WRRL Maßnahmenraum
Limburg-Weilburg

WRRL-Infoveranstaltung 2023

05.12.2023

Harald Becker

Ingenieurbüro **f**ür **Ö**kologie und **L**andwirtschaft – IfÖL GmbH

Gliederung

- Aktuelles aus dem Maßnahmenraum
- „Alles außer Stickstoff“ → Phosphor und Kalium
- Aktuelles aus Wissenschaft & Forschung
- Hinweise zur Stoffstrombilanz
- Diskussion und Ihre Fragen

Aktuelles aus dem Maßnahmenraum

Rückblick WRRL-Beratung 2023 Limburg-Weilburg

Nachernte-Nmin 2023

- 12 Flächen nach Getreide: **28** kg/ha Nmin (0-60 cm)
- Fläche nach Raps (Seelbach) 48 kg/ha

Jahr	Anzahl Flächen	Nmin-Mittelwert 0-60 cm
2017	9	**46**
2018	10	**30**
2019	12	**28**
2021	12	**46**
2022	7	**25**
2023	12	**28**

Zwischenfrucht: N-Aufnahme Ende Oktober

Gemarkung Beschreibung	**N-Aufnahme <u>oberirdisch</u> (kg/ha)**	
Villmar 90 % Phacelia	**89**	
Seelbach 80 % Ramtillkraut, je 10 % Phacelia und Klee	**44**	
Falkenbach > 90 % Ramtillkraut	**102**	

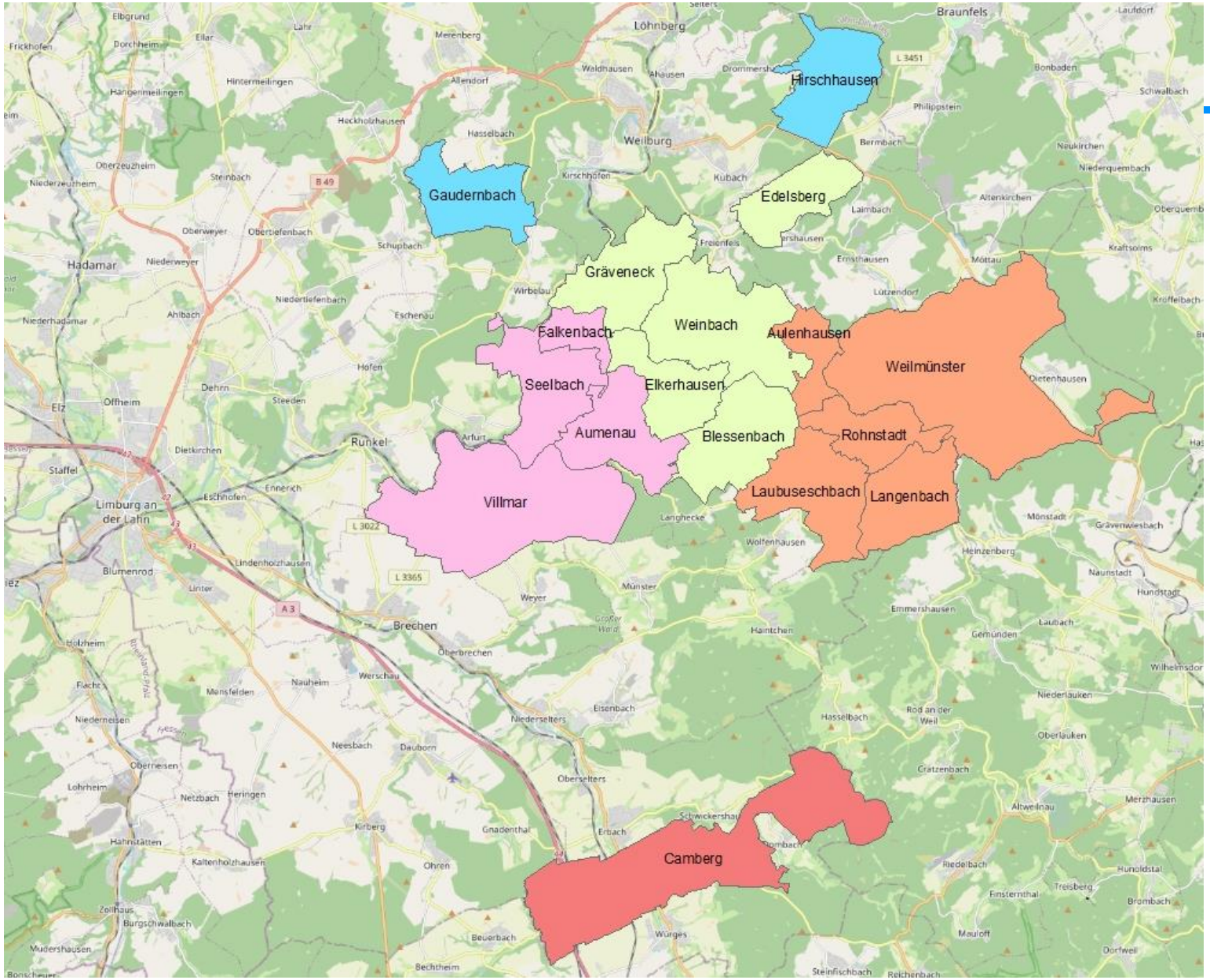
Zwischenfrucht: N-Aufnahme Ende Oktober

Gaudernbach 1 „Früh gesät“ Bunter Mix	**77**	
Gaudernbach 2 „Spät gesät“ 80 % Phacelia	**30**	
Gräveneck Ramtillkraut + Klee	**22**	

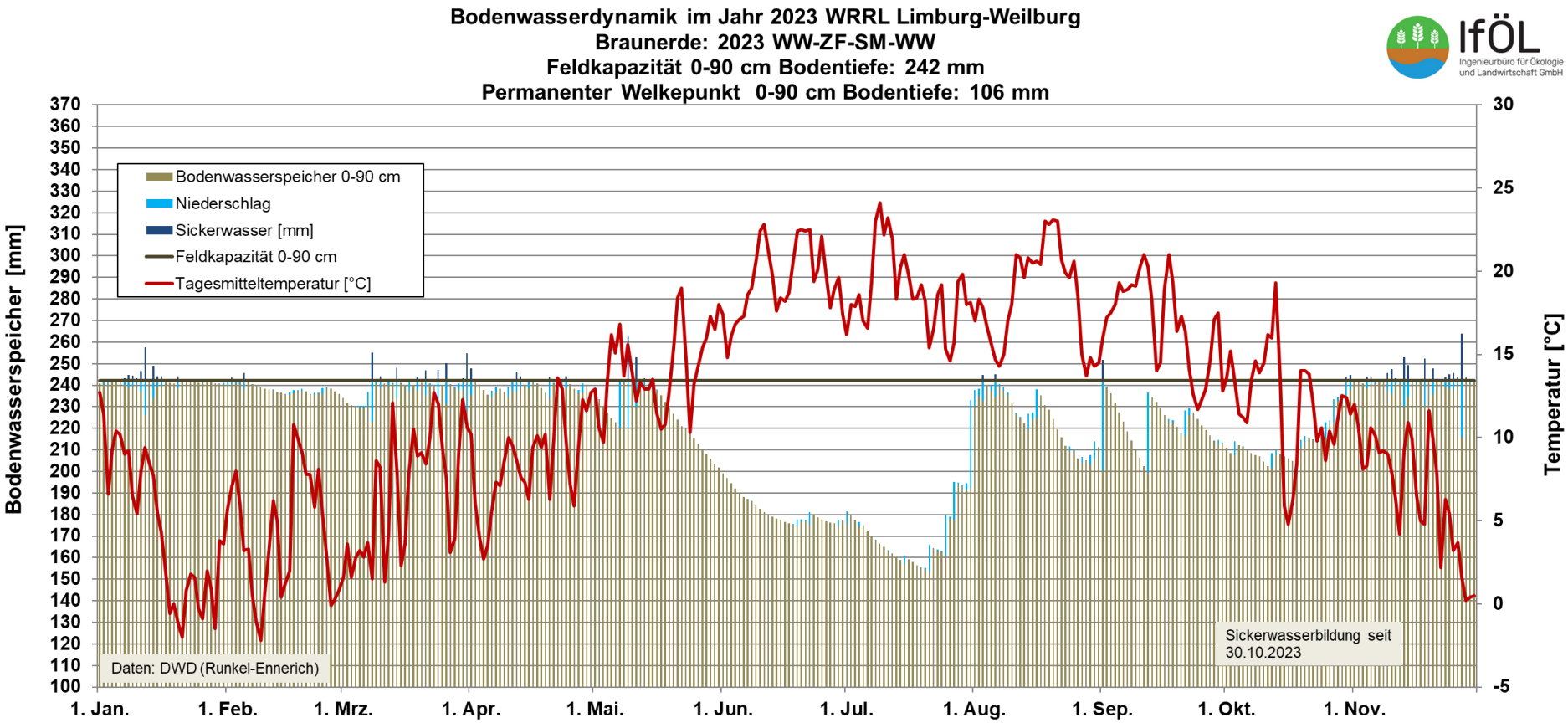
Fazit:
- Große Varianz!
- Bestandshöhe kann täuschen

