

Böden im Klimawandel – Erosionsschutz und Humuspflege



Dr. Holger Flaig

Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg

Ref. 12: Agrarökologie



Fachtagung GeNIAL - Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel - am 27. 4. 2022

Es werden Extremereignisse und die Variabilität der Witterung sein, die der Landwirtschaft am meisten zu schaffen machen!

Produktionsrisiken durch Extremwetter

- Hitze (30 °C und mehr), Tropentage
- **Trockenheit** (Niederschläge, Evapotranspiration)
- **Starkniederschläge**, Gewitter, Hagel
- Wintertemperaturen, Spätfröste
- Nässe
- (Stürme)



17.5.2011, Dossenheim, Pflugbearbeitung; Photo: J. Schickler, LTZ

Trockenheit

Die 10 niederschlagsärmsten Frühjahre in Baden-Württemberg [mm]

1893	93,7
2011	104,2
1934	114,3
2020	131,7
1976	133,2
1921	133,4
1944	135,5
1929	136,9
1957	137,6
1884	138,6



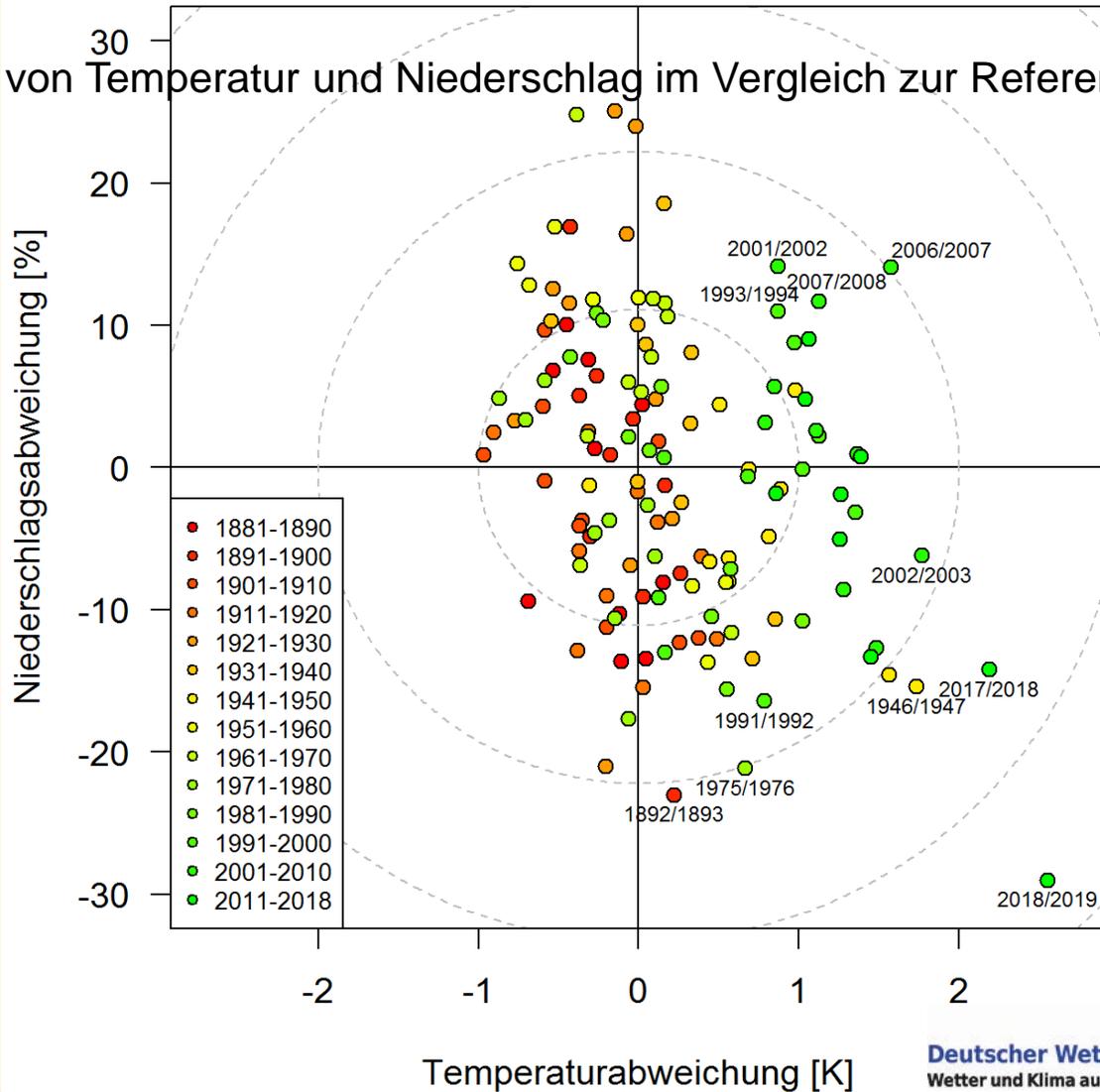
Die 10 niederschlagsärmsten Sommer in Baden-Württemberg [mm]

1949	127,7
1983	152,0
1952	156,4
2018	164,6
1911	170,4
1923	170,4
2003	174,0
1904	174,2
2015	175,1
1947	175,8

Thermopluviogramm Deutschland (2 Jahre)

