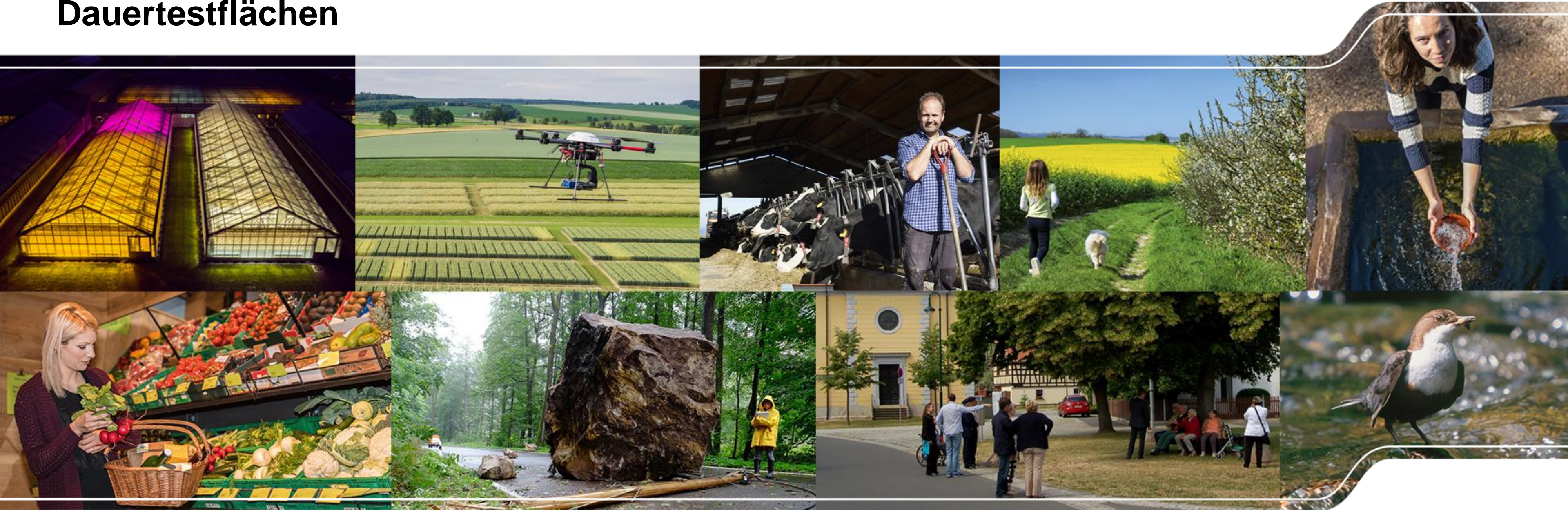
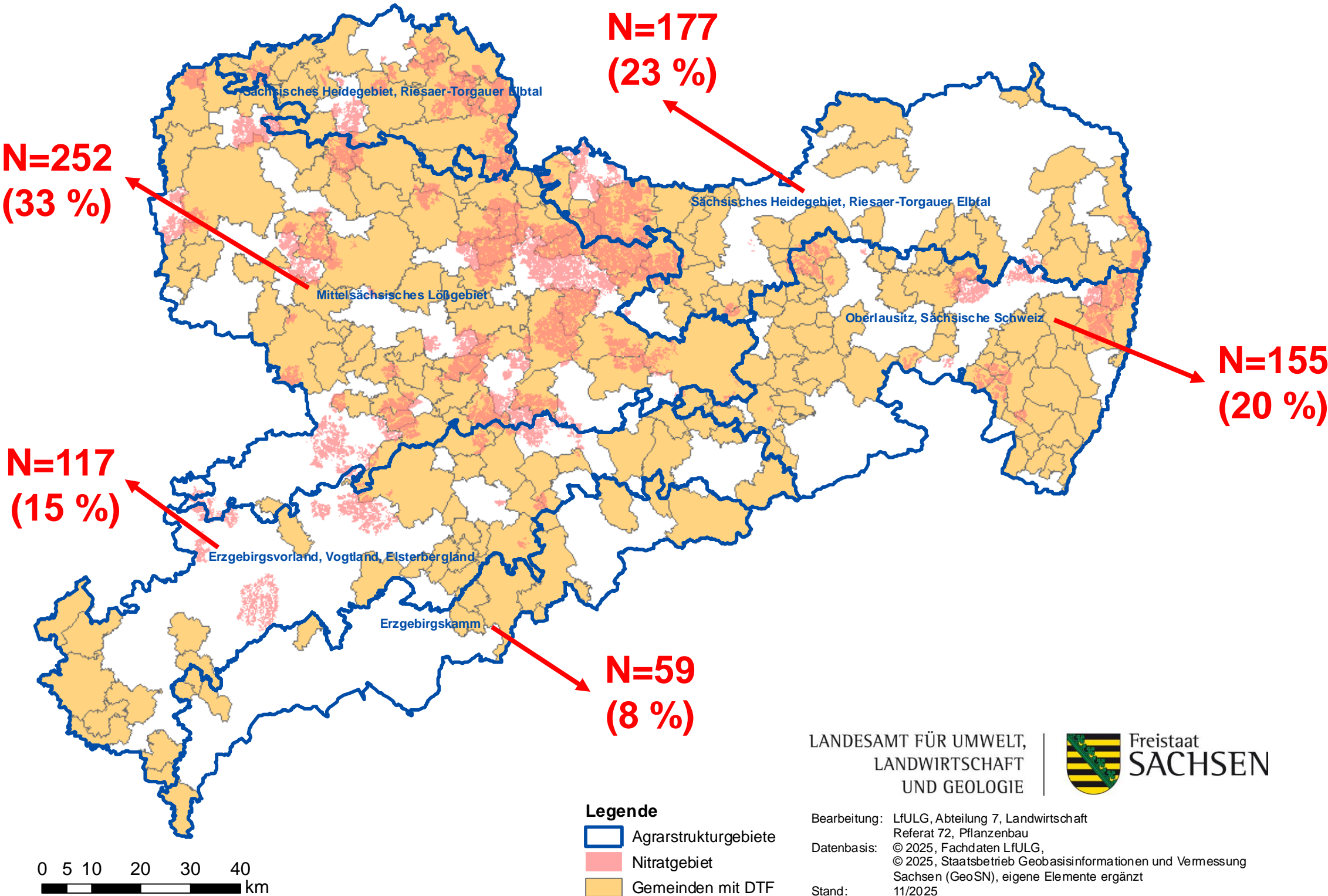


# Wie hat sich der Bodenstickstoffhaushalt in den letzten 30 Jahren in Sachsen verändert? – Ergebnisse zum Stickstoffmonitoring der sächsischen Dauertestflächen



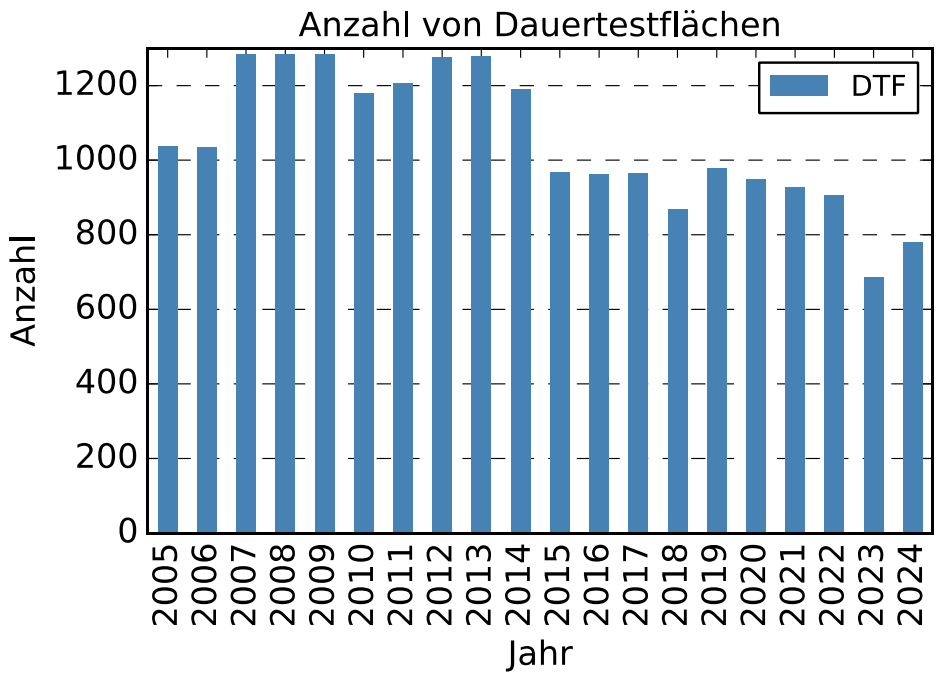
- Dauertestflächen - Messnetz (Historie und Monitoring)
- Entwicklungen zum Pflanzenbau und Bodensteinhaushalt (Bewirtschaftungscharakteristika, Stickstoff(N)-Bilanz, Boden-N-Haushalt, Einflussfaktoren, Grundnährstoffe)
- Zusammenfassung

# Messnetz – Dauertestflächen (DTF)

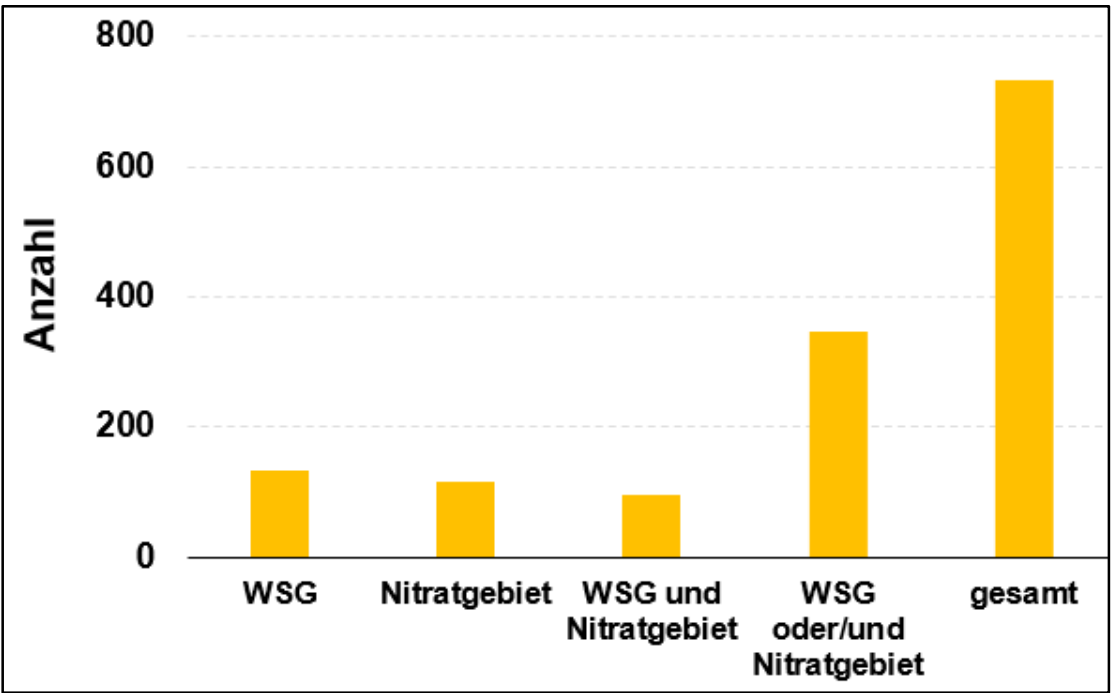


## Historie

■ seit 1992 Messnetz in Betrieb, ca. 1000 Flächen



■ Flächen im Wasserschutz (WSG) Nitrat-Gebiet



## Bewirtschaftung

- Haupt- und Zwischenfrucht, org. und min. Düngung, Bodenbearbeitung nach Ernte
- Flächenbilanz (Zu- und Abfuhr von Stickstoff)



Foto: Jens Mackens (LfULG)

## Referenzparzelle zur Bodenprobenahme



Foto: LfULG

### Frühjahr

(Tiefe: 0-30 cm, 30-60 cm)

ca. 700 DTF

Probenahme für  $N_{\min}$ -Bestimmung

Zeitpunkt: vor 1. N-Düngung (Januar-April)

### nach Ernte

(Tiefe: 0-30 cm, 30-60 cm)

60 DTF (feste Flächen)

Probenahme für  $N_{\min}$ -Bestimmung

Zeitpunkt: unmittelbar nach Ernte

### Vegetations- ende

(Tiefe: 0-30 cm, 30-60 cm)

alle DTF

Probenahme für  $N_{\min}$ -Bestimmung

Zeitpunkt: Vegetationsruhe im November

### Grund- nährstoffe

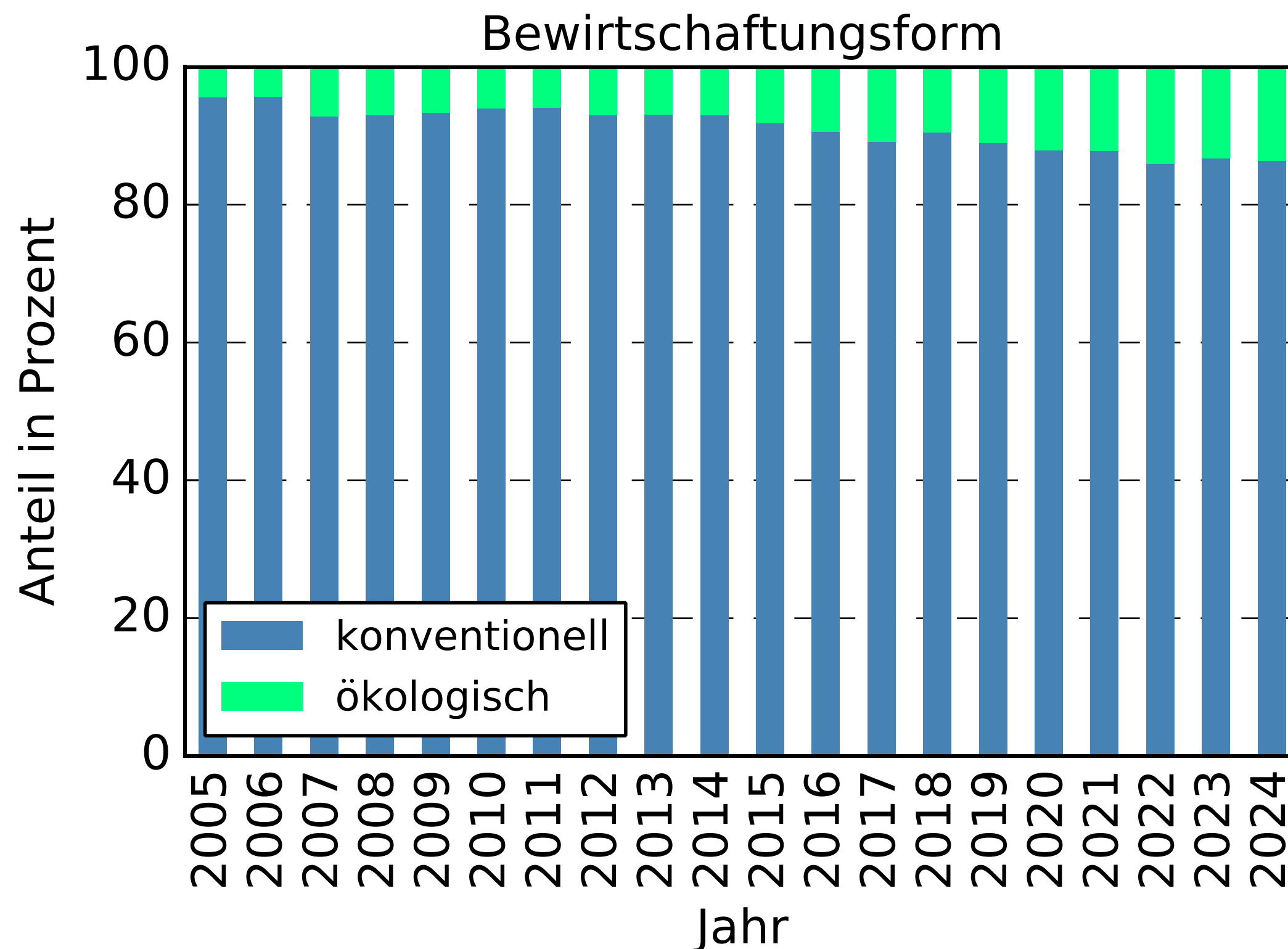
(Tiefe: 0-20 cm)

jede DTF alle 5 Jahre

Probenahme für Grundnährstoffe ( $P_{\text{cal}}$ ,  
K, Mg,  $N_t$ ,  $C_{\text{org}}$ , pH)

