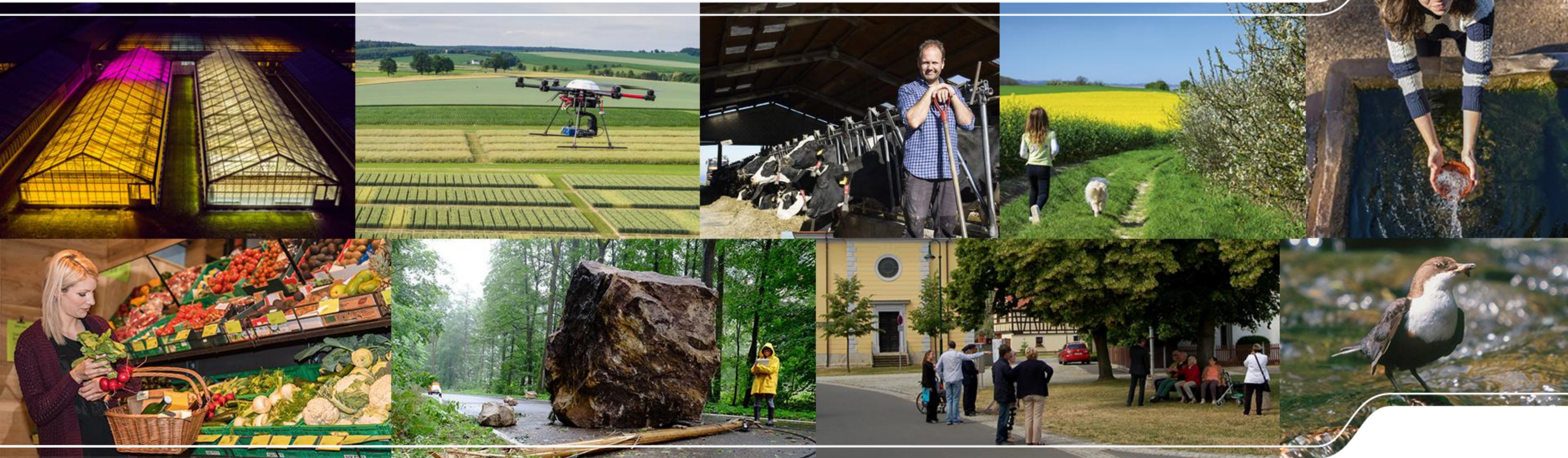


Nährstoffflüsse auf sächsischen Praxisflächen – Auswertung der Bewirtschaftungs- und Beprobungsdaten der Dauertestflächen

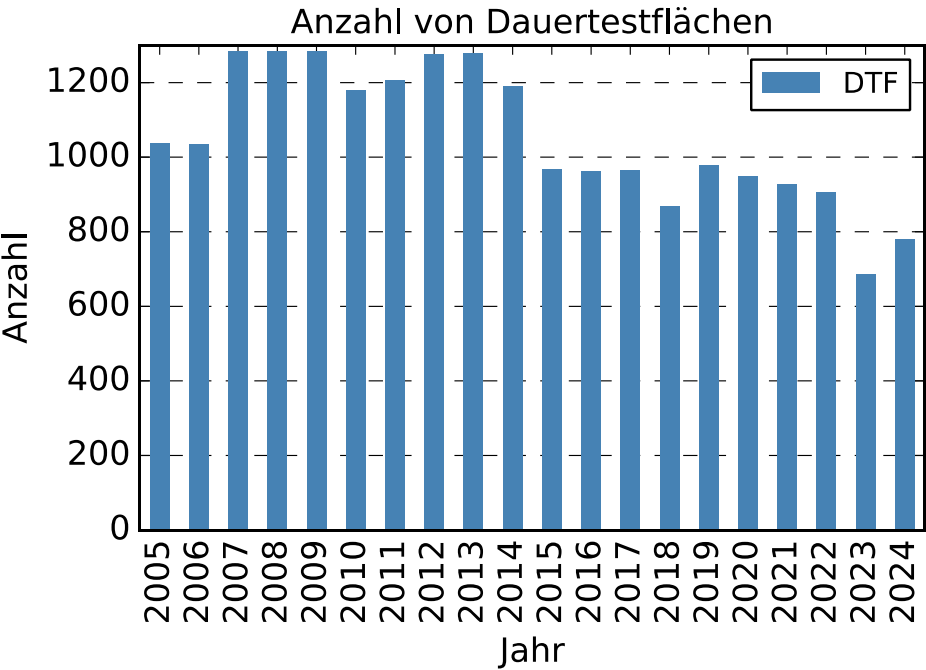
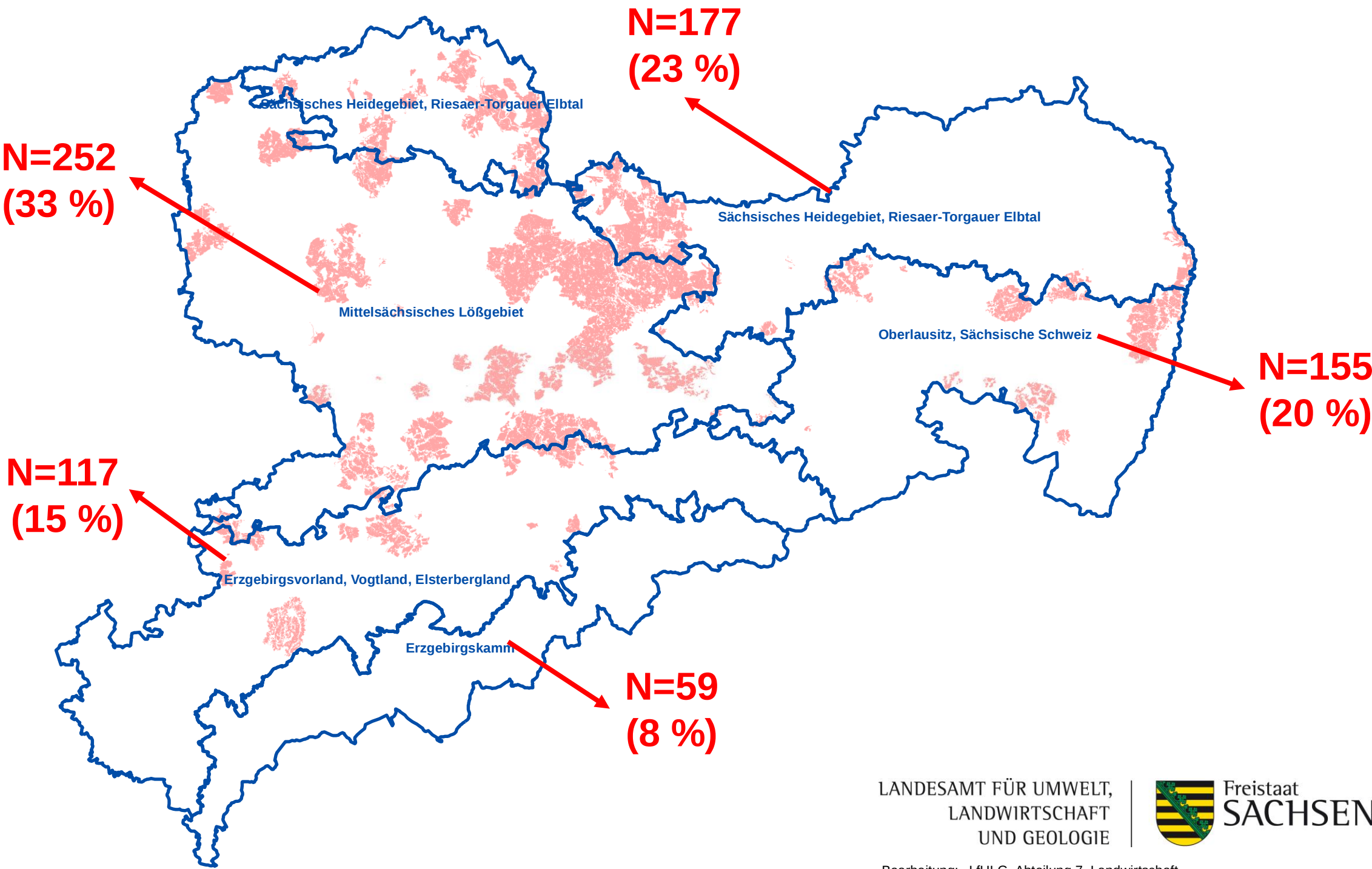


- I Dauertestflächen
 - I Messnetz (Charakteristiken und Monitoring)
- I Entwicklung des Bodенstoffhaushaltes und dessen Einflussfaktoren
 - I Standortcharakteristika
 - I Bewirtschaftungsform
 - I Stickstoff(N)-Bilanz
 - I Fruchtart und Zwischenfrucht
 - I Bodenbearbeitung
 - I Bedingungen im Frühjahr und Grundnährstoffe
- I Zusammenfassung und Schlussfolgerung

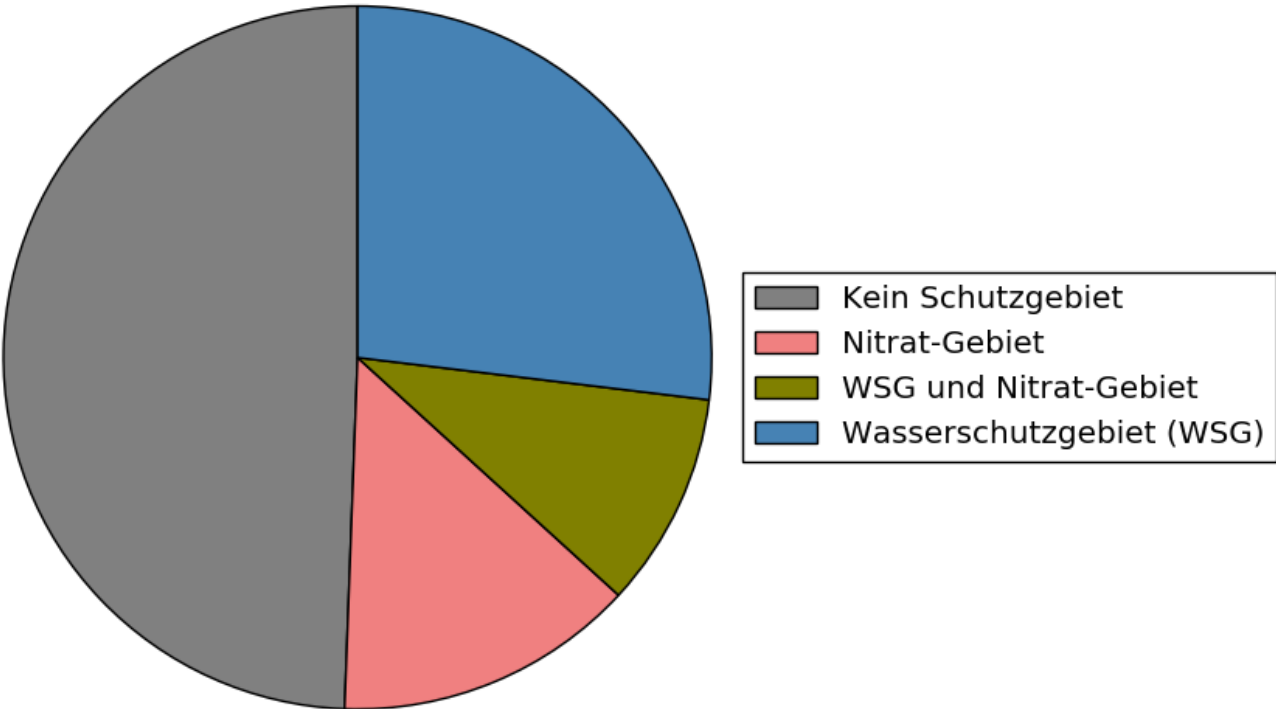
Messnetz – Dauertestflächen (DTF)

Historie

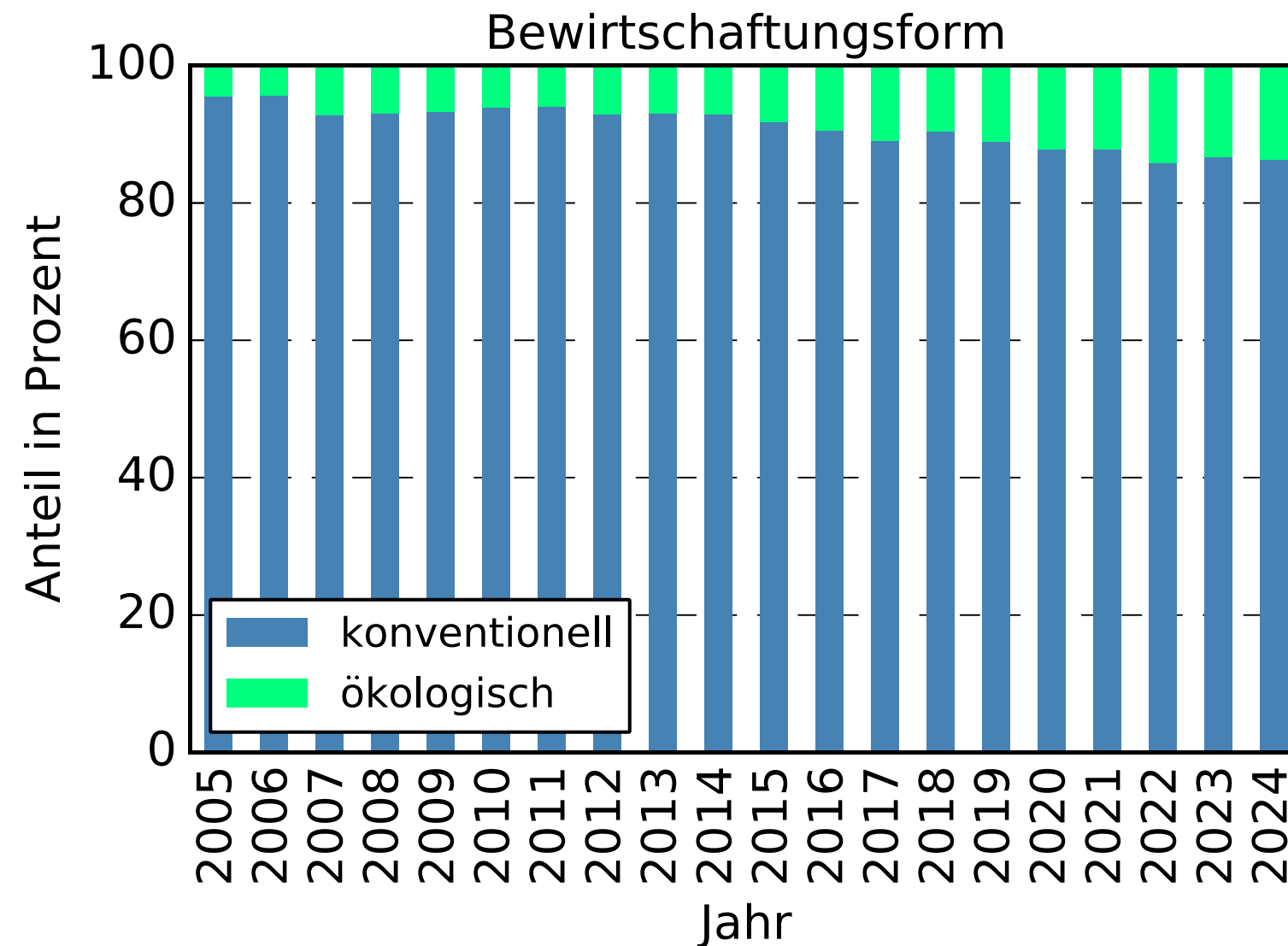
seit 1992 Messnetz in Betrieb, ca. 1000 Flächen