April - September
1881/1882 - 2018/2019

Abweichungen von Temperatur und Niederschlag im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Tage unter 30 % nFK Bodenfeuchte für Mais

Mai bis August



2018

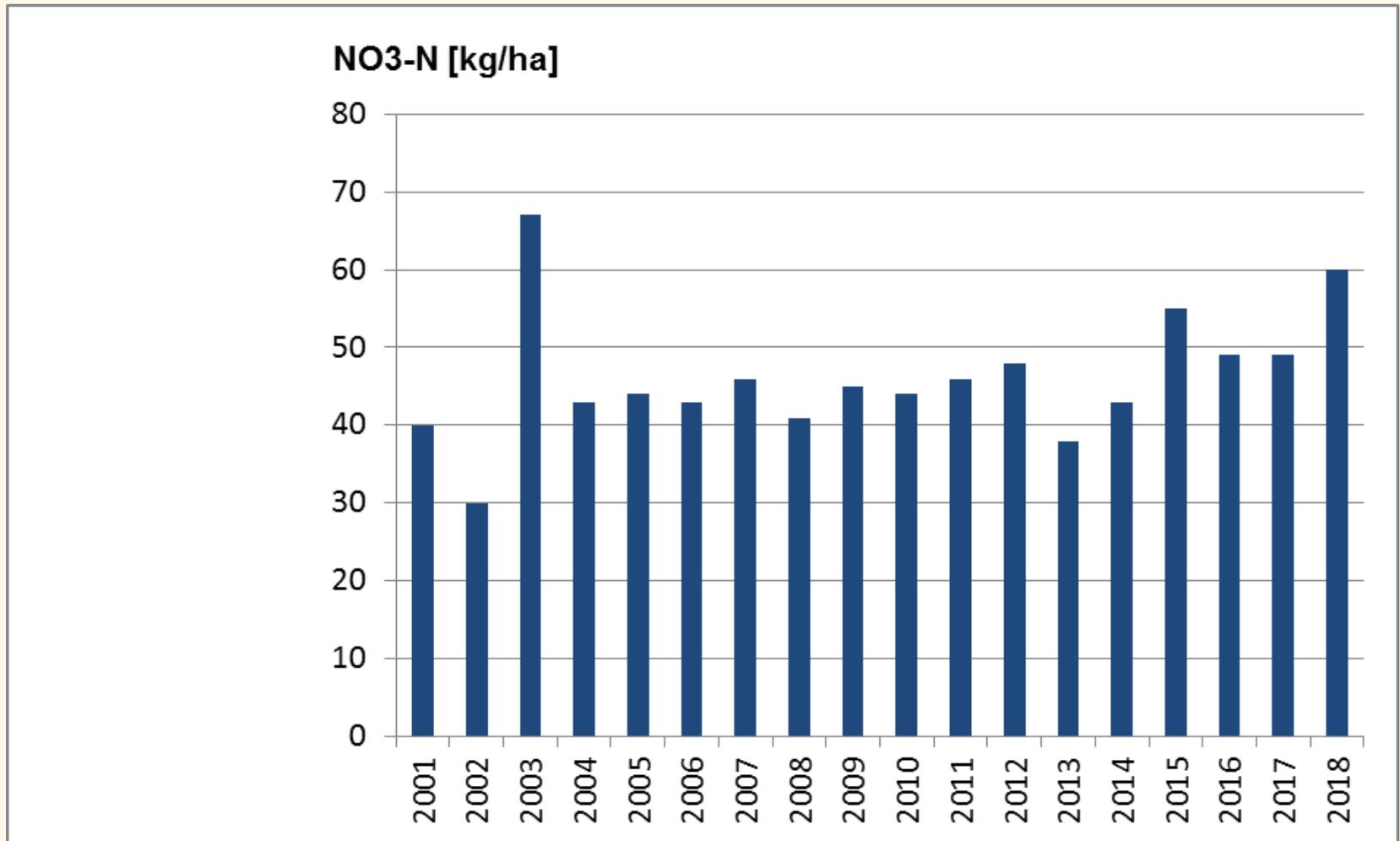


1991-2017



Tage < 30% nFK	Ertrag 2018 vs. 2012-17 %
BW: 17	+2
BY: 12	- 8
BB: 35	-28
HE: 33	-11
MV: 34	-28
NI: 32	-20
NW: 33	- 8
RP: 31	+5
SL: 29	+1
SA: 38	-27
SN: 31	-15
SH: 20	-30
TH: 30	-16

Risiko der Nitratauswaschung nach Trockenheit



Nitratstickstoff-Gehalt im Boden im Herbst (Profilwert, Durchschnitt für Baden-Württemberg). Quelle: LTZ, M. Finck

Anpassungsmaßnahmen Trockenheit

Bewässerung, aber: Nachhaltig nutzbare Wasserressourcen?
Lohnt sich das? Im Ackerbau nur in Ausnahmefällen.

Erschließung des Unterbodens:

- Tiefwurzler z.B. als Zwischenfrüchte
- Pflege tiefgrabender Regenwürmer

Konservierende Bodenbearbeitung

Trockentolerante Kulturen und Sorten

Winterfeuchte ausnutzen

Nährstoffversorgung anpassen

Humusversorgung beachten

Aber: Humuseffekt wird oft überschätzt:

1% mehr Corg steigert die nFK um 1-2 mm (Minasny & McBratney 2017).

