

Böden unter Druck - Verdichten große Landmaschinen unsere Ackerböden?

Dr. Marco Lorenz, Thünen Institut für Agrartechnologie



Nachhaltige Sicherung und Verbesserung
von Bodenfunktionen durch
intelligente Landwirtschaft

(BMBF - BonaRes: Boden als nachhaltige
Ressource für die Bioökonomie)



Institut für Agrartechnologie
Stabstelle Klima und Boden



Geographisches Institut
Lehrstuhl für Landschafts-
ökologie und Geoinformation



Deutsches Forschungszentrum für
künstliche Intelligenz, Osnabrück
Planbasierte Robotersteuerung



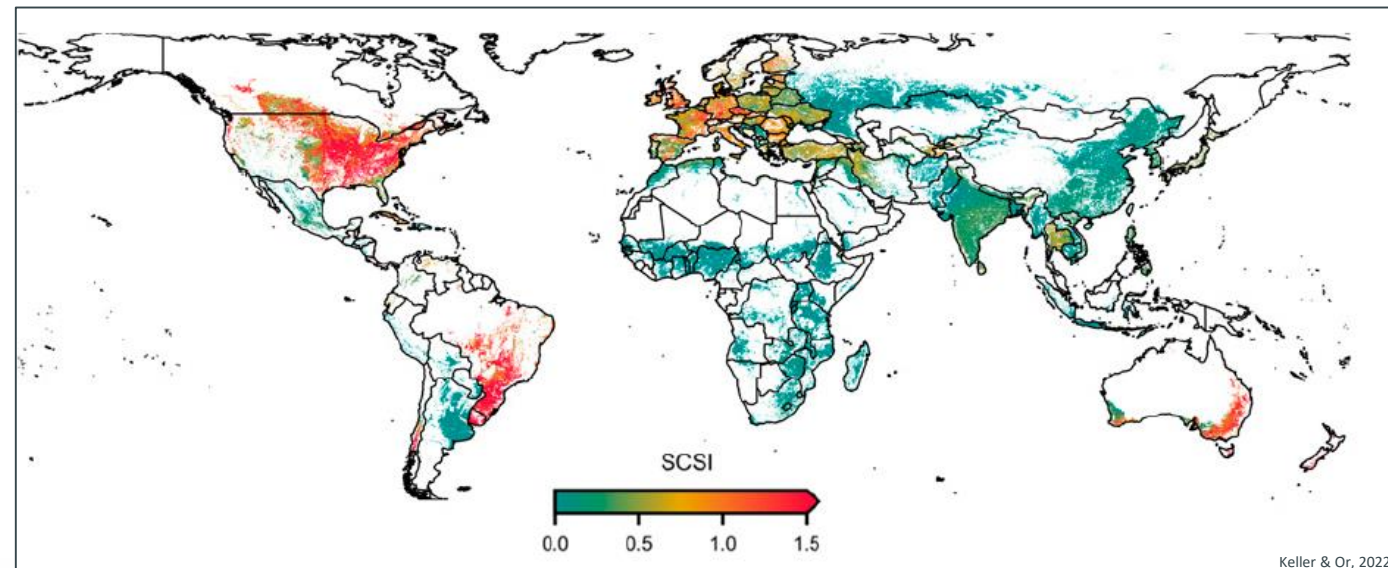
Institut für Informatik

1. Aktuelle Situation
2. Faktoren für Bodenverdichtungen
3. Auswirkungen von Bodenverdichtungen
4. Maßnahmen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerflächen
5. Zusammenfassung

Aktuelle Situation

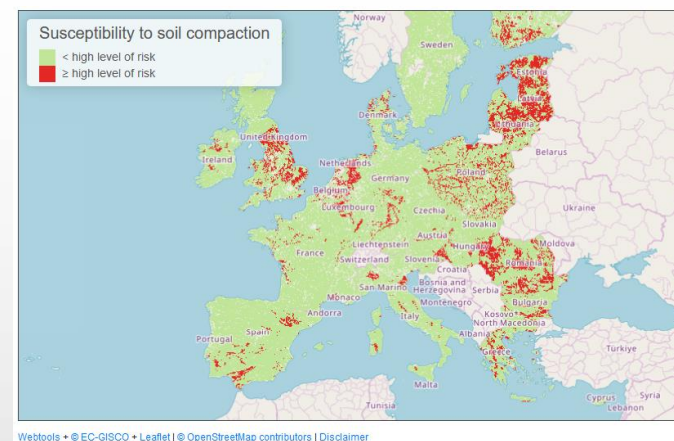
Global:

- ca. 20 % der landwirtschaftlich genutzten Böden sind verdichtungsgefährdet (Keller & Or, 2022)

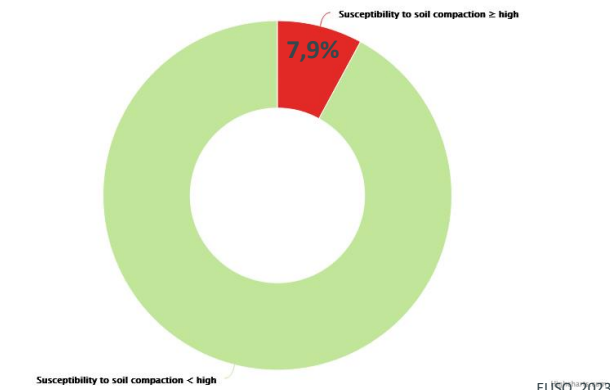


Europa:

- ca. 61,5% der Böden sind in ungesundem Zustand (unhealthy). Hauptprozesse sind Verlust von organischem Kohlenstoff (48 %), der Verlust der biologischen Vielfalt (37,5 %) und die Bodenerosion durch Wasser (32 %).
- ca. 8 % der Böden sind hoch verdichtungsempfindlich (EUSO, 2023)



Areas where susceptibility to soil compaction \geq high, in % at NUTS0 level (based on areas with data)



Aktuelle Situation

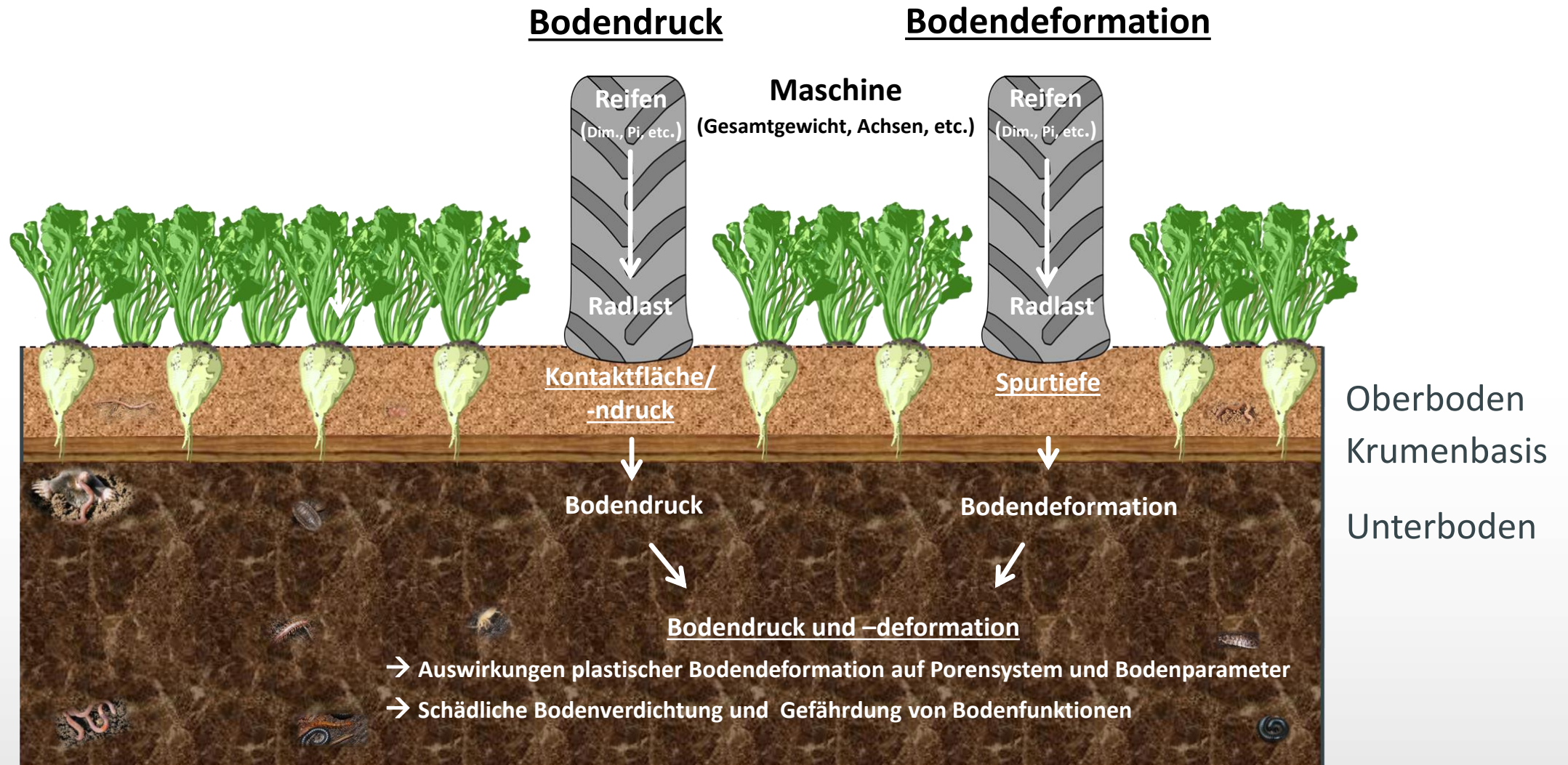
Deutschland:

- Keine einheitlichen, flächendeckenden Untersuchungen zur Bestimmung von Bodenverdichtungen
- BZE Landwirtschaft: 13% bewirtschaftungsbedingt verdichtet (Schneider & Don 2019)
- UBA: 10 - 20% der Ackerflächen weisen bewirtschaftungsbedingte Verdichtungen auf (UBA, 2023)
- Modellschätzungen: 8 - 60% verdichtungsgefährdet (z.B. Lebert 2010)
- Regionale Studien: 5 - 40% (siehe rechte Seite)

Regionale Studien:

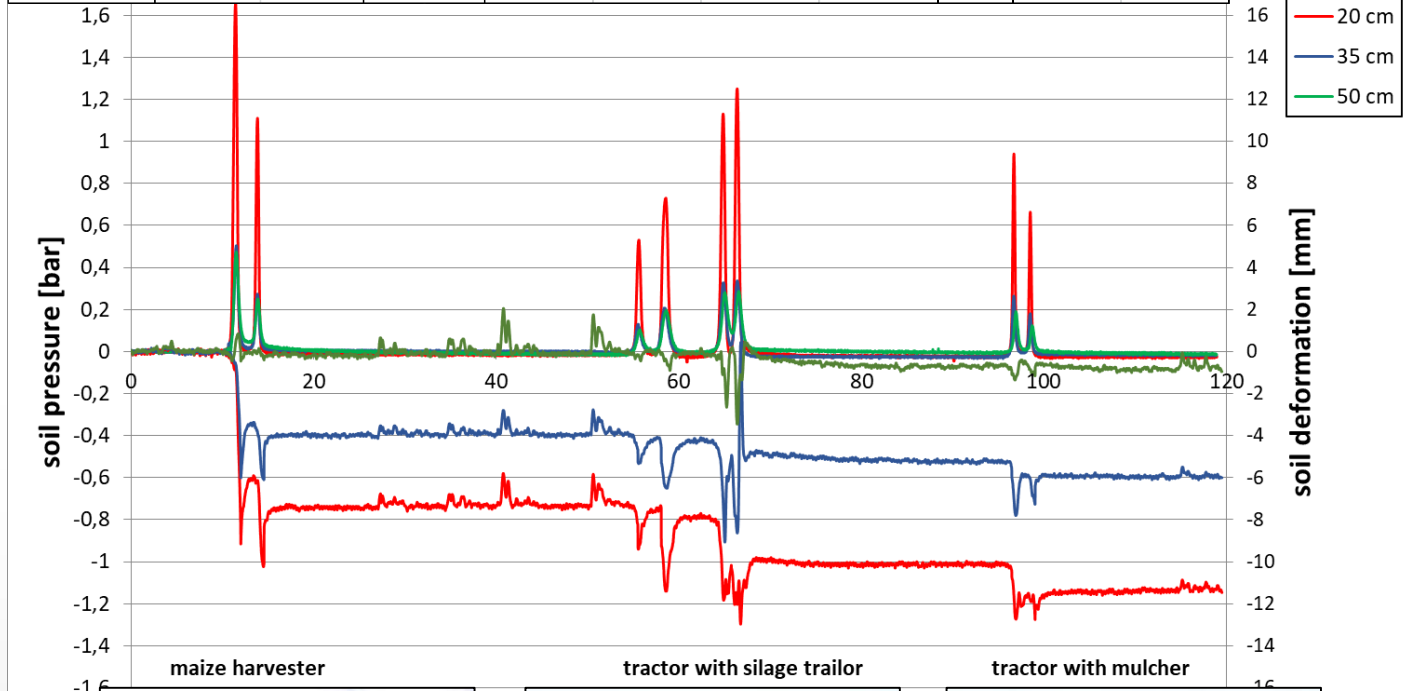
- Schleswig Holstein: vereinzelte Schadverdichtungen an Zufahrtspunkten und Vorgewenden v.a. auf lehmigen Sand und Sandböden (Isensee & Schwark 2006)
- Nordrhein-Westfalen: 40 % der Ackerfläche sind in der Krumbasis verdichtet, jedoch nicht schadverdichtet (Weyer & Buchner 2001, Cramer et al. 2006)
- Niedersachsen: auf vielbefahrenen Vorgewenden und vereinzelt in Fahrgassen (Brunotte et al. 2008)
- Thüringen: 17 % der Ackerflächen von Verdichtung betroffen (TLL, 2007)
- Sachsen: Schadverdichtungen nur ins Sonderfällen auf vernässten Stellen und im Vorgewende (Harrach et al. 2003)
- Bayern: Krumbasisverdichtung bei ca. 50% der BDF, jedoch nur vereinzelt schadverdichtet (Brandhuber, 2005)

