



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

8. Februar 2024

Joachim Bischoff

Gäa Wintertagung 2024 – Praxis der ökologischen Landwirtschaft

Donnerstag, 08.02.2024 und Freitag, 09.02.2024

Am Rittergut 7, OT Limbach, 01723 Wilsdruff

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

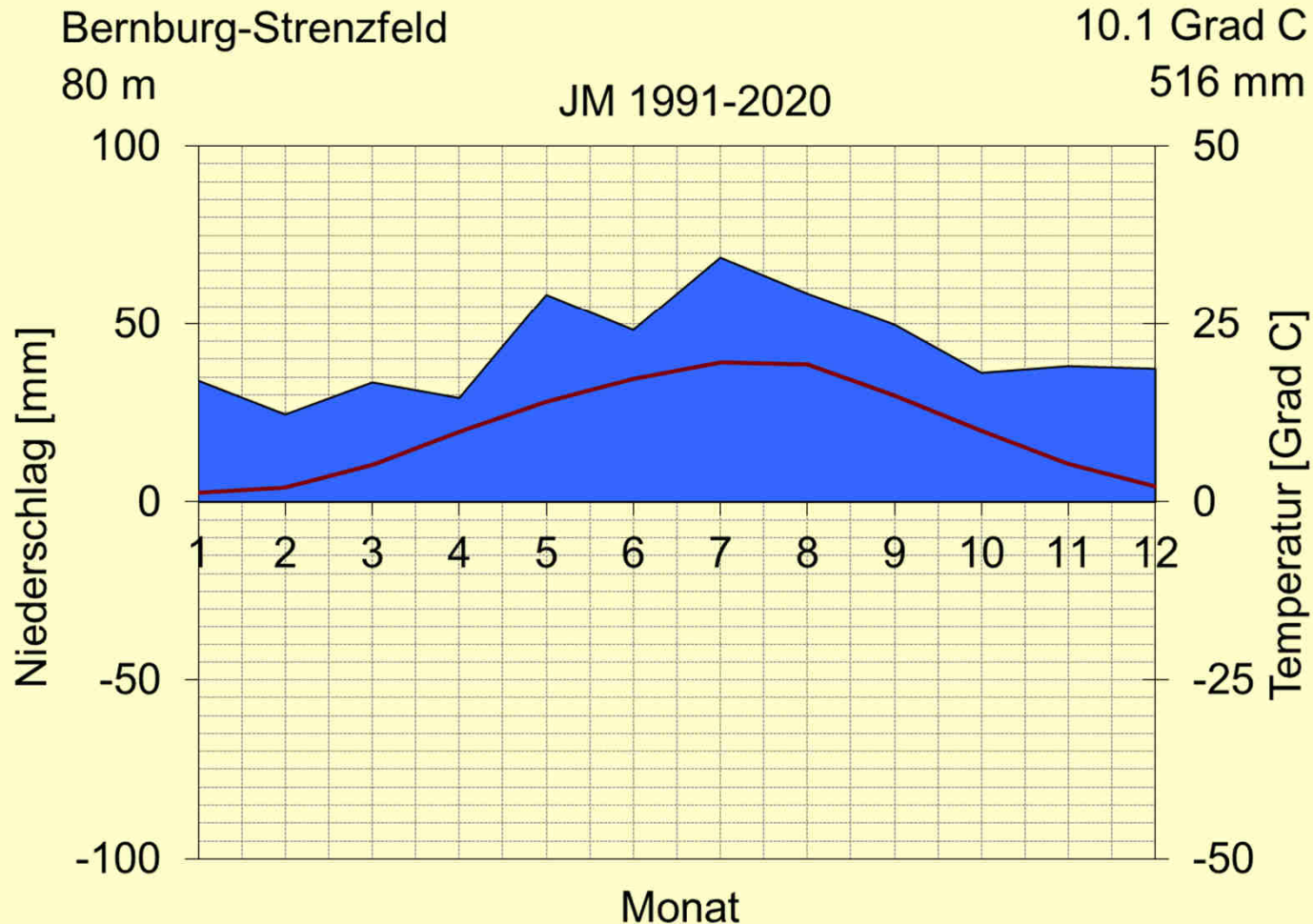


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Klimadiagramm Versuchsstandort Bernburg-Strenzfeld

Löß-Schwarzerde, Ut4 (stark toniger Schluff)