In sandigen Böden ist der Effekt stärker als in lehmig-tonigen.

Bedeutung und Funktionen von Regenwürmern

- Streueinarbeitung, Förderung der Nährstoffmineralisierung
- Vermischung von organischer und mineralischer Substanz (Stabilisierung in Ton-Humus-Komplexen, Krümelgefüge)
- Verbesserung der Aggregatstabilität
- Lockerung des (Ober-)Bodens
- Anlage von z.T. tiefreichenden und stabilen Röhren;
 - Verbesserung der Infiltration von Niederschlag
 - bessere Bodendurchlüftung
 - Zugang für Wurzeln zu Wasser- und Nährstoffvorräten in tieferen Bodenschichten
- Nahrungsquelle für viele andere Tiere

Problem: lange Generationszeit, geringe Nachkommenzahl
 langsame Ausbreitung / Wiederbesiedlung

Starkniederschläge, Überschwemmungen, Bodenerosion



Flächige Erosion durch Starkregen im Markgräfler Land. Photo: LTZ, Erich Unterseher



Hagelschaden bei Apfel, 3. 6. 2008
LVWO Weinsberg, Photo: LVWO

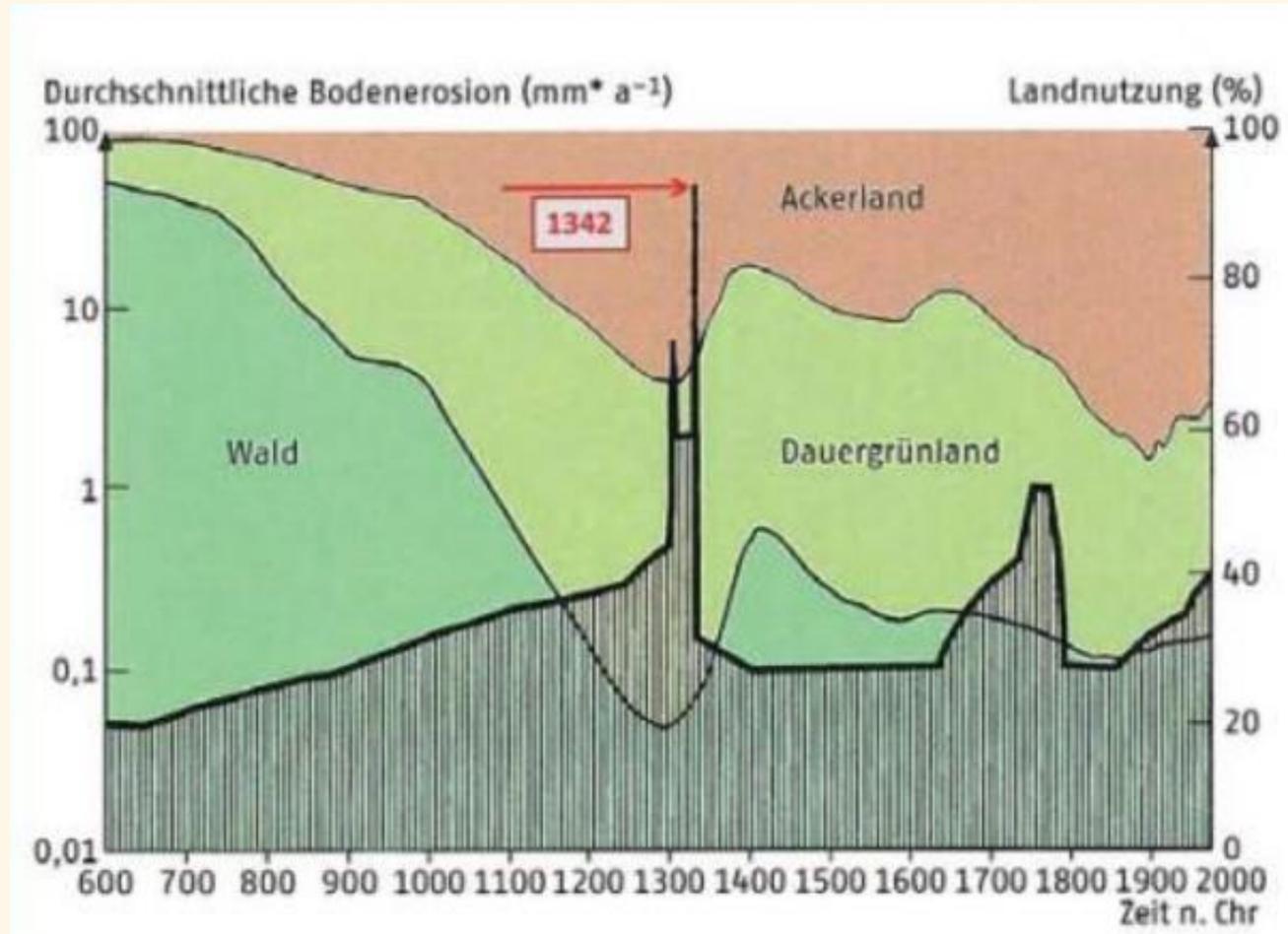
Starkniederschläge haben in den letzten Jahrzehnten zugenommen, allerdings vor allem im Winterhalbjahr, im hydrologischen Sommerhalbjahr gibt es bisher keinen einheitlichen Trend in B-W.