Lage in Schutzgebieten im Zeitraum 2022-2024



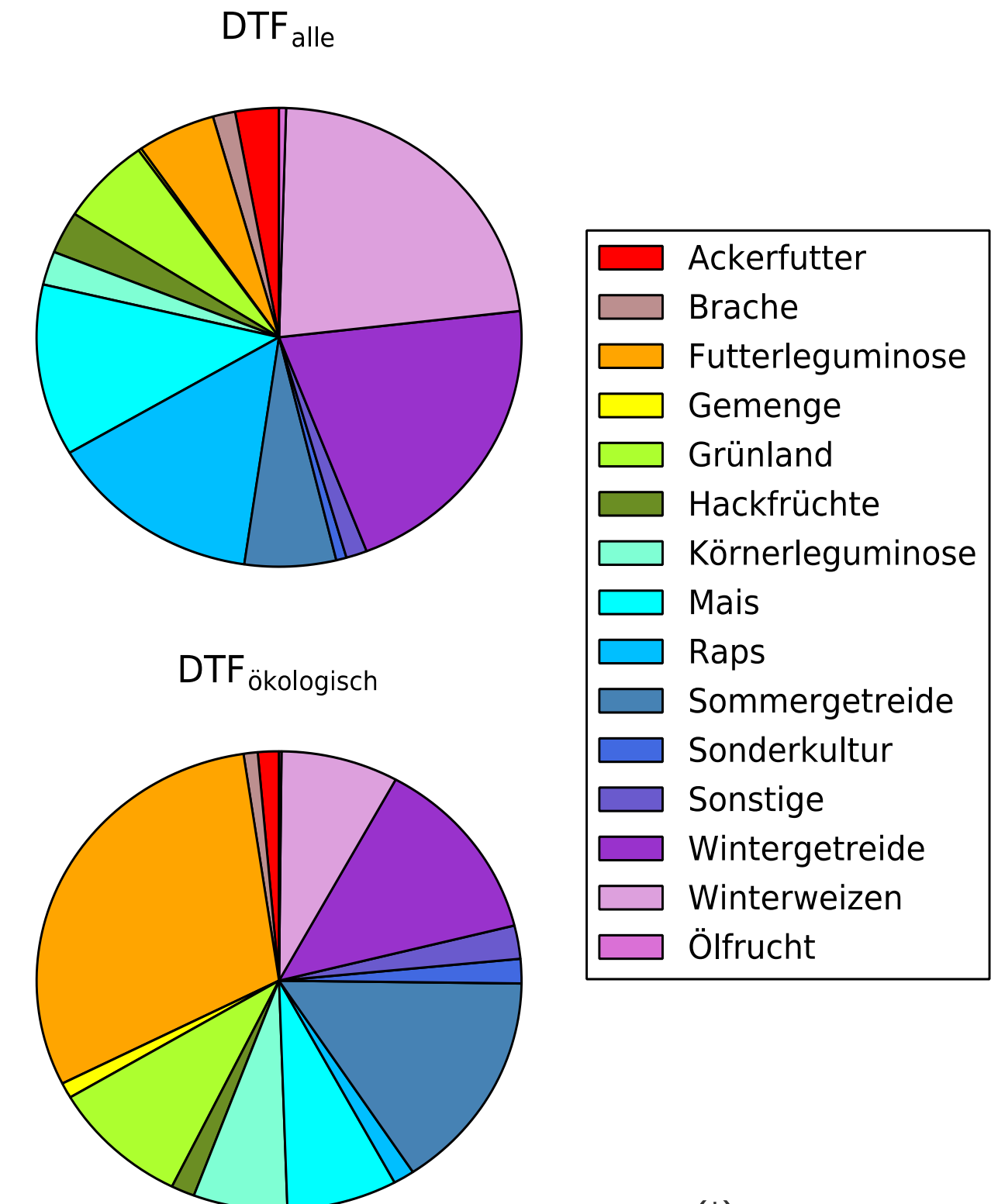
Messnetz – Bewirtschaftungsform und Anbau



Ökoanteil ca. 13 % → etwas über Anteil ökologischer Flächenbewirtschaftung in Sachsen (Jahr 2024 → 10 % (*))

Anbau zwischen konventionell und ökologisch erheblich verschieden (konv. → Wintergetreide, Raps, Mais, öko. → Leguminosen, S-Getr.)

Anbauspektrum im Zeitraum 2019-2024



Monitoring

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)

60 DTF (feste Flächen)

Indikator – N-Austragspotential

Vegetations-
ende

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

alle DTF

Probenahme für $N_{\min}$ -Bestimmung

Zeitpunkt: Vegetationsruhe im November

Grund-
nährstoffe

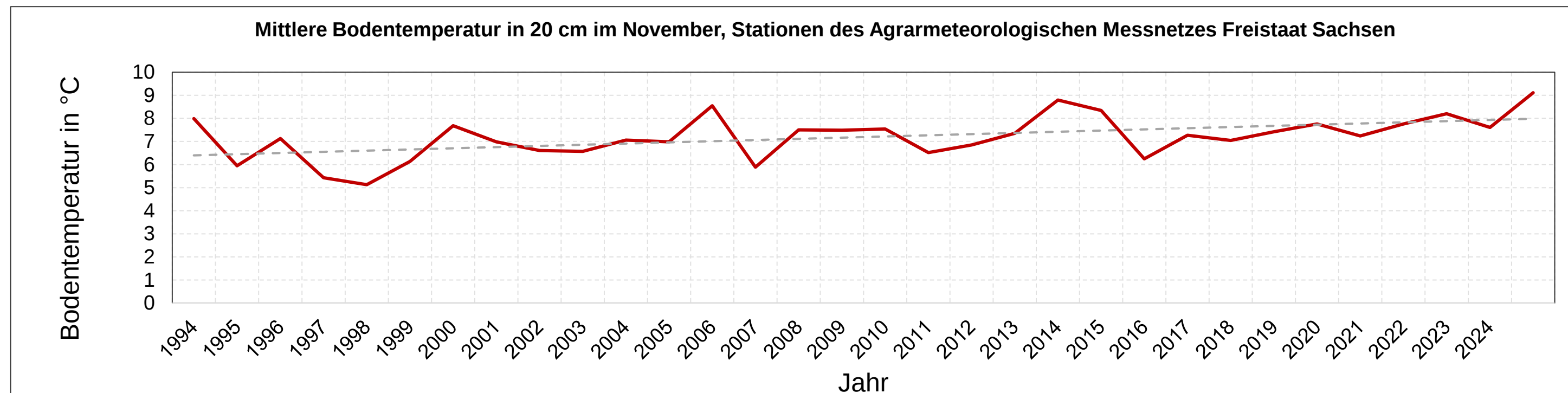
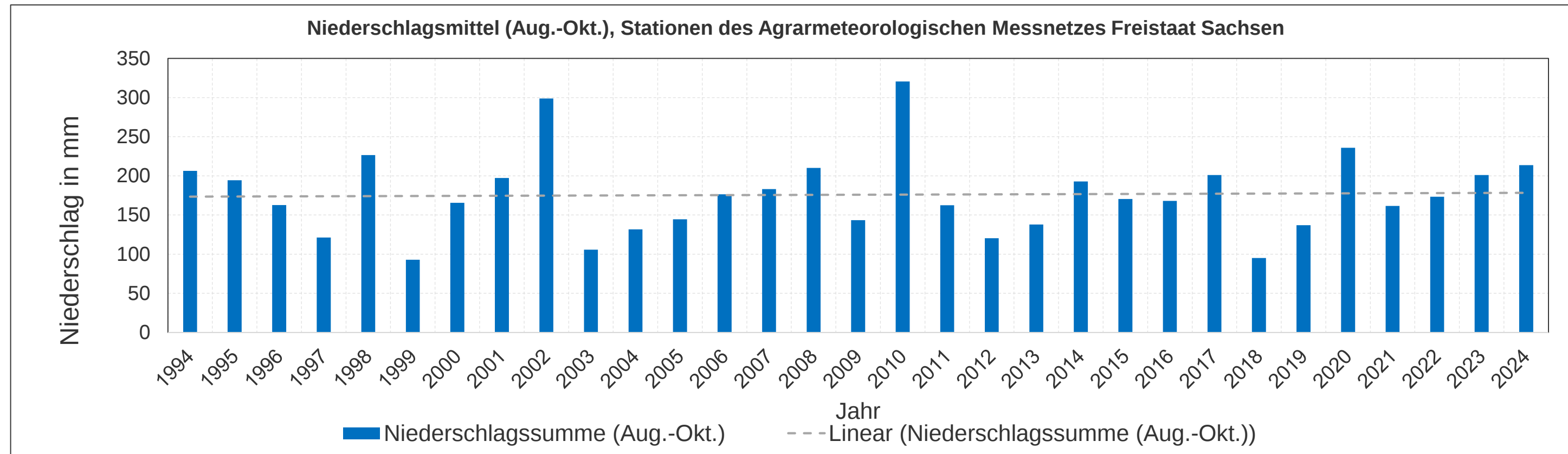
(Tiefe: 0-20 cm)

alle DTF im Turnus von 5 Jahren

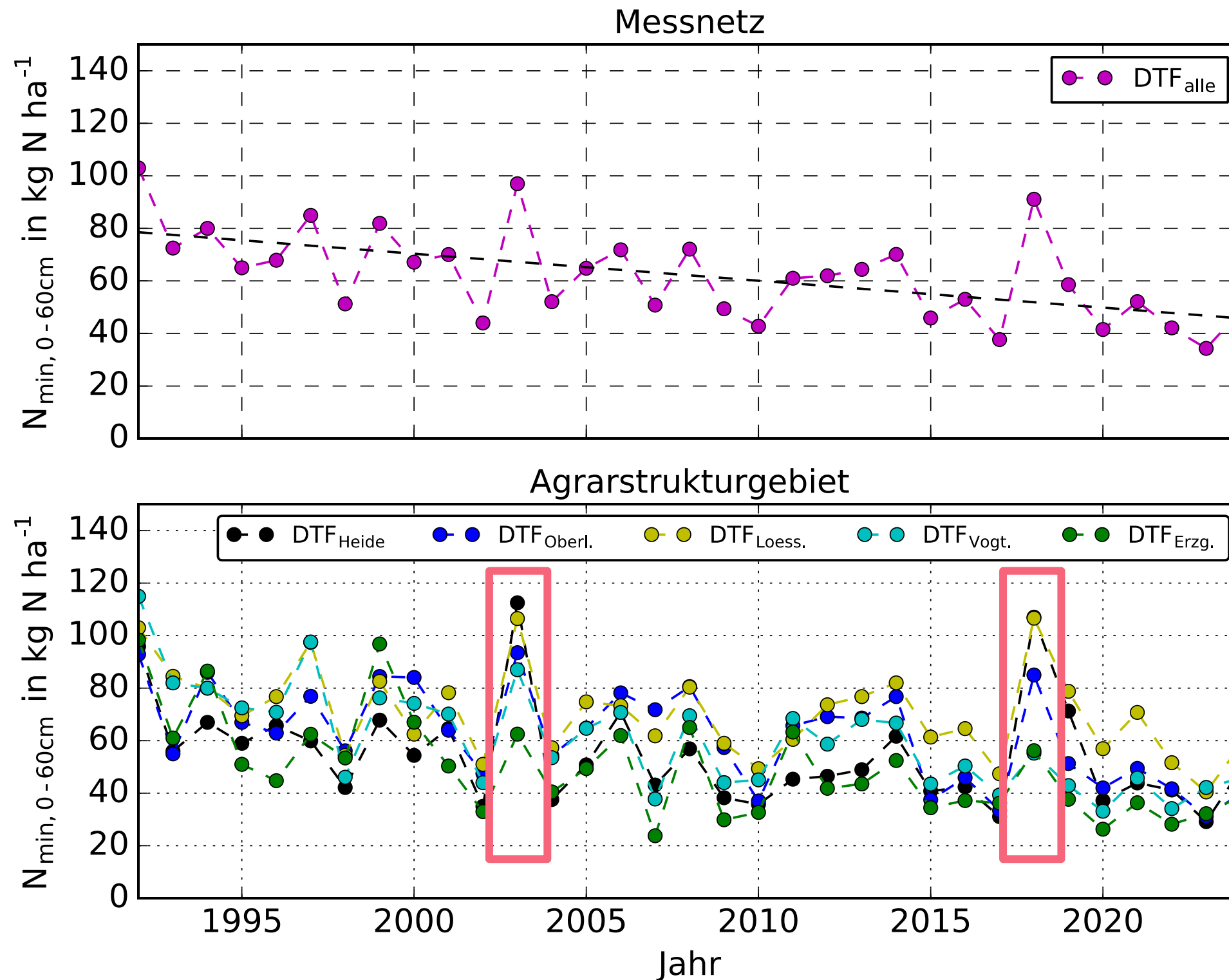
Probenahme für Grundnährstoffe (P_{cal} ,
K, Mg, N_t , C_{org} , pH)

Zeitpunkt: frostfrei

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



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



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

kontinuierliche Abnahme des $N_{\min}$ auch in allen Agrarstrukturgebieten (AGS) sichtbar, **Effekte der Trockenjahre 2003 und 2018 in AGS unterschiedlich stark ausgeprägt**