Faktoren für Bodenverdichtung

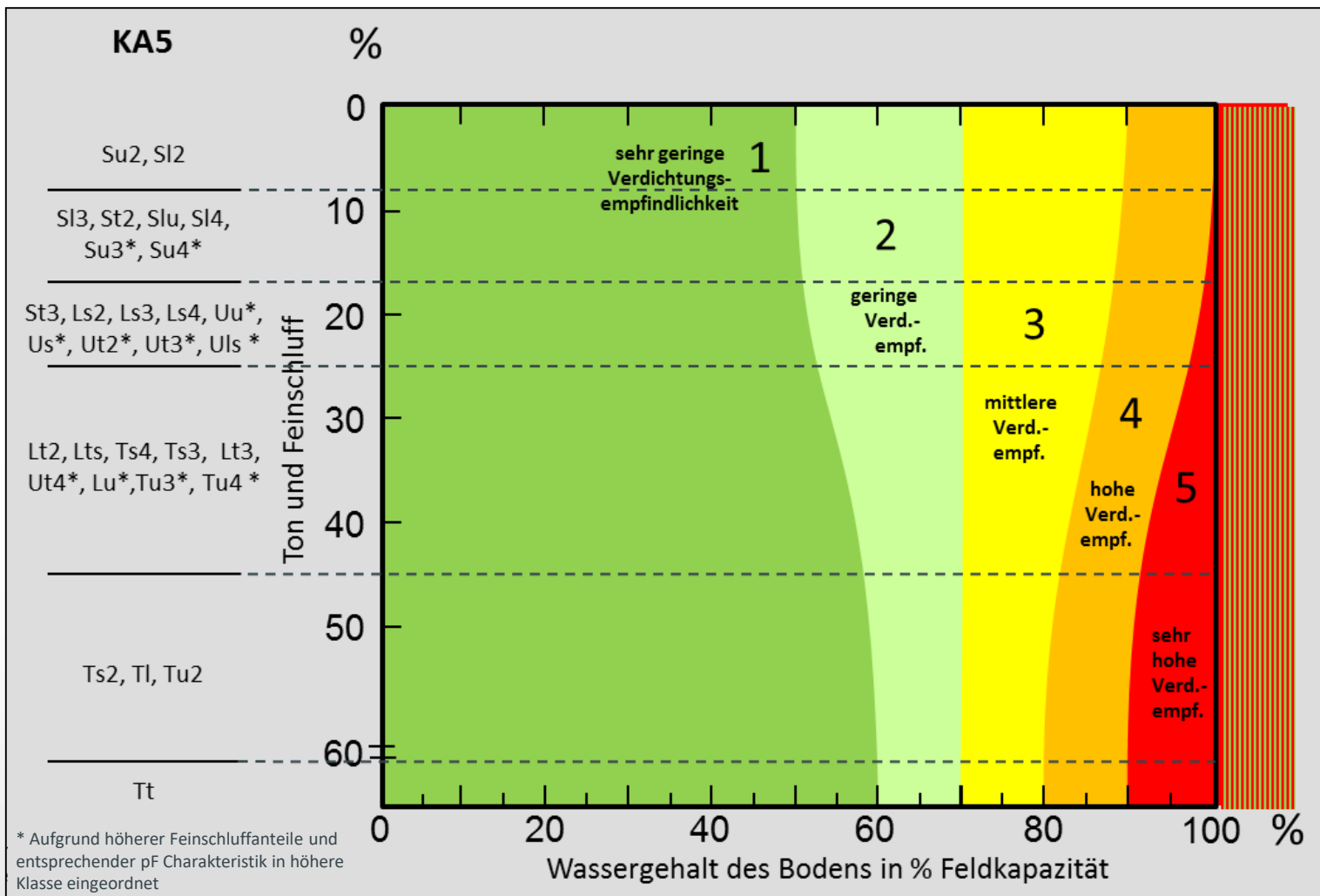


Faktoren für Bodenverdichtung

wheel load [Mg]	7,1	2,45		2,2	3,8	4,8	4,8		3,5	2,5
Pi [bar]	2,0	1,8		0,8	1	1,7	1,7		1,2	1,1
tire	Michelin MegaXBib 710/75 R34	Trelleborg 540/65 R30		Michelin MachXBib 600/70 R 30	Michelin MachXBib 710/70 R 42	Alliance A390 650/55 R26,5	Alliance A390 650/55 R26,5		Michelin MultiBib 540/65 R 28	Michelin MultiBib 650/65 R 38

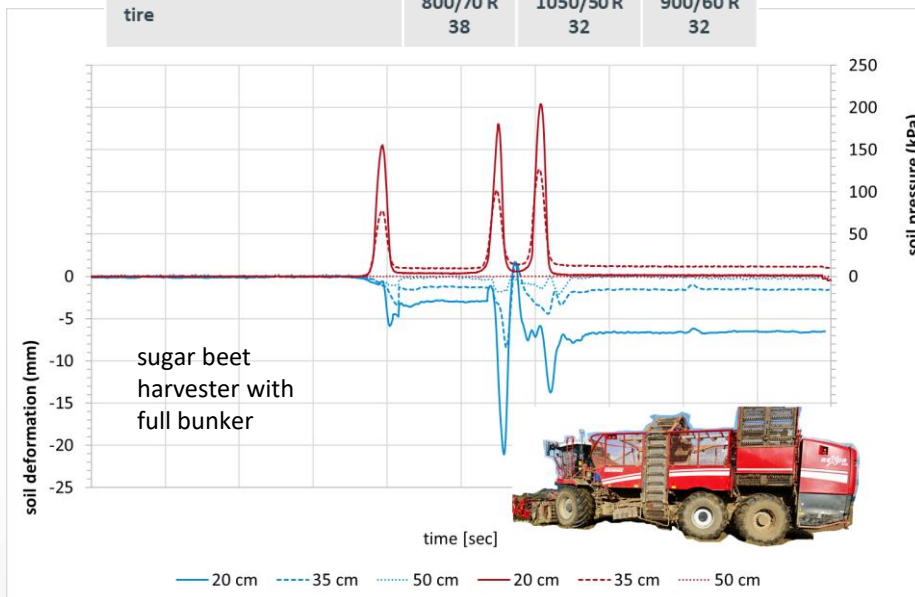


Faktoren für Bodenverdichtung - Bodenart und Bodenfeuchte

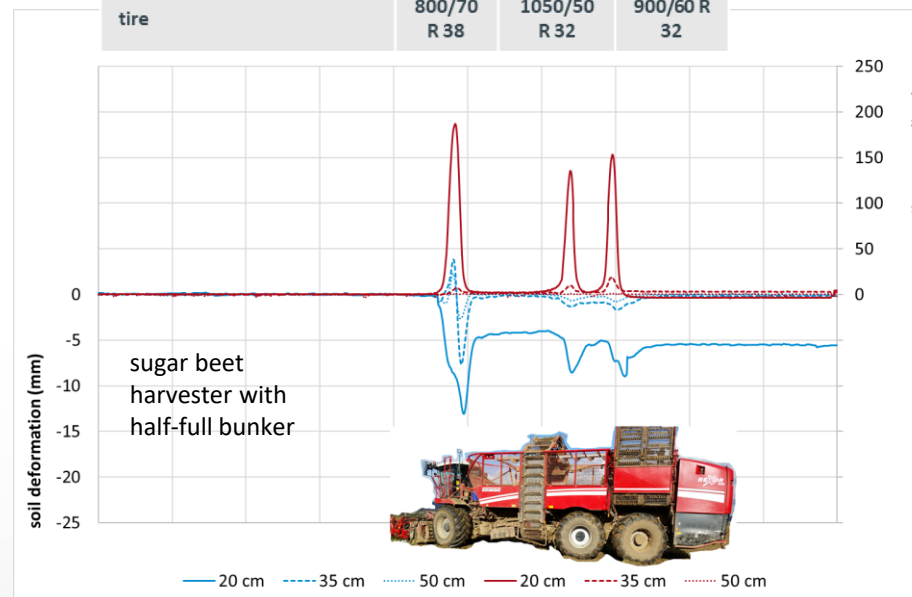


Faktoren für Bodenverdichtung - Radlast

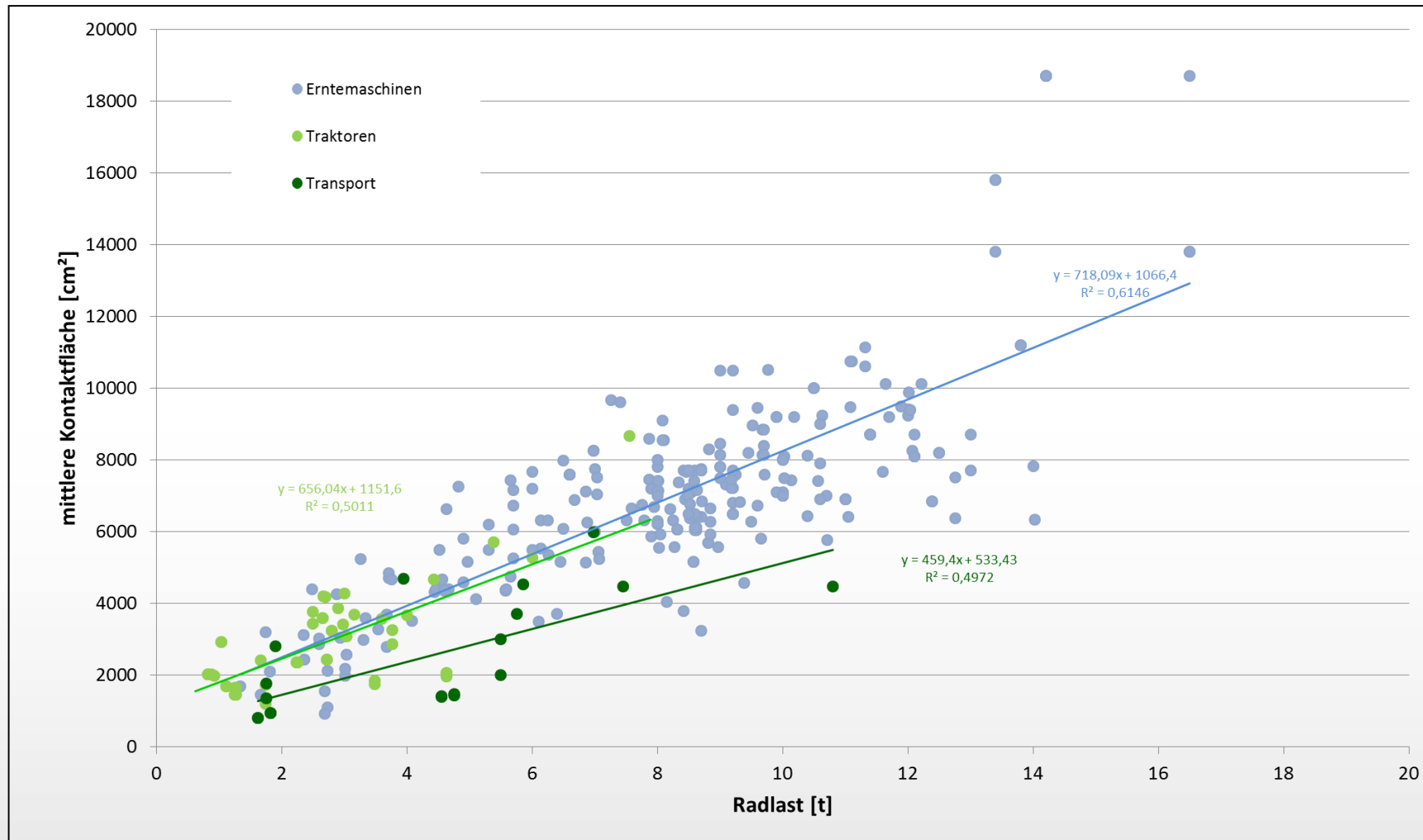
	front axle	rear axle 1	rear axle 2
wheel load [Mg], static	10.2	10.5	10.3
wheel load [Mg], dynamic	9.5	10.6	11.0
Pi [bar]	2.0	2.1	2.1
tire	800/70 R 38	1050/50 R 32	900/60 R 32



