

Warum unterscheiden sich Projektergebnisse zu Humusgehalten von konventionell und ökologisch bewirtschafteten Böden Sachsen-Anhalts von Ergebnissen einer bundesweiten Studie des Thünen-Instituts?

Susanne Klages, Katharina Winter, Maike Erb-Brinkmann

Einleitung

Humusgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden sind für die Pflanzenproduktion von großer Bedeutung. Humose Böden können Nährstoffe und Wasser besser speichern und besitzen durch die stabilisierende Wirkung von Humus eine höhere Tragfähigkeit auf das Bodengefüge. Humus wird von Mikroorganismen aus toter organischer Substanz umgebaut (Haider 1998). Durch erhöhte Mikroorganismenaktivität, die durch Bodenbearbeitung ausgelöst sein kann, wird Humus im Boden abgebaut. Die Höhe des Humusgehalts im Boden korreliert zunächst mit der Landnutzung Grünland > Acker, und dann mit den Bodeneigenschaften. Die Gefahr von Humusverlusten besteht vor allem in Böden mit relativ hohen Humusvorräten und mangelnder Versorgung mit organischem Material wie organischer Düngung (Jacobs et al. 2018).

Nicht nur als Beitrag zum Klimaschutz, sondern auch zum Erhalt und zur Verbesserung landwirtschaftlich genutzter Böden, ist deren Bewirtschaftung so zu gestalten, dass Humusverluste vermieden und Maßnahmen für Humusaufbau und -erhalt umgesetzt werden. Für die Entwicklung von Maßnahmen ist u. a. das Modell- und Demonstrationsvorhaben HumusKlimaNetz¹ tätig.

Humus mit seinen Funktionen, seinen Interaktionen mit den jeweiligen Böden und auch die Stabilisierung von Bodenhumusgehalten sind nach wie vor Gegenstand der Forschung. Eine aktuelle Studie des Thünen-Instituts zu Humusgehalten in Ackerböden nutzt zur Quantifizierung des Unterschieds in den C-Gehalten bzw. -Vorräten von konventionell und ökologisch bearbeiteten Flächen die Daten der Bodenzustandserhebung zusammen mit einem Modell, welches Standorteigenschaften bzw. Geodaten diesen Eigenschaften zuordnet (Brügge und Don 2025). Don et al. (2025) vergleichen dazu zwei bundesweite on-farm erhobene Datensätze^{1 2}. Die Studie kommt zum Ergebnis, dass sich der Humusgehalt ökologisch und konventionell bewirtschafteter Böden über ganz Deutschland kaum unterscheidet. Dies widerspricht einem Nebenergebnis der Studie ANAPLANT (2022-2024) für das Land Sachsen-Anhalt (ST). Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem ANAPLANT-Projekt zu den Unterschieden im Bodenhumusgehalt zwischen den Bewirtschaftungsformen konventionell und ökologisch vorgestellt und hierfür mögliche Ursachen erläutert.

Die Studie ANAPLANT

Im Rahmen dieses Projektes ging es um Überprüfung von Zielwerten von Nährstoffkonzentrationen in Pflanzen. Für die 8 wichtigsten Ackerbaukulturen sollten diese für den konventionellen Landbau validiert sowie für den ökologischen Landbau erstmalig beispielhaft in ST erhoben werden. Beprobt

¹ Modell- und Demonstrationsvorhaben ‚HumusKlimaNetz‘: Beprobung 2023 und 2024, 616 Ackerflächen (347 ökologisch und 269 konventionell bewirtschaftet) von 132 Betrieben (66 ökologisch und 66 konventionell); (<https://www.thuenen.de/de/institutsuebergreifende-projekte/humusklimanetz>)

² Bodenzustandserhebung Landwirtschaft ‚BZE-LW‘: Beprobung 2011-2017, von 3.104 insgesamt beprobten Böden wurden 2.159 Ackerflächen mit mineralischen Böden in die Untersuchung einbezogen, davon 2.060 konventionell und 99 ökologisch bewirtschaftet (4,6 %); (<https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/agrarklimaschutz/projekte/bodenzustandserhebung-landwirtschaft-bze-lw>)

wurden sowohl Bestände landwirtschaftlicher Betriebe als auch Düngungsversuche. Es wurden sowohl Pflanzen- als auch Bodenproben analysiert und das jeweilige Entwicklungsstadium vermerkt. Außerdem wurden Bewirtschaftungsdaten zu Düngung, Ertrag und Qualität der einzelnen Kulturen erfasst. Im dreijährigen Projektverlauf (2022-2024) wurden ca. 1.200 Datensätze erhoben (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl der in den Projektjahren 2022 bis 2024 gezogenen Proben (jeweils Jungpflanzen- und Bodenprobe 0-25 cm (Pflanzenprobe min. 300 g, Bodenprobe min. 500 g vermischte Sammelprobe aus min. 20 Einzelproben/Schlag).

| | 2022 | 2023 | 2024 | Summe |
|---------------------------------|------|------|------|-------|
| Anzahl beprobter Schläge gesamt | 314 | 507 | 413 | 1.234 |
| - davon ökologischer Anbau | 50 | 92 | 60 | 202 |
| - davon konventioneller Anbau | 264 | 415 | 353 | 1.032 |
| - davon "on-farm" | 276 | 314 | 292 | 882 |
| - davon Düngungsversuche | 38 | 193 | 121 | 352 |

Tabelle 2 zeigt die Analysewerte über alle drei Jahre untergliedert nach den ST zugeordneten Bodenklimaräumen (Roßberg et al., 2007). Ca. 70 % aller Proben entstammen dem Bodenklimaraum 107 (Lößböden in der Ackerebene Ost).

