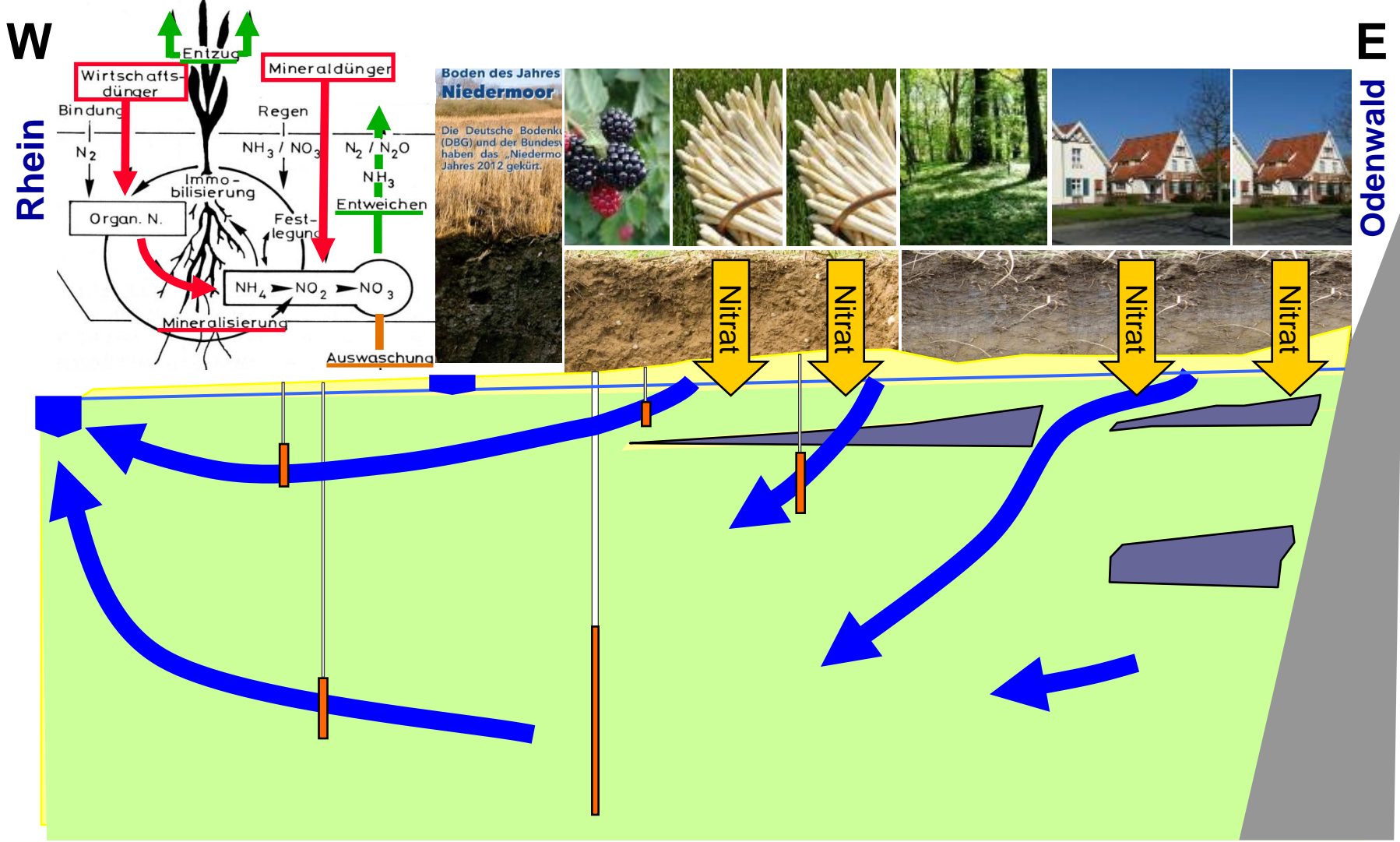
Ammonium

- Heterogene erhöhte Ammonium-Konz. im Ried
- Stark erhöhte Ammonium-Konz. im Bereich infiltrierender Bäche und in tiefen GWM im südlichen Ried

In der Karte zeigen kleine Kreise oberflächennah verfilterte GWM; große Kreise tief verfilterte GWM.



1. Konzeptionelles Modell



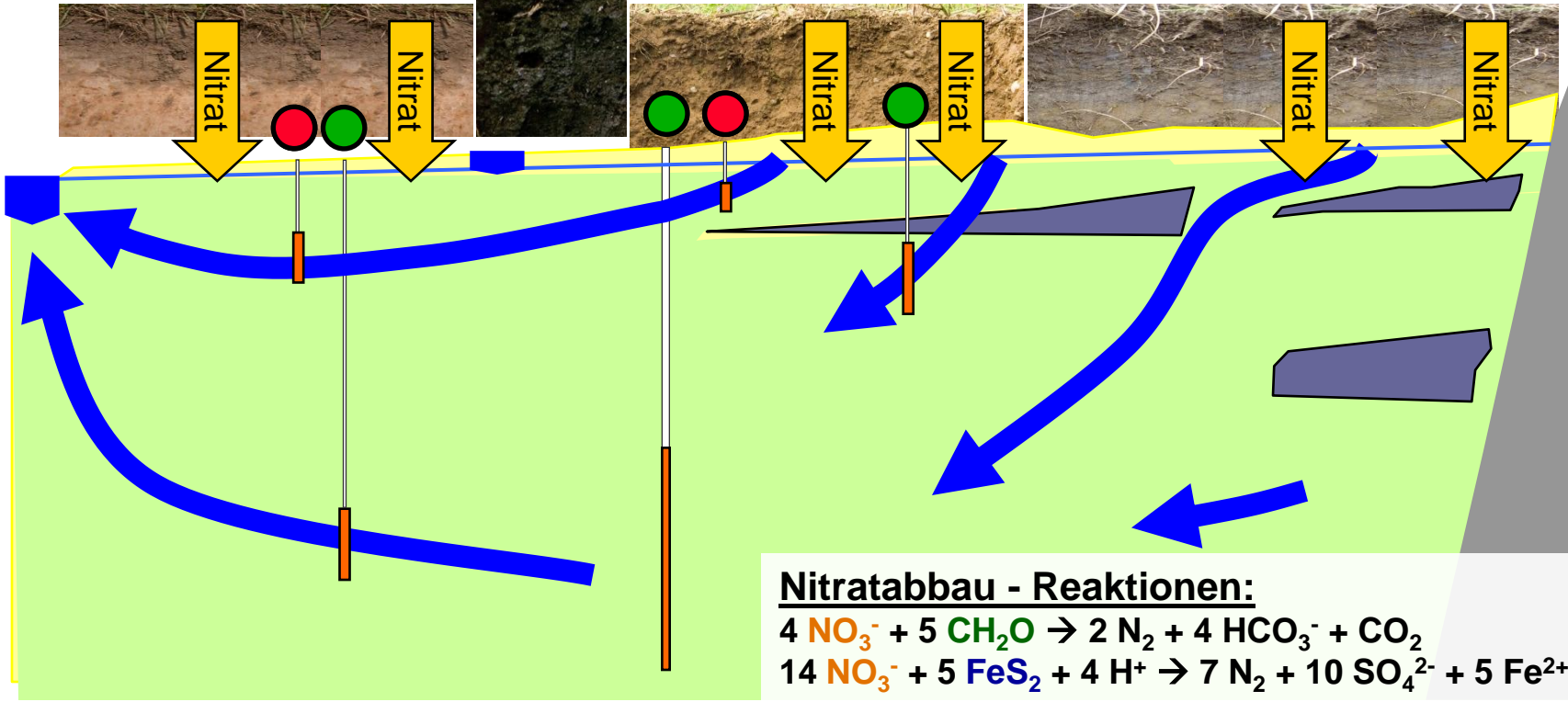
1. Konzeptionelles Modell

W

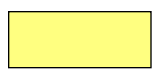
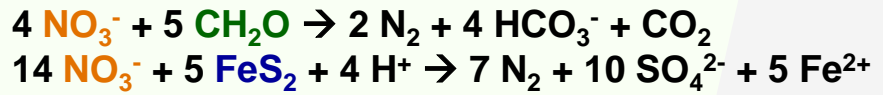
Rhein

M

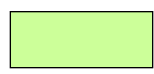
Odenwald



Nitratabbau - Reaktionen:



Kaum Nitratabbau in oxidierter Zone



Nitratabbau in reduzierter Zone

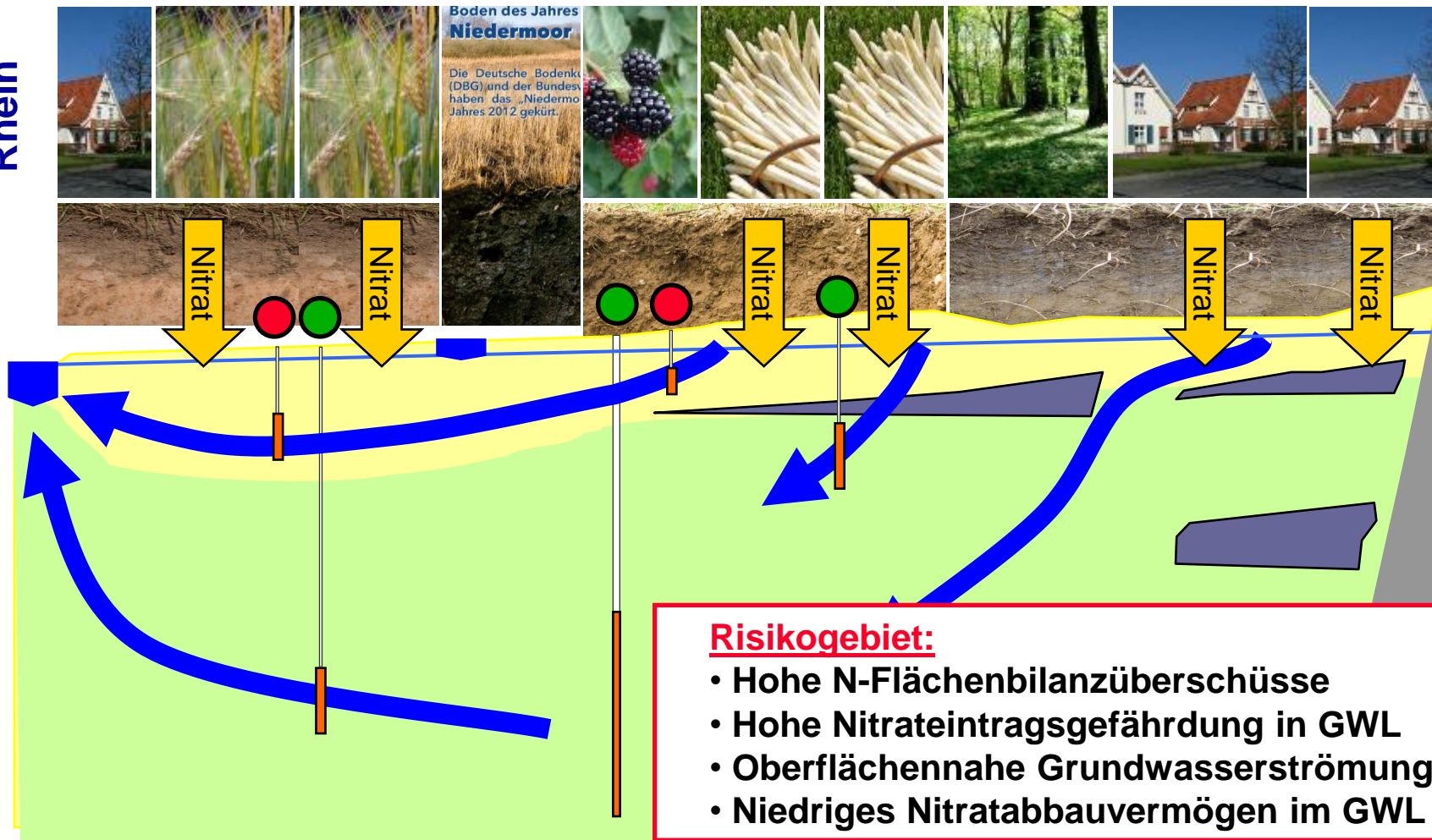
1. Konzeptionelles Modell

W

Rhein

M

Odenwald



 Kaum Nitratabbau in oxidiertem Zone

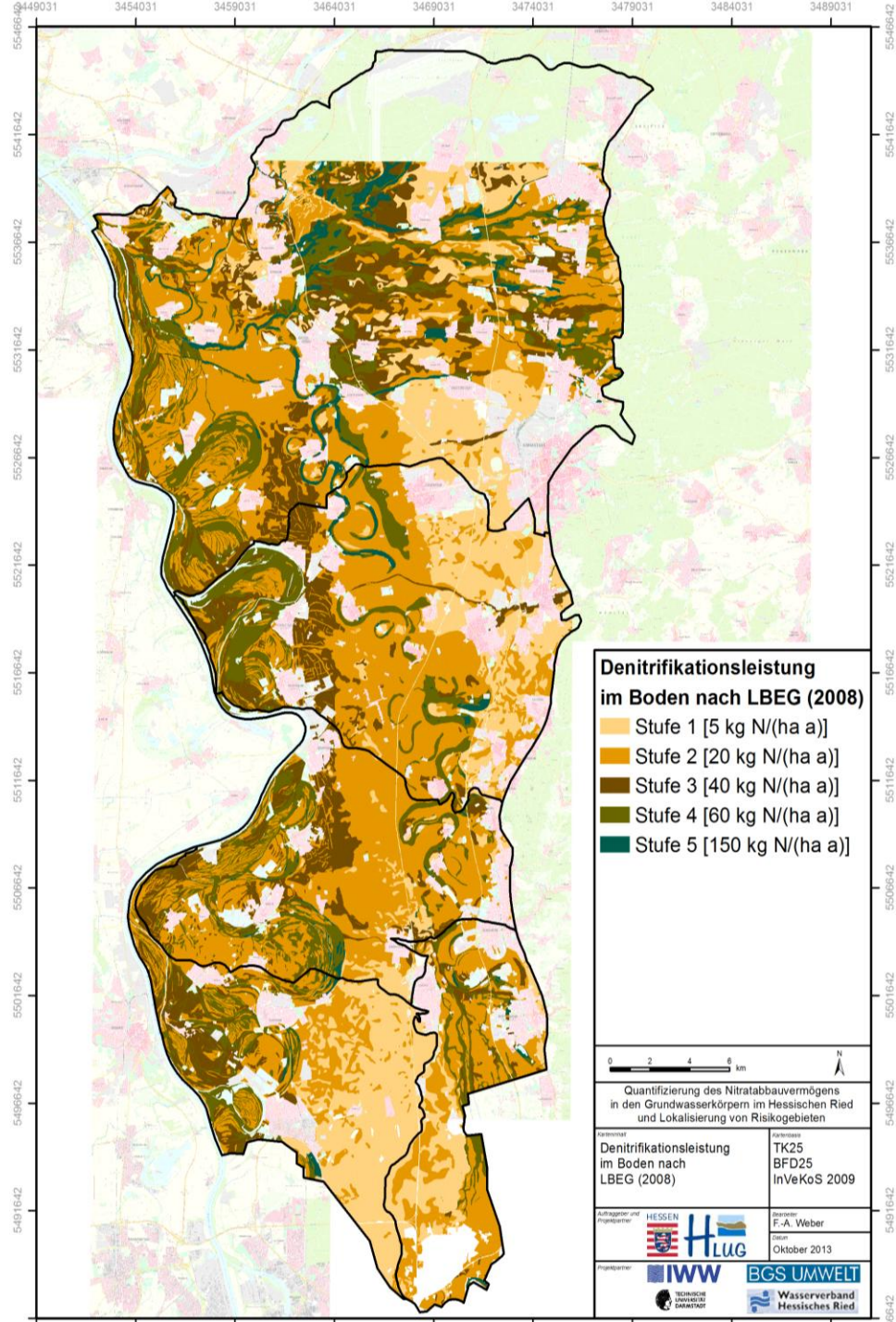
 Nitratabbau in reduzierter Zone

2. Nitrateintragsgefährdete Gebiete

- **Nitrateintragsgefährdete Gebiete**, unter denen selbst bei Einhaltung der nach guter fachlicher Praxis gemäß DüV zulässigen N-Salden von 60 kg N/ha Nitrat-Einträge von > 50 mg/l ins Grundwasser zu erwarten sind.
- **Denitrifikationsleistung im Boden: LBEG (2008)**
 - Bodentyp
 - Grundwasser- / Stauwasser-Einfluss
 - Ausgangssubstrate / reaktiver C_{org} -Gehalt im Boden
- **Verweilzeit im Boden: NAG-Stufen nach HLUG (2013)**
 - Feldkapazität
 - Grundwasserneubildung