Zeitpunkt: frostfrei

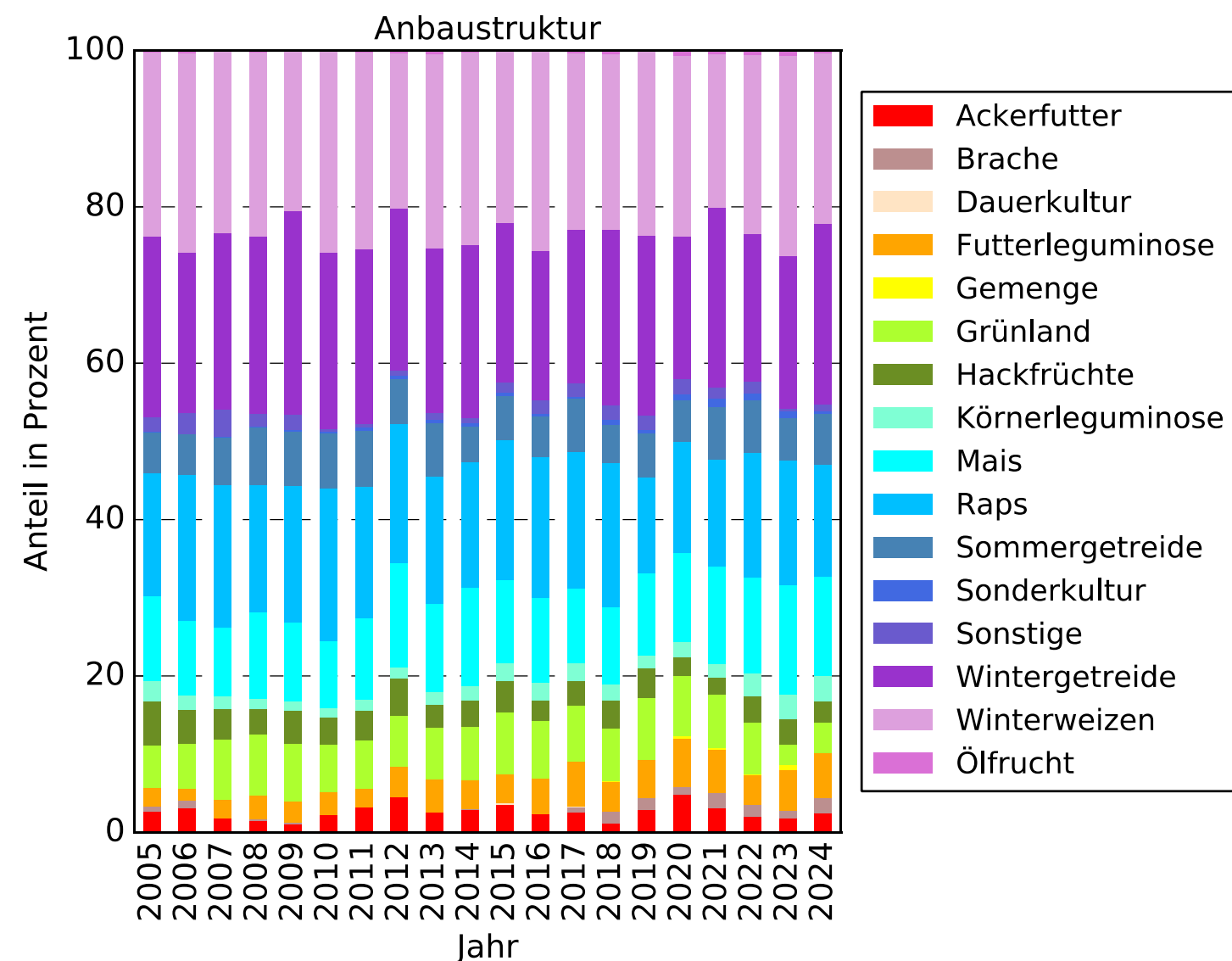
# Pflanzenbau - Bewirtschaftung



- Betrieb in 1992 startete mit konventioneller Bewirtschaftung
- kontinuierlicher Zuwachs von ökologisch bewirtschafteten Flächen im Messnetz (zufällige Umstellung der Bewirtschaftung)
- Höhepunkt im Jahr 2022 mit 14 %
- aktueller Anteil rund 13 % → etwas über Anteil ökologischer Flächenbewirtschaftung im Freistaat Sachsen (im Jahr 2024 → 10 % (\*))