Tab. 2: Mittelwerte (MW), Anzahl der Proben (n) und Standardabweichungen (Stabw.) der Bodenparameter aller analysierten Proben – insgesamt sowie differenziert nach Bodenklimaräumen gemeinsam für die Erntejahre 2022 bis 2024.

Untersuchungsmethoden: pH-Wert (CaCl₂-Methode): VDLUFA I, A 5.1.1 (1991); Gesamt-N nach VDLUFA Methodenbuch II.1, 3.5.2.7 (2004); Phosphor (CAL) & Kalium (CAL): VDLUFA I, A6.2.1.1 (1991); Magnesium (CaCl₂-Methode): VDLUFA I, 6.2.4.1 (1991); Ca-Bestimmung mittels NH₄Cl- Aufschluss, Mikronährstoffe: Untersuchungsmethode nach VDLUFA I, A 6.4.1(2004), der Aufschluss erfolgt unter Verwendung der CAT-Methode. Ermittlung des C-Gehalt: Berechnung aus Humusbestimmung. Bestimmung von Humus durch VDLUFA I A4.1.3.2 (2016); Bestimmung Bodengruppe: VDLUFA I, D2.1 (1997), Probenvorbereitung: DIN 19747 (2009-07).

| Boden- klimaraum Proben- anzahl | | pH-Wert | N (%) | P (mg/100g) | K (mg/100g) | Mg (mg/100g) | Ca (mg/100g) | B (mg/100g) | Mn (mg/100g) | Cu (mg/100g) | Zn (mg/100g) | Fe (mg/100g) | C/N- Verhältnis | C (% TS) | Humus (% TS) |
|--|-----------------------|------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|------------|-----------------|
| 104 | MW¹ | 6,3 | 0,14 | 8,93 | 16,0 | 11,2 | 176,5 | 0,74 | 94,2 | 3,17 | 5,20 | 141,5 | 10,7 | 1,5 | 2,7 |
| n=196 | Stabw. ² | 0,66 | 0,06 | 11,39 | 9,04 | 5,33 | 117,87 | 0,49 | 58,37 | 1,82 | 2,74 | 86,19 | 1,53 | 0,68 | 1,17 |
| 107 | MW | 6,5 | 0,41 | 8,81 | 17,6 | 17,6 | 219,9 | 3,50 | 131,1 | 3,57 | 9,39 | 77,7 | 10,8 | 1,8 | 2,9 |
| n=721 | Stabw. | 1,34 | 1,53 | 7,85 | 8,99 | 46,35 | 104,24 | 16,74 | 79,38 | 2,20 | 23,50 | 60,65 | 2,44 | 0,57 | 0,90 |
| 109 | MW | 6,3 | 0,13 | 7,57 | 14,4 | 8,3 | 185,3 | 0,78 | 123,3 | 2,96 | 5,31 | 114,6 | 11,1 | 1,4 | 2,5 |
| n=74 | Stabw. | 0,55 | 0,05 | 3,60 | 8,73 | 4,90 | 168,97 | 0,69 | 73,02 | 1,64 | 3,09 | 51,42 | 1,31 | 0,61 | 1,04 |
| 192 | MW | 6,6 | 0,15 | 7,09 | 15,4 | 8,3 | 208,0 | 0,71 | 138,5 | 3,72 | 9,89 | 99,4 | 10,7 | 1,6 | 2,7 |
| n=74 | Stabw. | 0,51 | 0,05 | 7,75 | 7,10 | 3,15 | 88,07 | 0,36 | 70,11 | 2,60 | 12,33 | 54,05 | 1,63 | 0,54 | 0,93 |
| insgesamt | MW | 6,4 | 0,33 | 8,62 | 16,9 | 15,2 | 208,8 | 2,62 | 124,4 | 3,47 | 8,39 | 93,3 | 10,8 | 1,7 | 2,8 |
| n=1.212 | Stabw. | 1,16 | 1,27 | 8,39 | 8,91 | 38,49 | 112,67 | 13,87 | 76,23 | 2,14 | 19,78 | 69,54 | 2,18 | 0,60 | 0,98 |

¹Mittelwert; ²Standardabweichung

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte der analysierten Nährstoffe, Anzahl der Proben (n) und Standardabweichungen unabhängig von den angebauten Kulturen – insgesamt sowie differenziert nach öko- und konventionellem Anbau - gemeinsam für die Erntejahre 2022 bis 2024 aufgelistet.

Mittelwerte weichen teilweise deutlich voneinander ab In einigen Fällen sind die Konzentrationen in den ökologisch bewirtschafteten Böden höher (pH-Wert, P, K, Ca, C bzw. Humus und C/N), in anderen sind sie niedriger (N, Mn, Cu, Zn, Fe, B) als in den Böden konventioneller Betriebe.

Durch Tests (Mediantest, Mann-Whitney-U-Test) wird überprüft, ob diese Unterschiede in Medianen und in der Verteilung der Analysewerte statistisch abgesichert sind (Tab. 4). Dies ist für den pH-Wert, die Elemente N, K, Ca, Mg, Fe, C bzw. den Humusgehalt sowie für das C/N-Verhältnis der Fall.

