

Agrarmeteorologie

Notwendigkeit (und Möglichkeiten) der Anpassungen an den Klimawandel

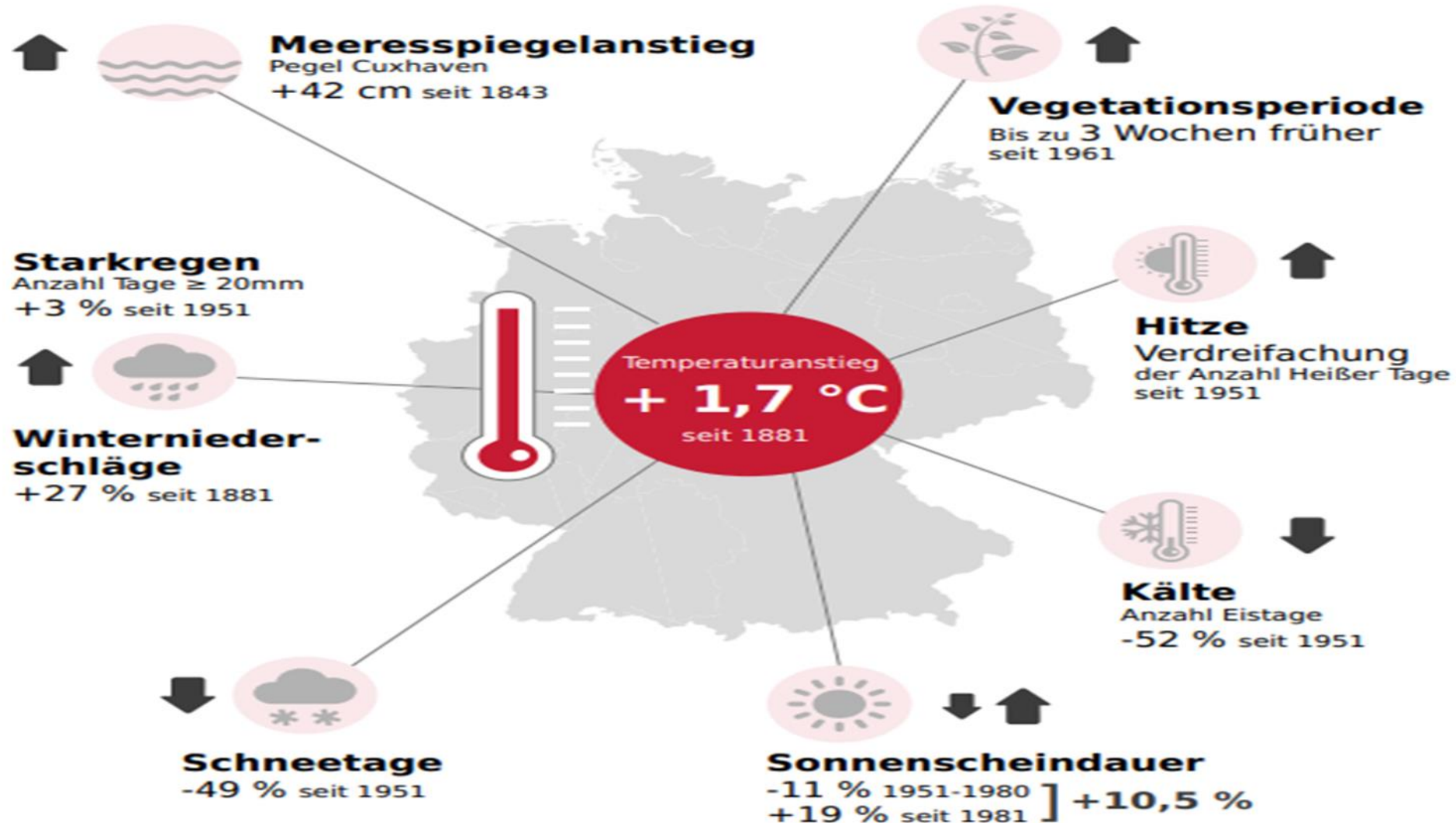


Leipzig, am 07.04.2021

Falk Böttcher

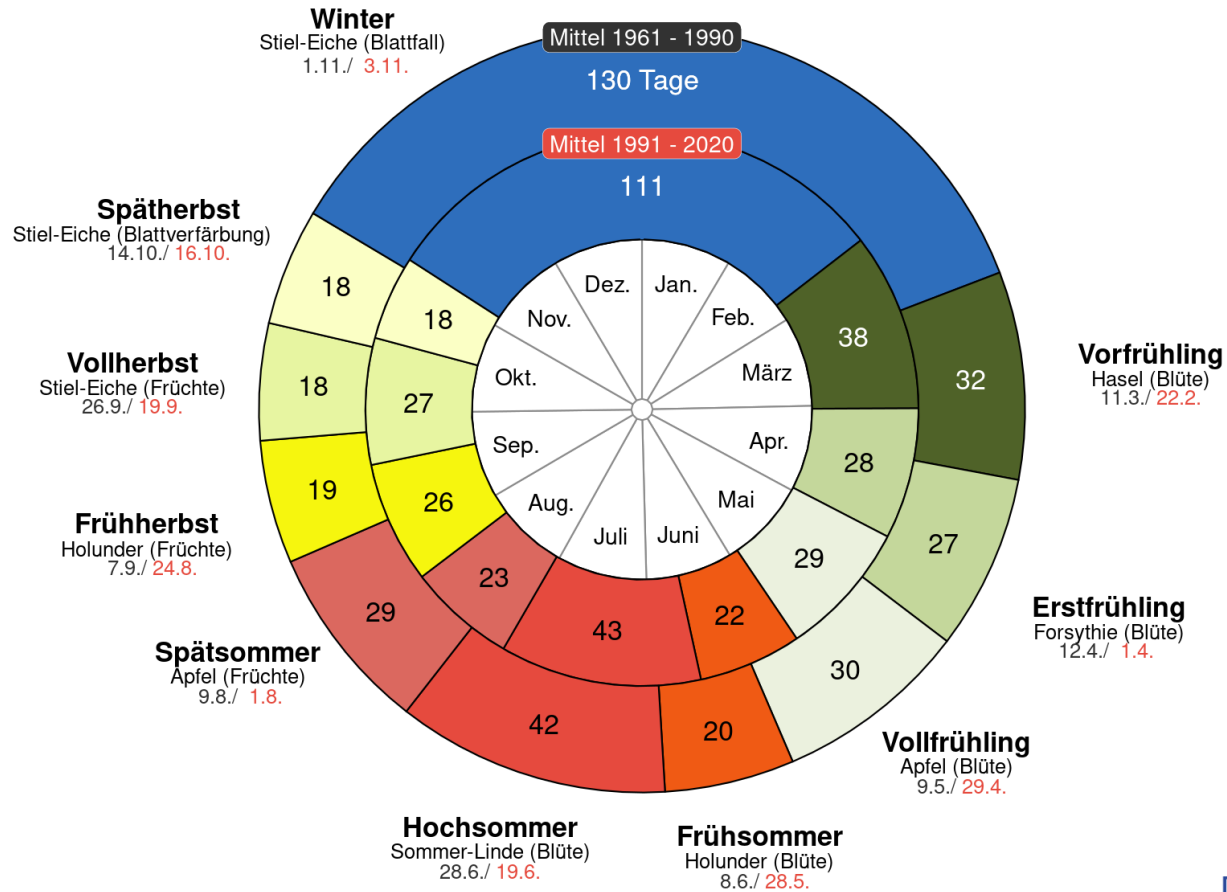
Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie
falk.boettcher@dwd.de +49 69 8062 9890

Deutschland im Klimawandel





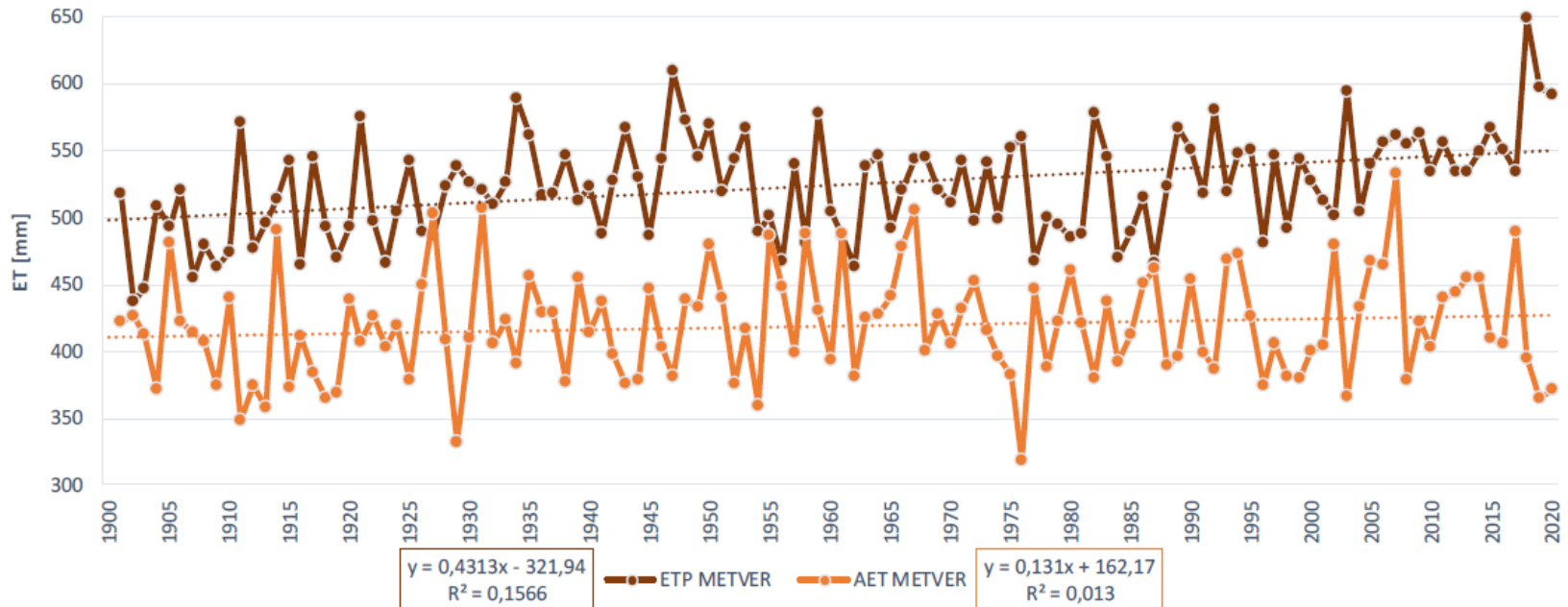
Phänologische Jahreszeiten Sachsen



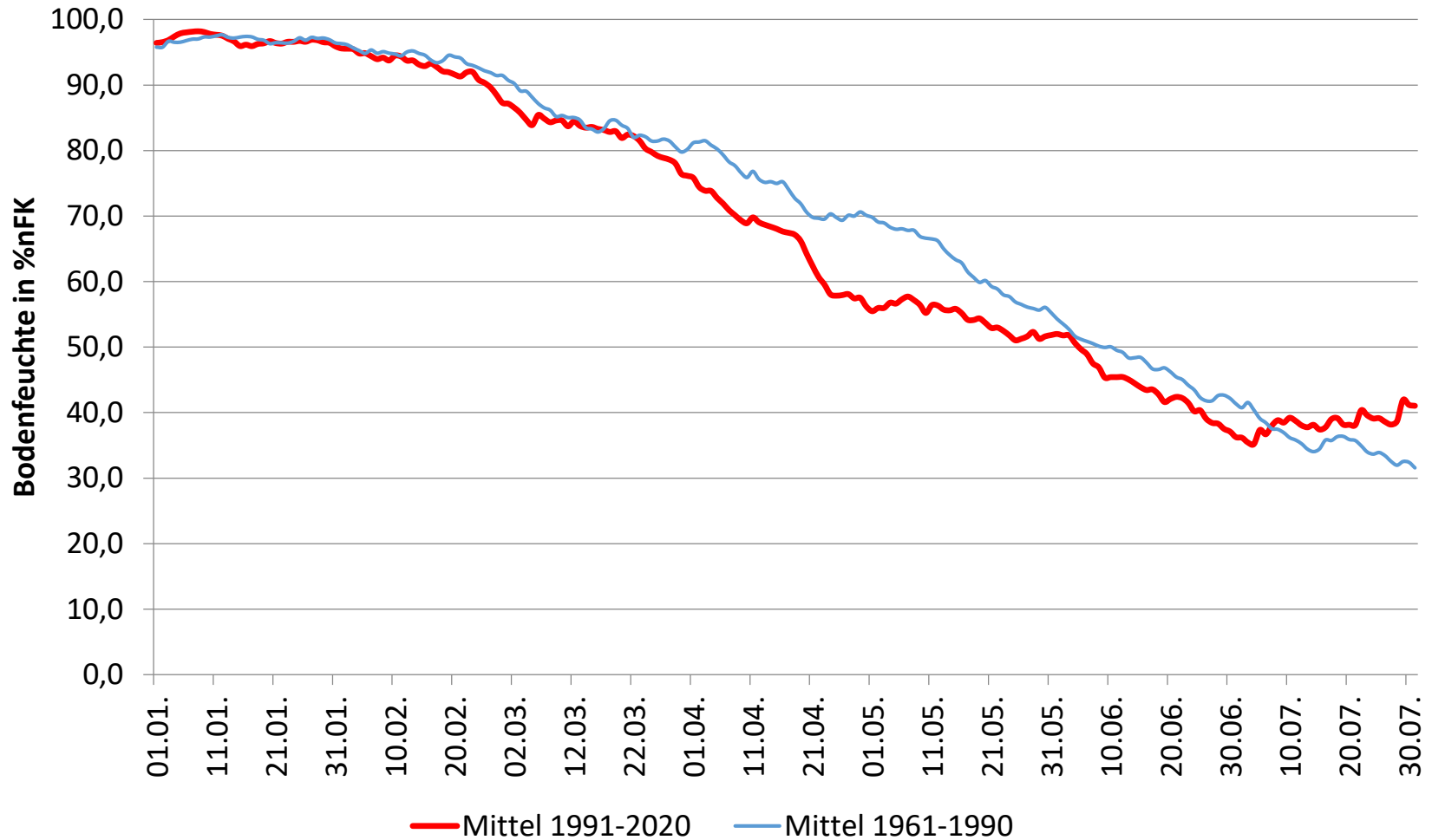
Stand Jahresmelder: 24.02.2023 11:32
Kontakt: Landwirtschaft@dwd.de



Zeitlicher Verlauf der Summen von ETP und AET in mm in der Vegetationsperiode des Winterweizens in Potsdam von 1900 bis 2020, Modellierung mit METVER