Mit einer weiteren Zunahme auch im Sommer wird gerechnet.

400 mm pro Tag sind durchaus im Bereich des Möglichen (DWD 2016).

Die Großwetterlagen, die Gewitter und Hagel begünstigen, werden wahrscheinlich zunehmen (KIT 2016).

Bodenerosion: ein 10.000-Jahres-Ereignis



Magdalenenhochwasser Juli 1342: 13 Mrd. t Boden abgetragen

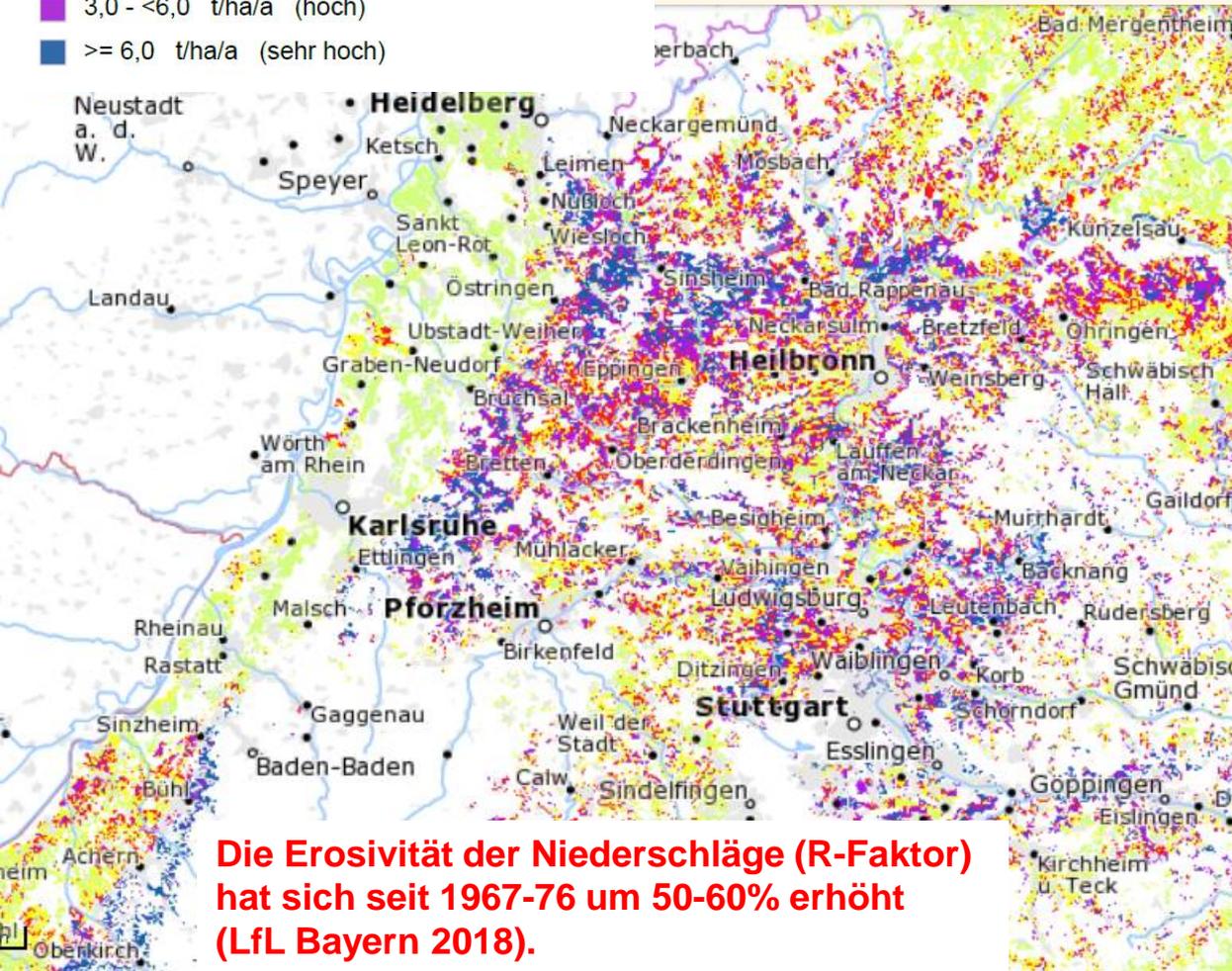
Legende

Bodenerosion: Mittlerer langjähriger Bodenabtrag

Bodenerosionsgefährdung durch Wasser

- <1,0 t/ha/a (sehr gering)
- 1,0 - <2,0 t/ha/a (gering)
- 2,0 - <3,0 t/ha/a (mittel)
- 3,0 - <6,0 t/ha/a (hoch)
- >= 6,0 t/ha/a (sehr hoch)

Bodenerosion durch Wasser



berechnet mit der ABAG

$$A = R * K * S * L * C * P$$

A = langjähriger, mittlerer jährlicher Bodenabtrag [t/ha/a]

R = Regenfaktor

K = Bodenfaktor

S = Hangneigungsfaktor

L = Hanglängenfaktor

C = Bewirtschaftungsfaktor

P = Erosionsschutzfaktor

Bewirtschaftung

Maßstab: 1 : 640 000

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Kartenviewer

Stand: 25. April 2022

Die Erosivität der Niederschläge (R-Faktor) hat sich seit 1967-76 um 50-60% erhöht (LfL Bayern 2018).