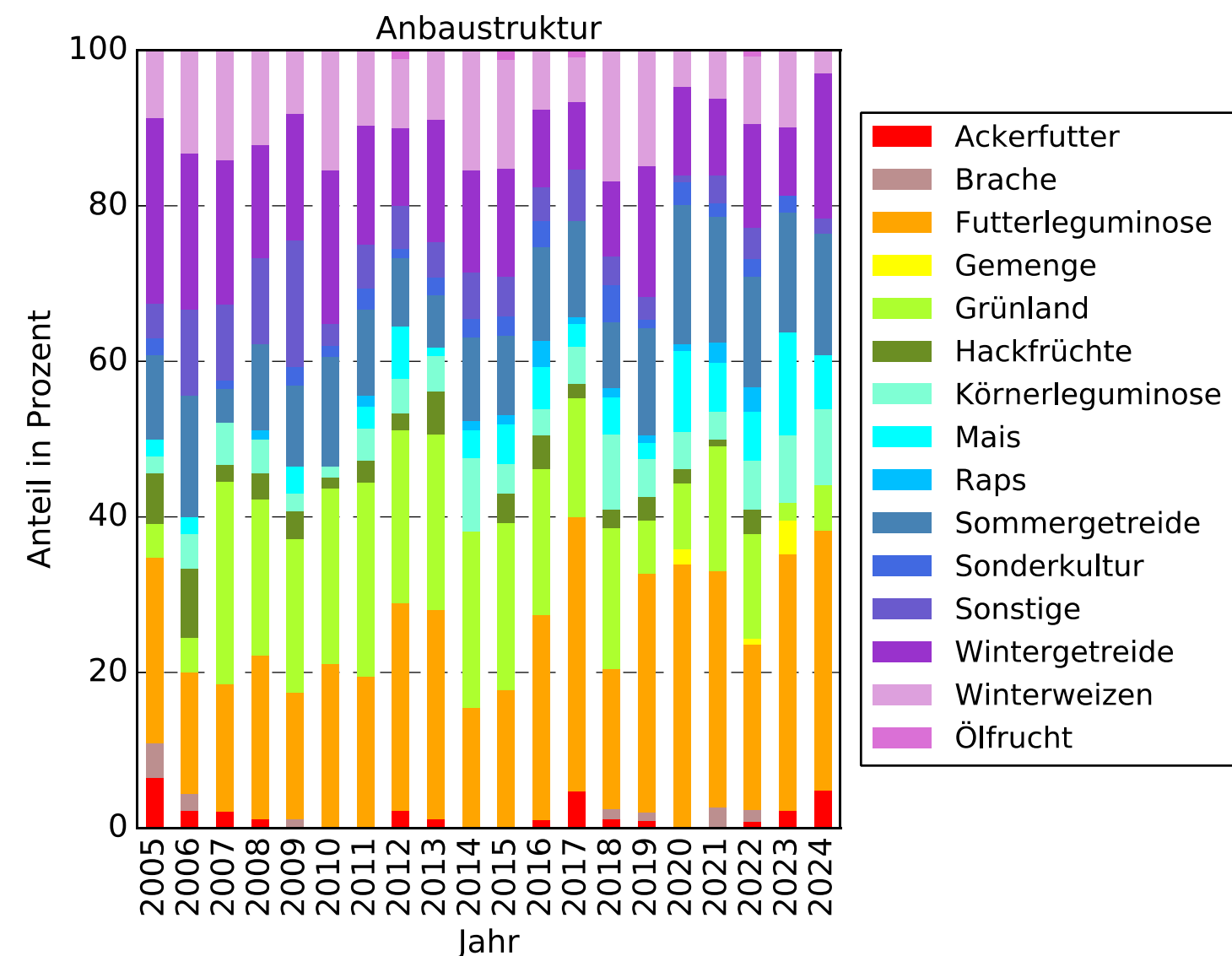
# Pflanzenbau - Hauptfrucht

## Dauertestflächen (beide Bewirtschaftungsformen)



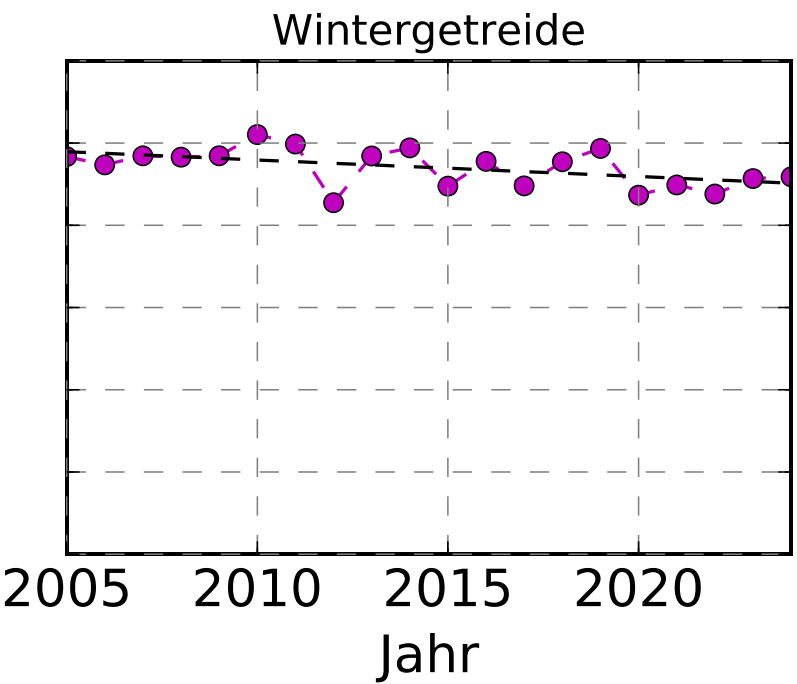
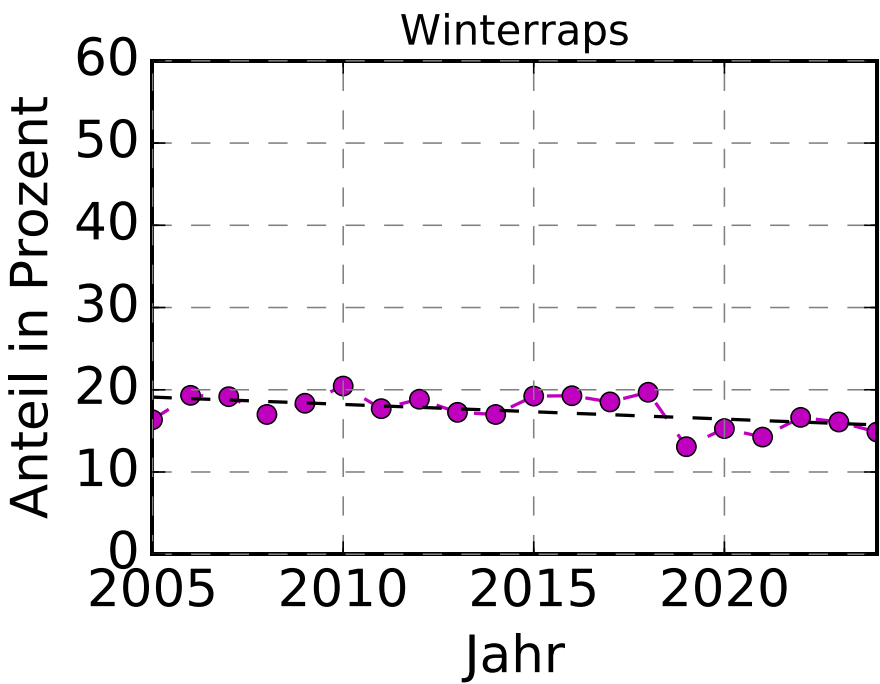
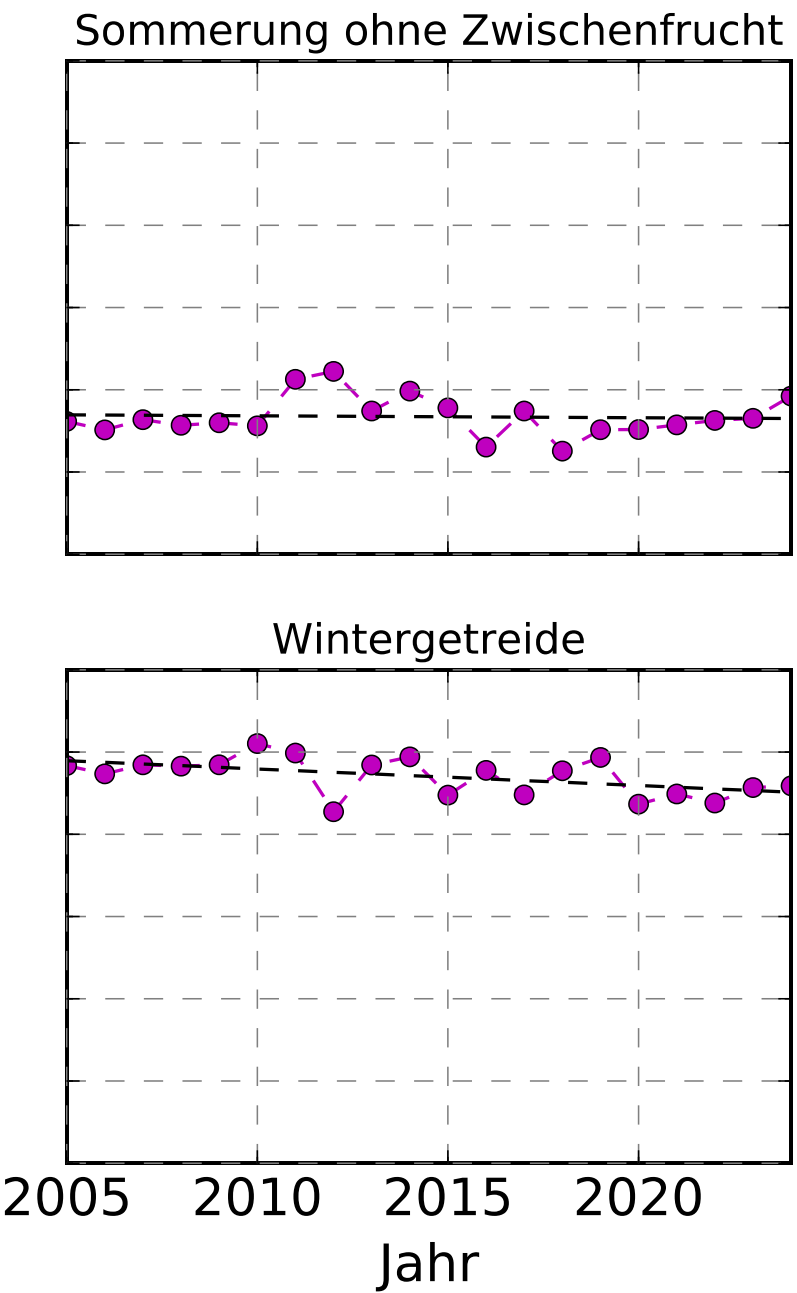
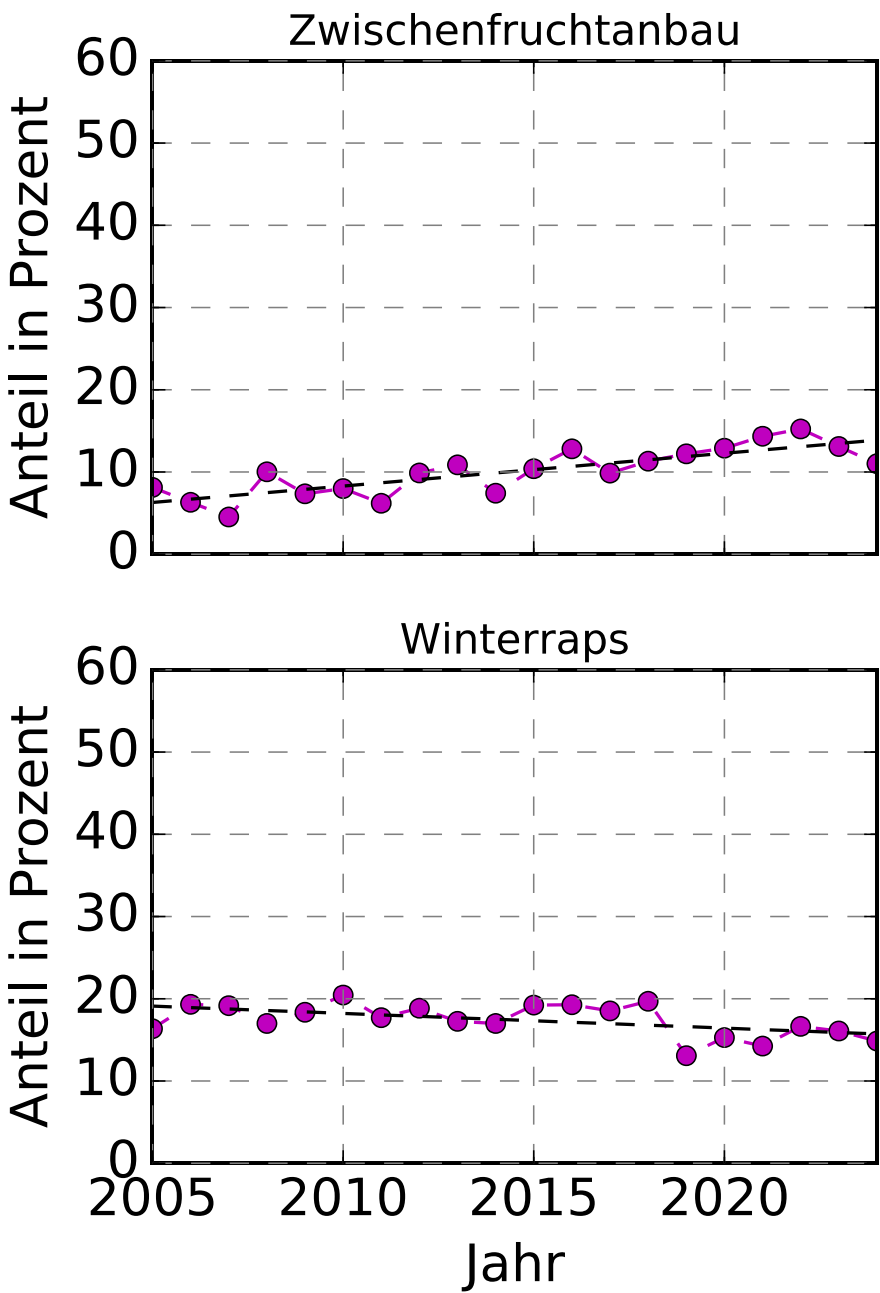
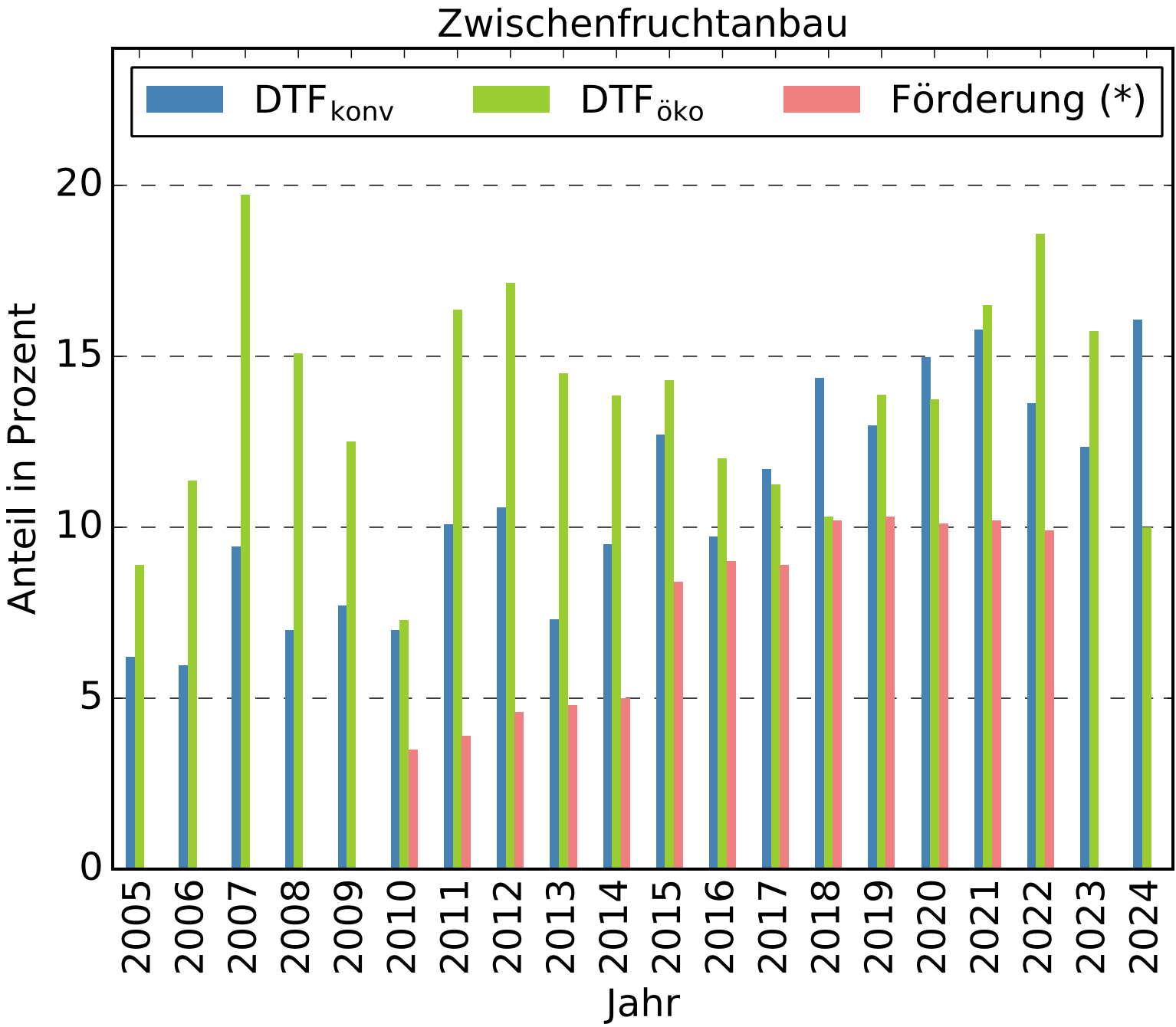
- im Jahr 2024 → Winterweizen (24 %), Wintergetr. (24 %), Raps (15,5 %) und Mais (13,5 %) → **77 %**
- Sommergetr. (6,5 %), Leguminosen (3 % + 6 %) → 15 %

## Ökologische Bewirtschaftung

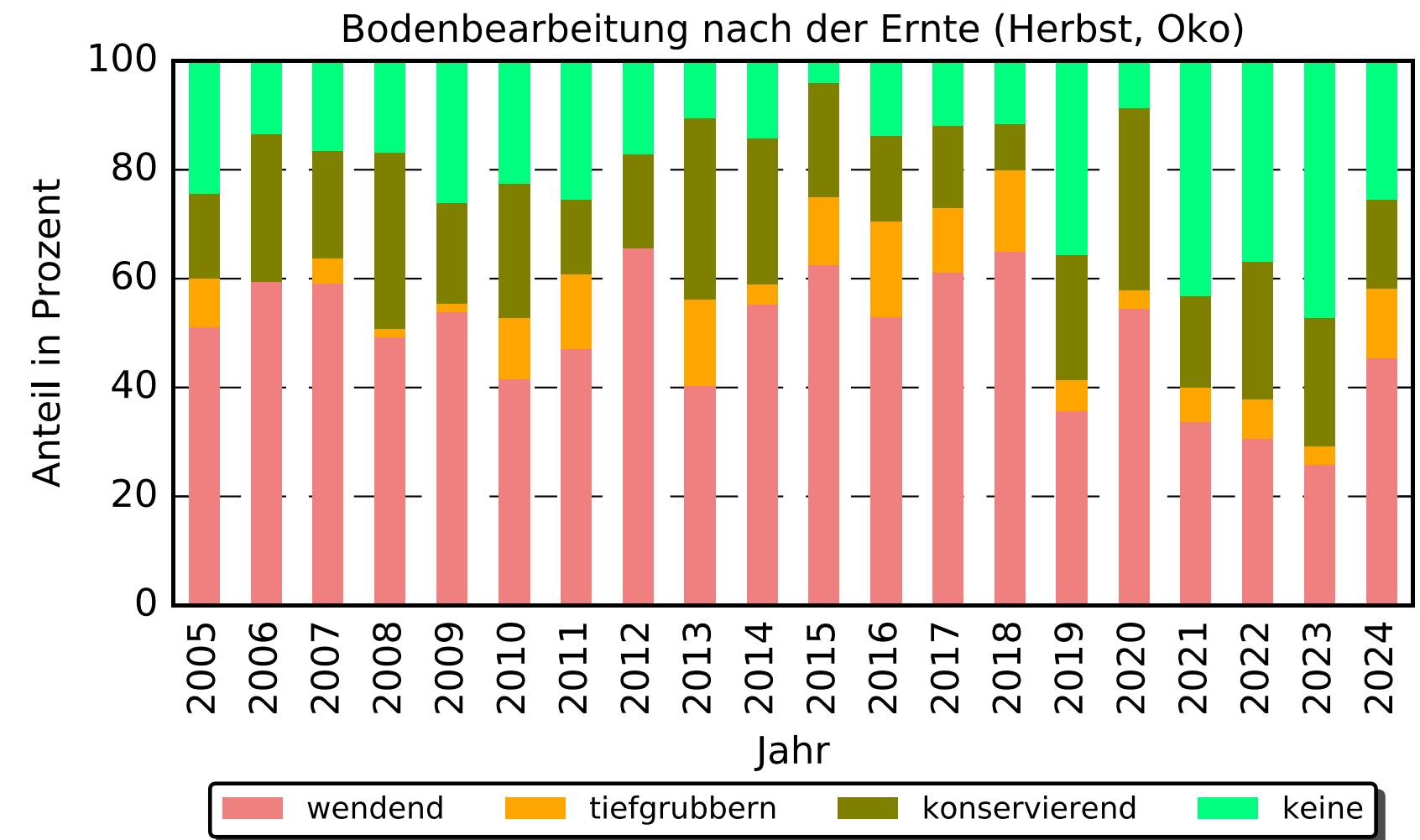
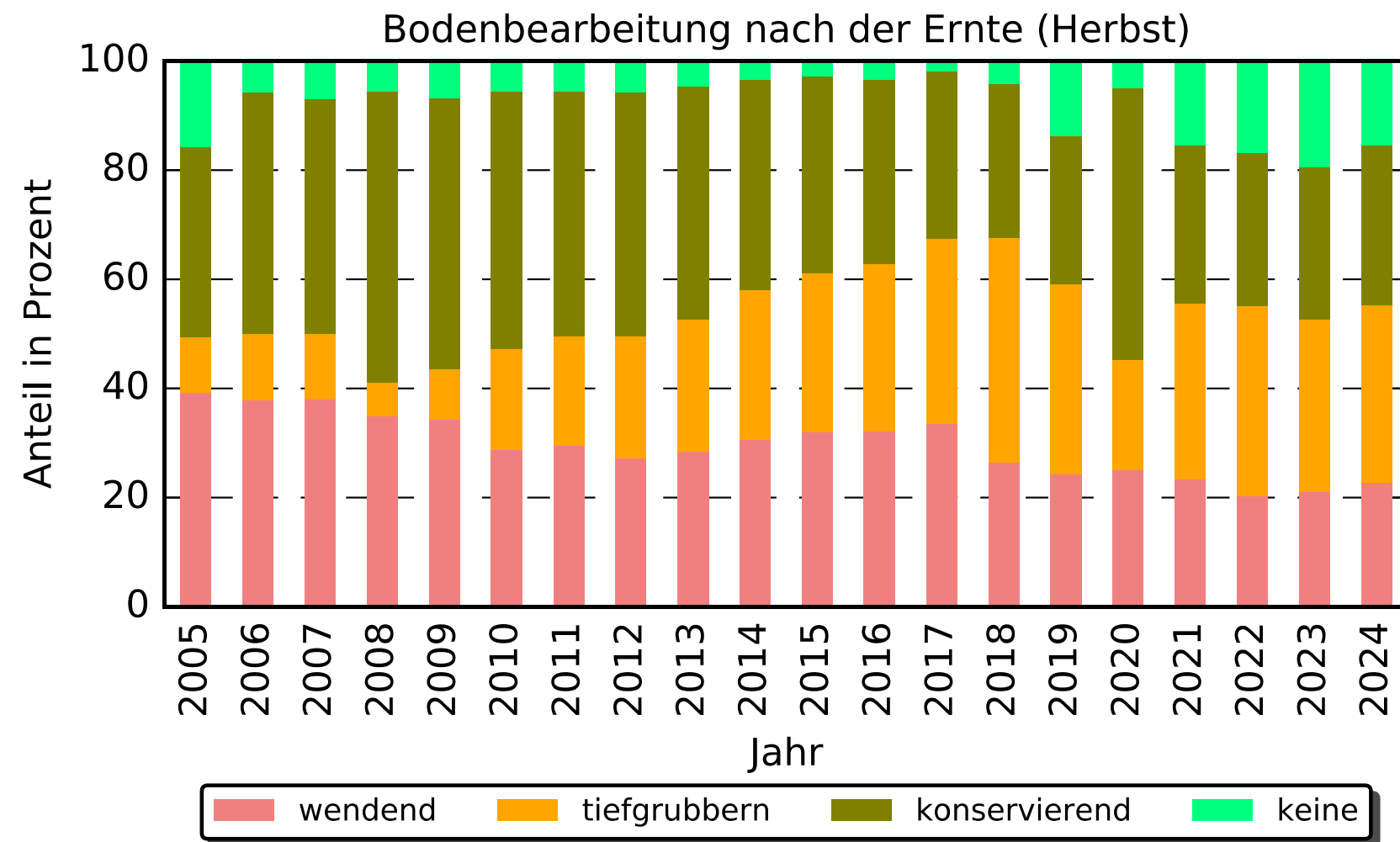