Faustzahl:
N-Gehalt 2,8 % TM
TM-Gehalt 8 %

→ 1 kg FM/m² entspricht 22 kg/ha aufgenommenem Stickstoff

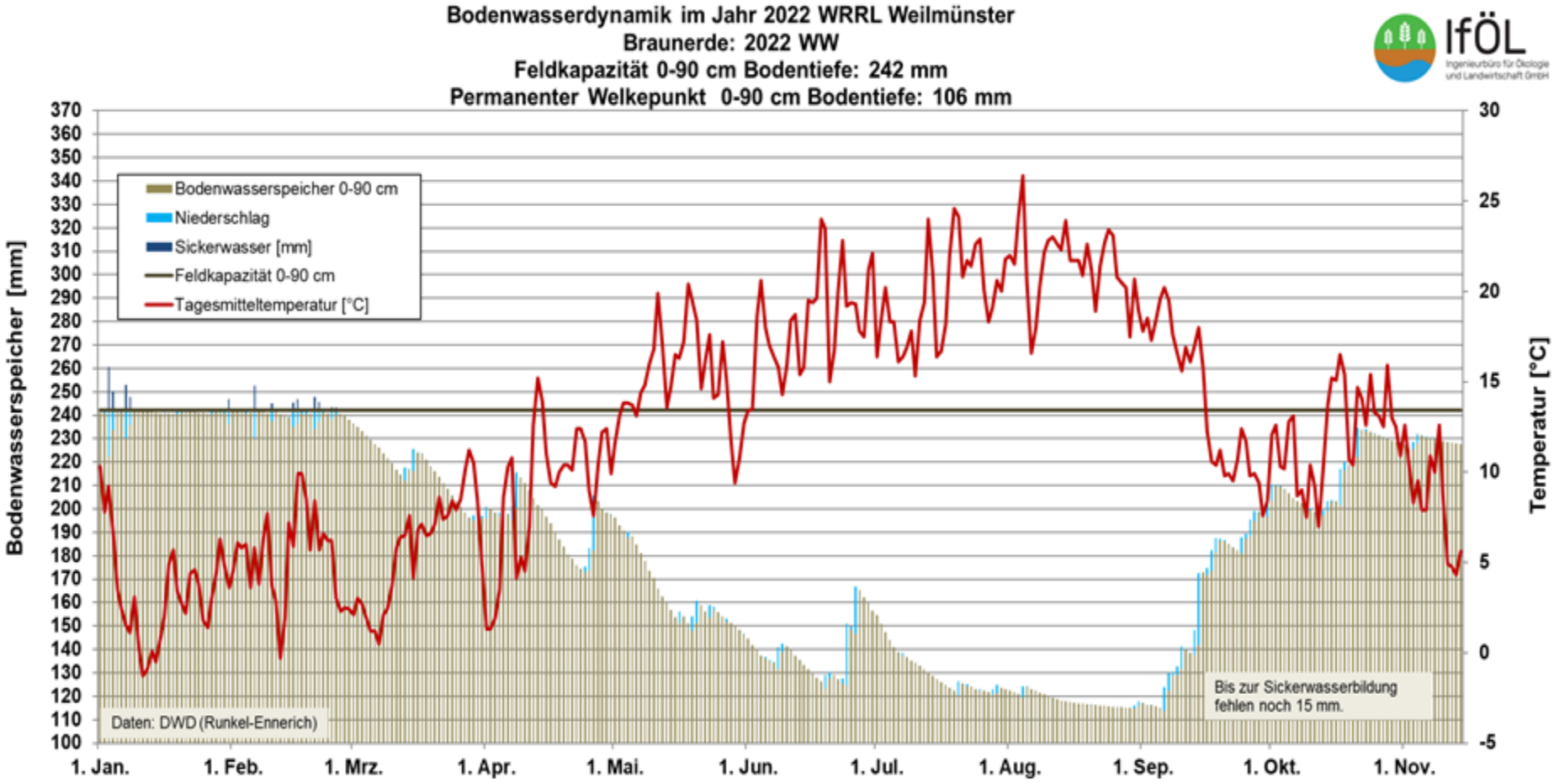

Hirschhausen
Gaudernbach
Edelsberg
Gräveneck
Weinbach
Falkenbach
Aulenhausen
Weilmünster
Seelbach
Elkerhausen
Aumenau
Blessenbach
Rohnstadt
Villmar
Laubuseschbach
Langenbach
Camberg
Braunfels
Löhnberg
Weilburg
Hadamar
Runkel
Limburg an der Lahn
Brechen

Bodenwasserhaushalt 2023: mittlerer Standort

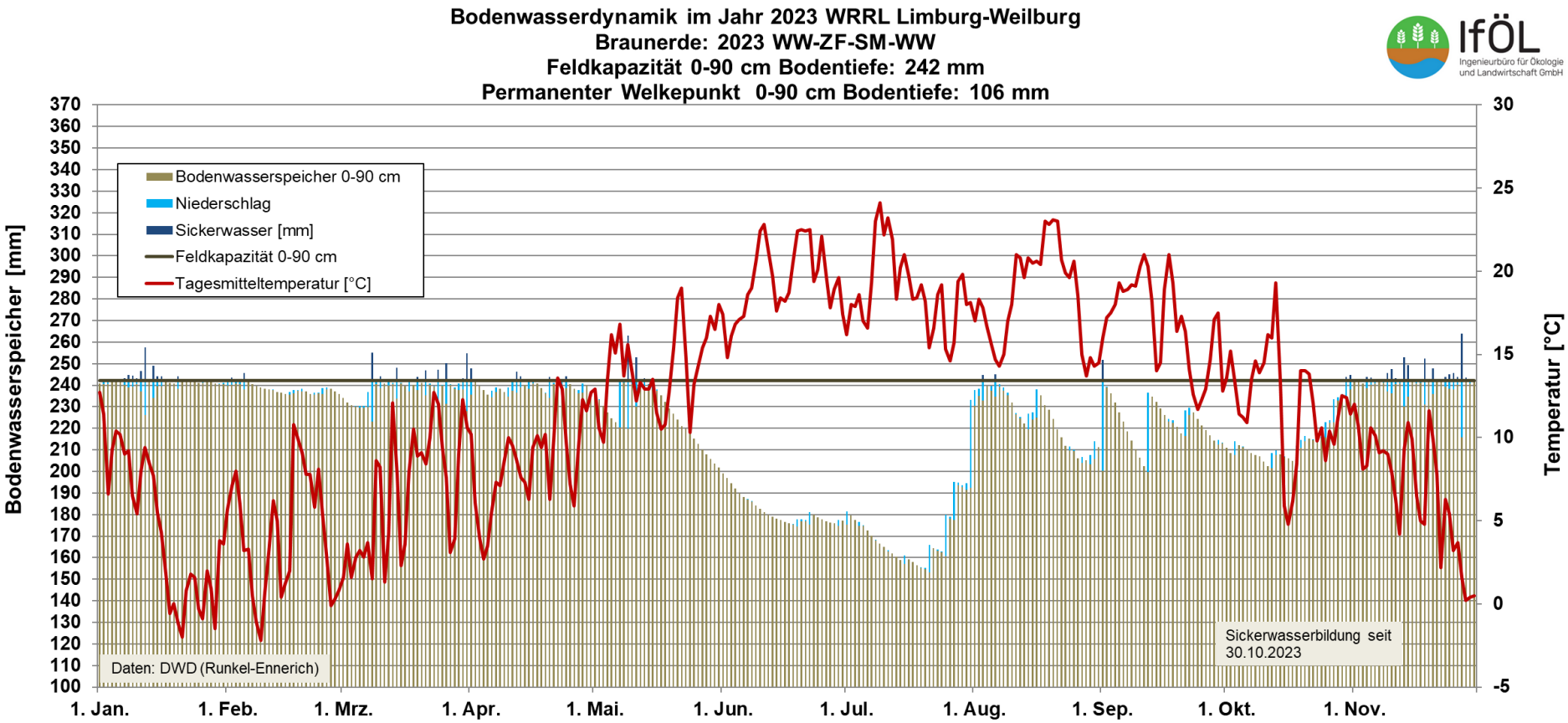


Seit 30.10.23 bereits ca. 88 mm Sickerwasser

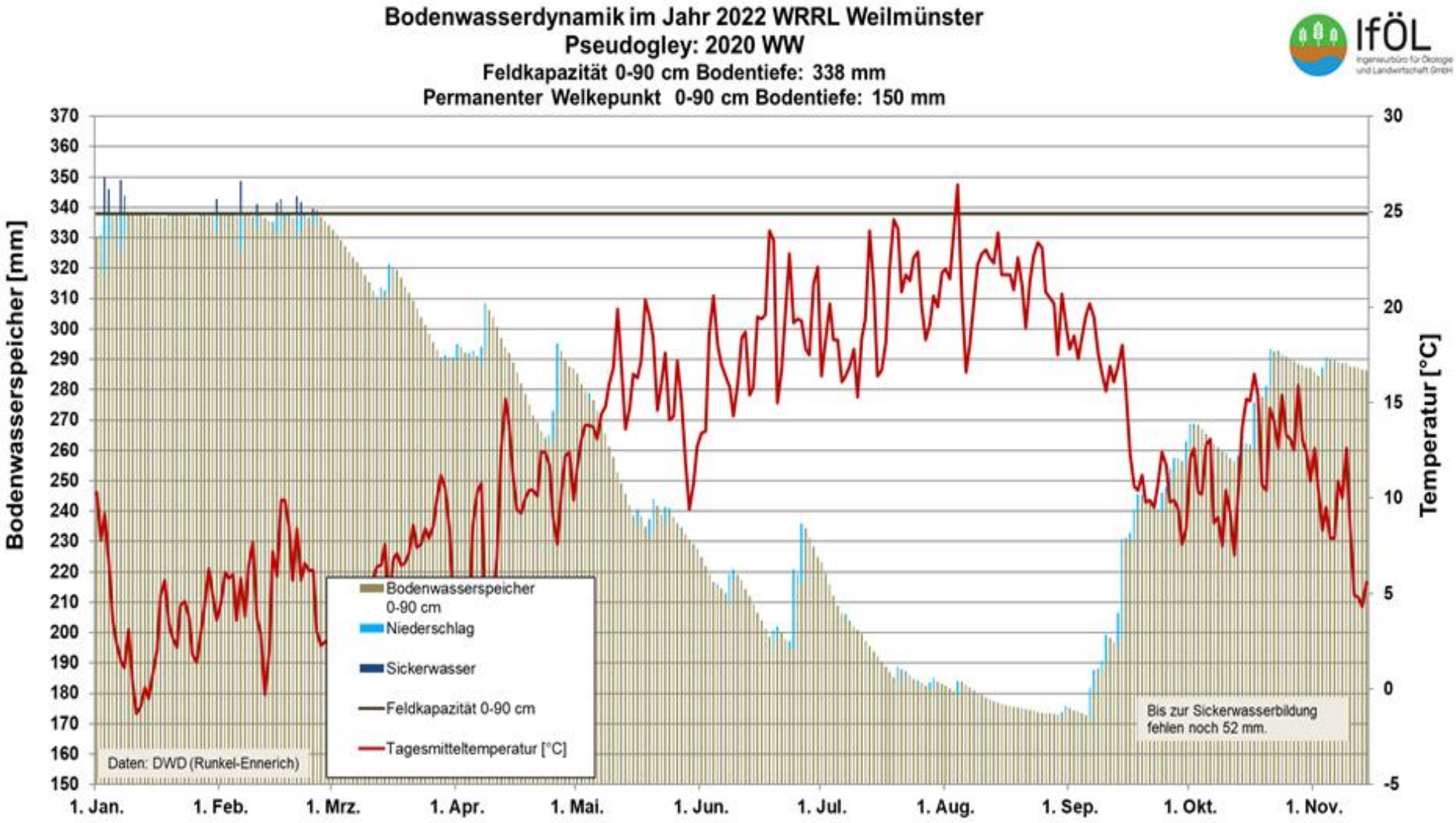
Bodenwasserhaushalt 2022: mittlerer Standort