Referenzperiode

1961-1990

469 mm; 9,1°C

1991-2020

516 mm; 10,1°C

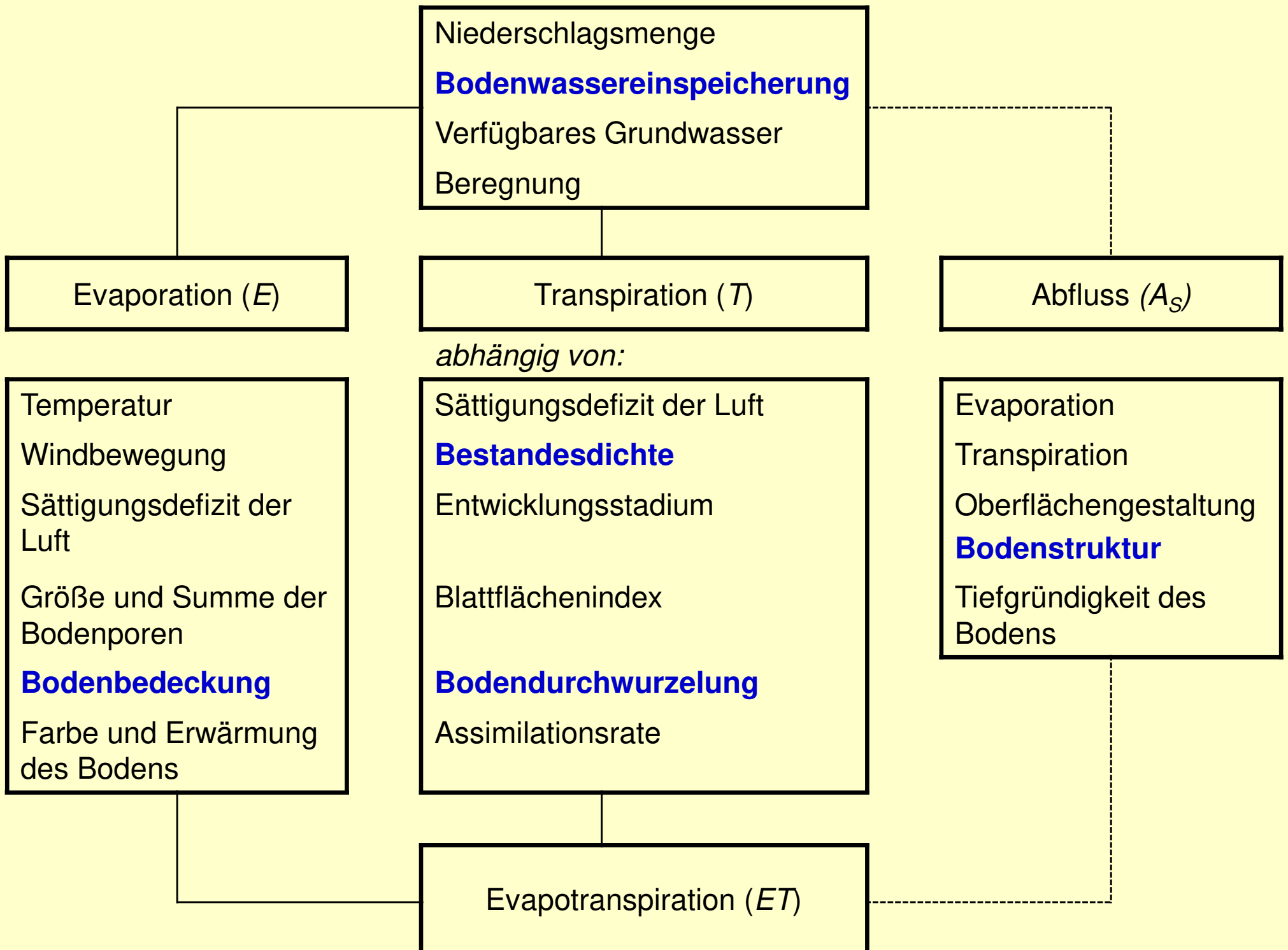
Trockenjahre

2006: 354 mm; 10,3°C

2016: 361 mm; 10,7°C

2018: 372 mm; 11,3°C

2022: 360 mm; 11,2°C



Niederschlagsmenge
Bodenwassereinspeicherung
 Verfügbares Grundwasser
 Beregnung

Evaporation (E)

Transpiration (T)

Abfluss (A_S)

Temperatur
 Windbewegung
 Sättigungsdefizit der Luft
 Größe und Summe der Bodenporen
Bodenbedeckung
 Farbe und Erwärmung des Bodens

abhängig von:
 Sättigungsdefizit der Luft
Bestandesdichte
 Entwicklungsstadium
 Blattflächenindex
Bodendurchwurzelung
 Assimilationsrate

Evaporation
 Transpiration
 Oberflächengestaltung
Bodenstruktur
 Tiefgründigkeit des Bodens

Evapotranspiration (ET)



Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

➤ **Aussaatverfahren und Etablierung der Zwischenfrüchte**

➤ Inter-/ intraspezifische Konkurrenz und Wassernutzungseffizienz

➤ Bodendurchwurzelung und Wurzeltiefgang

➤ Ackerbeweidung mit Schafen

450 Mutterschafe, davon 250 Merinofleischschafe (MFS) im Herdbuch, zudem einige Merinoland- und Merinolangwoll- sowie Coburger Fuchsschafe und fünf Thüringer Wald Ziegen.

➤ Bodenwasser speichernde Mittelporen

➤ Fazit



Zwischenfruchtanbau

- Zwischenfruchtanbau beginnt beim Mähdrusch.
- Stroh fein gehäckselt und gleichmäßig verteilen – kurze Stoppeln erleichtern die nachfolgenden Arbeitsgänge.
- Aussaat Ende Juli unmittelbar nach der Getreideernte
- 2 x Strohstriegeleinsatz, diagonal zur Drillrichtung in hoher Ganggeschwindigkeit.
- Aussaat im Direktsaatverfahren mit TANDEM FLEX 300.





Etablierung der Zwischenfrüchte

Aussaattermin 28.7. 2023

	SZF n. Sommergerste	SZF n. Winterweizen	SZF n. Wintergerste
1	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>
2	<i>Sorghum</i>	<i>Sorghum</i>	<i>Sorghum</i>
3	<i>Rauhafer</i>	<i>Rauhafer</i>	<i>Rauhafer</i>
4	<i>Alexandrinerklee</i>	<i>Alexandrinerklee</i>	<i>Alexandrinerklee</i>
5	<i>Sommerwicke</i>	<i>Sommerwicke</i>	<i>Sommerwicke</i>
6	<i>Tiefenrettich</i>	<i>Tiefenrettich</i>	<i>Tiefenrettich</i>
7	<i>Abessinischer Kohl</i>	<i>Abessinischer Kohl</i>	<i>Abessinischer Kohl</i>
8	<i>Leindotter</i>	<i>Leindotter</i>	<i>Leindotter</i>
9	<i>Ramtillkraut</i>	<i>Ramtillkraut</i>	<i>Ramtillkraut</i>
10	<i>Öllein</i>	<i>Öllein</i>	<i>Sonnenblume</i>
11	<i>Phacelia</i>	<i>Phacelia</i>	<i>Öllein</i>
12	<i>Serradella</i>	<i>Peluschke</i>	<i>Phacelia</i>
13	<i>Peluschke</i>	<i>Ausfallgetreide</i>	<i>Serradella</i>
14	<i>Ausfallgetreide</i>	<i>Trespenarten</i>	<i>Peluschke</i>
15	<i>Weißer Gänsefuß</i>	<i>Ackerkratzdistel</i>	<i>Ausfallgetreide</i>
16	<i>Klettenlabkraut</i>	<i>Bingelkraut</i>	<i>Kohl-Gänsefuß</i>
17	<i>Trespenarten</i>		<i>Weißer Gänsefuß</i>
18	<i>Ackerkratzdistel</i>		<i>Trespenarten</i>
19	<i>Löwenzahn</i>		<i>Ackerkratzdistel</i>
20	<i>Bingelkraut</i>		<i>Bingelkraut</i>
21	<i>Amarant</i>		<i>Amarant</i>



Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

➤ Aussaatverfahren und Etablierung der Zwischenfrüchte

➤ **Inter-/ intraspezifische Konkurrenz und Wassernutzungseffizienz**

➤ Bodendurchwurzelung und Wurzeltiefgang

➤ Ackerbeweidung mit Schafen

450 Mutterschafe, davon 250 Merinofleischschafe (MFS) im Herdbuch, zudem einige Merinoland- und Merinolangwoll- sowie Coburger Fuchsschafe und fünf Thüringer Wald Ziegen.