Tab. 3: Mittelwerte (MW), Anzahl der Proben (n) und Standardabweichungen (Stabw.) der Bodenparameter aller analysierten Proben – insgesamt sowie differenziert nach öko- und konventionellem Anbau gemeinsam für die Erntejahre 2022 bis 2024.

| Anbau- standard Proben- anzahl | | pH-Wert | N (%) | P (mg/100g) | K (mg/100g) | Mg (mg/100g) | Ca (mg/100g) | B (mg/100g) | Mn (mg/100g) | Cu (mg/100g) | Zn (mg/100g) | Fe (mg/100g) | C/N- Verhältnis | C (% TS) | Humus (% TS) |
|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-------------|--------------|
| konv. n=892 | MW ¹ | 6.57 | 0.14 | 8.32 | 16.35 | 10.30 | 210.06 | 0.89 | 134.93 | 3.39 | 5.50 | 96.35 | 10.97 | 1.58 | 2.71 |
| | Stabw. ² | 0.14 | 0.06 | 2.26 | 10.61 | 8.41 | 85.56 | 0.47 | 53.91 | 1.70 | 2.53 | 19.30 | 0.30 | 0.74 | 1.27 |
| ökologisch n=198 | MW | 6.82 | 0.17 | 8.51 | 19.96 | 11.51 | 253.05 | 0.95 | 120.05 | 3.68 | 8.55 | 70.18 | 11.04 | 1.86 | 3.19 |
| | Stabw. | 0.61 | 0.04 | 5.34 | 10.86 | 3.97 | 124.00 | 0.46 | 66.84 | 2.97 | 11.39 | 52.17 | 1.39 | 0.51 | 0.88 |
| insgesamt n=1090 | MW | 6.62 | 0.15 | 8.36 | 17.01 | 10.52 | 217.87 | 0.90 | 132.23 | 3.44 | 6.06 | 91.59 | 10.98 | 1.63 | 2.80 |
| | Stabw. | 0.78 | 0.06 | 2.83 | 21.83 | 4.53 | 151.32 | 0.66 | 19.62 | 0.18 | 0.86 | 43.60 | 0.36 | 0.68 | 1.16 |

¹Mittelwert; ²Standardabweichung;

Tab. 4: Statistische Bewertung der Unterschiede der Bodendaten im ökologischen und konventionellen Anbau 2022-2024: Vergleich der Mediane und der Verteilung in beiden Gruppen. Entscheidung: + Nullhypothese beibehalten; - Nullhypothese ablehnen.

| Mediantest bei unabhängigen Stichproben | | | Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben | | |
|---|---------------------|--------------|---|---------------------|--------------|
| Nullhypothese: Der Median des u.g. Merkmals ist über die Kategorien von ökologisch/konventionell identisch. | Sig. ^{a,b} | Entscheidung | Nullhypothese: Die Verteilung des u.g. Merkmals ist über die Kategorien von ökologisch/konventionell identisch. | Sig. ^{a,b} | Entscheidung |
| pH-Wert | <,001 ^c | - | pH-Wert | 0,000 | - |
| N (%) | <,001 ^c | - | N (%) | 0,001 | - |
| P (mg/100 g) | ,865 ^c | + | P (mg/100 g) | 0,323 | + |
| K (mg/100 g) | ,035 ^c | - | K (mg/100 g) | 0,042 | - |
| Ca (mg/100 g) | ,003 ^c | - | Ca (mg/100 g) | 0,000 | - |
| Mg (mg/100 g) | <,001 ^c | - | Mg (mg/100 g) | 0,553 | - |
| B (mg/100 g) | ,334 ^c | + | B (mg/100 g) | 0,001 | + |
| Mn (mg/kg) | ,690 ^c | + | Mn (mg/kg) | 0,692 | + |
| Cu (mg/kg) | ,977 ^c | + | Cu (mg/kg) | 0,639 | + |
| Zn (mg/kg) | ,381 ^c | + | Zn (mg/kg) | 0,246 | + |
| Fe (mg/kg) | ,013 ^c | - | Fe (mg/kg) | 0,005 | - |
| C/N-Verhältnis | <,001 ^c | - | C/N-Verhältnis | 0,000 | - |
| C (% TS) | <,001 ^c | - | C (% TS) | 0,000 | - |
| Humus (% TS) | <,001 ^c | - | Humus (% TS) | 0,000 | - |

a. Das Signifikanzniveau ist 0,050; b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt; c. Mindestens eine angegebene Gruppe ist leer.

Mögliche Gründe für die Unterschiede auf Bundesebene im Vergleich zur Situation in Sachsen-Anhalt

1. Unterschied in der Bewirtschaftung von on-farm- und Versuchsflächen

Im Gegensatz zu Don et al. (2025) ergaben ältere Studien einen Unterschied im Humusgehalt zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise (Aguilera et al., 2013; Alvarez, 2022; Bai et al., 2018; García-Palacios et al., 2018; Gattinger et al., 2012; Leifeld & Fuhrer, 2010; Mondelaers et al., 2009; Smith et al., 2019; Tuomisto et al., 2012). Don et al. (2025) geben als Erklärung dafür an, dass die dort ausgewerteten Daten zu den ökologisch bewirtschafteten Flächen vielfach aus Pflanzenbauversuchen stammten und diese eine höhere organische Düngung erhielten und anders bewirtschaftet würden als praxisüblich für on-farm ökologisch bewirtschaftete Flächen. Auch Hülsbergen et al. (2023) sind auf der Basis des so genannten Testbetriebsnetzes unter Einsatz des Modells REPRO zum Ergebnis gekommen, dass sich die Humusgehalte von Ackerböden beider Wirtschaftsweisen unterscheiden.