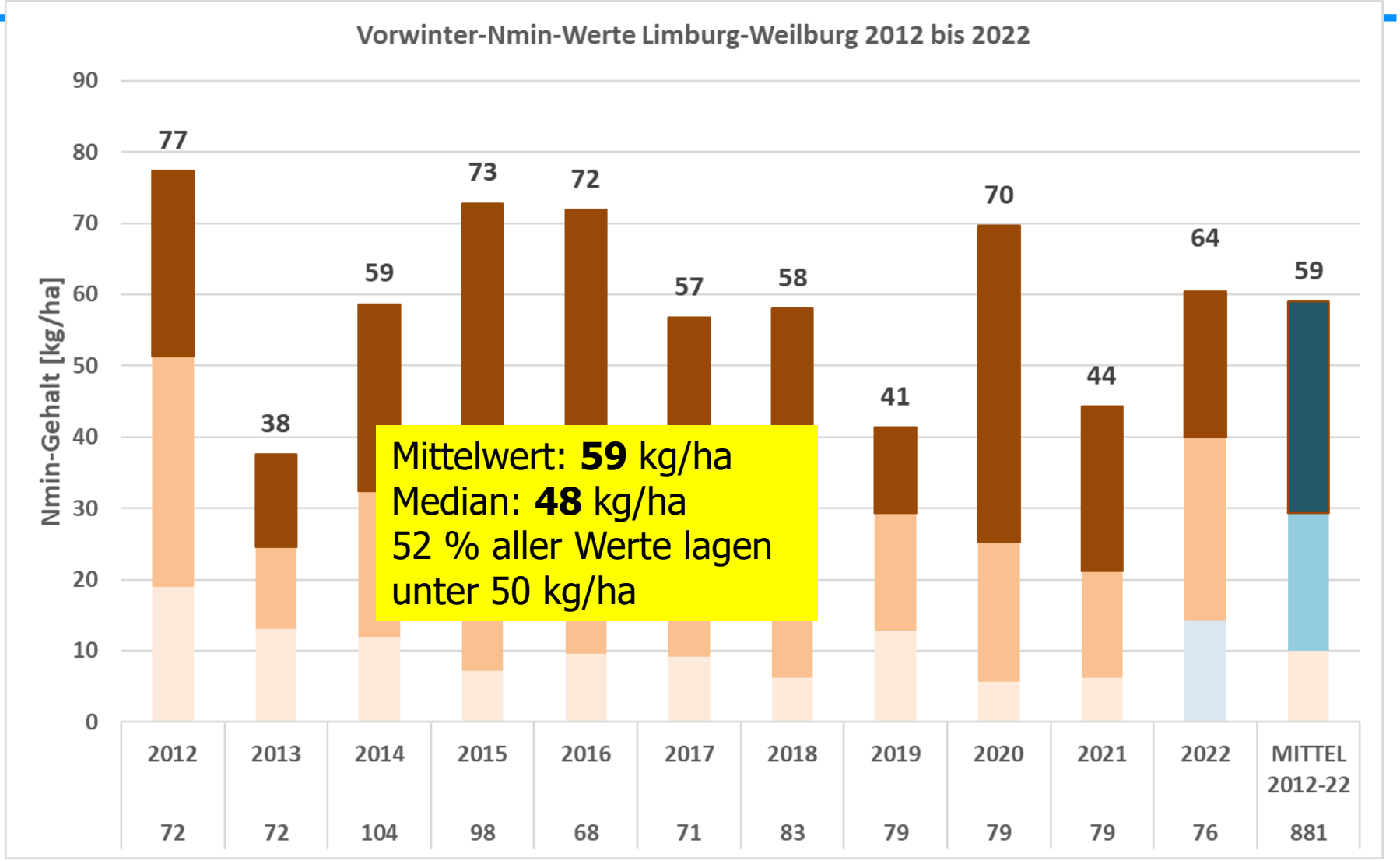
Bodenwasserhaushalt 2023: guter Standort



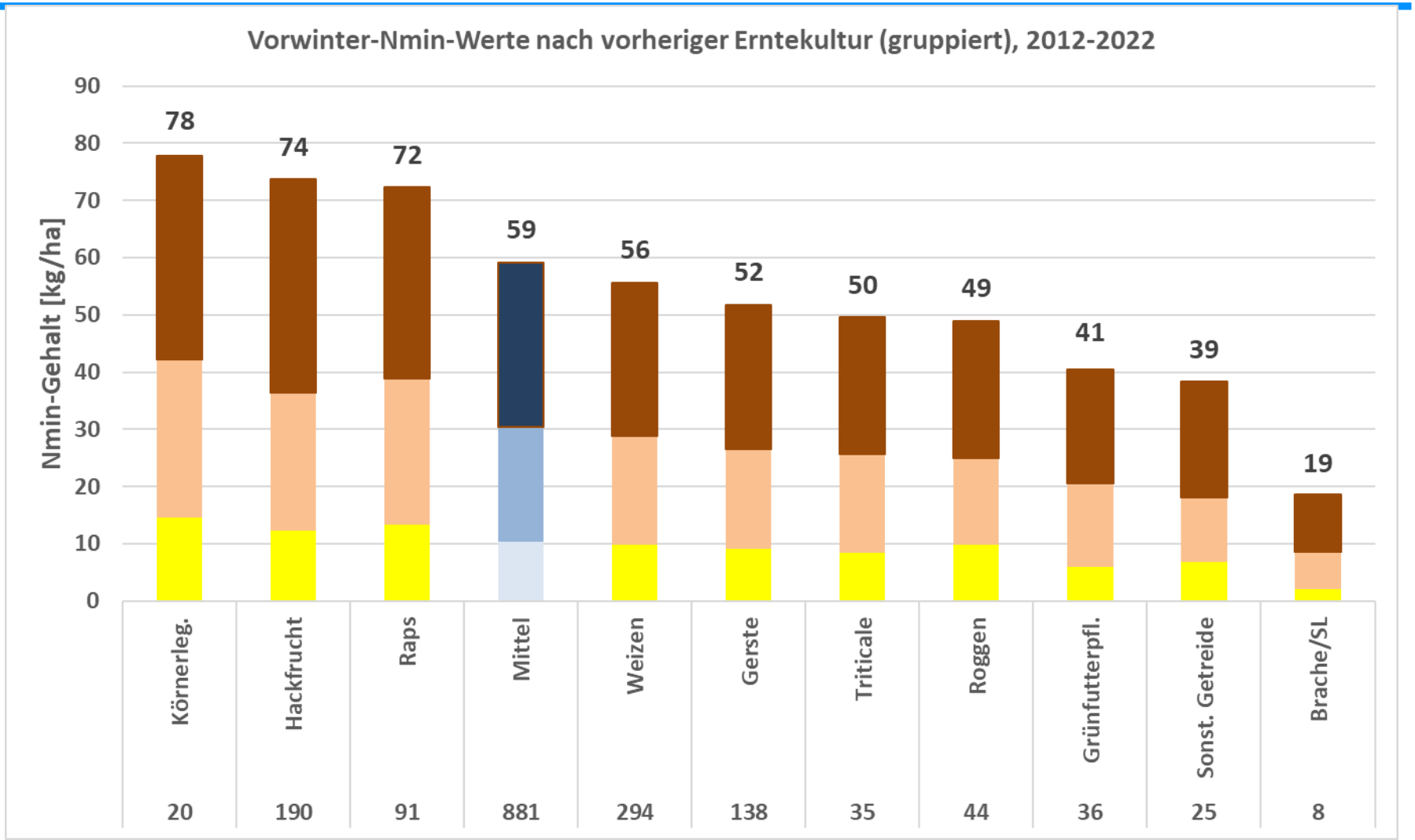
Bodenwasserhaushalt 2022: guter Standort