➤ Bodenwasser speichernde Mittelporen

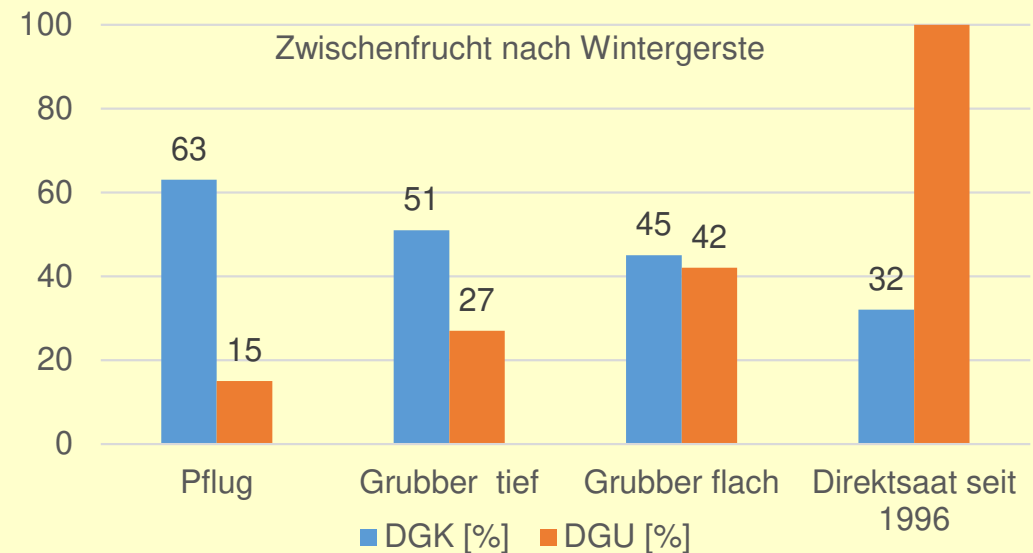
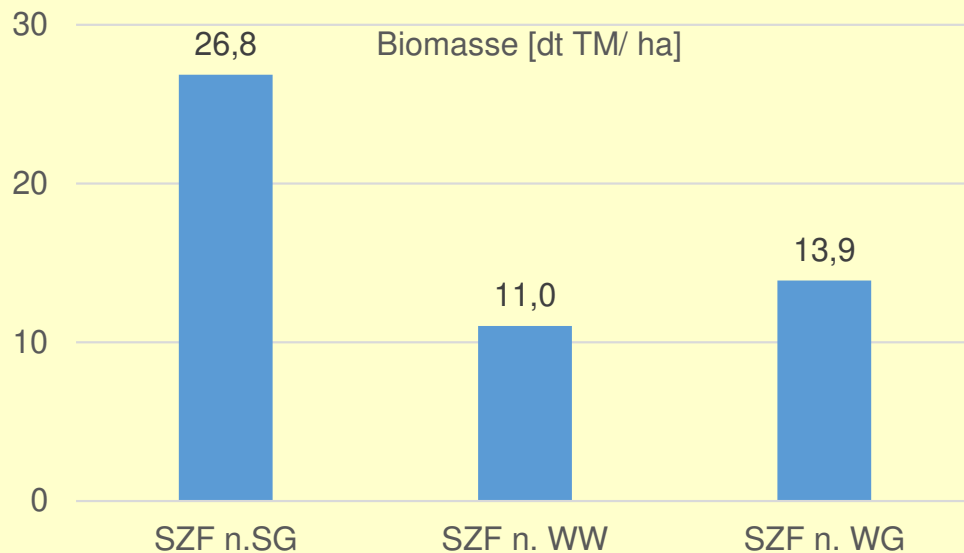
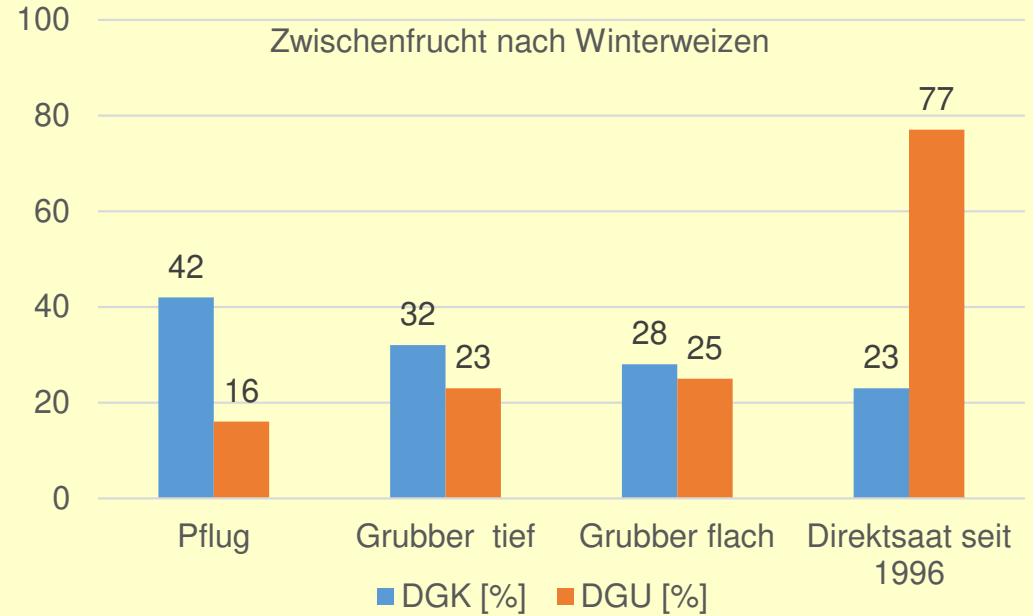
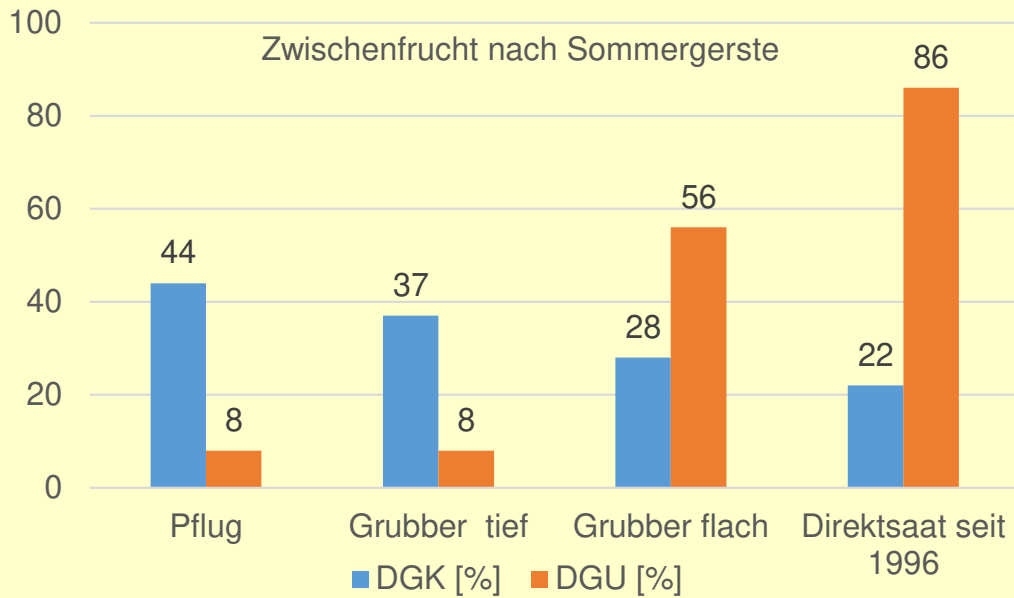
➤ Fazit