Anpassungsmaßnahmen Starkniederschläge

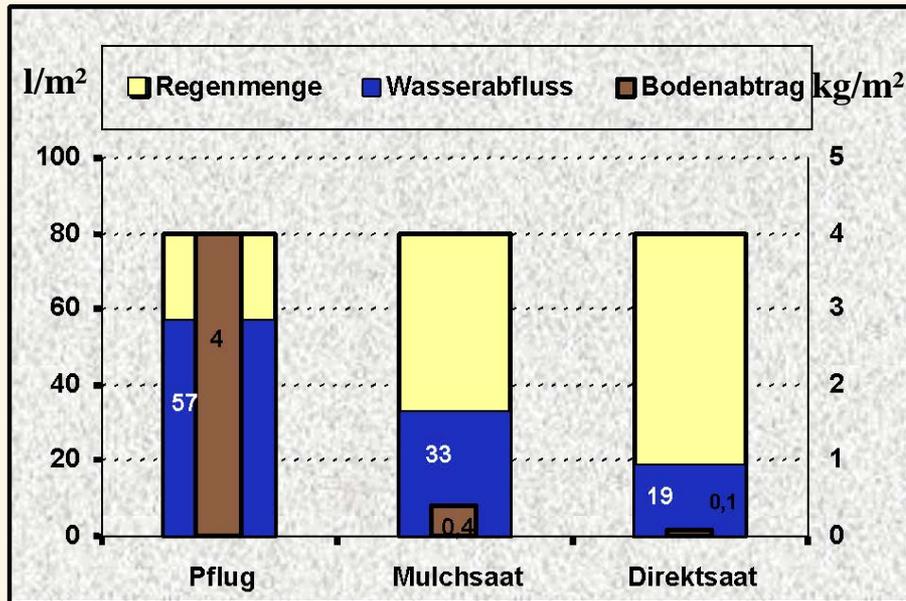
- Bodenbedeckung (Fruchtfolge, Zwischenfrüchte, Mulch)
- Konservierende Bodenbearbeitung: Mulchsaat, Direktsaat, Strip Till
- Querbewirtschaftung des Hanges
- Hang-/Schlagteilung, z.B. auch durch
- Abflussbremsende Landschaftselemente
- Humusabbau verhindern, Humus aufbauen
- (Umwandlung in Grünland)
- (Verbot Reihenkulturen)

• Bodenbearbeitung

- konservierende Verfahren: **mindern Bodenerosion**
schonen Bodenwasser
schonen Bodenleben

aber: Anpassung des Bewirtschaftungssystems (Fruchtfolge, Pflanzenschutz)

- Befahrbarkeit der Böden im Herbst und Frühjahr? Arbeitsspitzen?
- Frostgare?



Konservierende Bodenbearbeitung erhöht nicht den Humusgehalt; er wird nur anders verteilt!

Systemvergleich Bodenbearbeitung LTZ:

	unkorrigiert	korrigiert
• Pflug:	73,3	73,3 t Corg/ha,
• Mulchsaat:	75,6	73,3 t Corg/ha,
• Direktsaat:	77,1	70,0 t Corg/ha.

(bis zu einer Tiefe von 50 cm)