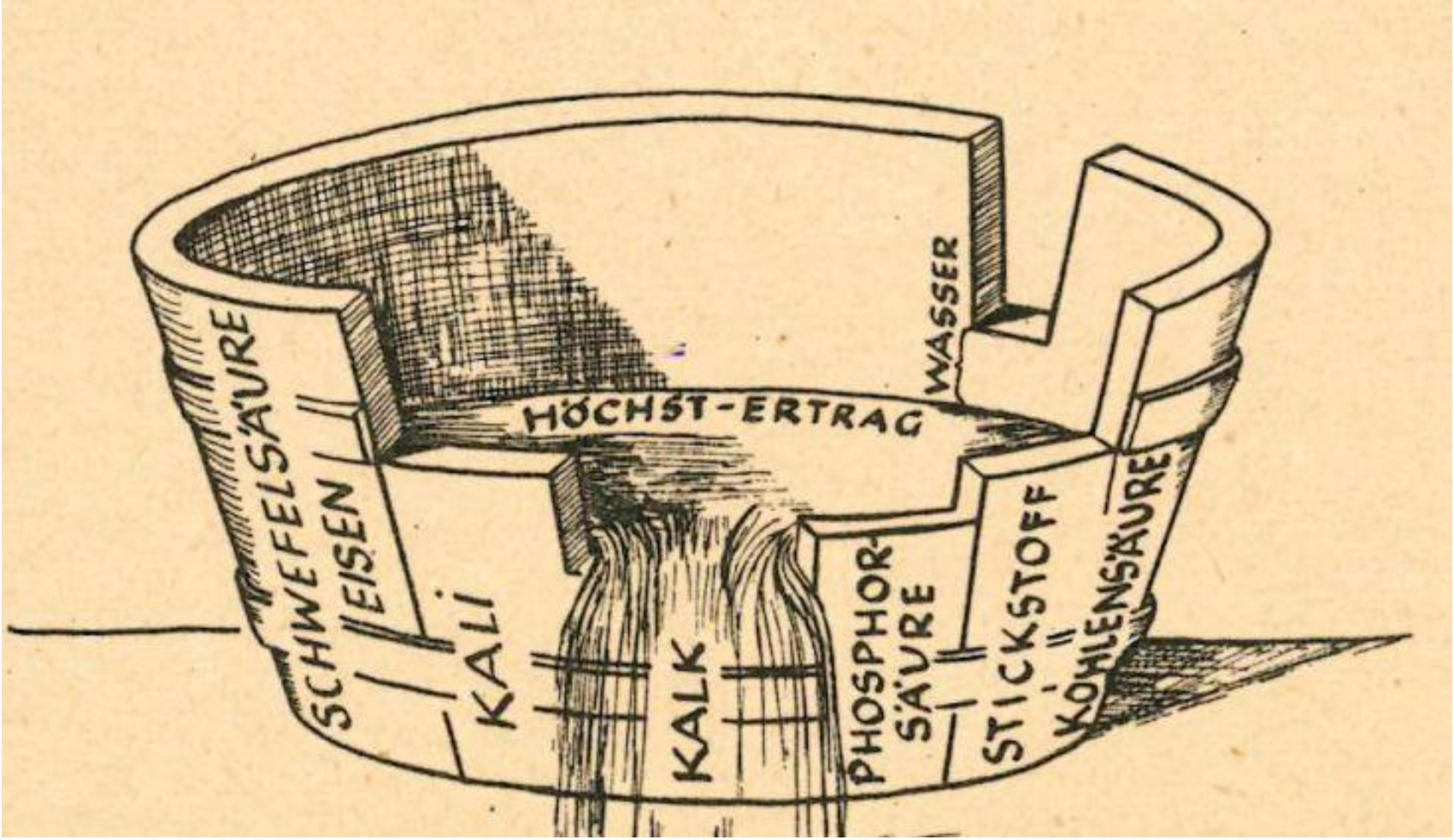
Nmin-Werte 2012-2022



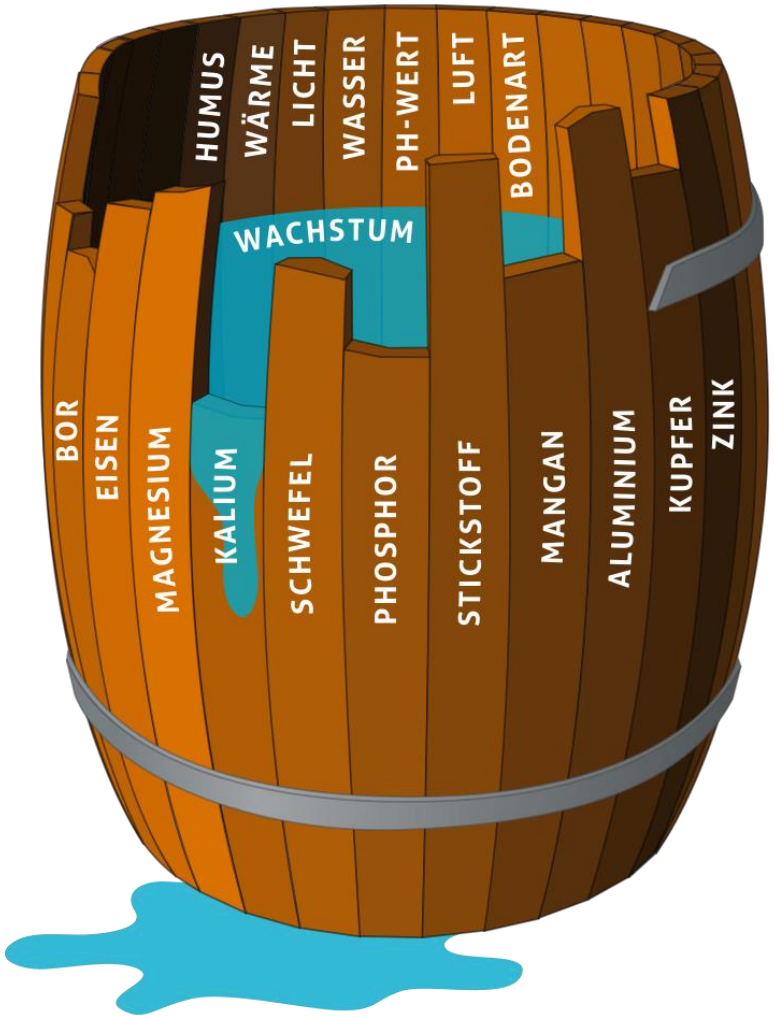
Nmin-Werte 2012-2022 nach Kulturgruppen



Alles außer Stickstoff



Die Landwirtschaft ,1951 S. 337



Quelle: let-it-grow.bio

Nährstoffverfügbarkeit

- In Böden liegen die Nährelemente in folgender Form vor:
  - gelöst oder als lösliche Salze
  - austauschbar (adsorbiert an Mineraloberflächen)
  - schwer austauschbar in Tonmineralzwischenschichten oder im interpartikulären Porenraum von Fe-, Al-, Mn-Oxiden
  - in der organischen Substanz
  - in der mikrobiellen Biomasse
  - als Komplexe/Chelate in Schwermetallen
  - als eigene Minerale oder Mineralverbindungen
  - immobil als Gitterbaustein von Silicaten und Metalloxiden

Kalium: Pools

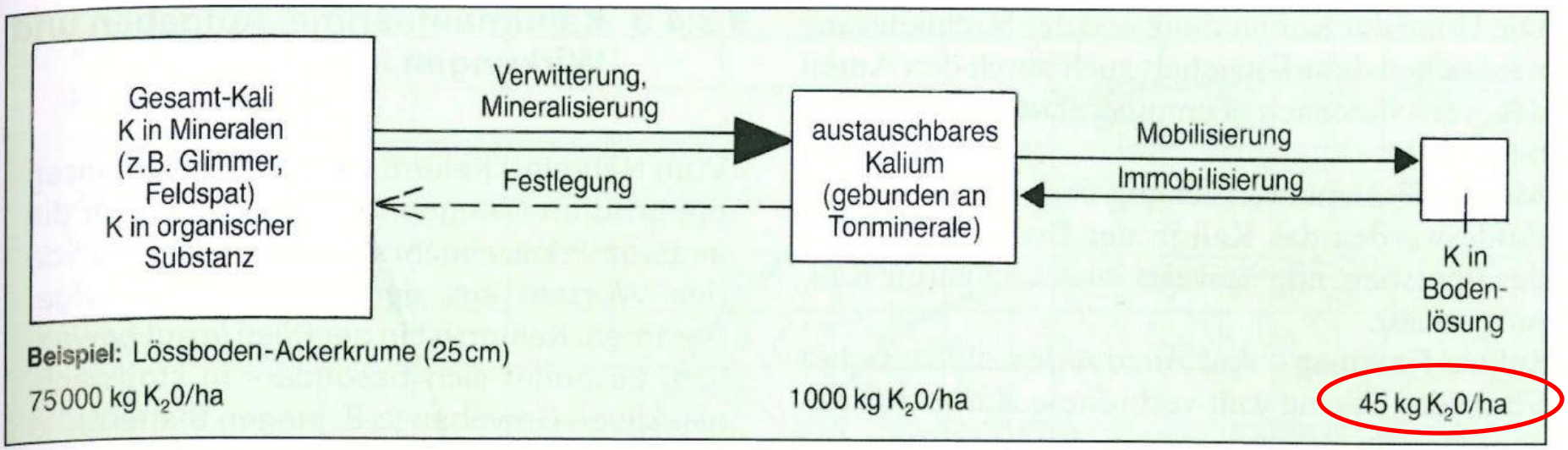
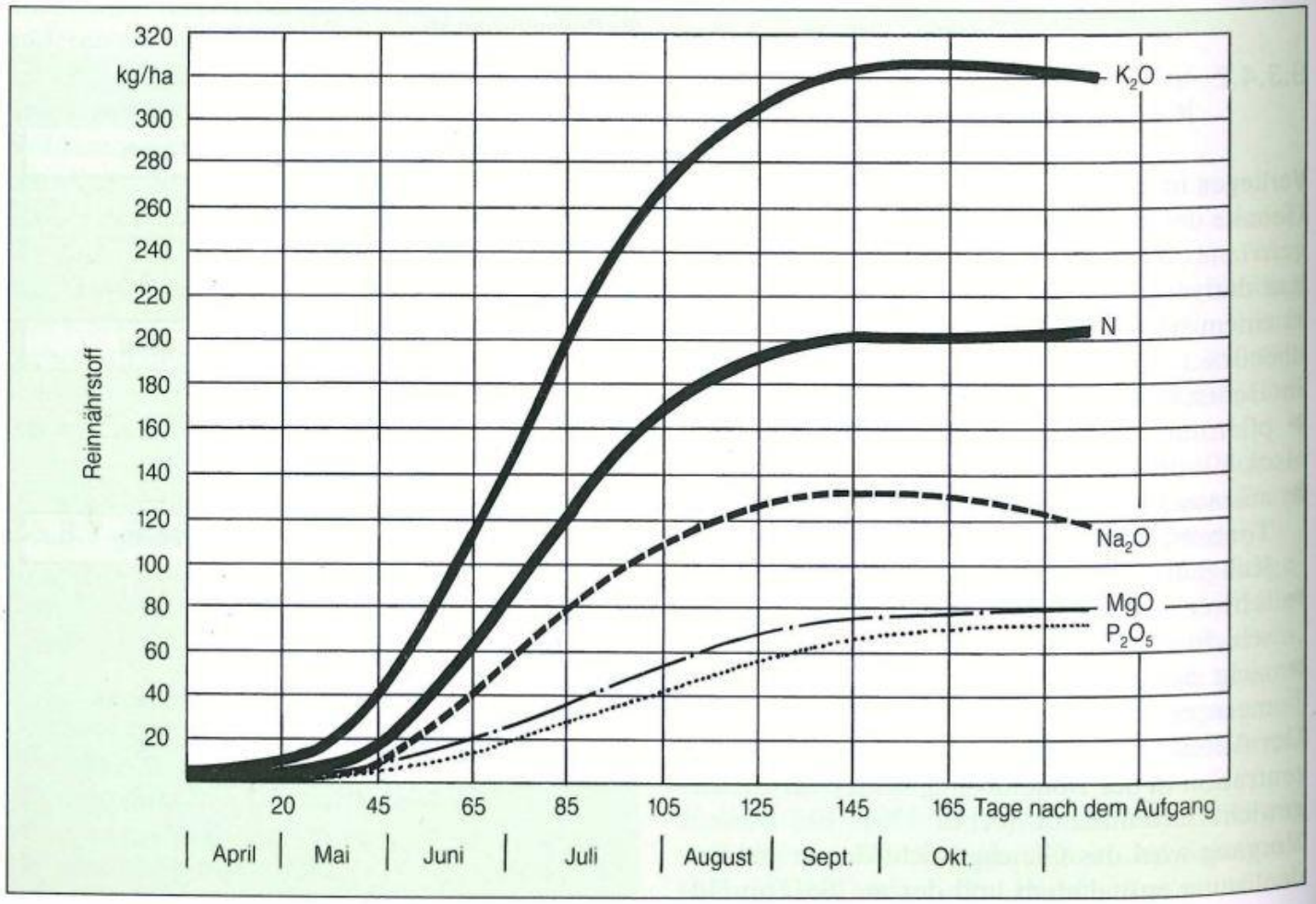


Abb. 130 Kalium im Boden (Gesamt-Kalium, austauschbares Kalium und Kalium in der Bodenlösung).

Nährstoffaufnahme Zuckerrübe: viel Kalium

Abb. 132 Verlauf der Nährstoffaufnahme bei Zuckerrüben (Rübe und Blatt) (nach Beiss und Winner).