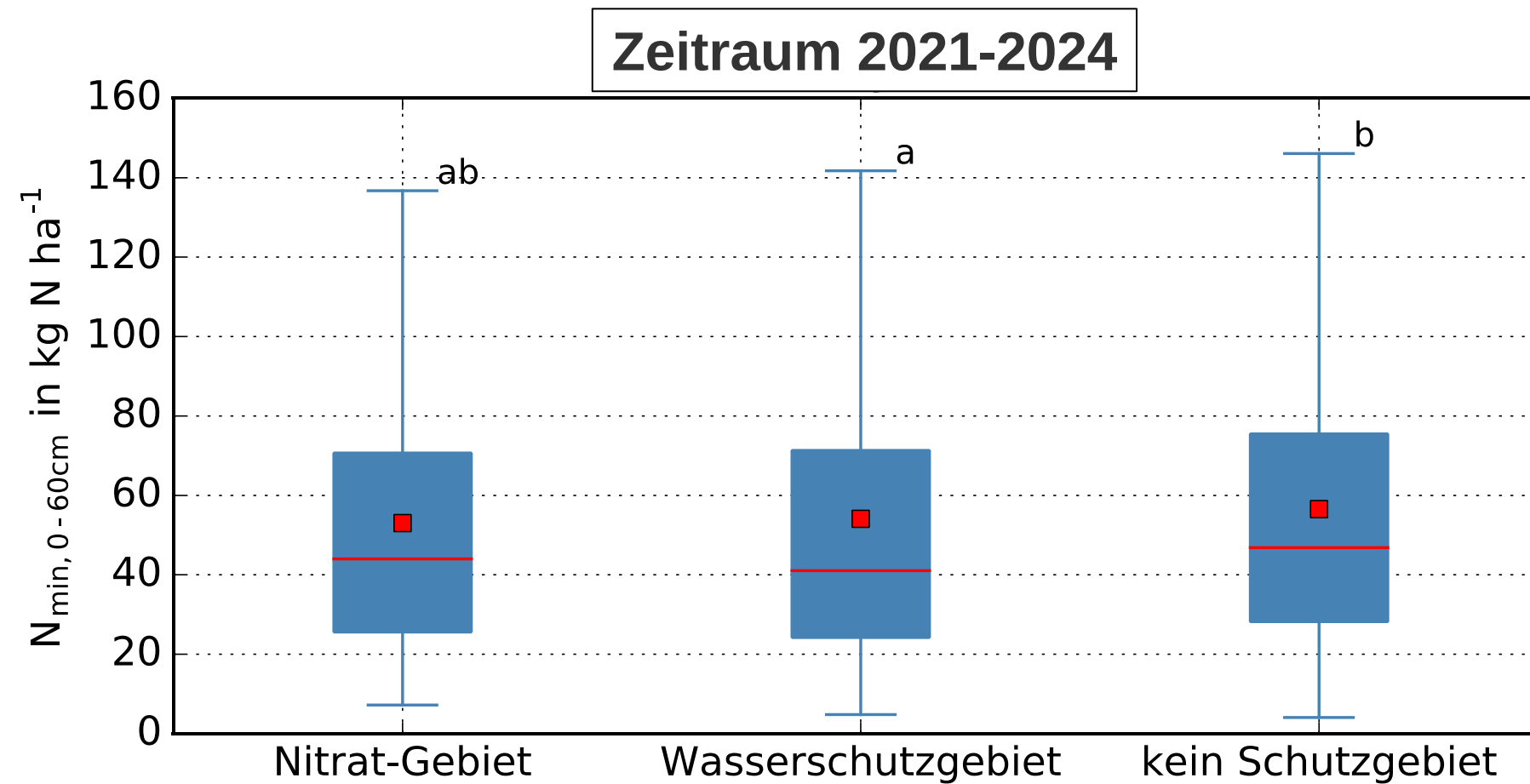
Erläuterung der Kürzel für die AGS:

- Heide: Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal
- Oberl.: Oberlausitz, Sächsische Schweiz
- Loess.: Mittelsächsisches Lössgebiet
- Vogt.: Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland
- Erzg.: Erzgebirgskamm

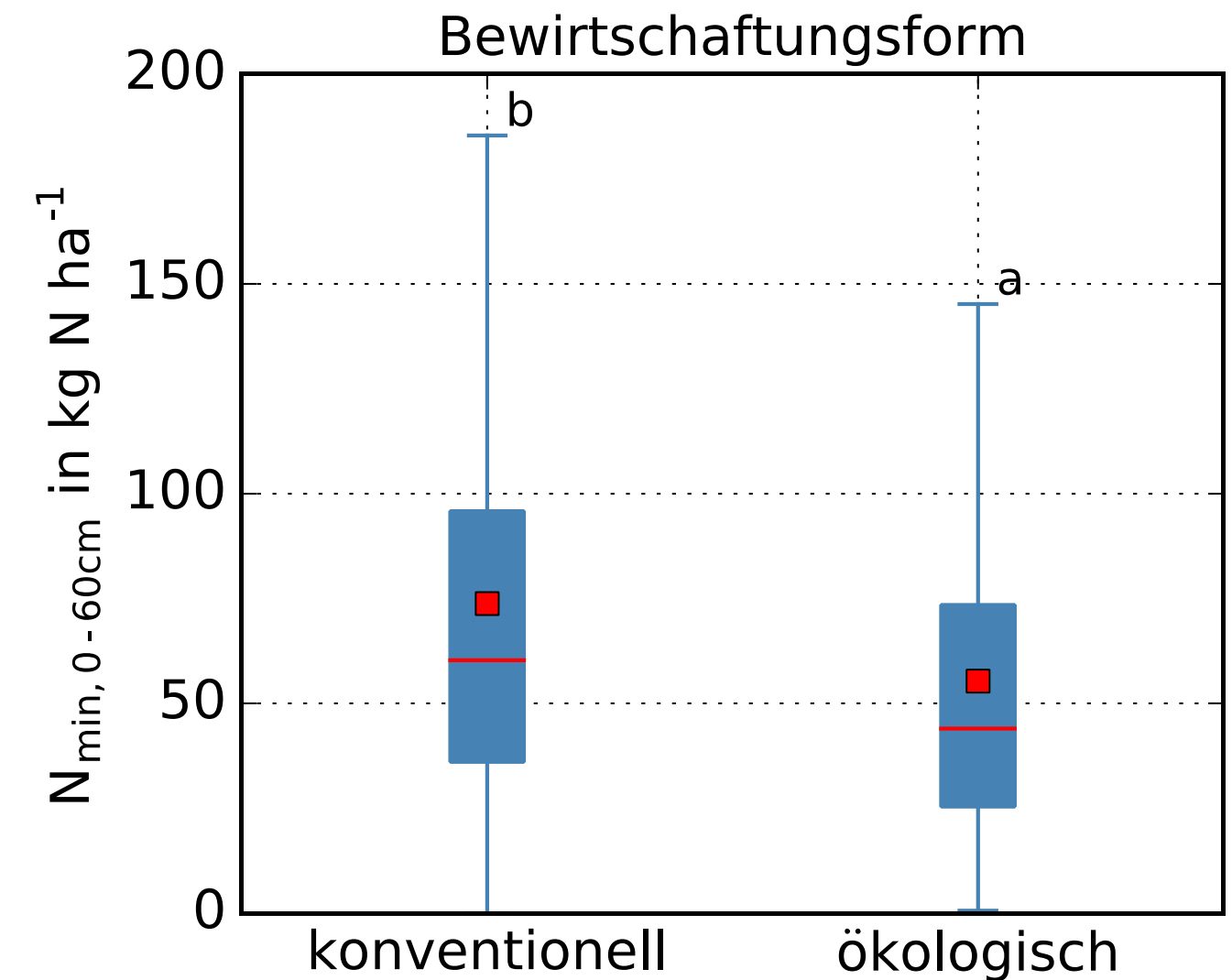
(1) signifikant Trend nach Mann-Kendall-Test, $p < 0.01$

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

Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Schutzgebiete und Bewirtschaftungsform

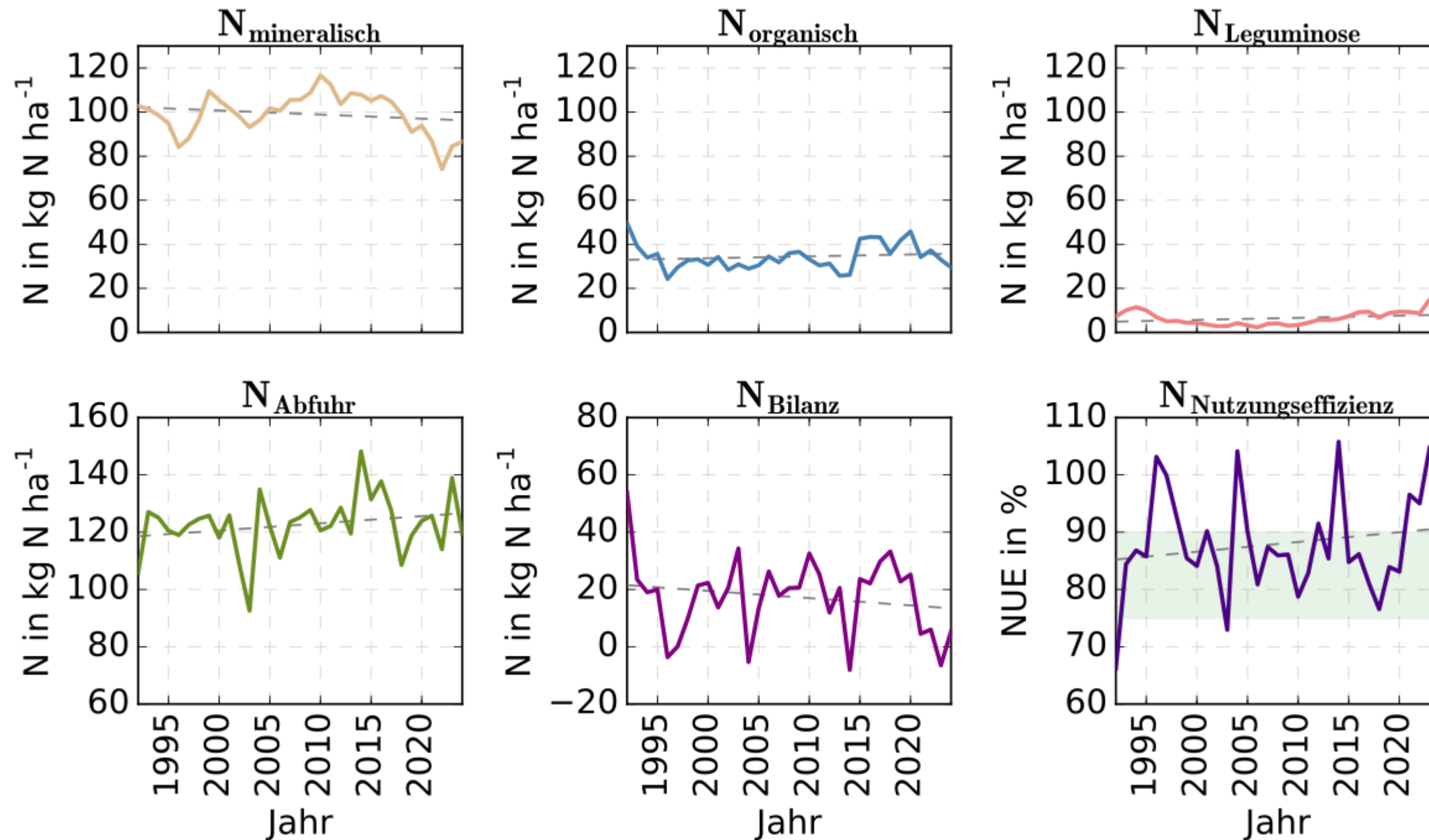


Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis, $p < 0.01$, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test



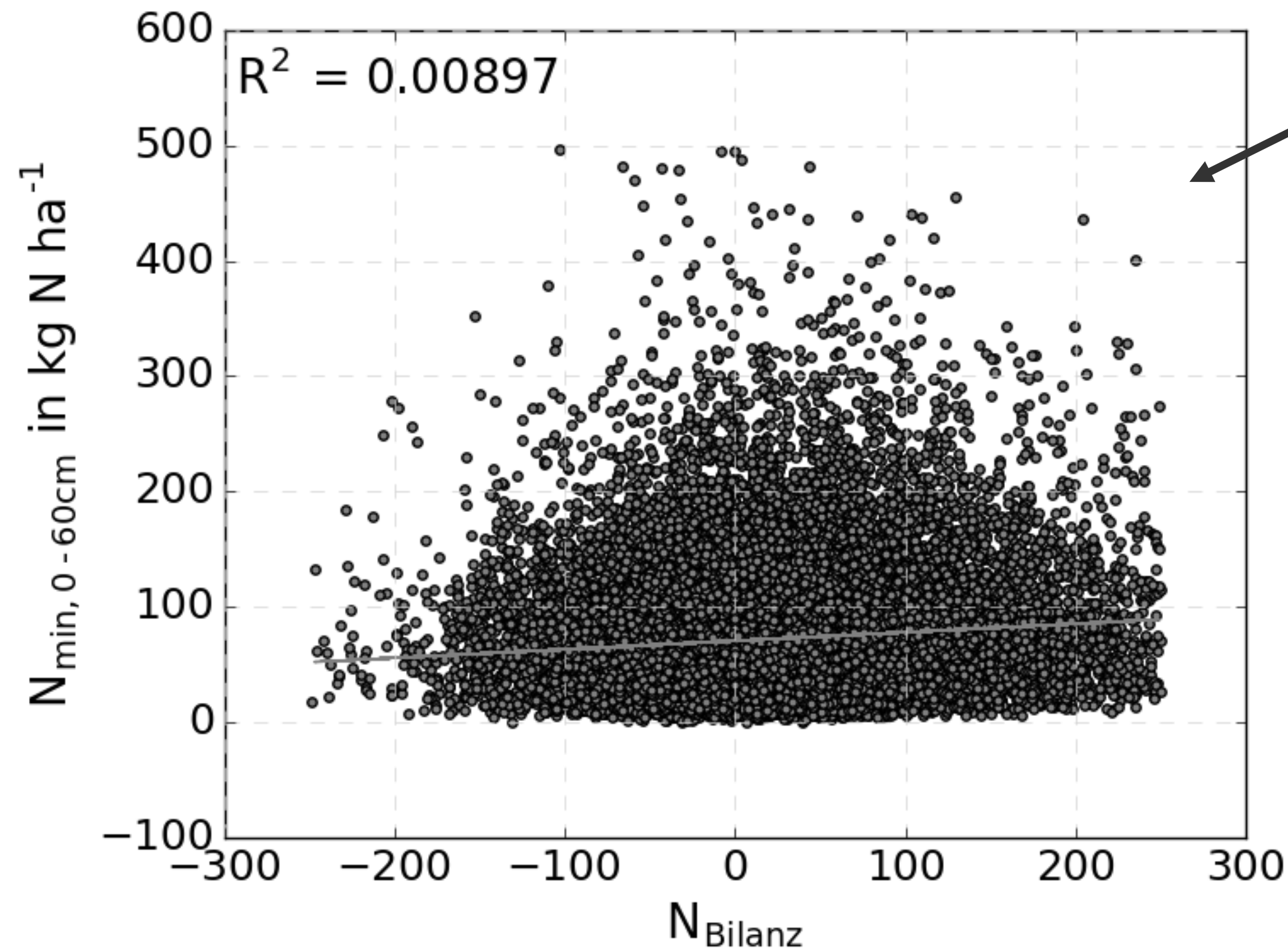
Test auf Signifikanz nach Mann-Whitney, $p < 0.01$, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

Bodenstickstoffhaushalt – Netto-Stickstoffbilanz



- Einsatz von org. (als Gesamt-N abgebildet) und min. Dünger unterlag Schwankungen
- letzte Jahre erheblicher Rückgang beim Mineraldüngereinsatz → z.T. Kompensation durch organischen Dünger
- N-Abfuhr leicht angestiegen
- N-Bilanz über Zeitraum schwankend → tendenziell rückläufig, aber **nicht signifikant**, wobei seit 2021 mehrjährig nahezu ausgeglichen (bei 0 kg N ha⁻¹)
- N-Nutzungseffizienz mehrjährig im **Optimum (75-90 %)**, aber seit 2021 stets > 90 %