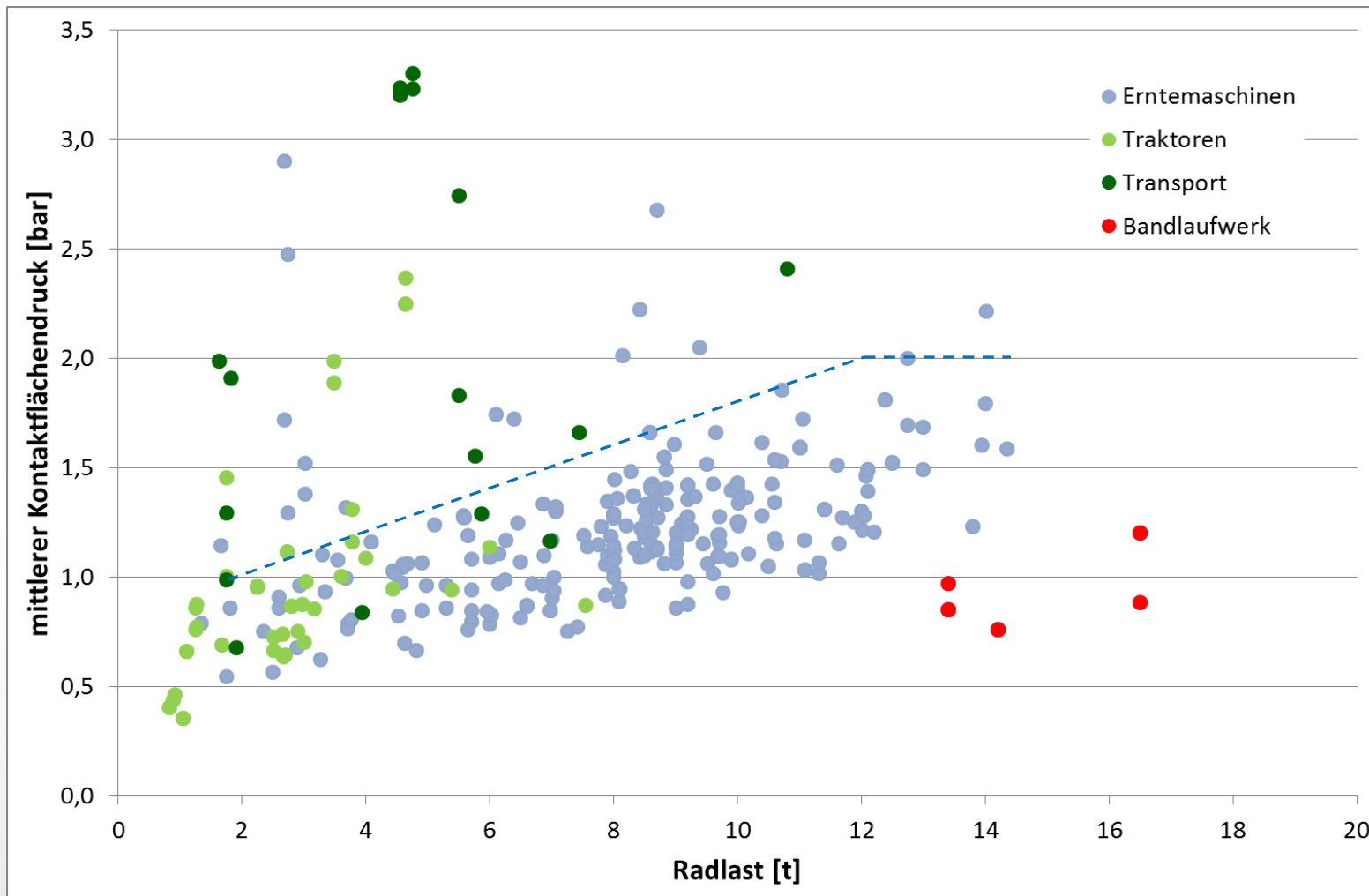
	front axle	rear axle 1	rear axle 2
wheel load [Mg], static	9.1	8,1	7.6
wheel load [Mg], dynamic	10.2	8.3	8.9
Pi [bar]	2.0	2.1	2.1
tire	800/70 R 38	1050/50 R 32	900/60 R 32



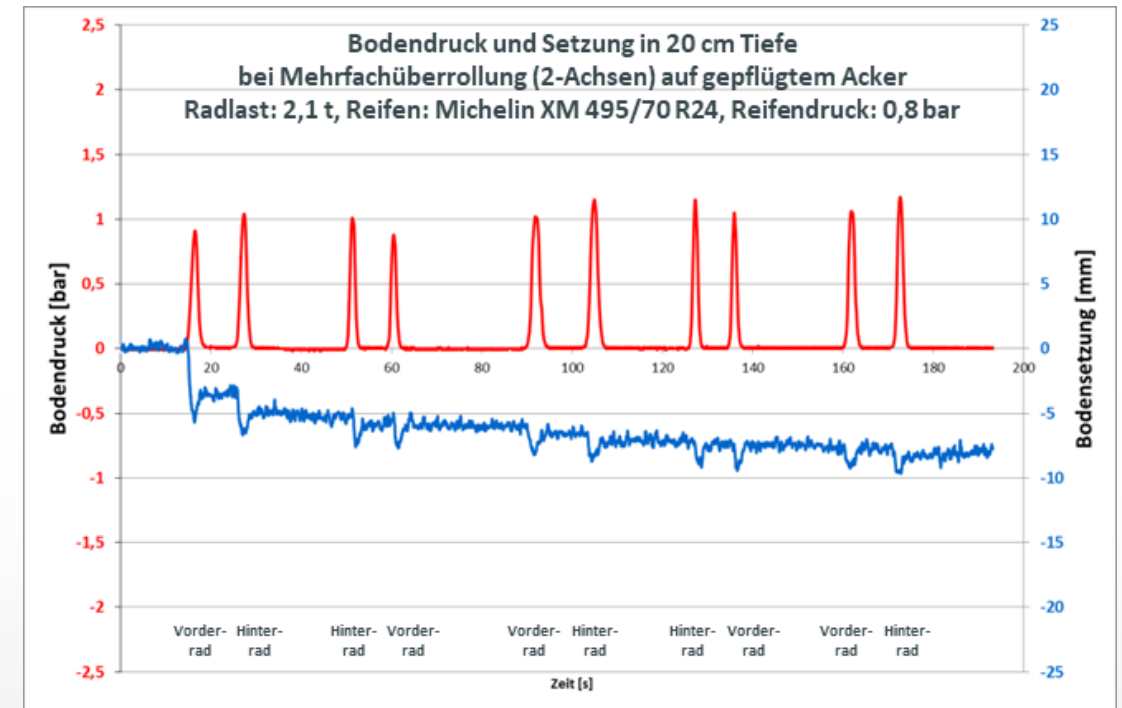
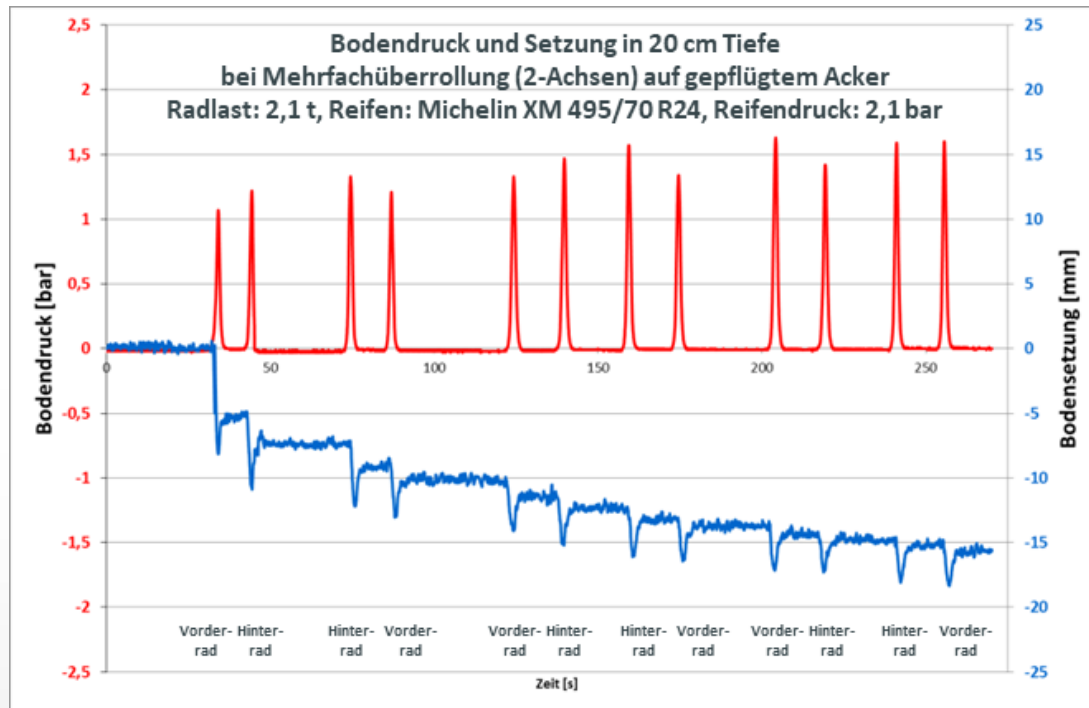
Faktoren für Bodenverdichtung - Kontaktfläche



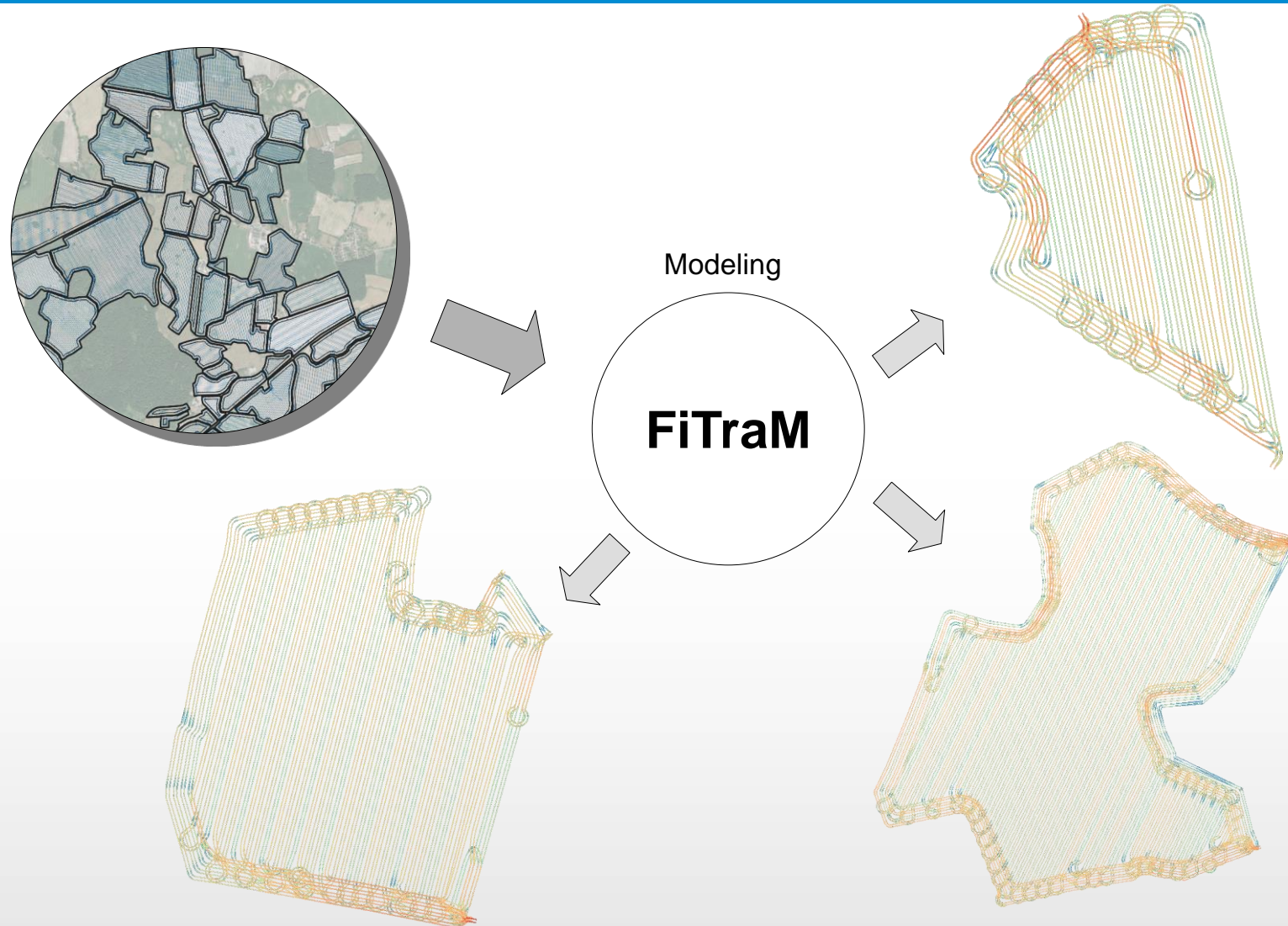
Faktoren für Bodenverdichtung - Kontaktflächendruck