Kalium-Entzug

- Kali-Entzug bei **Silomais** mit 500 dt/ha FM:
  - ca. **250** kg/ha
  - Ø 4,5 kg K2O je cbm Gülle*
  - …es wären **56 m³/ha Gülle** nötig, um den K_2O-Entzug zu decken

- Kali-Entzug auf **Grünland**, 3 Schnitte mit insgesamt 80 dt/ha TM:
  - ca. **230** kg/ha
  - …es wären **51 m³/ha Gülle** nötig, um den K_2O-Entzug zu decken
    - z.B. jeweils 25 m³/ha zum ersten und zweiten Schnitt

**Wert aus 58 Gülleanalysen in Limburg-Weilburg*

K-Nachlieferung

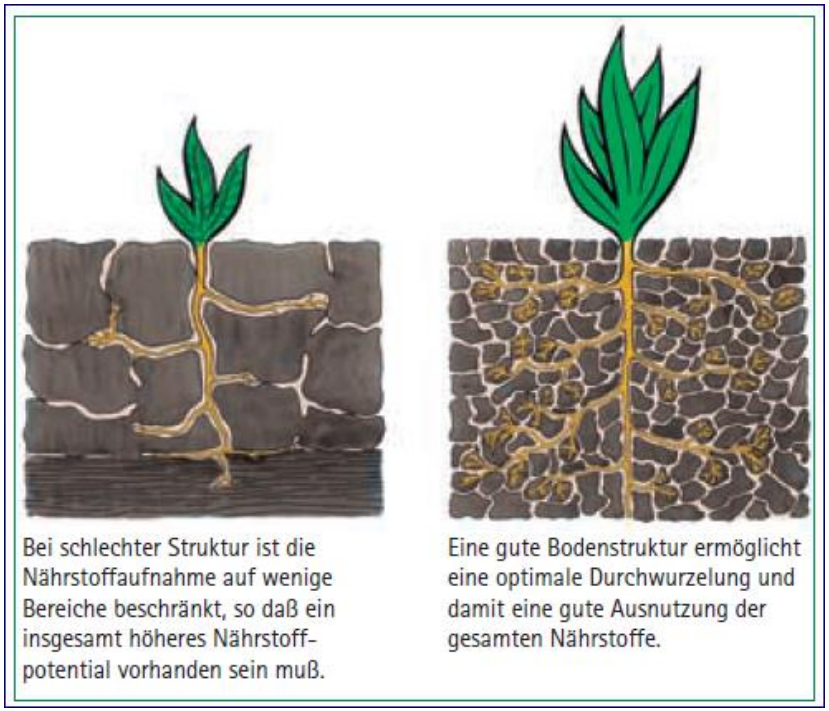
- Mittlere jährliche K-Nachlieferung aus Tonmineralzwischenschichten in K_0-Variante (Kali-Steigerungsversuch Höckelheim, 20 Jahre, Löß-Parabraunerde, 12 % Ton, AZ 80) *(Beisecker et al., 1988)*
  > 100 kg/ha

- K-Nachlieferung fränkischer Lößboden in K_0-Variante
  – Tongehalt ca. 20 % *(Bucher et al., 1981)*
  125 kg/ha (21 Versuchsjahre)
  165 kg/ha (8 Versuchsjahre)

- K-Nachlieferung hessischer Lößlehmböden *(Schwerdt & Jessen, 1961)*
  ca. **33-50 kg/ha**

K-Aufnahme im Unterboden

- 10…60 % der K-Aufnahme aus dem Unterboden
- Gründigkeit und Durchwurzelbarkeit des Unterboden enorm wichtig
- gute Bodenstruktur elementar für
  - Durchwurzelung
  - Wasserspeichervermögen
  - und Nährstofftransport (Diffusion)



aus: Phosphat und Kali, BAD (2003)

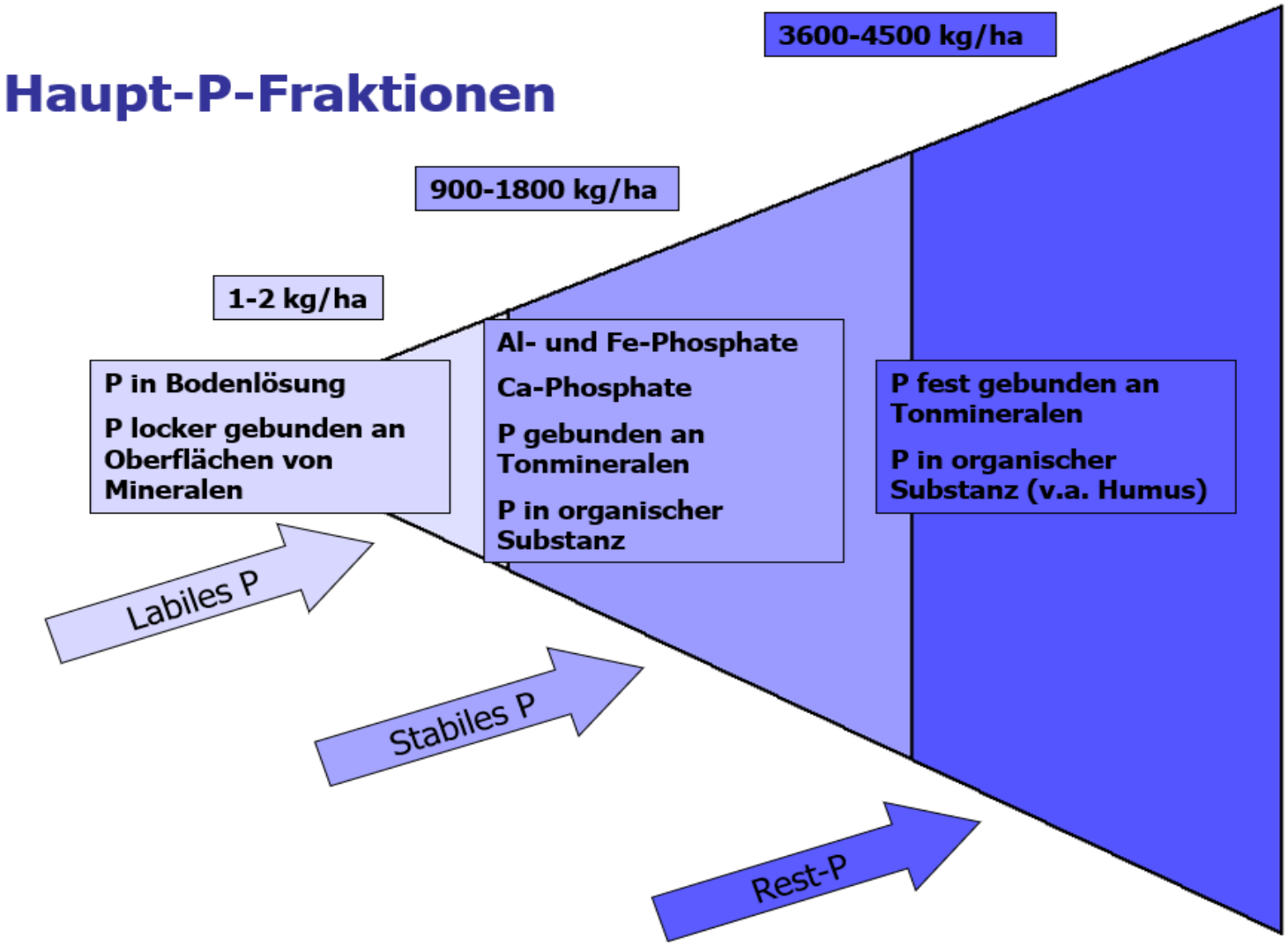
P- und K- Bilanzen der Leitbetriebe (Hoftor)

Betrieb	P2O5-Saldo (kg/ha)	K2O-Saldo (kg/ha)
A	-26	-73
B	-35	-67
C	-41	-48
D	-31	-42
E	-35	-39
F	-24	-37
H	-31	-34
I	-4	-19
J	23	-13
K	1	-12
L	-12	-10
M	-18	-4
N	6	2
O	-4	28
P	20	54

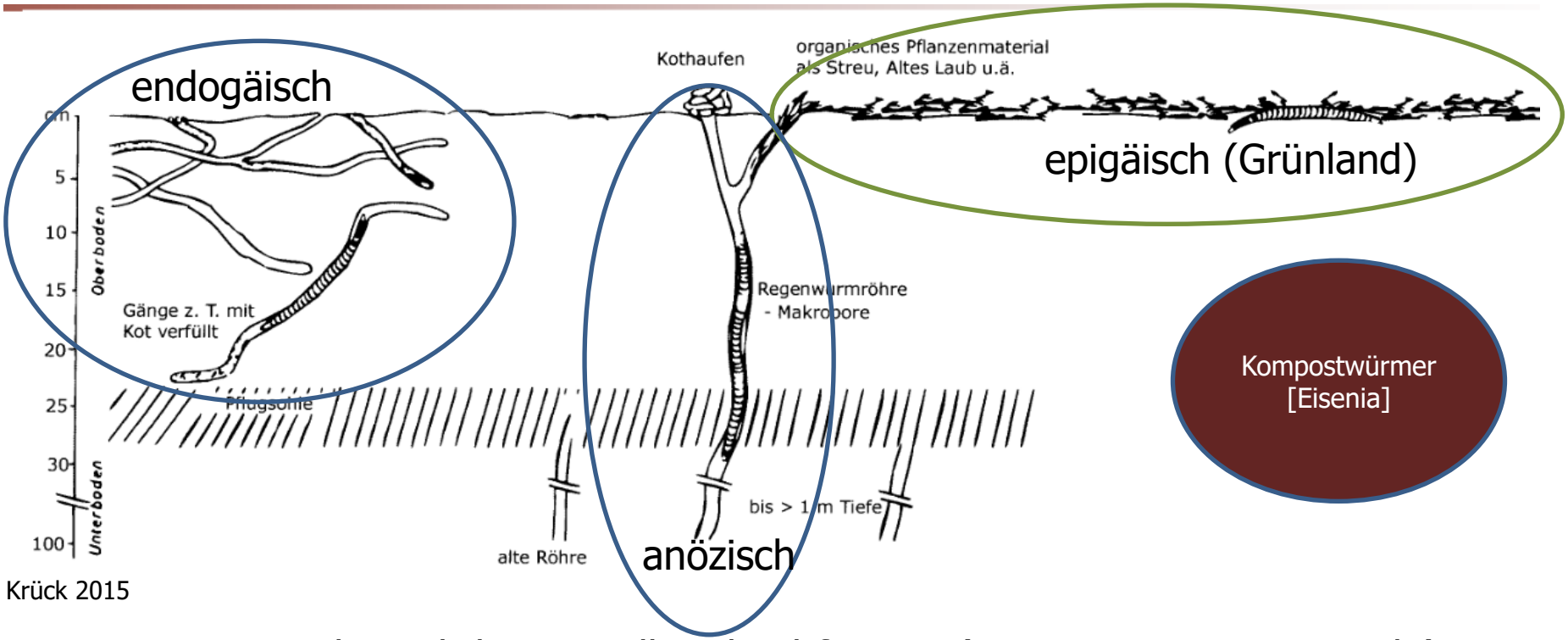
aus Hoftorbilanzen 2011 bis 2022, Limburg-Weilburg

Phosphor

Wie liegt P vor?