2. Nitrateintrags-gefährdete Gebiete

- **Geringe Denitrifikationsleistung im Boden:**
 - Grundwasserferne, aus C_{org} -armen Flugsanden entwickelt Braunerden und Pararendzinen
- **Hohe Denitrifikationsleistung im Boden:**
 - Gleye und vergleyte Auenböden
- **Geogenes Freisetzungspotenzial:**
 - Niedermoor- und Anmoorböden bei Belüftung / Bearbeitung



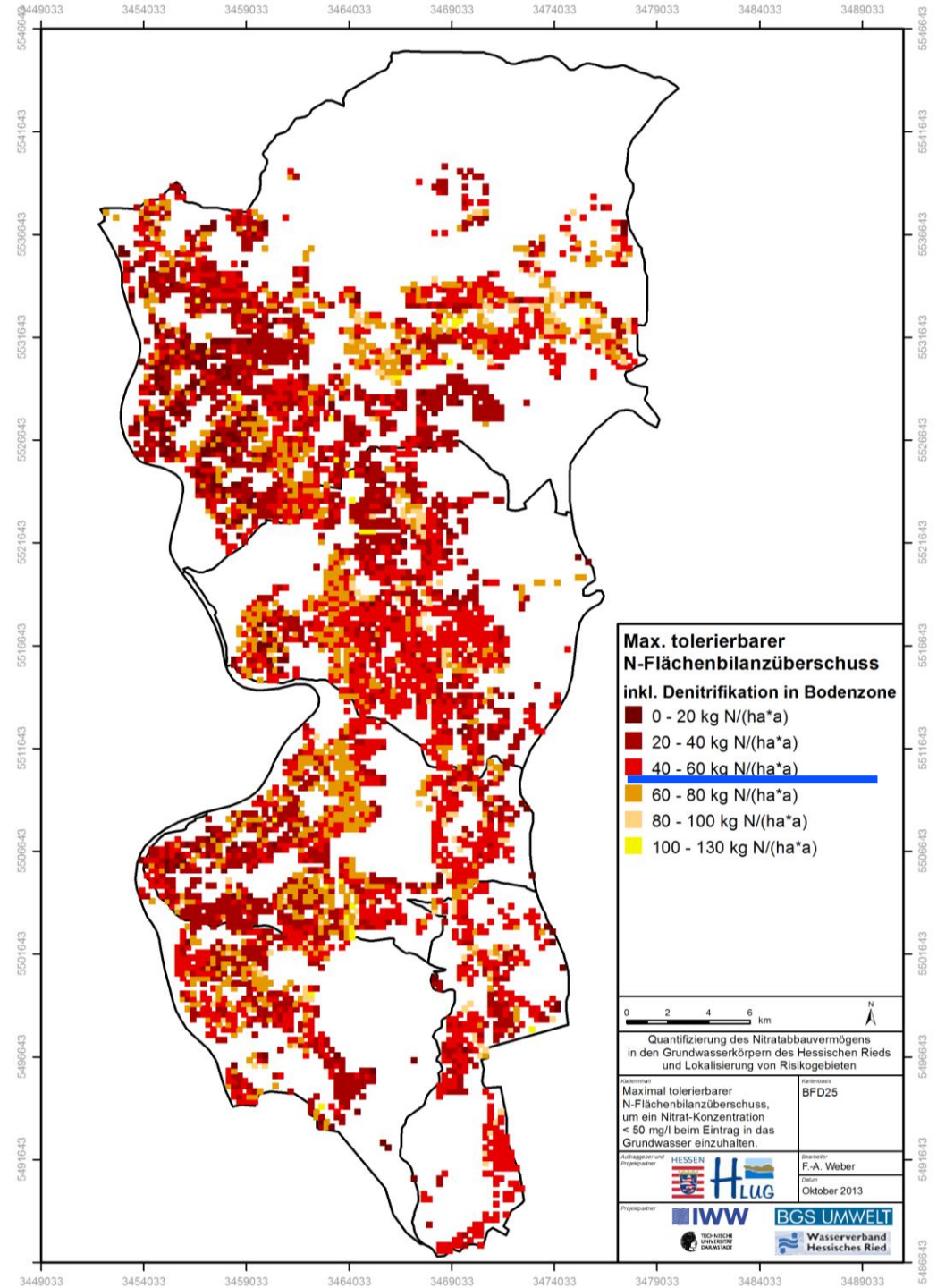
2. Max. tolerierbare N-Bilanzüberschüsse

Berechnung aus

- Denitrifikationsleistung im Boden: LBEG (2008)
- Grundwasserneubildung
- Nitrat < 50 mg/l im Sickerwasser

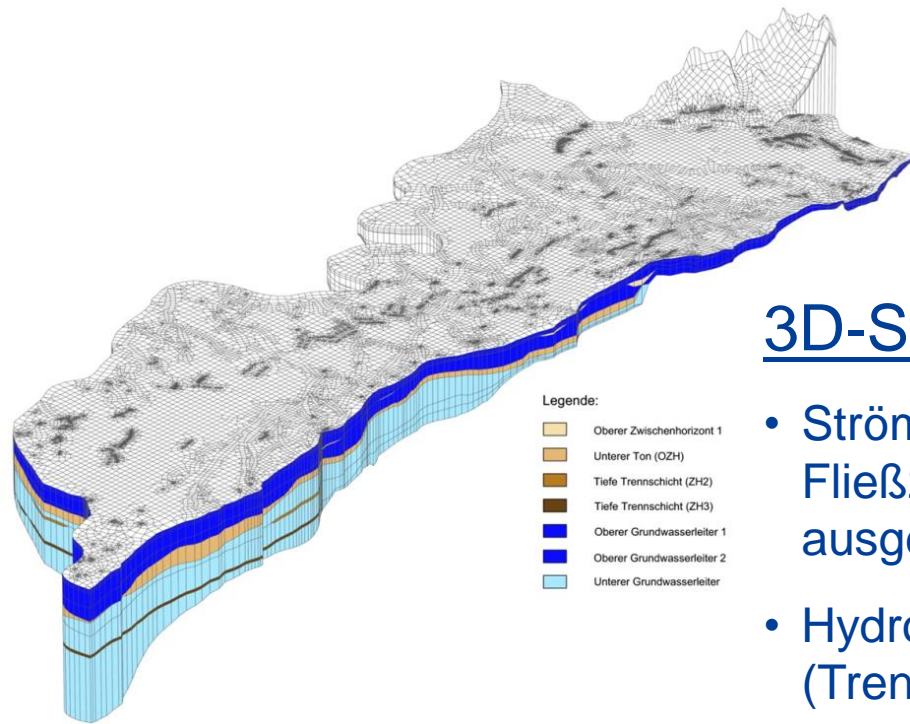
→ Gute fachliche Praxis gemäß DüV in weiten Teilen des Hessischen Rieds nicht ausreichend.

→ N-Salden müssen gebietsweise auf <20-40 kg N/ha reduziert werden.





3. Strömungsmodell Hessisches Ried (BGS Umwelt)

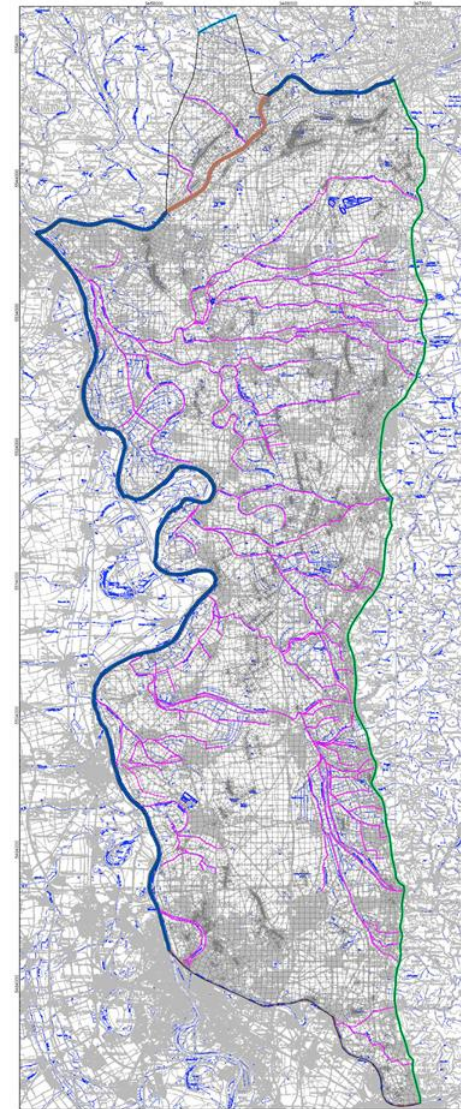


Legende:

- Oberer Zwischenhorizont 1
- Unterer Ton (OZH)
- Tiefe Trennschicht (ZH2)
- Tiefe Trennschicht (ZH3)
- Oberer Grundwasserleiter 1
- Oberer Grundwasserleiter 2
- Unterer Grundwasserleiter

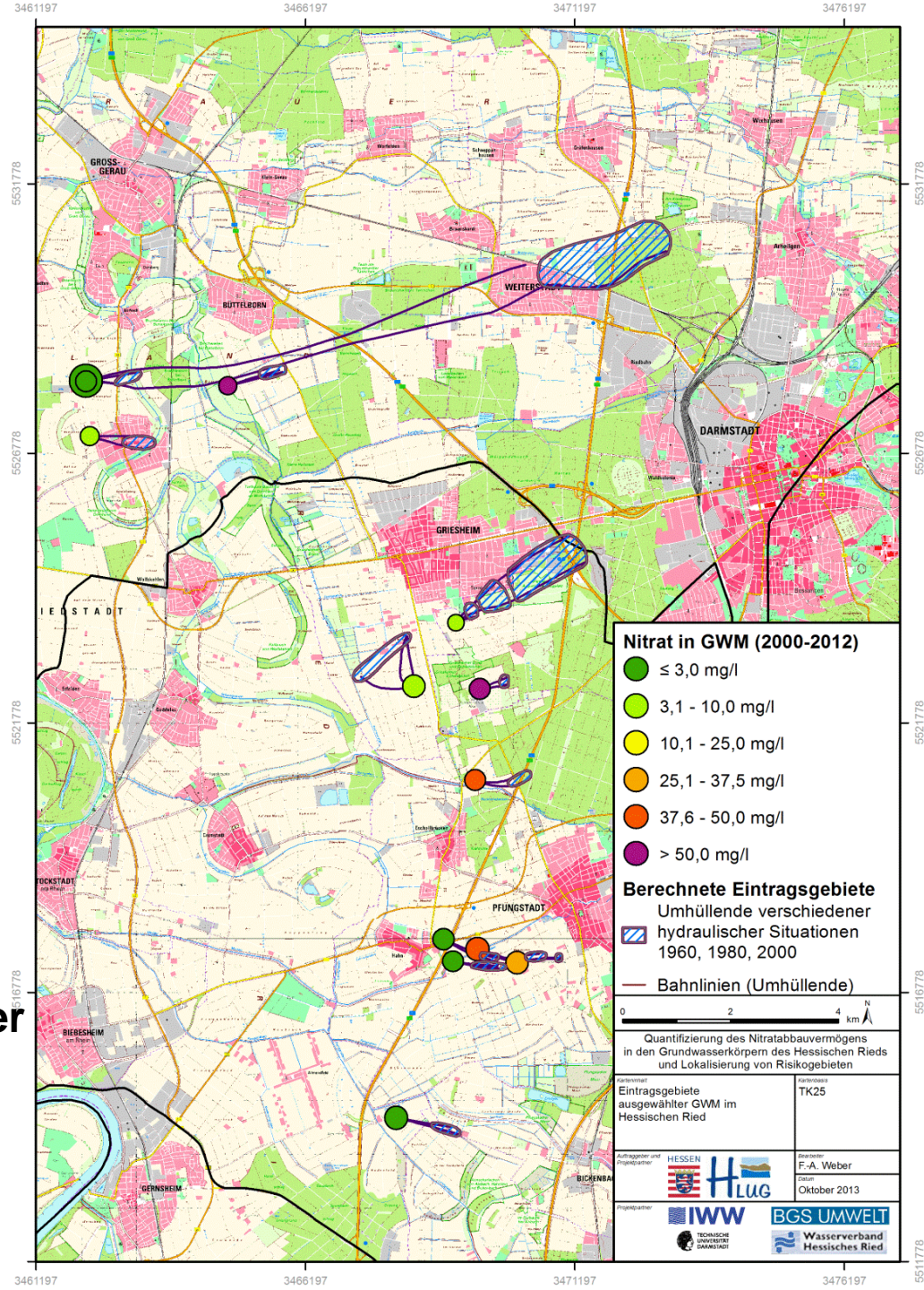
3D-Strömungsmodell:

- Strömungsverhältnisse und Fließzeiten im Anstrom ausgewählter Messstellen
- Hydrogeologische Situation (Trennhorizonte)
- Wechselwirkung mit Fließgewässern

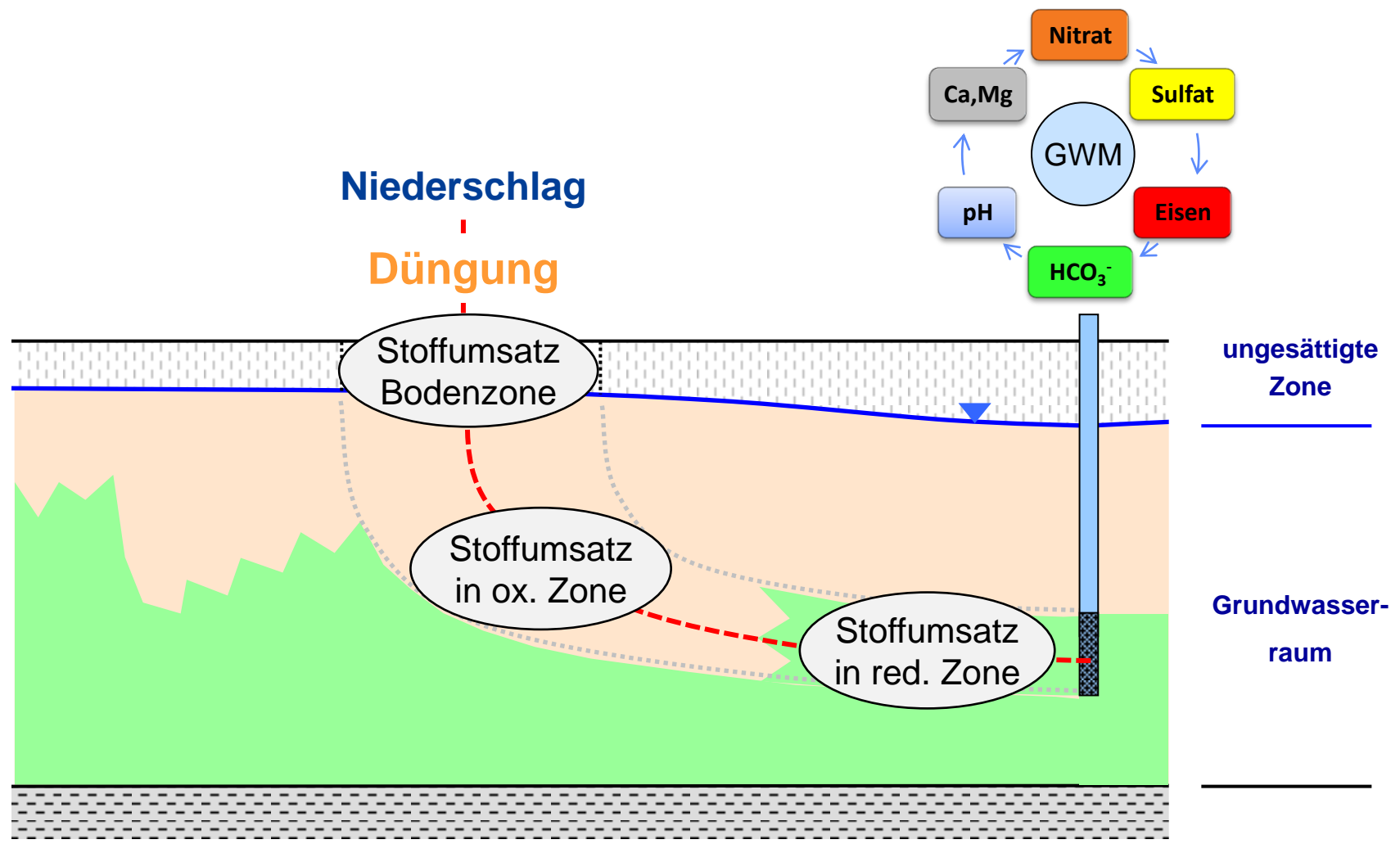



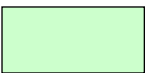
3. Eintragsgebiete ausgewählter GWM

- Berechnung der Eintragsgebiete mittels 3D-Strömungsmodellierung
- Nitratbelastung jeder GWM lässt sich erklären durch
 - Flächennutzung
 - N-Flächenbilanzüberschüssen
 - Bodeneigenschaften
 - Infiltration von Fließgewässern
 - Grundwasserströmung und Stofftransport
 - Nitratabbauvermögen heterogen im Grundwasserleiter