Faktoren für Bodenverdichtung - Reifeninnendruck und Anzahl der Überrollungen



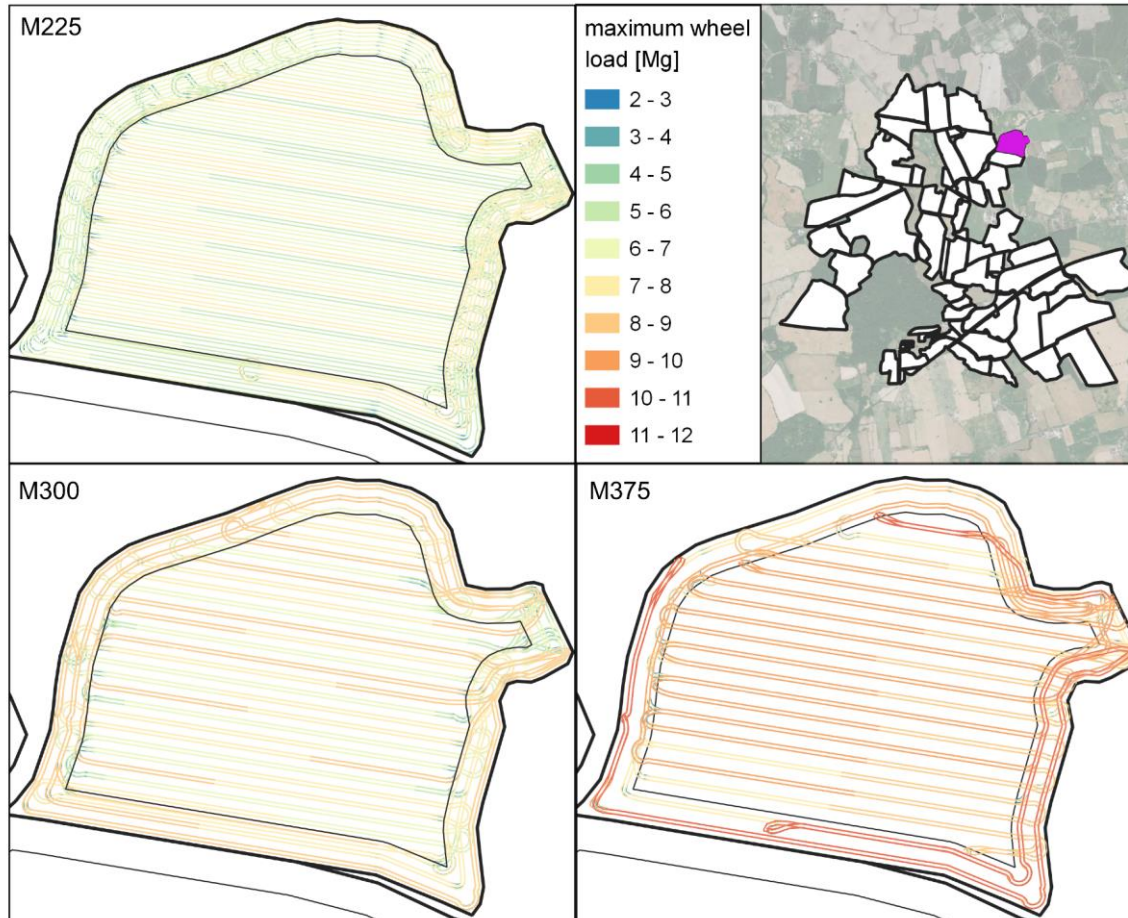
Befahrungsintensität mit dem Model FiTraM



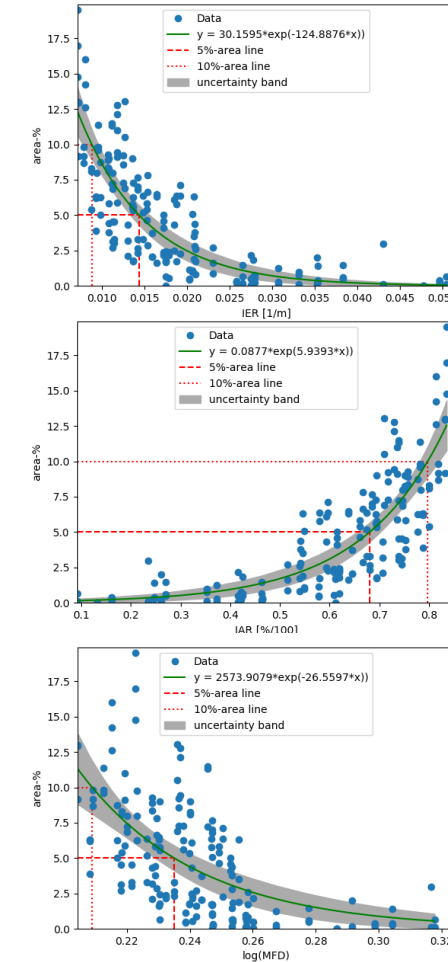
Augustin et al. (2022)

Faktoren für Bodenverdichtung - Arbeitsbreite und Feldgeometrien

Spatial Hot Spot Analysis and Machine Comparison

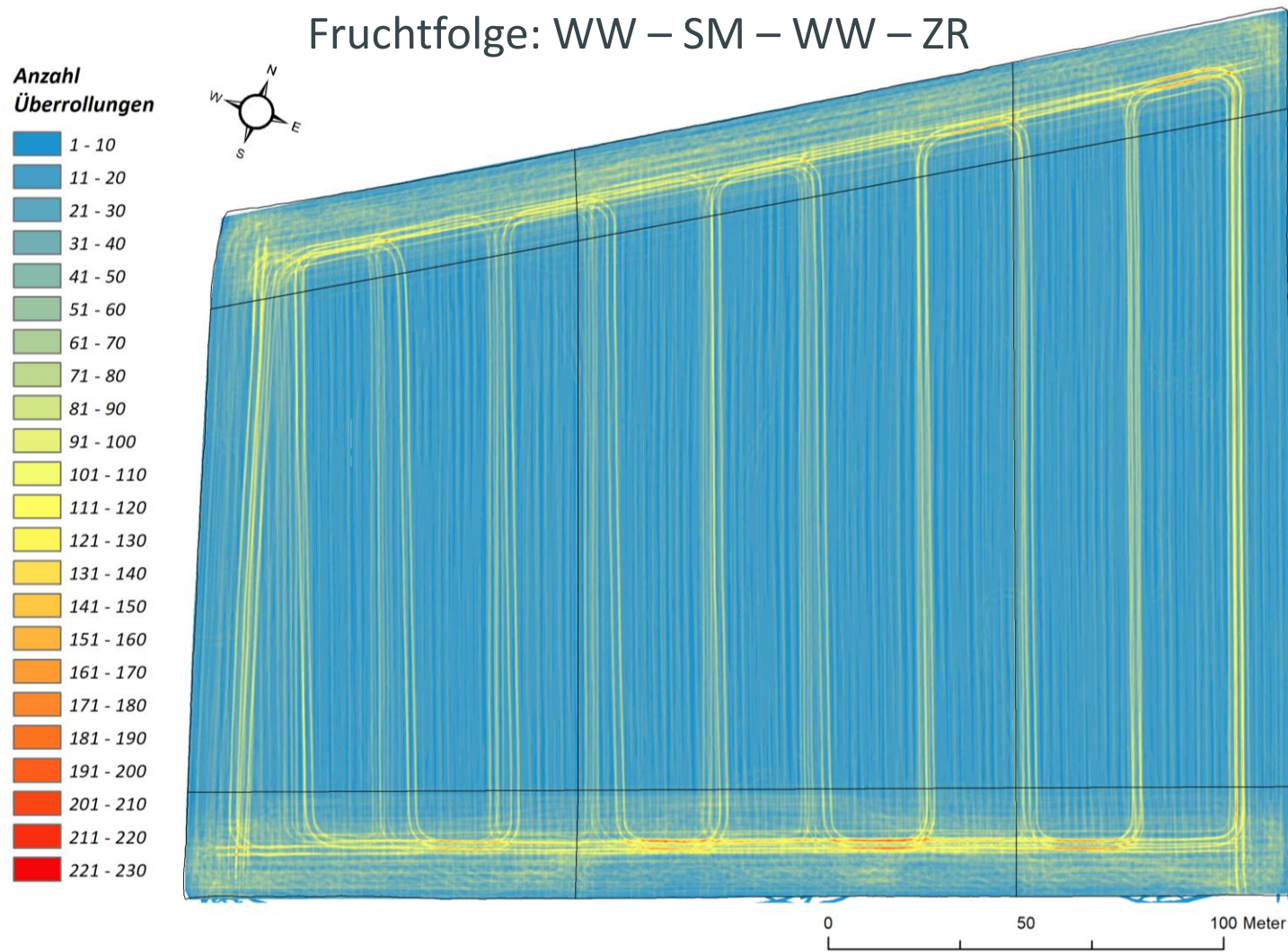


Field Shape Dependency



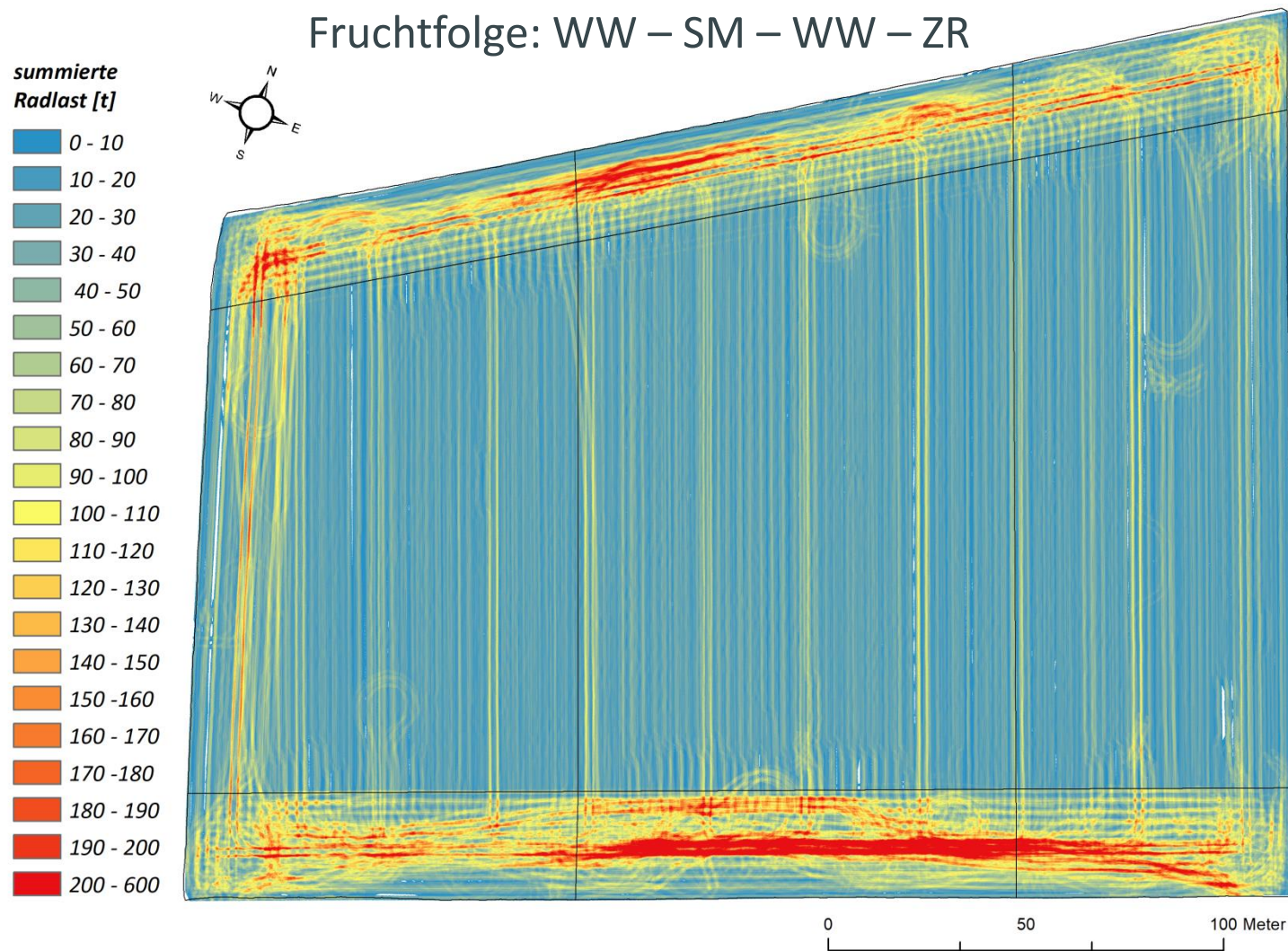
Augustin et al. (2022)