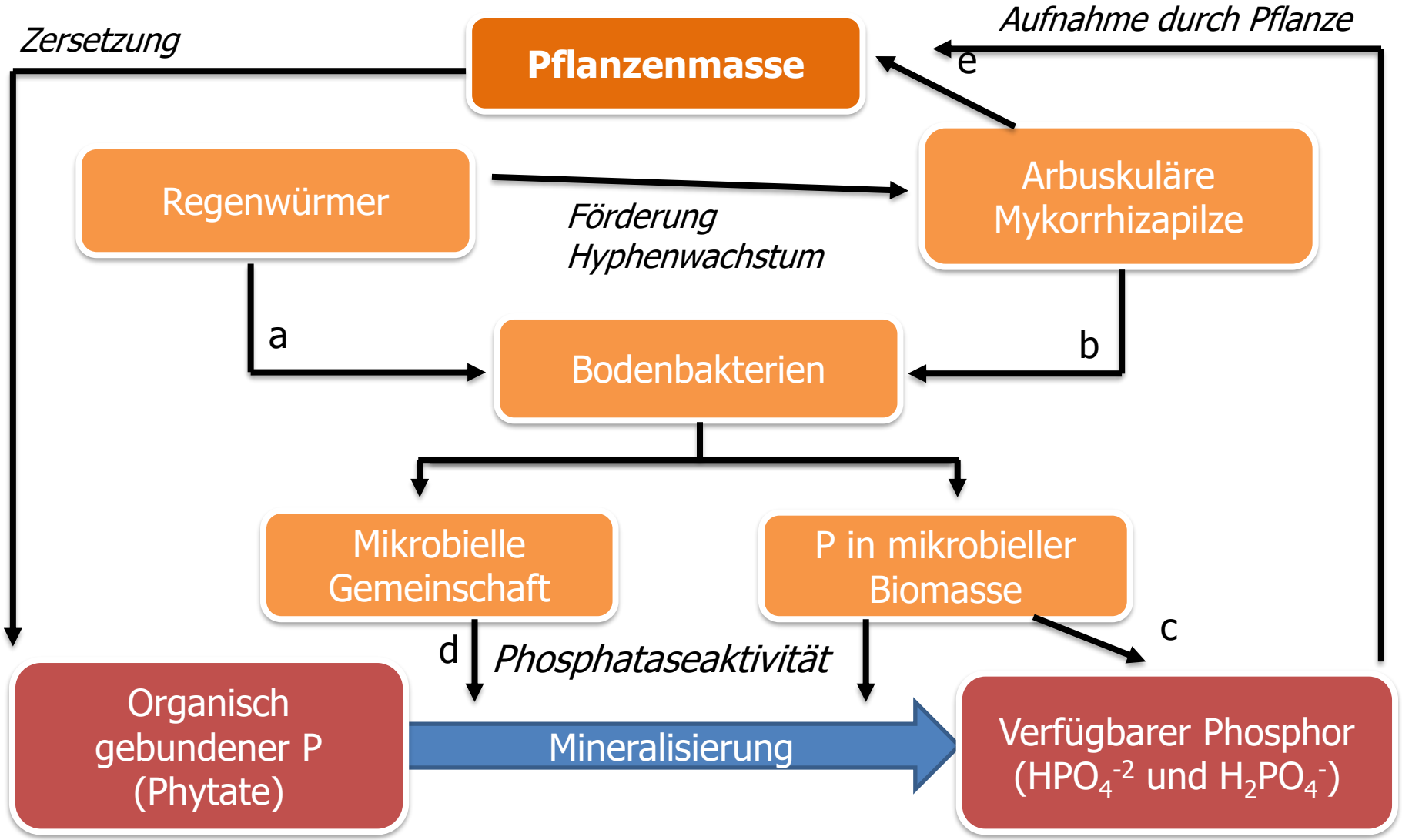
Rhizosphäre: Regenwürmer *(Wiederholung)*



Krück 2015

- Können auch verdichtete Stellen durchfressen (im Gegensatz zu Wurzeln)
- „Du bist, was du frisst" → verdauen täglich ca. ihr eigenes Gewicht
- Massiver Zusammenbruch der Populationen 2018 und 2019. Erholung bei günstigen Bedingungen in eineinhalb bis 3 Jahren
- **Zusammenspiel Wurzel / Wurzelexsudate / Regenwürmer**
- **Zusammenspiel Bakterien / Regenwürmer / Nährstoffverschiebung**

Rhizosphäre: Phosphatmobilisierung *(Wiederholung)*



Cao et al 2015

P und K im Gewässerschutz

	Kalium	Phosphat
Auswaschung	Bei Böden > 10 % Ton-Anteil sehr niedrig (unter 5 kg/ha/a) Bei Sandböden 20-50 kg/ha/a	In Mineralböden minimal (unter 1 kg/ha/a) Unter Mooren erheblich
Abschwemmung	Erosion K gilt als wenig wassergefährdend	*Haupteintragspfad*: Erosion *Ferner*: Abspülung nach Gülledüngung und Starkregen
Pflanzenernährung	Knapp auf einigen Betrieben	Knapp auf vielen Betrieben

Ansatzpunkte

- Grundnährstoffgehalte untersuchen lassen und ernstnehmen
- Bilanzen für andere Nährstoffe rechnen und prüfen
- pH-Wert richtig einstellen

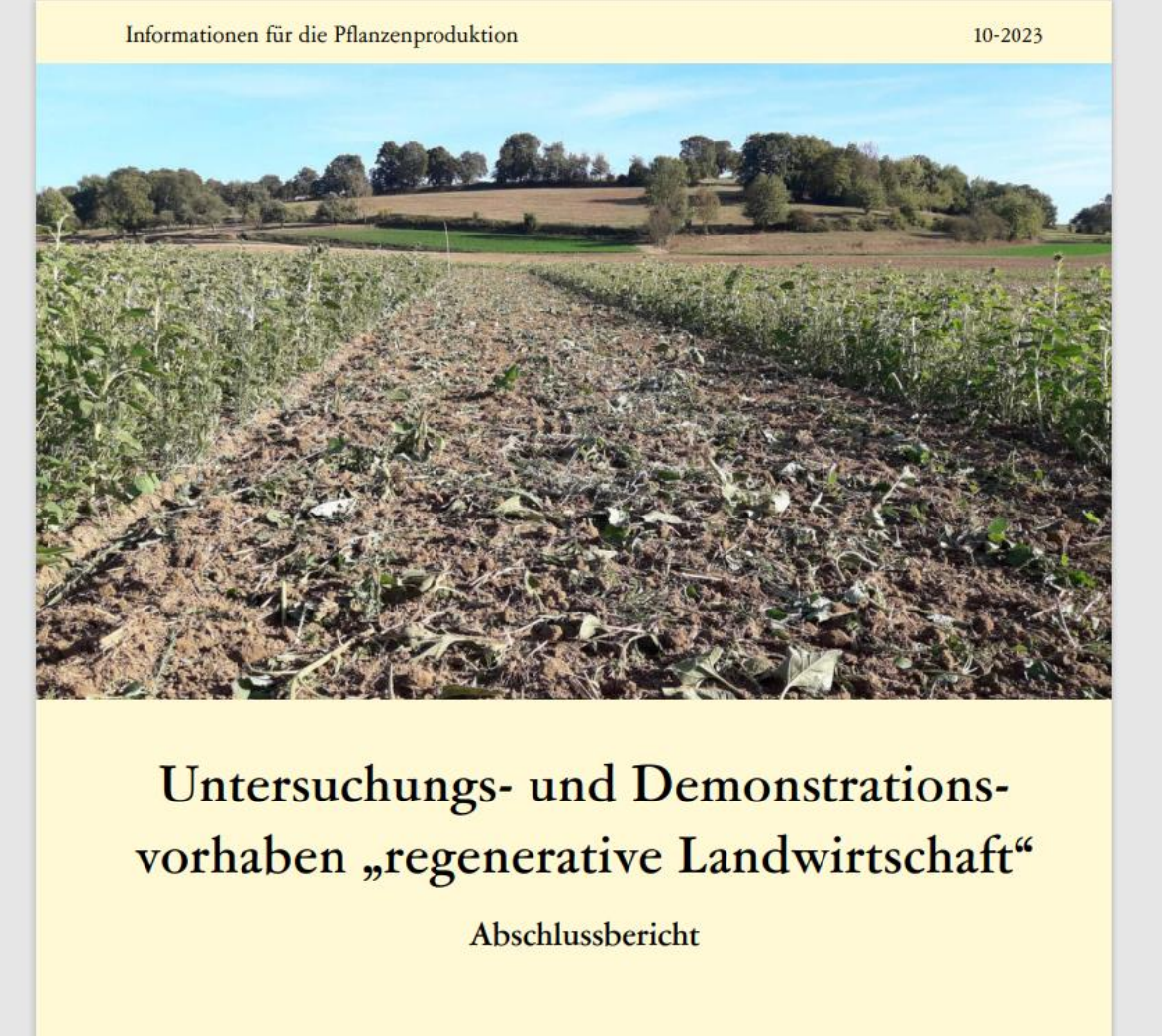
- **Bodenstruktur anschauen und kritisch bewerten**
  - Gefüge und Durchwurzelung?
  - Unterboden nicht vergessen!

- Zufuhr/ organischer Dünger
  - \+ Weitere Spurennährstoffe werden mit eingeführt
  - \+ Beitrag zum Humuserhalt
  - \+ Risikostreuung durch bessere lokale Verteilung (Gewässerschutz!)

Aktuelles aus Wissenschaft und Forschung

Kinsey: alternative Untersuchung und Düngung

- Idealverhältnis von Kationen am Austauscher wird angestrebt:
  - Calcium 68 %
  - Magnesium 12
  - Kalium 4
  - Natrium
- Düngeempfehlung wird danach ausgerichtet
  - Je nach Situation werden sehr hohe Düngemengen empfohlen
  - Negative Düngegaben sind möglich (bei VDLUFA nicht)
  - Zum Teil „exotische“ Nährstoffe sollen gedüngt werden
- Unterschied in der Analyse:
  - Kinsey verwendet reines Wasser für die Bodenlösung
  - VDLUFA verwendet CAL
  - Daraus ergibt sich, dass nach VDLUFA kein Ca-Gehalt mit dem CAL-Verfahren bestimmt werden kann → nach Kinsey schon



Möller et al (2023)

Methoden der regenerativen Landwirtschaft geprüft

- Wichtige Elemente der „regenerativen Landwirtschaft“
  - Bodenleben aktivieren und fördern
  - Humusbildung intensivieren
  - Nährstoffgleichgewichte fördern

- LTZ: Mehrjährige Feldversuche zu den Punkten
  - Doppelter Zwischenfruchtanbau
  - Einsatz effektiver Mikroorganismen
  - Einsatz von Komposttees
  - Intensive Beprobung auf Humus, pH, usw.

