



# Effektive Hofdüngerquantität- und Qualität in der Praxis

**Versuchsstation Nährstoffflüsse Luzern (VSLU)**

**Oliver Zemek, Anna Kropf und Thomas Steinsberger**

LZSG Tagung 2026 | 16. März 2026



# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Schweizweite und kantonale Umsatzvolumen

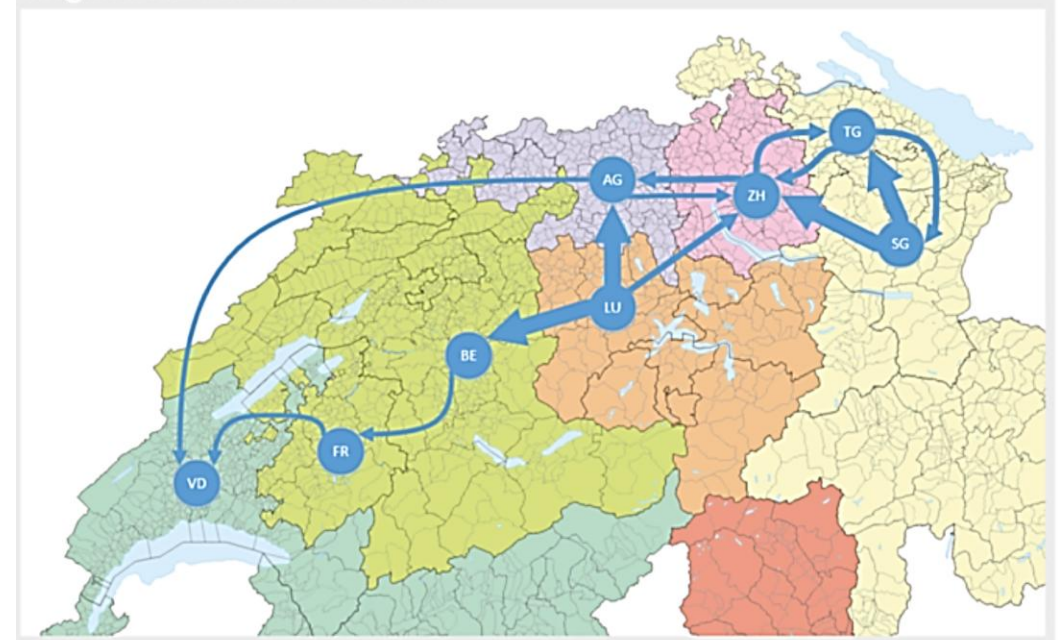
- Schweizweit fallen **23** Millionen Tonnen Hofdünger an, davon werden rund **90 %** auf den Ursprungshöfen eingesetzt und **10 %** über HODUFLU verschoben.
- Kt. LU etwa **3.4** Mio. m<sup>3</sup> Hofdünger
- Verschiebung für den Kt. Luzern

Anzahl verschobene Kubikmeter in den acht Kantonen mit den grössten Hof- und Recyclingdüngerverschiebungen

Kanton Abgeber	Kanton Abnehmer							
	AG	BE	FR	LU	SG	TG	VD	ZH
AG	379 799	1203	1047	4082		870	4162	9246
BE	2073	378 305	6690	1476	1363	2190	225	215
FR	100	2904	213 931				10 229	
LU	83 943	63 393	1156	358 306	600		1169	6767
SG	855				277 434	47 750	342	43 410
TG	380	205		189	14 527	397 378		15 075
VD			3828				134 946	
ZH	9811				4059	22 184		329 202

Quelle: BLW

Die grössten interkantonalen Flüsse



Quelle: BLW



# Kantonale Nährstoffverschiebung (Hodufllu)

LU

- Kt. BE 63.393m<sup>3</sup> : **422t N<sub>ges</sub>** und **232t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** = Ø 6.65 kgN<sub>ges</sub> und 3.65kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>
- Kt. AG 83.943m<sup>3</sup> : **390t N<sub>ges</sub>** und **186t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** = Ø 4.64 kgN<sub>ges</sub> und 2.22kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>

SG

- Kt. TG 47.500m<sup>3</sup> : **194t N<sub>ges</sub>** und **90t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** = Ø 4.08 kgN<sub>ges</sub> und 1.89kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>
- Kt. ZH 43.410m<sup>3</sup> : **219t N<sub>ges</sub>** und **112t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** = Ø 5.04 kgN<sub>ges</sub> und 2.58kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>

Anzahl Tonnen verschobener Nges

	Kanton Abnehmer								
	AG	BE	FR	LU	SG	TG	VD	ZH	
AG	1300.4	17.5	5.2	13.3	0.0	3.6	21.0	38.3	
BE	5.9	1988.7	35.7	6.3	1.4	5.0	13.3	9.3	
FR	0.4	14.7	1074.5	0.0	0.0	0.0	55.1	0.0	
Kanton Abgeber	389.9	422.3	5.8	1392.2	2.1	11.2	12.3	81.2	
SG	15.4	0.0	0.0	0.0	1255.8	194.1	1.3	219.1	
TG	11.6	0.5	0.0	0.8	68.1	1495.8	0.0	100.3	
VD	0.0	0.4	20.2	0.0	0.0	0.0	643.7	0.0	
ZH	41.0	0.0	0.0	0.0	46.3	85.7	0.0	1510.0	

Anzahl Tonnen verschobener P2O5

	Kanton Abnehmer								
	AG	BE	FR	LU	SG	TG	VD	ZH	
AG	618.8	12.0	2.2	7.8	0.0	1.8	8.0	18.7	
BE	3.1	1050.0	21.7	3.3	0.7	2.5	5.6	3.2	
FR	0.2	6.7	520.7	0.0	0.0	0.0	23.6	0.0	
Kanton Abgeber	185.6	232.3	3.3	654.5	0.8	6.5	7.5	44.7	
SG	9.7	0.0	0.0	0.0	569.9	89.9	0.5	112.2	
TG	7.6	0.3	0.0	0.2	34.8	713.8	0.0	62.2	
VD	0.0	0.2	11.4	0.0	0.0	0.0	340.9	0.0	
ZH	20.9	0.0	0.0	0.0	31.2	42.2	0.0	744.6	

Tabelle 39. Richtwerte der Gehalte an Trockensubstanz (TS), organischer Substanz (OS) und Nährstoffen von Hofdüngern verschiedener Nutztierarten bei Stallhaltung

Tierart / Hofdüngerart	Gehalte (kg/m <sup>3</sup> unverdünnte Gülle bzw.						
	TS	OS	N <sub>tot</sub> <sup>3</sup>	N <sub>lös</sub> <sup>4</sup>	N <sub>verf</sub> <sup>5</sup>	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>6</sup>
<b>Milchvieh/Aufzucht</b>							
Vollgülle <sup>1</sup>	90	70	4,3	2,3	2,2-3,0	0,8	1,8
Gülle kotarm <sup>1</sup>	75	40	4,9	3,2	3,2-4,2	0,5	1,2
Stapelmist <sup>2</sup>	190	150	4,9	0,8	1,0-2,0	1,4	3,2
Laufstallmist <sup>2</sup>	210	175	5,3	1,3	1,3-2,5	1,0	2,2
<b>Schweine</b>							
Schweingülle Mast <sup>1, 8</sup>	50	36	6,0	4,2	3,0-4,2	1,7	3,8
Schweingülle Zucht <sup>1, 9</sup>	50	33	4,7	3,3	2,4-3,3	1,4	3,2
Schweinemist <sup>2</sup>	270	40	7,8	2,3	3,1-4,7	3,1	7,0

Quelle: GRUD 2017

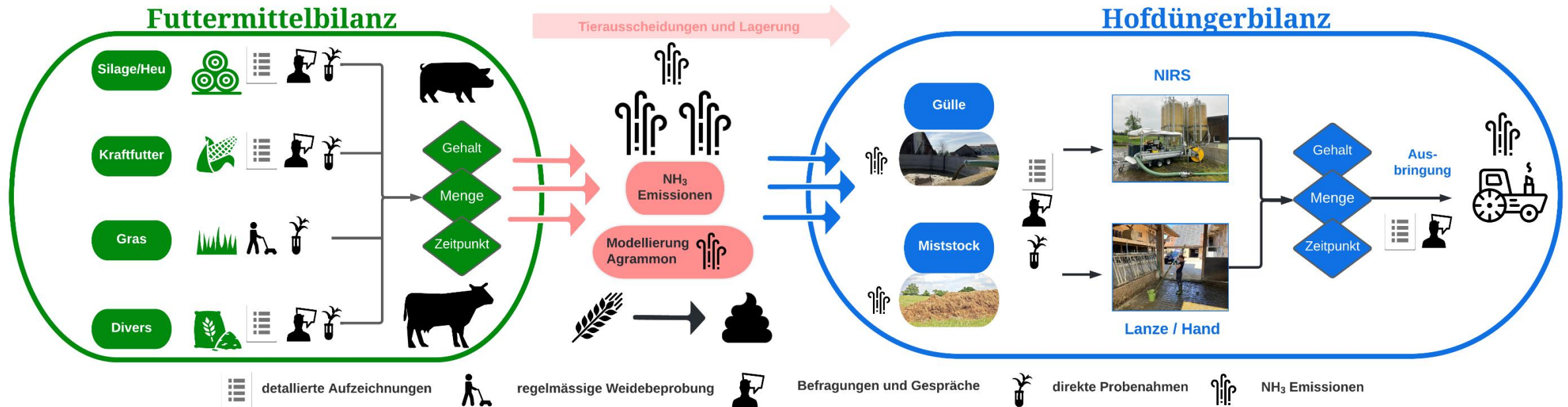
Quelle: Agrarbericht 2016



# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Projektziele - Versuchsstation Nährstoffflüsse Luzern (VSLU)

- **Grundbilanzierung** Stickstoff und Phosphor auf Praxisbetrieben im Kt. Luzern





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Betriebsnetzwerk - Das Herzstück der VSLU

KANTON LUZERN  
 Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement  
**Landwirtschaft und Wald (lawa)**

LUZERNER **BÄUERINNEN**  
**UNDBAUERN**  
 natürlich | engagiert



Schweizerische Eidgenossenschaft  
 Confédération suisse  
 Confederazione Svizzera  
 Confederaziun svizra  
 Eidgenössisches Departement für  
 Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
 Agroscope

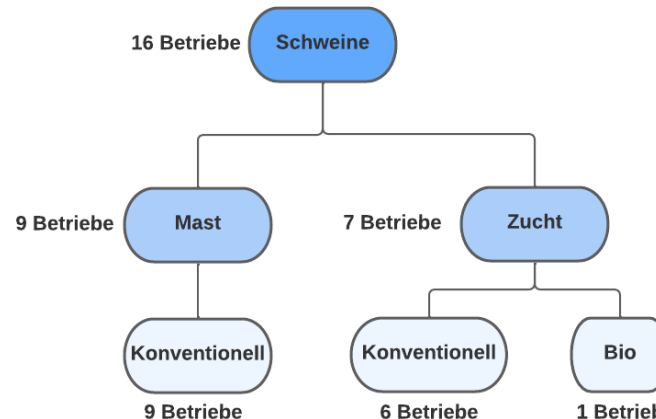
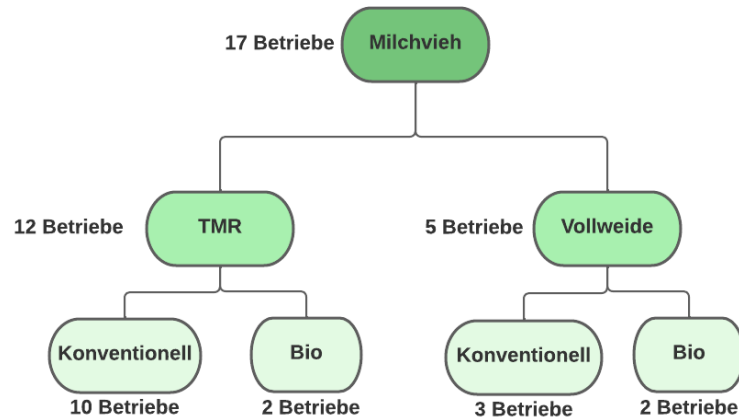
KANTON LUZERN  
**Umwelt und Energie (uwe)**