Anzahl Überrollungen Fruchtfolge



Augustin et al. (2020)

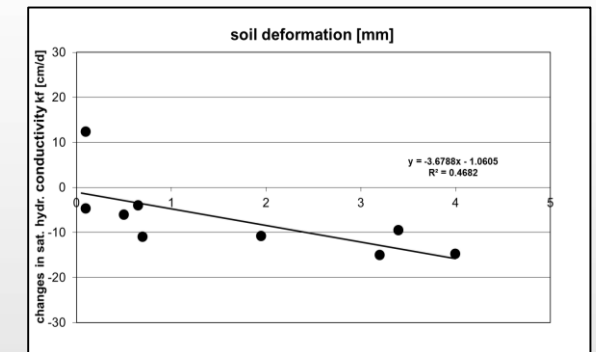
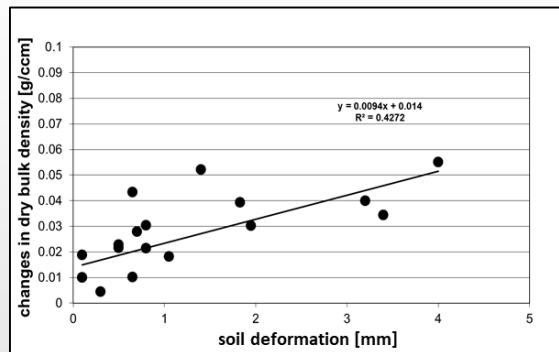
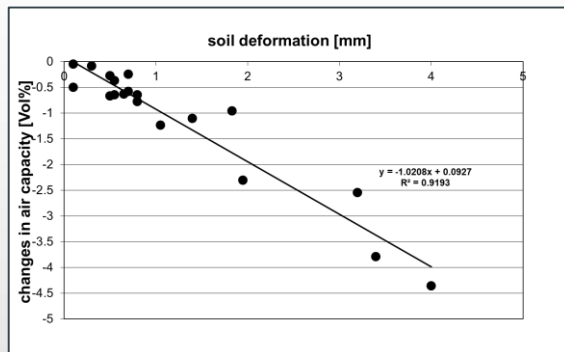
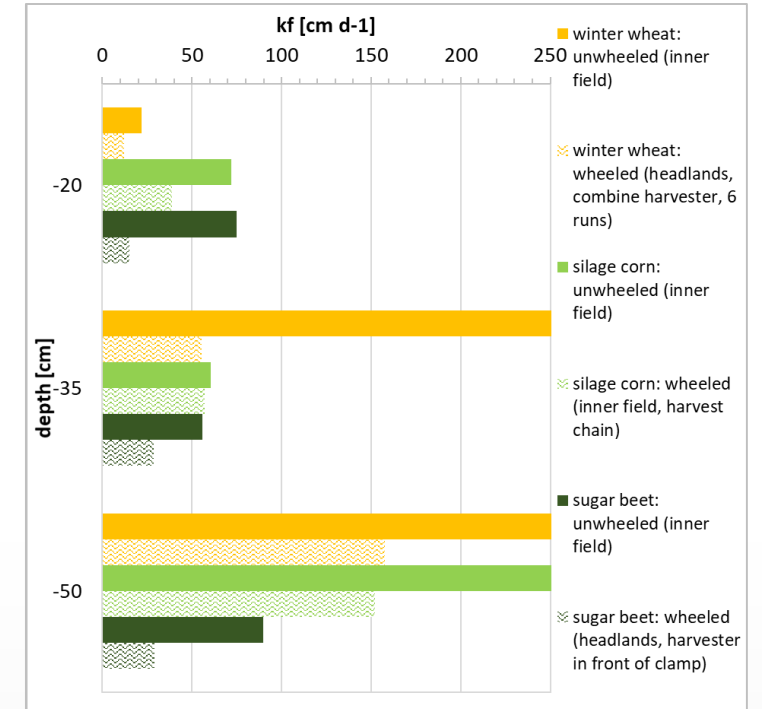
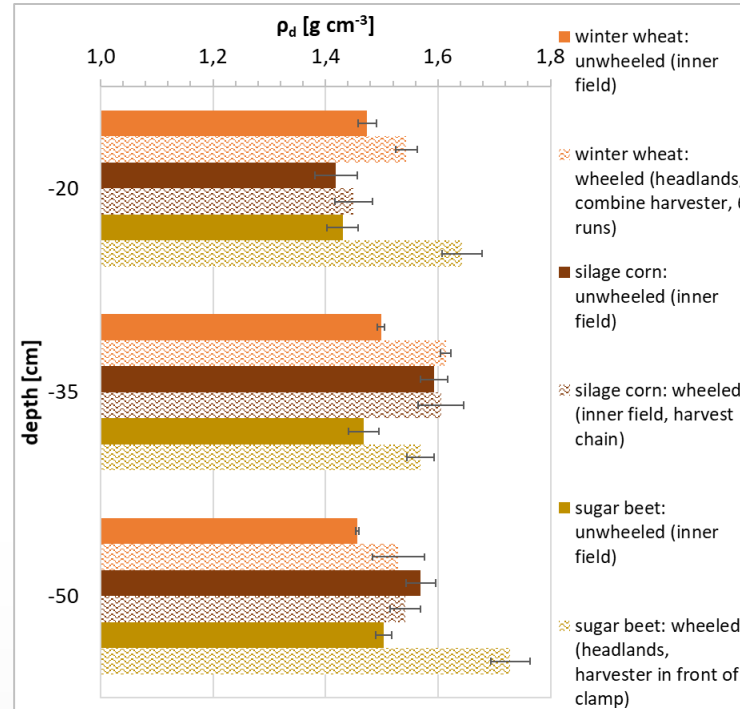
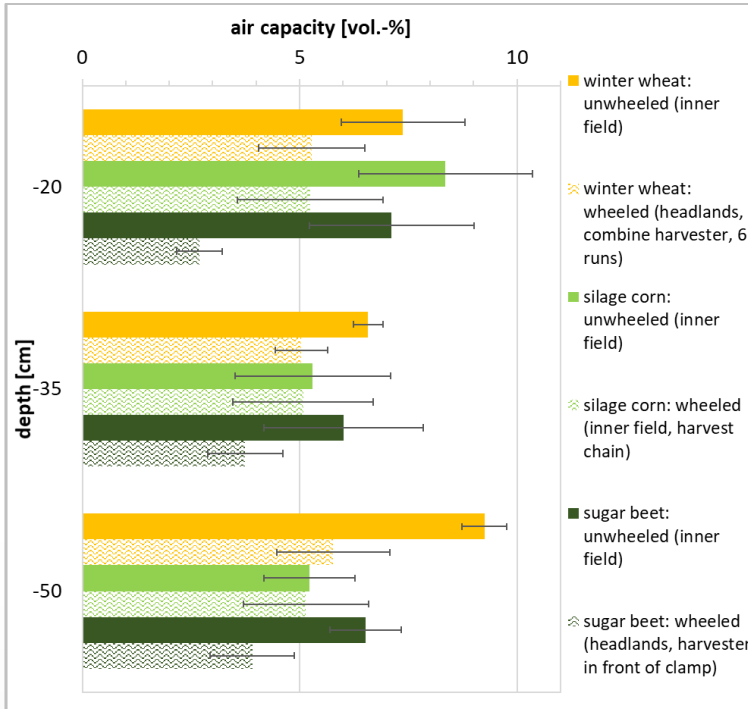
Summierte Radlasten Fruchtfolge



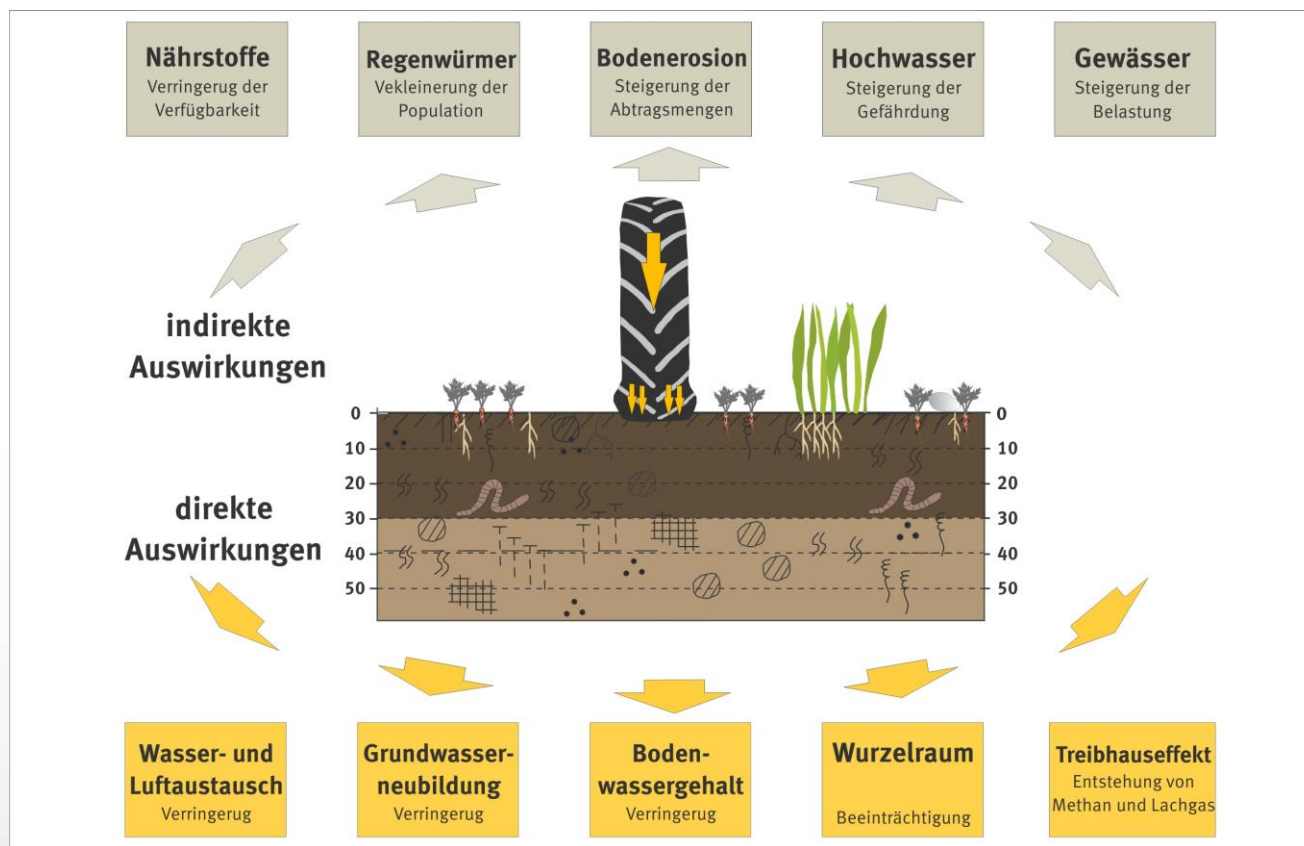
Augustin et al. (2020)

1. Aktuelle Situation
2. Faktoren für Bodenverdichtungen
3. Auswirkungen von Bodenverdichtungen
4. Maßnahmen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerflächen
5. Zusammenfassung

Auswirkungen von Bodenverdichtung



Auswirkungen von Bodenverdichtung



UBA (2023)

- Produktionsfunktion: Pflanzenwachstum → Ertrag
- Filter-/Pufferfunktion: Nährstoffnutzung, -effizienz und –auswaschung, THG
- Speicherfunktion: pflanzenverfügbares Bodenwasser und Nährstoffe, Infiltration, Grundwasserneubildung → Erosion, Hochwasserschutz, THG
- Lebensraumfunktion: Bodenleben, Regenwürmer, mikrobielle Zusammensetzung etc.

- ...