Bodenbedeckungsgrad und Unkrautdichte (2023)

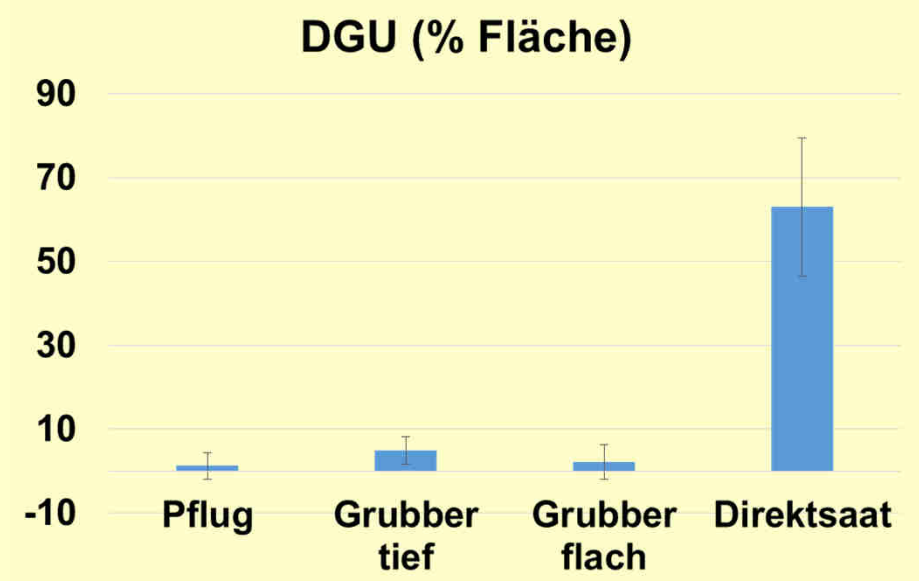
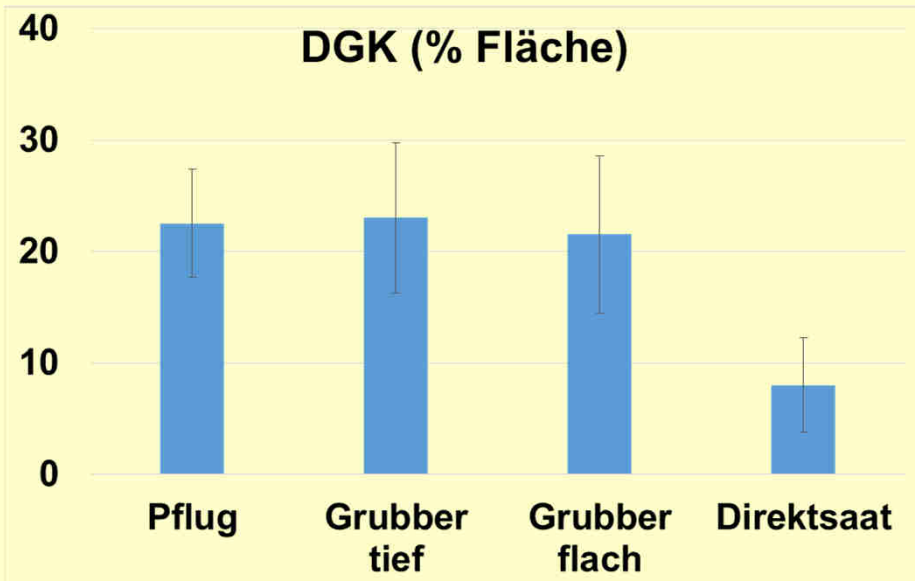
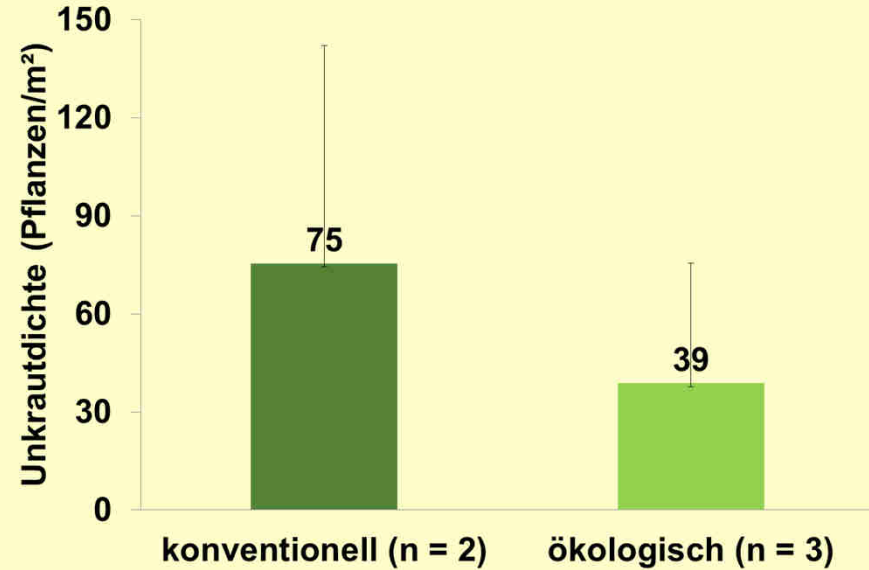
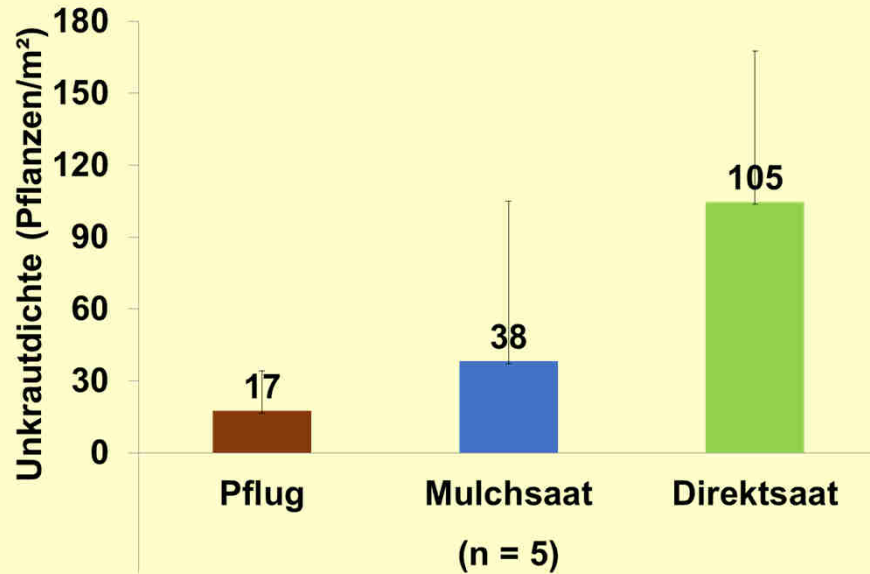
Aussattermin 28.7. 2023