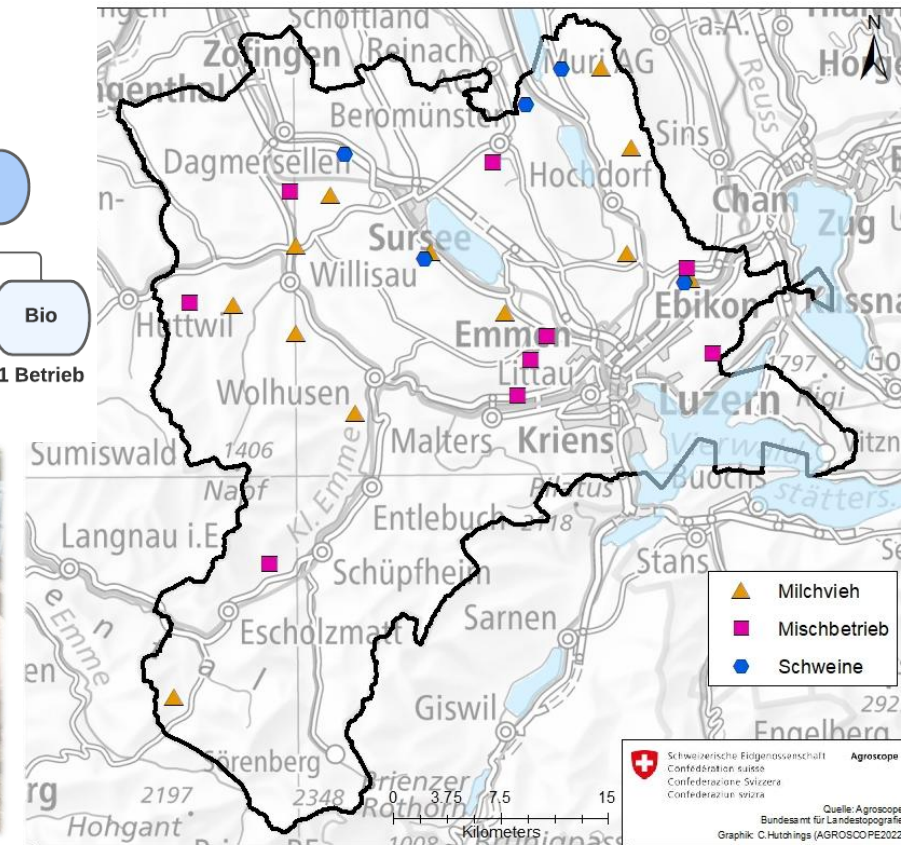


# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Betriebsnetzwerk - 26 Landwirte (33 Betriebsstrukturen)



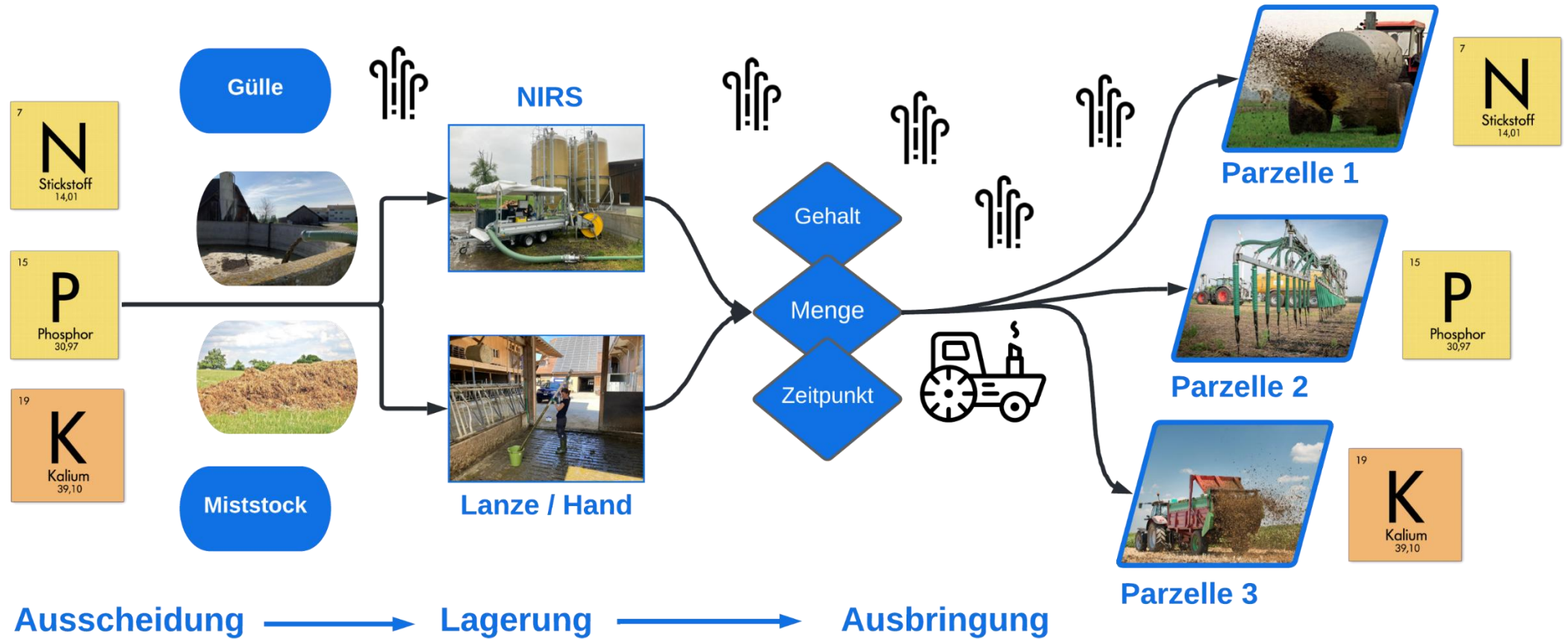
Betriebsverteilung im Kanton Luzern





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Hofdüngerbilanz

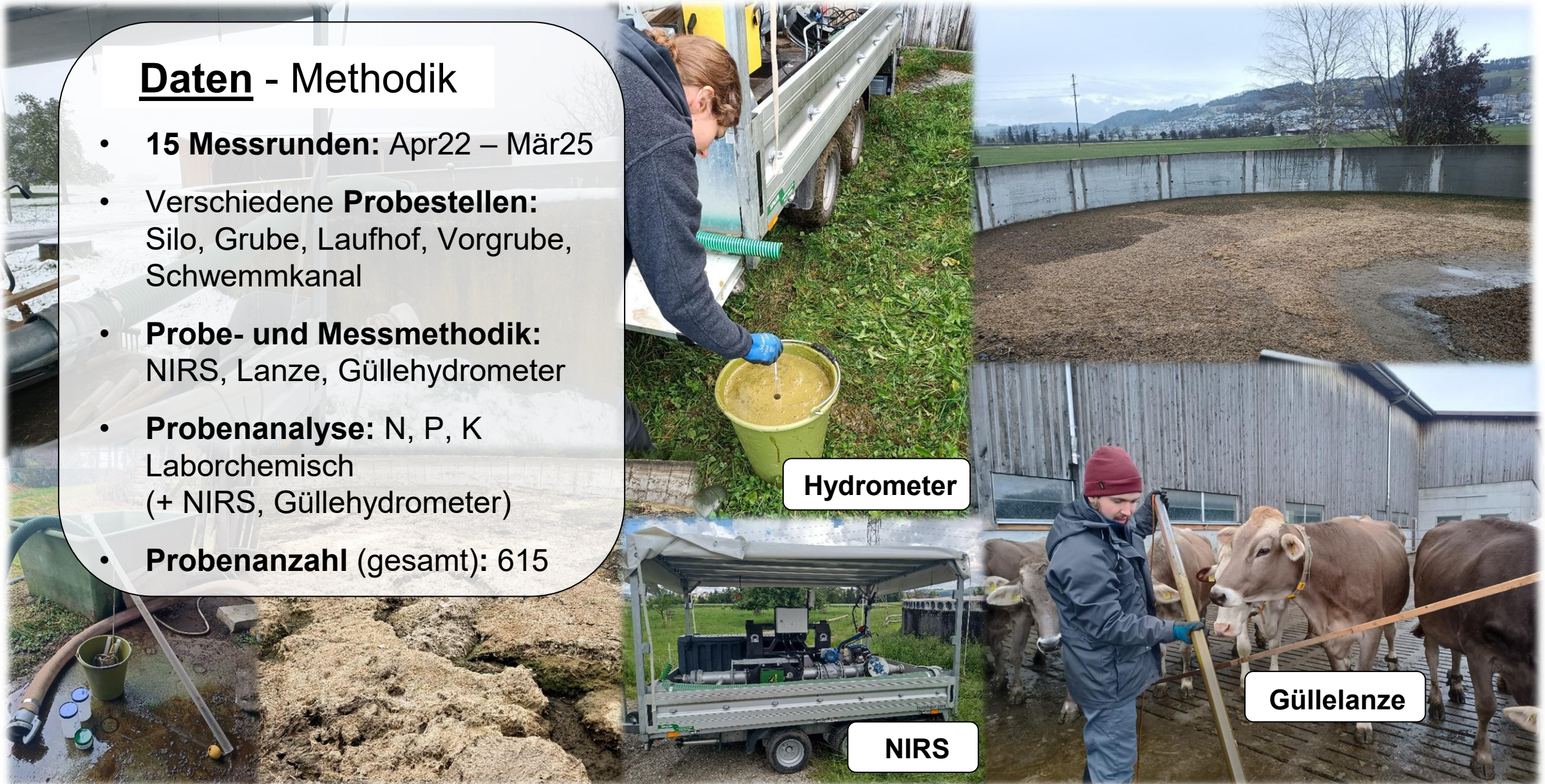




# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Daten - Methodik

- **15 Messrunden:** Apr22 – Mär25
- **Verschiedene Probestellen:**  
Silo, Grube, Laufhof, Vorgrube, Schwemmkanal
- **Probe- und Messmethodik:**  
NIRS, Lanze, Güllehydrometer
- **Probenanalyse:** N, P, K  
Laborchemisch  
(+ NIRS, Güllehydrometer)
- **Probenanzahl (gesamt):** 615



Hydrometer

Güllelanze

NIRS

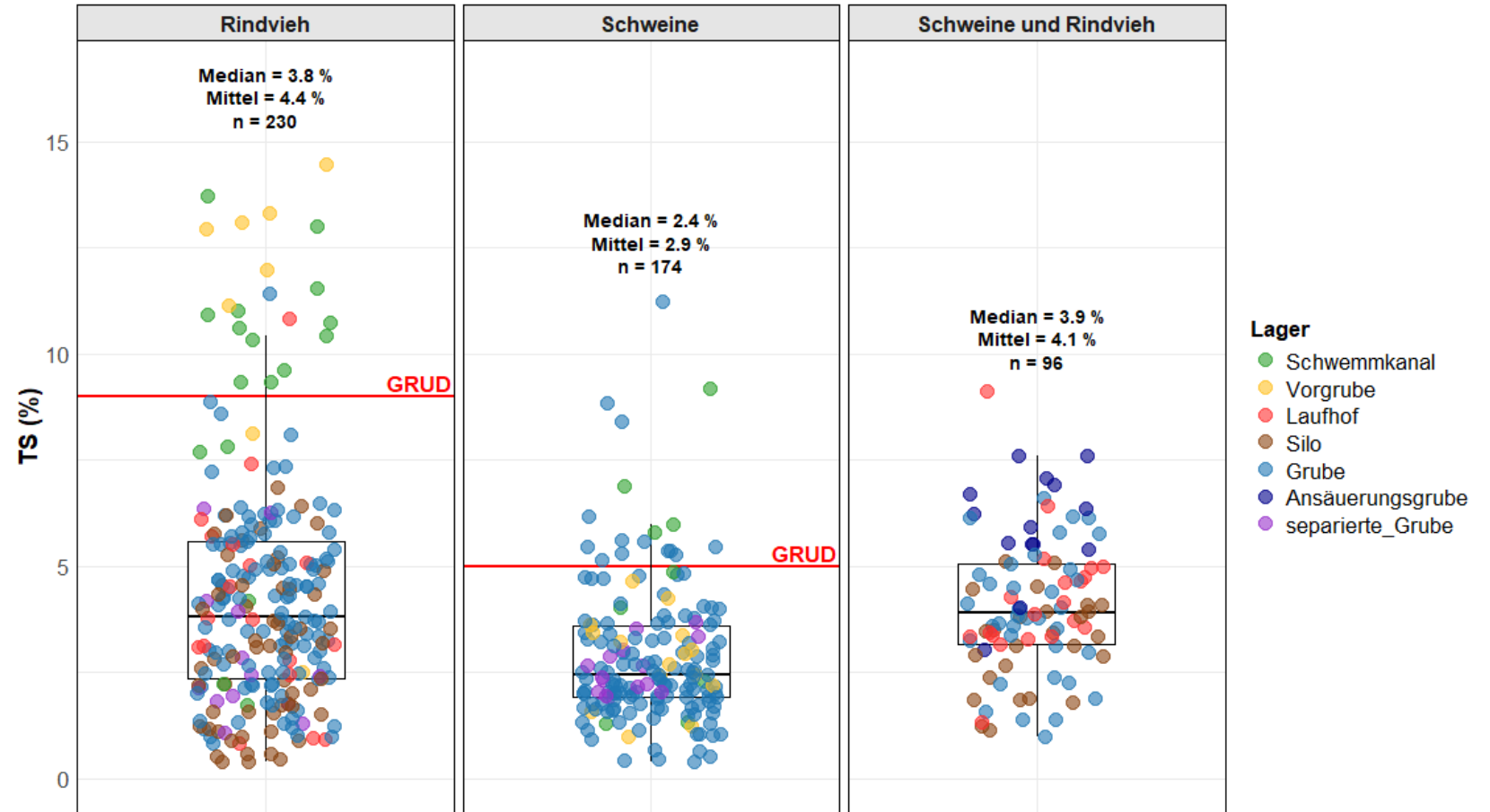


# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Trockensubstanzgehalt (TS) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

- **Tierart:** Rindvieh > Misch > Schwein
- **Ort:** Schwemmkanal + Vorgrube höchste TS-Gehalte
- **Vergleich:**  
< GRUD-Vollgülle  
→ **Verdünnungs-Faktor 1:1 - 1:1.5**