Die ANAPLANT-Studie berücksichtigt Feldversuche nur für den konventionellen Anbau. Der oben vermutete Einfluss von Feldversuchen mit tendenziell höheren Gaben an organischen Düngern als on-farm trifft deshalb für das Projekt ANAPLANT nicht zu. Um konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen vergleichbar zu machen wurden im Folgenden ausschließlich on-farm-Flächen mit den Standortbedingungen des Bodenklimaraums 107 berücksichtigt und die konventionell bewirtschafteten Versuchsflächen ausgeschlossen (Tab. 5).

Tab. 5: Mittelwerte (MW), Anzahl der Proben (n) und Standardabweichungen (Stabw.) der Bodenparameter aller on-farm gezogener Proben im Bodenklimaraum 107, ohne Feldversuche – insgesamt sowie differenziert nach öko- und konventionellem Anbau gemeinsam für die Erntejahre 2022 bis 2024.

| Anbau- standard Proben- anzahl | | pH-Wert | N (%) | P (mg/100g) | K (mg/100g) | Mg (mg/100g) | Ca (mg/100g) | B (mg/100g) | Mn (mg/100g) | Cu (mg/100g) | Zn (mg/100g) | Fe (mg/100g) | C/N- Verhältnis | C (% TS) | Humus (% TS) |
|---|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| konv. n=412 | MW Stabw. | 6,8 0,58 | 0,15 0,043 | 9,1 9,81 | 18,12 8,19 | 10,04 3,88 | 231,6 115,7 | 0,94 0,413 | 143,6 83,15 | 3,39 1,83 | 6,27 3,46 | 72,63 56,59 | 11,1 1,936 | 1,65 0,54 | 2,84 0,93 |
| ökologisch n=159 | MW Stabw. | 6,9 0,57 | 0,18 0,03 | 8,918 5,58 | 21,73 11,13 | 12,72 3,27 | 274,4 120,3 | 1,038 0,45 | 112,1 59,31 | 3,24 1,82 | 5,43 1,79 | 57,24 43,01 | 11,26 1,34 | 1,97 0,36 | 3,39 0,64 |
| MW n=571 | MW Stabw. | 6,8 0,58 | 0,16 0,042 | 9,05 8,832 | 19,13 9,242 | 10,78 3,91 | 243,5 118,5 | 0,97 0,43 | 134,8 78,48 | 3,35 1,83 | 6,03 3,11 | 68,34 53,57 | 11,11 1,79 | 1,74 0,52 | 2,99 0,89 |

Für die so definierten Rahmenbedingungen „keine Versuchsflächen“, „einheitlicher Bodenklimaraum“ errechnet sich zwischen den beiden Anbaustandards ein noch stärkerer Unterschied in den Humusgehalten mit 2,84 % TS im konventionellen Anbau und 3,39 % TS im Ökolandbau. Tab 6 zeigt, dass die Unterschiede des Medians und der Verteilung der Analysewerte nicht nur für den Humusgehalt statistisch abgesichert sind, sondern auch für den pH-Wert sowie die Elemente N, K, Ca, Mg, Fe, C sowie das C/N-Verhältnis.

Tab. 6: Statistische Bewertung der Unterschiede der Bodendaten im Öko- und konventionellen Anbau 2022-2024: Vergleich der Mediane und der Verteilung in beiden Gruppen. Entscheidung: + Nullhypothese beibehalten; - Nullhypothese ablehnen.

| Mediantest bei unabhängigen Stichproben | | | Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben | | |
|---|-----------------------|--------------|---|---------------------|--------------|
| Nullhypothese: Der Median des u.g. Merkmals ist über die Kategorien von ökologisch/konventionell identisch. | Sig. ^{a,b,c} | Entscheidung | Nullhypothese: Die Verteilung des u.g. Merkmals ist über die Kategorien von ökologisch/konventionell identisch. | Sig. ^{a,b} | Entscheidung |
| pH-Wert | 0,21 | - | pH-Wert | 0,009 | - |

| | | | | | |
|----------------|-------|---|----------------|-------|---|
| N (%) | <,001 | - | N (%) | 0,000 | - |
| P (mg/100 g) | 0,636 | + | P (mg/100 g) | 0,589 | + |
| K (mg/100 g) | <,001 | - | K (mg/100 g) | 0,000 | - |
| Ca (mg/100 g) | <,001 | - | Ca (mg/100 g) | 0,000 | - |
| Mg (mg/100 g) | <,001 | - | Mg (mg/100 g) | 0,000 | - |
| B (mg/100 g) | 0,211 | + | B (mg/100 g) | 0,051 | + |
| Mn (mg/kg) | 0,98 | + | Mn (mg/kg) | 0,000 | - |
| Cu (mg/kg) | 0,61 | + | Cu (mg/kg) | 0,084 | + |
| Zn (mg/kg) | 0,364 | + | Zn (mg/kg) | 0,092 | + |
| Fe (mg/kg) | 0,002 | - | Fe (mg/kg) | 0,001 | - |
| C/N-Verhältnis | 0,012 | - | C/N-Verhältnis | 0,003 | - |
| C (% TS) | <,001 | - | C (% TS) | 0,000 | - |
| Humus (% TS) | <,001 | - | Humus (% TS) | 0,000 | - |

a. Das Signifikanzniveau ist 0,050; b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt; c. Mindestens eine angegebene Gruppe ist leer