Bodenbedeckungsgrad und Unkrautdichte (1996-2022)

Mittelwertvergleich zwischen konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung mittels Mann-Whitney-U-Test. Mittelwertvergleich zwischen den drei Bodenbearbeitungsvarianten mittels Kruskal-Wallis-Test, (n = Anzahl der Versuchsjahre).





Luzerne-Sommerblanksaat

- Luzerne (*Medicago sativa* x *varia* cv. Plato)
- Aussaat Ende Juli unmittelbar nach der Getreideernte und zweimaligem Strohstriegeleinsatz im Direktsaatverfahren mit TANDEM FLEX 300.
- Luzernesaatgut geimpft mit Knöllchenbakterien *Sinorhizobium meliloti* und *Azospirillum brasilense*.
- Aussaatmenge 30 kg/ha.
- Erhalt von 6 m breiten blühenden Luzerne-Randstreifen als Lebensraum für Schmetterlinge und Wildbienen (zu denen auch die Hummeln zählen).





Hafer-Luzerne-Mischkultur

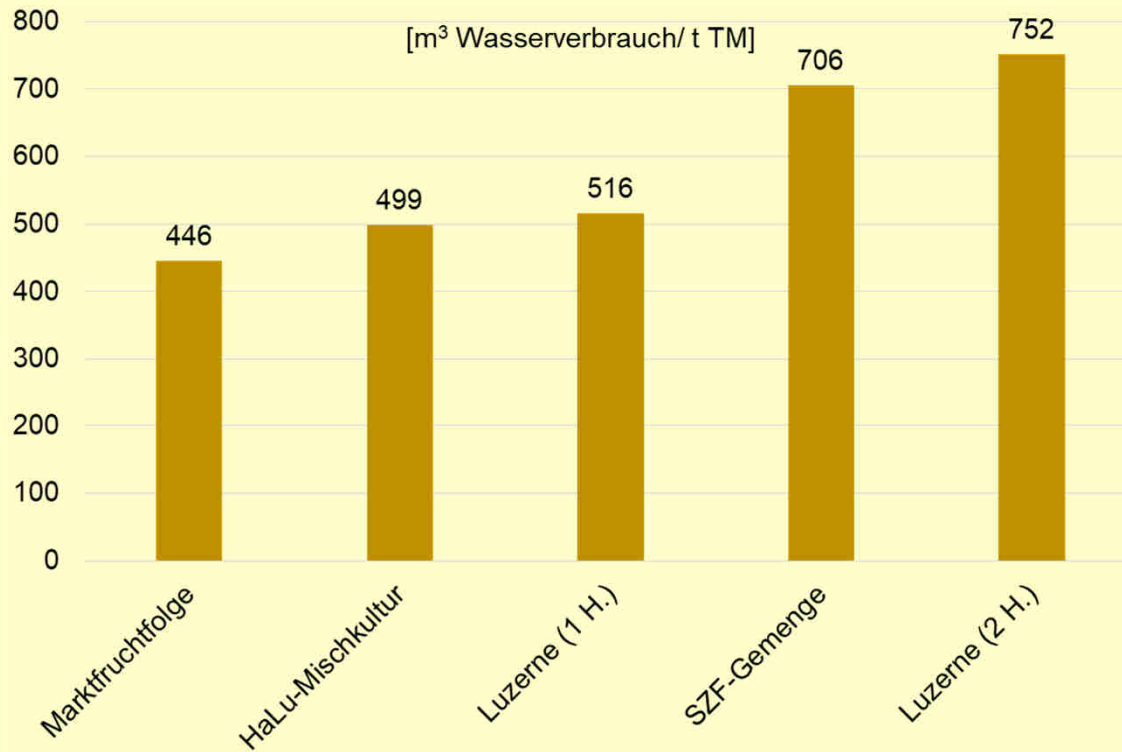
- Hafereinsaat im Direktsaatverfahren nach Schröpfen der Luzerne mit einer Hektor GIGANT Messerwalze.
- Hafer cv. Apollon, 400 Körner/m².
- Aussaat Anfang April.
- Die Hafer-Luzerne-Mischkultur profitiert von **Endomykorrhizen (-Pilzen)**, die die Pflanzenwurzeln besiedeln und bei Trockenheit zu vitalen Pflanzenbeständen führen.





Wassernutzungseffizienz

Löß-Schwarzerde, Ut4 (stark toniger Schluff)



Wasserverbrauch (NS - Δ nFK [mm/ m²]) je 1 Tonne [t] Trockenmasse (1 kg/ m² = 10 t/ ha).

$$nFK = 215 \text{ mm/ m}^2 * 1 \text{ m}_{\text{Bodentiefe}} * 10.000 \text{ m}^2 = 2.150 \text{ m}^3 \text{ Wasser/ ha}$$

1 Kubikmeter [m³] Wasser sind 1.000 Liter [l]. Ein Kubikmeter Wasser hat knapp die Masse 1 Tonne [t]. 1000 m³ Wasser = 1 Million Liter (1000 m³ = 1.000.000 l).

<https://llg.sachsen-anhalt.de/llg/service/publikationen/broschueren>



© J. Bischoff



Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

- Aussaatverfahren und Etablierung der Zwischenfrüchte
- Inter-/ intraspezifische Konkurrenz und Wassernutzungseffizienz
- **Bodendurchwurzelung und Wurzeltiefgang**
- Ackerbeweidung mit Schafen
450 Mutterschafe, davon 250 Merinofleischschafe (MFS) im Herdbuch, zudem einige Merinoland- und Merinolangwoll- sowie Coburger Fuchsschafe und fünf Thüringer Wald Ziegen.
- Bodenwasser speichernde Mittelporen
- Fazit



Ackerbohne (*Vicia faba*)

ca. 72 cm tiefgehende Pfahlwurzel, in den oberen 25 cm stark verzweigt, Ausbreitung ca. 80 cm, rosafarbene Rhizobium-Wurzelknöllchen reichen bis in 25 cm Tiefe, Knöllchen 1-3 mm, oval, Wurzeln durchdringen die Lehmschicht.