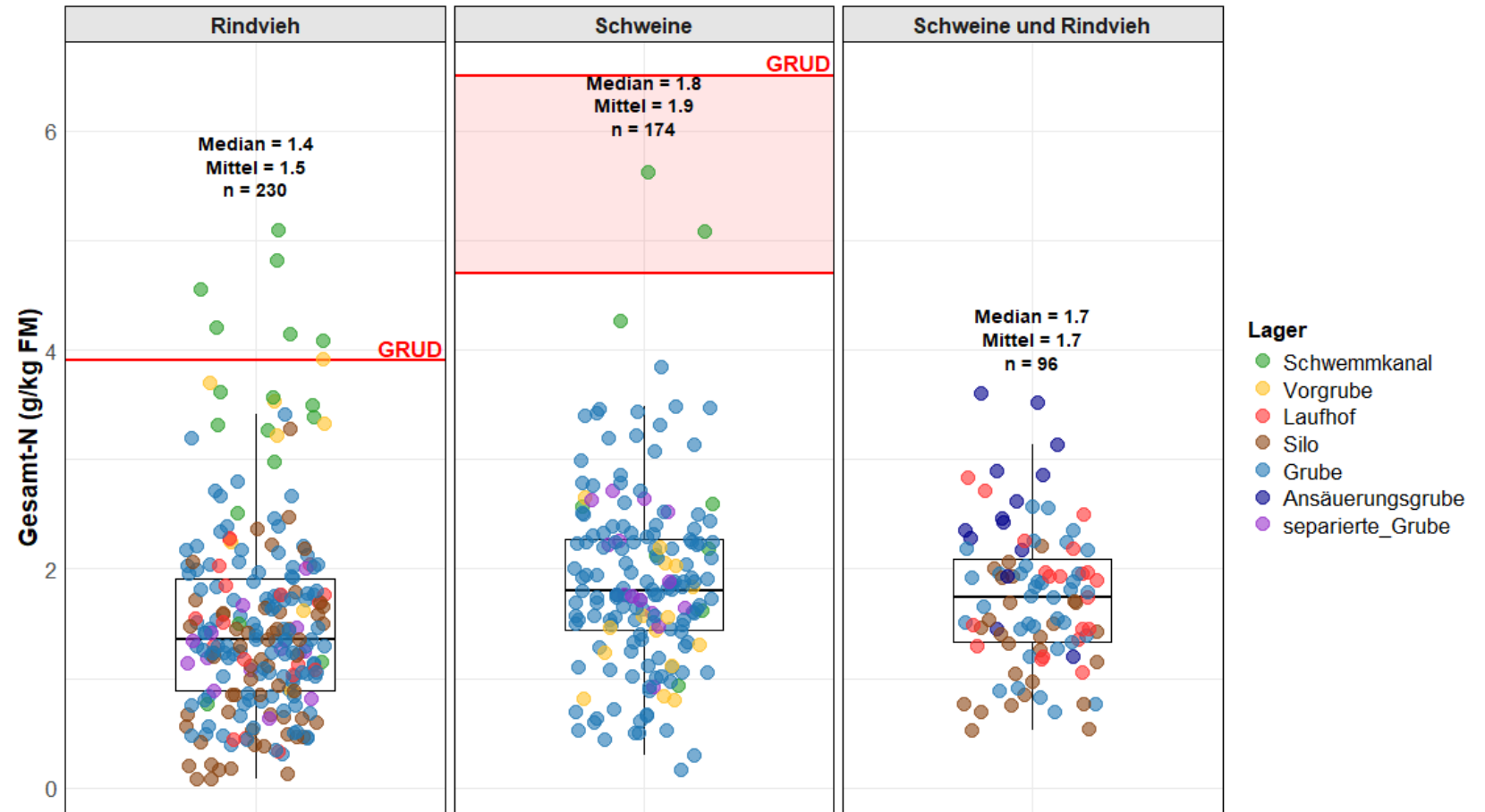


# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Stickstoffgehalt (N) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

- **Tierart:** Schwein  $\geq$  Misch  $>$  Rindvieh
- **Ort:** Schwemmkanal + Vorgrube höchste N-Gehalte
- **Vergleich:**  
< GRUD-Vollgülle  
→ **Verdünnungs-Faktor  $\geq 1:1.5$**



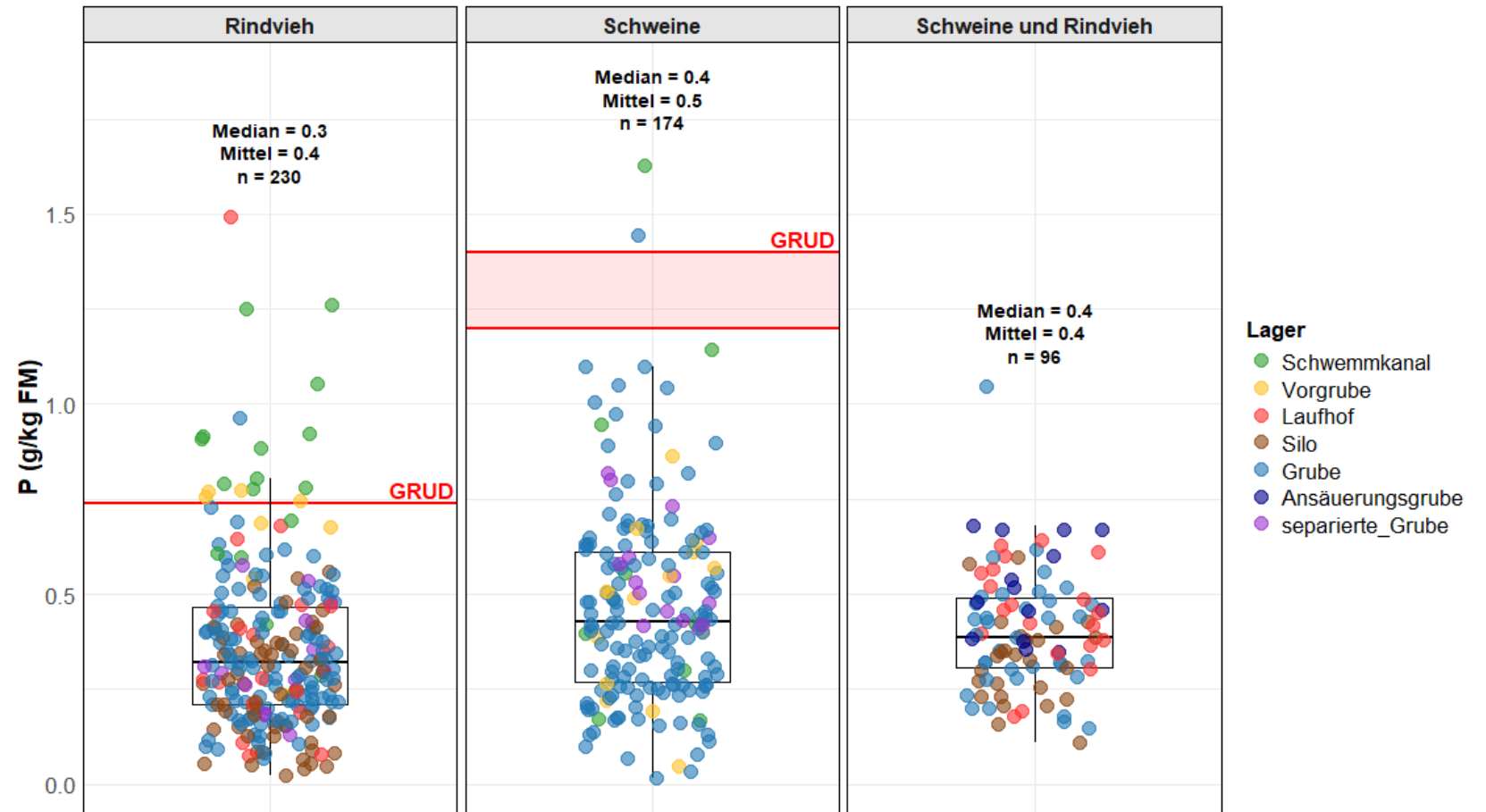


# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Phosphorgehalt (P) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

- **Tierart:** Schwein  $\geq$  Misch  $>$  Rindvieh
- **Ort:** Schwemmkanal + Vorgrube höchste P-Gehalte
- **Vergleich:**  
< GRUD-Vollgülle  
→ **Verdünnungs-Faktor 1:1 - 1:1.5**





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

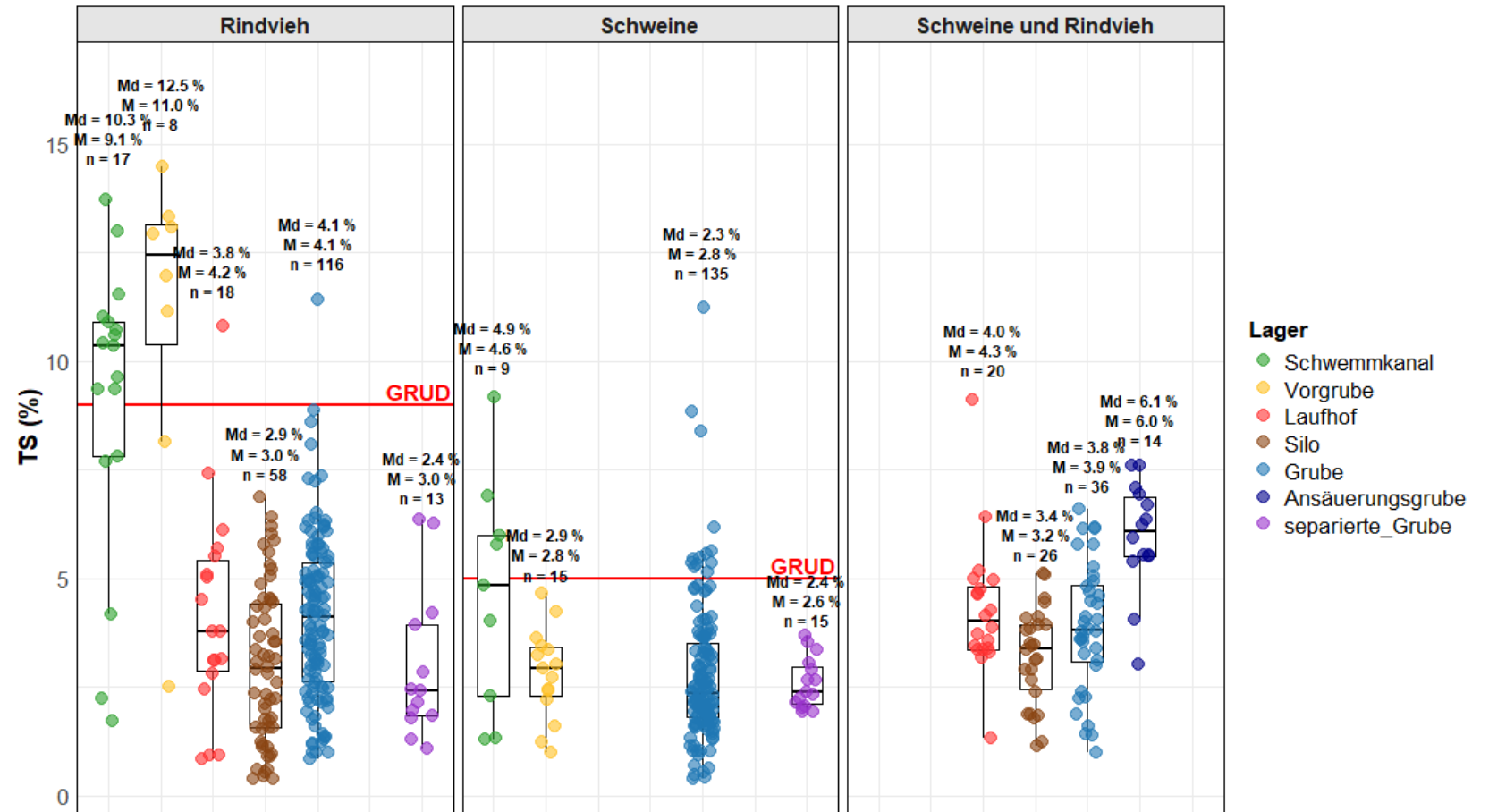
## Trockensubstanzgehalt (TS) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

- **Aufbereitung:**  
Ansäuerung
- **Variabilität Lagertyp:**  
Aufrühre-Effekt,  
Jahreszeit, Verdünnung