2. Unterschiede in der Betriebsstruktur

Die im Projekt ANAPLANT untersuchten konventionellen Betriebe weisen teilweise sehr hohe Schlaggrößen auf und betreiben relativ wenig Tierhaltung. Es wird hauptsächlich mineralisch gedüngt. Die im Projekt ANAPLANT untersuchten Ökobetriebe besitzen im Mittel geringere Schlaggrößen als die konventionellen Betriebe (Abb. 1). Es sind reine Ackerbaubetriebe bis auf einen Betrieb mit extensiver Rinderhaltung. Die generell geringe Viehdichte in ST führt in beiden Bewirtschaftungsrichtungen zu sehr geringem Wirtschaftsdüngereinsatz, auch weil Importe von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft aus benachbarten (Bundes)ländern mit großen Transportstrecken und -kosten verbunden sind.

3. Unterschiede in der Düngungspraxis (organisch – mineralisch)

Begleitend zur Analytik wurden im Projekt ANAPLANT die Praxisbetriebe hinsichtlich ihrer Düngepraxis befragt. Ca. 60 % der Ökobetriebe gaben an, im betreffenden Jahr organische Dünger auf den Untersuchungsflächen angewandt zu haben, und zwar meist betriebsexterne Dünger (Champost, Gärrest, Hühnertrockenkot, Kompost, PPL, organischer flüssiger Mehrnährstoffdünger, Pferdemist). Von den konventionellen Betrieben wurde auf nur 2,5 % der beprobten Standorte im Jahr der Probenahme organisch gedüngt. Die untersuchten Ökobetriebe sind Teil des Praxisforschungsnetzwerks NutriNet. Diese Betriebe profitieren durch das Netzwerk von einer intensiven Beratungstätigkeit im Hinblick auf ein optimiertes Nährstoffmanagement.

Unabhängig von der Wirtschaftsweise wurden von den Praxisbetrieben pro Flächeneinheit etwa gleich viel Phosphor- und Kalidünger ausgebracht (konventionelle Betriebe 42 kg/ha P₂O₅ und 101 kg/ha K₂O, ökologische Betriebe 43 kg/ha P₂O₅ und 118 kg/ha K₂O). Die konventionellen Betriebe setzten mit 119 kg/ha, bedingt durch hohen Mineraldüngereinsatz, fast doppelt so viel N ein wie die Ökobetriebe mit 73 kg N/ha (Abb. 2).

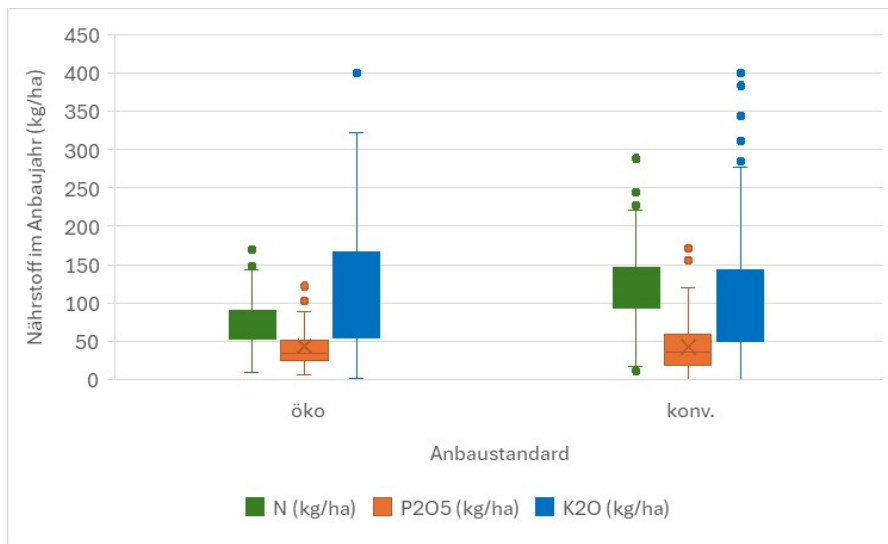


Abb. 2: Nährstofffracht für N, P₂O₅ und K₂O pro Jahr von allen untersuchten Öko- und konventionellen on-farm-Flächen in ST im Projekt ANAPLANT als Boxplots.

4. Klima- und Standortbedingungen in Sachsen-Anhalt

Tatsächlich handelt es sich bei den in der Projektregion vorkommenden Schwarzerden aus Löss (vielfach im Bodenklimaraum 107 gelegen) um besonders ertragreiche Ackerstandorte (>90 Bodenpunkte), deren Entstehung auf heiße und trockene Sommer und kalte Winter in den Leelagen der Mittelgebirge unter Steppenvegetation zurückzuführen ist. Die organische Substanz wird unter diesen Bedingungen nicht vollständig abgebaut und entwickelt sich zu einem mächtigen Humushorizont (Milbert, 2021). ST wies in den Projektjahren 2022 und 2023 ausgesprochen geringe Niederschläge auf, sodass das hohe Ertragspotenzial der Lössstandorte nicht ausgeschöpft wurde. Insbesondere in 2022 waren die erzielten Erträge auf Bundeslandebene ST als auch für die meisten der im Projekt ANAPLANT beprobten Kulturen (Silomais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Winterweizen, Körnermais, Winterraps) niedriger als im Bundesdurchschnitt (Abb. 3). 2024 kam es teilweise zu sehr hohen Niederschlägen mit negativen Effekten auf die Ertragshöhe bedingt durch Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und schwierige Erntebedingungen.

