

DGG-Proceedings 2025, Vol. 13, No. 1, pp. 1-7  
DOI: 10.5288/dgg-pr-13-01-sm-2025

---

Sandra Münzel, Carmen Feller

## **Monitoring-Ergebnisse zum Bodenzustand in Gemüsebaubetrieben sowie mögliche Maßnahmen zur Verbesserung**

---

Leibniz Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Bereich: Gartenbausysteme der  
Zukunft, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Deutschland;  
muenzel@igzev.de, feller@igzev.de

\* Korrespondenz: muenzel@igzev.de



---

**DGG-Proceedings**

Short Communications (Peer Reviewed, Open Access)  
German Society for Horticultural Science (DGG)  
www.dgg-online.org

**DGG-Proceedings 2025, Vol. 13**

Short Communications – Peer Reviewed, Open Access

Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft e. V. (DGG)

German Society for Horticultural Science

[www.dgg-online.org](http://www.dgg-online.org)

Annual Conference DGG and BHGL

26.02.-01.03.2025, Essen, Germany

# Monitoring-Ergebnisse zum Bodenzustand in Gemüsebaubetrieben sowie mögliche Maßnahmen zur Verbesserung

Sandra Münzel, Carmen Feller

Leibniz Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Deutschland

## Abstract

Ziel des Projektes war eine Bodenzustandserhebung und eine Verstetigung der Bodenfruchtbarkeit durch Umsetzung verschiedener bodenspezifischer Maßnahmen in Pilotbetrieben des Gemüsefreilandanbaus. Die Auswertung von Bodenproben aus 50 Gemüseanbauflächen diente der Einschätzung des Ist-Zustandes der Bodenfruchtbarkeit. Untersucht wurden relevante Zustandsgrößen wie Humusgehalt, pH-Wert und Gehalt an Nährstoffen sowie mikrobiologische Eigenschaften. Die Spannweite war bei allen Merkmalen sehr hoch und reichte von einer Unter- bis zur Überversorgung. Die Auswirkung vielfältiger Maßnahmen, wie die Einbringung organischer Substanz, Erhöhung der Begrünungsrate, Kalkung, Einsatz von Mikronährstoffen und mikrobiellen Organismen, auf verschiedene Bodeneigenschaften wurden analysiert. Durch Blühstreifen stieg die mikrobielle Biomasse deutlich an, durch Zugabe von Kalziumsulfat hingegen sank sie zumeist. Organische Dünger wirkten, kombiniert mit einem Zwischenfruchtanbau, am besten. Borsäure hob den Gehalt an leicht verfügbarem und Reserve-Bor im Boden nicht an. Auf eine Phosphor- und Kalium-Düngung konnte zwei Jahre verzichtet werden, ohne dass ein Mangel eintrat. Im Ergebnis des Projektes wird ein Maßnahmenkatalog zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit im Gemüseanbau formuliert.

## 1. Einleitung

Die Erhaltung und Verbesserung der Bodenqualität erfordert ein Verständnis dafür, wie die Böden im Laufe der Zeit auf landwirtschaftliche und gartenbauliche Praktiken reagieren, und die Fähigkeit, Veränderungen quantitativ zu messen oder zu überwachen (Goh et al. 2001). Dabei ist der Boden ein wichtiger Faktor für eine effektive Nahrungsmittelproduktion. Sowohl die intensive anthropogene Nutzung als auch natürliche Prozesse führen langfristig zu Nährstoffverlusten und Bodendegradation. Die landwirtschaftlichen Flächen stehen weltweit unter zunehmendem Produktionsdruck (Topa et al. 2025). Besonders betroffen ist auch der Gemüseanbau mit seiner intensiven Nutzung. Das Forschungsziel im Projekt „Gesunder Boden – Gesunde Pflanzen – Gesunde Lebensmittel“ ist es, den aktuellen Zustand der Bodenfruchtbarkeit in Gemüseanbaugebieten zu analysieren und die Wirksamkeit spezifischer Maßnahmen hinsichtlich der Verbesserung ausgewählter Zustandsgrößen zu untersuchen. Die Bodenfruchtbarkeit ist dabei die Fähigkeit von Böden, als Standort für Pflanzen zu dienen, und steht im Zusammenhang mit Bewirtschaftung und Erträgen. Wir konzentrieren uns einerseits auf bodenbiologische Parameter, wie die Steigerung des Gehaltes an organischer Substanz, sowie damit verbunden das mikrobielle Leben im Boden. Denn Mikroorganismen sind eine wichtige Triebkraft des organischen Bodenkohlenstoff (SOC)-Umsatzes und fördern die Bildung von Makroaggregaten, um den Kohlenstoff physisch zu

schützen. Andererseits wurden Zustandsgrößen im Hinblick auf einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt im Boden untersucht. Ein ausgewogenes Verhältnis an Pflanzennährstoffen wirkt Mangelerscheinungen in den Pflanzen entgegen.