- Jahr 2024 → Winterweizen (3 % ↓), Wintergetr. (19 %), Raps (0 %) und Mais (7 %) → **29 %**
- Sommergetr. (16 %), Leguminosen (10 % + 33 % ↑) → **59 %**

# Pflanzenbau – Zwischenfruchtanbau



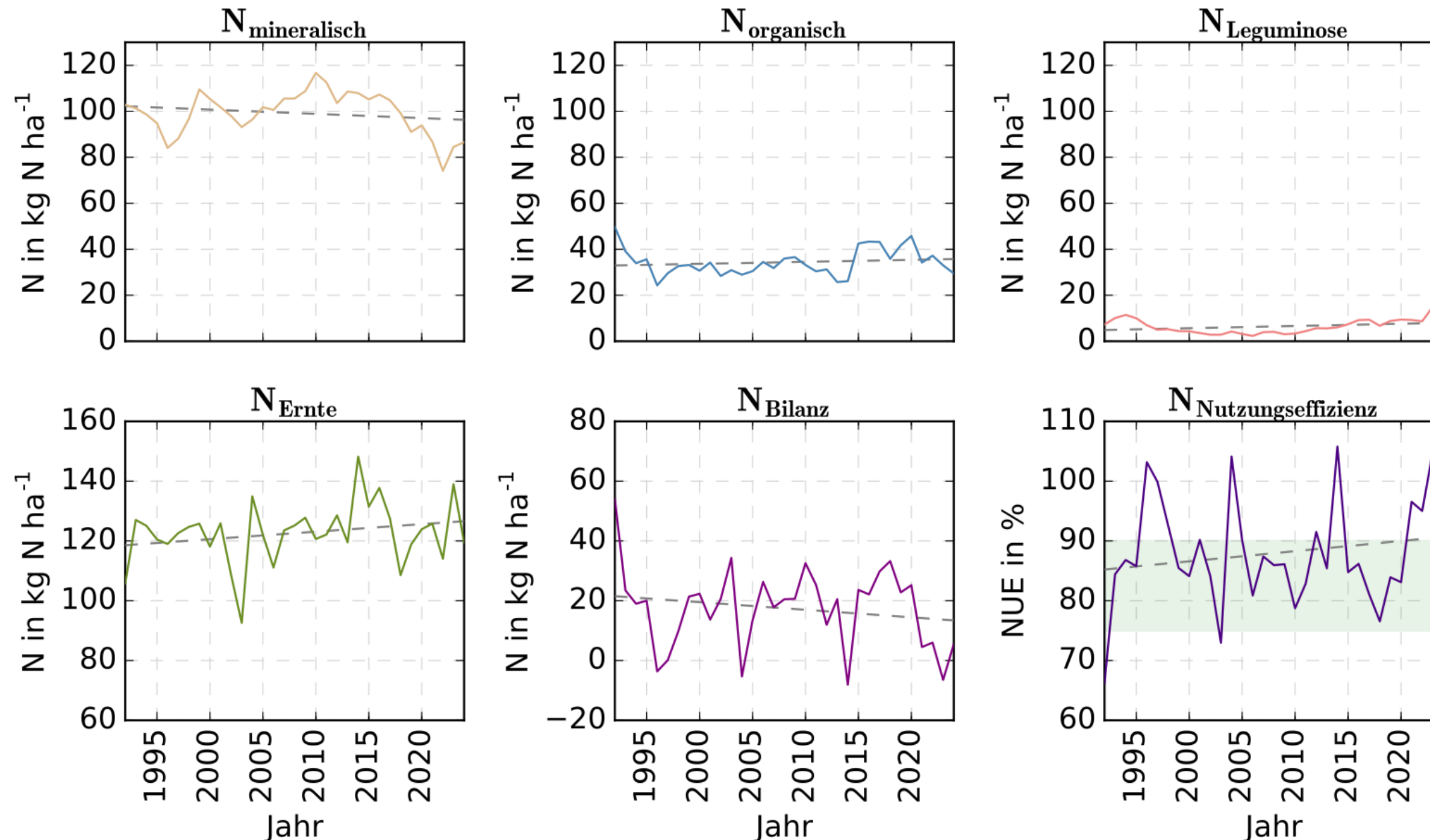
# Bodenbearbeitung – nach der Ernte



- deutliche Veränderung der BB-Verfahren nach der Ernte → Verringerung wendender BB zugunsten nicht wendender BB
- mehr als 70 % pfluglos bearbeitet
- Zunahme von Tiefgrubbern (Glyphosatverzicht?) → auch weniger konserv. Verfahren

- im Ökolandbau deutlicher Anteil wendender BB, aber schwankend → abhängig vom Unkrautdruck\Umbruch etablierter mehrjähriger Kulturen
- höherer Anteil von „keiner“ BB im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftungsform → ökologische Bew. aber auch mehrjährige Kulturen, Direktsaat

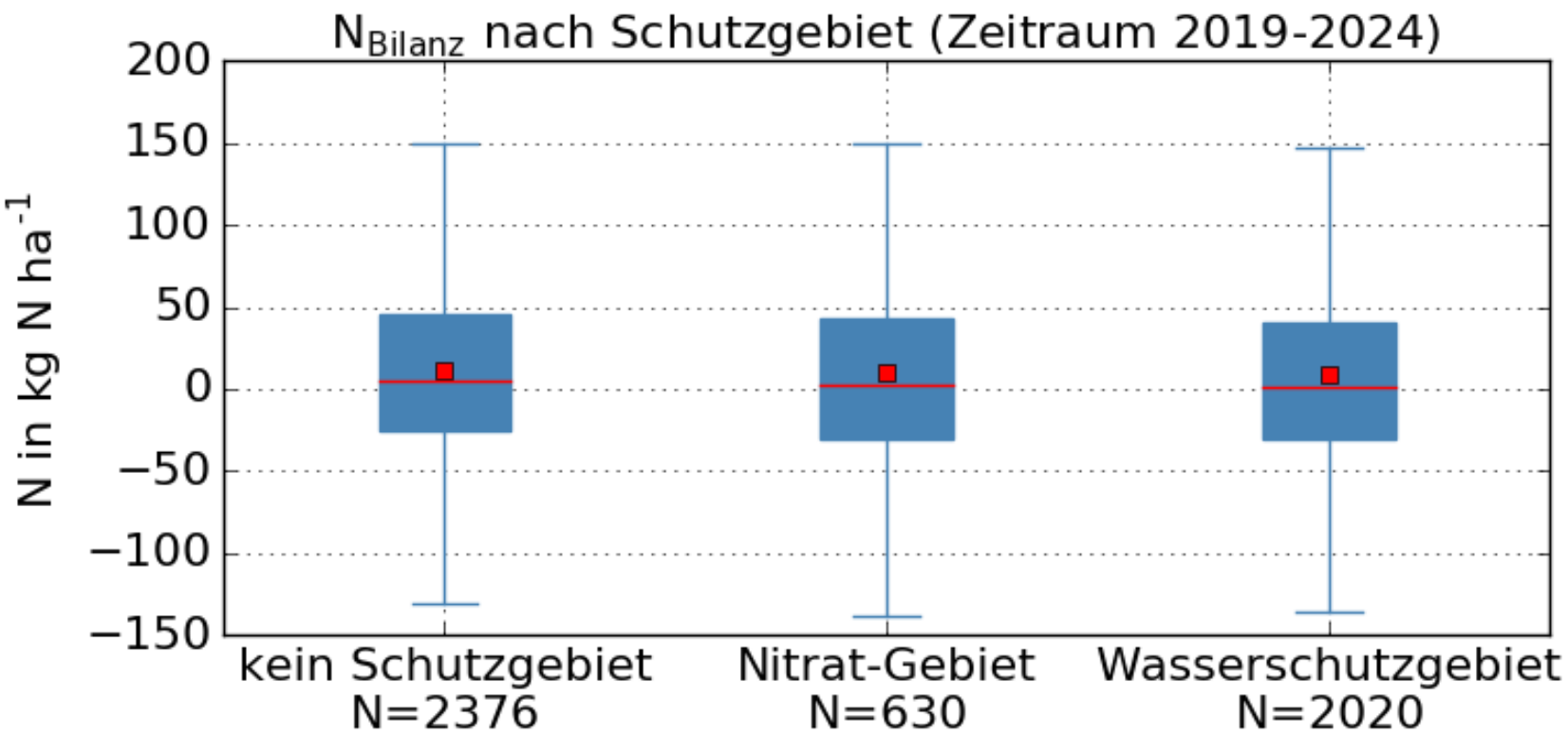
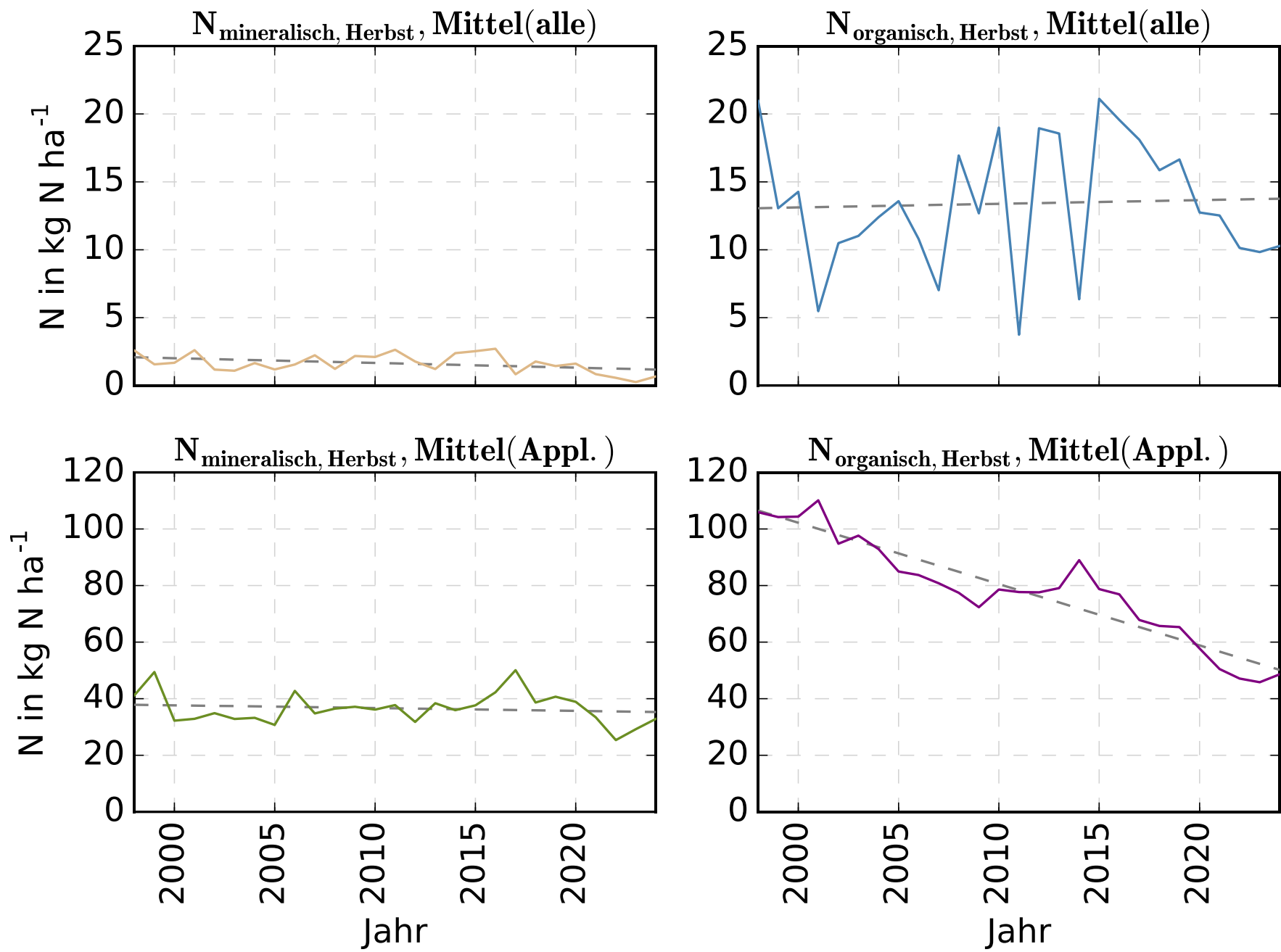
# Bodenstickstoffhaushalt - Stickstoffbilanz