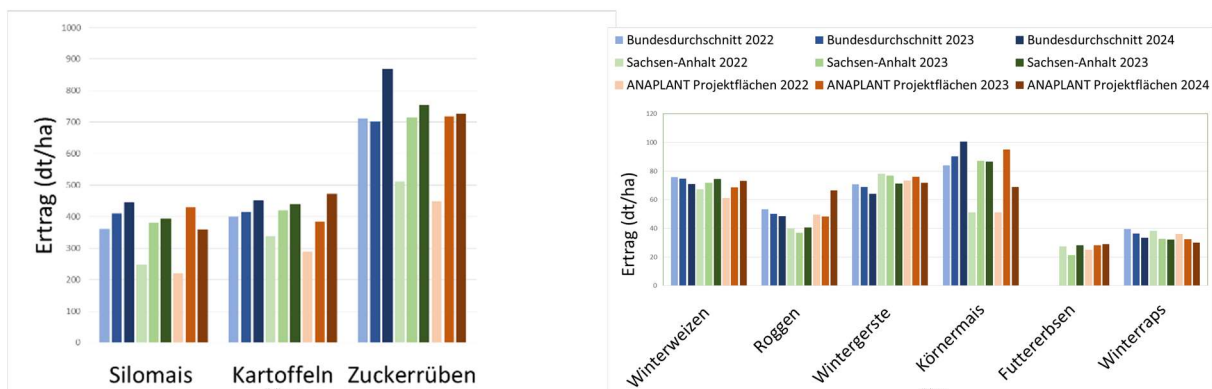


Abb. 3: Durchschnittserträge der beprobten Kulturen auf Bundes-, Landes und Projektebene in 2022 bis 2024.

Auf das jeweilige Anbausystem zurückzuführende Ertragsunterschiede scheinen durch diese Klimabedingungen „maskiert“ zu werden, d.h. es kommt im Ökolandbau im Vergleich zum konventionellen Anbau nicht generell, sondern nur bei einigen Kulturen zu geringeren Erträgen. Für Öko-Winterweizen (Abb. 4) zeigt sich im Vergleich zum konventionellen Anbau ein deutlich

geringerer Ertrag. Ursache ist der hohe Stickstoffbedarf der Kultur im frühen Frühjahr. Im Ökolandbau steht zu diesen Zeitpunkten weniger pflanzenverfügbarer Stickstoff zur Verfügung.

Im Körnermais-, Kartoffel- und Zuckerrübenanbau sind die Ertragsunterschiede geringer. Gründe sind die spätere Aussaat mit höherer Bodentemperaturen und demzufolge mehr Mineralisation sowie ein gleichmäßigerer Nährstoffbedarf im Verlauf des Wachstums.

Auch der Anbau der **Körnererbse** als Leguminose führt beim ökologischen und konventionellen Anbau scheinbar aufgrund der N-Fixierung zu vergleichbaren Erträgen (Abb. 5).

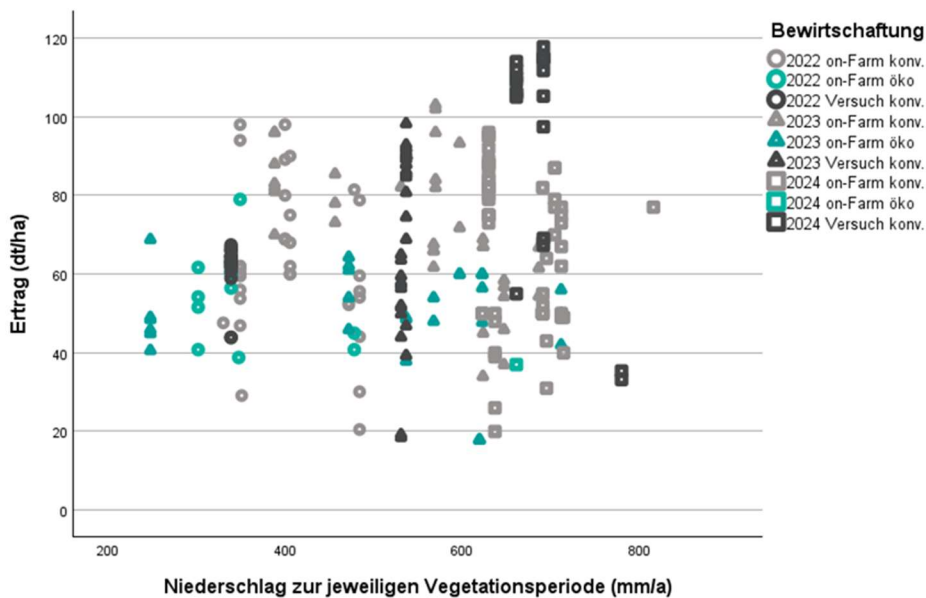


Abb. 4: Einfluss von standortsbezogenen Niederschlagssummen auf Erträge 2022-2024 in Sachsen-Anhalt: Bsp. Winterweizen