Fazit der Studie 1

- Nur zwei Elemente der regenerativen Landwirtschaft sind wissenschaftlich fundiert vorteilhaft:
  - Konsequenter intensiver Zwischenfruchtanbau
  - Untergrundlockerung
- Alle anderen Elemente brachten keine signifikant wissenschaftlich nachweisbaren Vorteile!
- „Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass eine regenerative Landwirtschaft einen hohen Bodenschutzstandard mit tendenziell erhöhter Aggregatstabilität und höherer biologischer Aktivität bewirkt. Damit machen „regenerativ wirtschaftende Landwirte“ einiges richtig, wenngleich diese Art der Bewirtschaftung mit gewissen Ertragseinbußen einhergehen kann.“

Fazit der Studie 2

- Damit sind alle besonderen Maßnahmen der „regenerativen Landwirtschaft“, bis auf den konsequenten Zwischenfruchtanbau sowie die Untergrundlockerung, aus wissenschaftlicher Sicht nicht wirksam und nicht zu begründen. Sie erhöhen die Kosten, den Arbeitsaufwand, die Anzahl der Überfahrten und damit auch den Verbrauch an Energie, ohne sich in relevanter Weise auf den Ertrag auszuwirken. Sie können sogar zu leichten Ertragsminderungen führen, wie die Ergebnisse in Bettenreute oder die Praxisversuche zu Direktsaatsystemen in Kombination mit Zwischenfruchtanbau von Pekrun et al. (2023) zeigen. Daverkosen et al. (2022) führen noch weitere kritische Argumente auf.

Kinsey

Menü Suche Abo

agrarheute

Pflanze Technik Tier Management Markt Politik Energie L

SICHER DURCH DIE HEIZSAISON: AKTUELLE PREISE UND TIPPS RUND UMS HEIZEN

agrarheute > Pflanze > Kinsey-Bodenanalyse: Forscher kommen zu einem ernüchternden Ergebnis

Aus der Forschung: Was bringt ein verändertes Basenverhältnis wirklich?

Kinsey-Bodenanalyse: Forscher kommen zu einem ernüchternden Ergebnis

© landpixel Neben der normalen Bodenbeprobung setzen regenerative Landwirte oft auf weiterführende Analysemethoden.

agrarheute Jan. 2023

Kohlenstoffverluste im Unterboden bei Erwärmung

- Mehr als die Hälfte des weltweiten Bodenkohlenstoffs befindet sich in den Unterböden
- Der Effekt einer Erwärmung in Unterböden ist kaum untersucht
- Spezialanlage mit tief eingebauten erwärmbaren Bodenkammern an einer Uni in Kalifornien
- 4,5 Jahre konstant um 4 °C erhöht [entspricht einem Temperaturmodell für das Jahr 2100]

- Ergebnis:
  - **in 20-90 cm** wurden nicht nur einfache C-Verbindungen schnell abgebaut, sondern auch komplexe, wie z.B. Lignin und sogar pyrogenen Kohlenstoff
  - in **0-20 cm** fand eine Anreicherung von Kohlenstoff statt
  - Die starken Abbauraten haben die Forscher überrascht
  - Das Zusammenspiel mit dem Wassergehalt ist noch unklar

Studie Zosso et al 2023

THeKLa-Netzwerk

- www.thekla-netzwerk.de

- Bilanzierung, Klimaschutz und Klimaanpassung in der Landwirtschaft

- **…mein Anliegen: mit und für die Landwirte – noch ist die richtige Zeit dafür!**

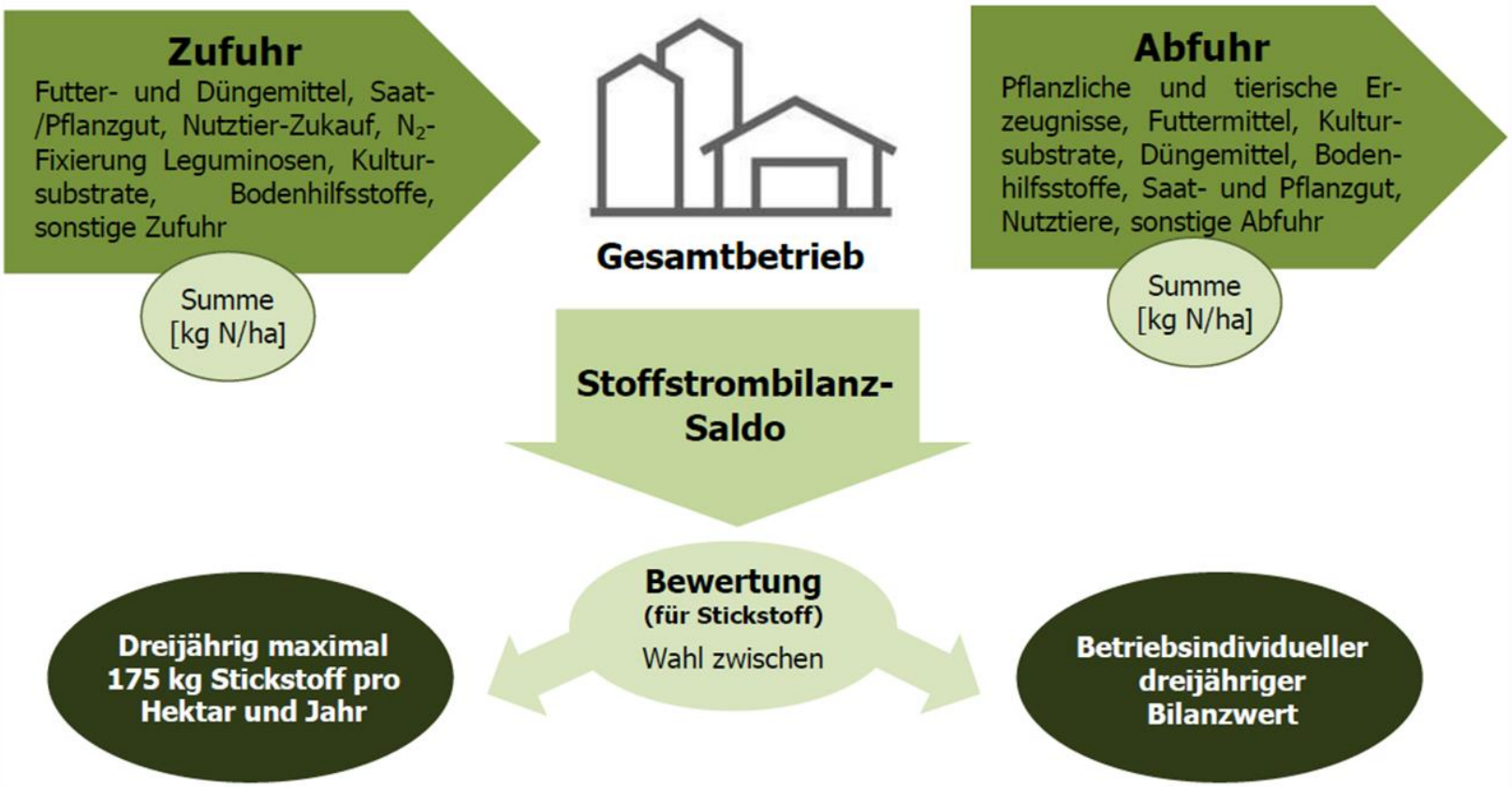
Stoffstrombilanz

- seit dem 01.01.2023 gilt die Verpflichtung zur Erstellung einer **Stoffstrombilanz** (SSB) auch für Betriebe, die…
  - mehr als 20 ha landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaften,
  - mehr als 50 Großvieheinheiten (GV) halten,
  - Wirtschaftsdünger (mindestens 750 kg N) von anderen Betrieben zuführen oder
  - eine Biogasanlage betreiben und Wirtschafsdünger von anderen Betrieben zuführen.
- Zur Erstellung der SSB müssen die Nährstoffe N und P spätestens **drei Monate** nach der Zu- bzw. Abfuhr dokumentiert werden. Dazu gehören:
  - **Nährstoffzufuhr**: Düngemittel, Futtermittel, Saatgut, Tiere, Leguminosen, etc.
  - **Nährstoffabfuhr**: pflanzliche und tierische Erzeugnisse, Tiere, Düngemittel, Futtermittel, Saatgut, etc.

Stoffstrombilanz

- Die Dokumentation besteht aus den entsprechenden Belegen (z. B. Rechnungen oder Lieferscheine) und den N- und P-Gehalten, woraus dann die zu- bzw. abgeführten Nährstoffmengen zu berechnen und zu dokumentieren sind (z. B.: Düngerzukauf 5 t KAS mit 27 % N → 1.350 kg N-Zufuhr).
- Spätestens **sechs Monate** nach Ende des Bezugsjahrs (Kalender- oder Wirtschaftsjahr) muss die SSB erstellt werden, in welcher die Nährstoffzufuhr der Nährstoffabfuhr gegenüberstellt wird. Anschließend wird daraus eine fortgeschriebene dreijährige SSB berechnet, für die die Ergebnisse der letzten drei Jahre gemittelt werden. Das Ergebnis wird dann mit dem zulässigen Bilanzwert von 175 kg N/ha verglichen. Sollte der zulässige Bilanzwert überschritten werden, kann bei einer Kontrolle das Regierungspräsidium Kassel die Teilnahme an einer Beratung anordnen. Die Ergebnisse sind sieben Jahre nach Ablauf des Bezugsjahres aufzubewahren und bei einer Kontrolle auf Verlangen vorzulegen.