### Fazit

- Dünne Gülle
- Lagerort und Aufbereitung bei Beprobung beachten





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

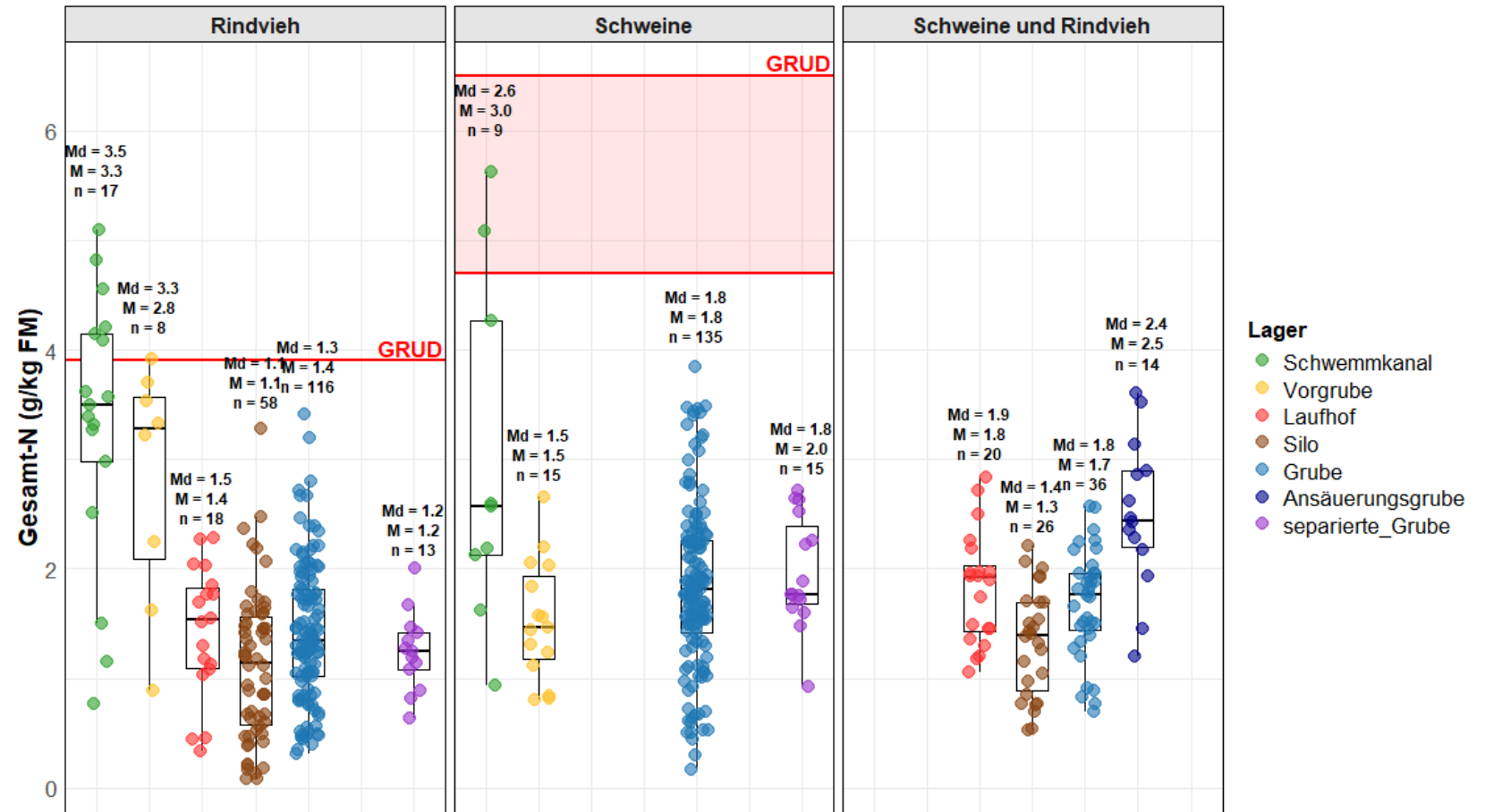
## Stickstoffgehalt (N) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

- **Aufbereitung:**  
Ansäuerung
- **Variabilität Lagertyp:**  
Aufführungseffekt,  
Jahreszeit, Fütterung

### Fazit

- Dünne Gülle  
(geringere N-Konz. bei  
Gülleausbringung)
- Lagerort und  
Aufbereitung bei  
Beprobung beachten





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Phosphorgehalt (P) - Ort vs. Tierart vs. Aufbereitung

### Beobachtung

#### • Variabilität

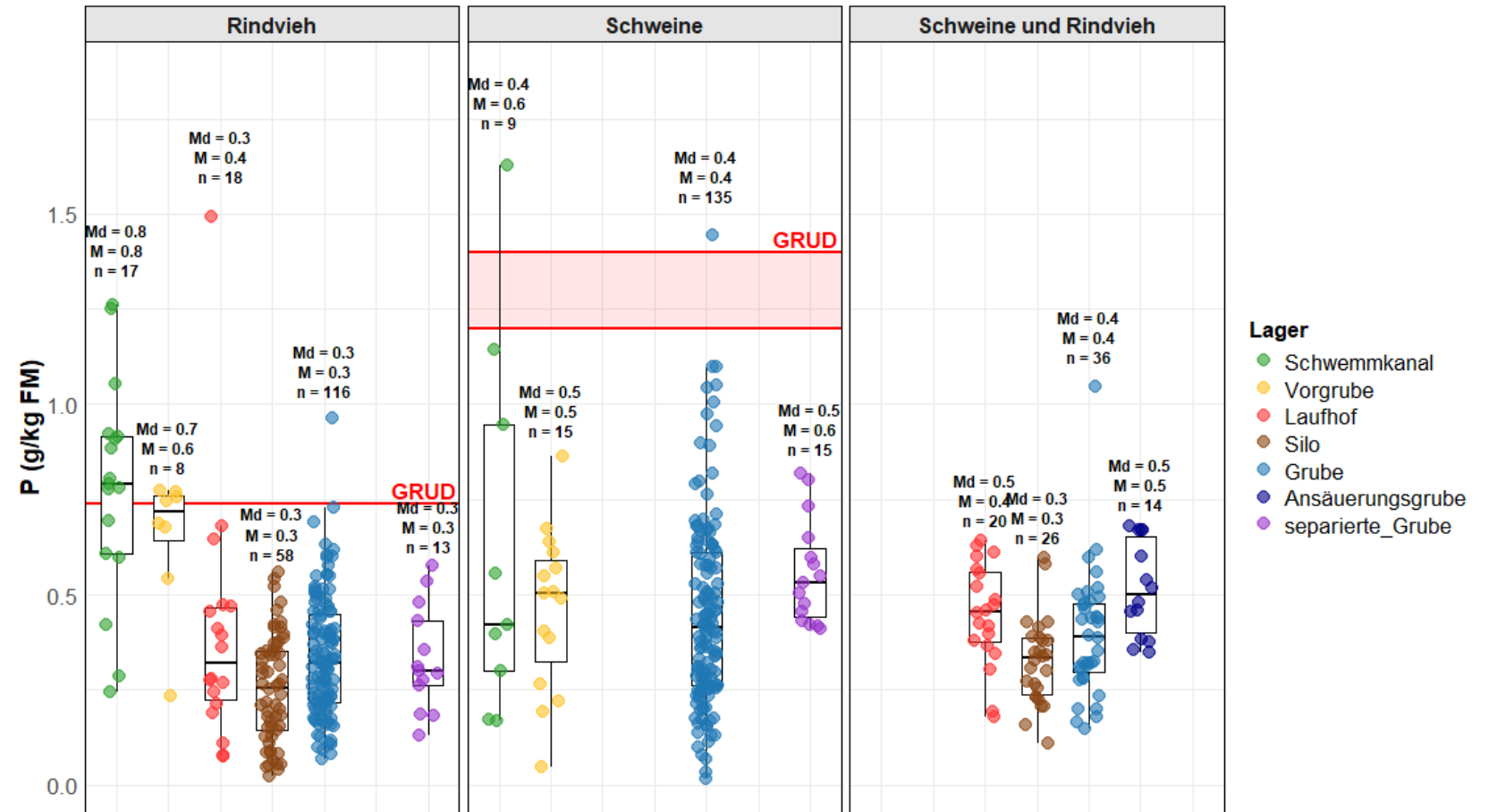
#### Lagertyp:

Jahreszeit,  
Verdünnung, Fütterung

#### Fazit

→ Dünne Gülle  
(geringere P-Konz.  
bei Gülleausbringung)

→ Lagerort und  
Aufbereitung bei  
Beprobung beachten





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Trockensubstanzgehalt (TS) - Saisonaler Verlauf

### Beobachtung

- Schwankungsmass:

Rindvieh > Misch > Schwein

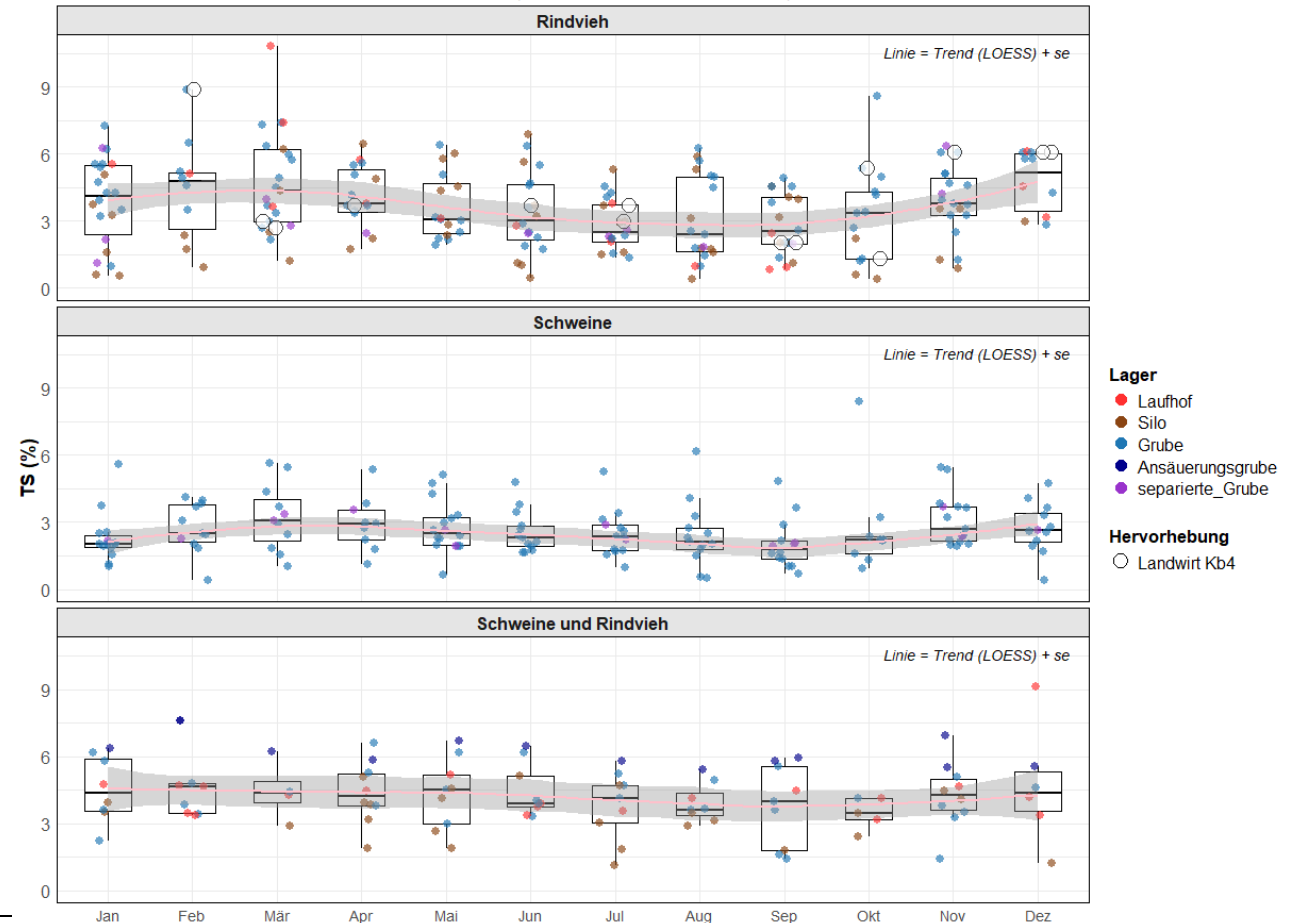
Tierart	Monat (max)	Monat (min)	Diff (%)
Rindvieh	Dez	Sep	101
Schweine	Jun	Sep	67
Misch	Feb	Jul	79

### Fazit

→ Lagerort und Jahreszeit bei Beprobung beachten

Saisonaler Verlauf: TS-Gehalt (Jan–Dez)

auf Betrieben der VSLU (Messzeitraum 19.04.2022 – 20.03.2025)





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Stickstoffgehalt (N) - Saisonaler Verlauf

### Beobachtung

- Schwankungsmass:

Rindvieh = Misch > Schwein

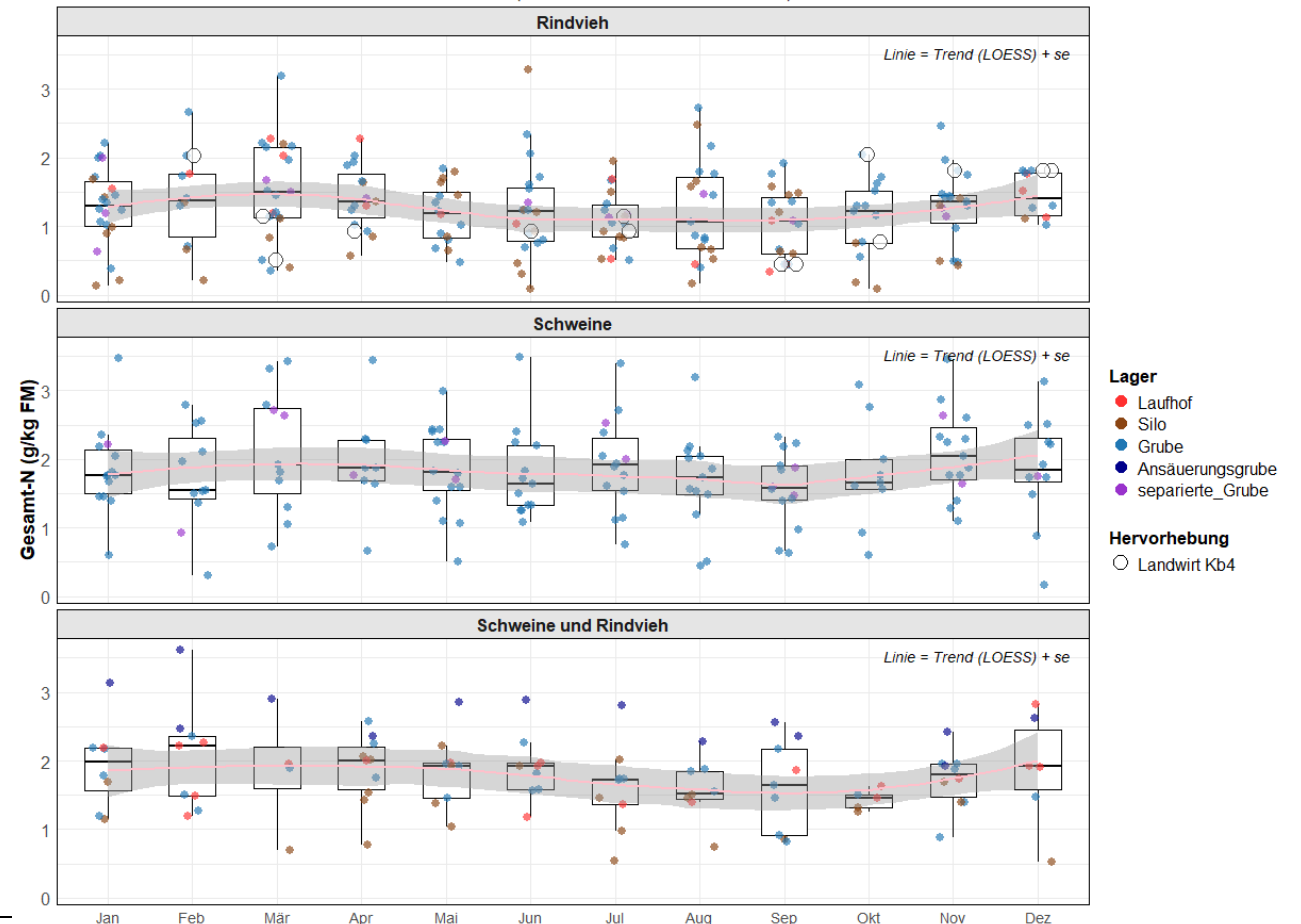
Tierart	Monat (max)	Monat (min)	Diff (%)
Rindvieh	Dez	Sep	63
Schweine	Mär	Sep	35
Misch	Apr	Jul	64

### Fazit

→ Lagerort und Jahreszeit bei Beprobung beachten

Saisonaler Verlauf: Gesamt-N (NT) (Jan–Dez)

auf Betrieben der VSLU (Messzeitraum 19.04.2022 – 20.03.2025)





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Phosphorgehalt (P) - Saisonaler Verlauf

### Beobachtung

- Schwankungsmass:

Rindvieh = Misch > Schwein

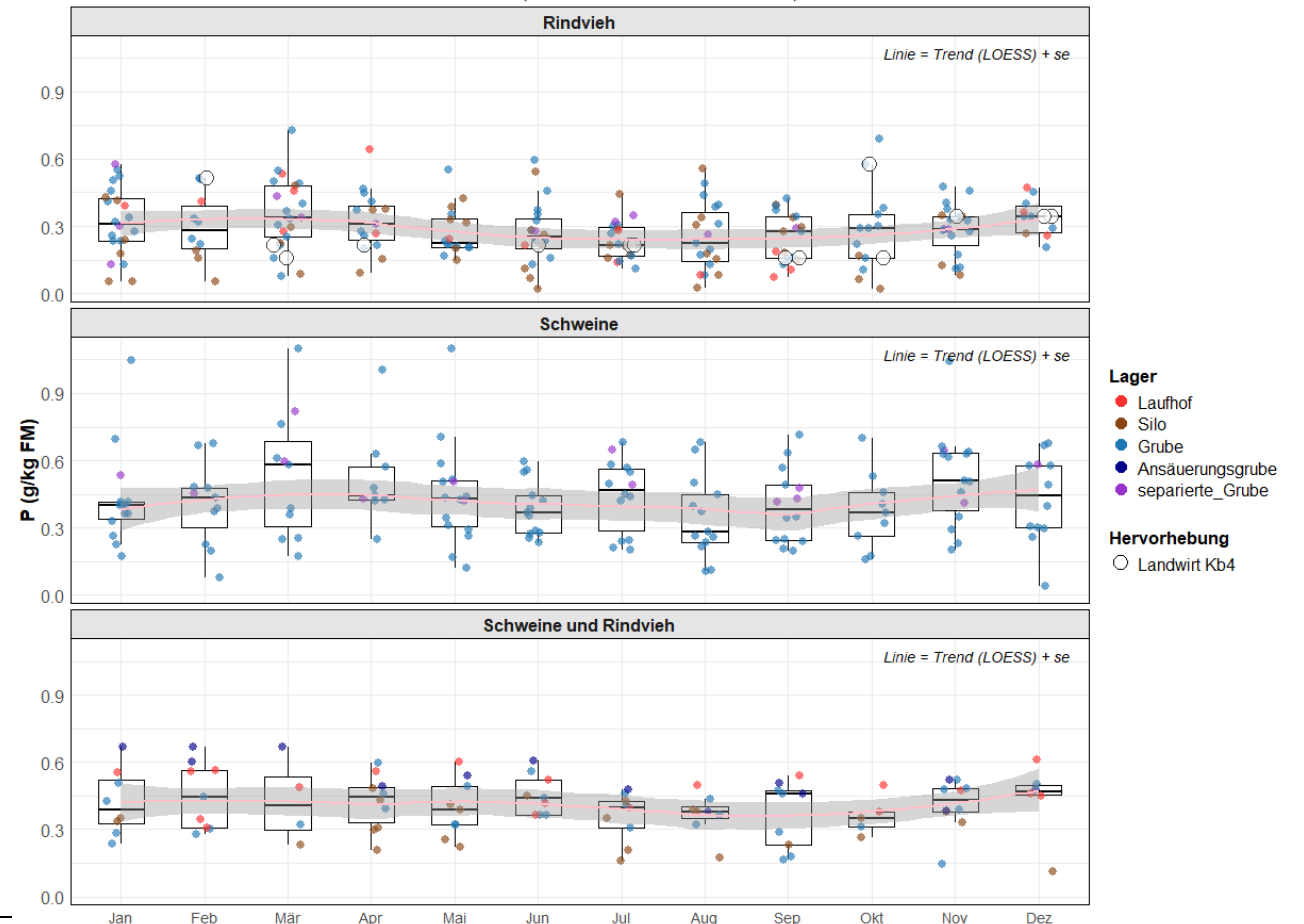
Tierart	Monat (max)	Monat (min)	Diff (%)
Rindvieh	Mär	Sep	64
Schweine	Apr	Sep	47
Misch	Jan	Jul	65

### Fazit

→ Lagerort und Jahreszeit bei Beprobung beachten

Saisonaler Verlauf: Phosphor (P) (Jan–Dez)

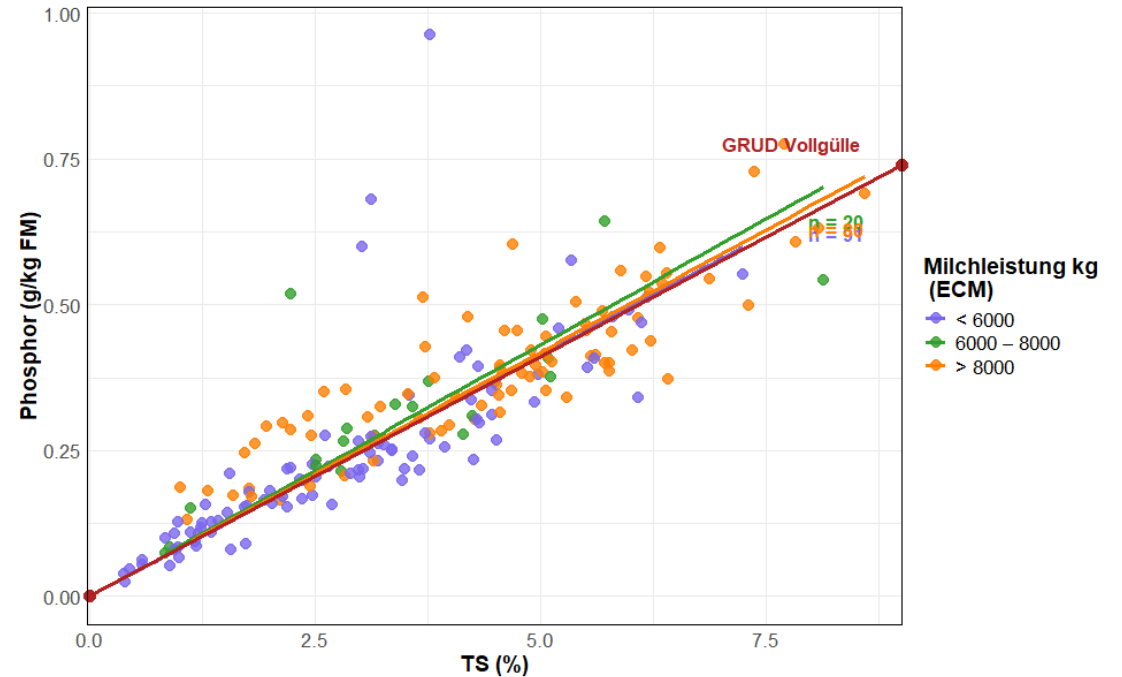
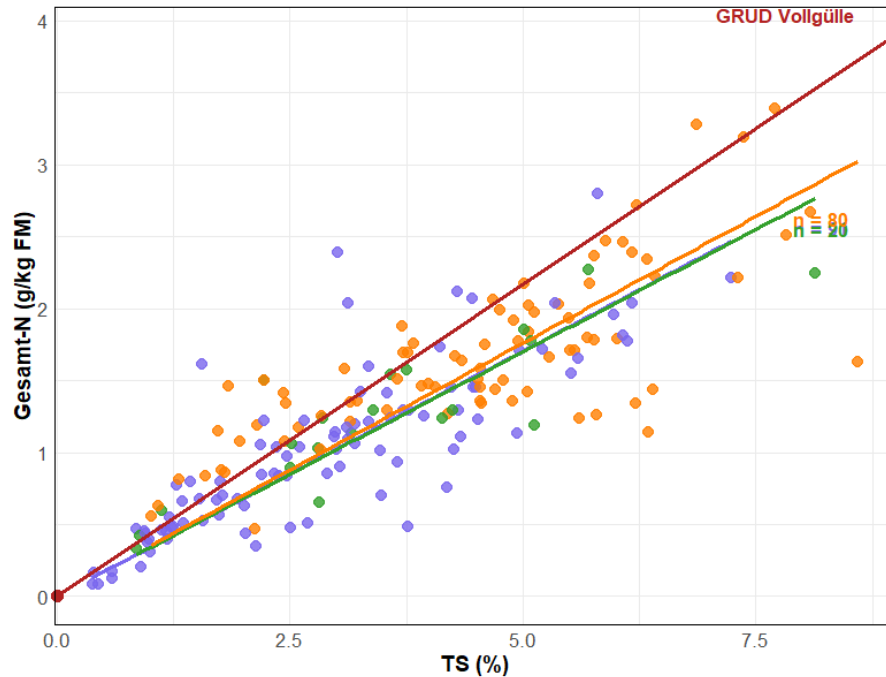
auf Betrieben der VSLU (Messzeitraum 19.04.2022 – 20.03.2025)





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Korrelation von TS mit N und P (Rindergülle) - Vergleich zu GRUD



### Beobachtung

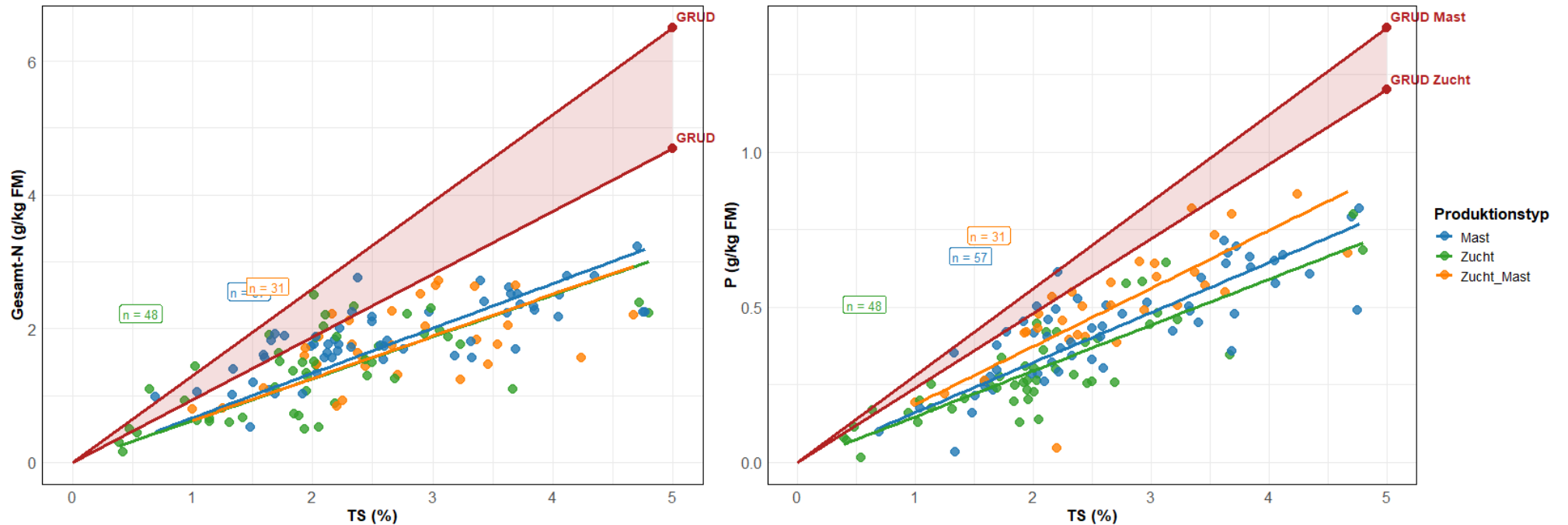
- Korrelation TS zu N < GRUD → ~ Abweichung (17-31%);      ⇒  $N \approx 0.33 \times TS$
- Korrelation TS zu P = GRUD      ⇒  $P \approx 0.08 \times TS$