Bodenstickstoffhaushalt – Netto-Stickstoffbilanz

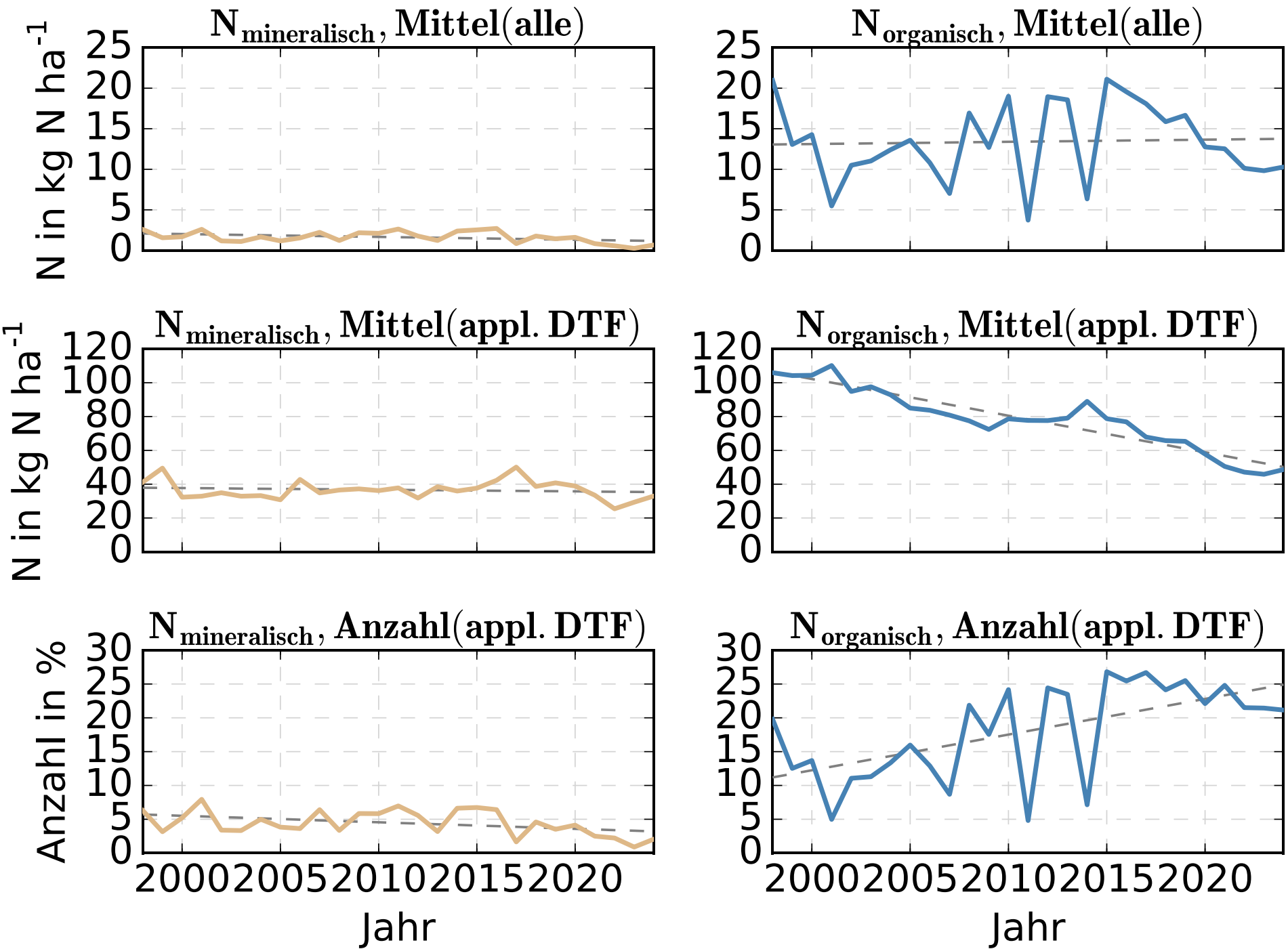


kein linearer Zusammenhang zwischen jährlicher N-Bilanz und jährlichem $N_{\min}$ zum Vegetationsende

schwaches (adjustiertes) Bestimmtheitsmaß (R^2) → weniger als 1 % der Streuung des $N_{\min}$ zum Vegetationsende durch N-Bilanz erklärt (Zeitraum der Datenanalyse von 1992 bis 2024)

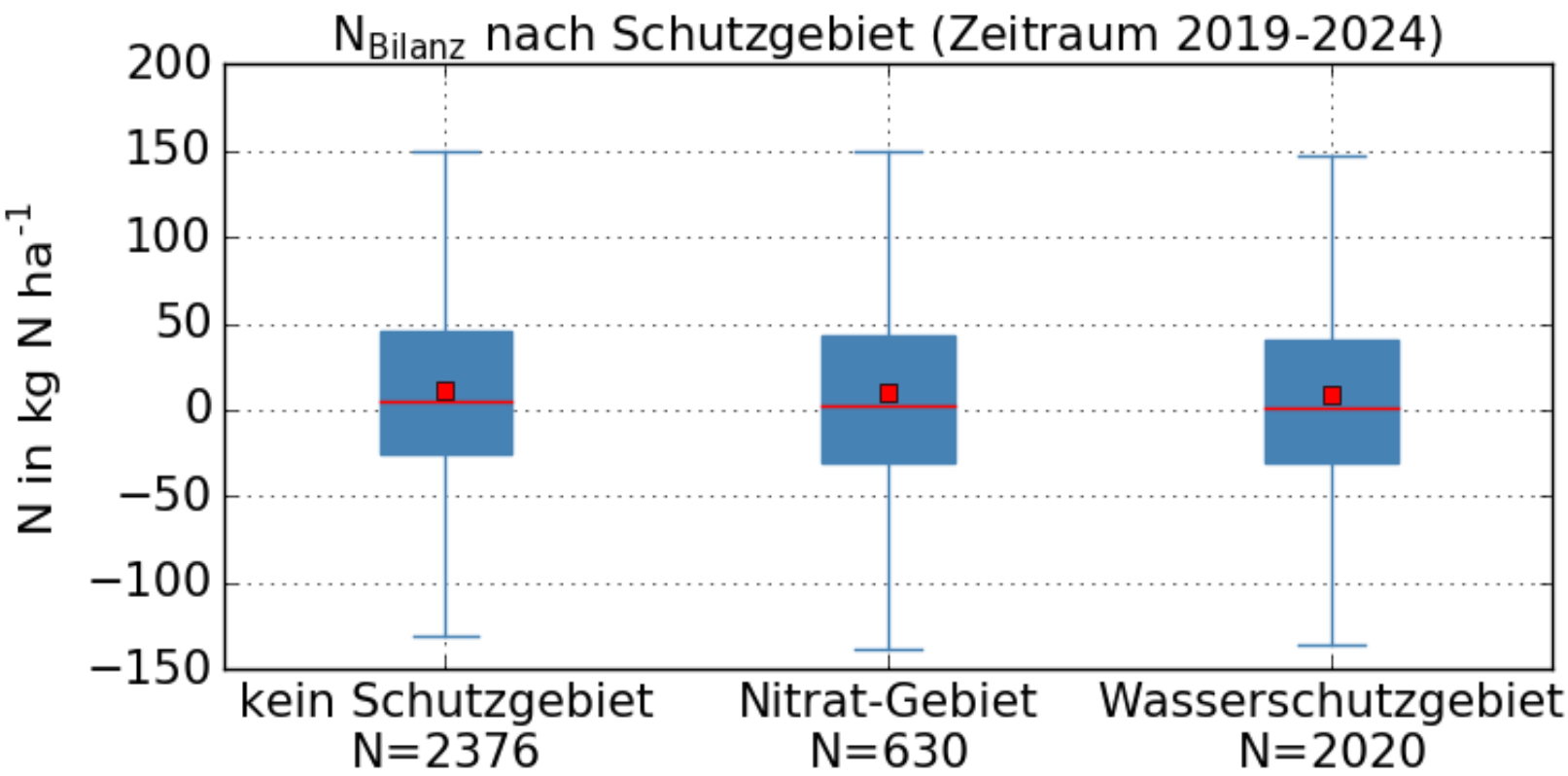
Bodenstickstoffhaushalt – Stickstoffbilanz

Zufuhr im Herbst



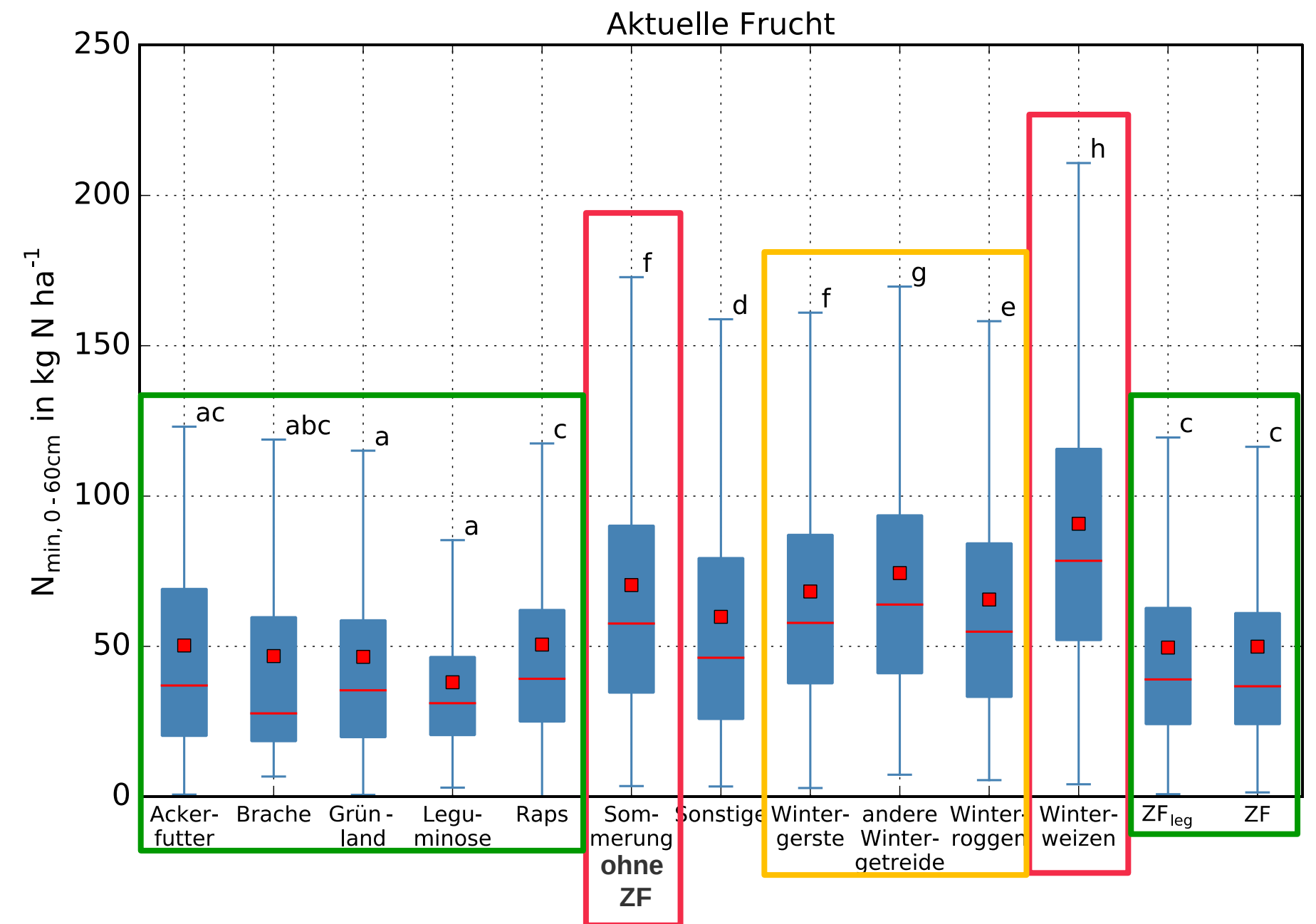
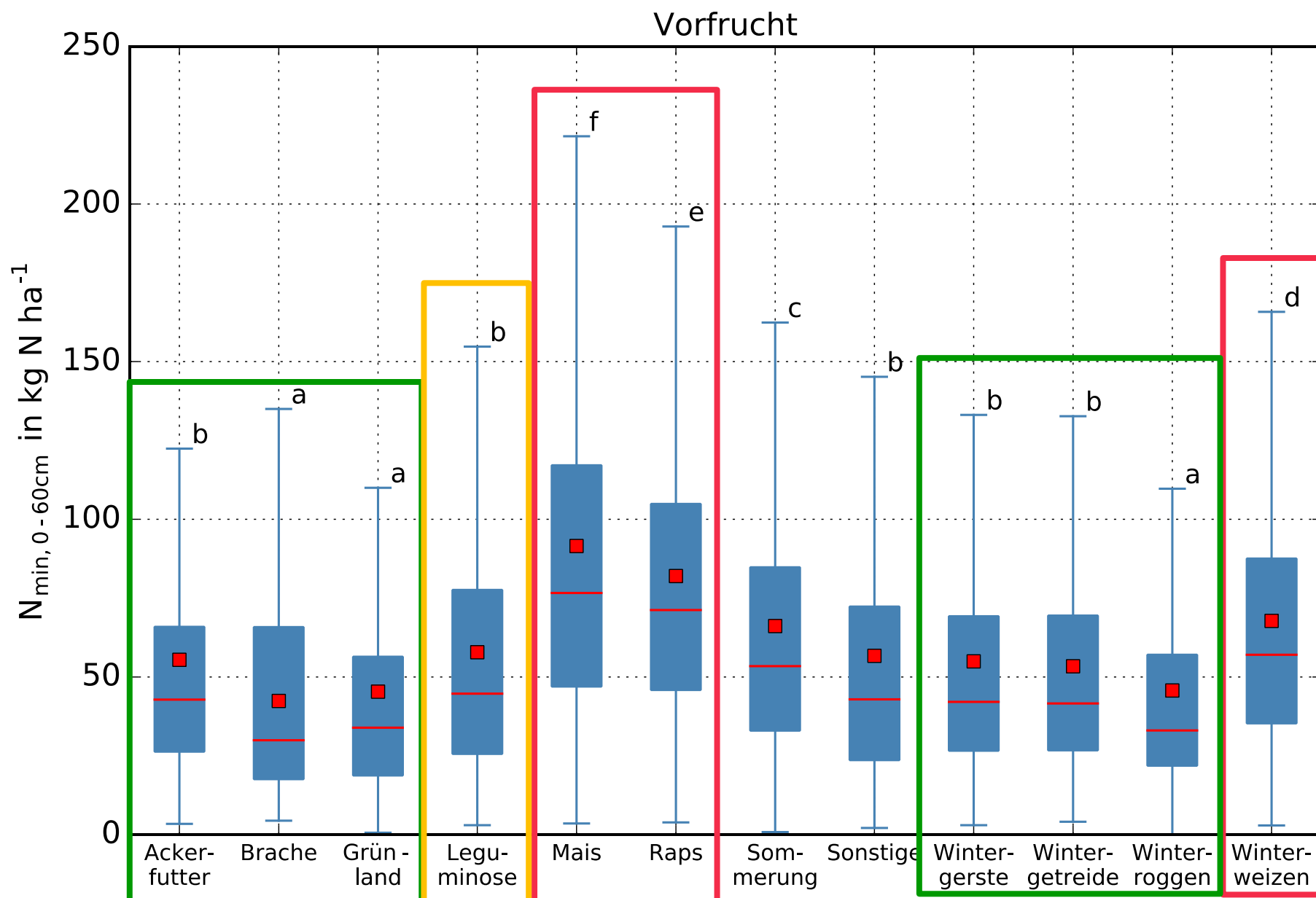
min. Düngung im Herbst keine Relevanz, organische (als Gesamt-N abgebildet) relevanter (ca. 50% Gesamteinsatzes)