- Einsatz von org. und min. Dünger unterlag Schwankungen
- letzte Jahre erheblich Rückgang beim Mineraldüngereinsatz → keine Kompensation durch organischen Dünger
- N-Entzug leicht angestiegen
- N-Salden über Zeitraum schwankend → tendenziell rückläufig → **nicht signifikant**, wobei seit 2021 mehrjährig nahezu ausgeglichen (bei 0 kg N ha<sup>-1</sup>)
- N-Nutzungseffizienz mehrjährig im **Optimum (70-90 %)**, aber seit 2021 mehrjährig > 90 %

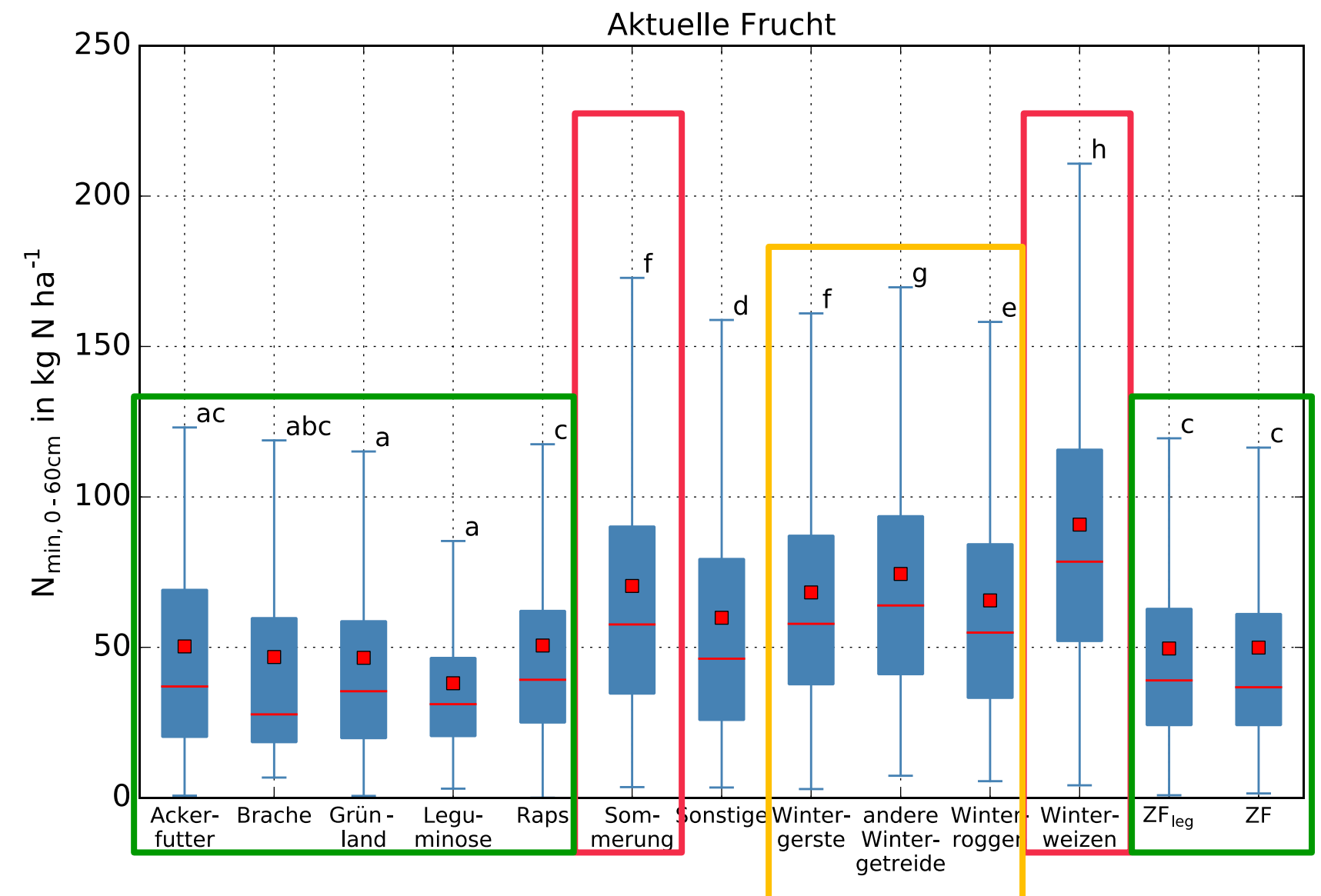
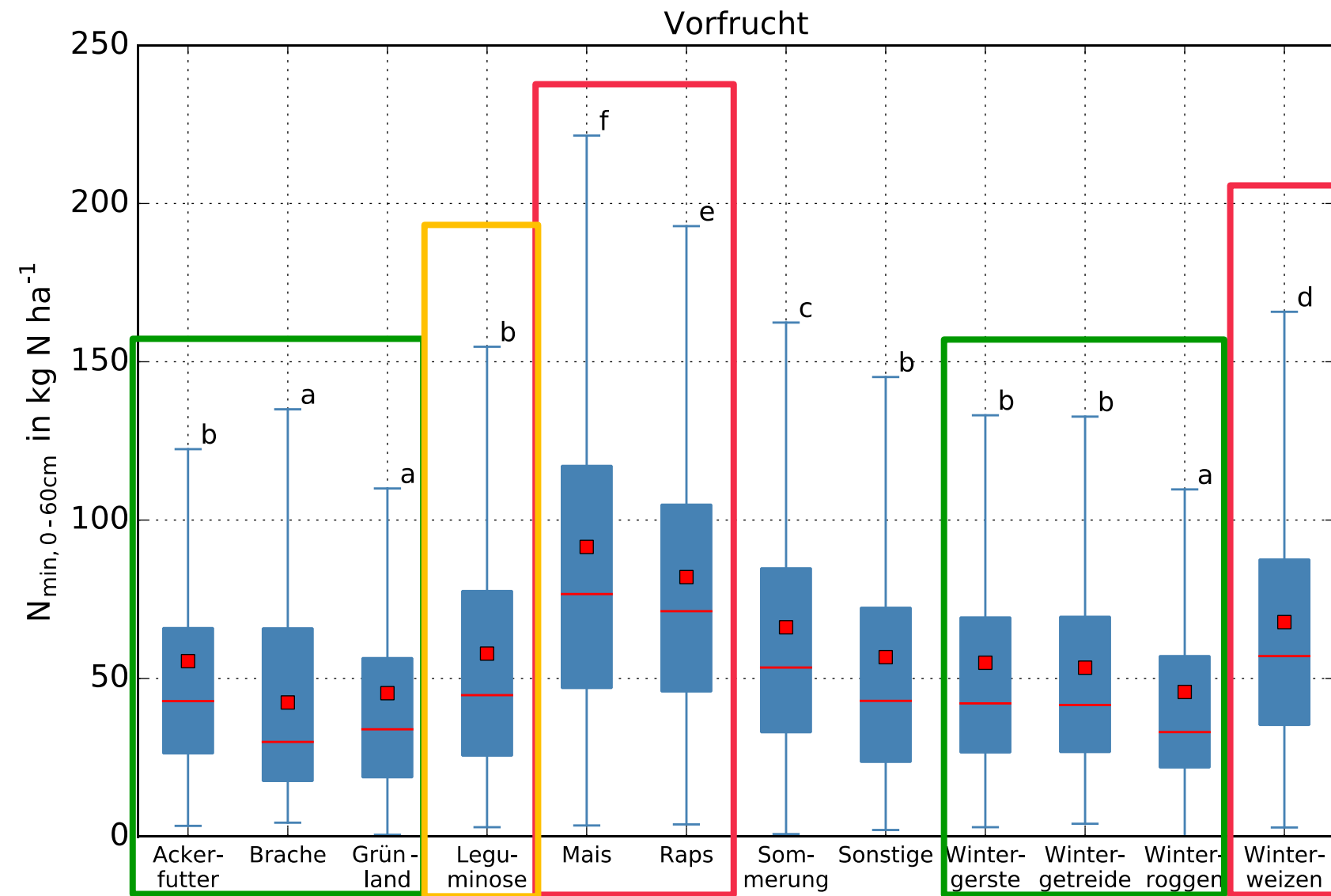
# Bodenstickstoffhaushalt – Stickstoffbilanz

## Zufuhr im Herbst



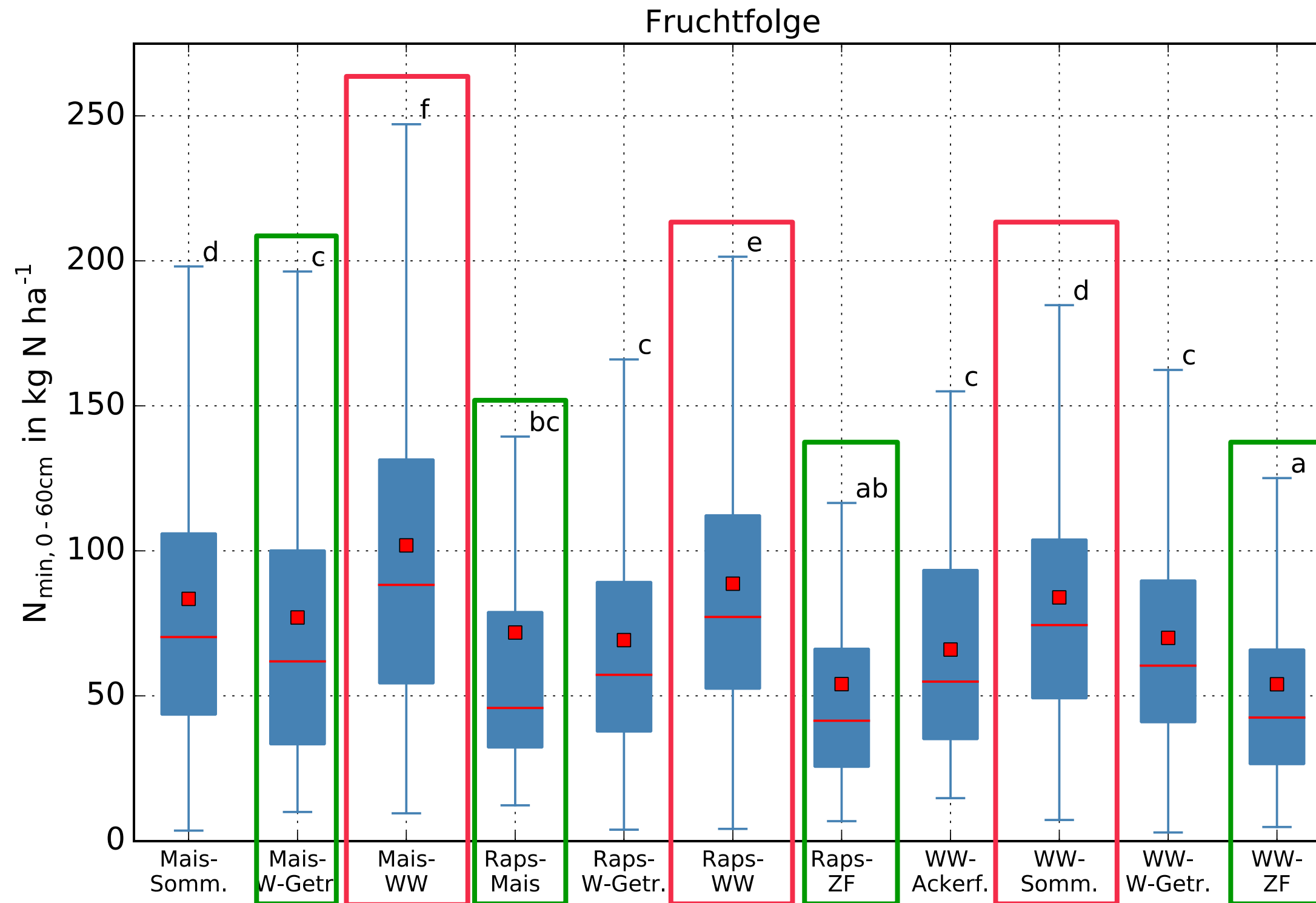
- min. Düngung im Herbst keine Relevanz, organische relevanter
- Höhe der org. Düngung im Herbst bei Flächen mit Applikation kontinuierlich rückläufig, nicht erst seit 2017 (Novellierung DüV)
- N-Bilanzen zwischen Schutzgebieten nicht unterschiedlich, tendenziell im Nitrat- und Wasserschutzgebiet niedriger (im Mittel **1-2 kg N ha<sup>-1</sup> weniger entspricht knapp 20 %**)

# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Einfluss Fruchtart



Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis,  $p < 0.01$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Einfluss Fruchtfolge