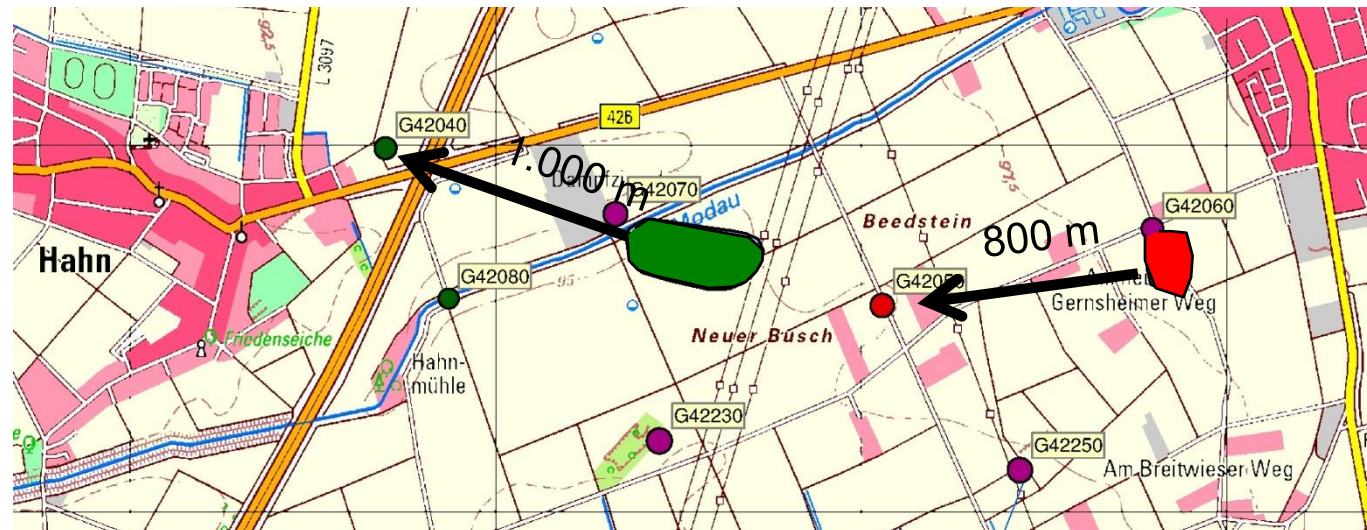
3. Stoffflussmodell entlang Stromröhre (Phreeqc)



<p> oxidierte Zone Geringes Nitratabbauvermögen</p>	<p> reduzierte Zone Nitratabbauvermögen vorhanden</p>
---	--

3. Stoffflussmodell entlang Stromröhre (Phreeqc)

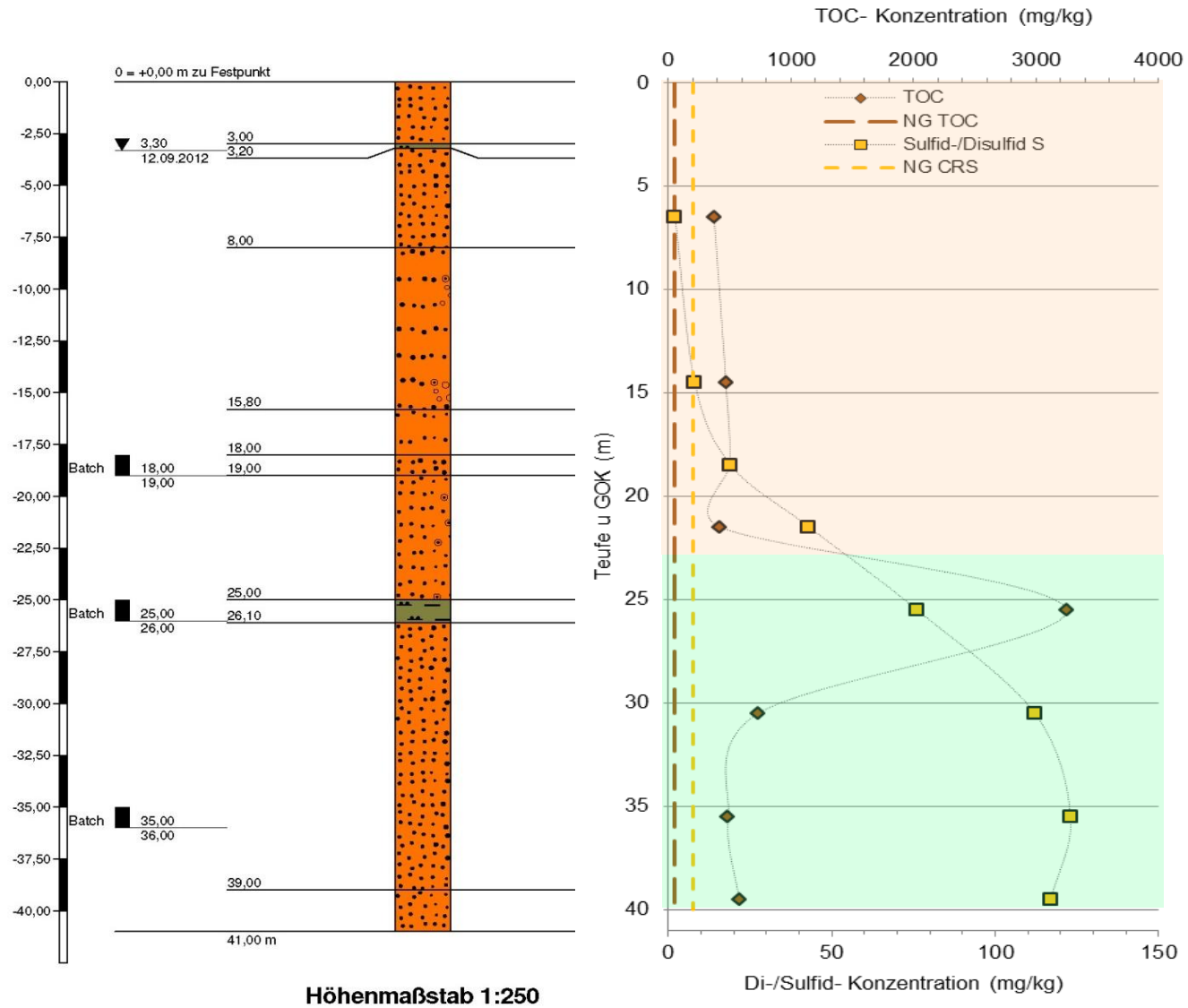
	G42040	G42050
Nitrat	0,1 mg/l	48 mg/l
Sulfat Eisen HCO₃⁻	228 mg/l 34 mg/l 660 mg/l	127 mg/l 0 mg/l 420 mg/l
Filterstrecke	17,8-18,8 m u.GOK	18,2-19,2 m u.GOK
Fließweg / Fließzeit	1.000 m / 15 a	800 m / 15-18 a
Neubildungsgebiet	Hackfrüchte, Getreide	Futtersaaten, Gemüse, Getreide
Bodentyp	Kolluvisol (kein GW-Einfluss)	Kolluvisol (kein GW-Einfluss)
Nitratabbau auf Fließstrecke	Vollständige autolithotrophe Denitrifikation	Unvollständige heterotrophe Denitrifikation