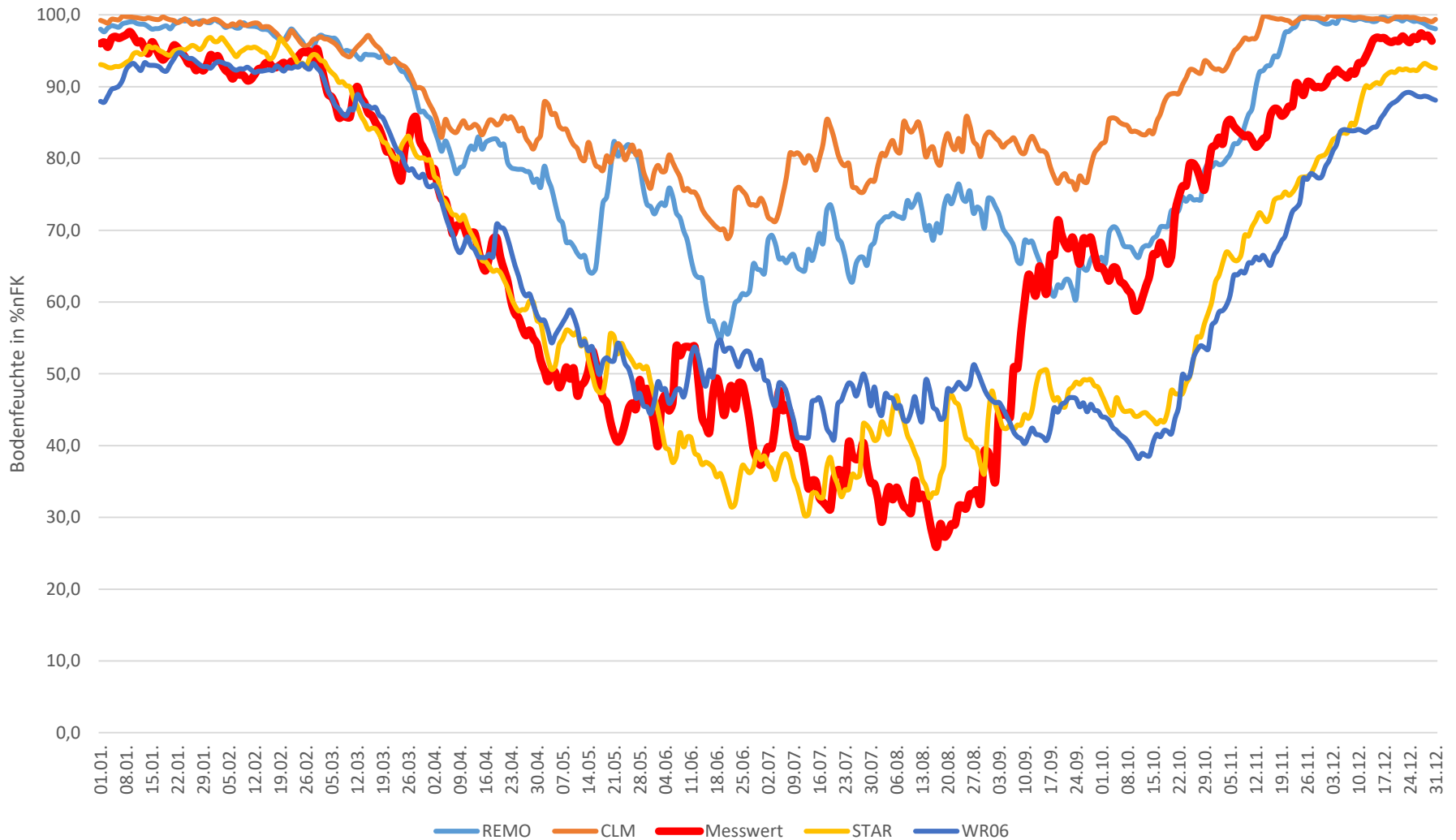


Veränderung des Bodenfeuchtemittels unter Winterweizen in Mitteldeutschland



Bodenfeuchteentwicklung unter Gras

Hätten wir es wissen können? Entwicklung 2011-2020

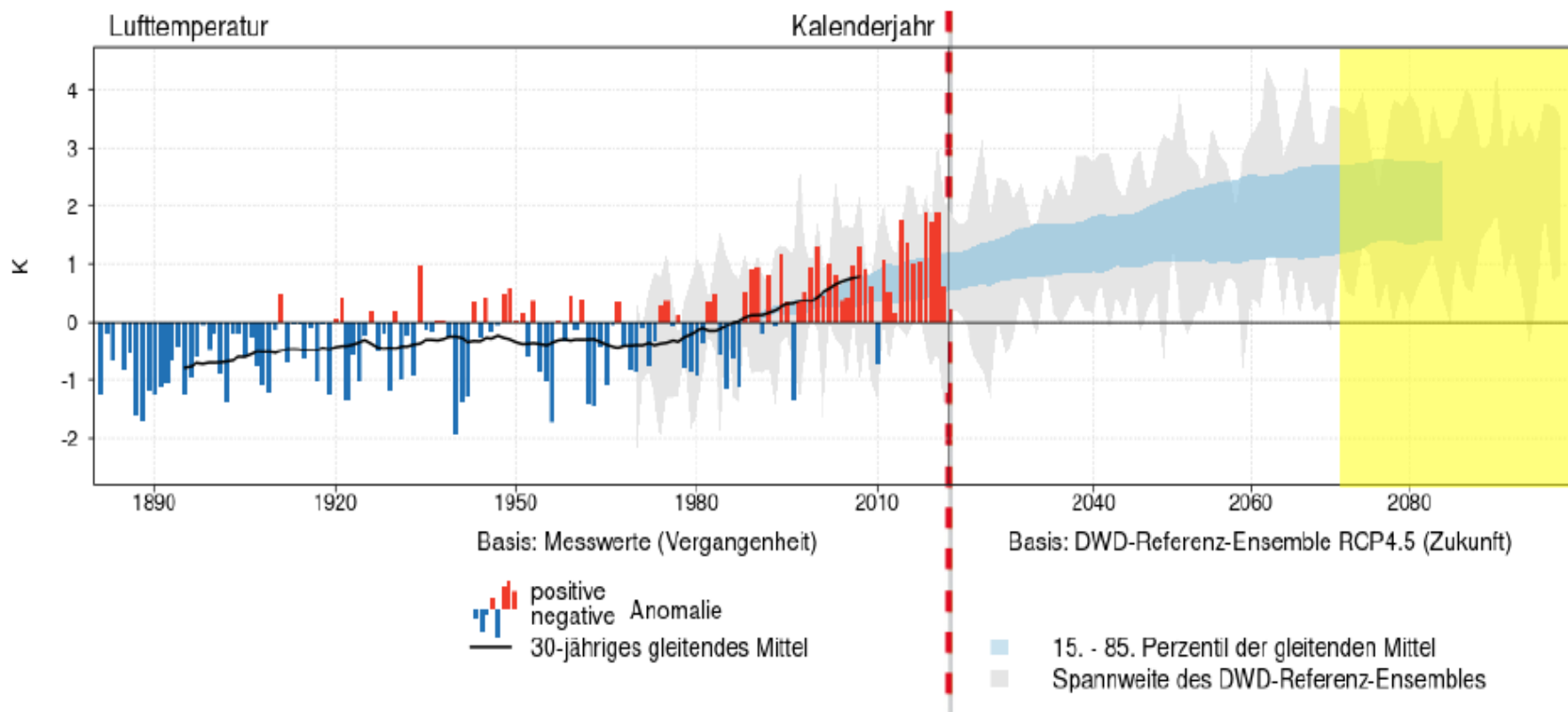


Die gemessenen Trends
setzen sich auch in die Zukunft fort!

Die gemessenen Trends setzen sich auch in die Zukunft fort - Beispiel **Lufttemperatur**

1881 - 2021
Deutschland

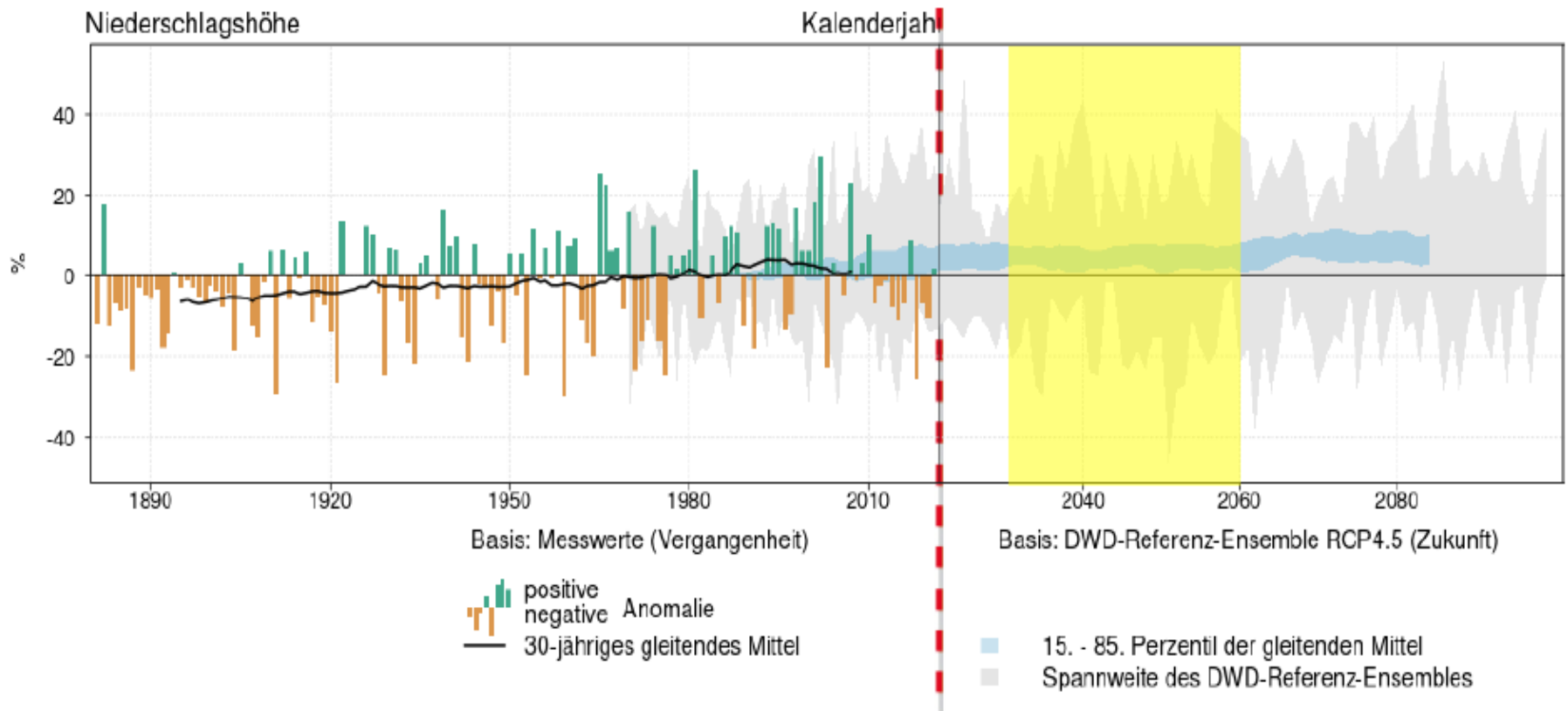
2022 - 2100
Deutschland



Die gemessenen Trends setzen sich auch in die Zukunft fort - Beispiel **Niederschlagshöhe**

1881 - 2021
Deutschland

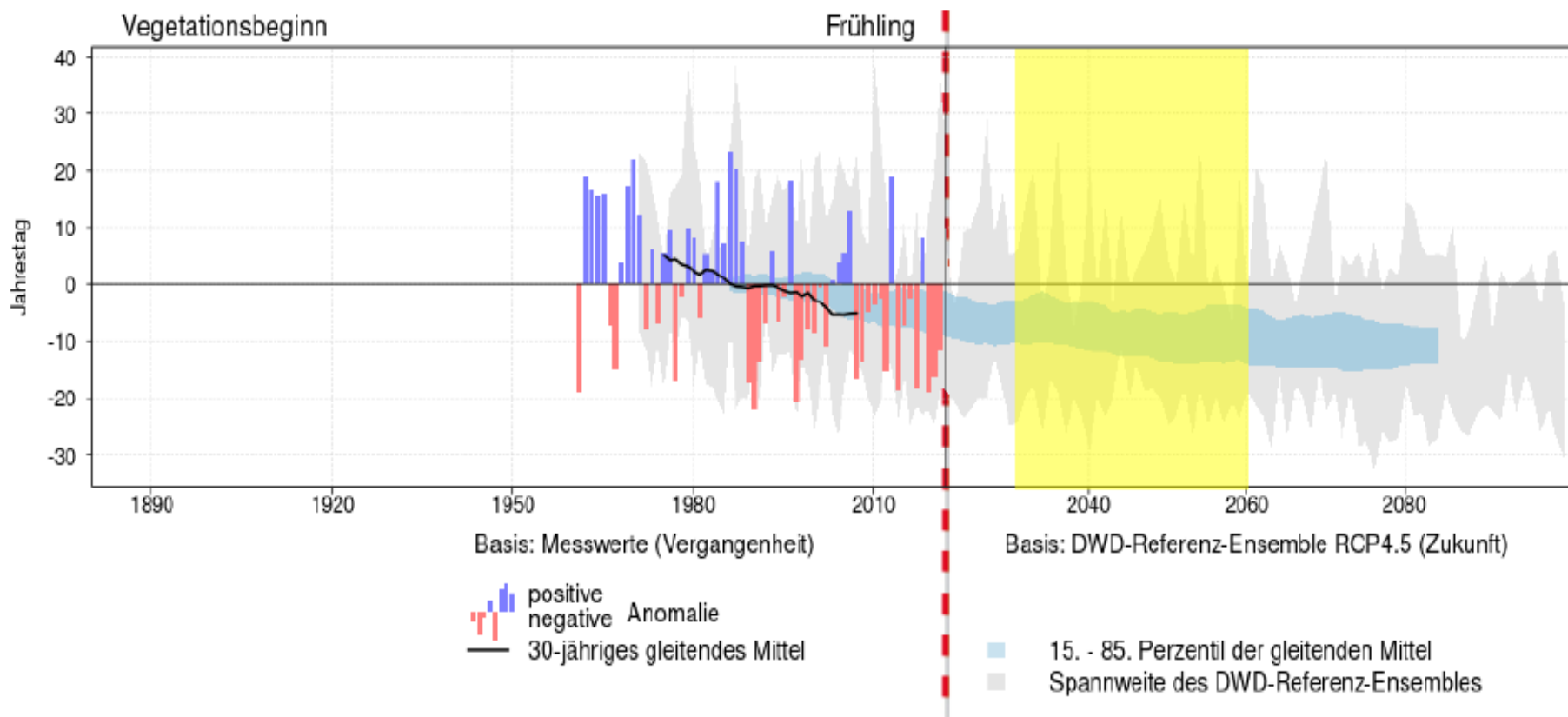
2022 - 2100
Deutschland



Die gemessenen Trends setzen sich auch in die Zukunft fort - Beispiel **Vegetationsbeginn**

1881 - 2021
Deutschland

2022 - 2100
Deutschland



Wie können wir in der Landwirtschaft reagieren?

Ziele

- Wasser länger in der Landschaft halten
- Wasser versickern lassen, Minimierung Oberflächenabfluss
- Erhalt der standorttypischen Humusgehalte (möglichst Erhöhung)
- Bodenstruktur erhalten und verbessern

- Anbau von Zwischenfrüchten
 - abfrierend
 - überwinternd (auch Zweifruchtsysteme)

- Pflügen, Mulchsaat/Grubbern, Strip-till, Direktsaat
 - Bodenfeuchte
 - aktuelle/reale Verdunstung

- Kaliumdüngung

- Wirkung der Stoppelbearbeitung

- Variation von Aussaatstärken

- Bewässerung



Sechziger Jahre

und

Jetztzeit





FDR-Sonden in unterschiedlichen Ausführungen

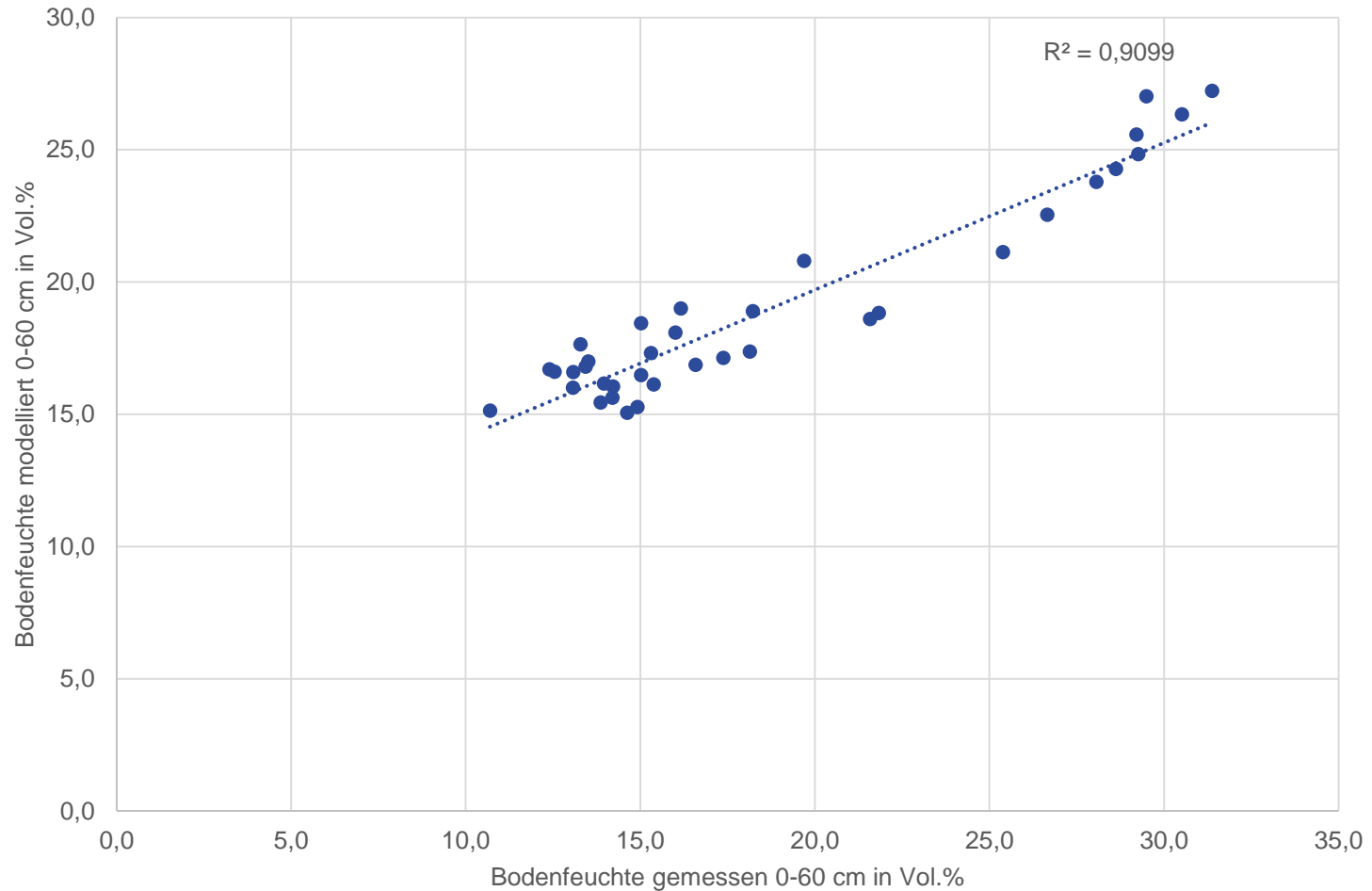


CRNS – Sonde

Nutzung der kosmischen
Neutronenstrahlung

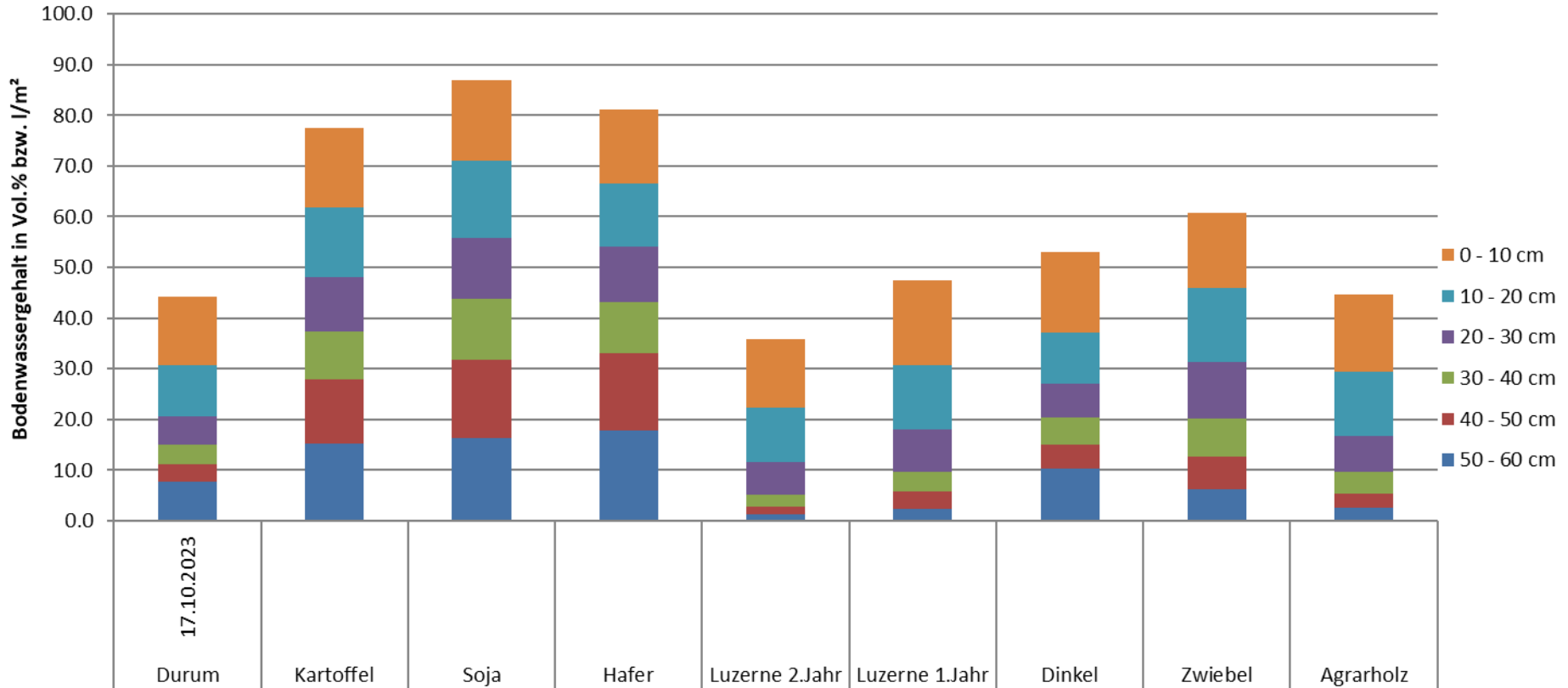
Bodenfeuchte Modell vs. Messung in Wurz

(Vergleich über 10 Jahre 2009-18; Prüfstelle Bundessortenamt)