Bergzow, 14. Oktober 2014

Sand-Rostgley aus schwach lehmigem Sand

Horizontabfolge Ah/Go/Gr

Methodik:

Profilwandmethode zur Wurzelanalyse (nach Kutschera, 1960; Kutschera et al. 2009).



Tillage-/ Meliorationsrettich
(*Raphanus sativus*)

Wurzeltiefgang 90 cm (75 Tage nach
Aussaart) Boden bis zur Kiesschicht
durchdrungen.

ca. 20 cm lange Rübe,
Rübendurchmesser 30-40 mm.

Bergzow, 14. Oktober 2014

Sand-Rostgley aus schwach
lehmigem Sand

Horizontabfolge Ah/Go/Gr

Methodik:

Profilwandmethode zur Wurzelanalyse (nach
Kutschera, 1960; Kutschera et al. 2009).

© J. Bischoff



Sparriger Klee (*Trifolium squarrosum* L.)

Einjähriger Klee mit Pfahlwurzel.

Polwurzel bis 1,8 mm

Seitenwurzeln bis 4. Ordnung,
Wurzelknöllchen oft zweispaltig bis
50 cm, 98 cm tief, 103 cm

Wurzelausbreitung

Bergzow, 15. Oktober 2014

Sand-Rostgley aus schwach
lehmigem Sand

Horizontabfolge Ah/Go/Gr

Methodik:

Profilwandmethode zur Wurzelanalyse (nach
Kutschera, 1960; Kutschera et al. 2009).

© J. Bischoff



Öllein (*Linum usitatissimum*)

kurze, spindelförmige Pfahlwurzel

Wurzeltiefgang \approx 55 cm.

Bergzow, 15. Oktober 2014

Sand-Rostgley aus schwach
lehmigem Sand

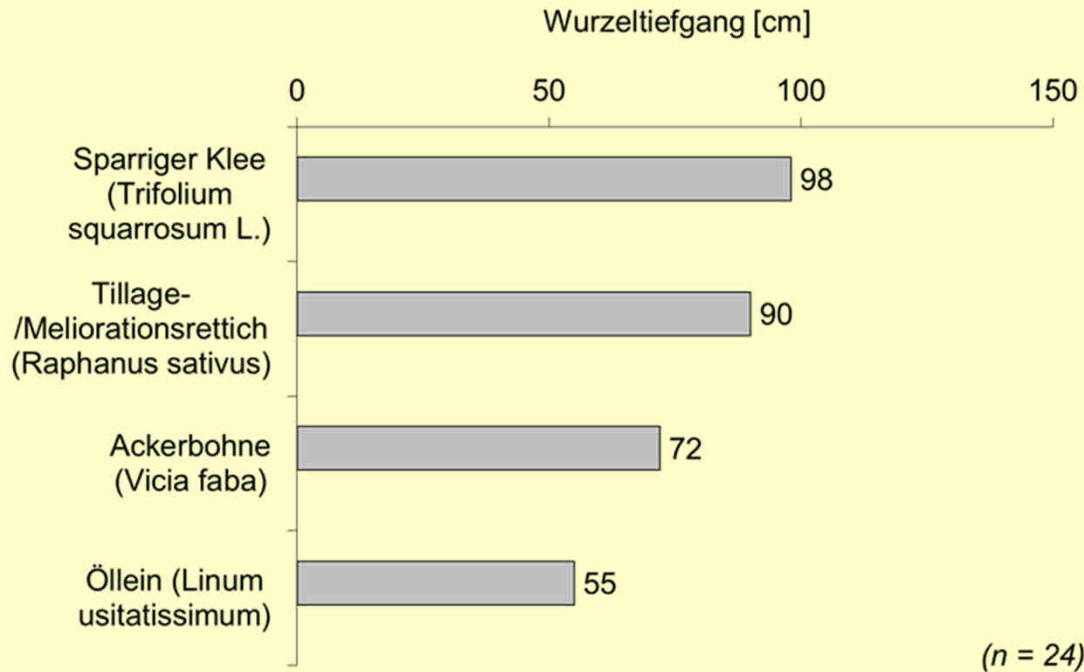
Horizontabfolge Ah/Go/Gr

Methodik:

Profilwandmethode zur Wurzelanalyse (nach
Kutschera, 1960; Kutschera et al. 2009).



Wurzeltiefgang einzelner Pflanzenarten im Zwischenfruchtgemenge 75 Tage nach der Aussaat.



Bischoff, J.; Grosa, A.; Grube, J.; & Meinel, I. (2018). Praxishandbuch Bodenbearbeitung und Aussaat - Grundlagen, Technik, Verfahren und Bewertung. Erling Verlag GmbH & Co. KG



© J. Bischoff



Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

- Aussaatverfahren und Etablierung der Zwischenfrüchte
- Inter-/ intraspezifische Konkurrenz und Wassernutzungseffizienz
- Bodendurchwurzelung und Wurzeltiefgang
- **Ackerbeweidung mit Schafen**
450 Mutterschafe, davon 250 Merinofleischschafe (MFS) im Herdbuch, zudem einige Merinoland- und Merinolangwoll- sowie Coburger Fuchsschafe und fünf Thüringer Wald Ziegen.
- Bodenwasser speichernde Mittelporen
- Fazit



Ackerbeweidung mit Schafen

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Termin	Koppel [m ²]	Zeitdauer [h/ Tag]	TrS. [TS %]	TM/ Schaf [kg TM]	Rohprotein [g/kg TM]	Energie [MJ/kg TM]
24.04.2023	3.600	3,0	20	0,96	221	9,2
29.05.2023	5.000	3,5	30	1,30	156	9,7
10.06.2023	Saaten	0,5	31	0,63	73	9,9
18.07.2023	5.000	3,5	28	1,70	187	9,5
04.09.2023	5.000	3,5	20	1,57	230	9,0
23./24./25.10.	5.000	4,0	34	1,49	<i>offen</i>	<i>offen</i>

Analytik: Dr. Susanne Schütze, Dezernatsleiterin D 44, Futtermittel / Futtermittelüberwachung.