4. Nitratabbaupotenzial (Analytik an Bohrproben)



4. Nitratabbaupotenzial (Analytik an Bohrproben)



Festphasenanalytik

- Sulfid-Phasen
- ◆ C_{org}

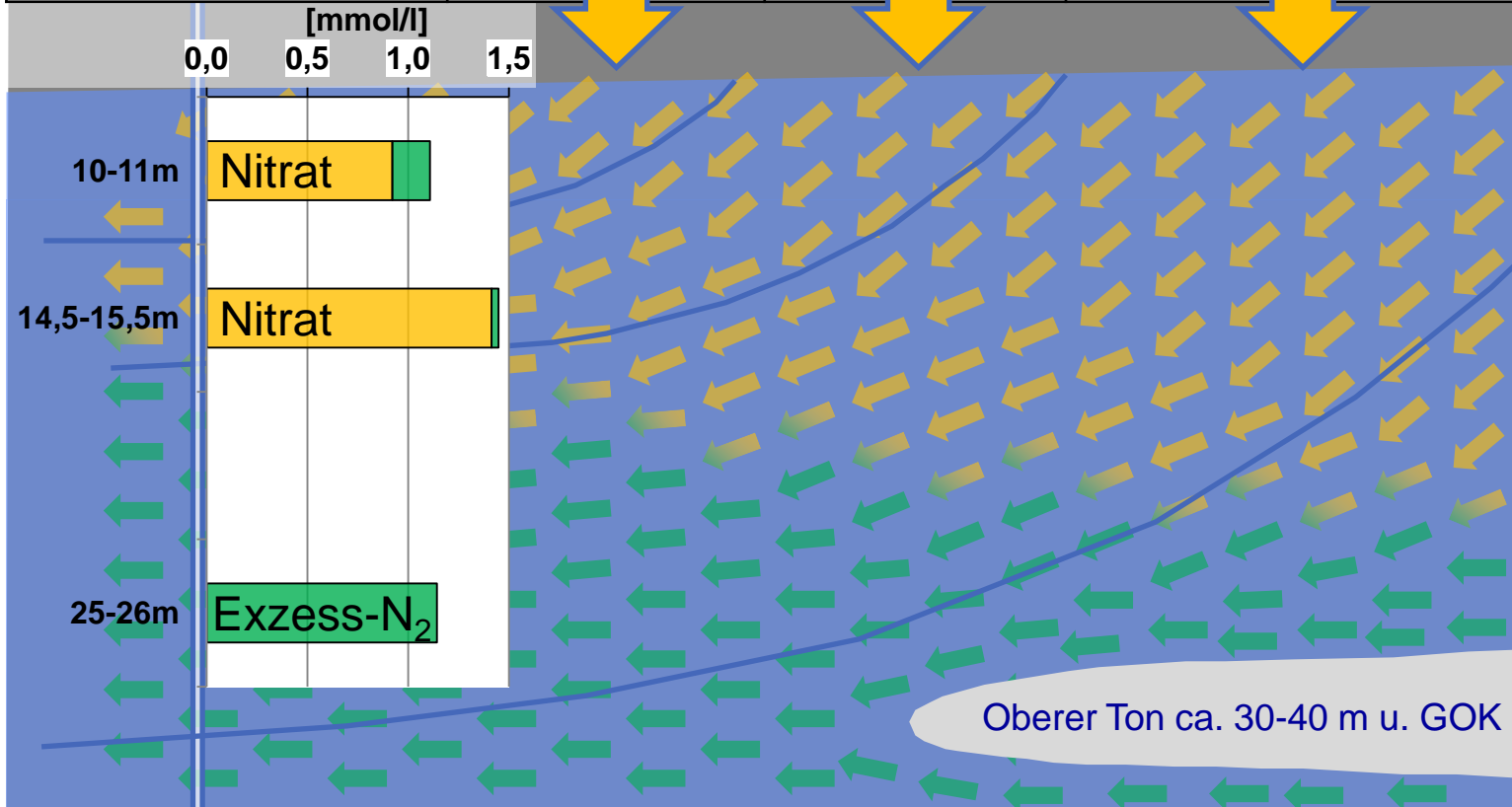
Oxidierter Zone:
 Nitratabbauvermögen gering:
 Sulfid < 18 mg-S/kg

Reduzierter Zone:
 Nitratabbauvermögen vorhanden:
 Sulfid max. 123 mg-S/kg

Kludt et al. (2014)

4. Nitratabbauprozesse (N₂/Ar & Sulfat-S-Isotope)

	Gemüse, Beerenobst	Gemüse, Beerenobst	Grünland ehem. Flughafen
Nitrateintrag (berechnet)	69 mg/l	90 mg/l	71 mg/l
Fließzeit	3-5 a	5-10 a	20-53 a
Nitratabbau entlang Fließstrecke	12 mg/l (17%)	2 mg/l (2%)	71 mg/l (100%)



Kludt et al.
(2014)

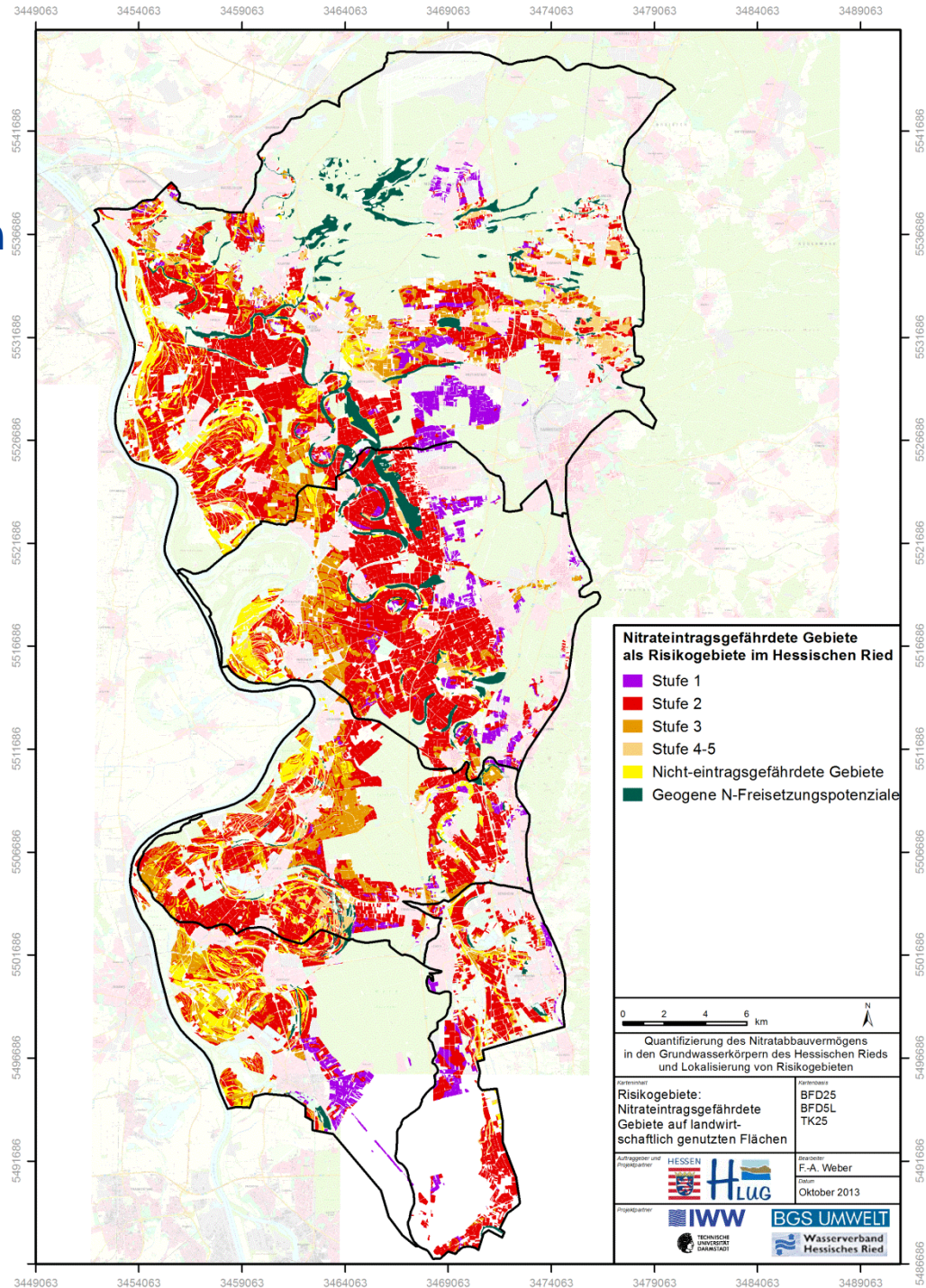
5. Risikogebiete

Nitratabbauvermögen nur heterogen vorhanden, tw. bereits aufgezehrt bzw. in gering durchlässigen Tonschichten kaum durchströmt.