Wasserhaushalt in der Fruchtfolge

Wassergut Canitz



Bodenfeuchtemessungen mit FDR-Rohrsonde DWD-KU 3 LZ

Datum Uhrzeit	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm	50-60 cm	Tiefe
2009.08.10 14:32:32	11.3	11.9	33.2	45.3	49.0	46.0	%nFK
2009.08.10 15:02:32	11.7	12.1	33.0	45.4	49.1	46.1	%nFK

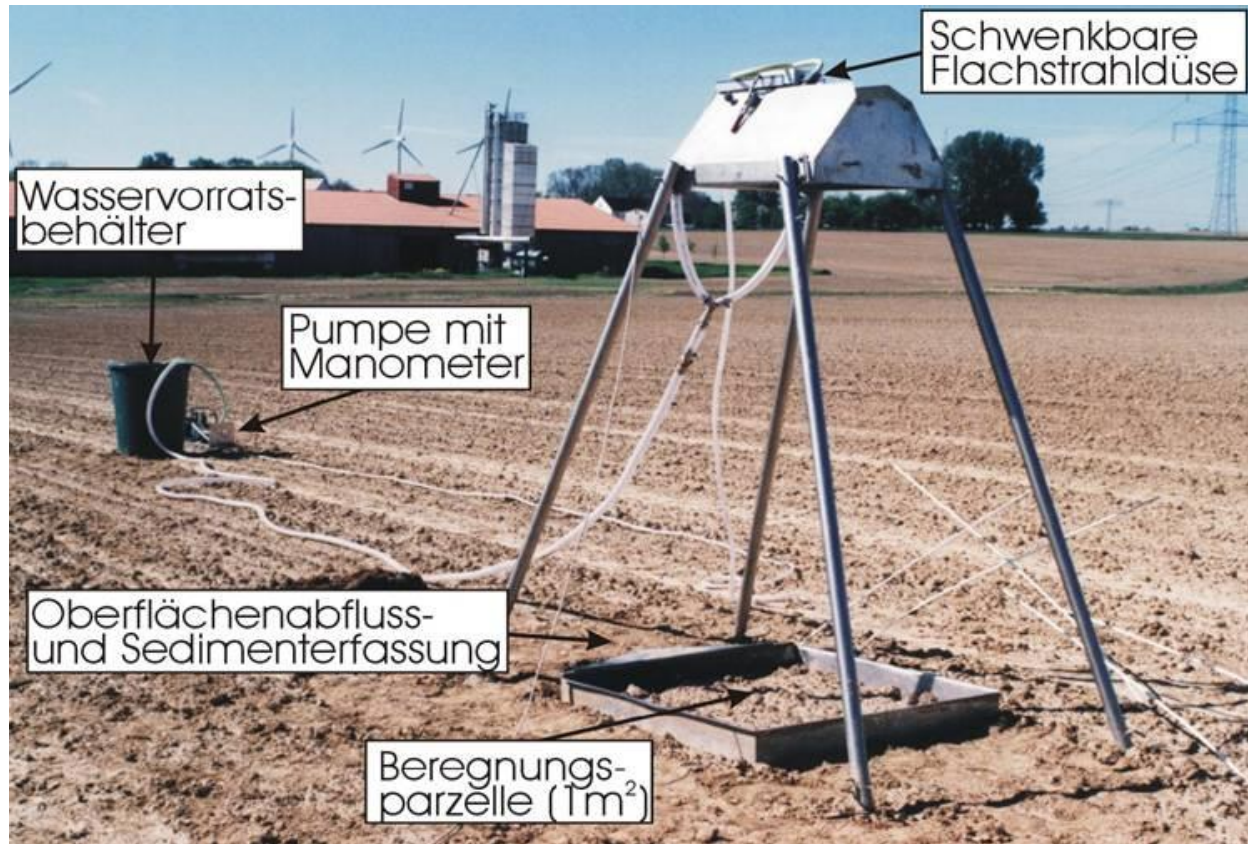
Ereignis: Schauer mit einer Niederschlagsmenge von 9 mm in der halben Stunde

Resultat: Diese recht hohe Niederschlagsmenge kommt kaum dem Boden zugute!

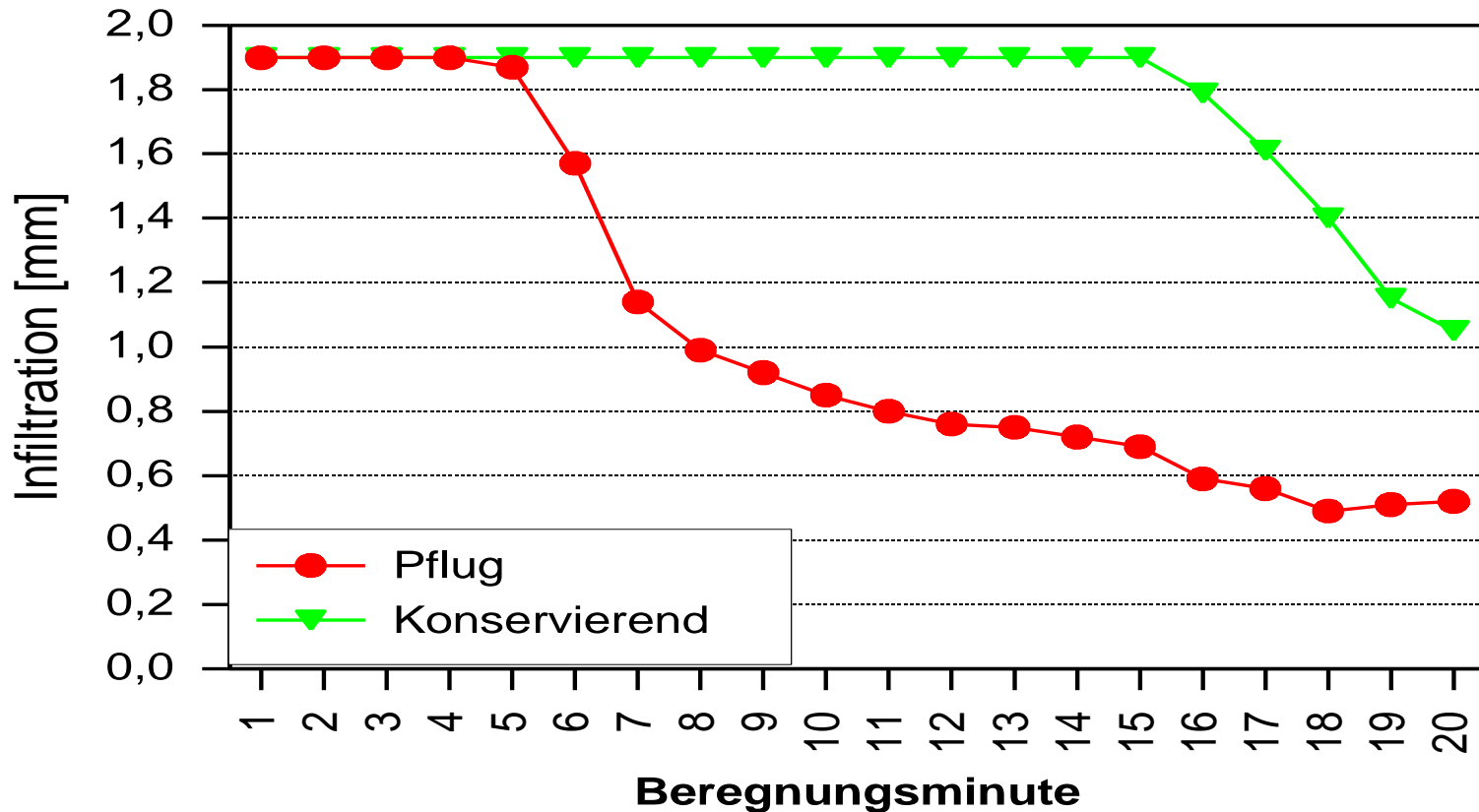
2009.08.12 19:02:32	11.7	9.8	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 19:32:32	16.2	10.9	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 20:02:32	16.5	10.8	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 20:32:32	19.0	10.8	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 21:02:32	19.0	10.7	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 21:32:32	18.8	10.6	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 22:02:32	20.5	10.6	30.5	44.2	49.0	46.0	%nFK
2009.08.12 22:32:32	21.2	10.5	30.5	44.2	49.1	46.0	%nFK
2009.08.12 23:02:32	20.9	10.4	30.4	44.2	49.1	46.0	%nFK
2009.08.12 23:32:32	20.8	10.4	30.4	44.2	49.1	46.0	%nFK
2009.08.13 00:02:32	20.7	10.3	30.4	44.2	49.1	46.0	%nFK

Ereignis: Landregen mit insgesamt 4 mm Niederschlag über 5 Stunden.

Resultat: Von den gefallenen 4 mm werden ca. 3 mm in den oberen 10 cm gespeichert!



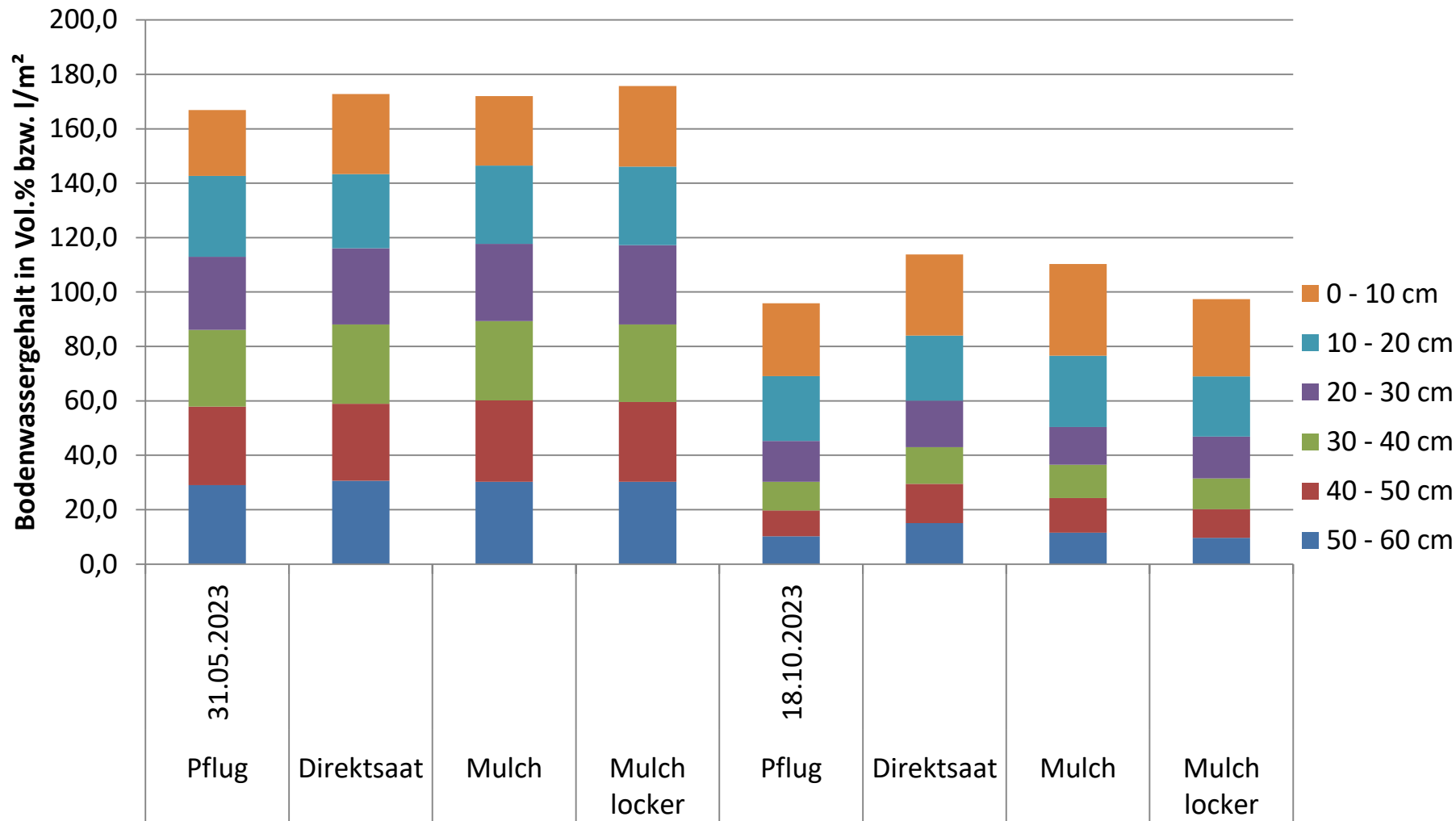
Schematischer Aufbau einer Versuchsberegnungsanlage



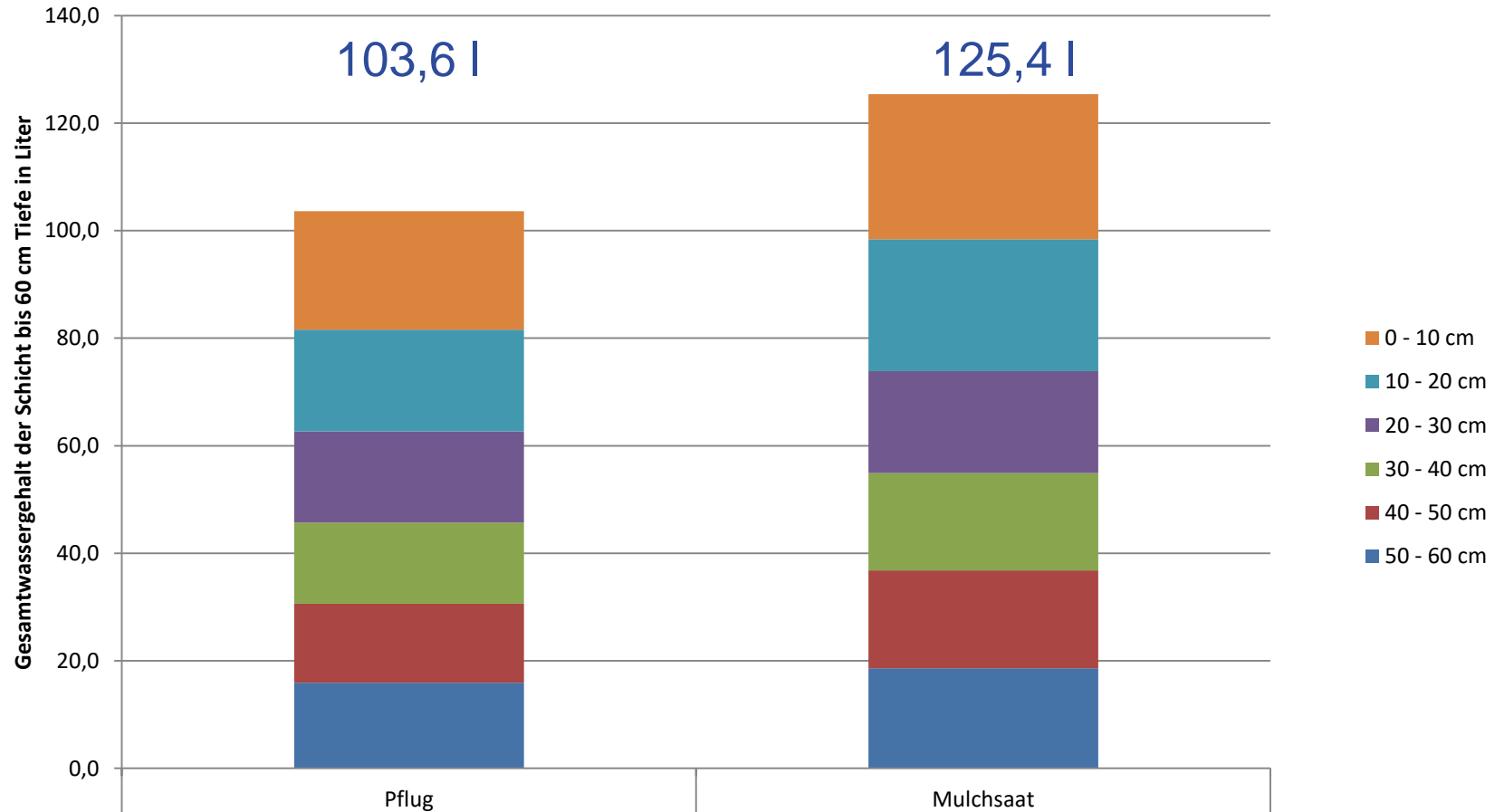
Wasserinfiltration und Bodenabtrag auf gepflügter und langjährig konservierend bearbeiteter Fläche (Sächsisches Lößhügelland, Niederschlag: 38 mm in 20 Minuten; **Quelle: LfULG**)

Infiltrationsraten: Pflug: 55 %; Konservierend: 93 %,
Bodenabtrag: Pflug: 246 g/m² (2,46 t/ha); Konservierend: 36 g/m² (360 kg/ha) → ca. Faktor 6,8

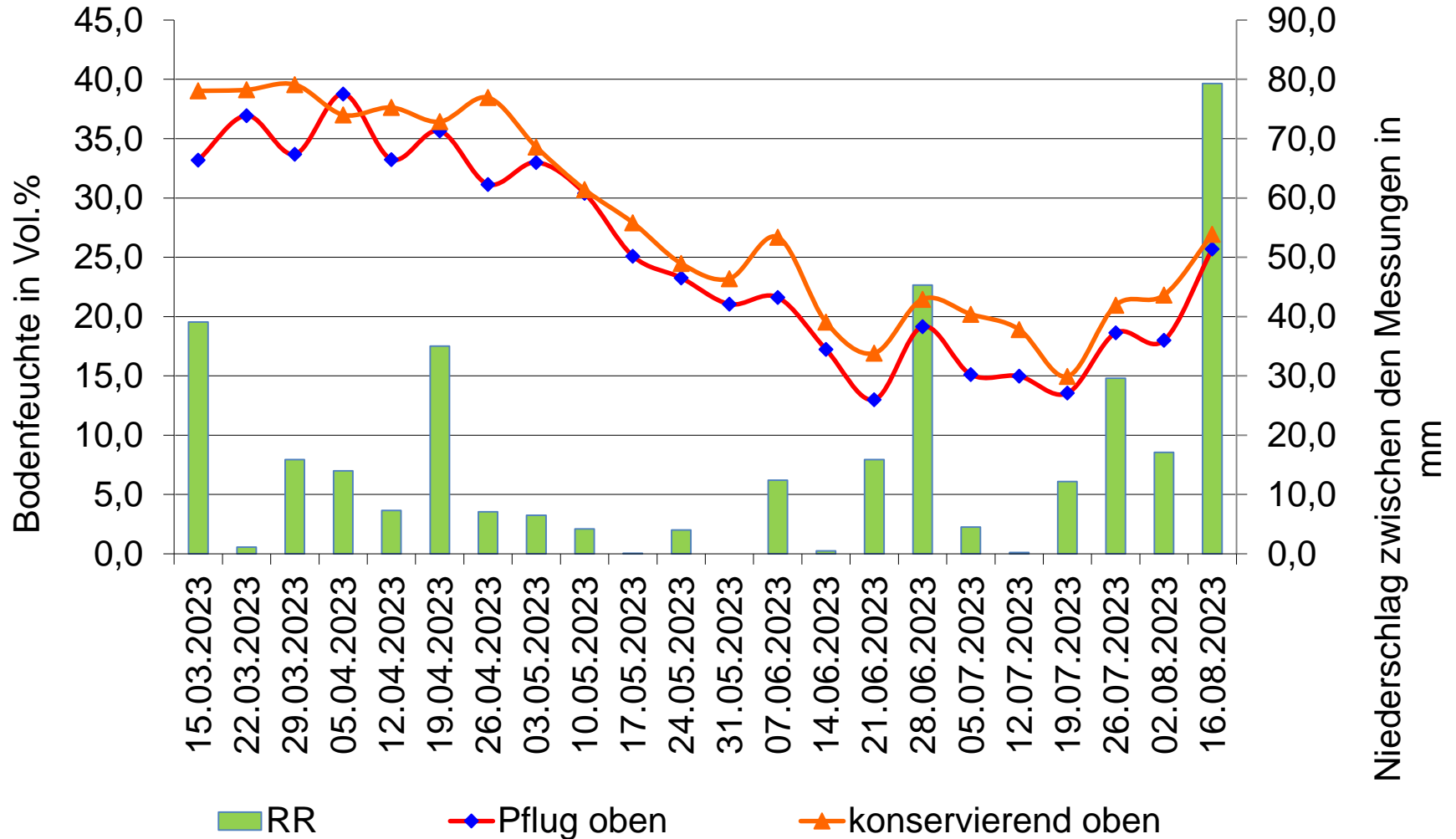
Gesamtwassergehalt 0-60 cm unter Zuckerrüben gemessen in Lüttewitz im Jahr 2023