**Fazit** Hypothese : Fütterungsverbesserungen → geringere N Ausscheidungen



# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Korrelation von TS mit N und P (Schweinegülle) - Vergleich zu GRUD



### Beobachtung

- Korrelation TS zu N < GRUD → ~ - 33-49%
- Korrelation TS zu P < GRUD → ~ - 39-43%
- Korrektur durch Impex und Lineare Korrektur

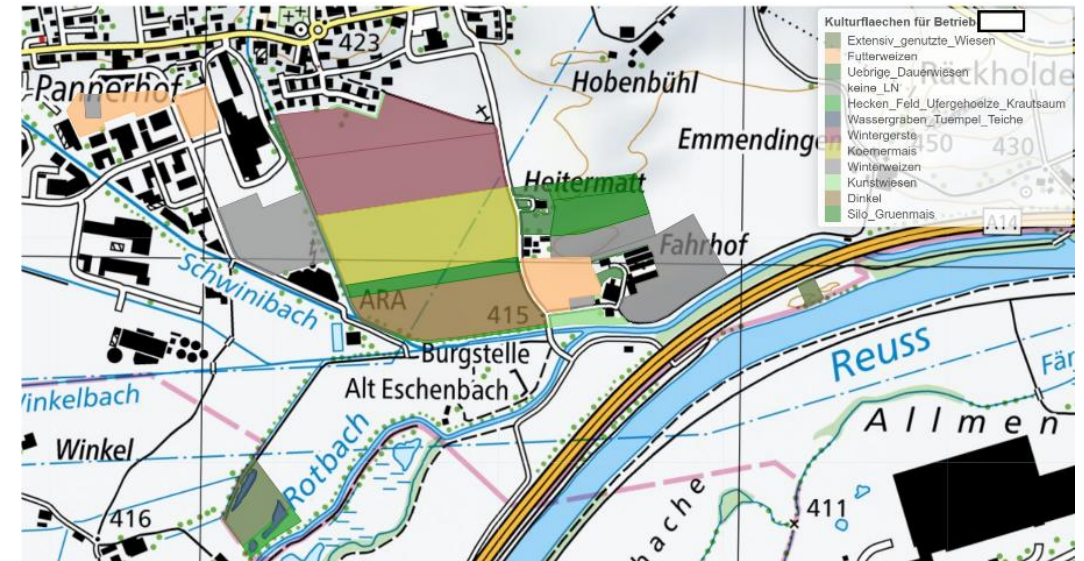


# «Mindicate» Parzellengenau Nährstoffbilanzierung

- Parzellenscharfe N- und P- Bilanz
- Fragestellung:
  - Werden die Parzellen bedarfsgerecht gedüngt?

## Ziel:

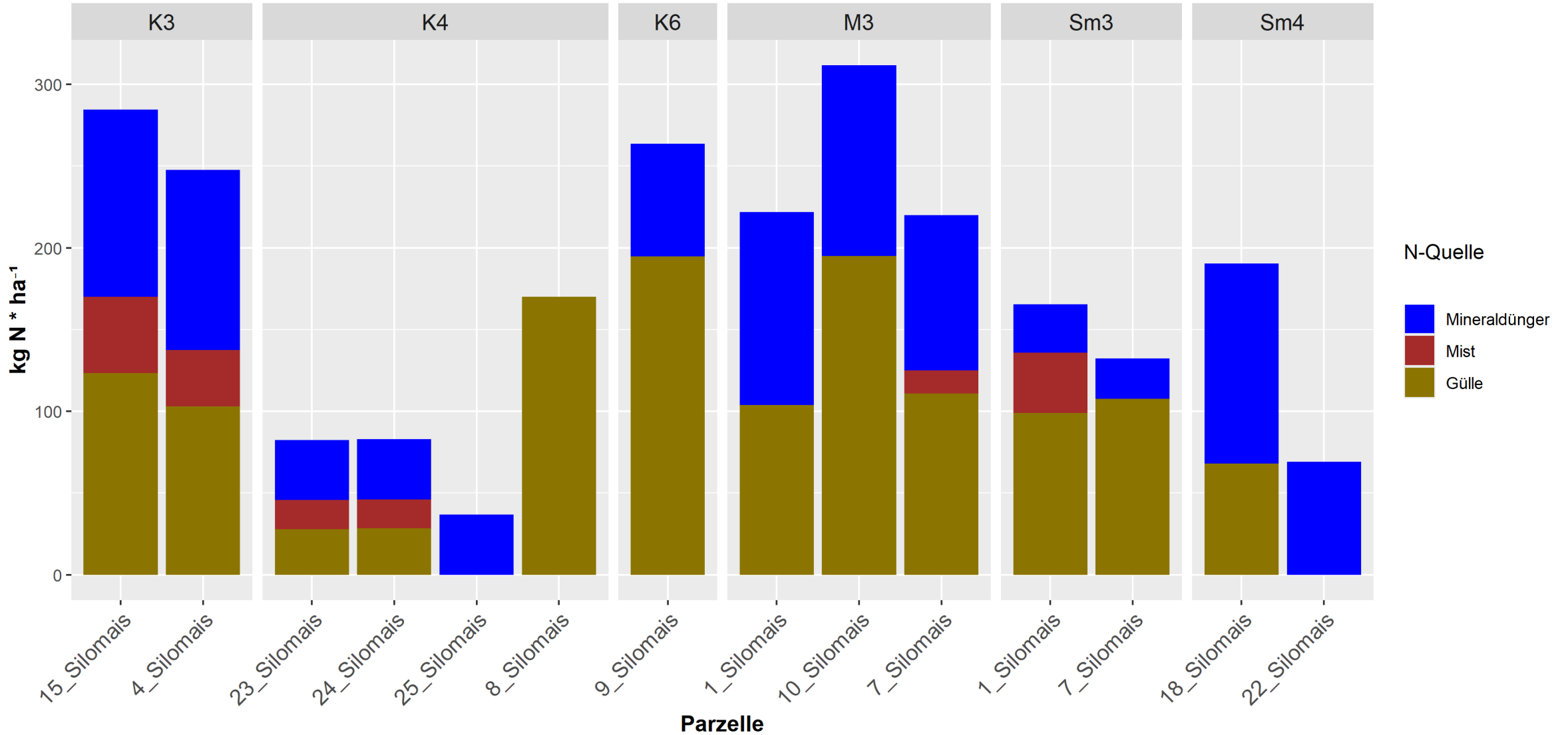
- Identifikation der Einflussfaktoren
- Optimierte Ausnutzung der hofeigenen Nährstoffe
- Reduktion der Ammoniak-Emissionen und Phosphor-Überschüssen





# Wie schauts beim Mais aus?

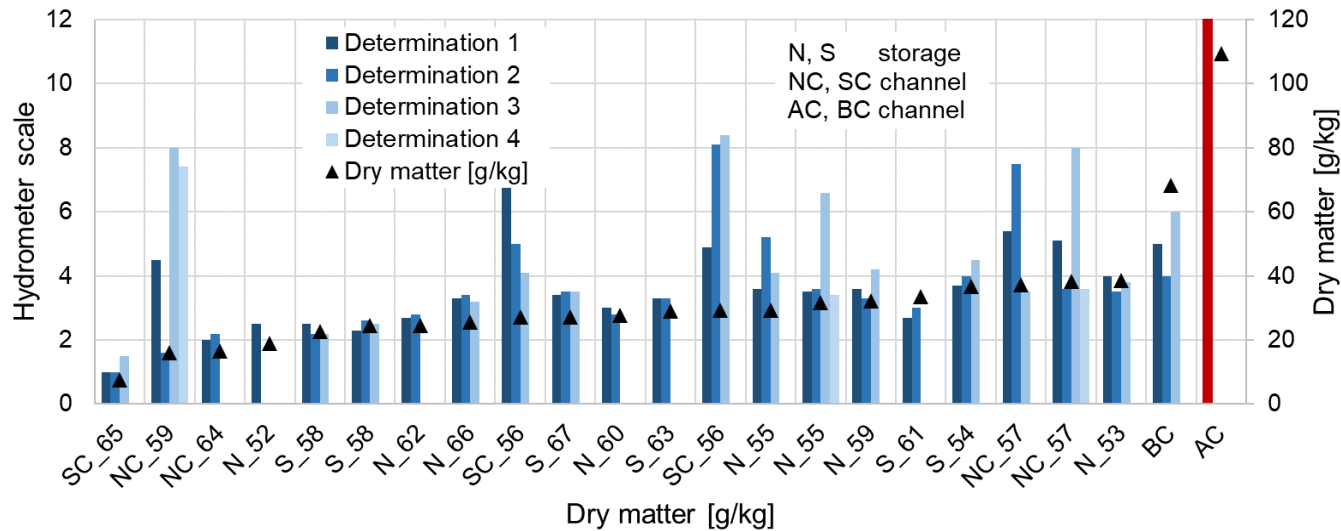
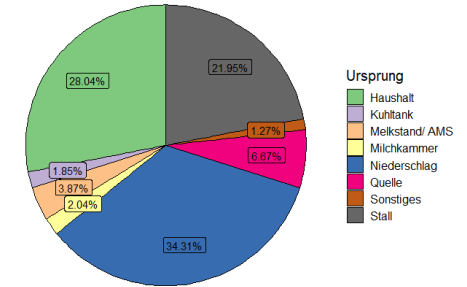
Stickstoffdüngung verschiedener Betriebe auf Silomais im Jahr 2024



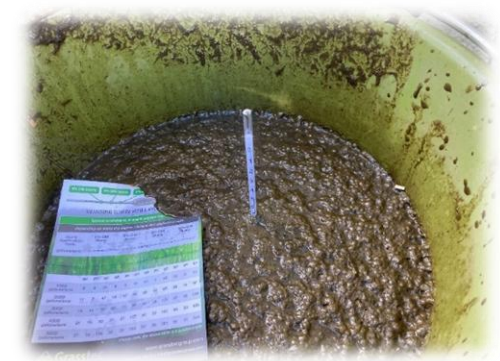


# 2 Projekte zur Hofdüngerqualität

- Vergleich der Trockensubstanz und Nährstoffgehalt Bestimmung durch NIRS, Labor und Güllehydrometer



«Hi-tech» GüllNIRS

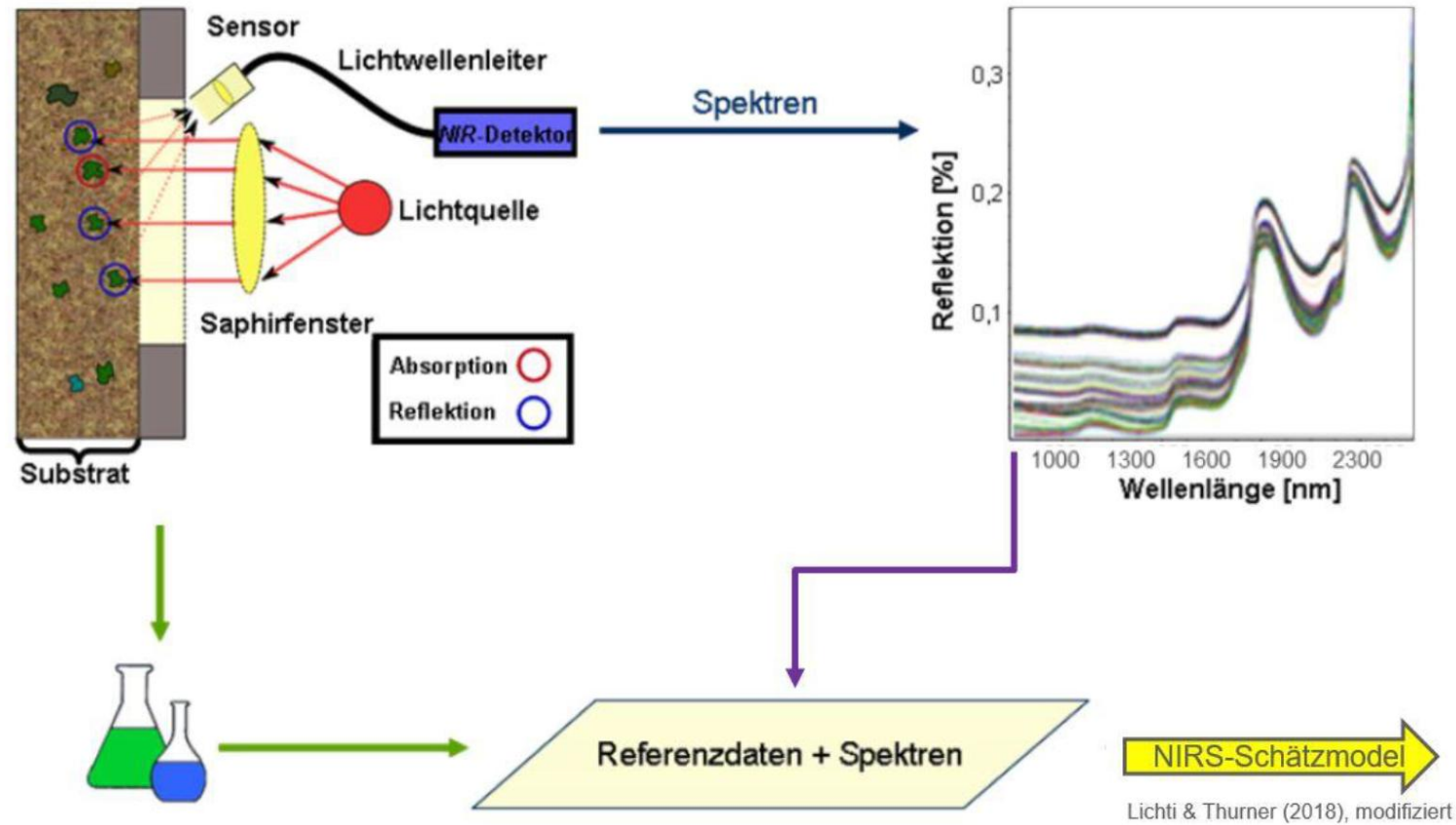


«Low-Tech» Hydroslurry

➤ **Ziel:**  
 Durch eine genaue Abschätzung der Hofdüngerverdünnung können effektive Nährstoffgehalte besser abgeschätzt und Nährstoffe damit gezielter, effizienter und verlustärmer eingesetzt werden