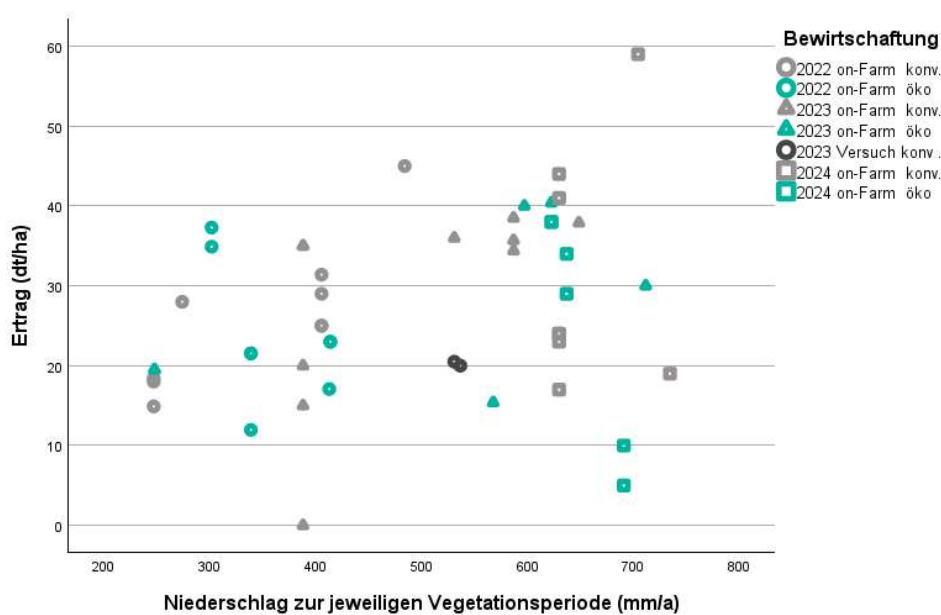


Abb. 5: Einfluss von standortsbezogenen Niederschlagssummen auf Erträge 2022-2024 in Sachsen-Anhalt: Bsp. Körnererbse

Diskussion

Wie von Don et al. (2025) herausgestellt, hängt der Bodenkohlenstoffgehalt größtenteils von Standorteigenschaften wie der Bodentextur und dem Klima ab (Vos et al., 2019), welche regional wie auch global stark variieren. Die Autoren kamen mit zwei unabhängigen bundesweiten Bodendatensätzen zu dem Ergebnis, dass sich bezogen auf die Fläche der Bundesrepublik Deutschland die Böden beider Wirtschaftsweisen nicht in ihren Humusgehalten unterscheiden.

In der Studie ANAPLANT wird ausschließlich das Bundesland ST mit spezifischen strukturellen, geografischen und klimatischen Bedingungen betrachtet. Auffällig ist die betriebliche Struktur der teilnehmenden konventionellen Betriebe als Ackerbaubetriebe mit nur geringem Einsatz organischer Dünger. Insofern weicht in ST der Düngemiteleinsatz besonders bei den konventionellen Betrieben von den Eingangsgrößen der Thünen-Studie (Don et al., 2025) ab und lässt damit auch geringere C-Gehalte auf konventionell bewirtschafteten Äckern erwarten als unter ökologischer Bewirtschaftung mit höherem Eintrag organischer Dünger.

Der in der Thünen-Studie zitierte indirekte Effekt des Humusaufbaues durch Ernterückstände (Berry et al., 2002; Bolinder et al., 2012) kann nur wirksam werden, wenn die Wasserversorgung zeitlich und mengenmäßig ausreicht. Im mitteldeutschen Trockengebiet (Bodenklimaraum 107) ist dies häufig nicht der Fall. Im Projekt ANAPLANT erfasste Ertragsdaten von Ackerkulturen im konventionellen und im ökologischen Landbau lagen in vielen Fällen auf demselben Level (z.B. Körnermais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Körnererbsen), konnten sich aber auch erheblich unterscheiden (z.B. Winterweizen).

Fazit

Die auf regionalem Niveau in ST durchgeführte Studie ANAPLANT kommt zu dem statistisch belegbaren Ergebnis, dass sich die Humusgehalte ökologisch und konventionell bewirtschafteter Böden im Bodenklimaraum 107 signifikant unterscheiden. Aufgrund der im Rahmen des Projektes erhobener Parameter – es wurden keine Informationen zur Bodentextur und zur Fruchtfolge erhoben – kann im Gegensatz zu Don et al. (2025) allerdings nicht eindeutig belegt werden, ob diese Unterschiede in den Humusgehalten bewirtschaftungsbedingt sind, obwohl einige Indizien hierfür vorliegen.

Humusreiche Böden können viel Humus verlieren, besonders wenn sie nicht ausreichend mit organischem Dünger versorgt werden (Jacobs et al. 2018). In ST (zumindest bei den untersuchten Betrieben im ANAPLANT) scheint das Nährstoffmanagement (organische Düngung, Leguminosen- und ZWF-Anbau, vielfältige Fruchtfolgen) des Ökolandbaus vorteilhafter für den Humusgehalt in Böden zu sein als in den konventionellen Betrieben.