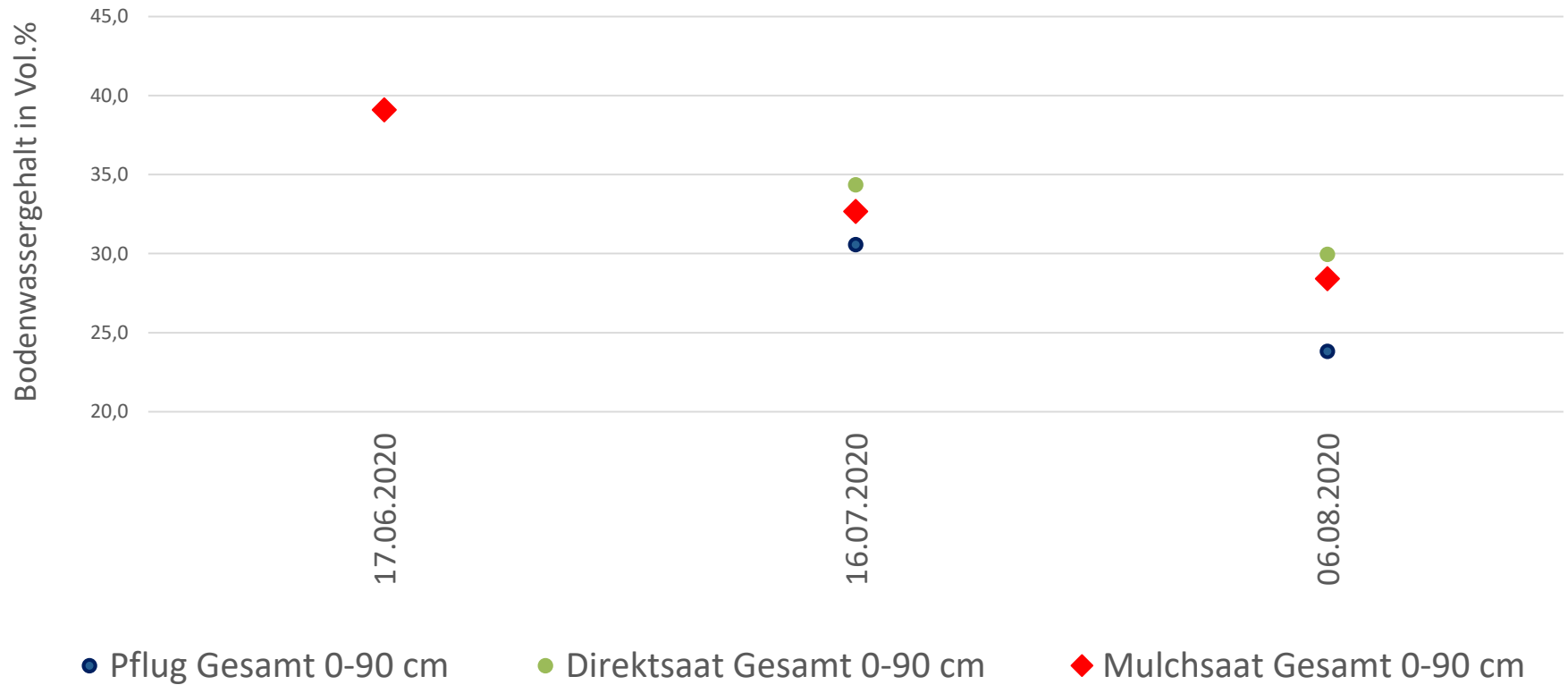
Gesamtwassergehalt 0-60 cm unter Rotklee gemessen Nossen beim LfULG am 07.10.2020



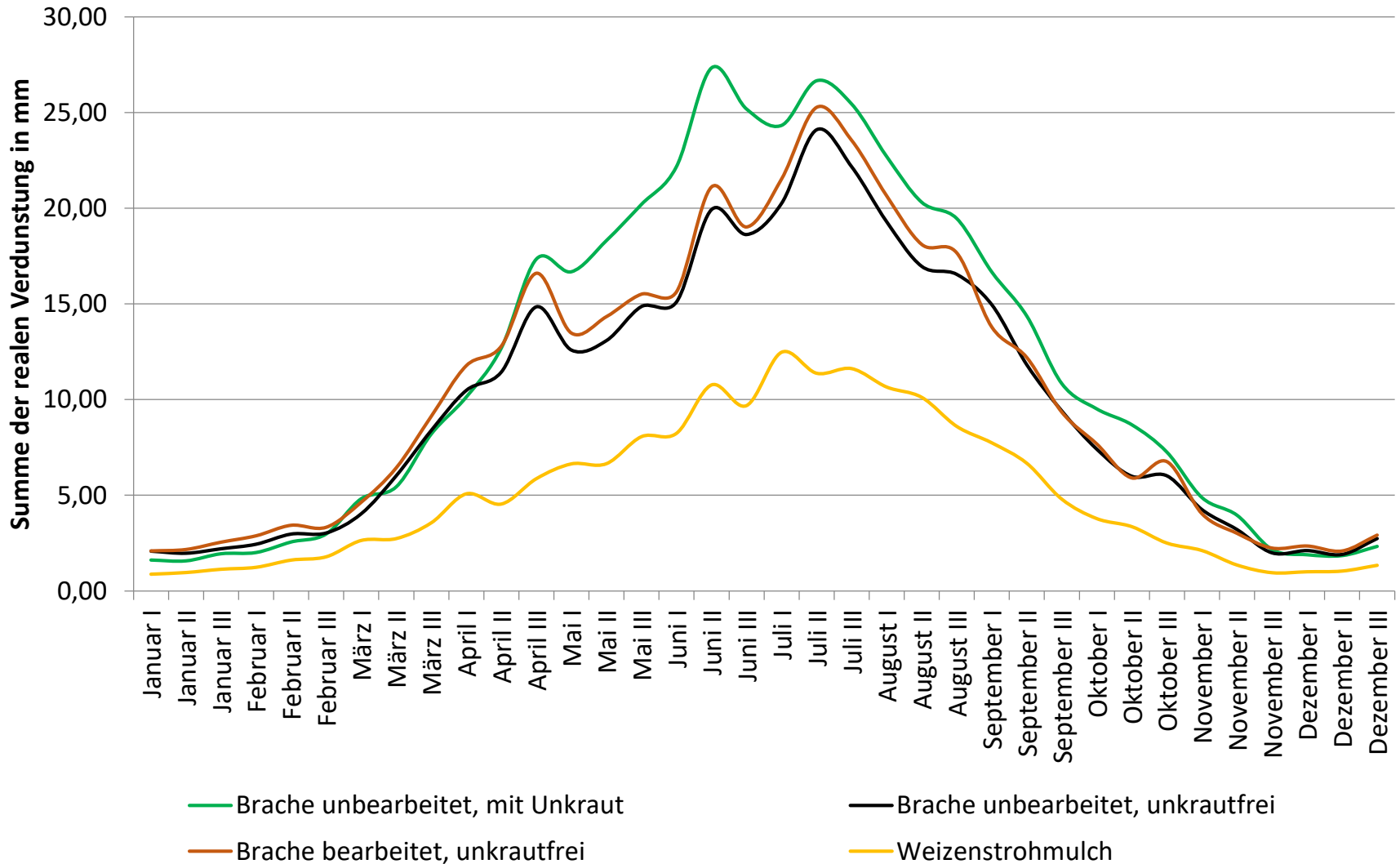
Bodenfeuchte 0-60 cm unter Winterweizen gemessen in Nossen beim LfULG 2023



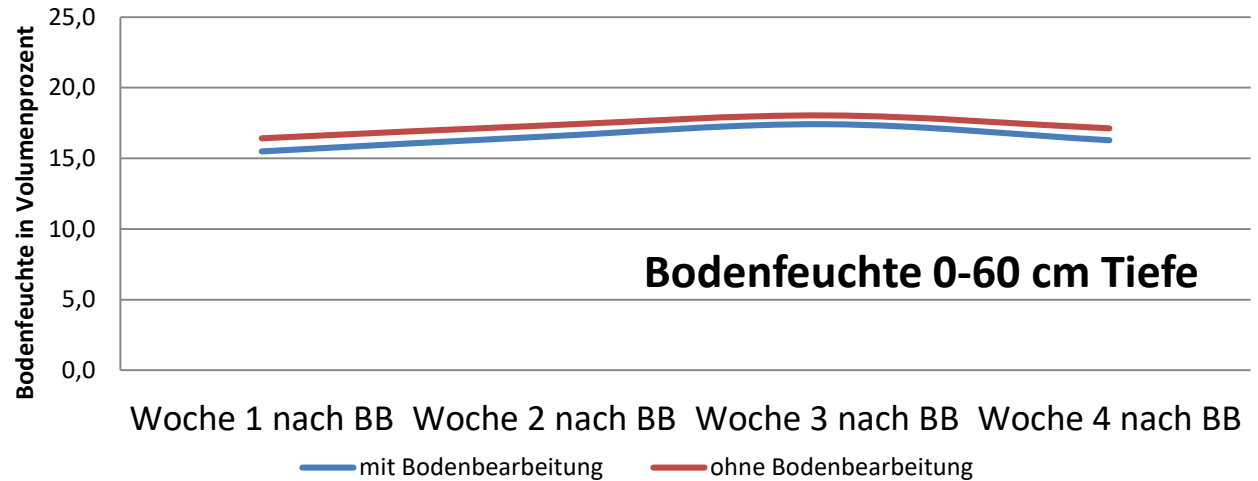
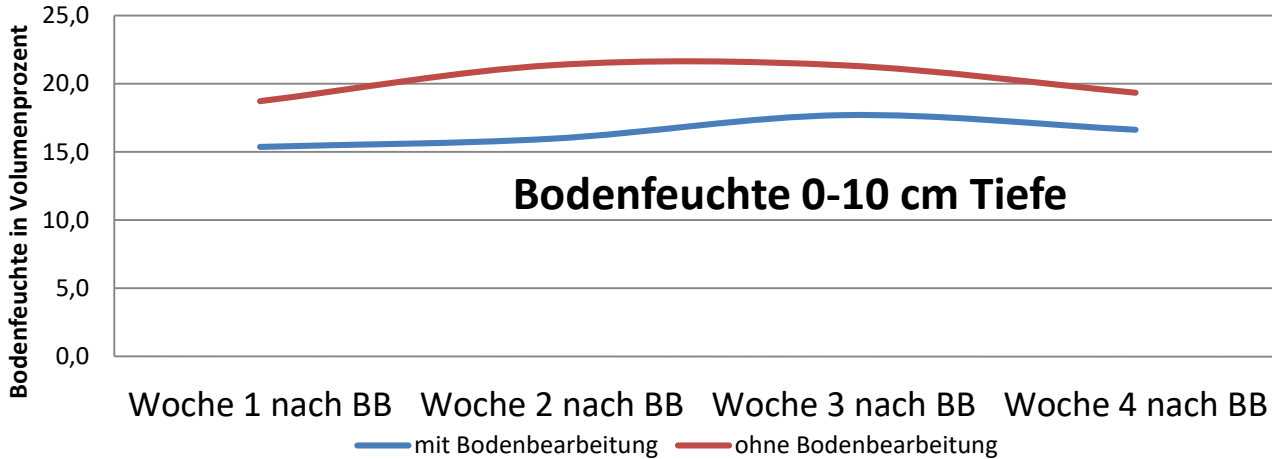
Vergleich von gravimetrisch gemessenen Bodenwassergehalten in 0 bis 90 cm Tiefe in Vol.% unter Winterrraps in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung in Willershausen (Hessen)



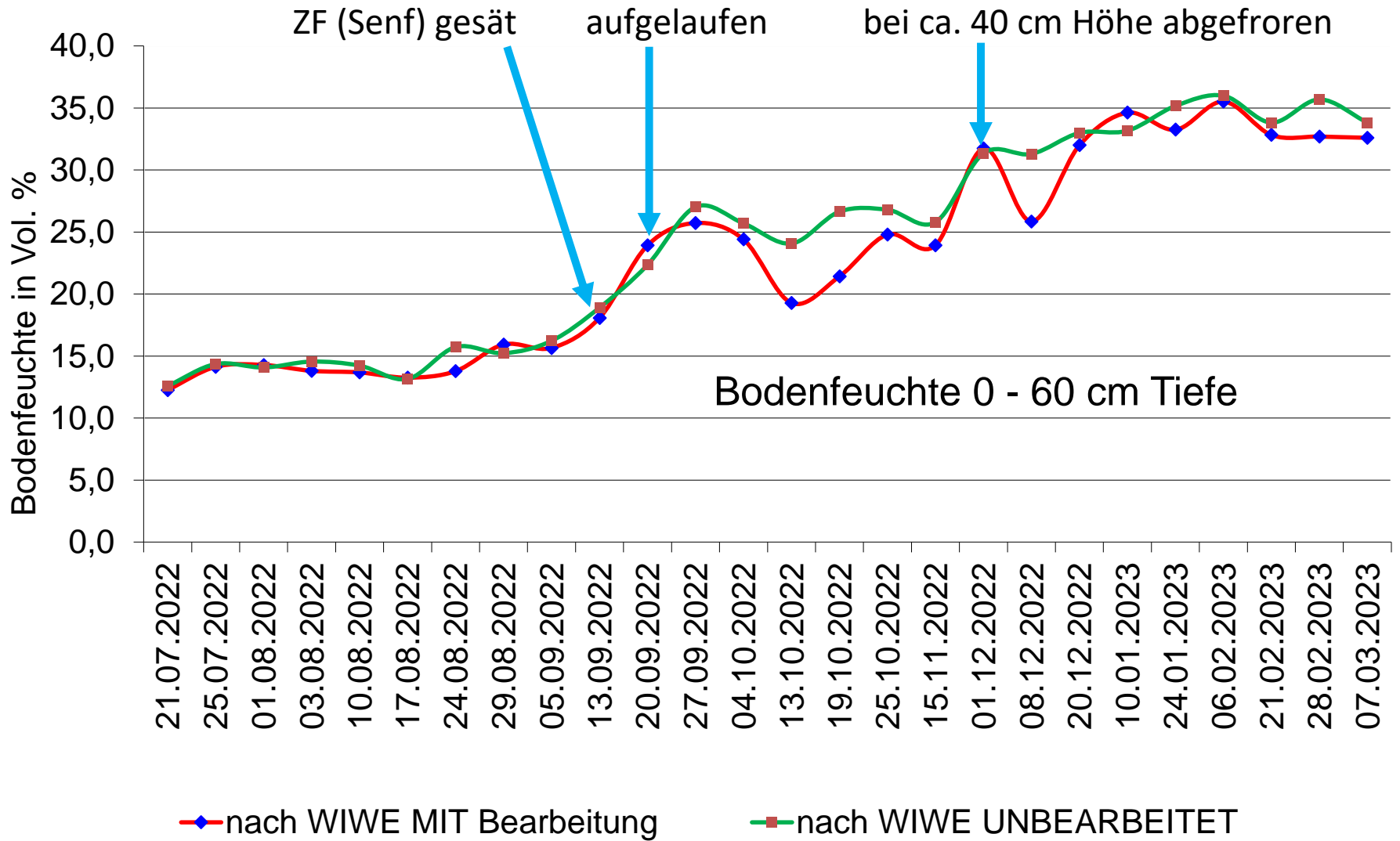
Dekadensumme der aktuellen Verdunstung von Bodenoberflächen in Mitscherlich-Gefäßen unter freiem Himmel seit 2013



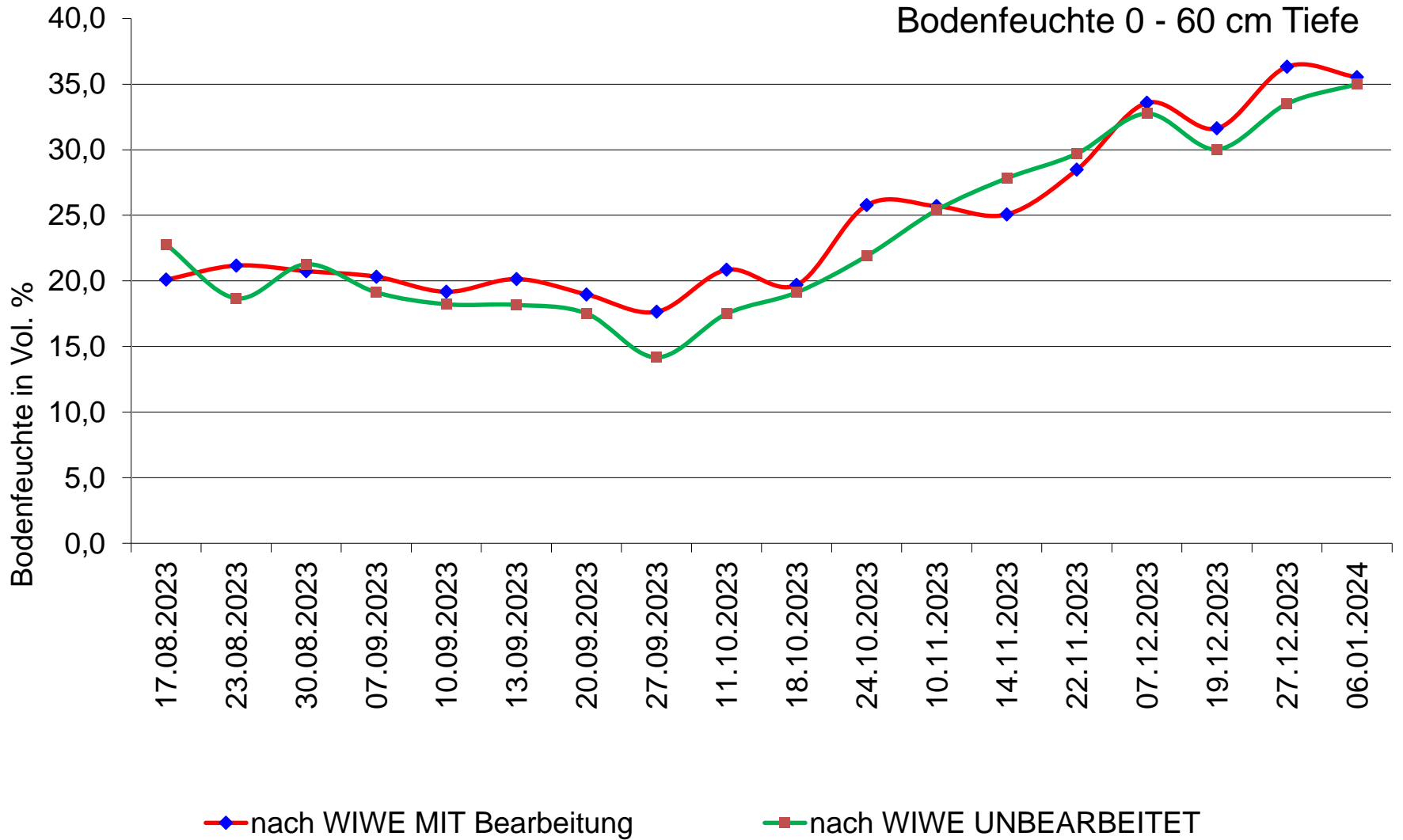
Verlauf der Bodenfeuchte in Vol.% nach der Ernte von Winterweizen in Abhängigkeit der Durchführung oder des Unterlassens der Stoppelbearbeitung in Cunnersdorf bei Leipzig seit 2014