Beregnungsversuch Odenheim (Juli 1994; unveröff.);
Federführung: Uni Hohenheim

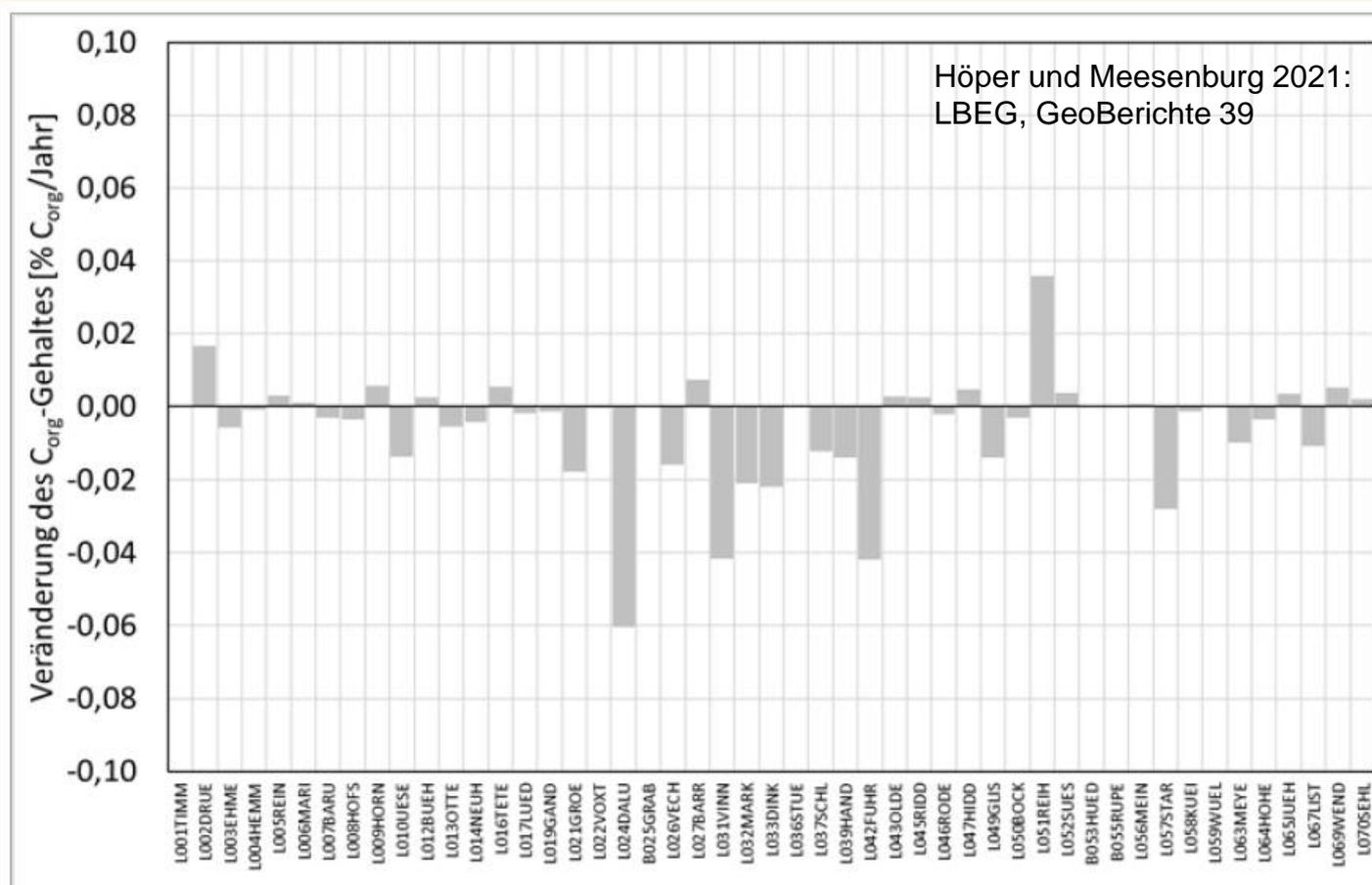
Die segensreichen Wirkungen von Humus

- Die Lagerungsdichte wird geringer,
- der Luft- und Wasserhaushalt verbessert,
- die Aggregatstabilität und die
- Kationenaustauschkapazität wird vergrößert,
- die Infiltrationsrate wird erhöht
- das Bodenleben wird gefördert,
- durch Mineralisierung der im Humus gebundenen Nährstoffe die Versorgung der Pflanzen verbessert bzw. gewährleistet und so
- der Ertrag stabilisiert,
- organisch gebundener Kohlenstoff im Boden festgelegt.

Humus ist gut für die Anpassung an den Klimawandel

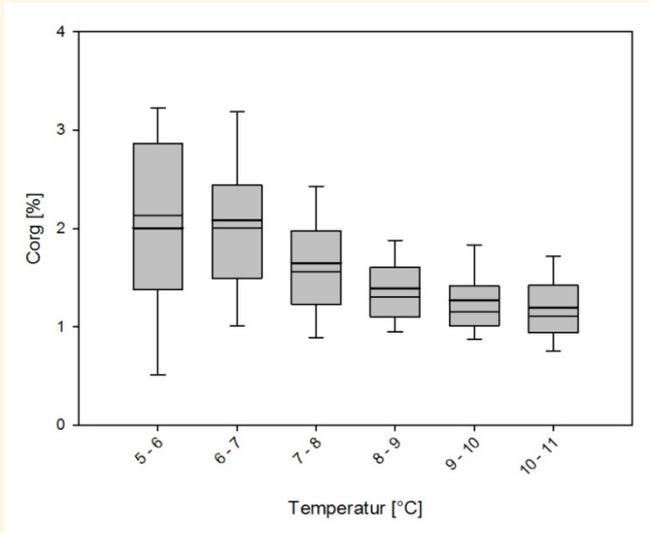
Humus ist gut für den Klimaschutz

30 Jahre Bodendauerbeobachtung Niedersachsen



Ackerböden, 0-20 cm, n=46 (49?), 5-9 Probenahmeterminen;
29 von 46 kaum Veränderungen; Abnahme, wenn initial > 2% Corg (n=12)

Abschätzung der C_{org} -Vorräte der Böden von B-W bei zunehmender Temperaturerhöhung



Corg-Gehalte im Oberboden (0-30 cm) unter Acker in Abhängigkeit von der Jahresdurchschnittstemperatur, zusammengefasst für Braunerden, Parabraunerden, Pelosole und Terrae fuscae; Bodenarten: Schluff & Lehm; n = 3617

Nutzung	Temperaturveränderung ^{1), 2)}			
	status quo	+1°C	+2°C	+3°C
Acker	66	61 [5]	58 [8]	56 [10]
Grünland	92	85 [7]	78 [14]	74 [18]
Wald	75	71 [4]	68 [7]	66 [9]