Maßnahmen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerflächen



1. Planung
2. Anpassung der mechanischen Belastung an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens
3. Optimierung der aktuellen Befahrung

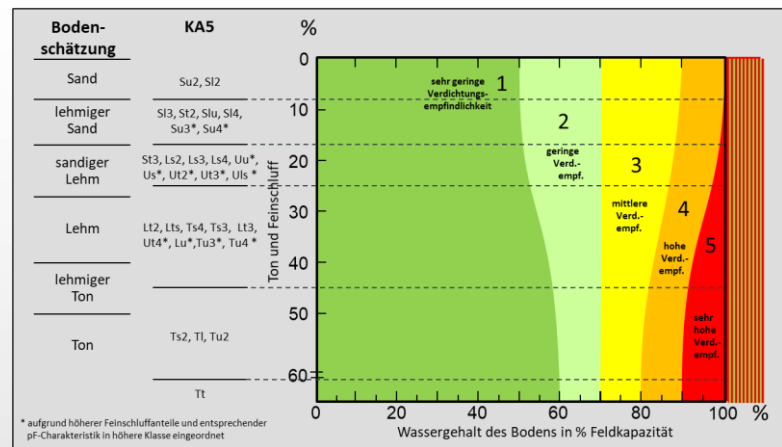
Entscheidungsmatrix Befahrbarkeit

Maschine und Anzahl der zu berücksichtigenden Achsen	Traktor		Anhänger			Häcksler		Maximum	Mittelwerte
	Vorderachse	Hinterachse	3. Achse	4. Achse	5. Achse	Vorderachse	Hinterachse		
	1. Achse	2. Achse				6. Achse	7. Achse		
1 Radlast [t]	1,5	4,75	4,75	4,75	4,75	7,0	2,0	7,0	4,21
2 Reifeninnendruck [bar]	1,2	1,6	3,0	3,0	3,0	1,5	1,0	3,0	2,04
3 Kontaktfläche [m²]									
4 Kontaktflächendruck [bar]	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	0,85	0,9	1,2	1,05
5 Anzahl Überrollungen pro Spur	7								
6 Anteil der überrollten Fläche [%]	33								

	Wertebereich von	Wertebereich bis	Wichtung	Belastungsanteil
7 Radlast [t]	0,5	12,0	2,00	1,17
8 Reifeninnendruck [bar]	0,6	4,0	1,00	0,51
9 Kontaktflächendruck [bar]	0,4	2,5	2,00	0,84
10 Anzahl Überrollungen	1	6	0,70	0,82
11 Anteil der Überrollten Fläche	0	100	0,176	0,058
12 Summe der Wichtungen			5,88	
13 Belastungssumme				3,40
14 Belastungskennwert gesamt				0,58

Belastungskennwerte/Belastungsklassen	1	2	3	4	5
obere Grenze	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70
untere Grenze	0,30	0,38	0,46	0,54	0,62

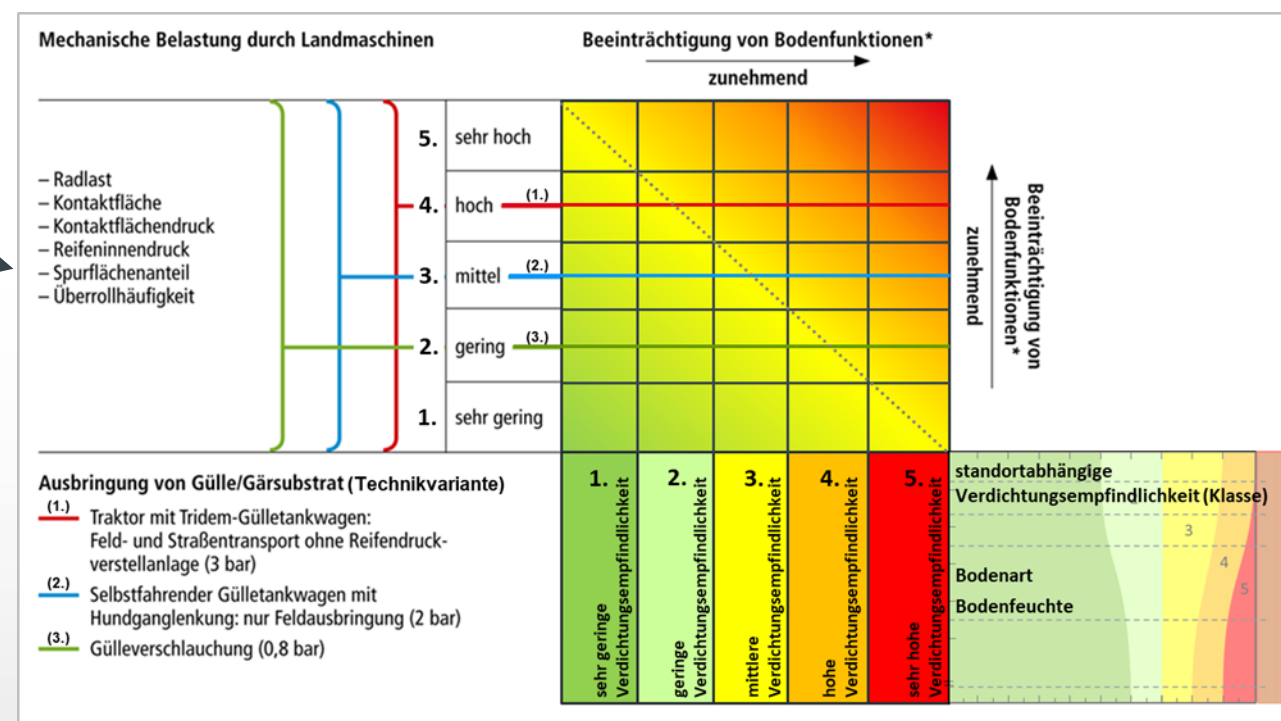
mechanische Bodenbelastung



Verdichtungsempfindlichkeit

Planung von standortbezogenen, bodenschonenden Feldbefahrungen und Verfahren, Investitionen in Technik und den Maschineneinsatz

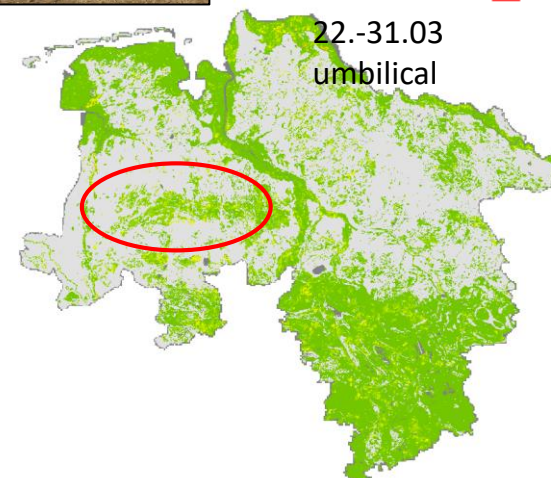
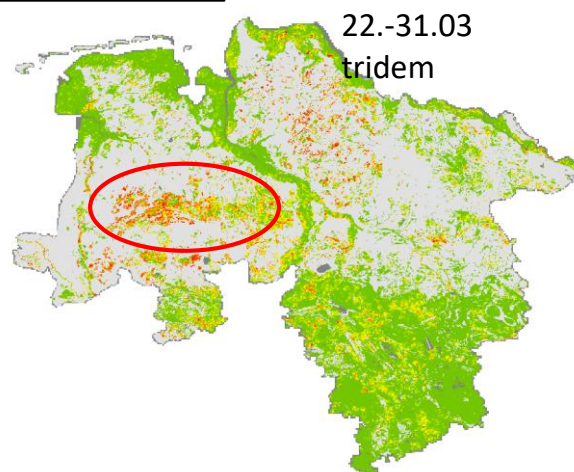
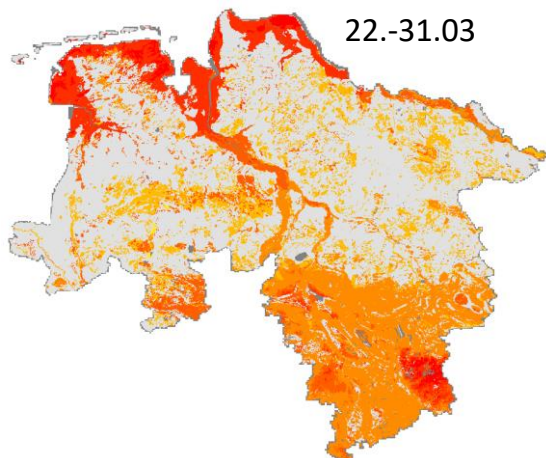
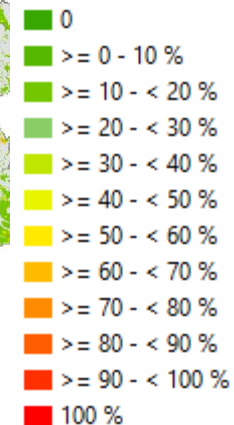
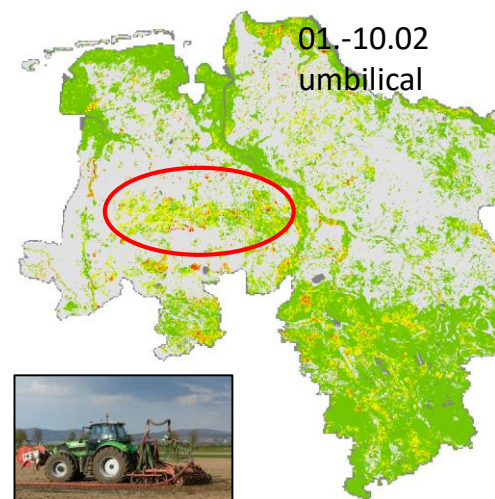
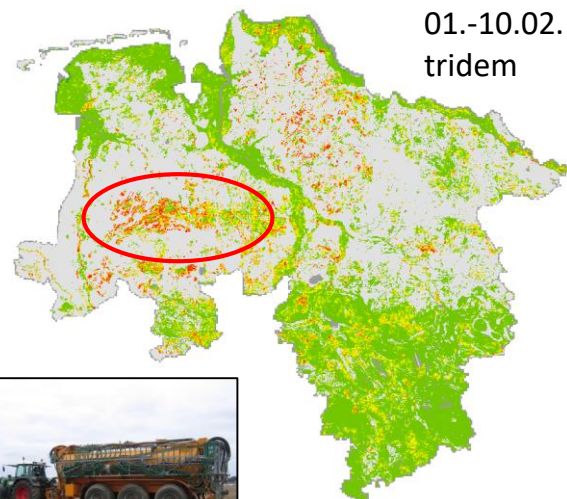
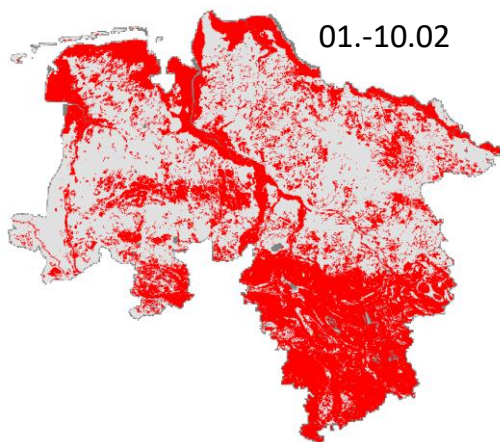
→ Ableitung von standort- und technikbezogenen Befahrbarkeitstagen



Entscheidungsmatrix Befahrbarkeit

susceptibility „high to very high“

potential compaction risk „high to very high“



Maßnahmen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerflächen



1. Planung
2. Anpassung der mechanischen Belastung an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens
3. Optimierung der aktuellen Befahrung

SOILAssist Sensor System (SASS):

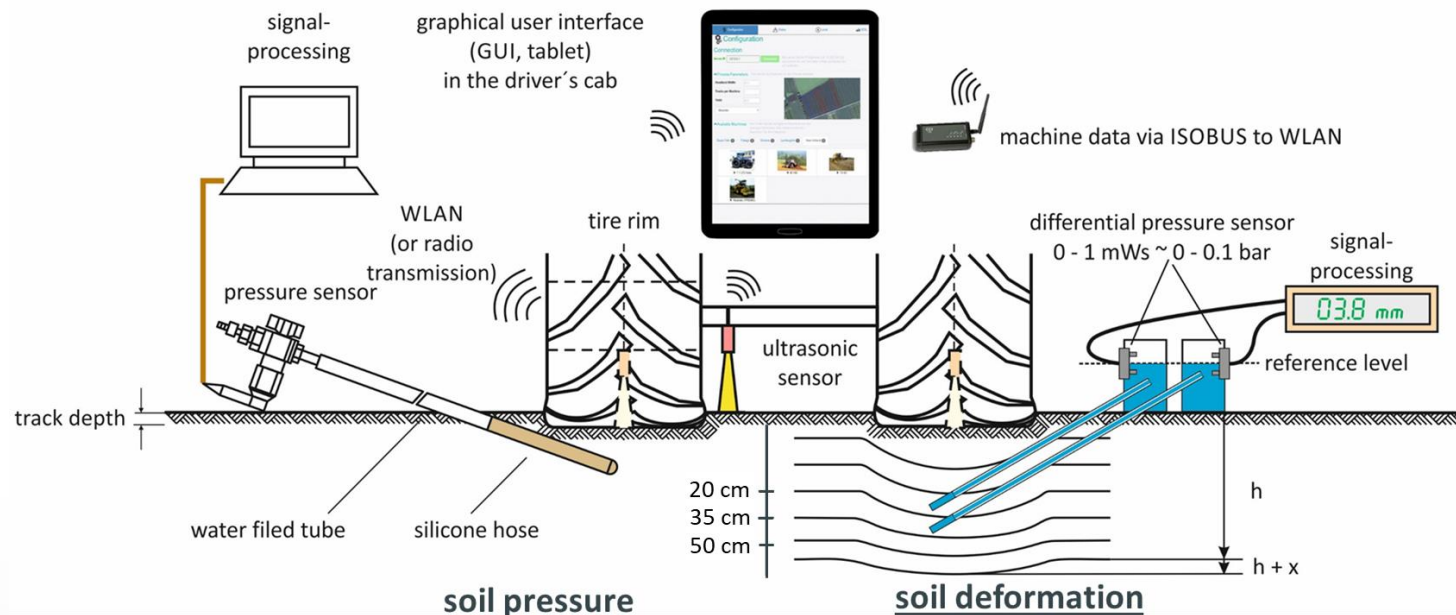
Messgrößen:

- Reifeneinfederung
- Reifeninnendruck
- Spurtiefe
- RTK-GPS Position

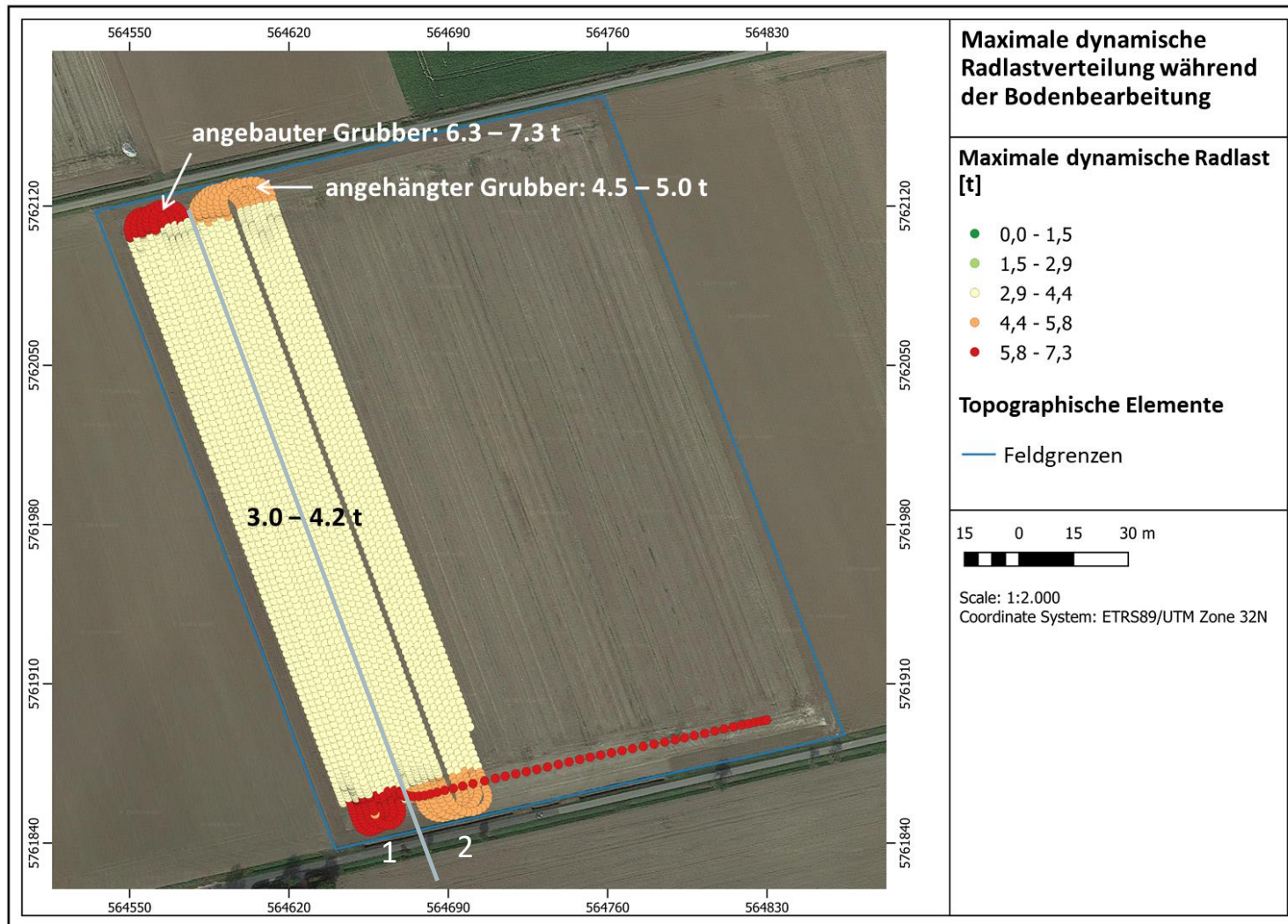
Liefert Informationen zu:

- Radlasten, (Achslasten, Gesamtgewicht)
- Kontaktflächendruck
- Spurtiefe
- für jede Position im Feld
- in quasi-Echtzeit

→ überträgt die Informationen in Echtzeit an die zentrale Steuereinheit des **Assistenzsystems** (Tablet) in der Fahrerkabine

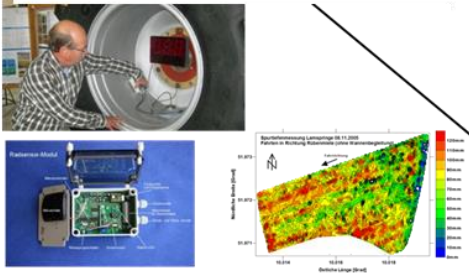


SOILAssist Sensor System (SASS)



On-board assistance system (OBAS)

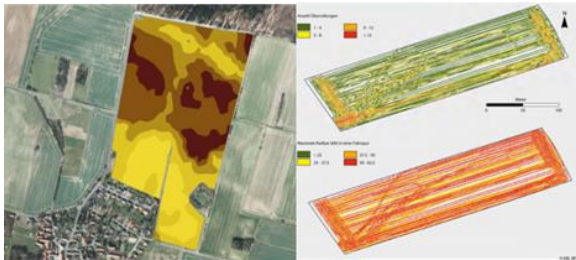
SOILAssist Sensor System (SASS)



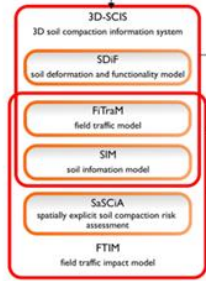
machine data/specifications

Searchstring	Hersteller	Modell	Motor	PS	Hubraum	Diesel	AdBlue	vorname	Normen	Merke
Schaeffler	Renett	828 vario	DeutzTCD 6 L16	206	380	8098	500	50	800/70/18 30	720/70/18 42
	JOE	Palma 4230	AgriPower 620	217	8000	390	48	800/70/18 30	720/60/18 30	
	Varta	7204	Agri-S-Drive Power 1	211	8000	390	70	800/65/18 28	720/70/18 38	
	Hubsch	175 270	Hubsch 1800-DRS	223	170	6028	390	38	840/65/18 28	890/65/18 38
	John Deere	7200R	275 PIVL	208	278	8000	544	800/70/18 30	720/70/18 42	
	John Deere	621R	PowerTech P55 6	138	213	6800	408	20	800/70/18 30	720/70/18 42
	Deutz-FAHR	720T7U	DeutzTCD 6 L16K	174	206	8097	485	50	800/70/18 30	720/70/18 38
	Case IH	Palma 4230 PIVL	PS5	217	8000	390	54	840/65/18 28	840/65/18 38	
	New Holland	78.900	Case IH 78.900	228	311	8700	575	88	730/75/18 30	900/65/18 42
	Case IH	8800-DRS	Case IH 8800-DRS	228	311	8700	575	88	730/75/18 30	900/65/18 42
	Deutz-FAHR	8204 TTV	DeutzTCD 4 L14	133	154	4038	320	28	840/65/18 28	890/65/18 38
	Wabco	Perigo 1P 762 Dynam 4	AgriPower 68.000	130	190	6800	305	30	840/65/18 28	890/65/18 38
	Wabco	Perigo 1P 762 Dynam 6	AgriPower 68.000	130	190	6800	305	30	840/65/18 28	890/65/18 38
	Wabco	Perigo 1P 762 Dynam 8	AgriPower 68.000	130	190	6800	305	30	840/65/18 28	890/65/18 38
	Deutz-FAHR	8207U	DeutzTCD 6 L16K	223	267	6100	300	58	840/65/18 28	890/65/18 38
	McCormick	130 20	PowerTech 6204T	85	80	3400	380	70/18 24	480/70/18 34	
	Renett	518 vario	DeutzTCD 4 L14	130	150	4020	298	31	840/65/18 28	890/65/18 38
	John Deere	621R	PowerTech P55 6	134	202	6800	408	20	800/70/18 30	720/70/18 42

spatial information



Models



RTK-GPS



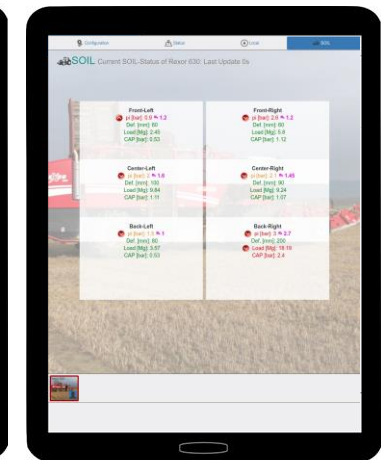
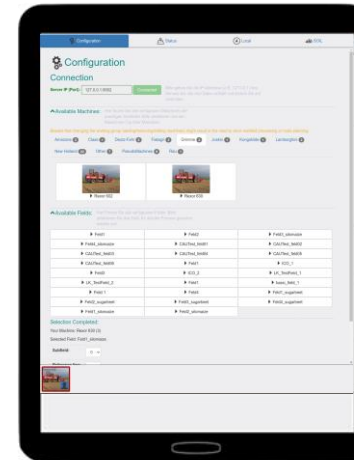
tyre pressure control system



Central Server



graphical user interface (GUI)



optimization of:

- machine parameters/specifications
- routes in the field
- rendezvous points of machineries

Center-Right

pi [bar]: 2.1 → 1.45
Def. [mm]: 90
Load [Mg]: 9.24
CAP [bar]: 1.07

Recommended action: tyre pressure setpoint

Back-Right

pi [bar]: 3 → 2.7
Def. [mm]: 200
Load [Mg]: 18.19
CAP [bar]: 2.4

Recommended action: increase/decrease

Color-code for good/warning/critical values

Routenplanung - Befahrungsmanagement auf dem Feld

Field geometries

(boundary, track reference line, access points, unloading points)

Machines {static parameters}

(type, bunker capacity, max. speed, etc)

Machines' current states

(location, bunker state, etc)

Maps/grids

(soil-cost map, etc.)

Planner settings

(headland width, optimization type, average yield mass [t/ha], etc.)

AAS PLANNER

Process field:

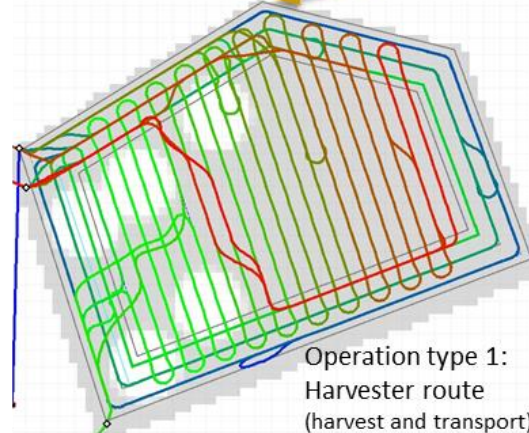
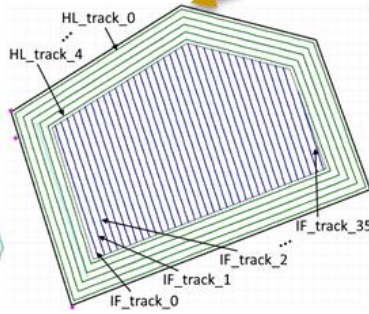
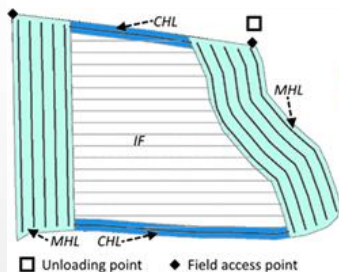
- (Surrounding) Headland generation
- Track generation (headland and inner field)

Generation of routes:

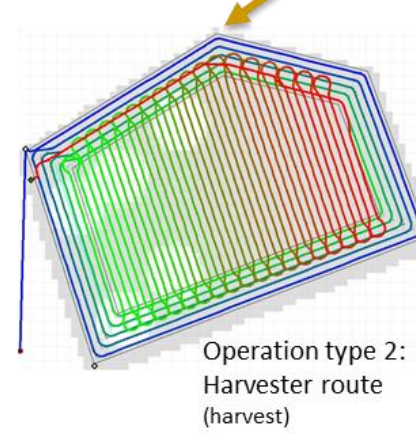
(for time or soil-impact optimization)