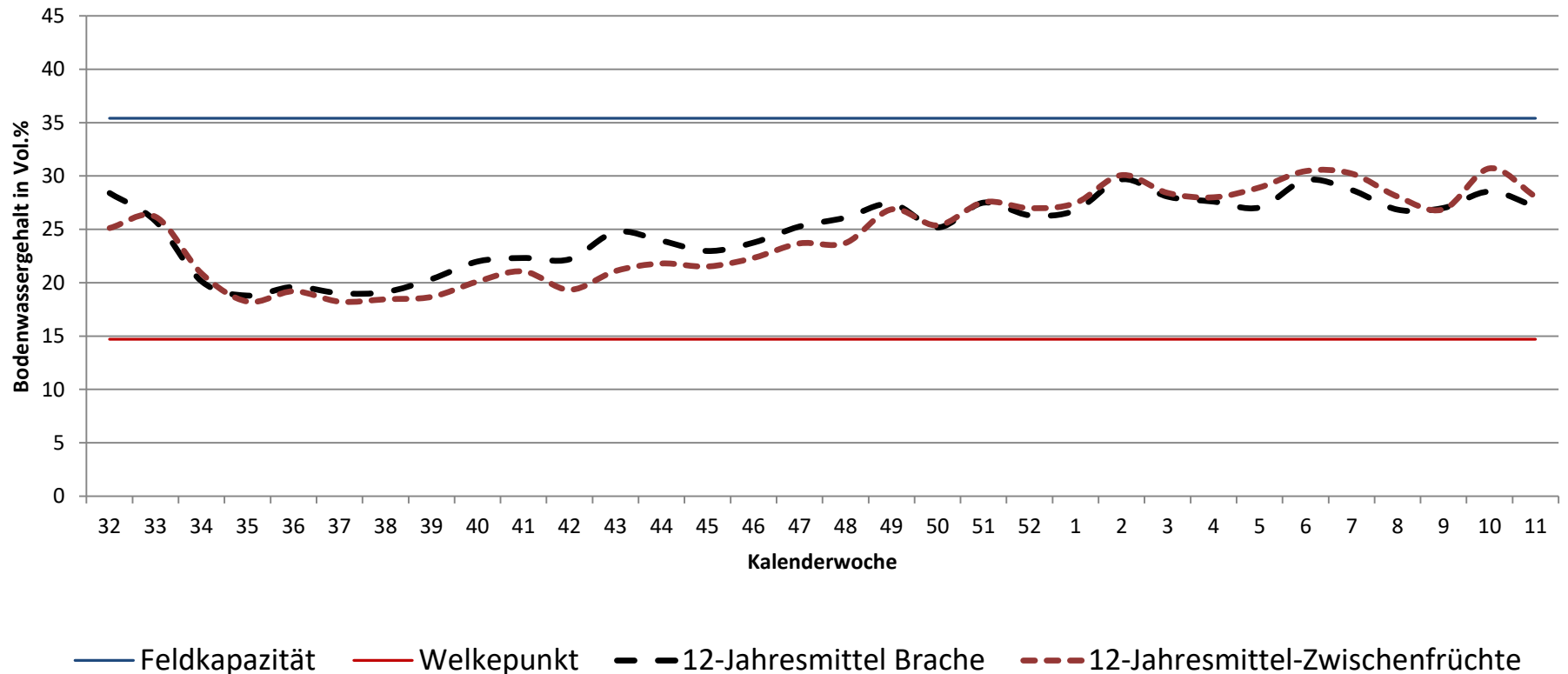
Verlauf der Bodenfeuchte in Vol.% nach der Ernte von Winterweizen in Abhängigkeit der Durchführung oder des Unterlassens der Stoppelbearbeitung in Lüttnitz nahe Oschatz 2022/23



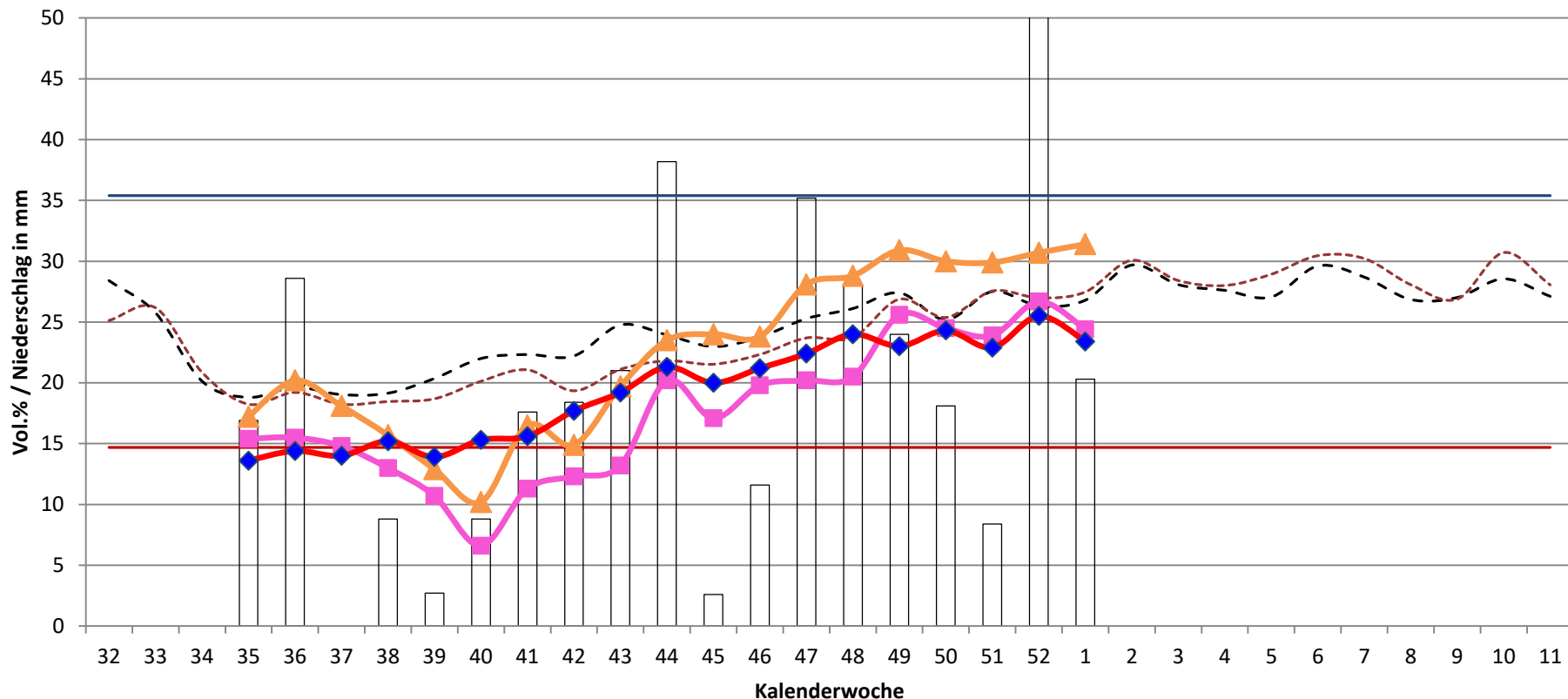
Verlauf der Bodenfeuchte in Vol.% nach der Ernte von Winterweizen in Abhängigkeit der Durchführung oder des Unterlassens der Stoppelbearbeitung in Schrebitz nahe Oschatz 2023 bis aktuell











Bodenwassergehalt unter Zwischenfrüchten (12-Jahresmittel; 2012/13 bis 2023/24)



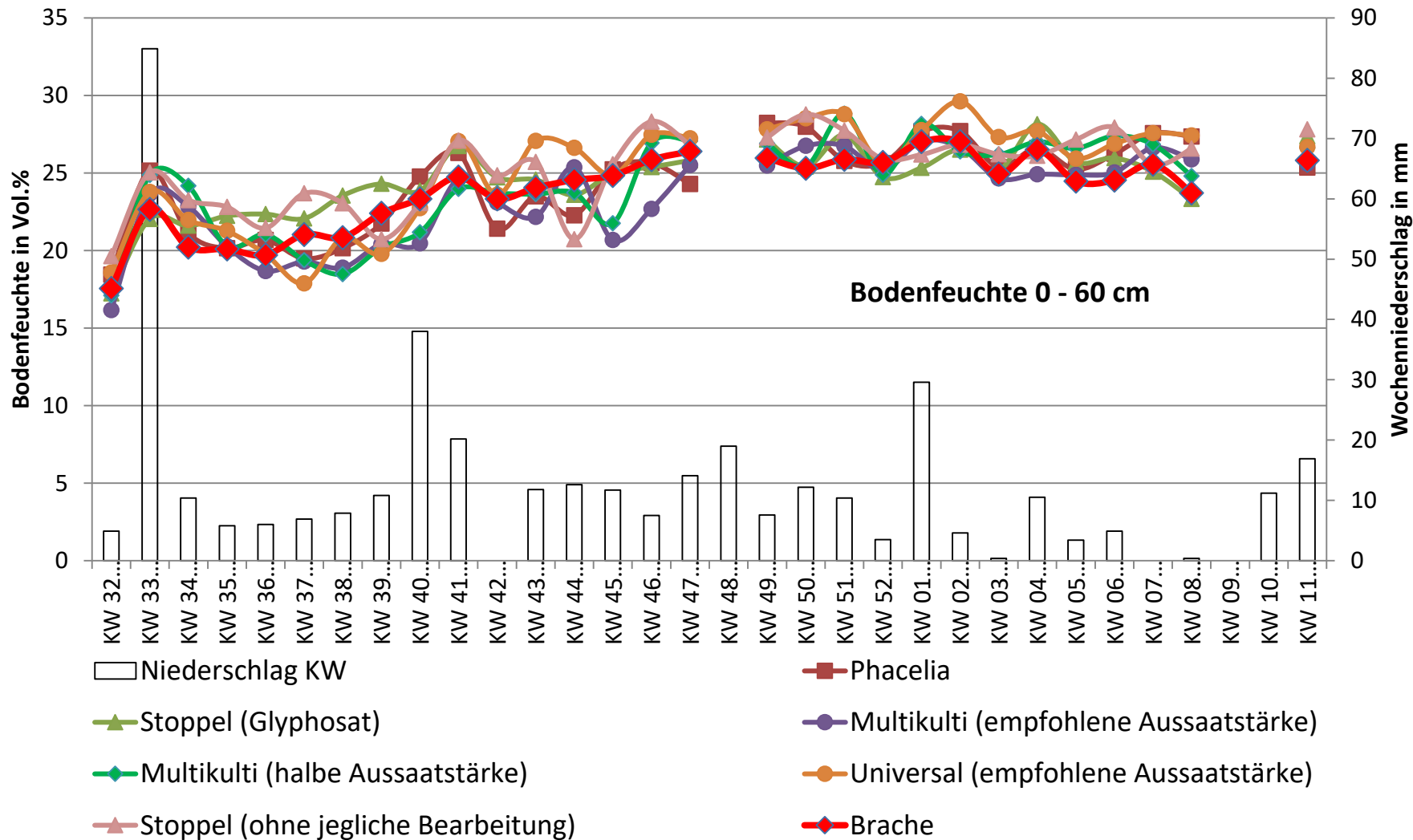
Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten (gemessen) seit 2012 in Threna bei Leipzig



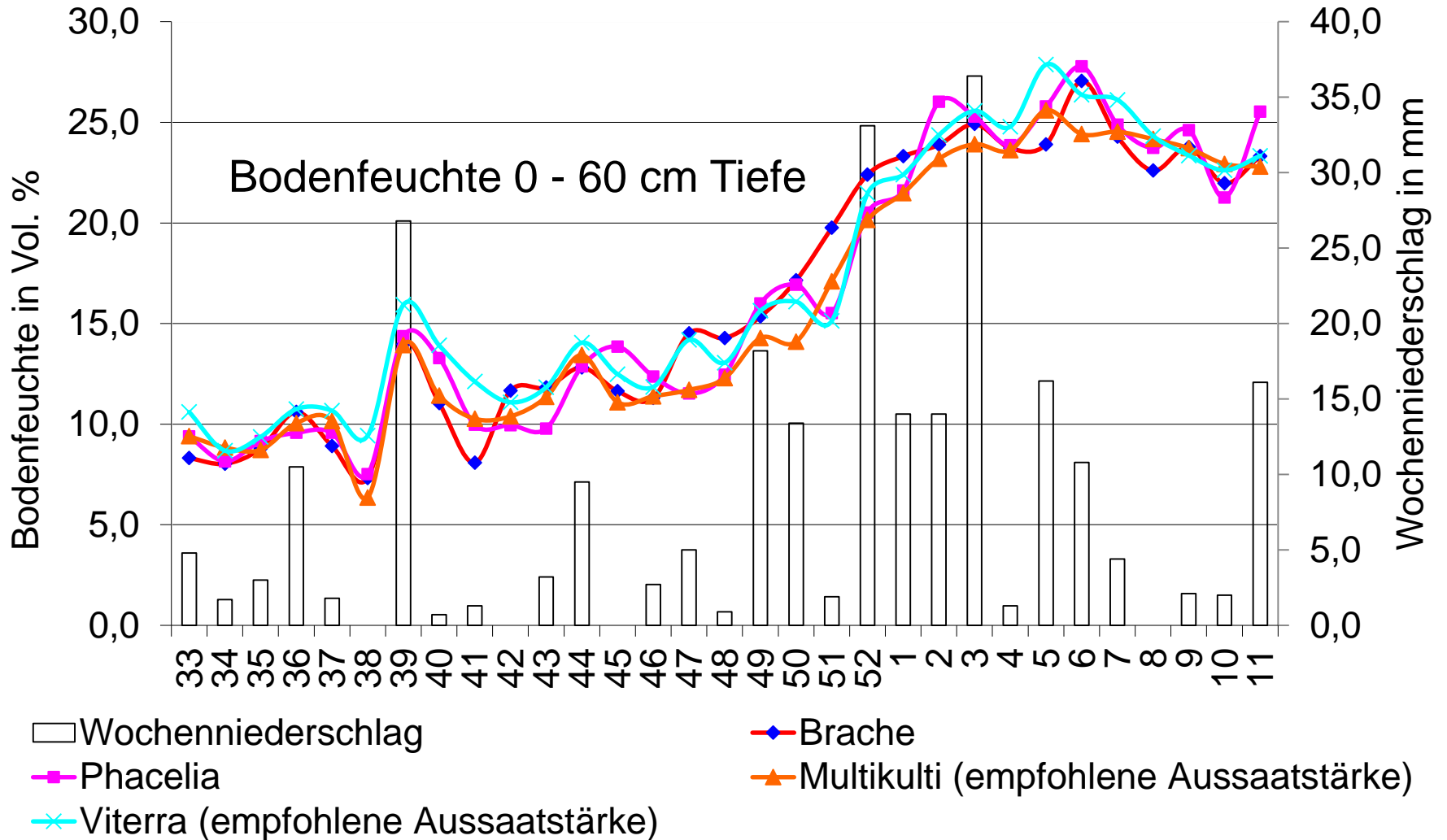
-  Niederschlag zwischen den Messterminen
-  Welkepunkt
-  12-Jahresmittel-Zwischenfrüchte
-  Phacelia
-  Feldkapazität
-  12-Jahresmittel Brache
-  Multi-Kulti
-  Brache



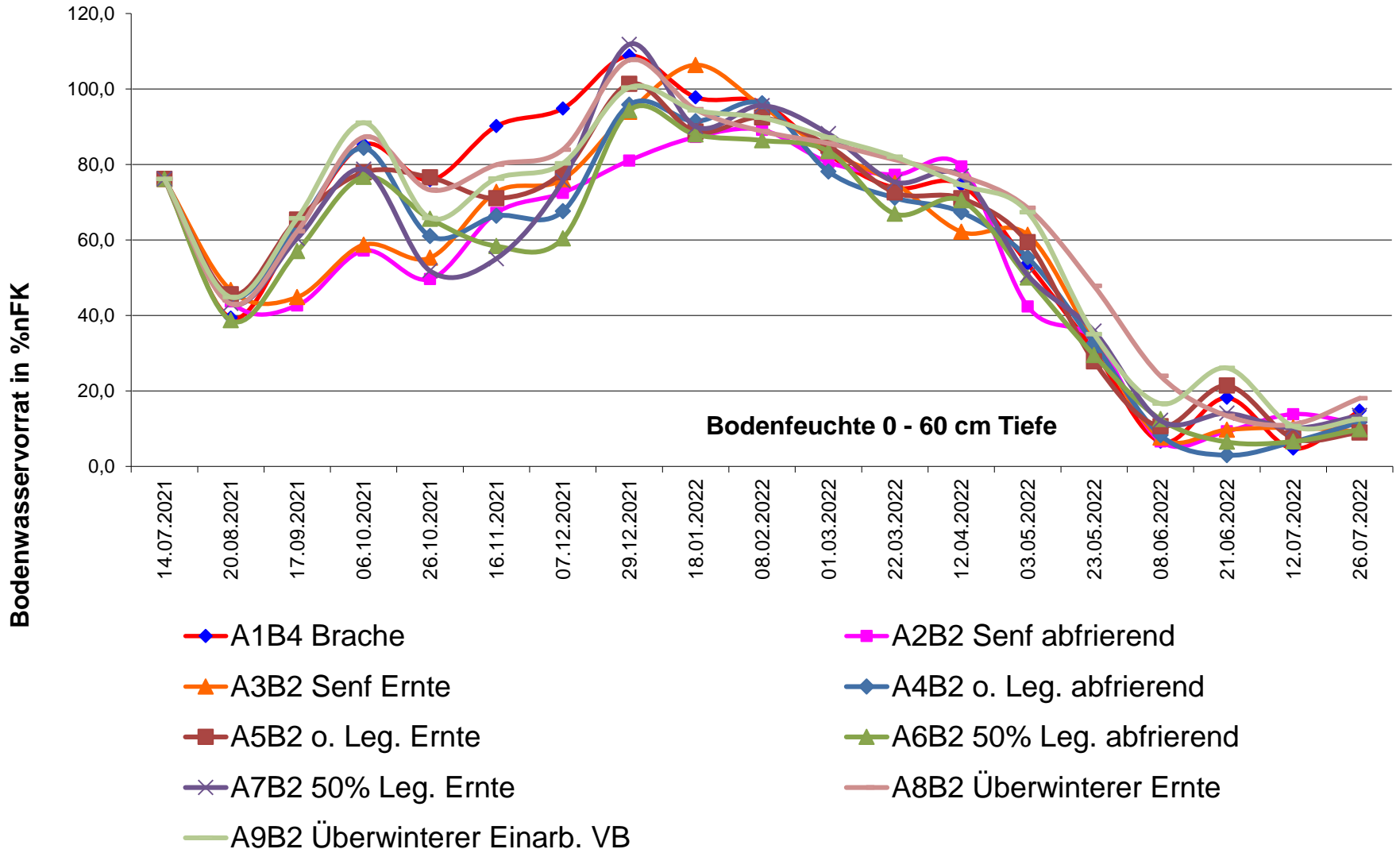
Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten (gemessen) in Threna bei Leipzig – feuchtes Jahr 2017



Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten (gemessen) in Threna bei Leipzig – trockenes Jahr 2018

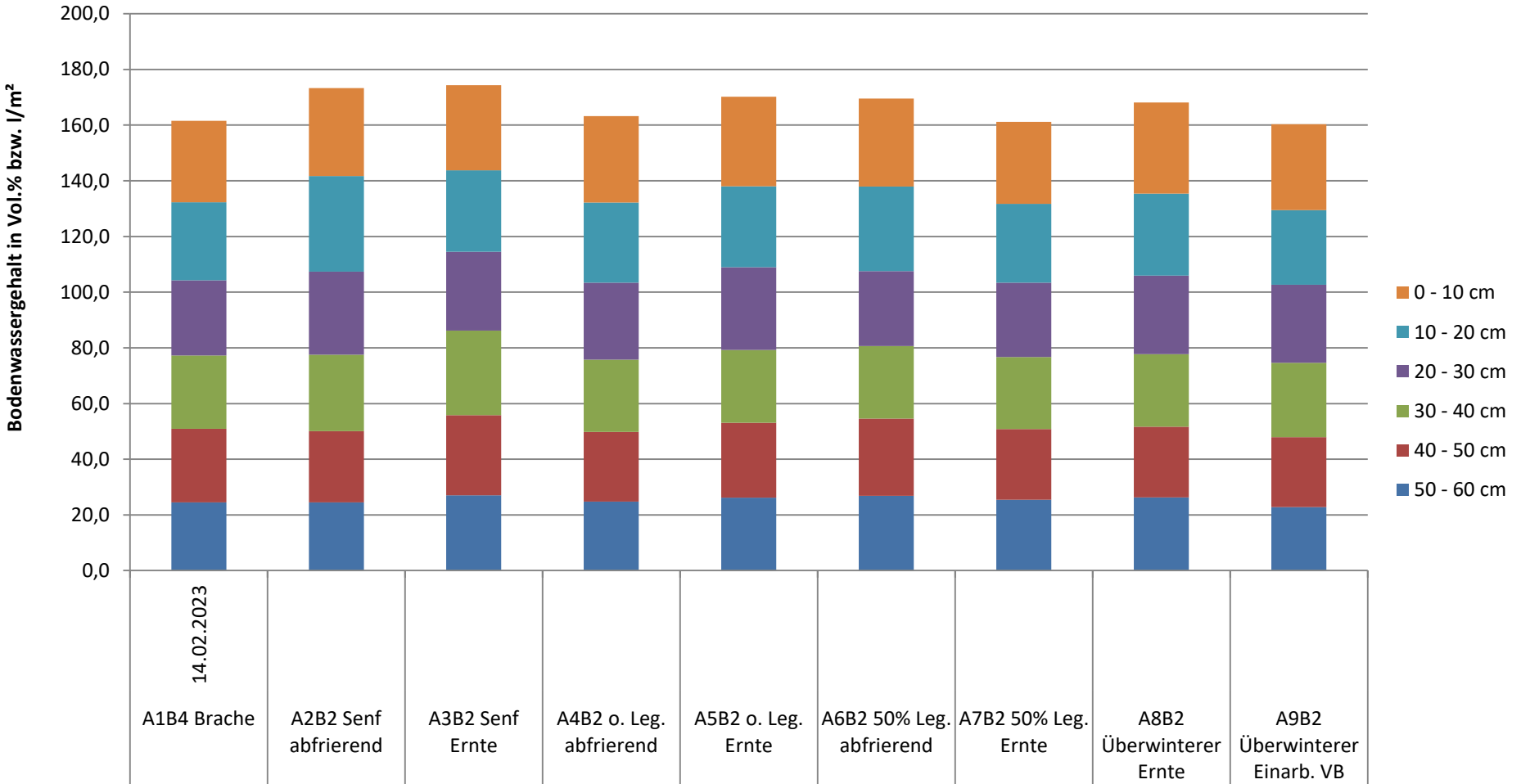


Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten Beispiel 2021/22 in Bernburg

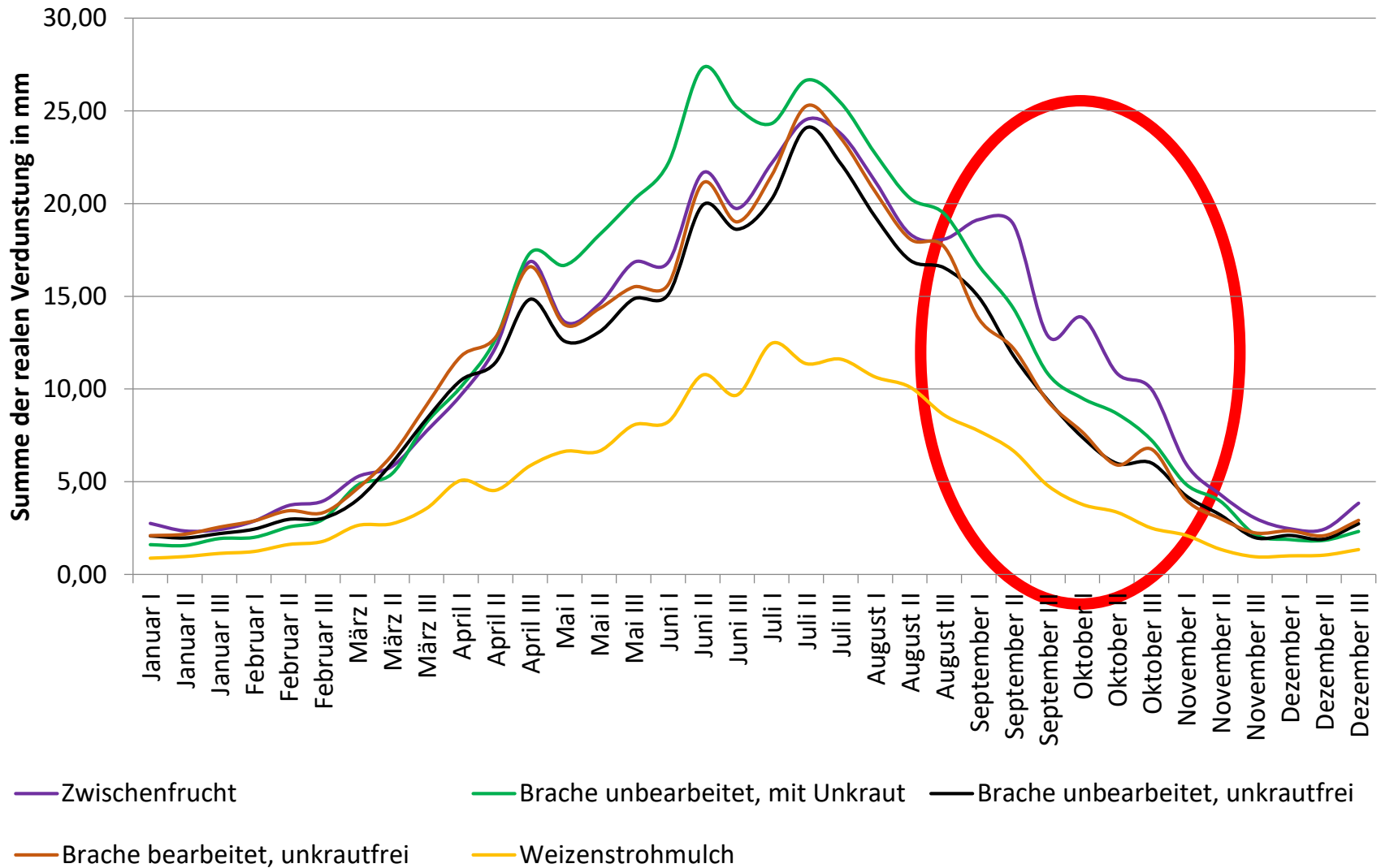


Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten

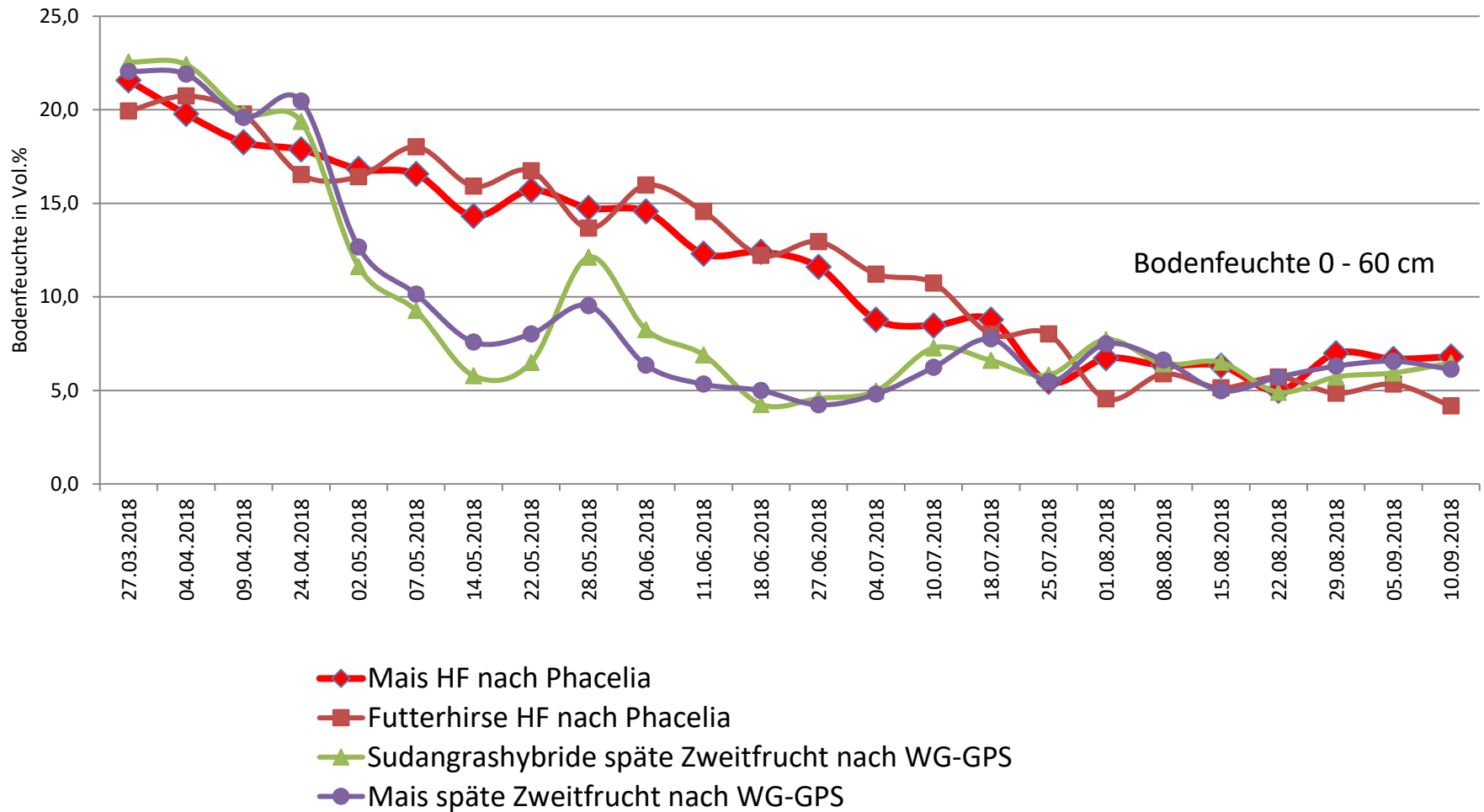
Beispiel 14.02.2023 in Bernburg

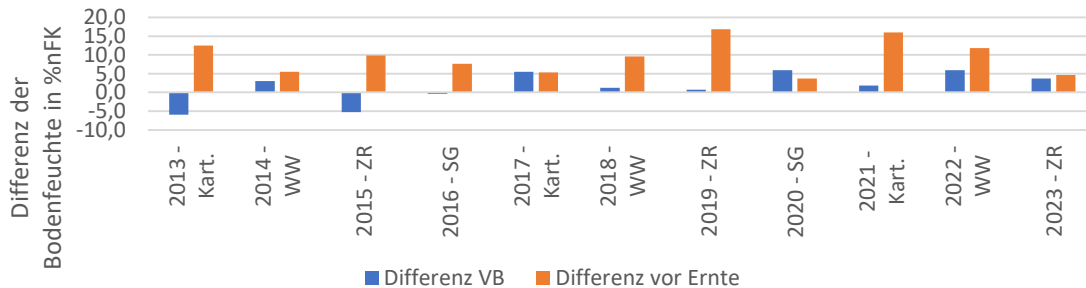
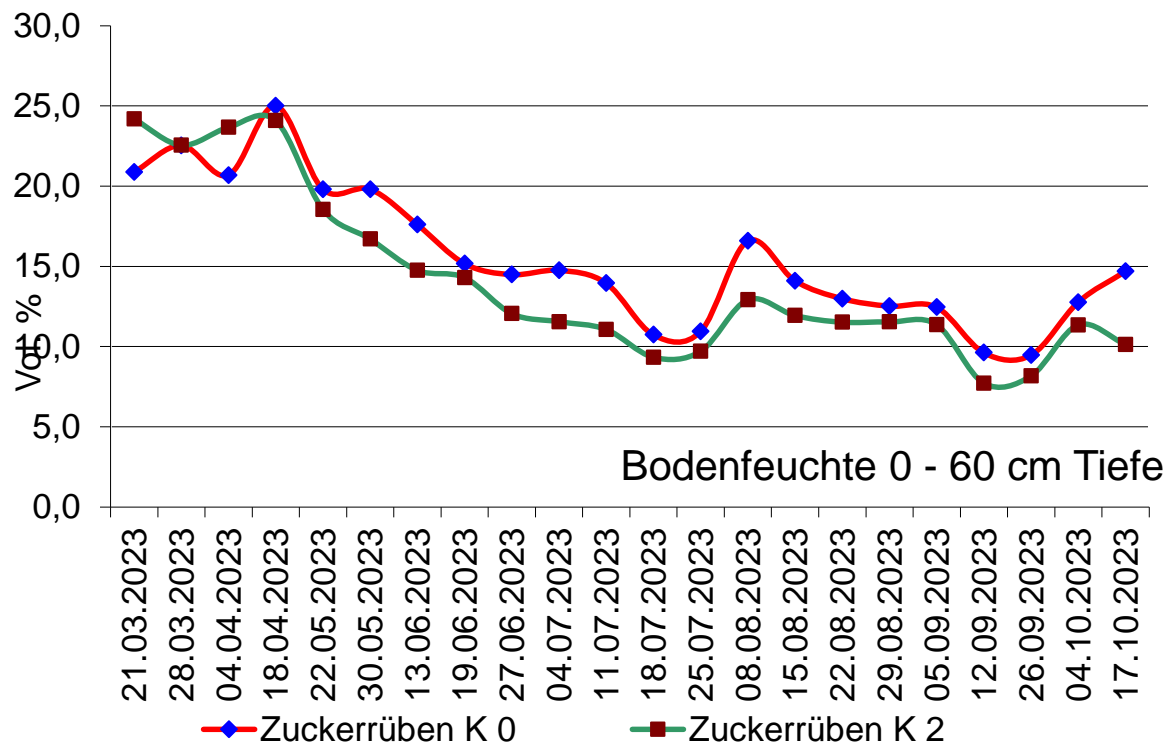


Dekadensumme der aktuellen Verdunstung von Bodenoberflächen in Mitscherlich-Gefäßen unter freiem Himmel seit 2013

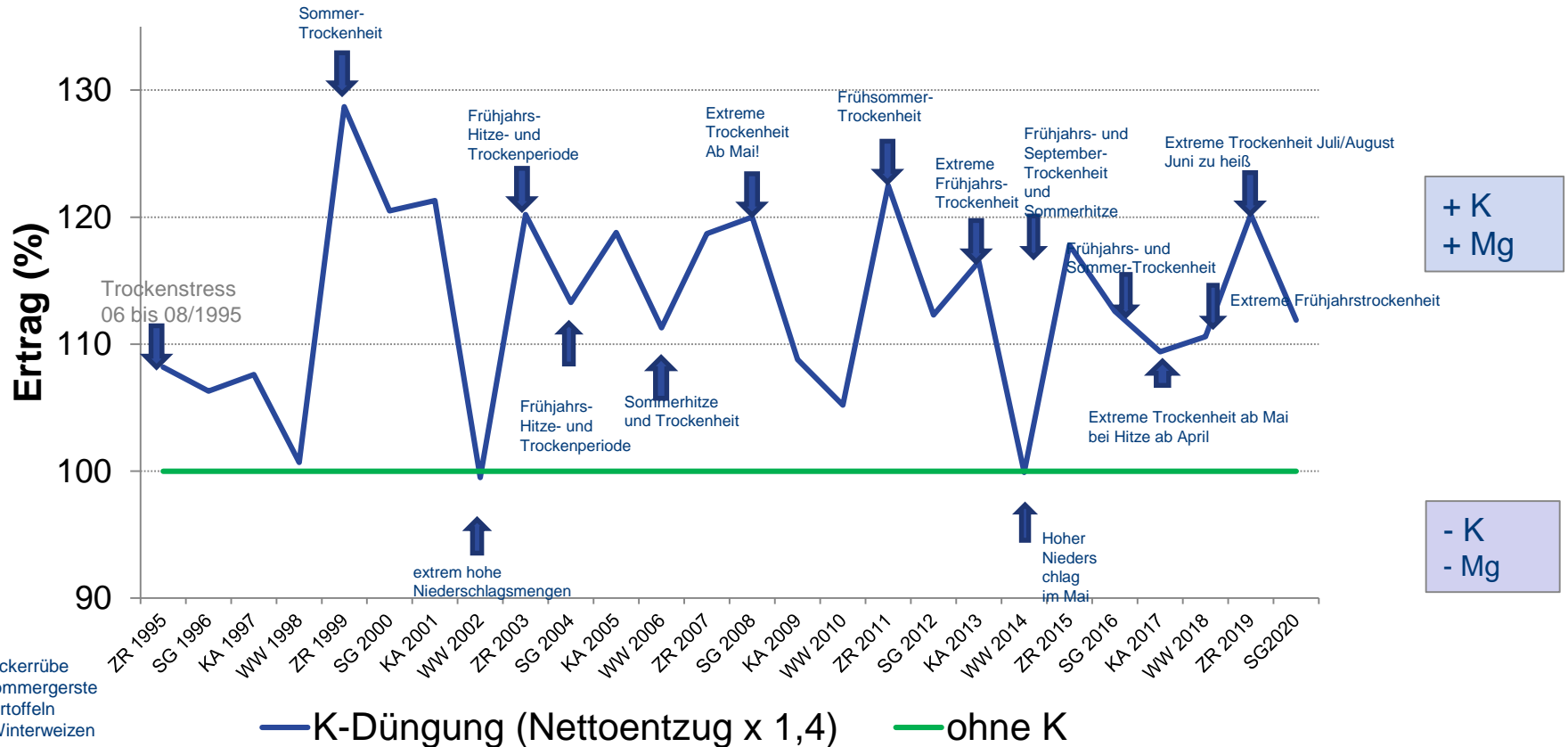


Bodenfeuchte im Zweifruchtsystem Beispiel 2018 in Trossin (Nordsachsen)