■ **ungünstigste Fälle**

■ Mais-WW

■ Raps-WW

■ WW-Sommerung

■ **günstigste Fälle**

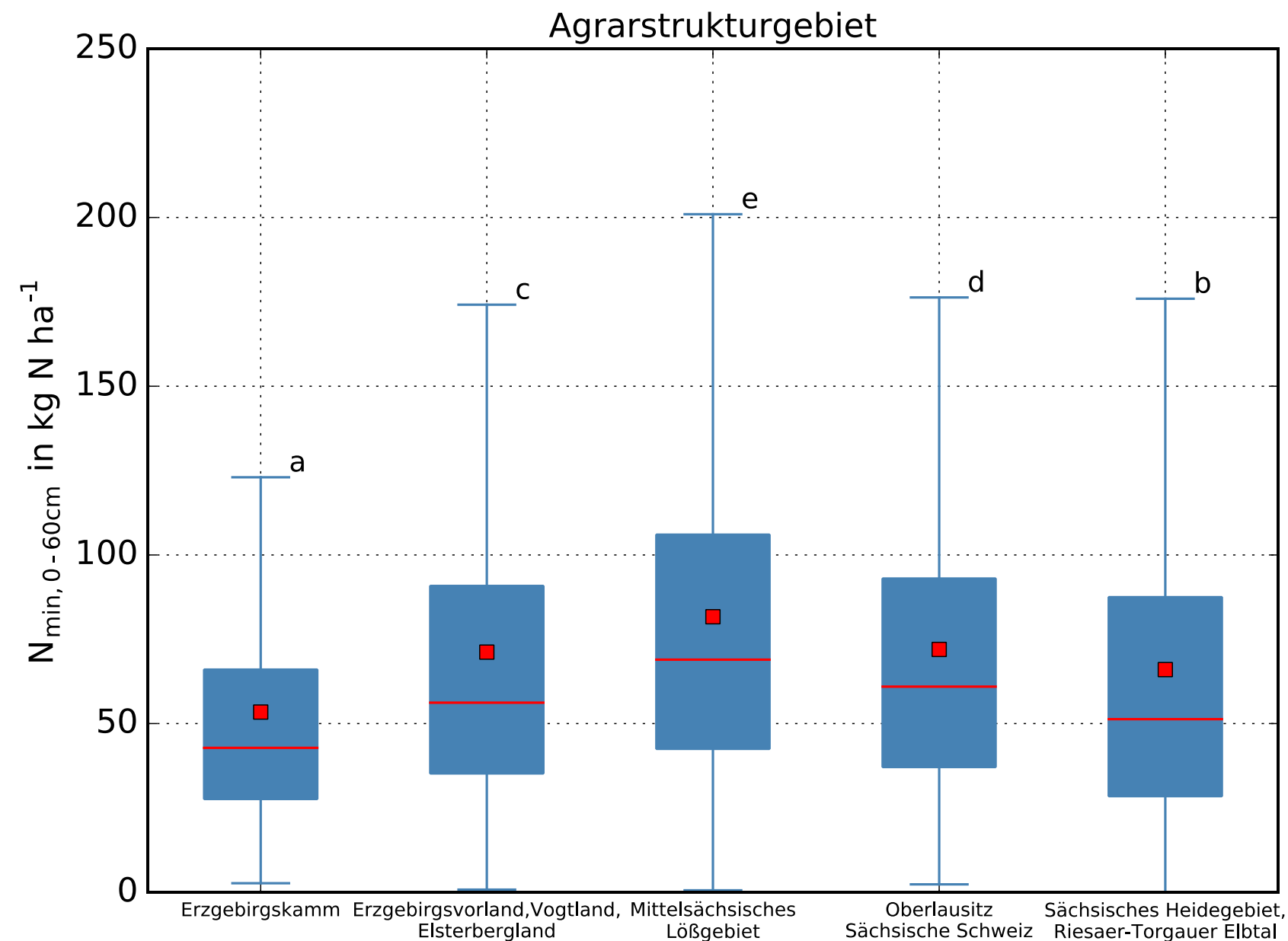
■ Mais-W-Getr.

■ Raps-Mais bzw. Raps-ZF

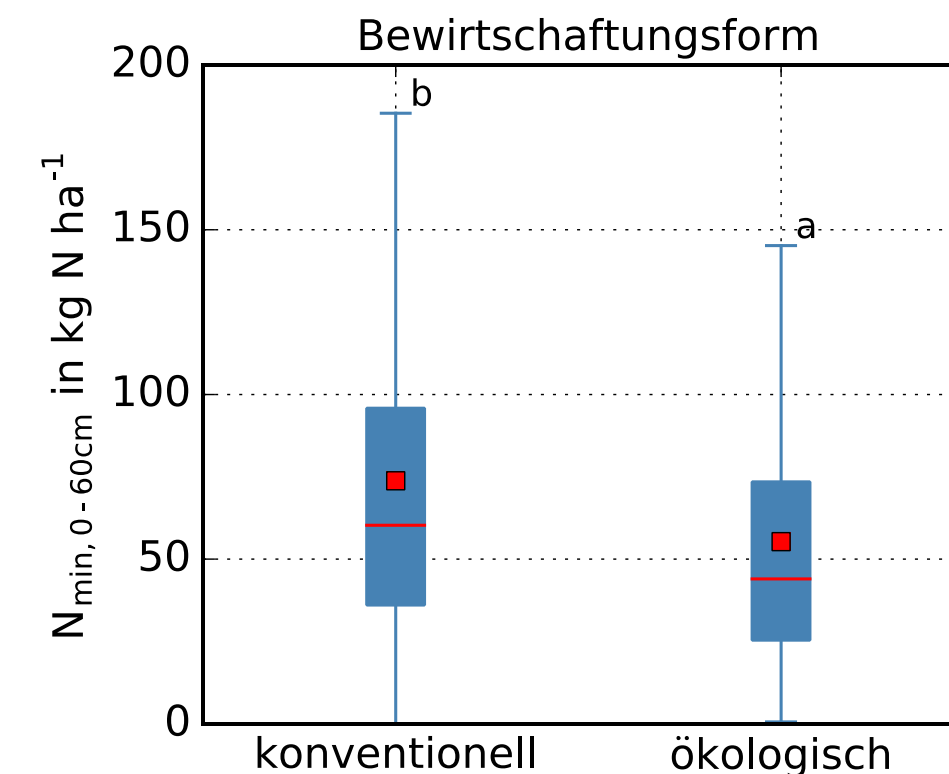
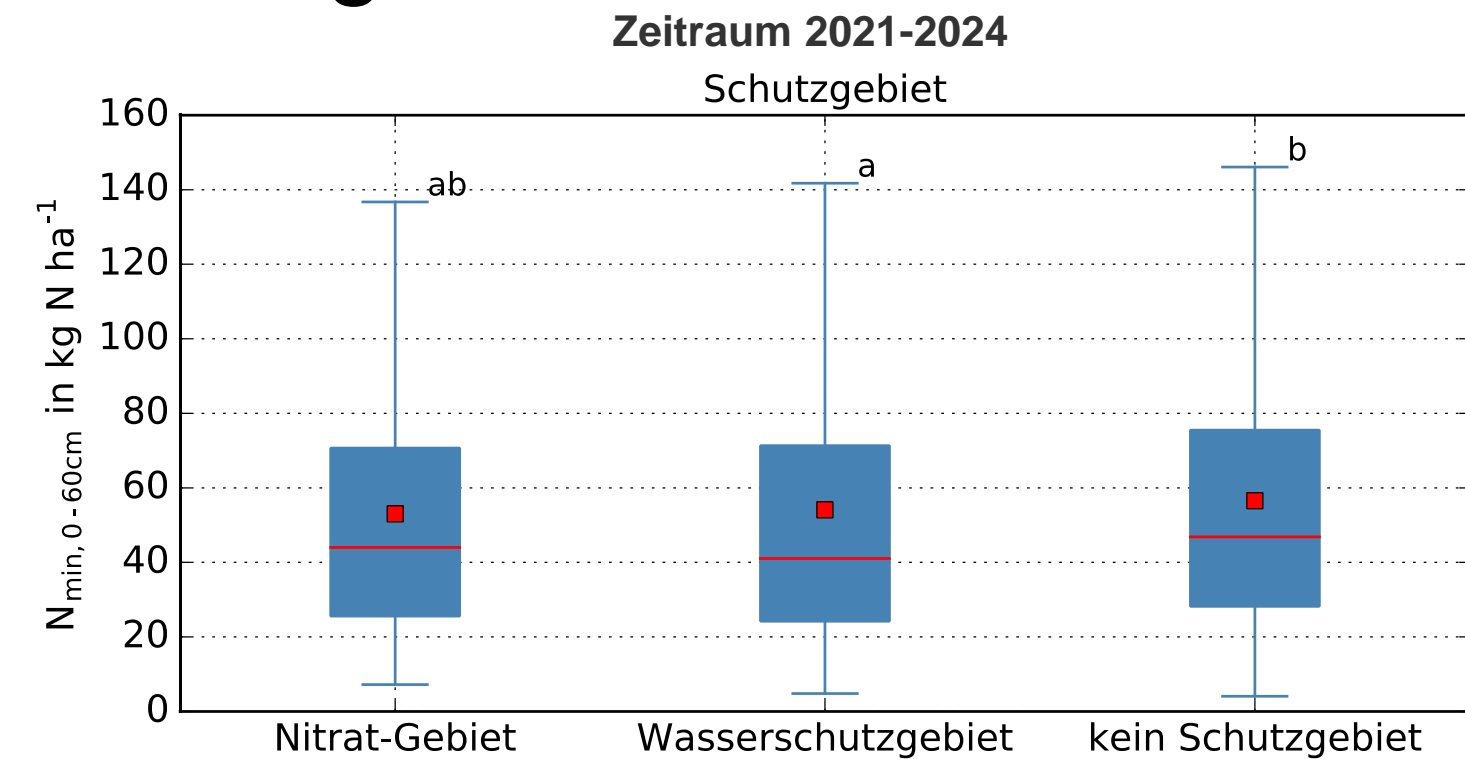
■ WW-ZF

Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis,  $p < 0.01$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

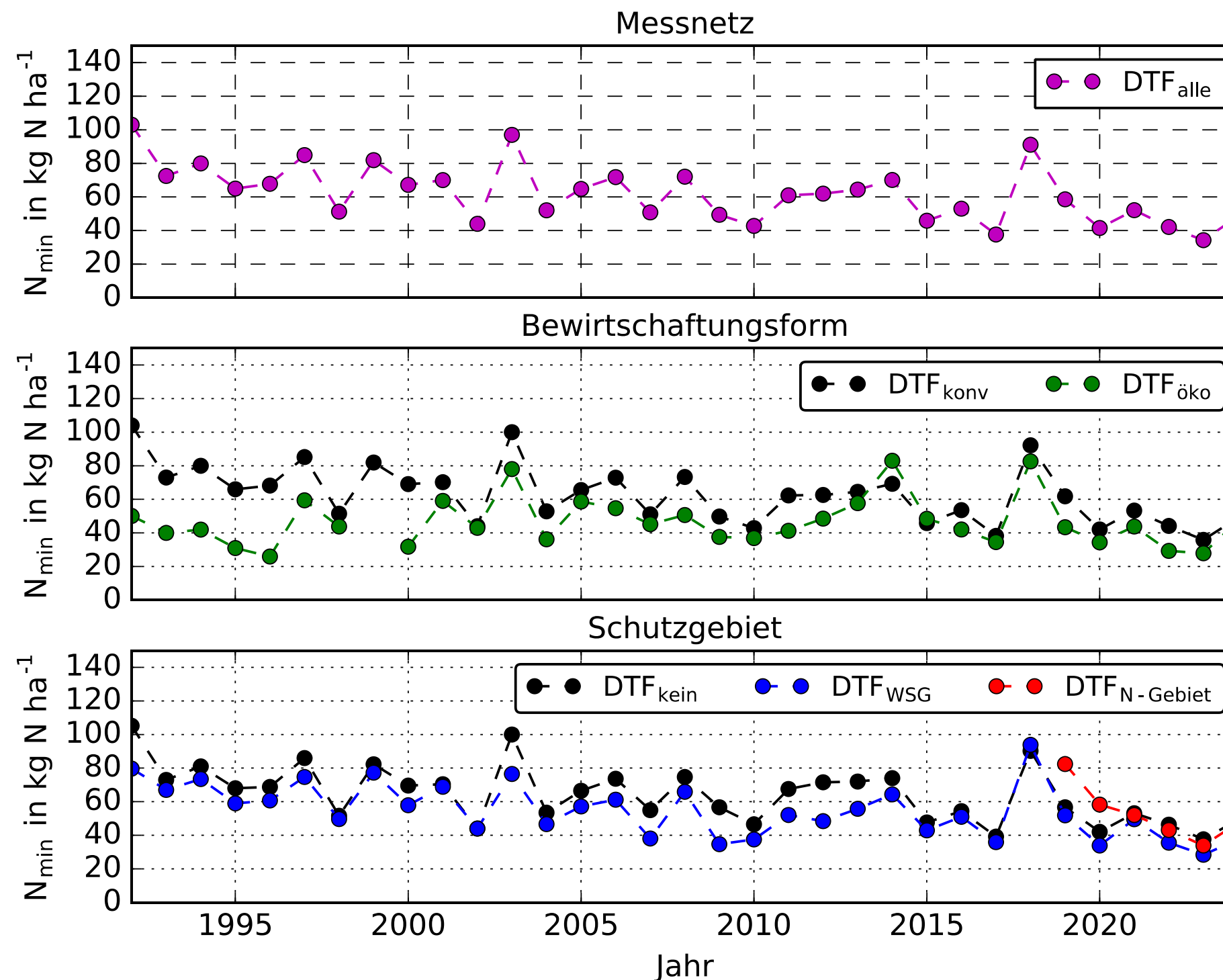
# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Gebiete u. Bewirtschaftung



Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis,  $p < 0.01$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test



# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende - Entwicklung



■ signifikante Abnahme<sup>(1)</sup> von  $N_{\min}$  seit 1992 → ca. 40 % Rückgang (Schätzung  $-1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ )<sup>(2)</sup>