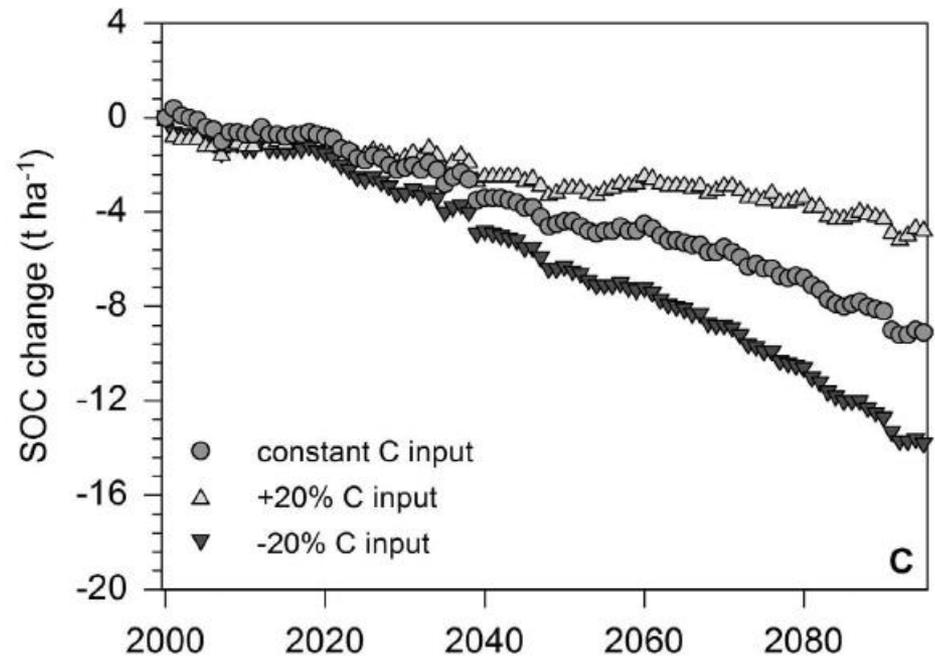
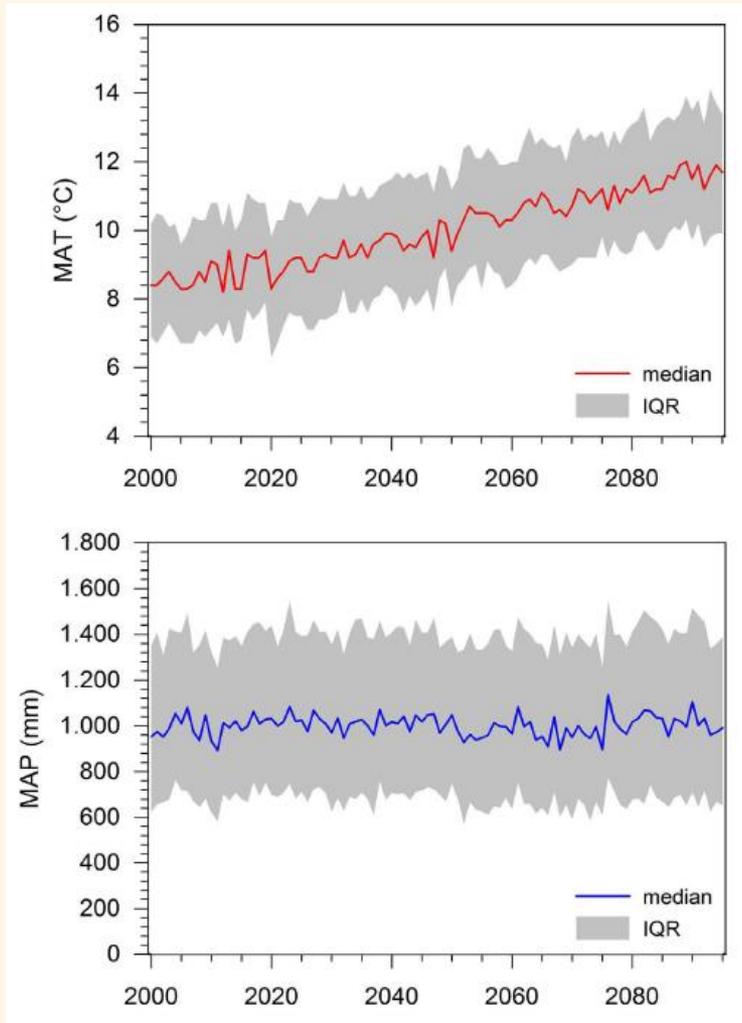
Angaben in [t/ha]

1) Die Temperaturen wurden nur bis zu einer mittleren Jahrestemperatur von maximal 10,5 °C erhöht. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Regressionen sind nur bis hierher gültig. Eine weitere lineare C_{org} -Abnahme bei höheren Temperaturen ist nicht wahrscheinlich. So nehmen z. B. in den trocken-warmen Schwarzerdegebieten in Sachsen C_{org} -Gehalte und -Vorräte wieder zu (Kolbe 2009).

2) Bei Mooren, Anmoor-, Nass- und Stagnogleyen werden keine C_{org} -Vorratsänderungen bei veränderten Temperaturen berechnet.