Einfluss der Witterung auf die Ertragswirkung der K-Düngung (KK/PK) Versuch Cunnersdorf (1995-2020)



ZR = Zuckerrübe
SG = Sommergerste
KA = Kartoffeln
WW = Winterweizen

Versuchsansteller: SKW

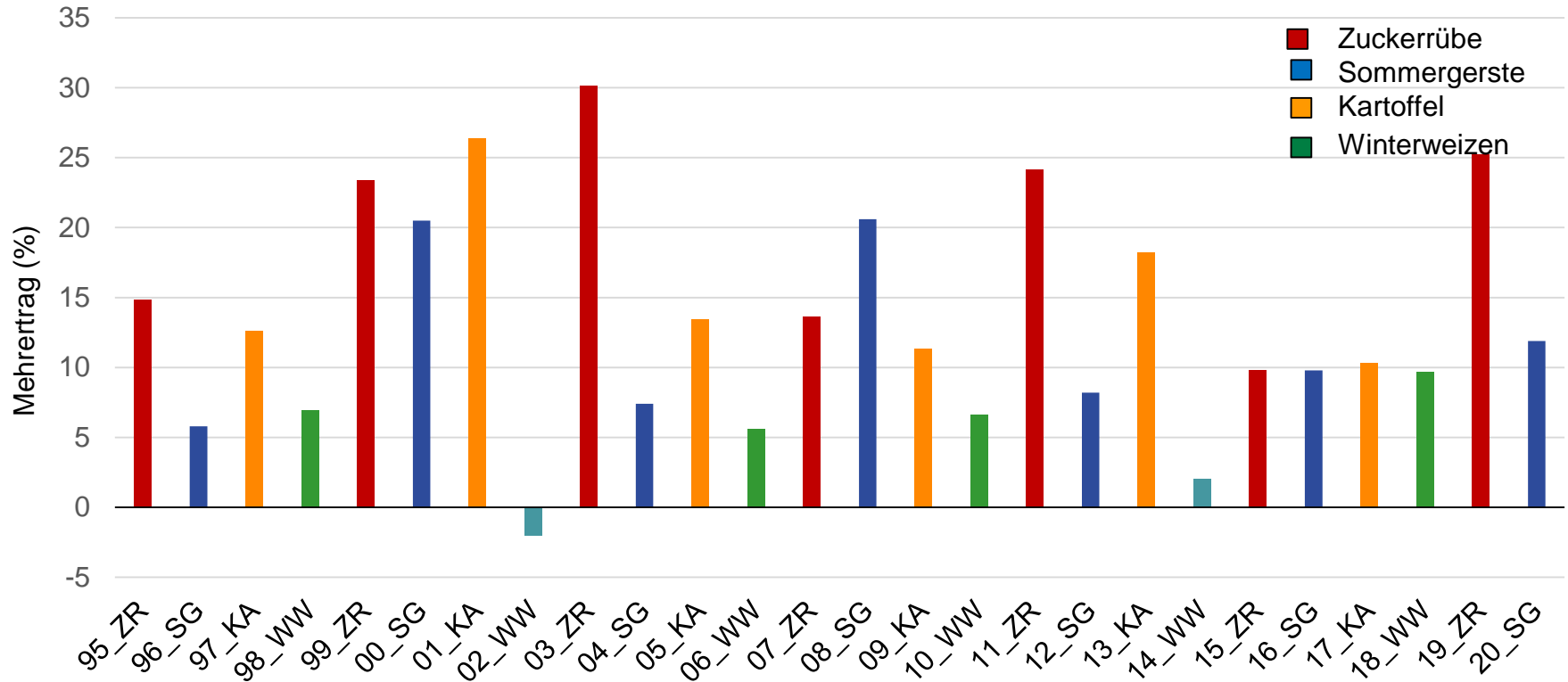
06.02.2024, Versuch Cunnersdorf, Frank Hertwig



Mit freundlicher Genehmigung von

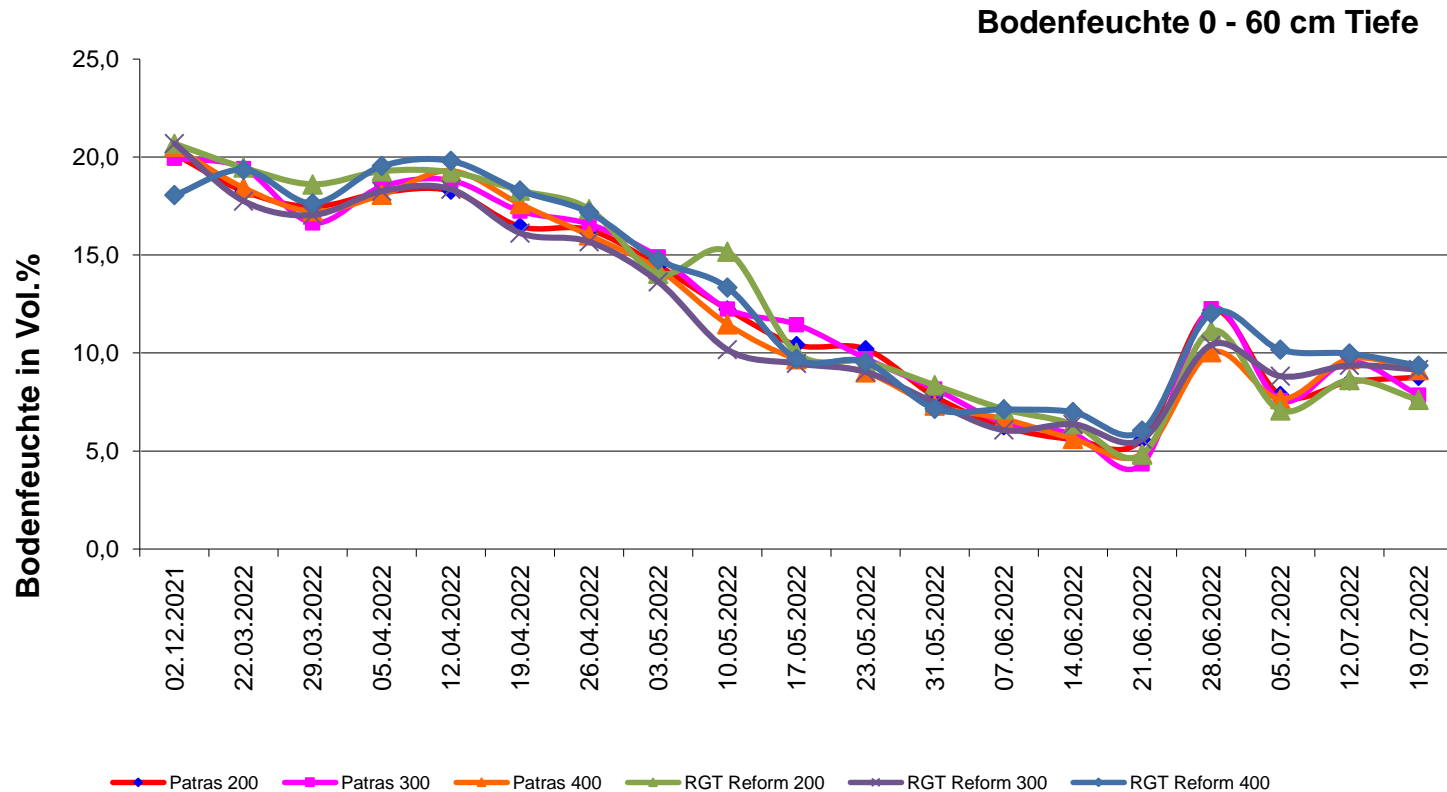


Relative Mehrerträge durch K-Düngung (60er, K2) im Versuch Cunnersdorf (1995-2020)



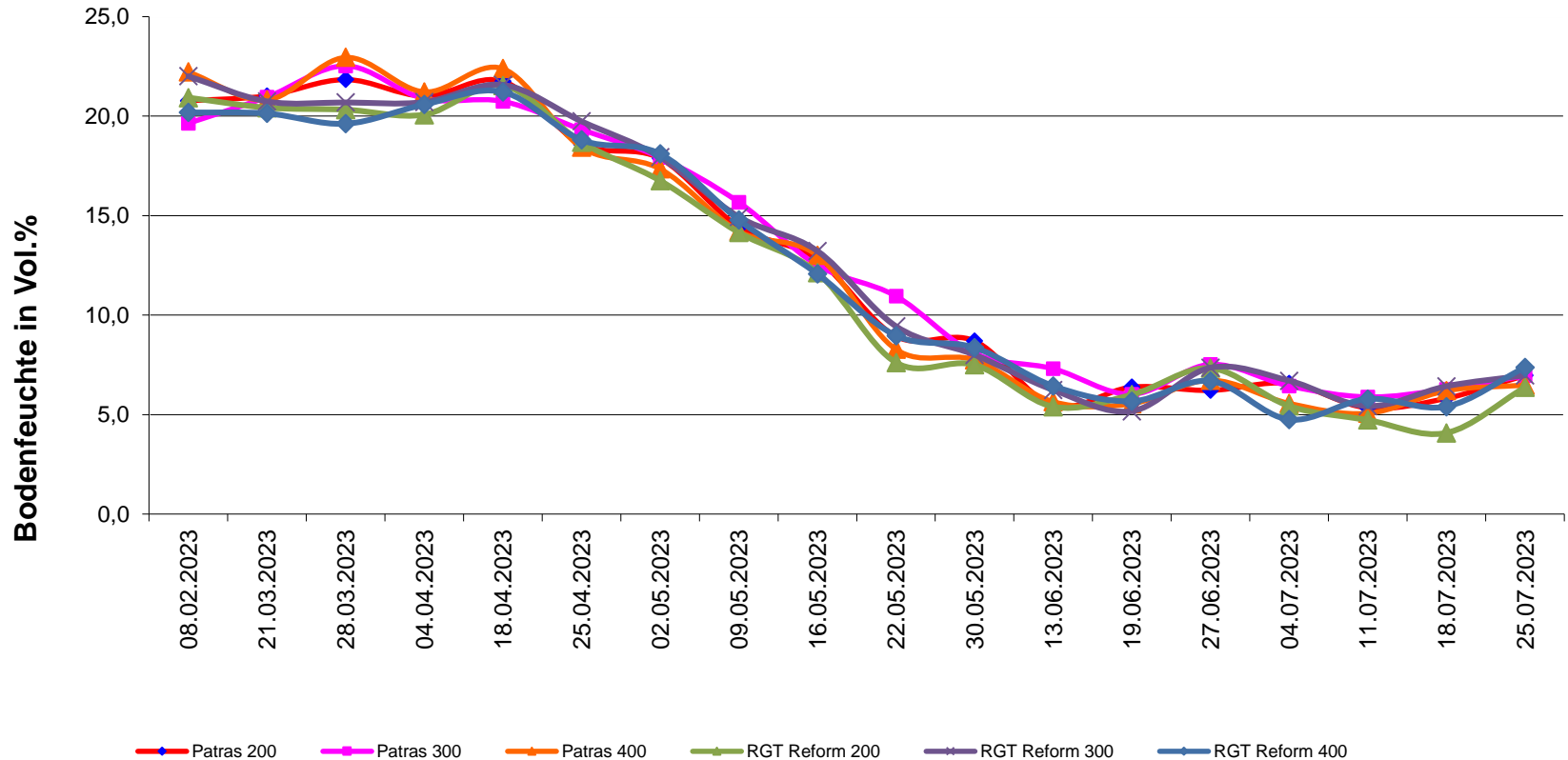
06.02.2024, Versuch Cunnersdorf, Frank Hertwig

Bodenfeuchte unter Winterweizen (gemessen) 2022 in Cunnersdorf bei unterschiedlichen Aussaatstärken



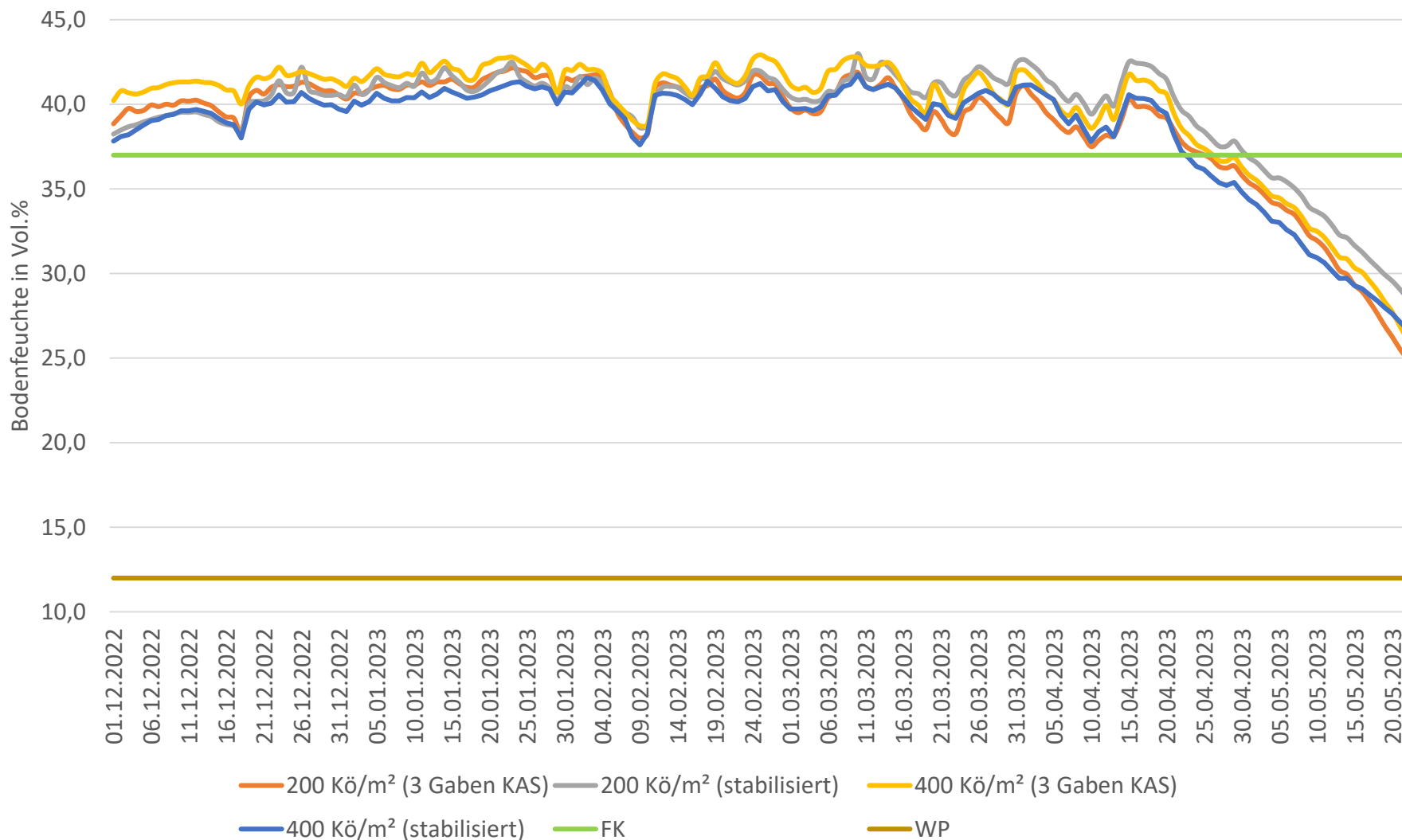
Die Erträge unterschieden sich nicht signifikant!