Die spezielle klimatische Situation in ST impliziert zudem, dass auf Lössstandorten trotz günstiger Bodeneigenschaften aufgrund einer unsicheren Niederschlagsituation verhalten gedüngt werden sollte. So empfehlen Hülsbergen et al. (2023) eine Reduzierung des Stickstoffeinsatzes um etwa 100 kg je Hektar und Jahr sowie der Stickstoffüberschüsse der Landwirtschaft auf unter 20 kg je Hektar und Jahr, um dadurch geringere Stickstoffemissionen (Ammoniak, Lachgas, Nitrat) in die Umwelt (Gewässer, Atmosphäre, Ökosysteme), positive Wirkungen auf Biodiversität und Trinkwasser und Kosteneinsparung für die Trinkwasseraufbereitung zu erreichen. Das alles hat auch Klimarelevanz.

Die Aufgabe der Pflanzenanalyse in diesem Zusammenhang besteht in der gezielten Detektion von Nährstoffmängeln und deren Behebung im Vegetationsverlauf durch Spät-/Kopfdüngung.

Der Erhalt von Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden bleibt eine zentrale Frage in der Landwirtschaft und bedarf weiterer wissenschaftlicher Forschung.

Literatur

- Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., Gimeno, B.S., 2013. Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: a meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 168, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>.
- Alvarez, R., 2022a. Comparing productivity of organic and conventional farming systems: a quantitative review. *Arch. Agron. Soil Sci.* 68 (14), 1947–1958. <https://doi.org/10.1080/03650340.2021.1946040>.
- Bai, Z., Caspari, T., Gonzalez, M.R., Batjes, N.H., Mader, P., Bünemann, E.K., Roth, Z., 2018. Effects of agricultural management practices on soil quality: a review of long-term experiments for Europe and China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 265, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.028>.
- Berry, P. m., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Hatch, D. j., Cuttle, S. p., Rayns, F. w., & Gosling, P. (2002). Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management*, 18(s1), 248–255. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00266>.
- Bolinder, M.A., Katterer, T., Andren, O., Parent, L.E., 2012. Estimating carbon inputs to soil in forage-based crop rotations and modeling the effects on soil carbon dynamics in a Swedish long-term field experiment. *Can. J. Soil Sci.* 92 (6), 821–833. <https://doi.org/10.4141/cjss2012-036>.
- Brügge, K., Don, A. (2025) Einfluss der ökologischen Landwirtschaft auf den Bodenkohlenstoff: Ergebnisse aus Bodeninventuren in Deutschland. Thünen-Report 125. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. <https://doi.org/10.3220/253-2025-221>
- Don, A. Brügge, K., David Emde, Konstantin Aiteew, Christopher Poeplau (2025). No detectable elevated soil carbon under organic farming in German croplands – results from two soil surveys. *Geoderma* Vol. 464, December 2025. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2025.117634>
- García-Palacios, P., Gattinger, A., Bracht-Jorgensen, H., Brussaard, L., Carvalho, F., Castro, H., Milla, R., 2018. Crop traits drive soil carbon sequestration under organic farming. *J. Appl. Ecol.* 55 (5), 2496–2505. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13113>. Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Niggli, U., 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109 (44), 18226–18231. <https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109>.
- Hülsbergen KJ, Schmid H, Chmelikova L, Rahmann G, Paulsen HM, Köpke U (2023) Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus. 1. Auflage. Berlin: Verlag Dr Köster, 102 p, Weihenstephaner Schriften 16
- Jacobs A, Flessa H, Don A, Heidkamp A, Prietz R, Dechow R, Gensior A, Poeplau C, Riggers C, Schneider F, Tiemeyer B, Vos C, Wittnebel M, Müller T, Säurich A, Fahrion-Nitschke A, Gebbert S, Jaconi A, Kolata H, Laggner A, et al (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 316 p, Haider, K. (1999) Von der toten organischen Substanz zum Humus *Journal for Plant Nutrition and Soil Science* 162, 363-371
- Leifeld, J., Fuhrer, J., 2010. Organic farming and soil carbon sequestration: what do we really know about the benefits? *Ambio* 39 (8), 585–599. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0082-8>.
- Milbert, G. (2021): Lössboden – Boden des Jahres 2021. Kuratorium Boden des Jahres. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Heimat. <https://www.bmleh.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/boden2021.html#:~:text=Schwarzerde%20aus%20LC3%B6ss,besitzen%20sie%20LC3%BCber%2090%20Bodenpunkte>.
- Mondelaers, K., Aertsens, J., & Van Huylenbroeck, G. (2009). A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*, 111(10), 1098–1119. <https://doi.org/10.1108/00070700910992925>.
- Roßberg, D. Michel, V. Graf, R. Neukampf, R. (2007): Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland – Definition of soil-climate-areas for Germany. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.*, 59 (7), S. 155–161, ISSN 0027-7479. © Eugen Ulmer KG

- Smith, L.G., Kirk, G.J.D., Jones, P.J., Williams, A.G., 2019. The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. *Nat. Commun.* 10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7>.
- Tuomisto, H.L., Hodge, I.D., Riordan, P., Macdonald, D.W., 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? – a meta-analysis of European research. *J. Environ. Manage.* 112, 309–320. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018>.
- Vos, C., Don, A., Prietz, R., Heidkamp, A., Freibauer, A., 2016. Field-based soil-texture estimates could replace laboratory analysis. *Geoderma* 267, 215–219. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.12.022>.