Nmin-Bodenvorrat

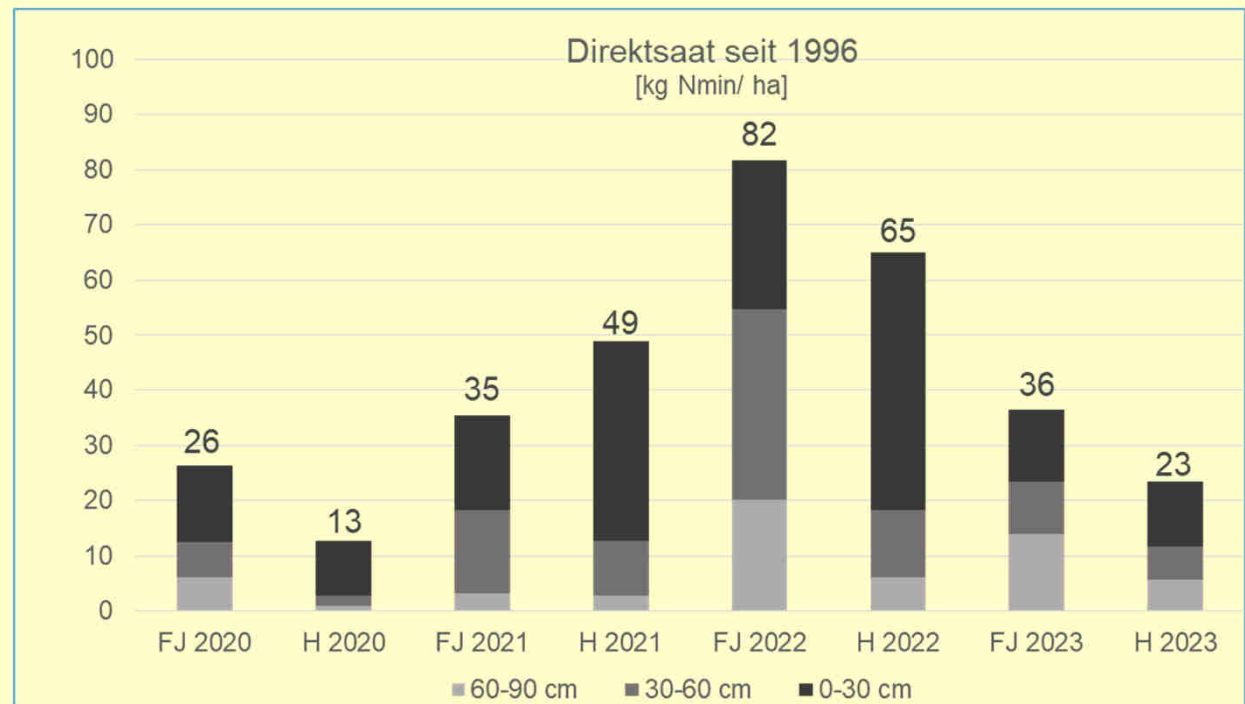
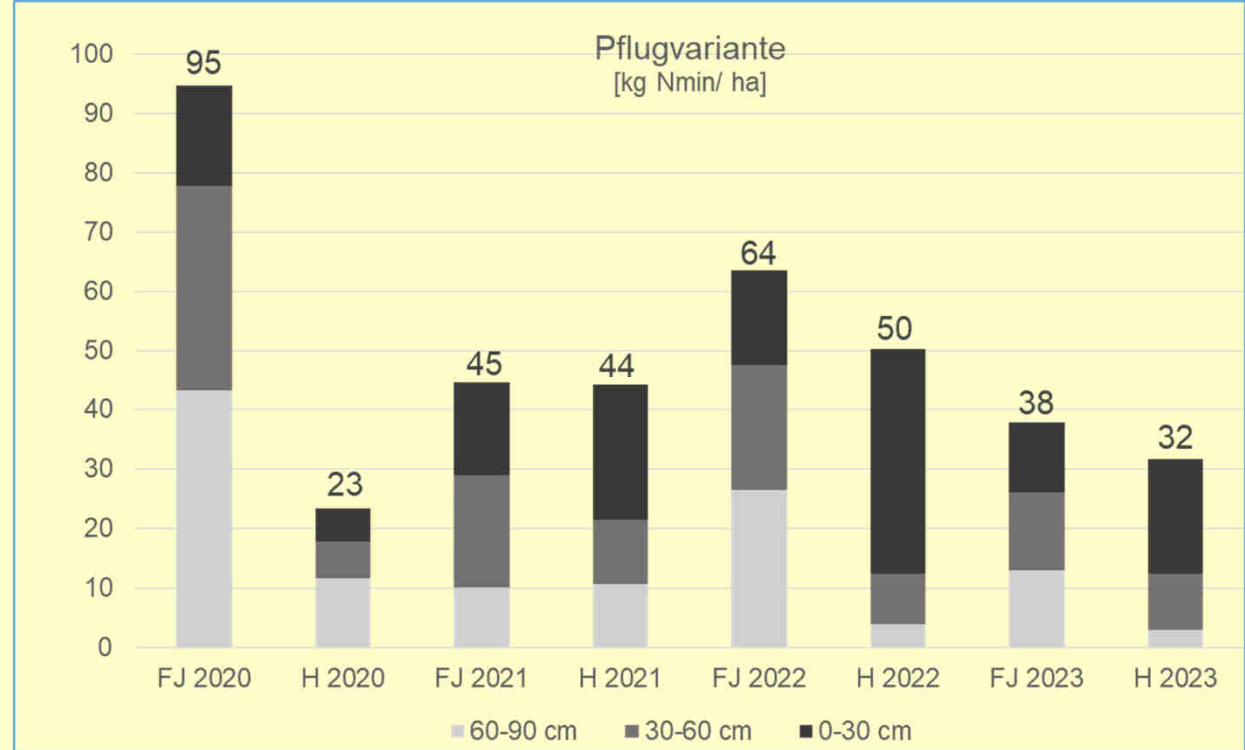
Fruchtfolge

Bewirtschaftung ab 2016 nach EG-Öko-Basisverordnung (EG) Nr. 834/2007, VO 889/ 2008.

1. Luzerne – 2. Luzerne – 3. Luzerne/ Hafer – 4. **Sommerweizen/ Sommerzwischenfrucht** – 5. **Mais** – 6. **Winterroggen/ Winterspinat** – 7. **Hafer/ Sonnenblume** – 8. **Winterweizen/ Ackerbohne**.

Nmin-Bodenvorrat [kg/ha] = (NO₃-N [mg/ 100g Boden] + NH₄-N [mg/ 100g]) * TRD * 30 cm. Trockenrohdichte (TDR) in 0-30 cm Bodentiefe = 1,4 g/ cm³, in 30-60 cm = 1,5 g/ cm³ und 60-90 cm 1,6 g/ cm³ Boden.