Nach der Bewertung des Ist-Zustandes der gemüsebaulich genutzten Böden und der Bewirtschaftungsmaßnahmen in den Pilotbetrieben wird eine Beurteilung der Wirksamkeit der flächenspezifisch vorgeschlagenen Maßnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit durchgeführt. Aufgrund der Umsetzung des Projektes in praktischen Betrieben fehlt die Möglichkeit von Wiederholungen bei der Datenerhebung. Daraus resultieren Einschränkungen in verallgemeinerbaren Schlussfolgerungen.

## **2. Daten, Methoden und Vorgehensweise**

Die vorliegende Studie wurde auf Betriebsflächen des Freilandgemüseanbaus in Deutschland, Polen und der Tschechischen Republik durchgeführt. 70 % der Böden im Untersuchungsgebiet sind nach der USDA-Texturklassifikation als Sand bis sandiger Lehm definiert.

Für die Ist-Zustandsbewertung wurden Bodenproben an 13 Betriebsstandorten auf insgesamt 50 Schlägen mit Gemüse- und Ackernutzung entnommen und analysiert. Die Probenahme wurde außerhalb der Hauptkulturzeit (Oktober bis Februar) auf einer ausgewählten Fläche von etwa zwei Hektar des Schlages zu Projektbeginn 2021/22 und nach dem Einsatz der Maßnahmen 2024 durchgeführt. Auf jedem Feld wurden mindestens 20 Proben aus 0-30 cm Tiefe mit einem Bohrstock entnommen, gemischt und homogenisiert. Es erfolgten bodenchemische und -physikalische Analysen sowie eine PLFA (Phospholipidfettsäuren)-Analyse und die der organischen Substanz. Zur Bestimmung der organischen Bodensubstanz wurde die Nahinfrarot-Spektroskopie (Eurofins Agro; NIRS (TSC®)) verwendet. Der Kohlenstoff wurde mit einem Elementaranalysator (Skalar PrimacsSNC100) bestimmt, die Bodenproben für TC (Gesamtkohlenstoff) bei 1400 °C bzw. für TIC (gesamter anorganischer Kohlenstoff) bei 130 °C verbrannt und mit Phosphorsäure bestimmt; Humus =  $(TC - TIC) * 1,72$ . Für die Korngröße wurde die Analyse ÖNORM L1061-2 (Pipettenmethode) verwendet. Der pH-Wert des Bodens wurde mit  $CaCl_2$  (DIN ISO 10390) bestimmt. Die Konzentration der Bodennährstoffreserven wurde mit einem Extrakt mit Ammoniumlactat, pH 3,75, bestimmt (Egner und Riehm 1955). Die CAT-Extraktion von Magnesium (Mg), Bor (B), Mangan (Mn), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) wurde nach VDLUFA-Methodenbuch (VDLUFA 2016) durchgeführt. Das Extraktionsmittel für die lösliche Fraktion der Nährstofffraktionen war ein 1:5-Wasserextrakt. Die CaO-Reserve ist die Summe der austauschbaren Calcium-Ionen und der löslichen, karbonisierten Calcium-Ionen im Extrakt.

Die Ableitung einzelner flächenspezifischer Maßnahmen zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit basierte auf dem ermittelten Ist-Zustand. Die Maßnahmen, wie veränderte Bewirtschaftungspraktiken, der Einsatz von Mikronährstoffdüngern, Kalken und organischen Bodenhilfsstoffen, wurden auf einer Teilfläche des Schlages durchgeführt. Etwa zwei Jahre nach der Durchführung der Maßnahmen, also 2024, wurden sowohl die Kontrollfläche mit der praxisüblichen Bewirtschaftung als auch der Teilbereich mit durchgeführter Maßnahme erneut nach oben genannter Methode beprobt und die Veränderungen auf ausgewählte Bodeneigenschaften mit der Kontrollfläche verglichen. Diese wurden immer in Bezug auf die Kontrolle (Messwert = 100 %) angegeben.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1. Ist-Zustand gemüsebaulich genutzter Böden