Reduzierung von Aussaatstärken Cunnersdorf

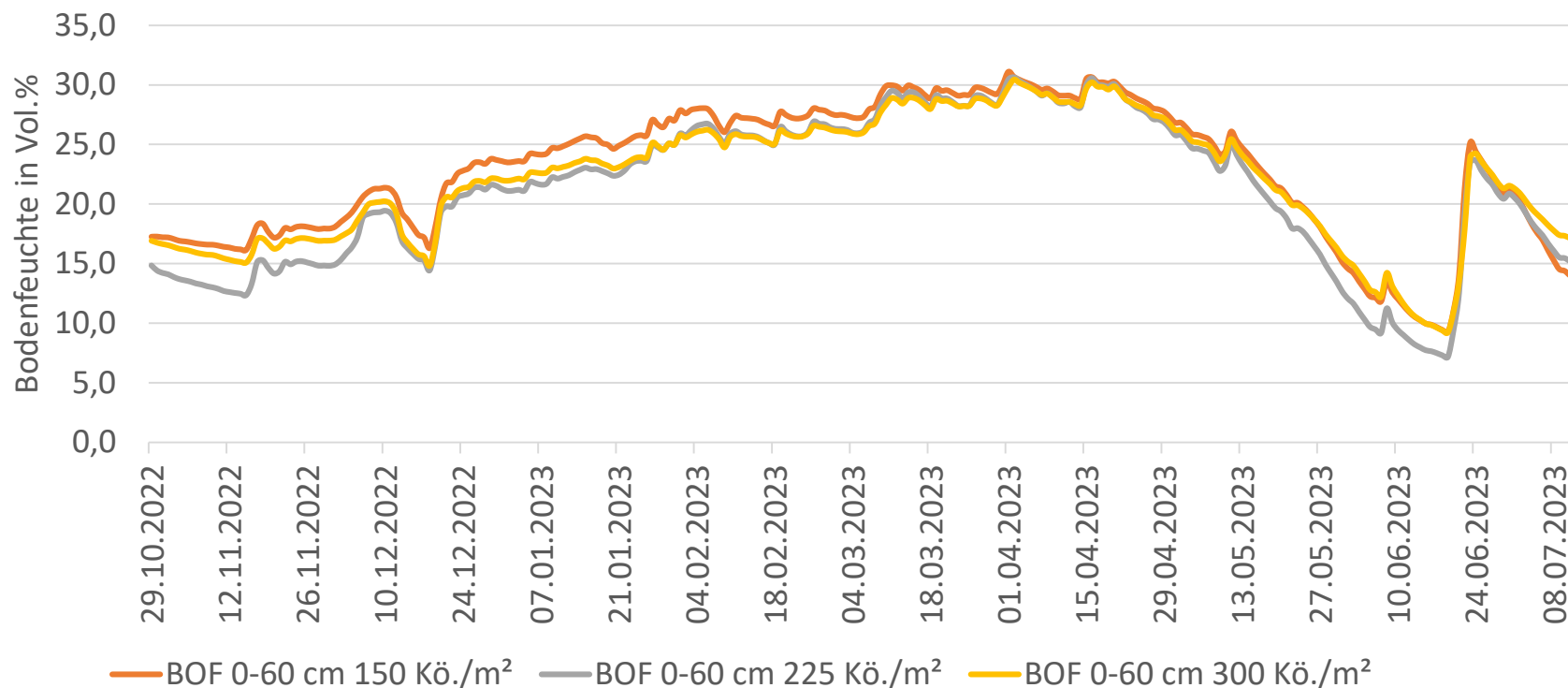


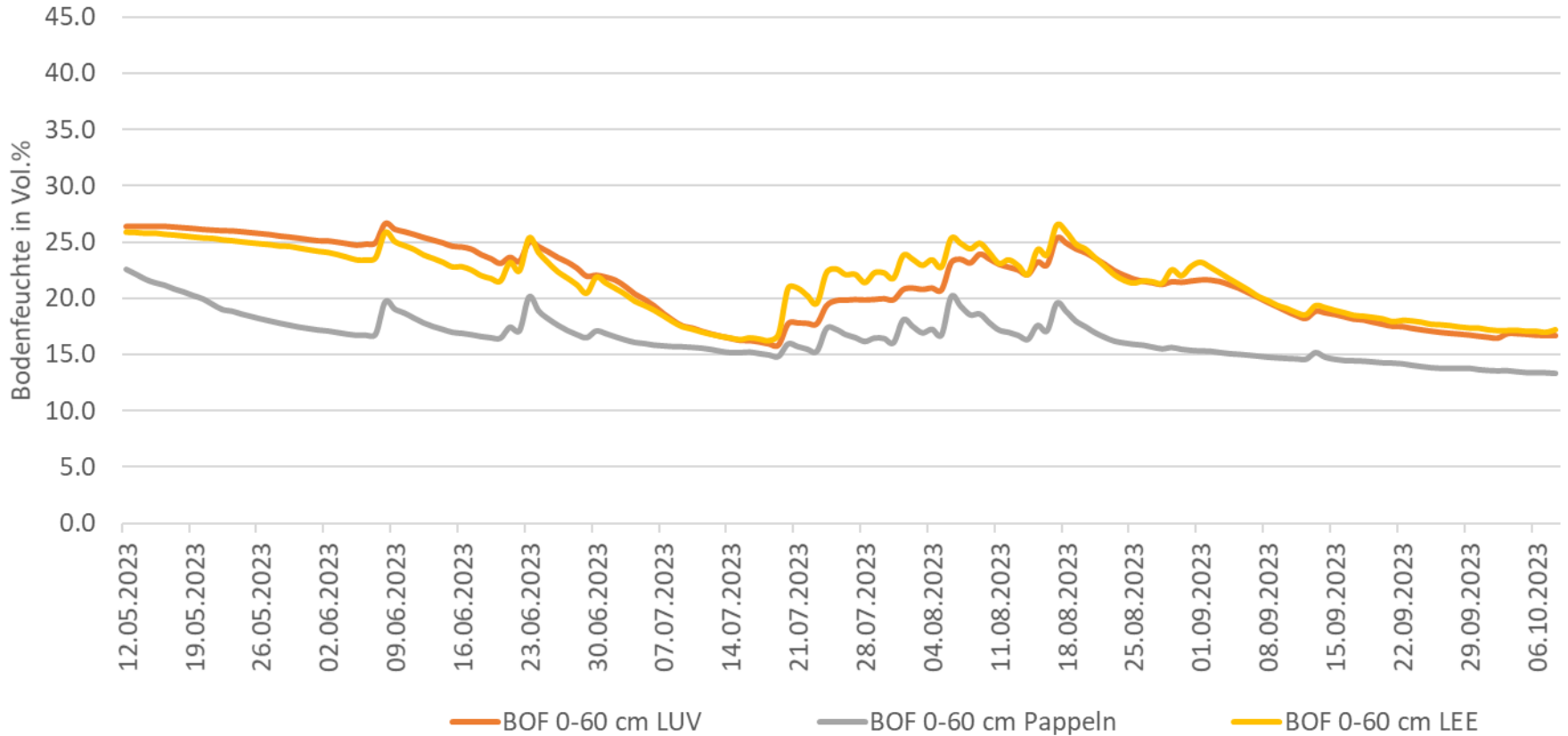
Bodenfeuchte 0 - 60 cm Tiefe

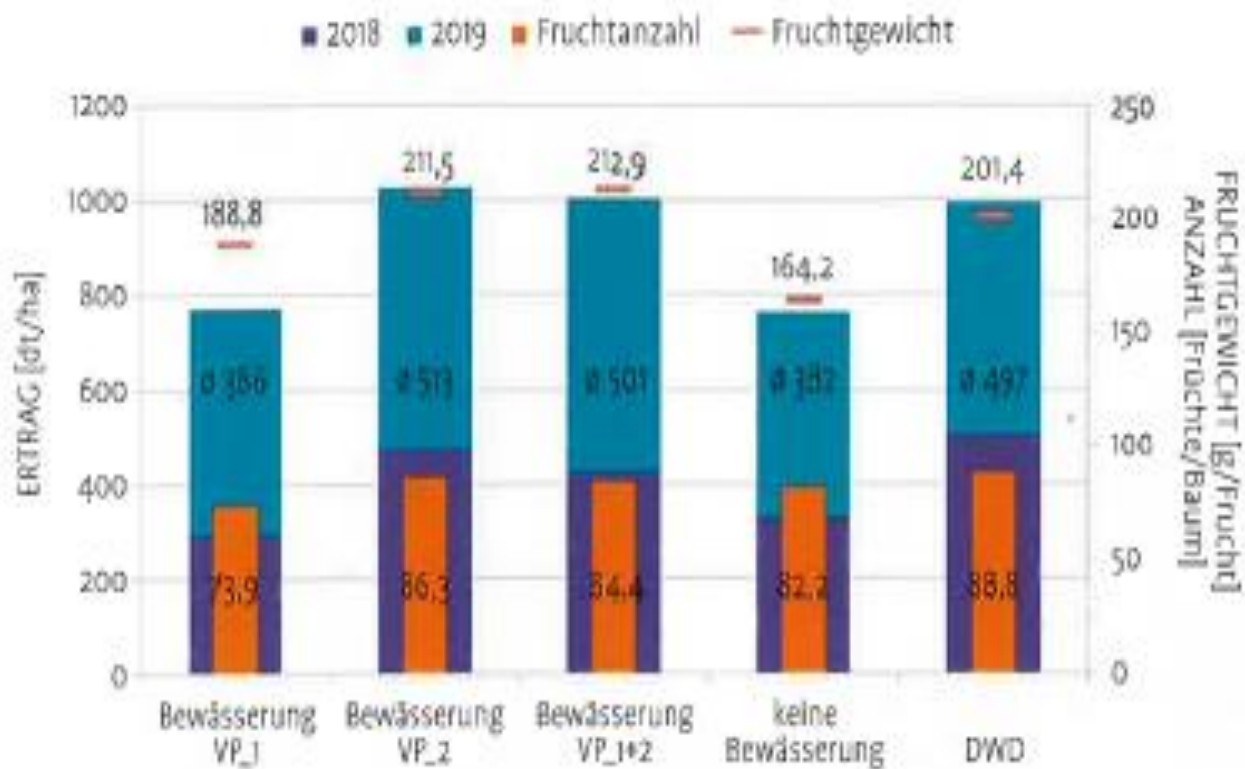
Reduzierung von Aussaatstärken Kleinbardau



Reduzierung von Aussaatstärken Warnstedt







Mittlere variable Berechnungskosten des **konventionellen** Landwirtschaftsbetriebes zwischen 2008 und 2019 (Angaben in €/ha)

Kultur	WW	WG	WRa	ZR	SM	KM	FG
Bereinigter Mehrerlös	127,97	101,64	19,90	643,03	272,47	707,84	76,19
Berechnungsmenge (mm)	50,0	47,73	47,73	118,75	81,25	112,5	90,91
Energiekosten	62,82	59,96	59,96	149,20	102,08	141,34	114,22
Wasserkosten	2,5	2,39	2,39	5,94	4,06	5,63	4,55
Arbeits erledigungskosten	0,36	0,34	0,34	0,86	0,59	0,81	0,65
Reparaturkosten	12,94	12,40	12,40	30,14	21,18	28,66	23,18
Variable Mehrkosten gesamt	136,29	118,97	85,94	397,46	364,60	313,70	392,31
Deckungsbeitrag	48,31	25,54	-56,20	454,42	142,90	529,05	-68,31

Mittlere variable Berechnungskosten des **ökologischen** Landwirtschaftsbetriebes zwischen 2008 und 2019 (Angaben in €/ha)

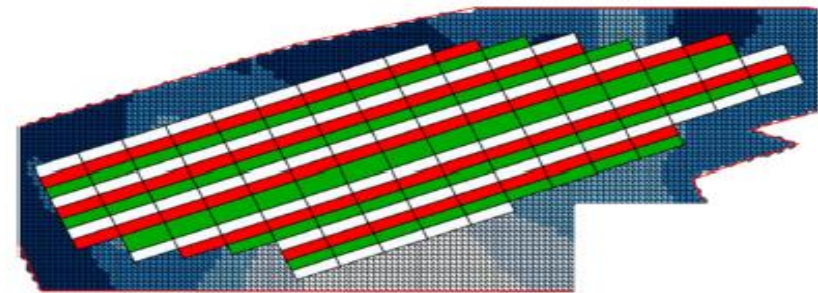
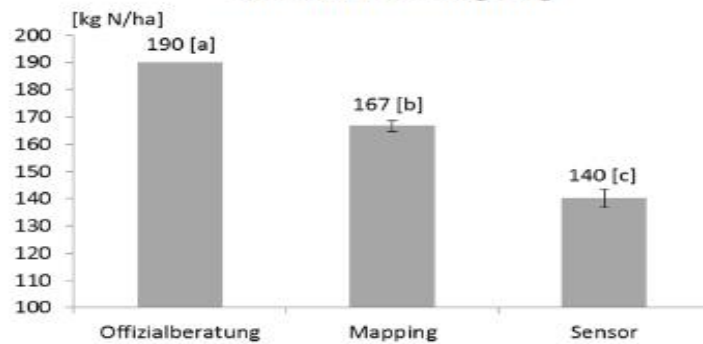
Kultur	WW	WR	ZR	SM	GE	BB	LUZ
Bereinigter Mehrerlös	215,79	150,84	752,81	530,11	506,18	489,86	27,74
Berechnungsmenge (mm)	29,55	20,45	93,75	50,00	52,27	52,78	2,27
Energiekosten	44,51	30,81	141,23	75,32	78,75	79,51	3,42
Wasserkosten	7,39	5,11	23,44	12,50	13,07	13,19	0,57
Arbeits erledigungskosten	0,17	0,11	0,53	0,28	0,29	0,30	0,01
Reparaturkosten	7,63	5,47	22,30	12,61	13,09	13,16	0,66
Variable Mehrkosten gesamt	99,74	65,89	1.187,50	313,77	156,26	226,12	7,61
Deckungsbeitrag	156,10	109,32	565,32	429,39	400,99	383,70	23,08

Optimierung der N-Düngung bei Wintergerste

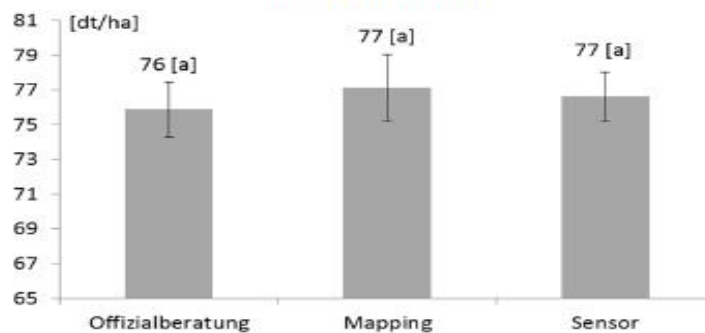
Streifenversuche, Versuchsstation Roggenstein (Spicker 2016)



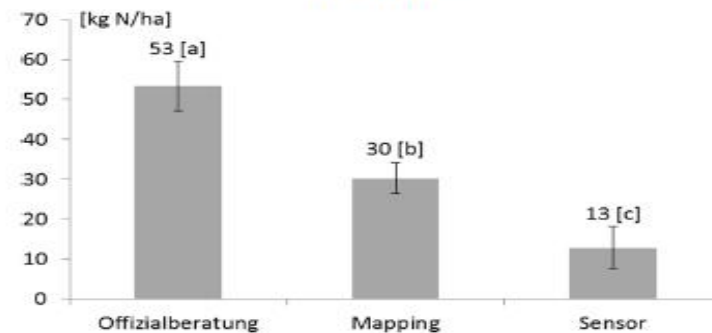
Mineral-N-Düngung



Korn-Ertrag



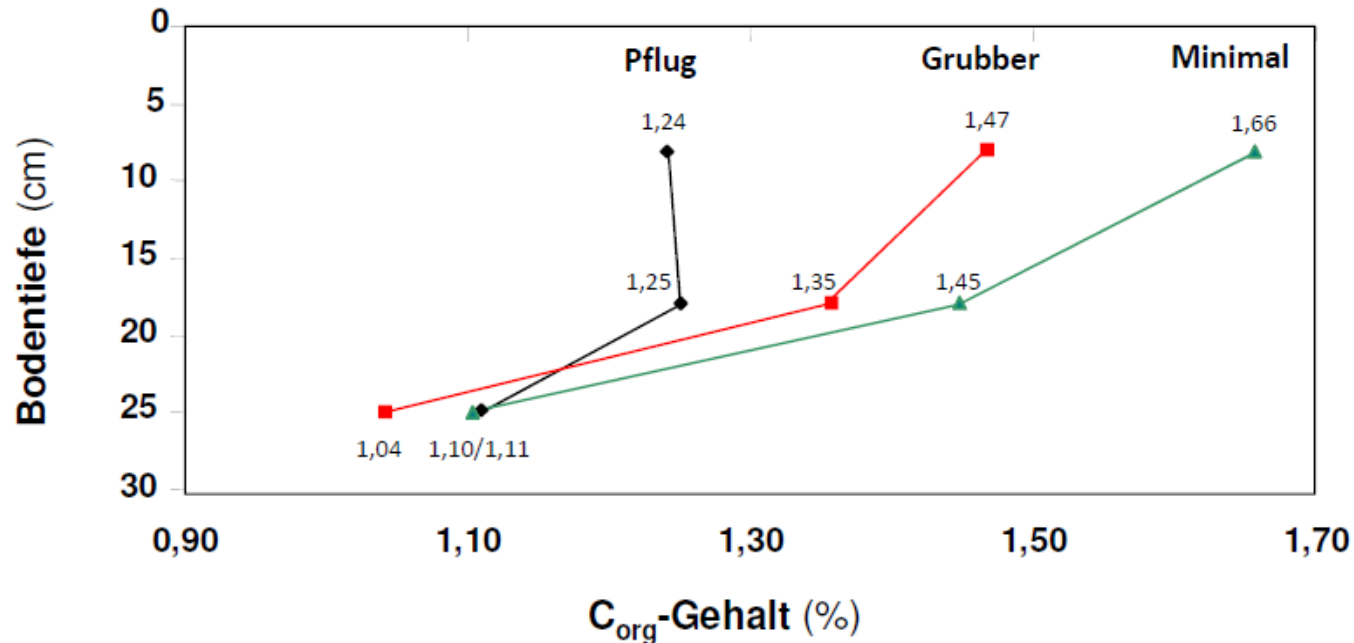
N-Saldo



Landwirtschaft als Problemlöser im Klimawandel

C_{org} -Gehalte in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung

Systemversuch Scheyern, Küstermann, Munch & Hülsbergen (2013): Europ. J. Agronomy 49, 61-73.



	Pflug	Grubber	Minimal
C_{org} (t ha ⁻¹)	41,1	46,3	52,5
ΔC_{org} (kg ha ⁻¹ a ⁻¹)	- 300	+ 500	+ 150

- Ausgewogene Kaliumdüngung sorgt für bessere Wassernutzungseffizienz und damit für Ertragsstabilität
- abgefrorene bzw. mechanisch zerkleinerte Zwischenfrüchte kein Problem für die Wasserversorgung beim Start der Folgefrucht
- **ABER:** wegen Auswirkungen auf die Sickerwassermenge ist zu unterscheiden zwischen pflanzenbaulicher Relevanz und einer Relevanz für die standörtliche Grundwasserneubildung
- winterharte Zwischenfrüchte können für den Bodenwasservorrat problematisch sein
- Etablierung der Zwischenfrüchte muss gelingen
- Stoppelbearbeitung schont den Bodenwasservorrat nicht
- verbrauchsgesteuerte Bewässerung ökologisch und ökonomisch unter Beachtung der Fruchtart und der Marktlage am sinnvollsten
- Aussaatstärken können ohne Ertragsverluste reduziert werden
- Geringe Intensität der Bodenbearbeitung förderlich für den Bodenwasserhaushalt
 - verbesserte Infiltration
 - Verdunstungsschutz
 - u.v.a.m.

Minderung von Lachgasemissionen

- optimierte Fütterung
- ertragsangepasste N-Düngung
- Reduzierung von N-Bilanzüberschüssen
- precision farming
- optimierte Düngungsausbringung
- Minimierung Nitratauswaschung
- Vermeidung von Bodenstrukturschäden
- Verlustvermeidung
- Hemmstoffeinsatz
- Fruchtfolgegestaltung (Leguminosen, Zwischenfrüchte)

Minderung von CO₂-Emissionen

- Humusmanagement

Kaufmännische Reaktionsmöglichkeiten

- Kontraktierungen
- Wetterversicherungen
- Wetterderivate

Minderung von Ammoniakemissionen

- Folienabdeckung von Güllelagern
- Filtersysteme in geschlossenen Stallanlagen
- saubere, trockene Stallflächen
- unverzügliche Einarbeitung von Düngemittel im Boden
- Hemmstoffeinsatz
- Streifenförmige Düngungseinbringung in den Boden (Injektion, Schlitzung)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Ich bin sehr auf Ihre Fragen gespannt!

Falk.Boettcher@dwd.de

Tel. 069 8062 9890