Stoffstrombilanz



Im Prinzip gilt: Stoffstrombilanz = Hoftorbilanz

praxis-agrar.de

Diskussion und Fragen

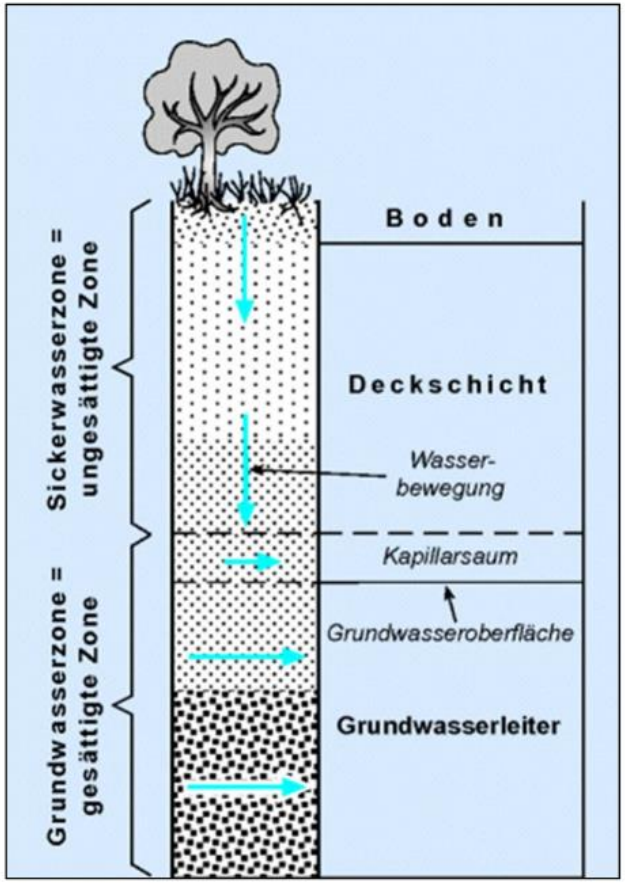
„Was haben die Maßnahmen eigentlich gebracht?“

- Hintergrund WRRL-Umsetzung Hessen
  - Zusammenlegung von 43 zu 22 Maßnahmenräumen ab 2022
  - **„Das System von Leitbetrieben mit besonders intensiver Beratung als Vorbildbetriebe für andere landwirtschaftliche Betriebe hat sich bewährt.** Die Anzahl der Leitbetriebe kann durch Ausweitung der einzelbetrieblichen Intensiv- und Basisberatungsangebote in die Fläche bis 2024 von **773 auf 615** verringert werden. Durch die einzelbetrieblichen Beratungsangebote sollen jährlich bis zu 2.200 Betriebe mit einem intensiven Beratungsangebot (…) erreicht werden.“
  - Insgesamt werden etwa 10.000 Betriebe erreicht

    [es gibt ca. 15.100 hessische landwirtschaftliche Betriebe]
  - „Die Wirkung der Maßnahmen zeigt sich regional bei geringen Verweilzeiten durch sinkende bzw. stagnierende Nitratkonzentrationen. In den WRRL Maßnahmenräumen sind bei den intensiv beratenen landwirtschaftlichen Leitbetrieben sinkende Nettohoftorbilanzen nachweisbar.“

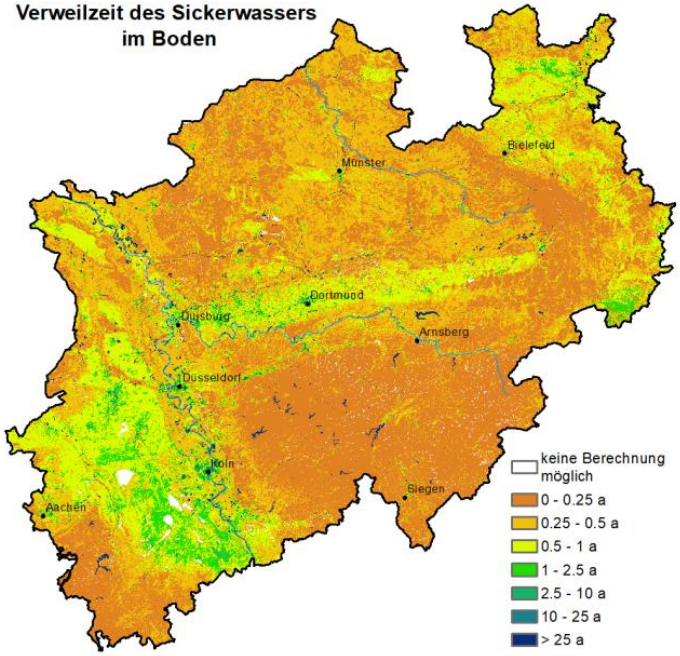
HMUKLV (2021): Maßnahmenprogramm WRRL 2021-27

Frage der Verweilzeit – Beispiel NRW



Berechnung nach DIN 19732

$$t_{Boden} = \frac{nFK \cdot We}{Q_{Sw}}$$



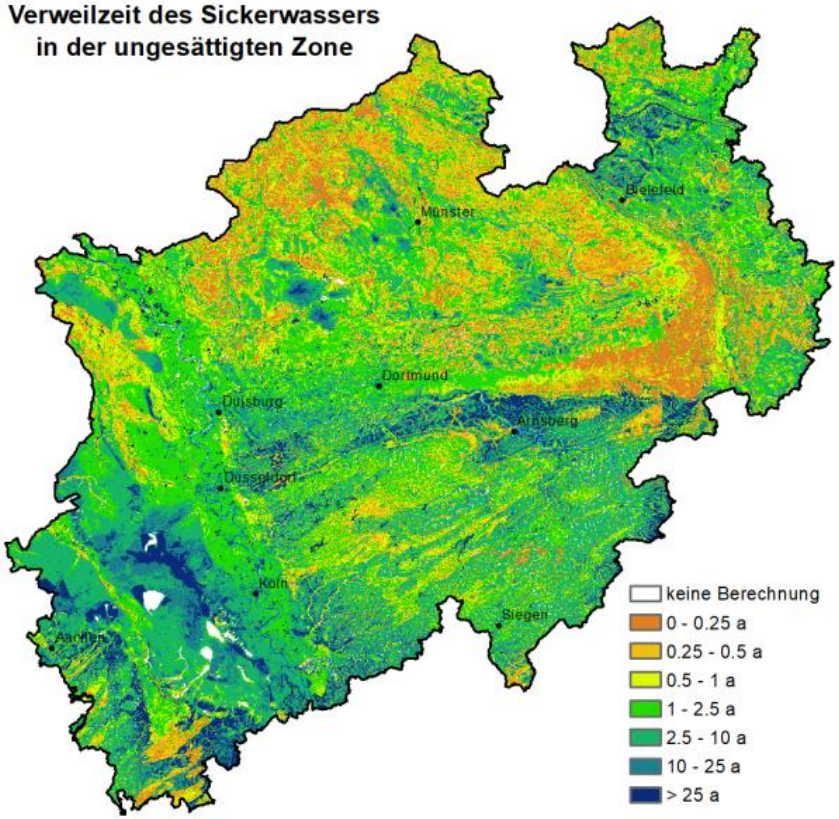
JÜLICH Forschungszentrum

Jülich Forschungszentrum 2021

Frage der Verweilzeit – Beispiel NRW

VERWEILZEIT DES SICKERWASSERS IN DER UNGESÄTTIGTEN ZONE

- ***Maß für Zeitraum, nach denen das Sickerwasser die Grundwasseroberfläche erreicht***
- Bei hohen Verweilzeiten führen Maßnahmen zur Verringerung von Stoffeinträgen ggf. erst nach langen Zeiträumen zur Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit



Jülich Forschungszentrum 2021

Hydrogeologische Teilräume Hessens

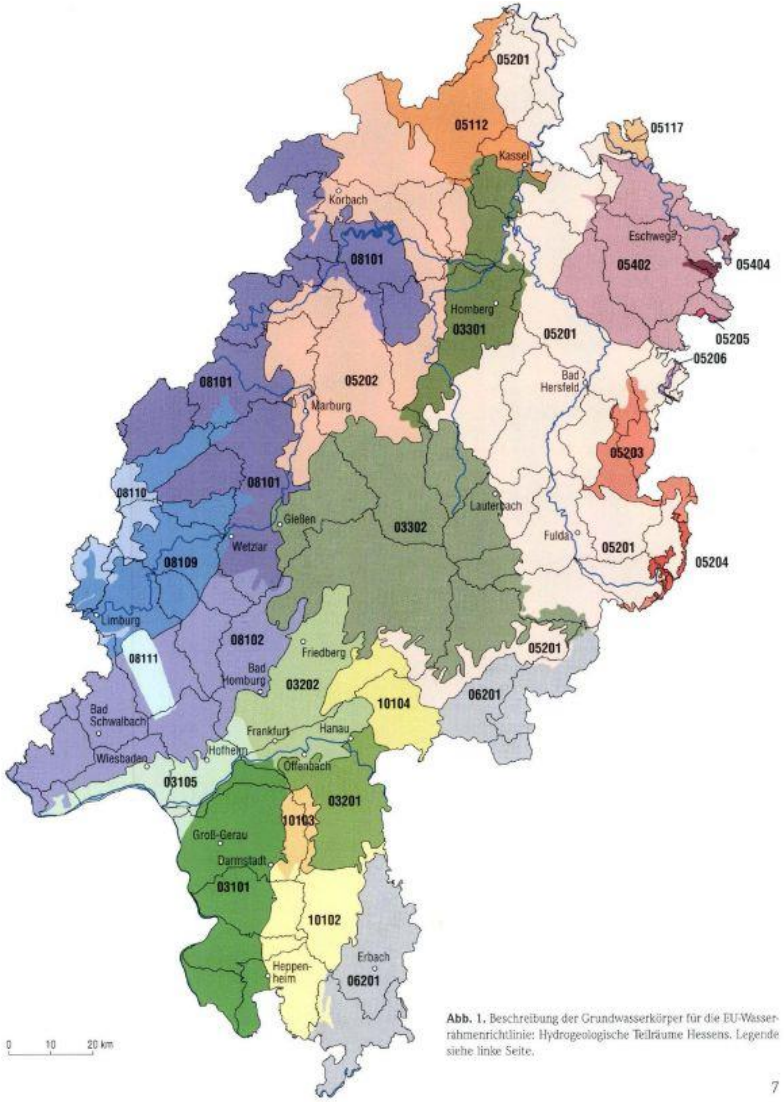


Abb. 1. Beschreibung der Grundwasserkörper für die EU-Wasserrahmenrichtlinie: Hydrogeologische Teilräume Hessens. Legende siehe linke Seite.

7

Auskunft HLNUG:
Abschätzen der Verweilzeiten zu komplex!

→verschiedenste Festgesteine mit Kluftgrundwasserleitern plus Lößauflagen

(Und ist auch nicht in Planung.)

HLNUG 2002, geolog. Jahrbuch

Ausblick 2024

- Gemarkungsbegehungen sollen reaktiviert werden
- Leitbetriebe werden von 16 auf 10 reduziert. Es scheiden aus:
  - Timo Müller, Essershausen
  - Steve Sippel, Weilmünster-Möttau
  - Jürgen Lommel, Edelsberg
  - Karl-Heinz Fluck,Villmar
  - Ralf Eller, Seelbach
  - Einer der beiden Bad Camberger Betriebe
- Nmin-Proben laufen verringert weiter
- sonstige Kontingente laufen normal weiter (Gülle, Pflanzen, Humus)

- Ihre Anliegen?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

- **„Managing soil acidity vs. soil Ca:Mg ratio: What is more important for crop productivity?"** https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cft2.20210
- Zosso et al (2023): Rapid loss of complex polymers and pyrogenic carbon in subsoils under whole-soil warming