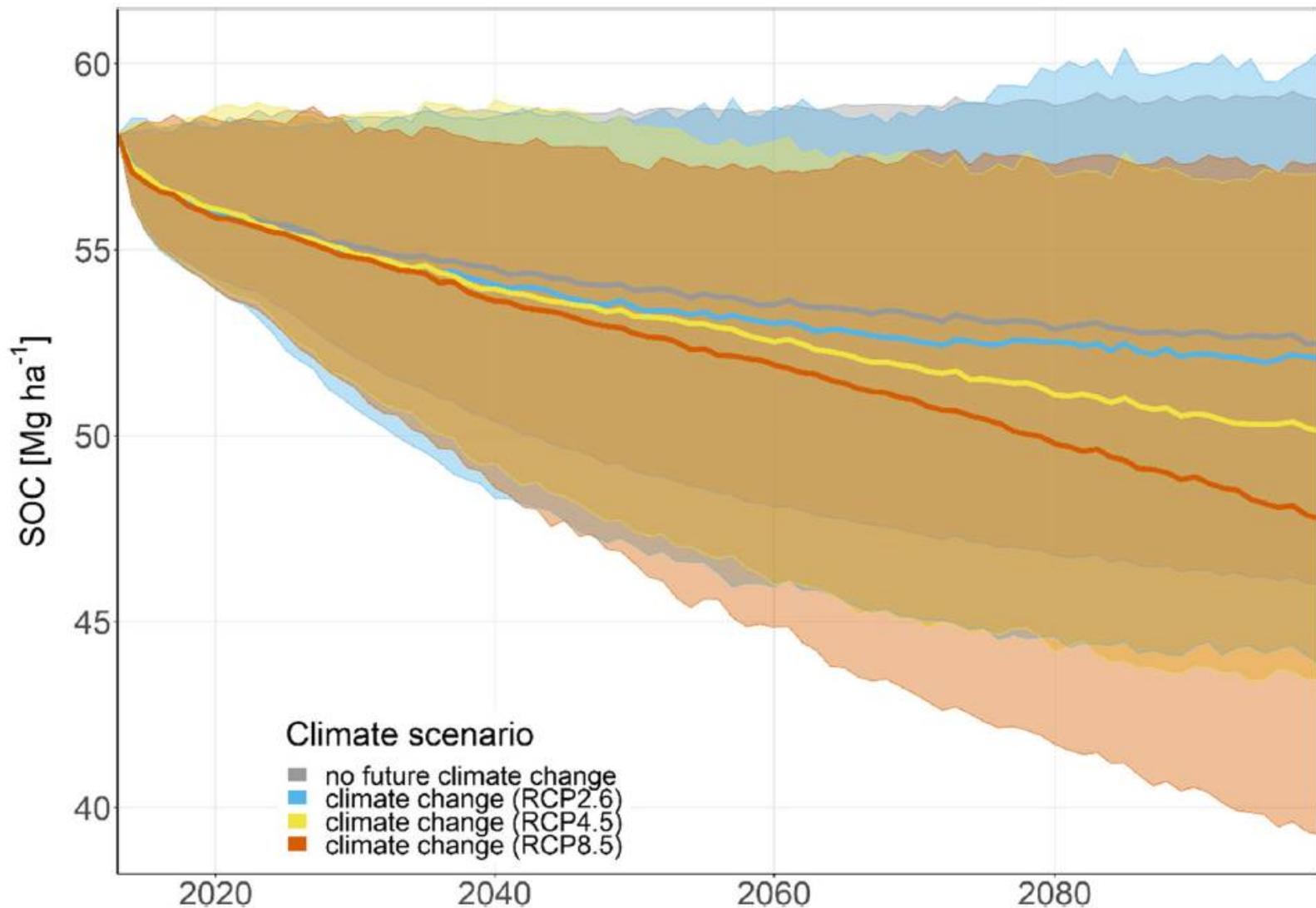
Klimaänderung und Humusvorräte

21 Acker- und 30 Grünlandstandorte
Standortspezifischer C-Input
A1B Emissionsszenario
RothC als Modell



Wiesmeier et al. 2016: Projected loss of soil organic carbon...
Scientific Reports | 6:32525 | DOI: 10.1038/srep32525
Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0;
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Humus unter verschiedenen THG-Szenarien



Riggers, C., Poeplau, C., Don, A., Frühauf, C. und Dechow, R. (2021): How much carbon input is required to preserve or increase projected soil organic carbon stocks in German croplands under climate change? *Plant Soil*; <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04806-8>
Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0; <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Möglichkeiten des Erhalts / der Anreicherung von Humus durch Bewirtschaftung

- Input organischer Substanz:
 - Erntereste belassen
 - Wurzelexsudate, Wurzelmasse
 - Fruchtfolge: Klee gras, Leguminosen, Zwischenfrüchte, Untersaaten
 - Wirtschaftsdünger aus Tierhaltung: Mist, Gülle
 - Gärreste, Kompost
 - Agroforst, Anlage und Erhalt von Hecken

- Abbau von Humusvorräten verhindern:
 - Humusbilanz beachten, Erntereste nicht (komplett) abfahren
 - Erosion vermeiden
 - Grünland erhalten
 - Moore erhalten/renaturieren
 - [Fruchtbare Ackerböden nur in absoluten Ausnahmefällen zubauen]



Danke fürs Zuhören!