→ **Ziel: Nitrat-Einträge < 50 mg/l im Sickerwasser !!**

→ **Risikogebiete:**

- 1. Nitratreintragsgefährdete Gebiete (88 % der LNF)**
- 2. Intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen mit sehr hohen N-Bilanzüberschüssen (u.a. Erwerbsgartenbau und Sonderkulturen)**
- 3. Böden mit geogenen Freisetzungspotenzialen (Niedermoores)**



6. Verweilzeit in ungesättigter Zone

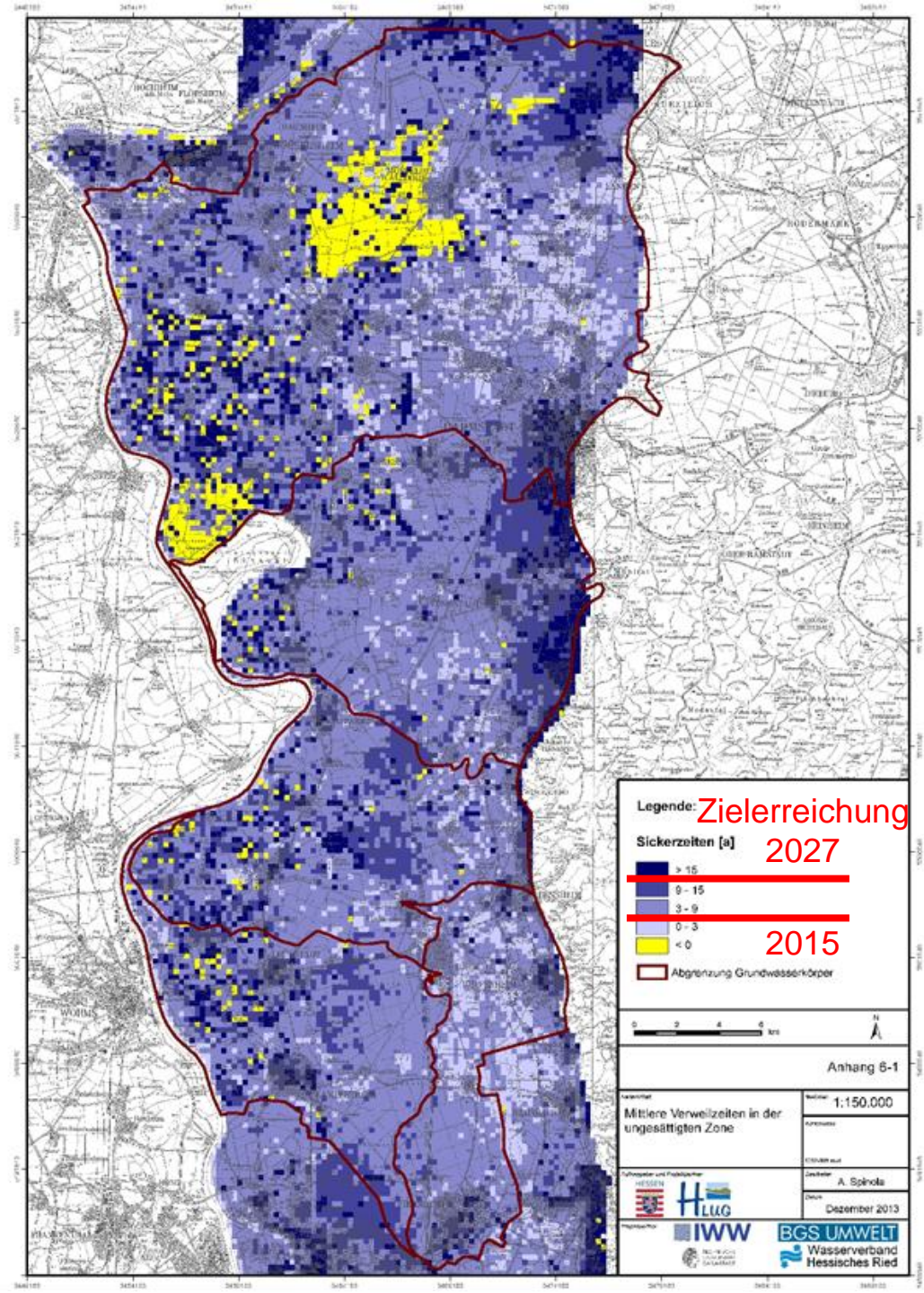
Zielerreichung des guten chemischen Zustandes im Grundwasserkörper:

- Zeitraum zur Änderung von Bewirtschaftungsweisen
- plus Verweilzeit des Sickerwassers in ungesättigter Zone

→ Aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten ist auf maximal 17 % der Fläche eine Zielerreichung frühestens nach 3 Jahren nach Anpassung der Bewirtschaftung möglich.

Verweilzeit in der ungesättigten Zone	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
> 15 Jahre	3.094	9%
9 bis 15 Jahre	4.223	13%
3 bis 9 Jahre	20.027	61%
< 3 Jahre	5.587	17%

Modell: MIKE-SHE (BGS Umwelt)



1. **Nitratabbauvermögen** nur heterogen vorhanden, Nachlassen kann zu unerwartet steigenden Nitrat-Konz. führen.
→ Ziel: Nitrat-Einträge < 50 mg/l im Sickerwasser !!
2. **Intensivierung** differenzierter Maßnahmen in Risikogebieten.
3. **Gute fachliche Praxis gemäß DüV nicht ausreichend:**
Gebietsweise nur N-Salden von <20-40 kg N/ha tolerierbar.
4. Für **Erfolgskontrolle** ist Nitrat-Messung im Grundwasser allein nicht aussagekräftig. N_{\min} , Sickerwasser, Ammonium- und N_2/Ar -Messungen. → **Monitoringkonzept**.
5. **Fristverlängerung** nach § 47(2) i.V.m. § 29(3) WHG in Gebieten, in denen aufgrund der erforderlichen Zeiträume zur Änderung von Bewirtschaftungsweisen und natürlicher Gegebenheiten eine Zielerreichung unwahrscheinlich ist.



Quantifizierung des Nitratabbauvermögens in den Grundwasserkörpern des Hessischen Rieds und Lokalisierung von Risikogebieten

Abschlussbericht

Auftrag 4500554227 / 12.10.2011

Mai 2014



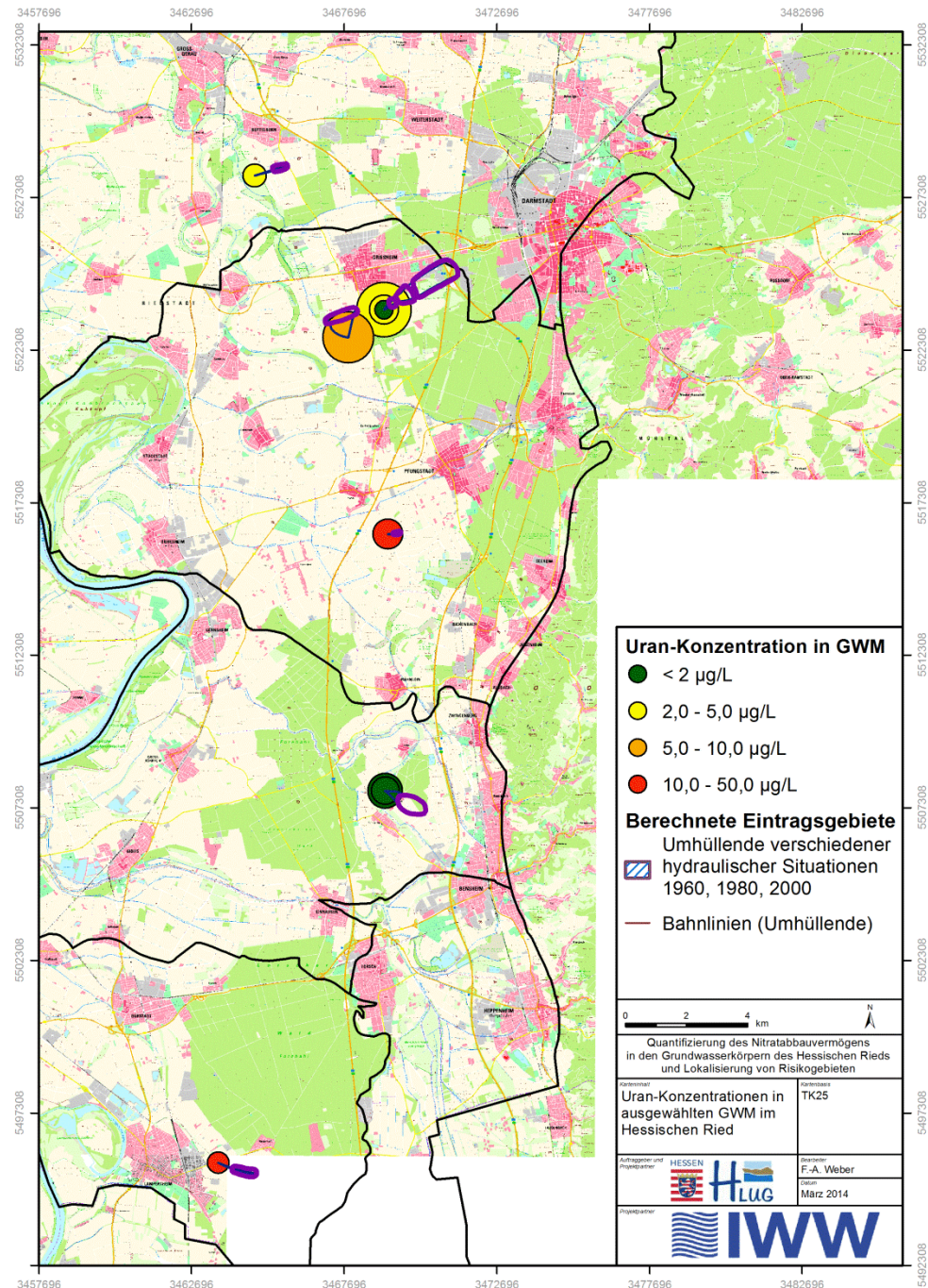
Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie
Dr. Georg Berthold