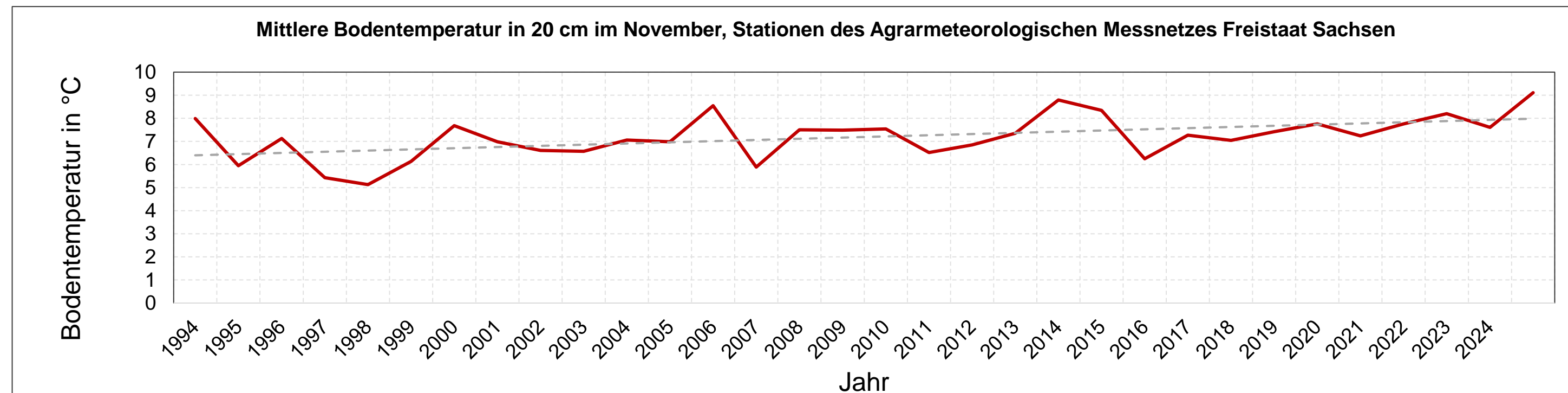
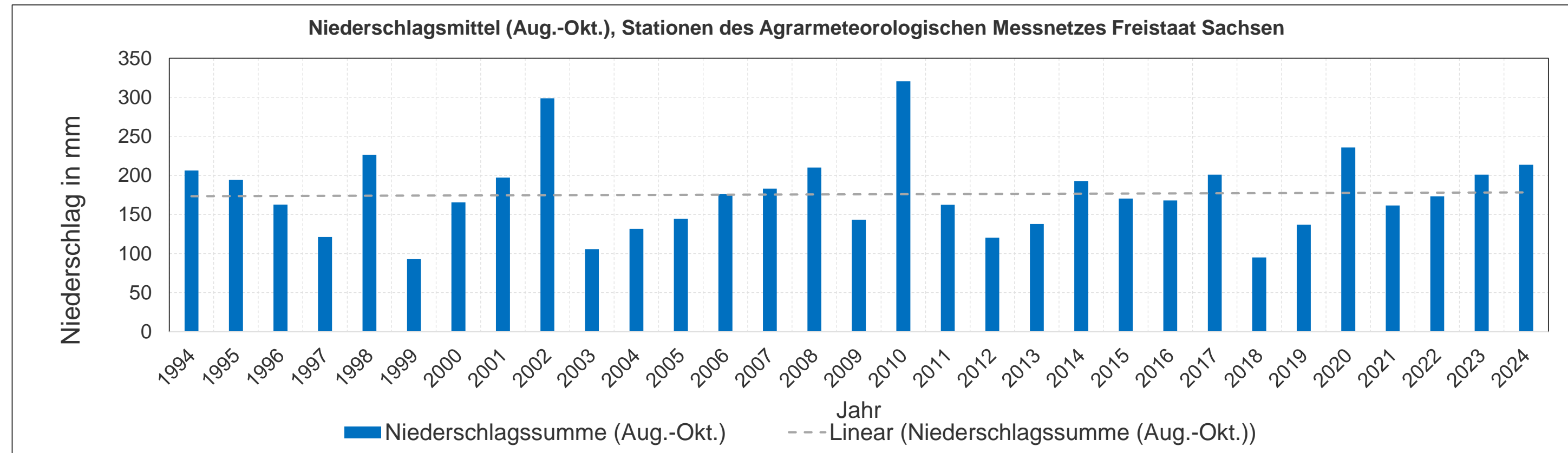
■ bei ökologischer und konventioneller Bew. parallel rückläufig

■ parallele Rückgänge auch zwischen Flächen in verschied. Schutzgebiet sichtbar

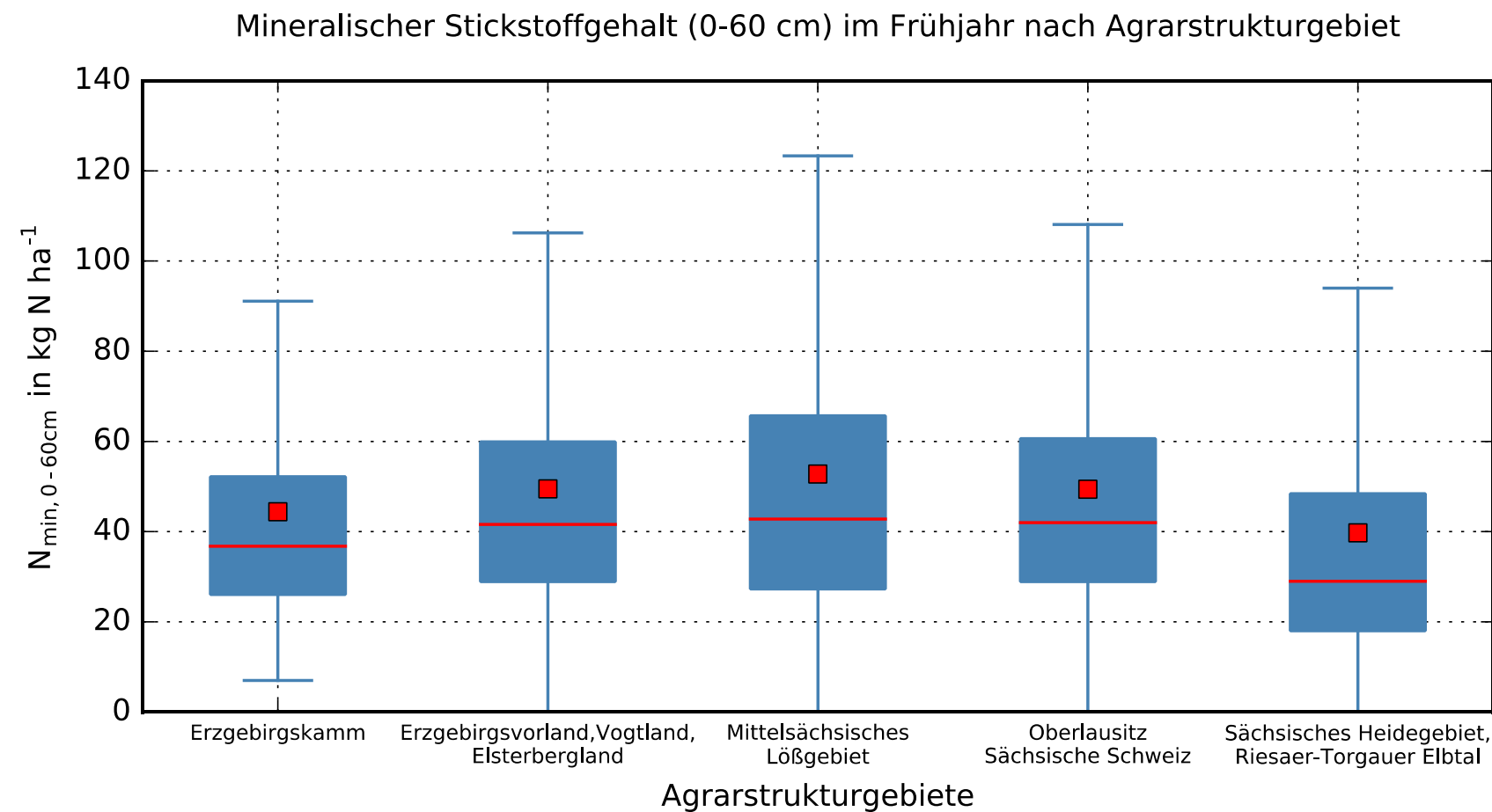
(1) signifikant Trend nach Mann-Kendall-Test,  $p < 0.01$

(2) signifikanter Trend nach t-Test,  $p < 0.01$

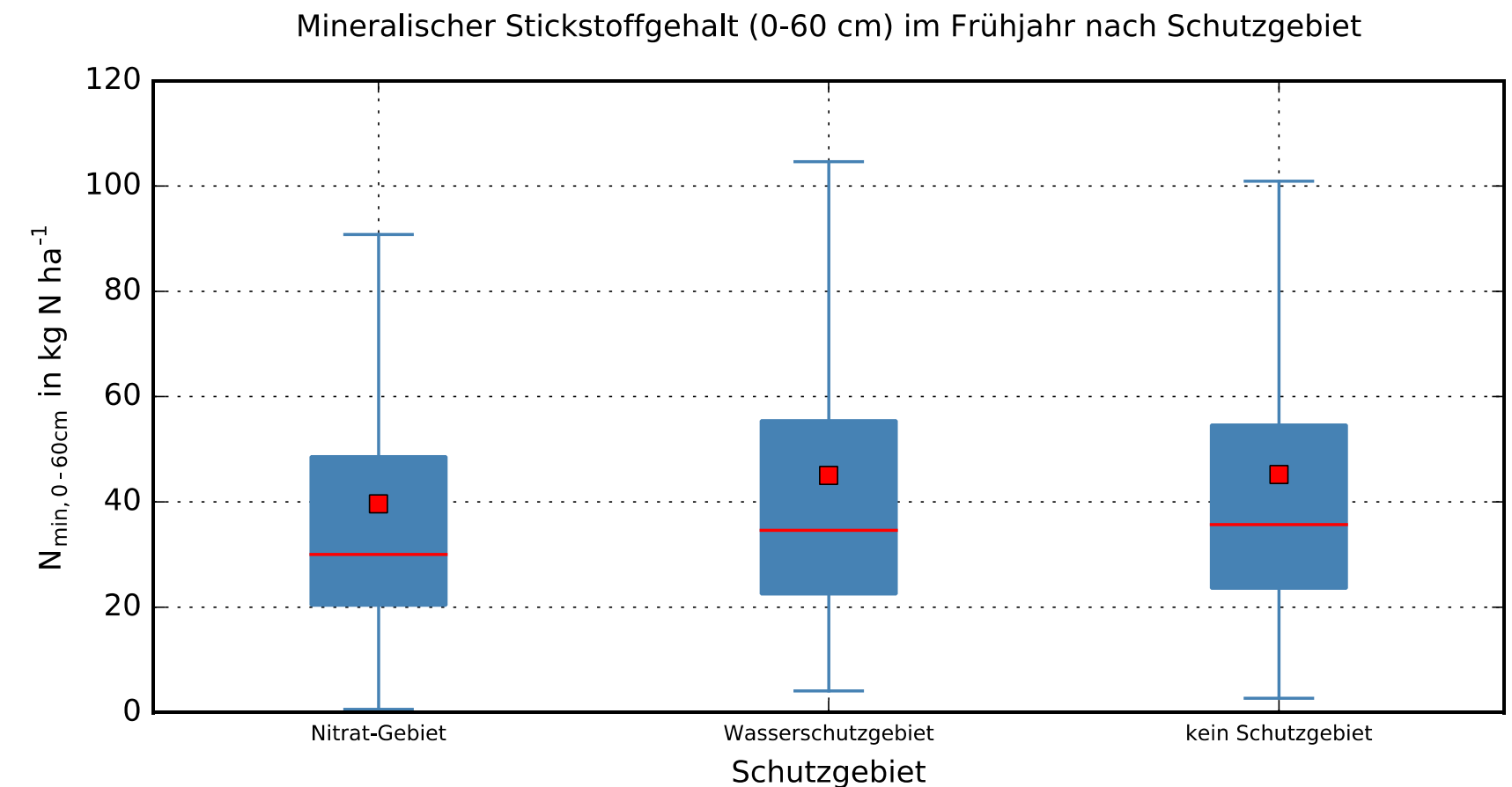
# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Niederschlag und Bodentemperatur



# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Frühjahr - Gebiete

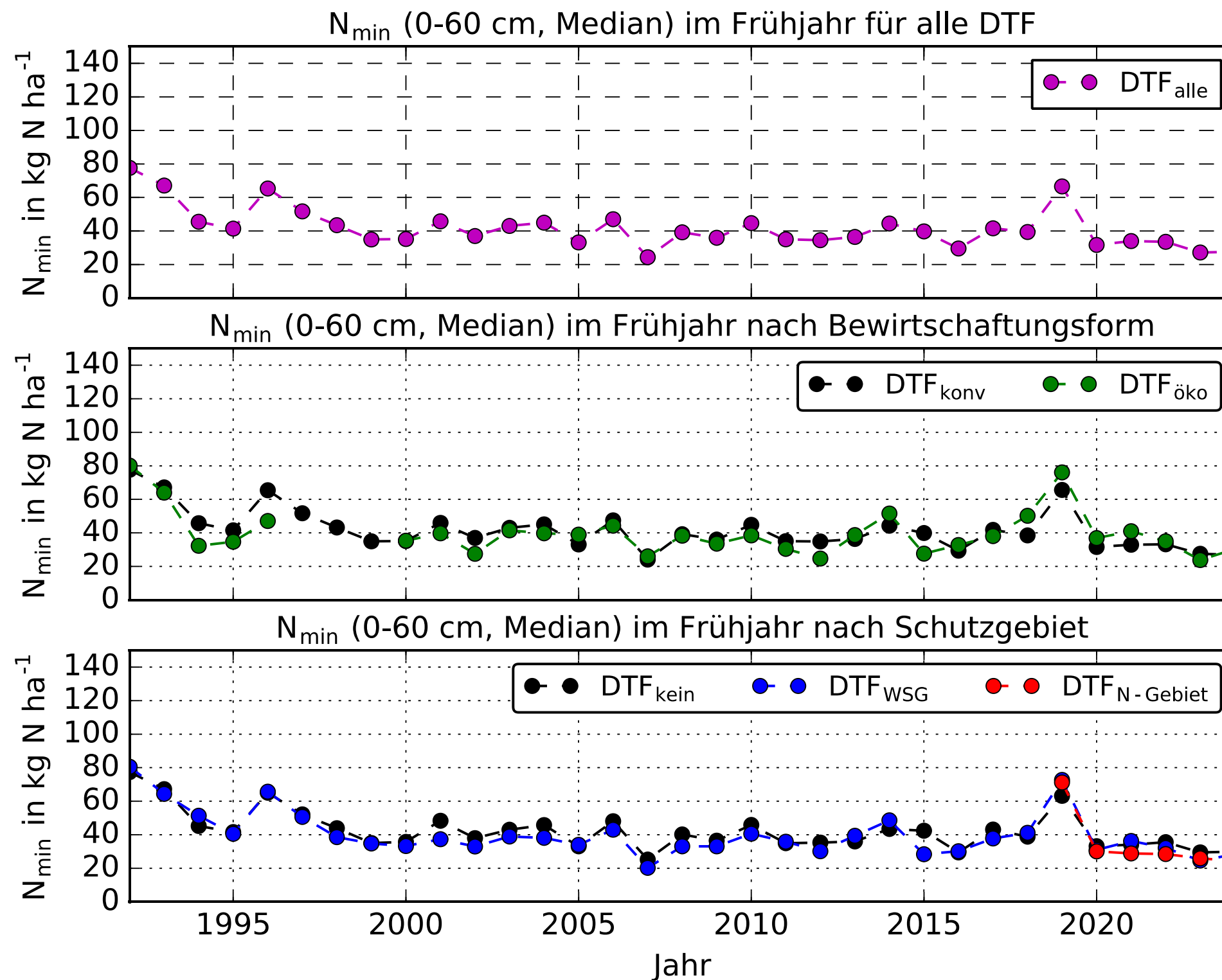


- bei Agrarstrukturgebieten gleiche Abstufungen beim  $N_{\min}$  im Frühjahr wie zu Vegetationsende