Höhe der org. Düngung im Herbst bei Flächen mit Applikation kontinuierlich über den gesamten Zeitraum rückläufig → Zunahme bei der räumlichen Verteilung org. Düngemittel



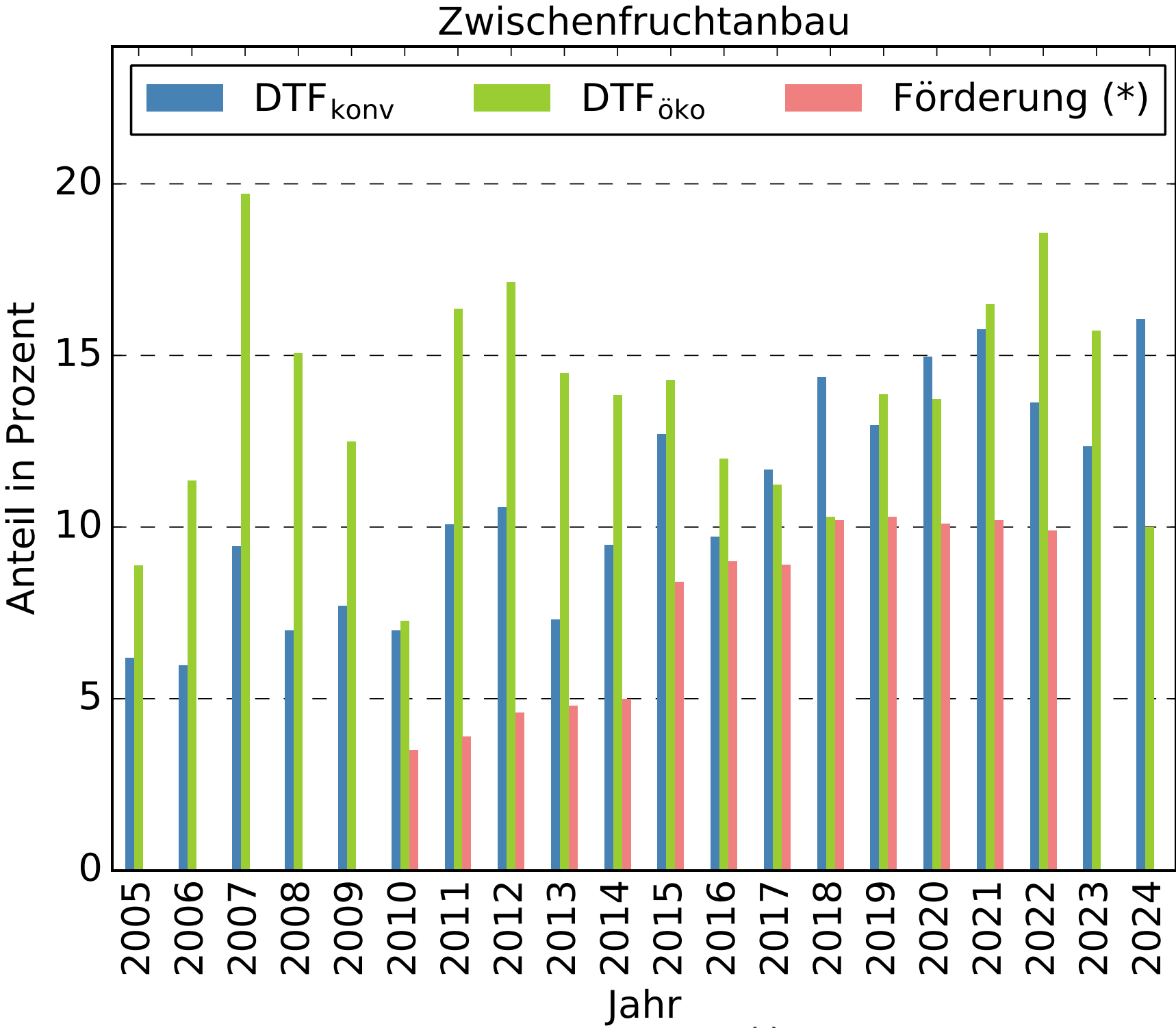
N-Bilanzen zwischen Schutzgebieten nicht unterschiedlich, tendenziell im Nitrat- und Wasserschutzgebiet niedriger (im Mittel **lediglich 1-2 kg N ha⁻¹ weniger**)

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

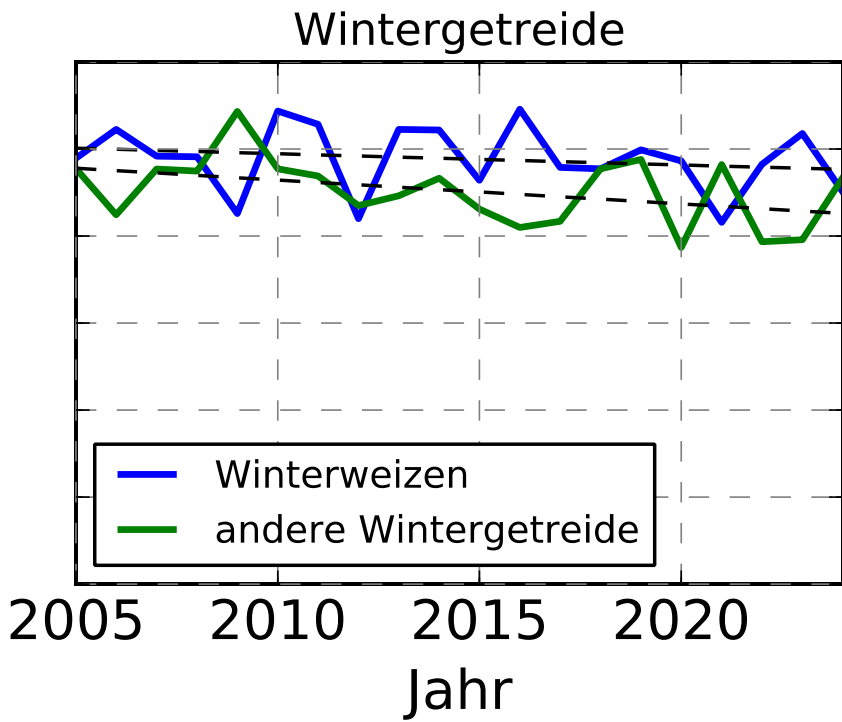
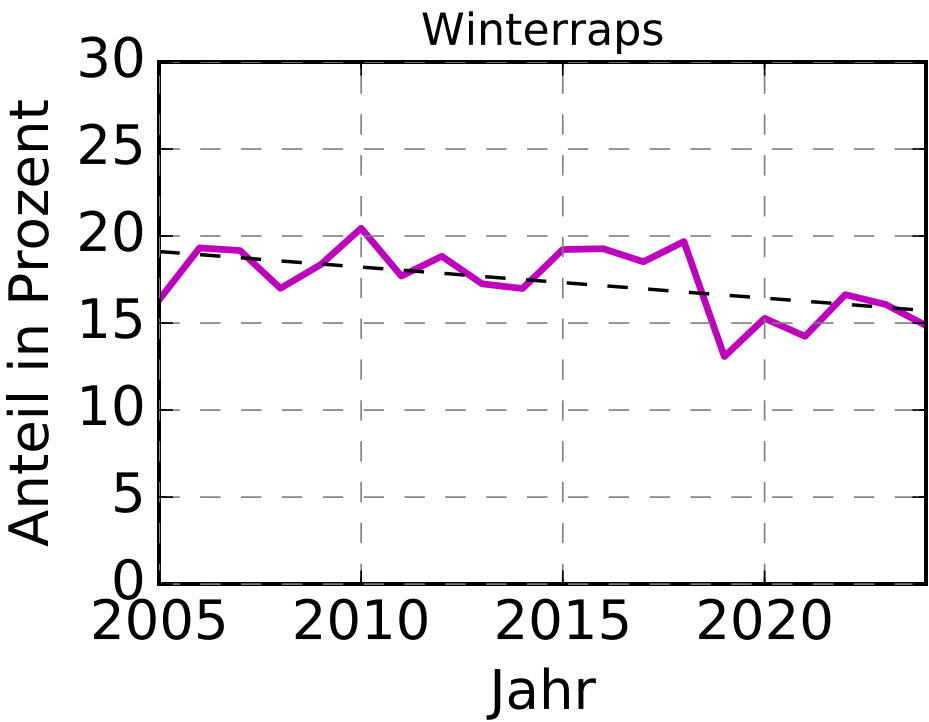
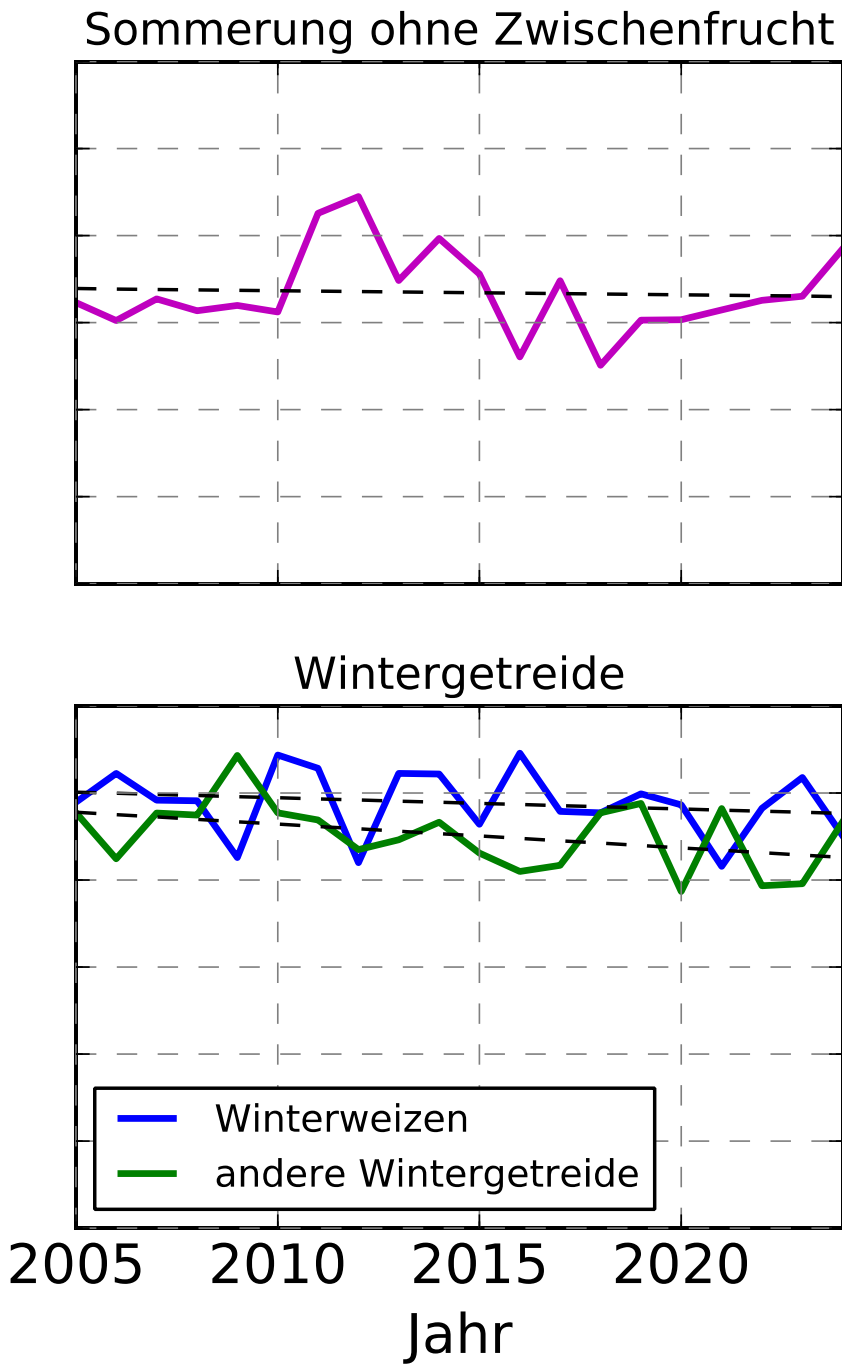
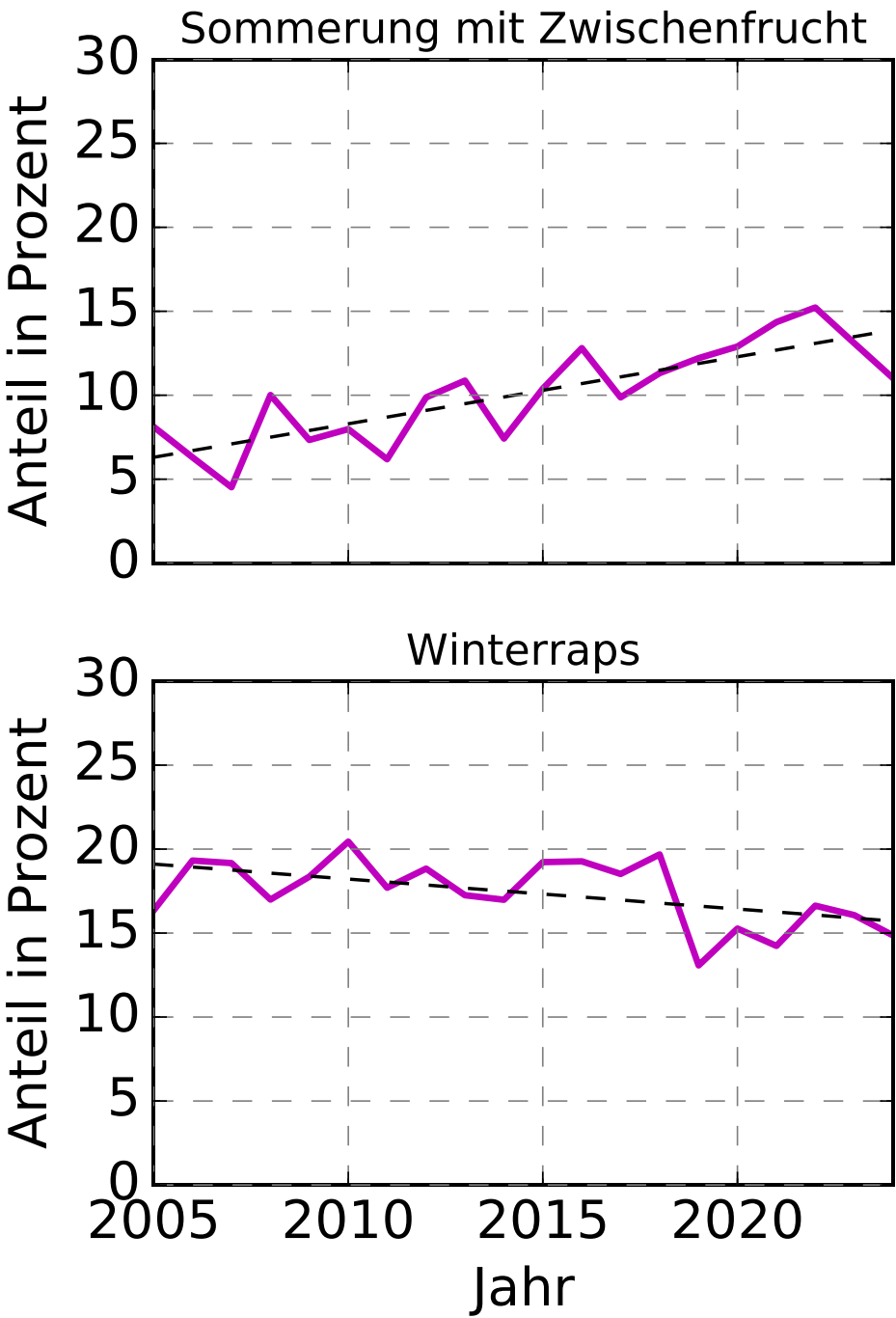


Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis, $p < 0.01$, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

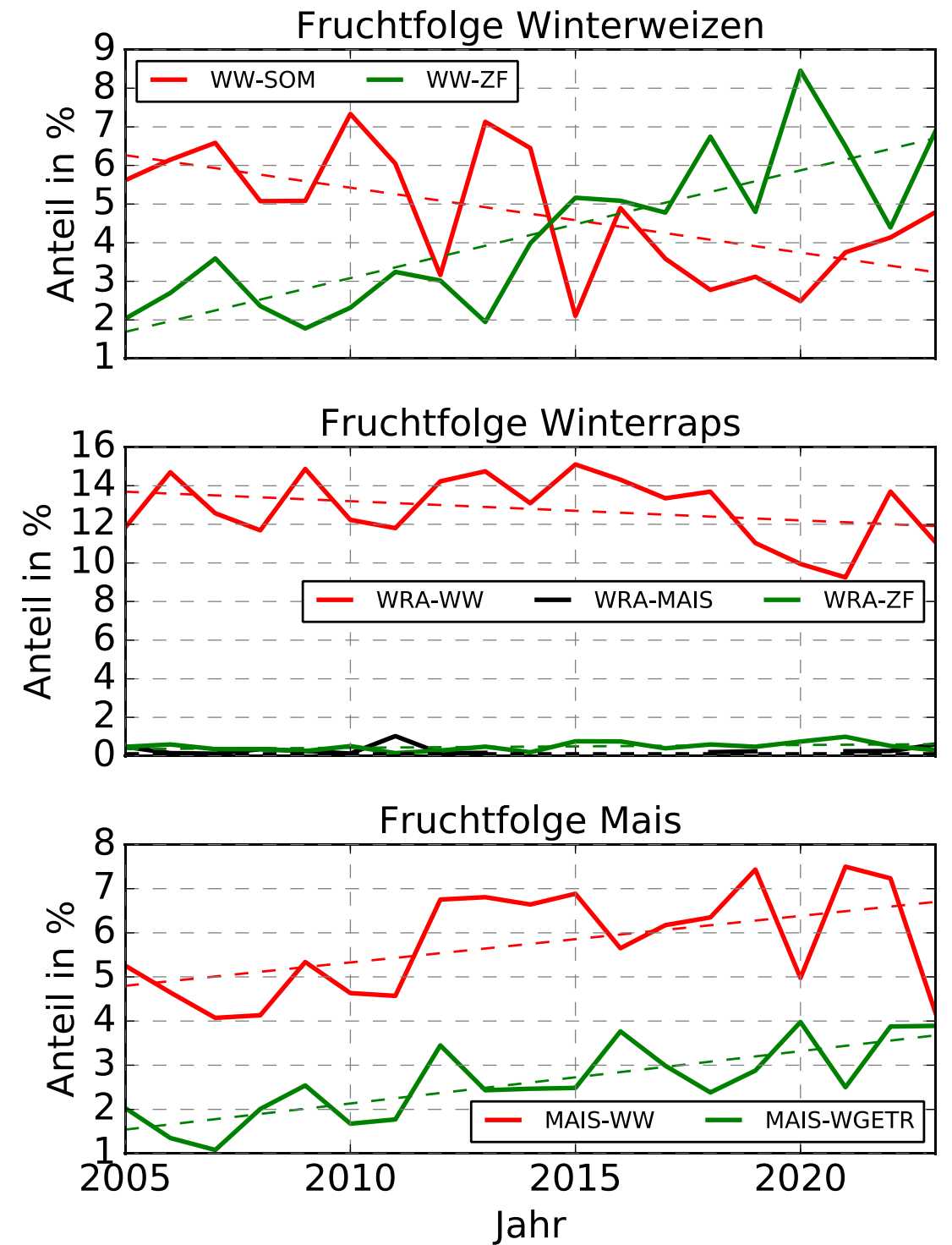
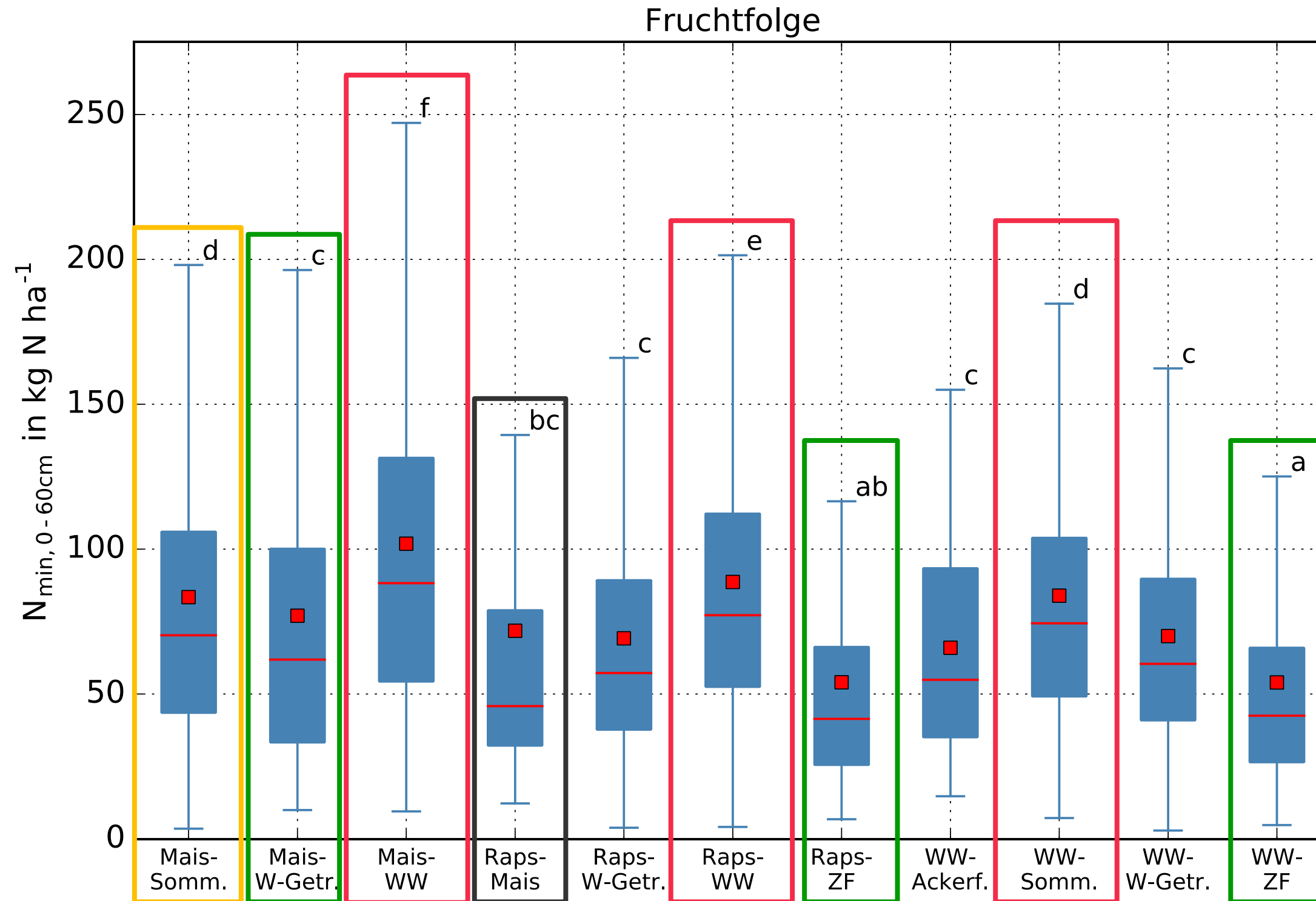
Entwicklung des Anbaus von Zwischenfrüchten und Winterungen



(*) Agrarbericht Sachsen 2018 und 2023

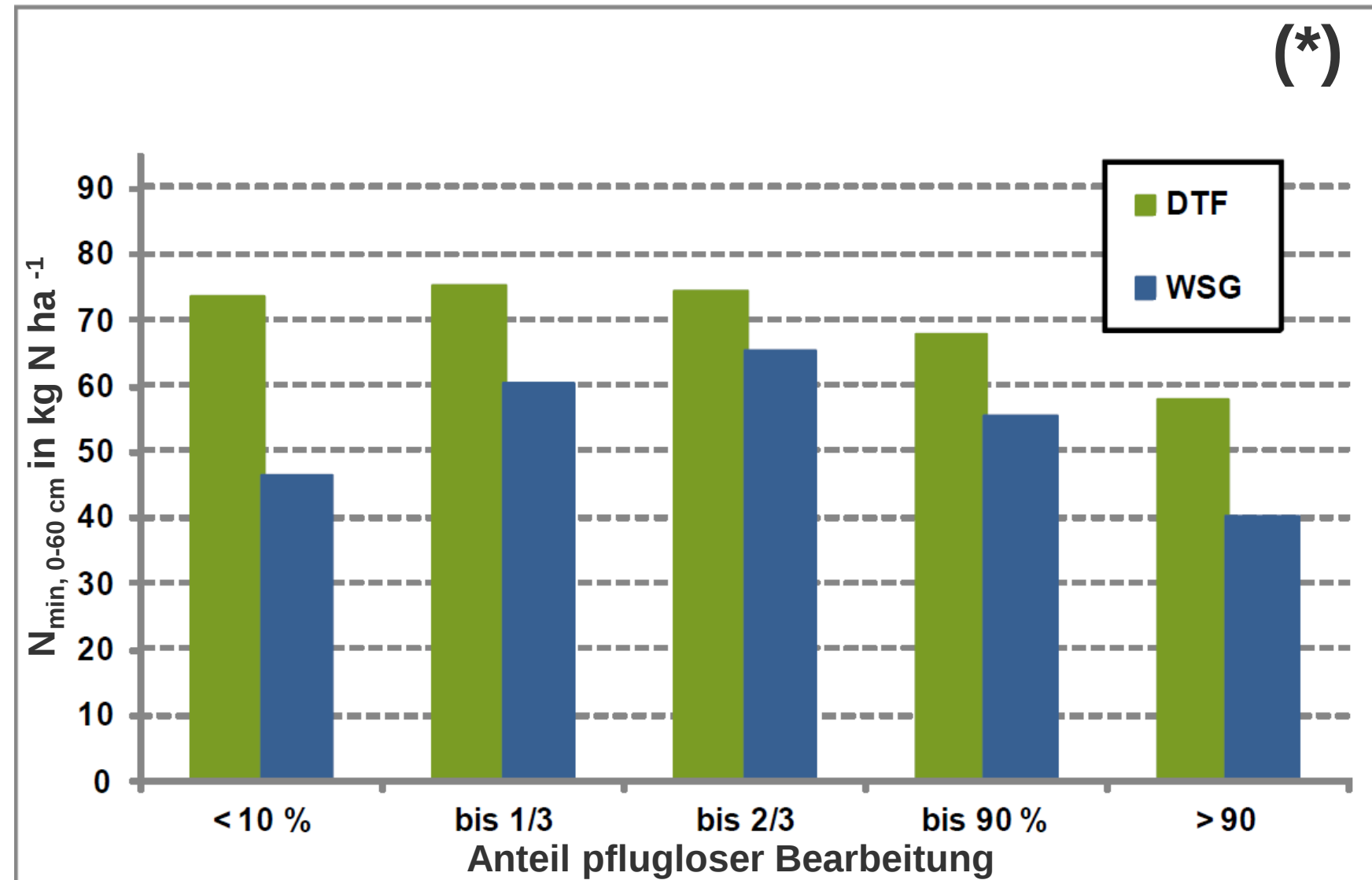


Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Einfluss Fruchtfolge

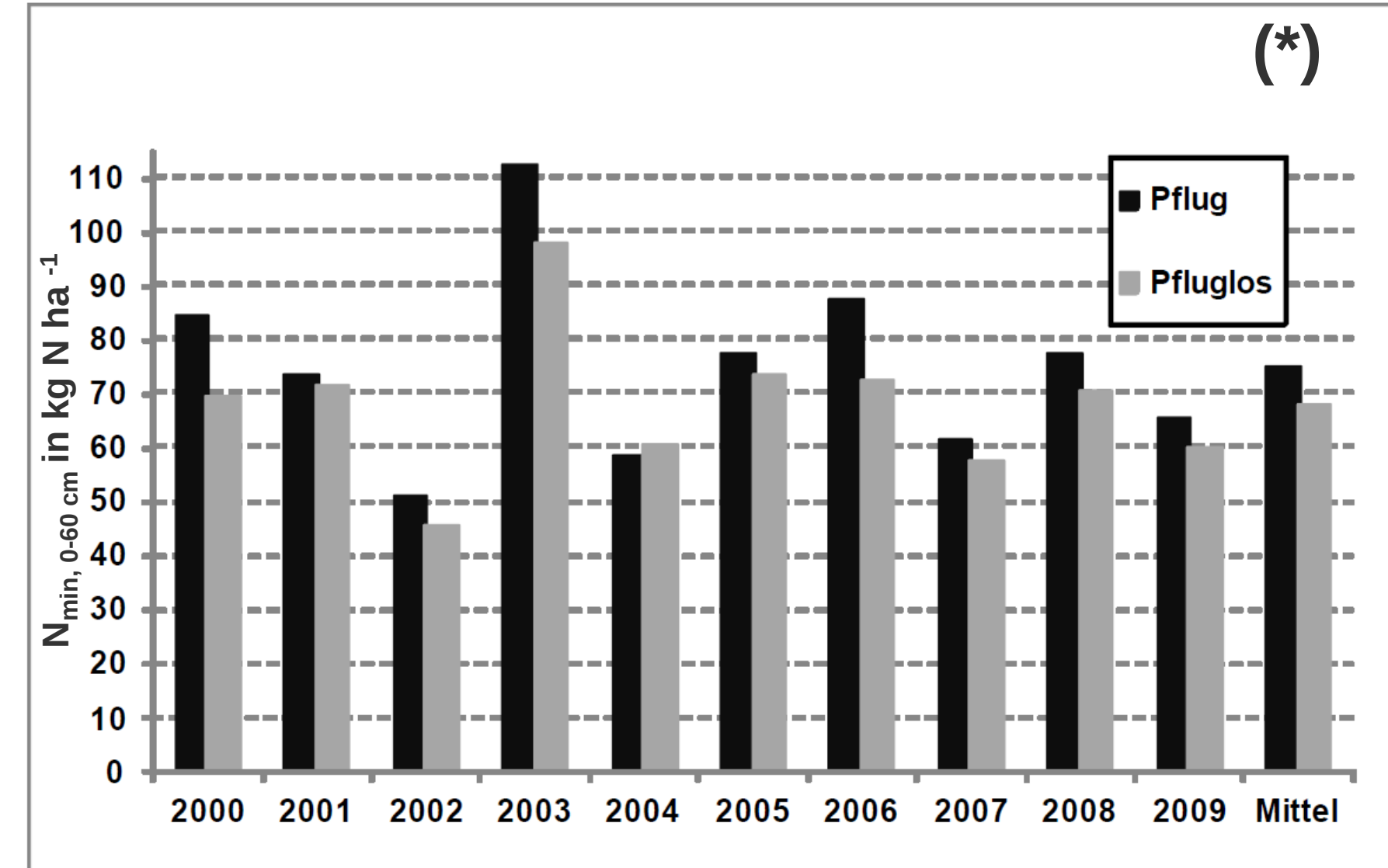


Fruchtfolgen-Statistik für Flächen außerhalb von Schutzgebieten
(kein WSG oder Nitrat-Gebiet)

Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ zum Vegetationsende – Einfluss Bodenbearbeitung nach der Ernte



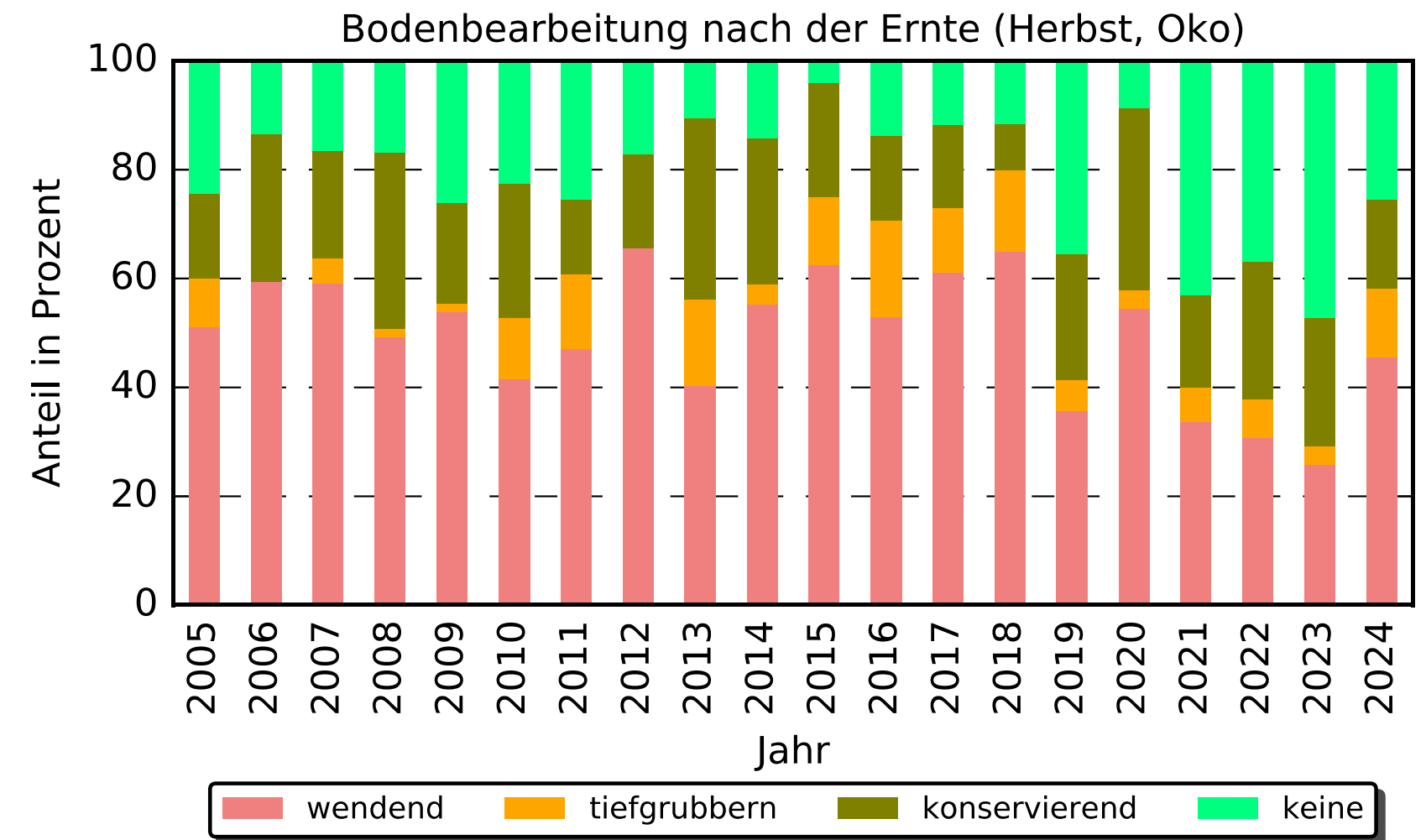
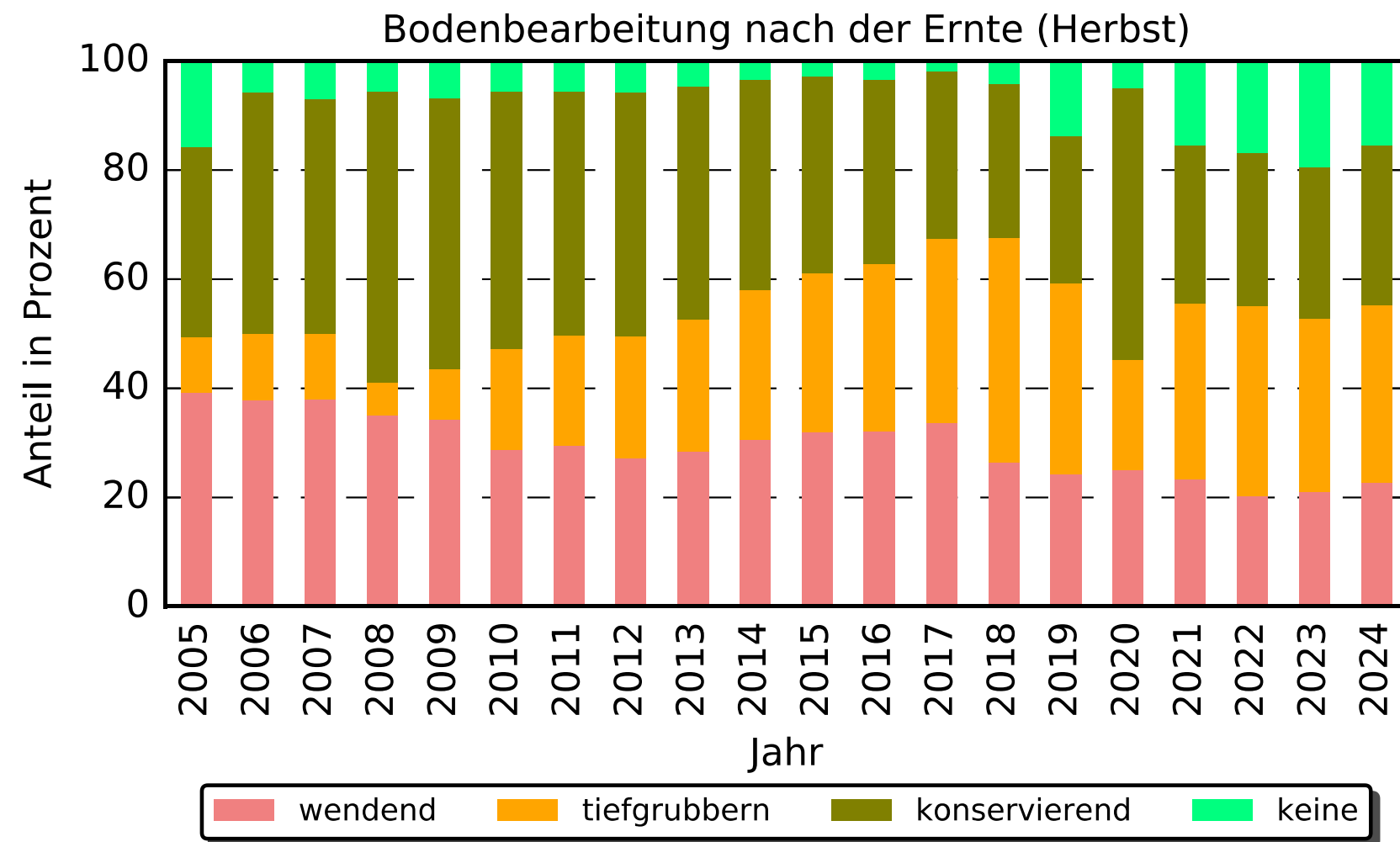
| $N_{\min}$ - Mittelwerte der Jahre 1992-2010 in Abhängigkeit von dem Anteil pflugloser Bodenbearbeitung im Herbst (*) → Zunahme des Anteils „pfluglos“ bewirkt in Tendenz eine Abnahme des $N_{\min}$ (*)



| jahresbezogener Vergleich → tendenziell geringere $N_{\min}$ -Werte bei und nicht wendender Bodenbearbeitung (pfluglos) als bei Pflugeinsatz (*)

(*) Quelle: Reinicke und Wurbs, 2012: Erfassung und Auswertung langjähriger Messreihen von Dauermonitoringflächen, LfULG Schriftenreihe Heft 40/2012, Nitrat austräge landwirtschaftlich genutzter Flächen; Grafiken eigene Elemente ergänzt

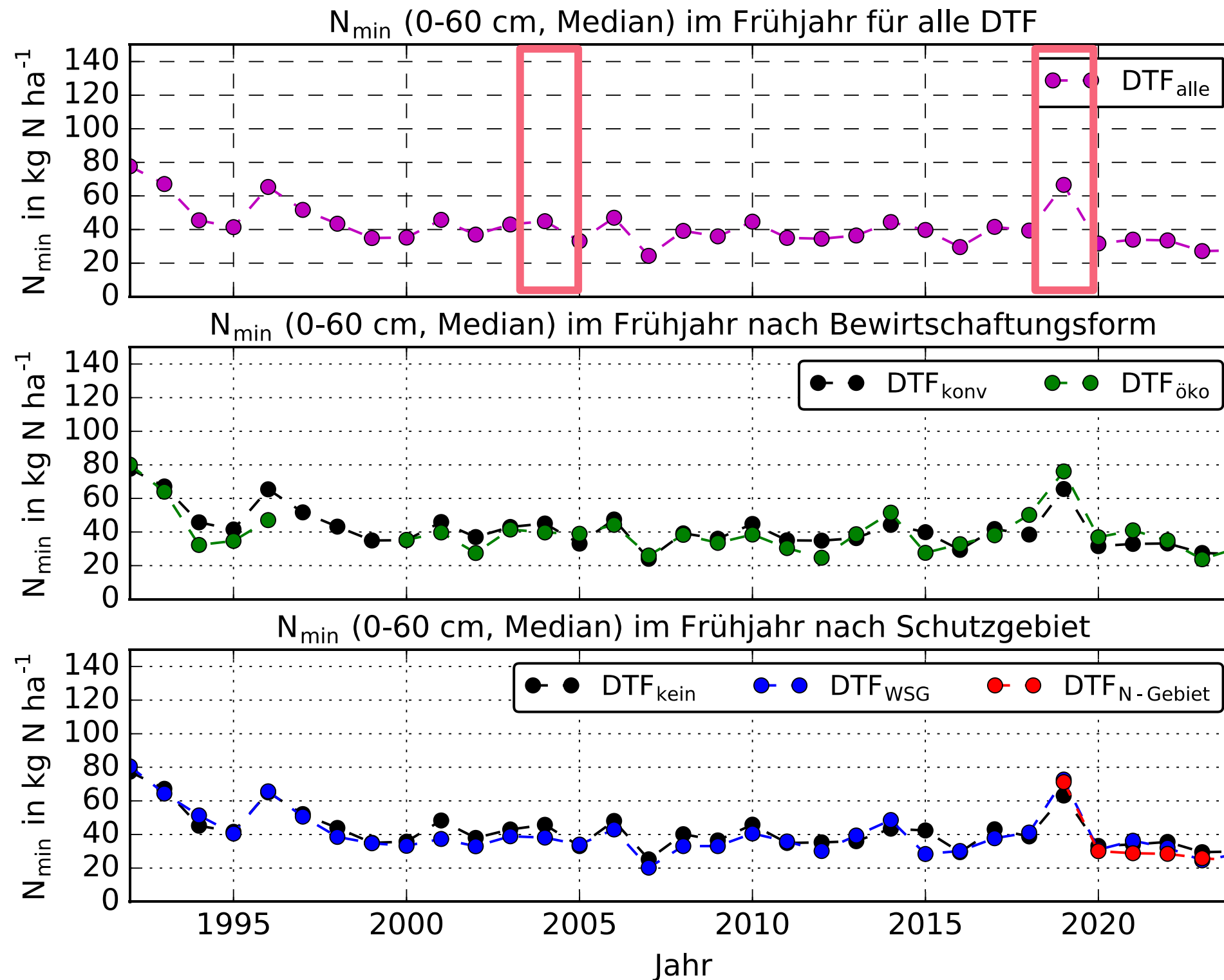
Bodenbearbeitung – Entwicklung nach der Ernte



- 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 – N_{min} im Frühjahr - Entwicklung



signifikante Abnahme⁽¹⁾ von N_{min} seit 1992 → ca. 50 % Rückgang (Schätzung -0.66 kg N ha⁻¹ a⁻¹)⁽²⁾