# 🇨🇭 Evaluierung des Hofdünger NIRS

## Messprinzip NIRS-Sensor



# Evaluierung des §NIRS

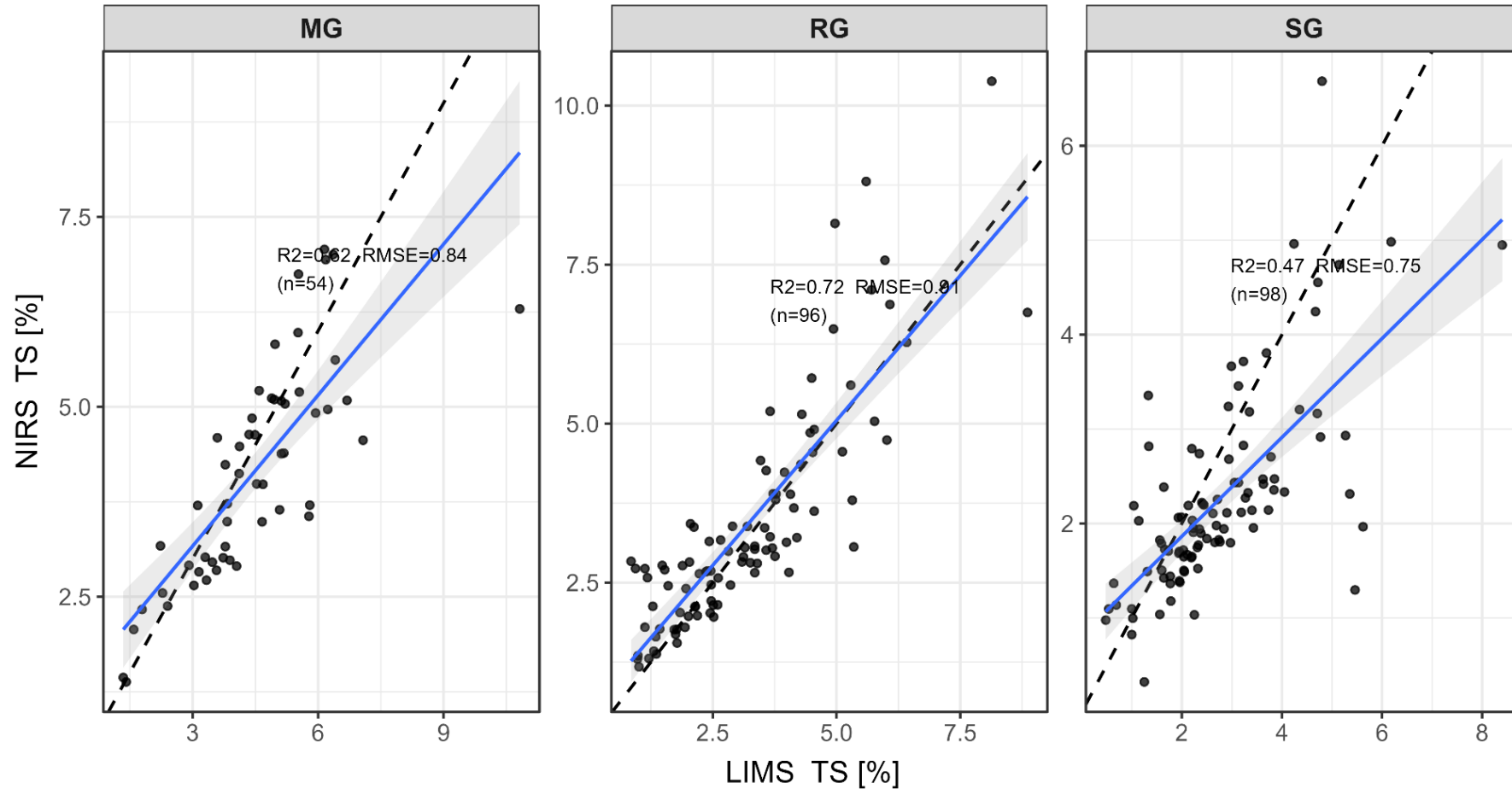




# Evaluierung des Hofdünger NIRS

## TS: LIMS (Laboranalyse) vs NIRS (Schaetzung)

Punkte = Messungen | gestrichelt = 1:1 Linie | durchgezogen = lineare Regression

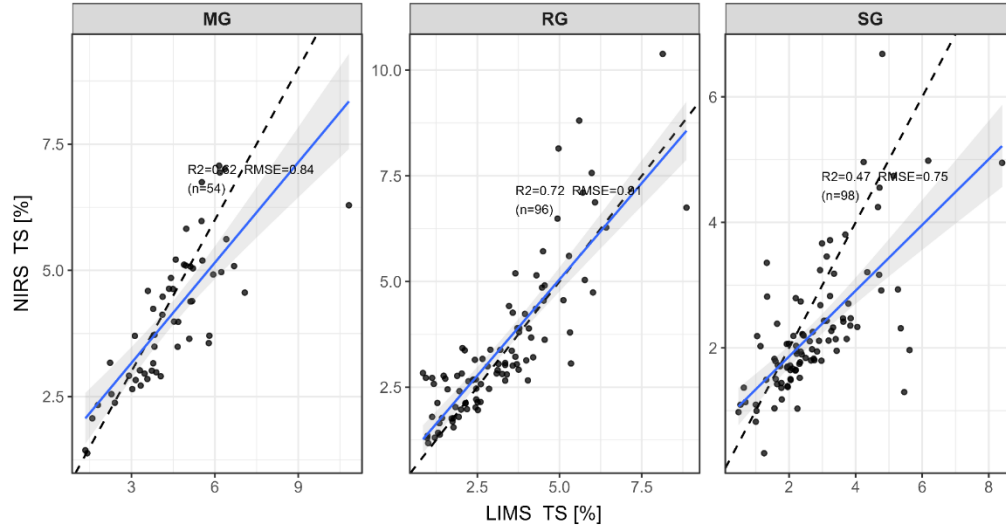




# Evaluierung des NIRS : Labor - NIRS

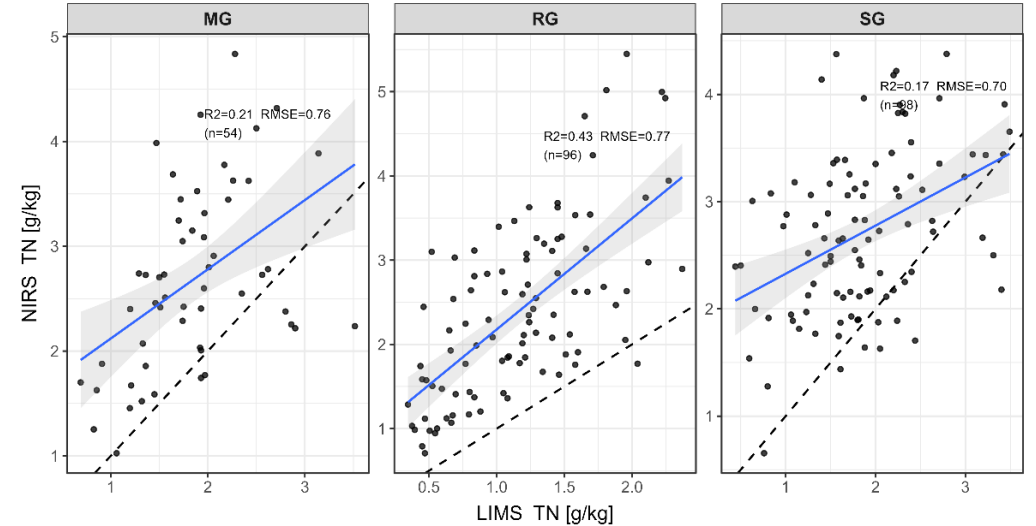
## TS: LIMS (Laboranalyse) vs NIRS (Schätzung)

Punkte = Messungen | gestrichelt = 1:1 Linie | durchgezogen = lineare Regression



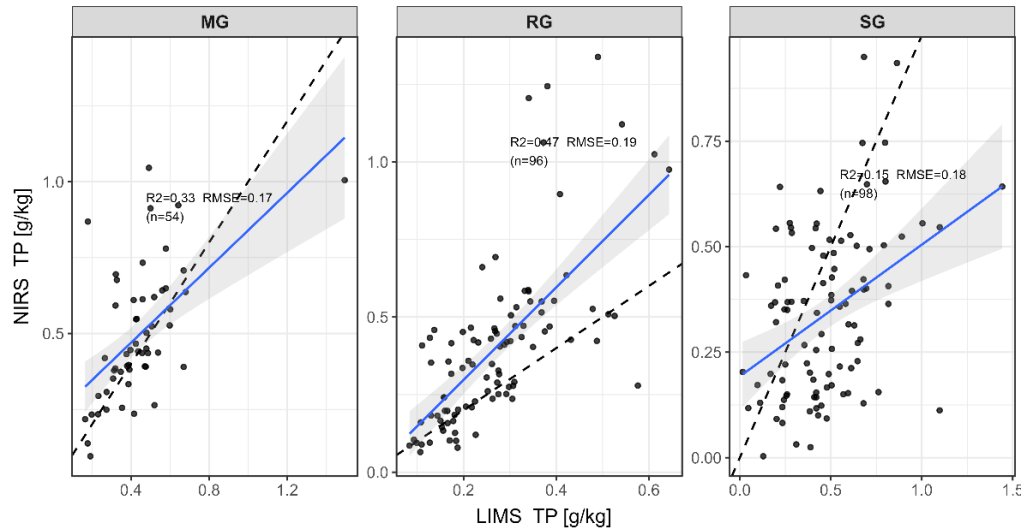
## TN: LIMS (Laboranalyse) vs NIRS (Schätzung)

Punkte = Messungen | gestrichelt = 1:1 Linie | durchgezogen = lineare Regression



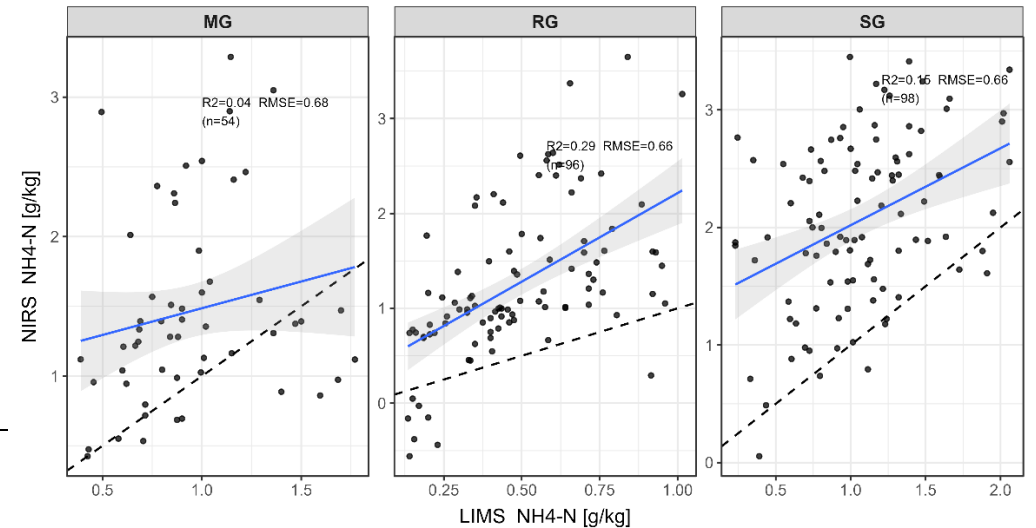
## TP: LIMS (Laboranalyse) vs NIRS (Schätzung)