Uran

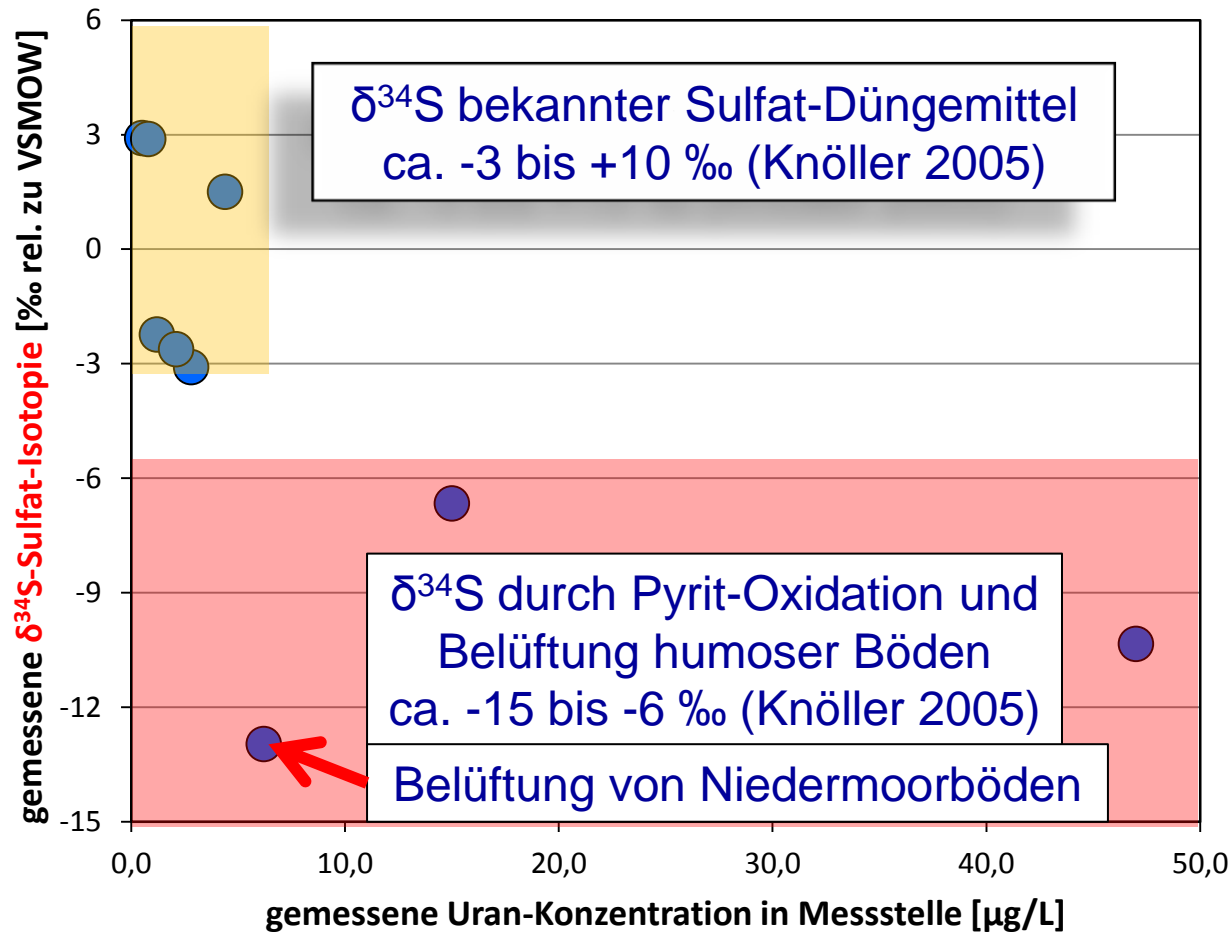
Nachlassen des Nitratabbauvermögens kann **Mobilität** redoxsensitiver Stoffe erhöhen.

- **Rollfront-Hypothese:** Mobilisierung von geogenem Uran durch Nitrat-induzierte Oxidation des GWL:
 $U(IV) \rightarrow U(VI)$
- **Analytik (HLUG)**
Uran 0,8 bis 47 $\mu\text{g/L}$
- **Sulfat-S-Isotopenmessungen (IWW)**
 $\delta^{34}\text{S}$ -13 ‰ bis +3 ‰



Uran Mobilisierung

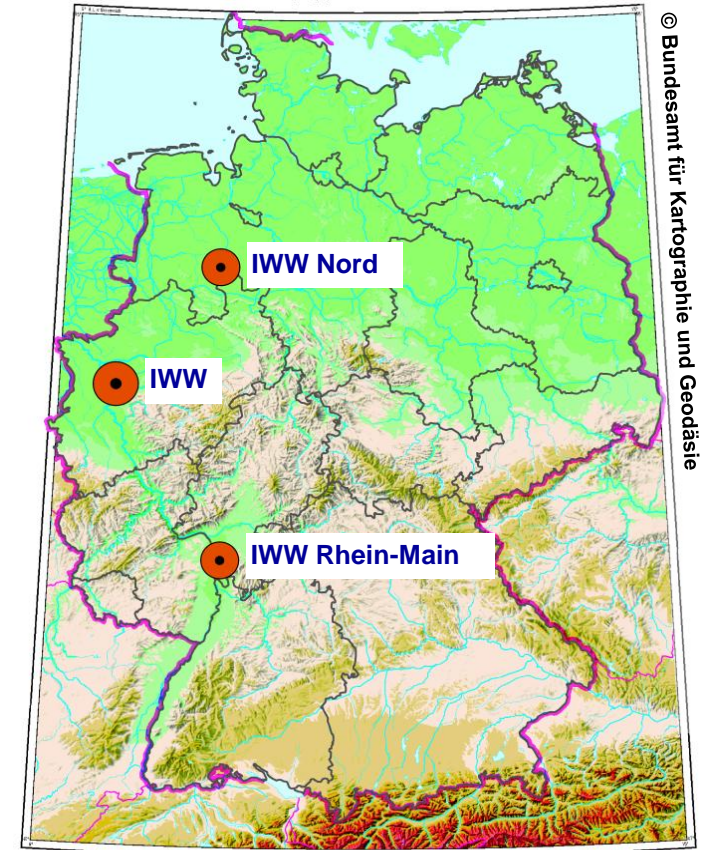
- Erhöhte Uran-Konz. lassen sich durch Pyrit-Oxidation und Belüftung humoser Böden erklären.



Dr. Frank-Andreas Weber
Leiter Regionalstandort Rhein-Main
fa.weber@iww-online.de

Justus-von-Liebig-Straße 10
64584 Biebesheim am Rhein

Telefon | +49 (69) 254 90-80 15
Fax | +49 (69) 254 90-80 09
E-Mail | info@iww-online.de
Web | www.iww-online.de



© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie



IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WASSER
BERATUNGS- UND ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT MBH
REGIONALSTANDORT IWW RHEIN-MAIN