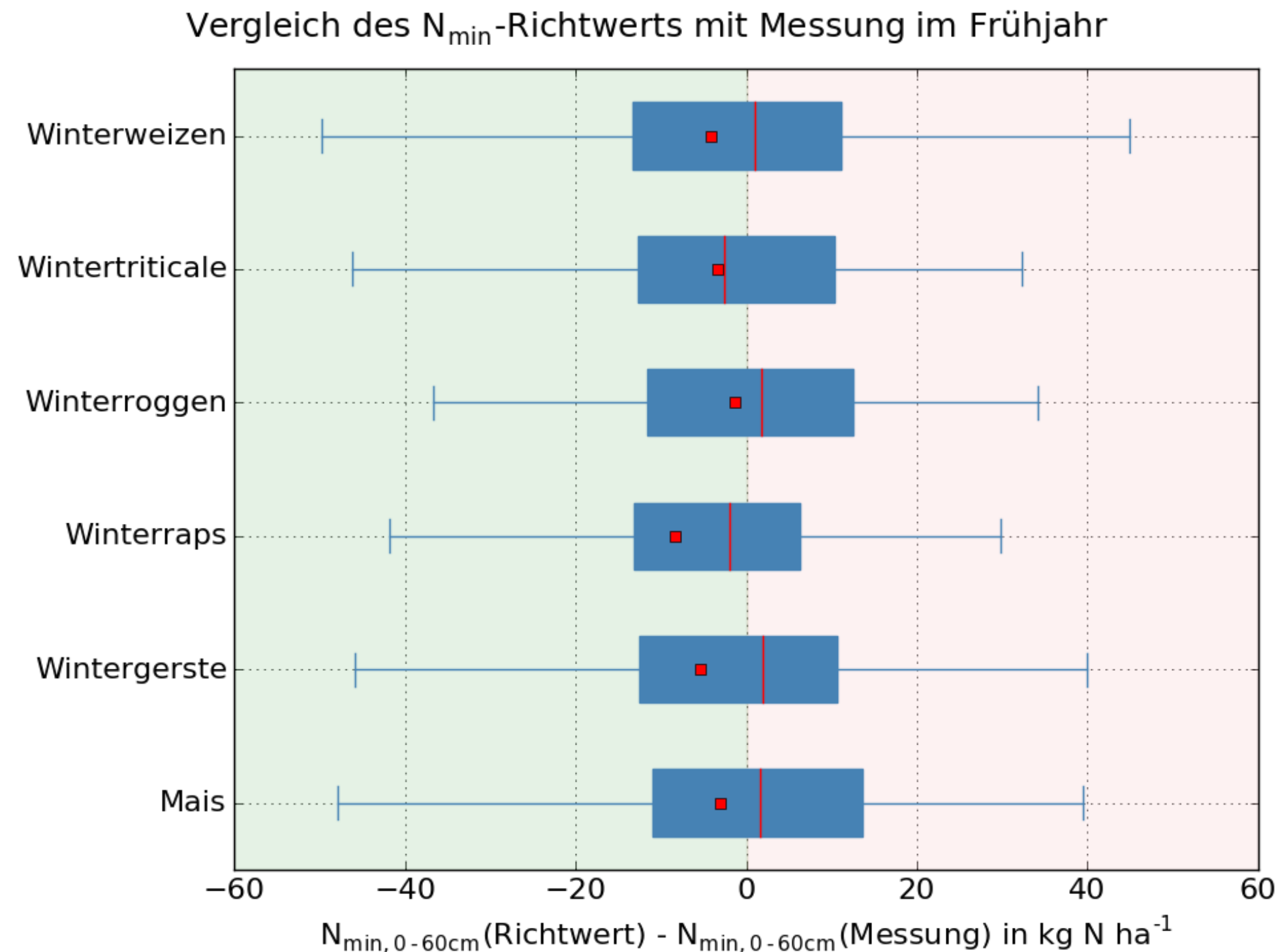
Effekte der Trockenjahre 2003 und 2018 im Frühjahr 2004 nicht, dagegen im Frühjahr 2019 deutlich sichtbar

Unterschied beim N_{min} zwischen Bewirtschaftungsformen und Schutzgebieten nicht deutlich, damit eher standortgebunden (Boden)

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

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

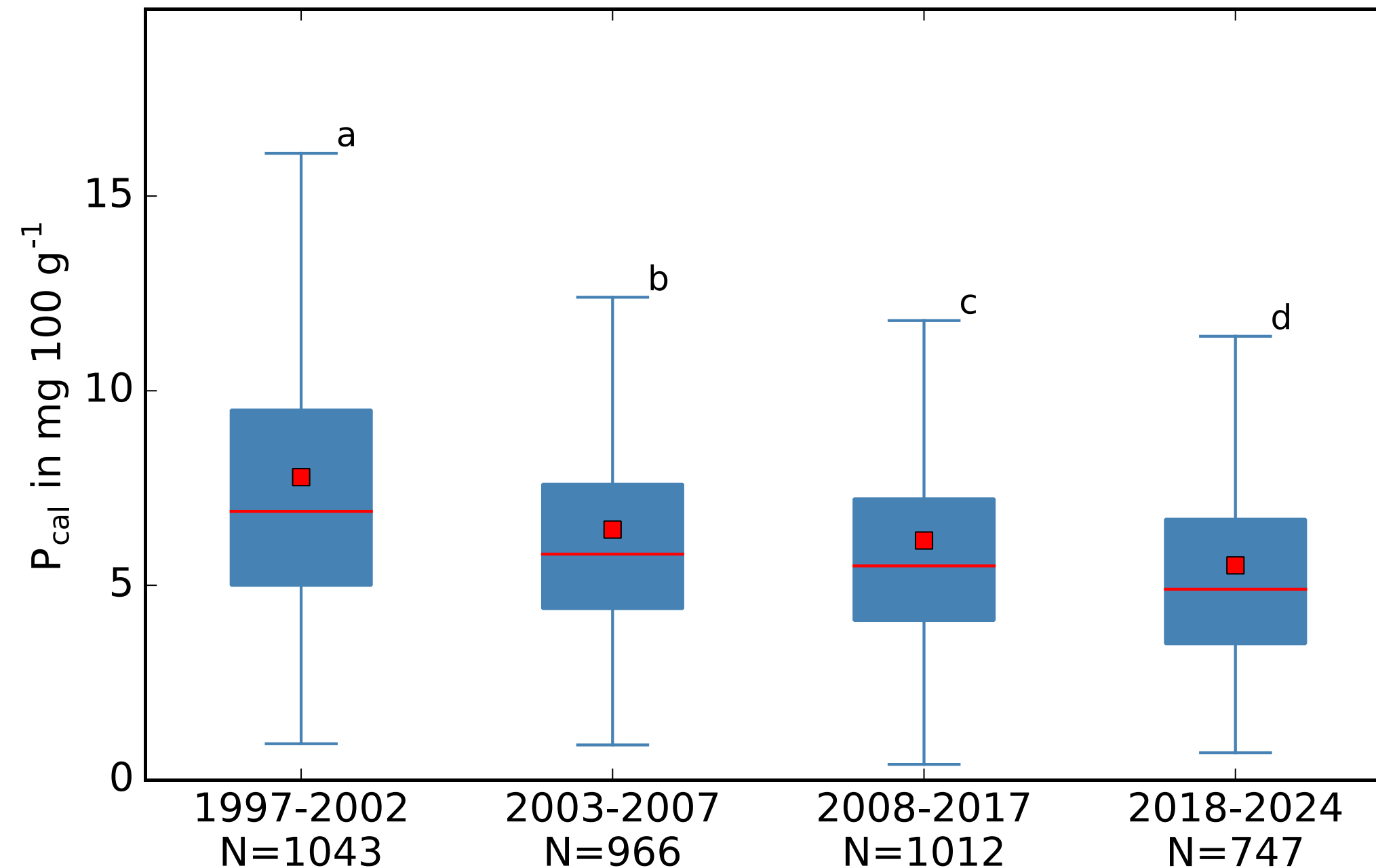
Bodenstickstoffhaushalt – $N_{\min}$ im Frühjahr - Richtwerte



- Berechnung der Differenz des $N_{\min}$ im Frühjahr aus Richtwert und Messung
- Median der Differenz schwankend um 0 → hält sich in „Waage“ → ABER: mittleres Standortverhalten abgebildet
- positive Differenz (**roter Bereich**)
→ potentiell N-Effizienz oberhalb des Korridors 75-90% (weniger N verfügbar als Richtwert vorgibt)
- negative Differenz (**grüner Bereich**)
→ Einsparpotential von N-Dünger (mehr N verfügbar als Richtwert vorgibt)

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

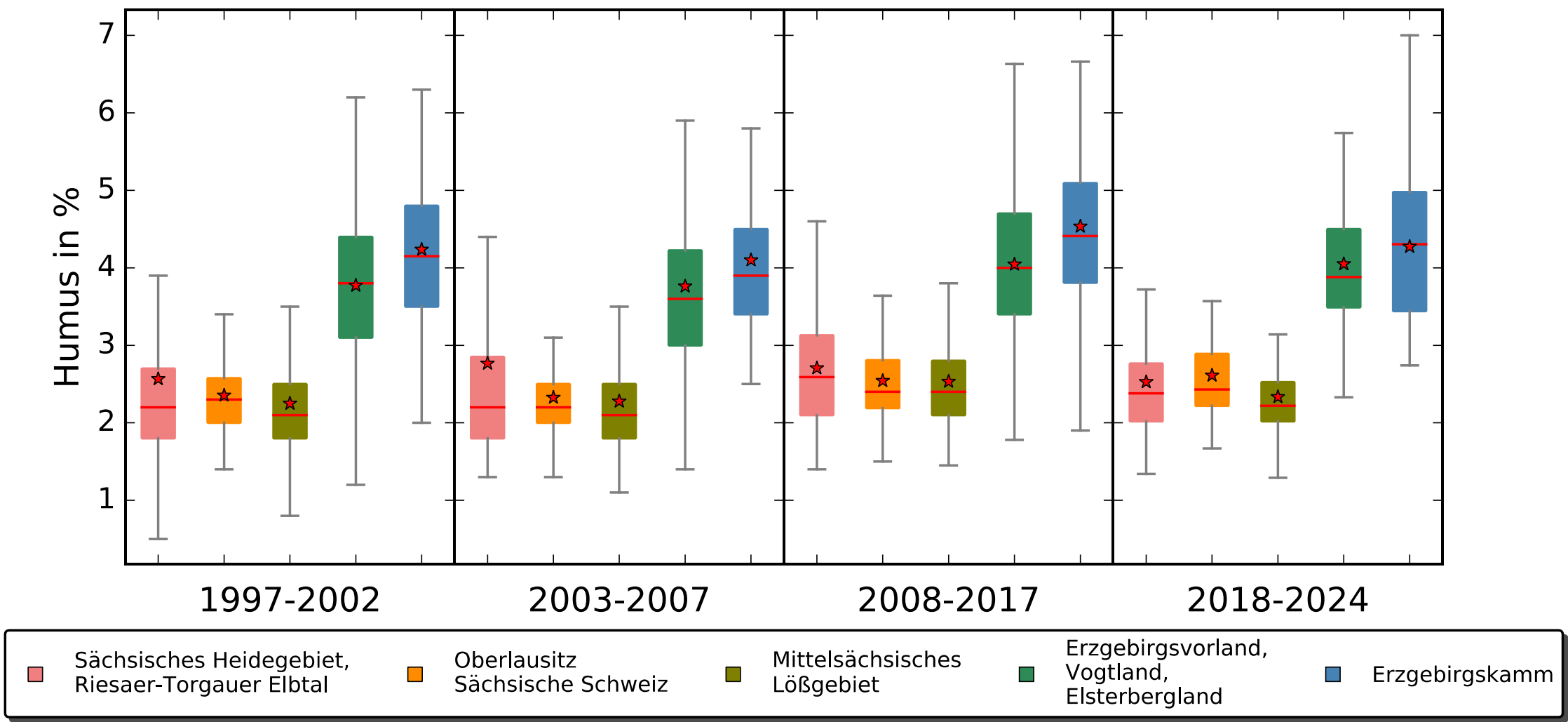
Gehaltsklassenverteilung

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

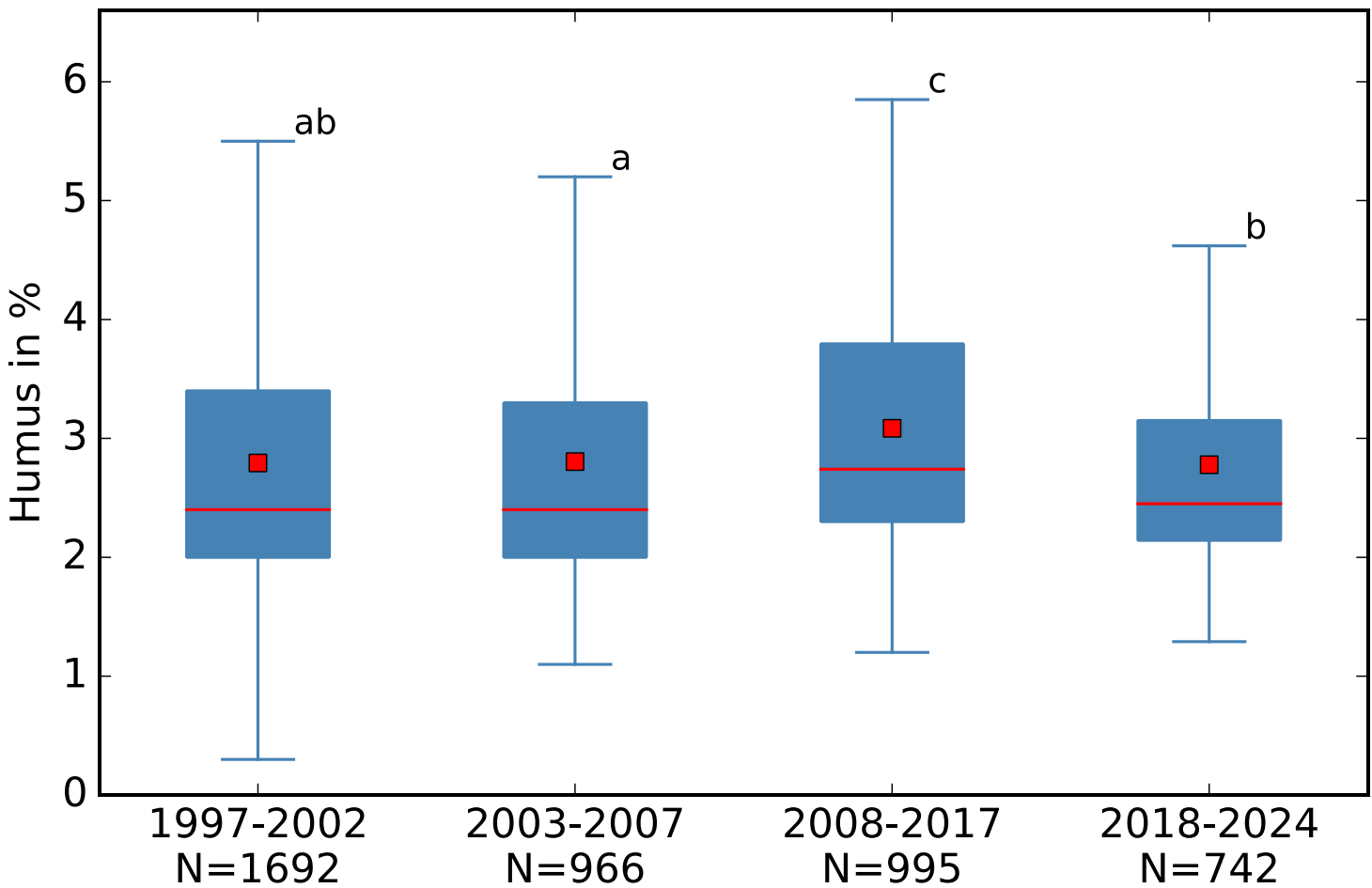
Test auf Signifikanz nach Kruskal-Wallis, $p < 0.01$, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen
signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gemäß Dunn-Test

Grundnährstoffe - Humus

Entwicklung des Humus nach Agrarstrukturgebiet



Entwicklung des Humus im Mittel aller DTF



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

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

- | Abnahme des N-Austragspotential ($N_{\min}$ zum Vegetationsende) kontinuierlich seit 1992 → Verbesserung der N-Emission
- | $N_{\min}$ zum Vegetationsende abhängig vom Standort (Agrarstrukturgebiete, Schutzgebiete), Bewirtschaftungsform, Vorfrucht und aktuelle Frucht (Fruchtfolge) sowie Bodenbearbeitung (kein Zusammenhang mit N-Bilanz)
 - | seit 1992 Veränderungen bei der Bewirtschaftung (Frucht, Zwischenfrucht, Form, Bodenbearbeitung, Düngung im Herbst)
 - | Zunahme gewässerschonender Bewirtschaftungspraktiken (auch außerhalb von Schutzgebieten)
- | $N_{\min}$ im Frühjahr ebenfalls rückläufig, Abweichungen zwischen Richtwerten und Messung
- | pflanzenverfügbarer P seit 1998 rückläufig, Humus schwankend



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!