Punkte = Messungen | gestrichelt = 1:1 Linie | durchgezogen = lineare Regression



## NH4N: LIMS (Laboranalyse) vs NIRS (Schätzung)

Punkte = Messungen | gestrichelt = 1:1 Linie | durchgezogen = lineare Regression

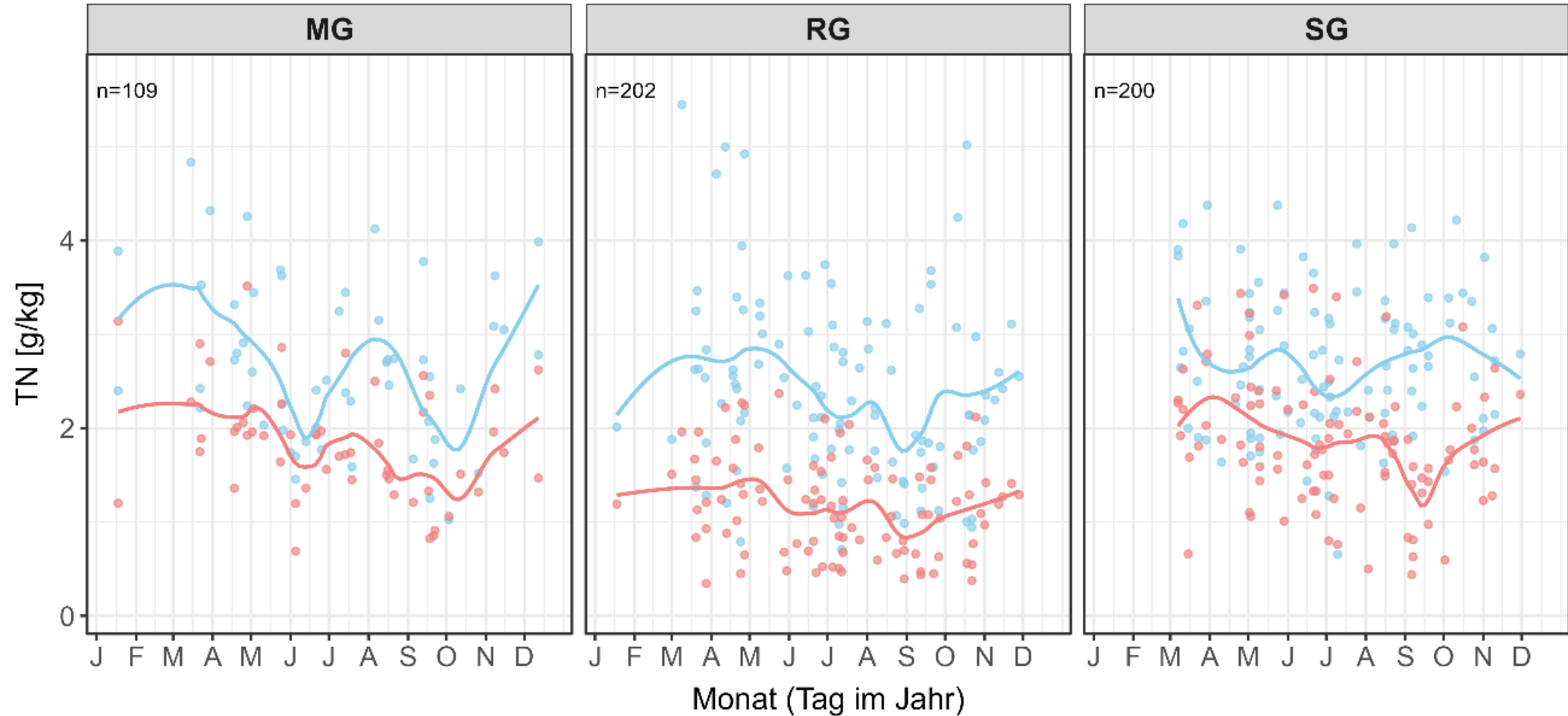




# Evaluierung des NIRS - Saisonal

## TN im Jahresverlauf (Saisonalität): NIRS vs. LIMS

Punkte = Einzelmessungen | Linie = LOESS | TN: g/kg



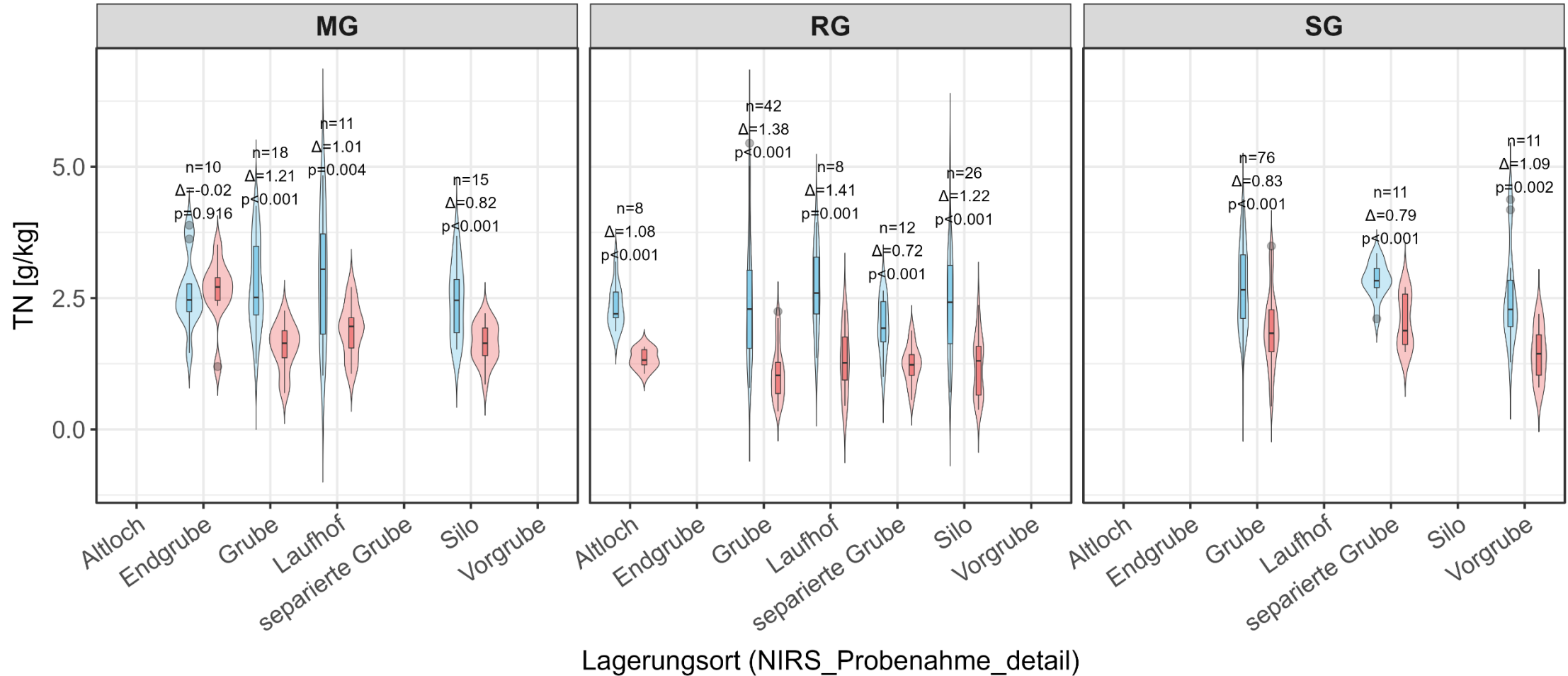
Quelle — NIRS — LIMS



# Evaluierung des NIRS : Probenahmeort

## TN Verteilung: NIRS vs LIMS

Facets = Gülleart | x = Lagerungsart | paired t-test je (Gülleart×Lagerungsart). Einheiten: g/kg bzw. Verhältnis.



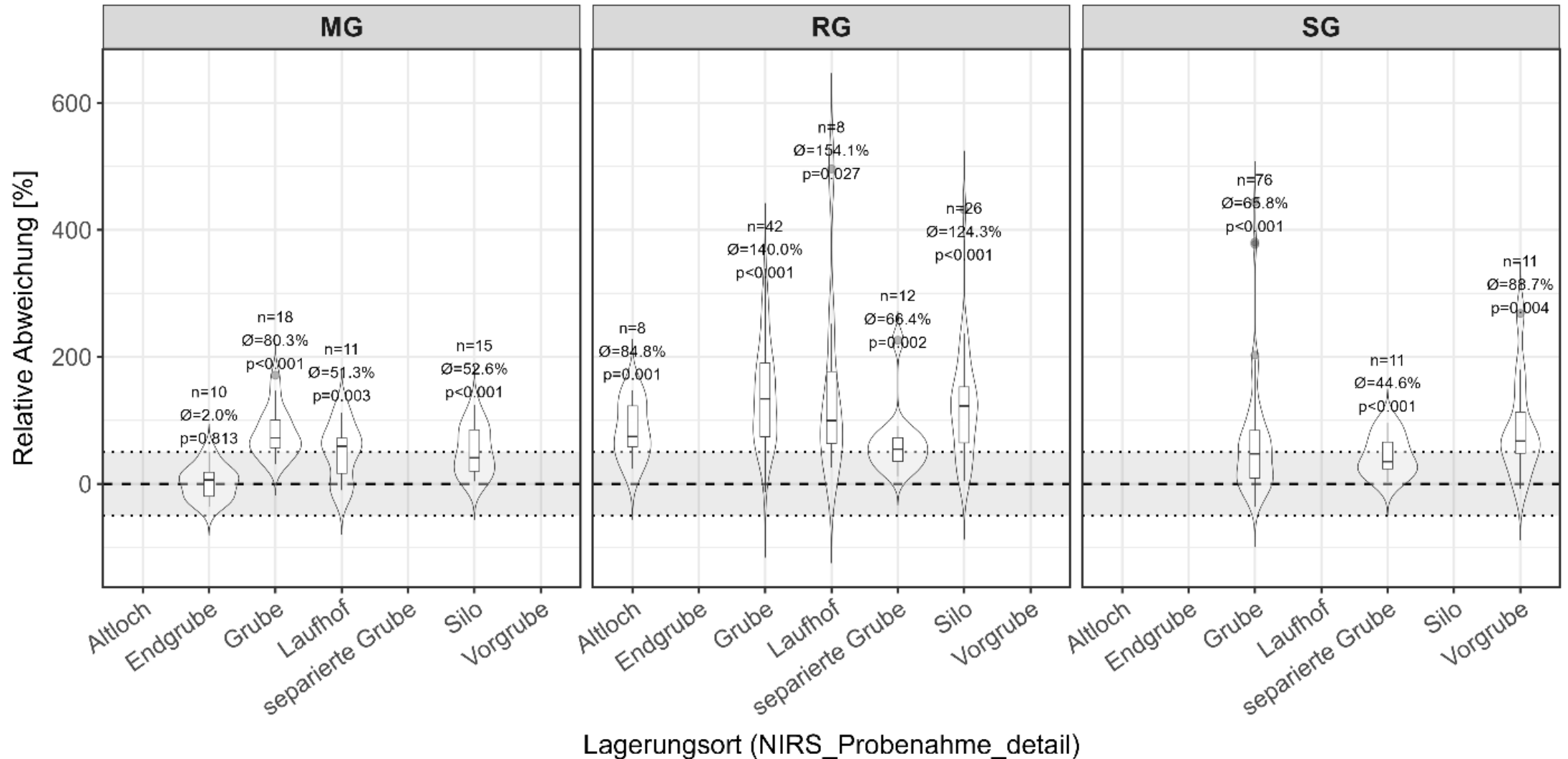
Quelle NIRS LIMS



# Evaluierung des NIRS - Lagerort

## TN – relative Abweichung nach Lagerungsort

rel. Fehler [%] = (NIRS-LIMS)/LIMS \* 100 | 1-sample t-test je (Gülleart×Lagerungsort). | TN: g/kg | Band: ±50%



# «Evaluierung des NIRS»

## Zusammenfassung und Fazit

- Das NIRS hat den Praxistest nicht bestanden
- Einzig der Trockensubstanzwert kann gut bestimmt werden
- TN, NH<sub>4</sub>-N, TP und TK zeigen tw. massive Abweichungen
  
- Grosse Abweichungen unabhängig von Gülleart, Güllelager, Güllezusammensetzung (TS) oder Saisonalität
  
- Möglicher Grund:
  - Einstreu
  - Homogenisierung
  - Externe Hofdüngerinputs (Mist, Hausabwässer, Melkstand etc....)
  
- Ähnliche Befunde im «NIRS-QS» Projekt in Deutschland
  
- Notwendigkeit der Anpassung der NIRS Kalibration durch den Hersteller

Einsatzmöglichkeiten von Nahinfrarotspektroskopie zur Nährstoffbestimmung in flüssigen Wirtschaftsdüngern  
Projekt „NIRS-QS“

Charlotte Höpker





# «Hofdünger Quantität und Qualität in der Praxis»

## Zusammenfassung und Fazit

- Hofdüngergerhalte der GRUD stimmen gut mit den vorgefundenen Praxiswerten von Milchviehgülle überein
- Im Betriebsnetzwerk der VSLU wird meist dünne > 1:1.5 Güllen ausgebracht.
- «Dickere» Güllen werden vor allem in Schwemmkanälen und Vorgruben vorgefunden
- Hofdüngerqualität stark abhängig von der Verdünnung (TS-Gehalt) aber auch vom Lagerort, Aufbereitung, Tierart und Jahreszeit
- Korrelation zwischen TS und Hofdünger Nährstoffgehalt für die Praxis relevant für die Düngeplanung insbesondere in Verbindung mit einem Güllehydrometer
- Die parzellengenaue Hofdüngerausbringung ist stark heterogen und zeigt Optimierungspotential
- Hofdünger-NIRS besteht aktuell nicht den Praxistest



# Agroscope

gutes Essen, gesunde Umwelt

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!