- Nitrat-Gebiet tendenziell niedrigste  $N_{\min}$ -Werte

# Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum im Frühjahr - Entwicklung



■ signifikante Abnahme<sup>(1)</sup> von  $N_{\min}$   
seit 1992 → ca. 50 % Rückgang  
(Schätzung -0.66 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)<sup>(2)</sup>

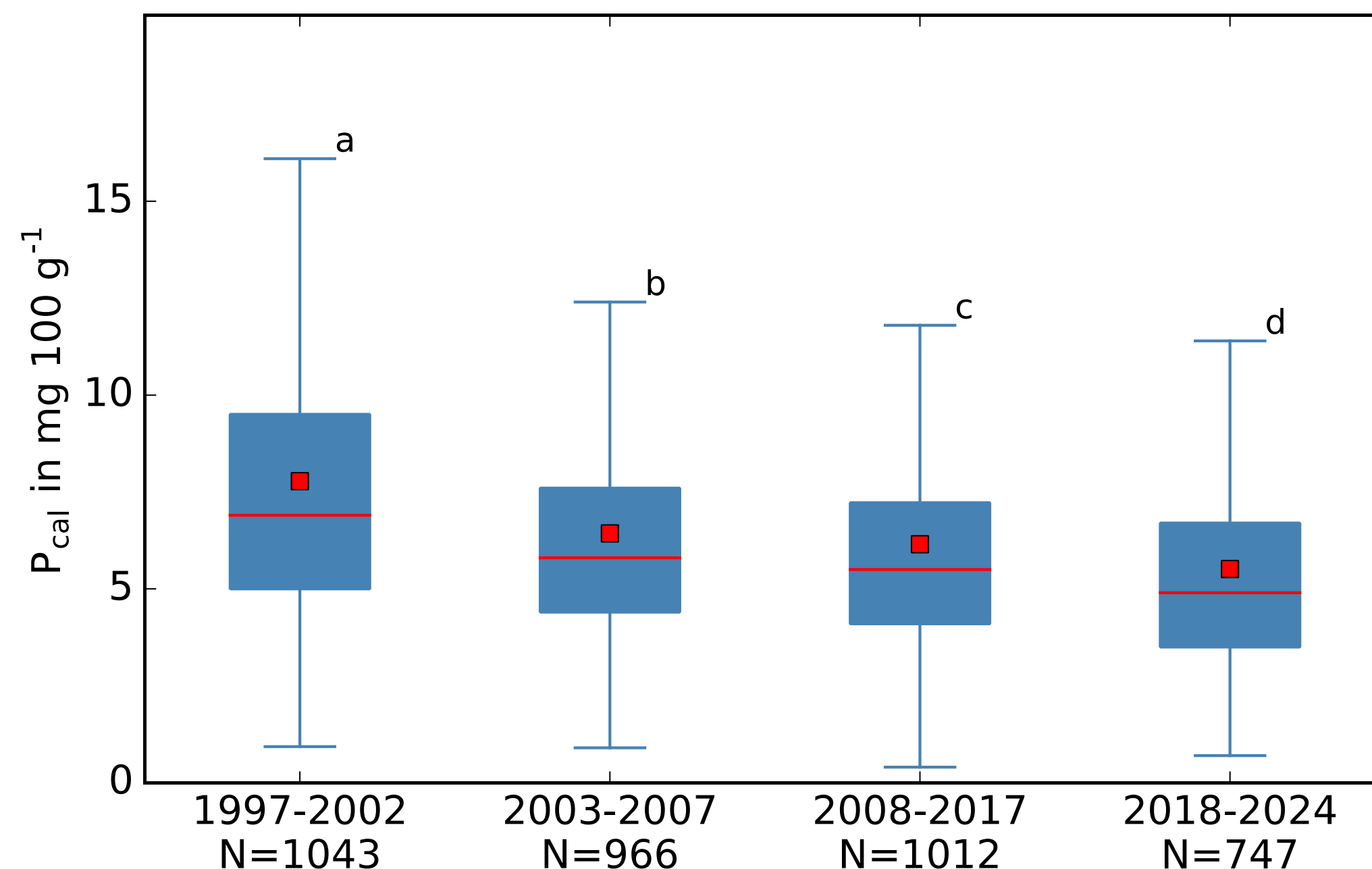
■ Unterschied beim  $N_{\min}$  zwischen  
ökologischer und konventioneller  
Bewirtschaftung nicht so deutlich  
wie im Herbst

(1) signifikant Trend nach Mann-Kendall-Test,  $p < 0.01$

(2) signifikanter Trend nach t-Test,  $p < 0.01$

# Grundnährstoffe - Phosphor

Entwicklung des pflanzenverfügbaren Phosphors im Mittel aller DTF



■ kontinuierlicher Rückgang  
des pflanzlich verfügbaren P  
im Boden seit 1997

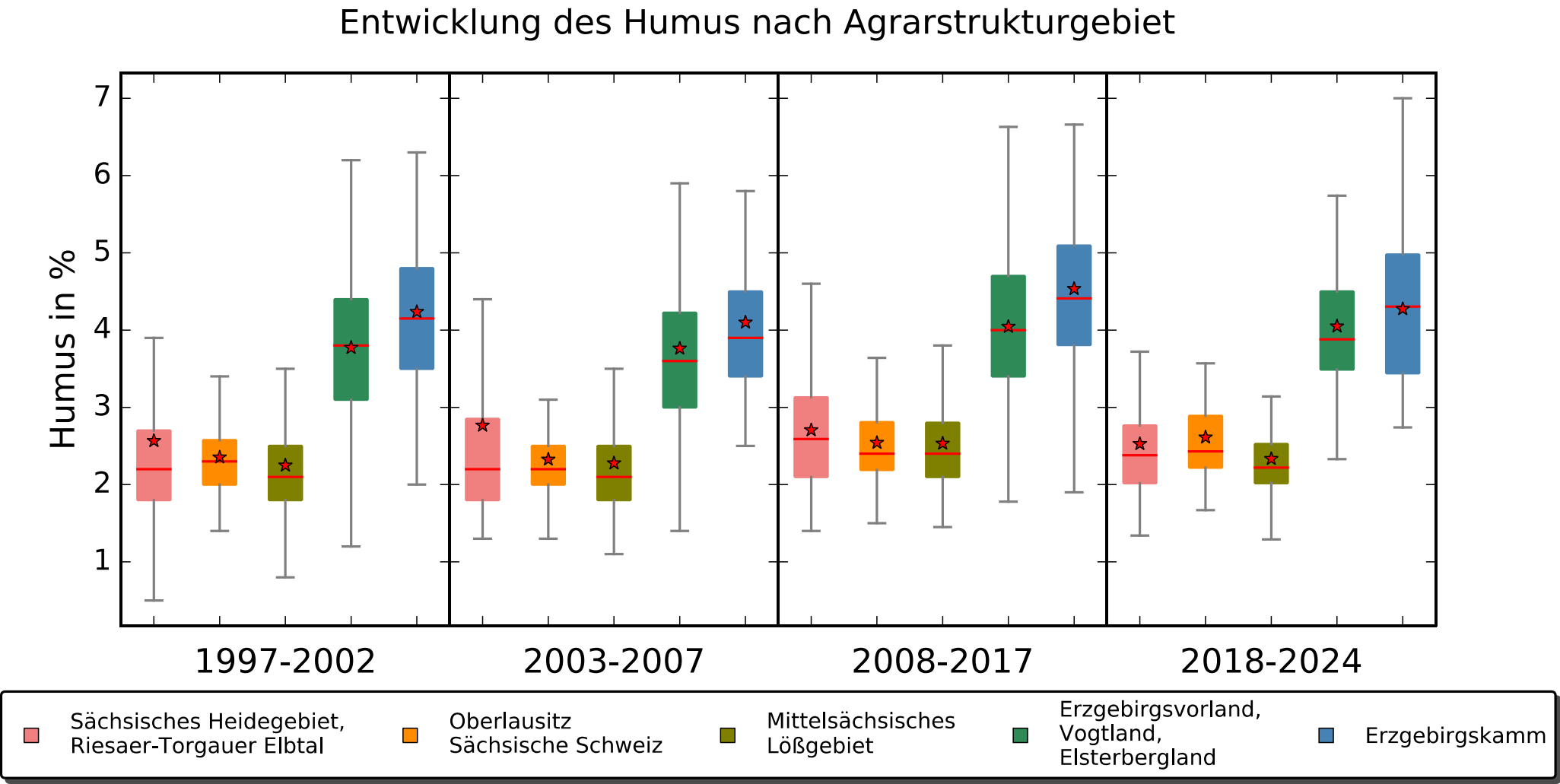
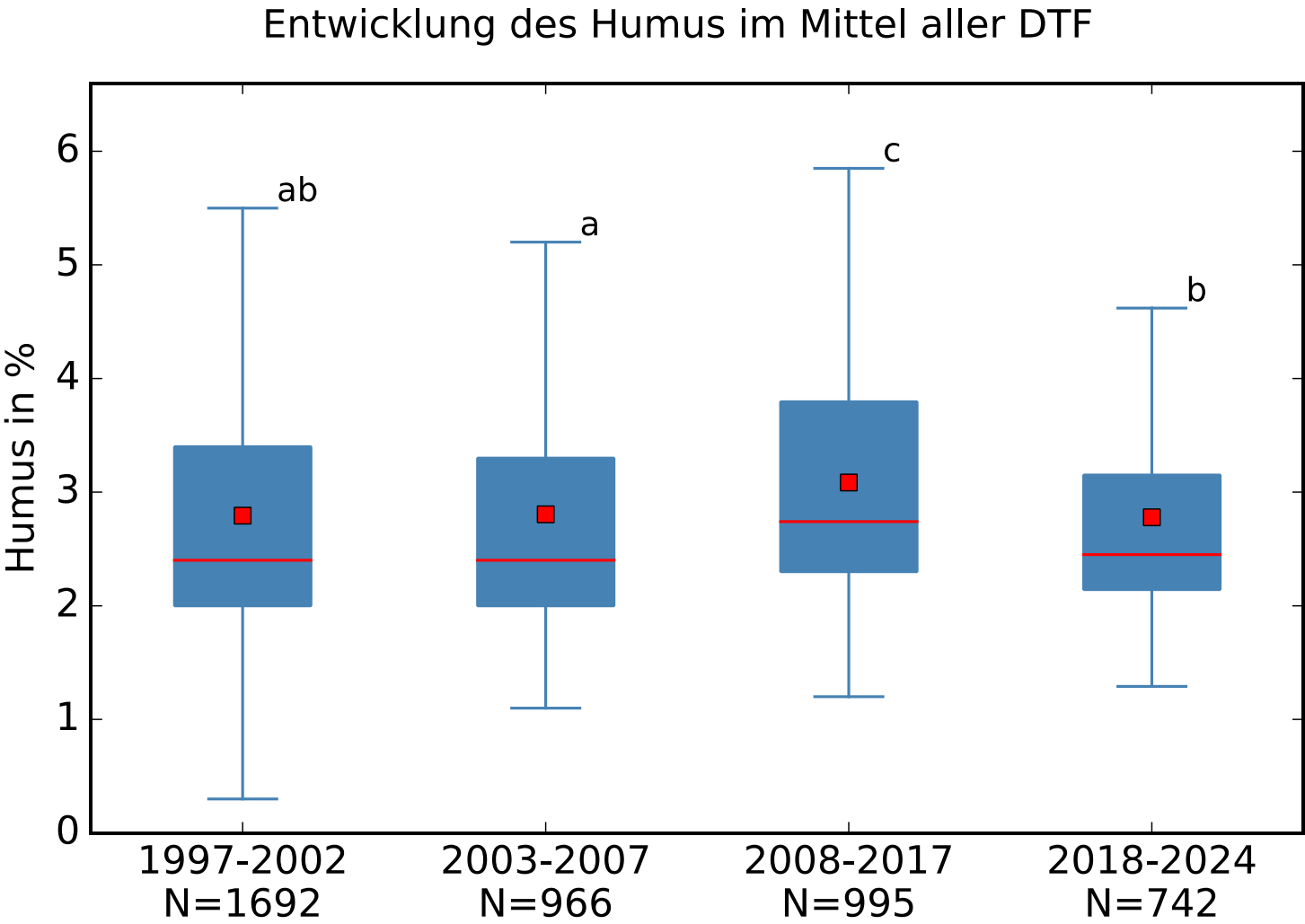
■ mittlere bis niedrigere  
Gehaltsklassen überwiegen  
aktuell auf Flächen

Gehaltsklassenverteilung

(A = 10 %, B = 39 %, C = 31 %,  
D = 14 %, E = 6 %)

Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis,  $p < 0.01$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen  
signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

# Grundnährstoffe - Humus



Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis,  $p < 0.01$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

# Zusammenfassung

- Zwischenfruchtanbau (ZF) stetig gestiegen, Potential für weitere ZF?, Wintergetreide und Raps leicht rückläufig
- Bodenbearbeitung nach der Ernte → Abnahme wendender Verfahren zugunsten nicht wendender (70 % pfluglos), im Ökolandbau sichtbare Schwankungen zwischen wendenden und nicht wendenden Verfahren (Umbruch, Unkrautdruck)
- N-Bilanz schwankte im Betrachtungszeitraum (keine Trend), aber seit 2021 mehrjährig ausgeglichen (oberhalb Optimum der N-Nutzungseffizienz), keine erheblichen Bilanzunterschiede zwischen Schutzgebieten
- Düngungsapplikation im Herbst rückläufig, deutlich seit 2017 bei organsicher Düngung
- Effekte der Vorfrucht und aktueller Frucht deutlich → Fruchtartenkombination
- Abnahme des  $N_{\min}$ -Gehaltes zum Vegetationsende (Reduktion um ca. 40 %) → deutliche (kontinuierliche) emissionsseitige Verbesserung → Sichtbarkeit Immission (Grundwasser)?
- Abnahme des  $N_{\min}$ -Gehaltes im Frühjahr (Reduktion um ca. 50 %),  $N_{\min}$  im Frühjahr im Nitrat-Gebiet geringer als außerhalb
- pflanzenverfügbarer P seit 1998 erheblich rückläufig, Gehaltsklassen B und C dominieren nun



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!