- Harvester
- Transport vehicles (if applicable)

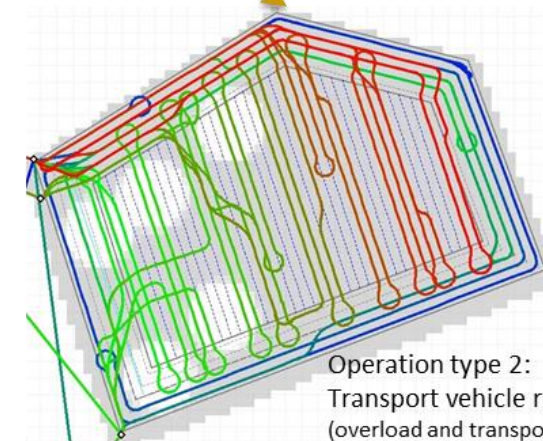
Routes for all machines



Operation type 1:
Harvester route
(harvest and transport)



Operation type 2:
Harvester route
(harvest)



Operation type 2:
Transport vehicle route
(overload and transport)

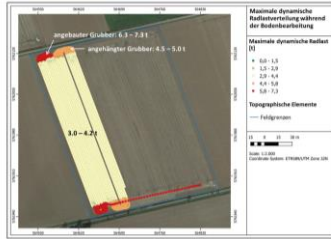
Focke Martínez et al. (2021)

Empfehlungen

1. Bodenbearbeitung:

Die Ergebnisse des SOILAssist Sensor Systems zeigen eine geringere Bodenbelastung im Vorgewende mit angehängten Anbaugeräten im Vergleich zu angebauten Anbaugeräten

→ **Empfehlung: angehängte Anbaugeräte**



Bodenbearbeitung mit dem Grubber Amazone Cenius 3002-T, oben: angebaut, unten: angehängt.



2. Ausbringung von Gärresten im Frühjahr

Die Ergebnisse der Feldmessungen (Bodendruck, Deformation, Veränderung von Bodenparametern), der Modellierung und der Entscheidungsmatrix zeigen die geringsten Bodenbelastungen bei der Gülleverschlachtung.

→ **Empfehlung: Gülleverschlachtung im Frühjahr, insbesondere bei hoher Bodenfeuchte**



3. Silomaisernt:

Ergebnisse des SOILAssist Sensorsystems, Feldmessungen und des Routenplanungssystems zeigen eine reduzierte Bodenbelastung bei der Trennung von Feld- und Straßentransport und Anpassung des Reifeninnendrucks

→ **Empfehlung: Trennung von Feld- und Straßentransport**



4. Zuckerrübenerte:

Ergebnisse aus dem SOILAssist Sensorsystem, Feldmessungen, dem Routenplanungstool und den Modelle zeigen eine geringere Gesamtbodenbelastung des Feldes bei Anpassung der Bunkerfüllung an die Feldlänge.

→ **Empfehlung: Anpassung der Bunkerfüllung an die Feldlänge.**

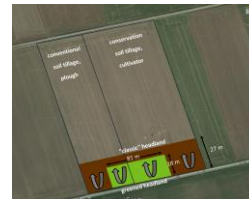


5. Maßnahme: Begrünung des Vorgewendes:

Verringerung der Bodenbelastung im Vorgewende, einem hot-spot der Bodenverdichtung

→ politische Beratung

→ mögliche künftige Fördermaßnahmen im Agrarsektor (Agrarumweltmaßnahme)



Zusammenfassung

- Es kommt nicht nur auf die Maschinengröße an,
- auch die Technik und der Zeitpunkt ist ausschlaggebend...
- d.h. eine Vielzahl an Faktoren spielen eine Rolle und müssen berücksichtigt werden
→ Betrachtung des Gesamtsystems bzw. Verfahrens
- Anpassung der Maschinen und Verfahren an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens
- d.h.: Optimierung der einzelnen Maschine, Optimierung der gesamten Feldbefahrung
- Planungstools nutzen: Standortbezogene Planung von Investitionen, Maschinenauslastungen und Einsatzzeiten

Zusammenfassung

Nutzung aller technischen Möglichkeiten, wie z.B.:

- Großvolumige Reifen (IF-/VF-Reifen), Zwillingsbereifung
- Anpassung des Reifeninndrucks, Reifendruckregelanlagen
- Vermeidung von schmalen Reifen, Transportbereifung und Straßenluftdrücken auf dem Acker
- Ggf. Reduzierung der Bunkerfüllung
- Vermeidung von random- traffic und unnötigen Befahrungen
- ...

Zukünftig

- Weiterentwicklung der Reifen- und Fahrwerkstechnik für Bodenschutz, nicht zur Erhöhung der Gesamtlasten
- Präzise Maschinensteuerung per GPS, autonome Maschinen
- Digitalisierung, Sensorik, Robotik
- Monitoring und Optimierung von Arbeitsprozessen unter Bodenschutzaspekten
- Ökonomische Effekte eines verstärkten Bodenschutzes

Vielen Dank!



BonaRes (A): SOILAssist

Contact:

Dr. Marco Lorenz

Thünen Institute of Agricultural Technology

Bundesallee 47

D-38116 Braunschweig

phone: +49 (0)531-596-4148

marco.lorenz@thuenen.de



Anhang: Literaturquellen

- Augustin, K., Kuhwald, M., Brunotte, J., Duttmann, R. (2020): Wheel Load and Wheel Pass Frequency as Indicators for Soil Compaction Risk: A Four-Year Analysis of Traffic Intensity at Field Scale. *Geosciences*, 2020, 10(8), 292; <https://doi.org/10.3390/geosciences10080292>
- Augustin, K., Focke Martínez, S., Duttmann, R., Hertzberg, J., Kuhwald, M. (2022): Effects of varying field geometry and machine configurations on spatial field traffic intensity: a case study for winter wheat harvest. *Soil Use Manage.* 2023. 39:232–248. DOI: 10.1111/sum.12820.
- Brandhuber, R. (2005): Bodengefüge – Status und Veränderungen. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 57–60.
- Brunotte, J., Lorenz, M., Sommer, C., Harrach, T., Schäfer, W. (2008): Verbreitung von Bodenschadverdichtungen in Südniedersachsen. *Berichte über Landwirtschaft*, Band 86 (2), S. 262-284.
- Cramer, B., Botschek, J., Weyer, T. (2006): Untersuchung zur Bodenverdichtung nordrhein-westfälischer Böden. – *Bodenschutz* 3, S. 64–71.
- EUSO, (2023): <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/> (abgerufen am 23.02.2023)
- Focke Martínez, S., Wiemann, S., Hertzberg, J. (2021): Overview of a route-planning tool for capacitated field processes in arable farming. In: Referate der 41. GIL-Jahrestagung in Potsdam, 08.-09. März 2021: Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft Fokus: Informations- und Kommunikationstechnologien in kritischen Zeiten ISBN 978-3-88579-703-6. *Lecture Notes in Informatics (LNI)-Proceedings Volume 41*, 97-102; https://gil-net.de/Publikationen/GIL2021_Gesamt_finalb.pdf
- Harrach, T., Pfeiffer, B., Heitzmann, S., Sauer, S. (2003): Langfristige nutzungsbedingte Bodendegradierung ackerbaulich genutzter Lössböden in Sachsen. Abschlussbericht der Justus-Liebig-Universität Gießen, 144 S.(2003)
- Isensee, E., Schwark, A. (2006): Langzeitwirkung von Bodenschonung und Bodenverdichtung auf Ackerböden. In: *Berichte über Landwirtschaft*, Bd. 84, Heft 1/2006, S. 17–48.
- Keller, T., Or, D. (2022): Farm vehicles approaching weights of sauropods exceed safe mechanical limits for soil functioning. *PNAS* 2022, Vol. 119, No. 21, e2117699119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2117699119>
- Lebert, M., Brunotte, J., Sommer, C. (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden/Regelung zur Gefahrenabwehr. UBA-Texte 46/04, Berlin.
- Lebert, M. (2010): Entwicklung eines Prüfkonzepthes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden. UBA-Texte, 51/10, ISSN 1862-4804, 96 S.
- Lorenz, M., Brunotte, J., Vorderbrügge, T., Brandhuber, R., Koch, H.-J., Senger, M., Fröba, N., Löpmeier, F.-J. (2016): Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit - Grundlagen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerland. *Landbauforschung Applied Agricultural and Forestry Research* 66(2),101-104, DOI:10.3220/LBF1473334823000.
- Schneider, F., Don, A. (2019): Root-restricting layers in German agricultural soils. Part I: extent and cause. *Plant Soil* (2019) 442:433–451. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04185-9>.
- TLL (2007): zitiert in: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/verdichtung#wie-stark-verdichtet-sind-die-boden-in-deutschland-tatsachlich> (abgerufen am 23.02.2023)
- UBA (2023): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/verdichtung#bodenverdichtung-ein-problem> (abgerufen am 23.02.2023)
- Weyer, T., Buchner, W. (2001): Bodenschadverdichtungen – Auswirkungen, Ursachen, Wirkungen und Lösungsansätze. In: *Fachtagung Bodenbewirtschaftung im Umbruch – ökonomisch effizient, pflanzenbaulich/technisch innovativ und der Nachhaltigkeit verpflichtet*. Universität GH Paderborn, FB Agrarwirtschaft, Soest

Anhang: Begriffsdefinitionen

Unterscheidung:

- Verdichtungsempfindlichkeit: Kennwert für die potentielle Empfindlichkeit des Bodens gegenüber zusätzlicher Verdichtung
- Verdichtungsgefährdung: bezieht die Belastung des Bodens durch Auflast mit ein
- Verdichtung: über den aktuellen Zustand hinaus gehende reale Verdichtung (Änderung von Bodenparametern)
- Schadverdichtung: Verdichtung des Bodens, die zu negativen Auswirkungen auf Bodenwasserhaushalt, Pflanzenwachstum und Bodenleben und damit auf wesentliche Bodenfunktionen führt



Anhang: Begriffsdefinitionen

Unterscheidung:

- Verdichtungsempfindlichkeit: Kennwert für die Empfindlichkeit des Bodens für Verdichtungsmaßnahmen
- Verdichtungsgefährdung: bezieht sich auf die Gefahr, dass durch Verdichtungsmaßnahmen die Bodenwasserhaltefähigkeit und die Bodenfruchtbarkeit (Änderung von Bodenmorphologie) beeinträchtigt werden
- Verdichtung: über den aktuellen Zustand hinausgehende Verdichtung des Bodens (Änderung von Bodenmorphologie)
- Schadverdichtung: Verdichtung des Bodens, die zu einer Beeinträchtigung der Bodenwasserhaltefähigkeit und der Bodenfruchtbarkeit führt (Änderung von Bodenmorphologie)

Kriterien	Parameter	Schadensschwelle	Quellen
Durchlüftung	Luftkapazität	Krume: 8 Vol% Unterboden: 5 Vol%	Flühler (1973), Blume (1968), Dumbeck (1986), Werner und Paul (1999)
Leitfähigkeit	gesättigte Wasserleitfähigkeit	10 cm/d	DVWK (1999), Blume (1968), Zakosek (1960), Werner und Paul (1999)
morphologische Beschaffenheit	effektive Lagerungsdichte	Stufen 4 und 5	AG-Boden (1994)
	Packungsdichte	Stufen 4 und 5	DIN 19682-10 (1998)
	Spatendiagnose	Stufen 4 und 5	Diez und Weigelt (1997)

Lebert et al. (2004)



Boden des Jahres

2005	Schwarzerde
2006	Fahlerde
2007	Podsol
2008	Braunerde
2009	Kalkmarsch
2010	Stadtböden
2011	Vega
2012	Niedermoor
2013	Plaggenesch
2014	Weinbergsböden
2015	Stauwasserboden

2016	Grundwasserboden
2017	Gartenboden
2018	Alpiner Felshumusboden
2019	Kippenboden
2020	Watt
2021	Lössboden
2022	Pelosol
<u>2023</u>	<u>Ackerboden</u>

→ Durch die Aktion soll die Bedeutung des Bodens und seine Schutzwürdigkeit vermittelt werden

<https://boden-des-jahres.de/>



BODEN DES JAHRES
Ackerboden

2023

Ackerböden gibt es viele und überall – und doch sind sie besonders und wertvoll. Sie verdienen deshalb unsere Aufmerksamkeit und mehr Schutz!

BODENSCHUTZ GEHT ALLE AN!

Schirmerschaft 2023: „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie – BonaRes“, eine Förderinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Eine Gemeinschaftsaktion des BonaRes-Zentrums für Bodenforschung, des Kuratoriums Boden des Jahres (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, Bundesverband Boden, Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling) und des Umweltbundesamtes. www.boden-des-jahres.de