Direktsaat seit 1996 mehr Nmin in Krume und Oberboden weniger N-Verlagerung in den Unterboden.





Side-Dressing-Verfahren

- Zwischenreihendüngung und mechanische Unkrautbekämpfung in einem Arbeitsgang.
- Mineralische und/ oder organische Dünger, granuliert oder pelletiert, z.B. Gärrestgranulat, Gärrestpellets und Phytogran-Granulat (*Vinassedünger nach EU-Ökoverordnung*).
- Bei Ackerbeweidung org. Dünger ausschließlich pflanzlicher Herkunft.

"StaPlaRes" - Verbundprojekt der Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung.

Kreuter, Th. / Bischoff, J. / Rauch, N. / et al.





Stickstoff (N)- Einträge der Schafhaltung

Ackerbaulehre (1949)

Kot + Harn je Tier und Tag	0,04 kg N/ Tier/ Tag
450 Schafe/ Tag/ Koppel von 3.600 m ²	52 kg N/ha
8 Stunden am Tag	17 kg N/ha

Richtwerte für Nährstoffausscheidungen (LLG 2020)

Kot + Harn je Tier und Tag	0,05 kg N/ Tier/ Tag
450 Schafe/ Tag/ Koppel von 3.600 m ²	60 kg N/ha
8 Stunden am Tag	20 kg N/ha

Nmin Frühjahr (0-90 cm)

ohne	48 kg N/ha	
mit Schafen	56 kg N/ha	(n = 45)



Klimaresiliente Anbausysteme – Nutzen und Nutzung von Zwischenfrüchten

- Aussaatverfahren und Etablierung der Zwischenfrüchte
- Inter-/ intraspezifische Konkurrenz und Wassernutzungseffizienz
- Bodendurchwurzelung und Wurzeltiefgang
- Ackerbeweidung mit Schafen

450 Mutterschafe, davon 250 Merinofleischschafe (MFS) im Herdbuch, zudem einige Merinoland- und Merinolangwoll- sowie Coburger Fuchsschafe und fünf Thüringer Wald Ziegen.

- **Bodenwasser speichernde Mittelporen**
- Fazit

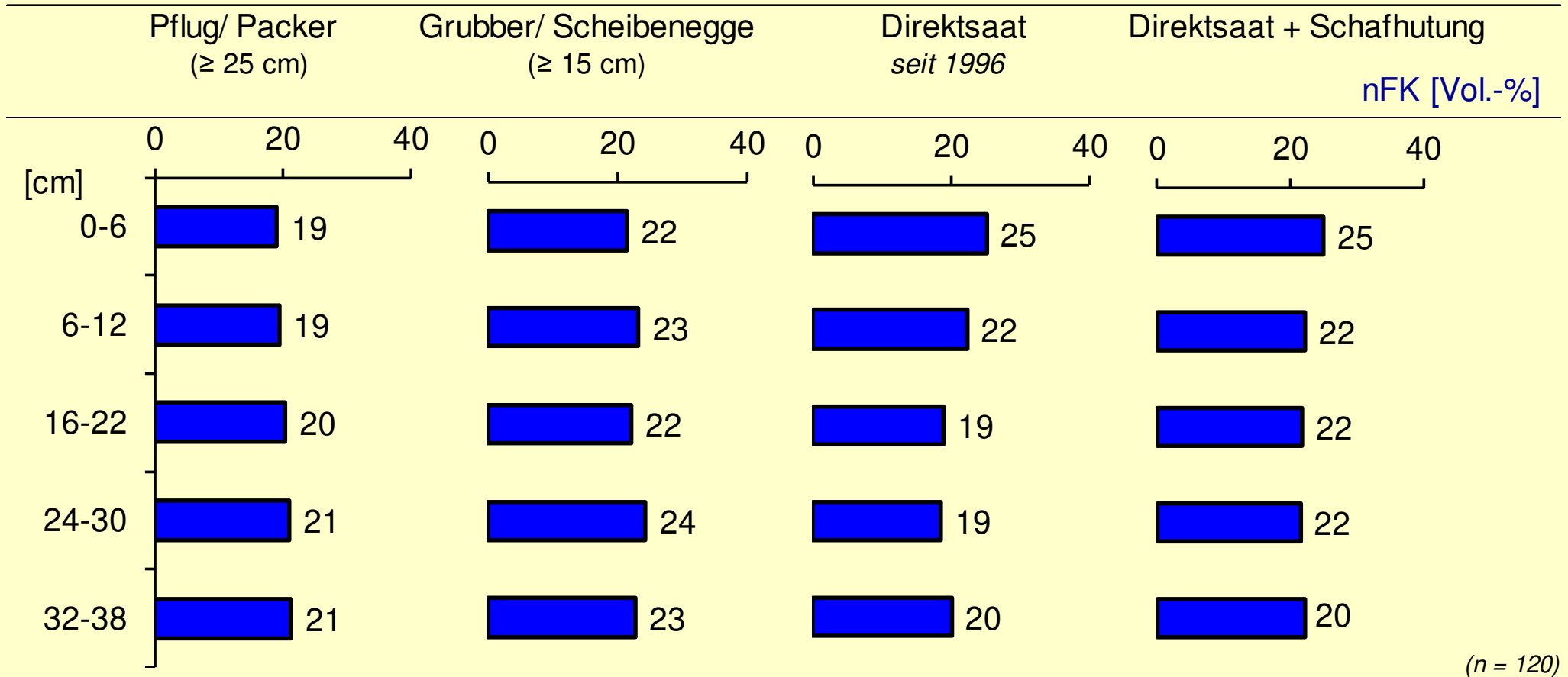




Anteil an Bodenwasser speichernden Mittelporen

Praxisfeldversuch, Löß-Schwarzerde, Ut4 (stark toniger Schluff)

Wasserführende Mittelporen = Differenz von pF 1.8 (Feldkapazität) und pF 4.2 (Permanenter Welkepunkt).



- Positive Effekte der Schafhaltung bei Direktsaat auf den Anteil an Mittelporen (0,2-10 µm Porengröße) in 16-38 cm Bodentiefe.



Fazit

- Nur geschlossene Zwischenfruchtbestände und eine ganzflächige Bodenbedeckung wirken unkrautunterdrückend.
- Lückige Pflanzenbestände bewirken das Gegenteil – Wasserverschwendung durch Ausfallgetreide und Unkräuter.
- Wechsel von wendender bzw. mischend-lockernder Bodenbearbeitung und **temporärer Direktsaat**.
- Das Beweiden von Zwischenfrüchten reguliert das Unkrautauftreten und den Wasserverbrauch.