Die Ergebnisse des Ist-Zustandes wurden bereits von den Autorinnen publiziert (Muenzel und Feller 2024). Es zeigten sich nach der ersten Beprobung Defizite in verschiedenen Zustandsgrößen der Bodenfruchtbarkeit. Zur Bewertung wurden vor allem die Werte der VDLUFA-Standpunkte herangezogen. So wurden sehr niedrige pH-Werte, teils von 3,9, gemessen (Muenzel und Feller 2024). Dies kann zahlreiche negative Auswirkungen auf die Ionenbindung und die Aktivitäten der Mikroorganismen im Boden haben. Ein niedriger pH-Wert kann die Mg-Aufnahme verringern und den verfügbaren organischen Phosphor reduzieren. Die Kalkung könnte in diesen Fällen ein wirksames Instrument zur Verbesserung der Nährstoffspeicherung im Boden sein.

In den Böden wurden zudem niedrige Gehalte an CaO- und Mg-Reserven (ca. 70 % der Flächen), verschiedenen Mikronährstoffen und an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ , etwa 30 % der Flächen) festgestellt. Der  $C_{org}$ -Gehalt liegt etwa gleichmäßig zwischen 0,5 und 2,3 %. Die Höchstwerte der mikrobiellen Biomasse liegen bei 365 mg C/kg, der Minimalwert betrug 58 mg C/kg. Etwa 20 % der Felder weisen geringe Gehalte an Mykorrhiza und mikrobieller Biomasse auf (Münzel und Feller 2022). Bei zu geringem Gehalt an Humus und mikrobieller Biomasse werden für Gemüsebetriebe folgende Maßnahmen empfohlen: verstärkter Einsatz von organischen Düngern, Einsatz von mikrobiellen Bodenhilfsstoffen und Einsatz von Zwischenfrüchten.

Unsere Studie ergab auch einen Mangel an Mikronährstoffen im Boden, hauptsächlich Bor und Mangan. Große Differenzen zeigen sich im Gehalt von Bor (0,6 bis 14,8 mg/100 g). Interessant sind die hohen Korrelationen zwischen den Magnesium- und Bor-CAT-Gehalten und der mikrobiellen Biomasse. Laut Yang et al. (2021), die die kurzfristige Anwendung von Magnesiumdüngern auf die mikrobielle Biomasse und die Funktionen des Bodens untersuchten, erhöht die Anwendung von Magnesiumdüngern ( $MgSO_4$ ) die mikrobielle Biomasse.

Die Ergebnisse unserer Bodenzustandserhebung zeigten, dass der Gehalt an Makronährstoffen, vor allem Phosphor und Kalium, auf 50 % der Felder sehr hoch war. Infolgedessen kann die Düngung mit Phosphor und Kalium für einen gewissen Zeitraum eingespart werden. Aufgrund der identifizierten Defizite sind verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung dieser Böden sinnvoll, um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu sichern. Nach Rücksprache mit den Landwirten wurden insgesamt 54 Maßnahmen für die einzelnen Felder vereinbart.

#### 3.2. Ergebnisse der Umsetzung einzelner Maßnahmen

Die positive Wirkung von Zwischenfrüchten konnte durch die Anwendung der Maßnahmen zur Verstärkung der organischen Substanz und Förderung mikrobiellen Lebens bestätigt werden. Eine längere Standzeit der Zwischenfrüchte, auch über den Winter, erhöhte die mikrobielle Biomasse und auch die Anzahl an Bakterien und Pilzen im Boden. Lange Brachzeiten führten zu einer Reduzierung der Anzahl. Das Anlegen von Blühstreifen hob den Humusgehalt minimal an, aber die mikrobielle Biomasse stieg um fast 100 % (Abbildung 1). Die Zugabe verschiedener Präparate mit effektiven Mikroorganismen wirkte sich differenziert auf die mikrobielle Biomasse aus. Eine maximale Steigerung der mikrobiellen Biomasse um 150 % konnte festgestellt werden, bei anderen Produkten nahm die Biomasse um 50 % im Vergleich zur Kontrollfläche ohne Maßnahme ab (Abbildung 2). Dies gilt in

analoger Weise für den Anteil an Pilzen. Bei Mykorrhiza waren nach zwei Jahren keinerlei Effekte sichtbar.

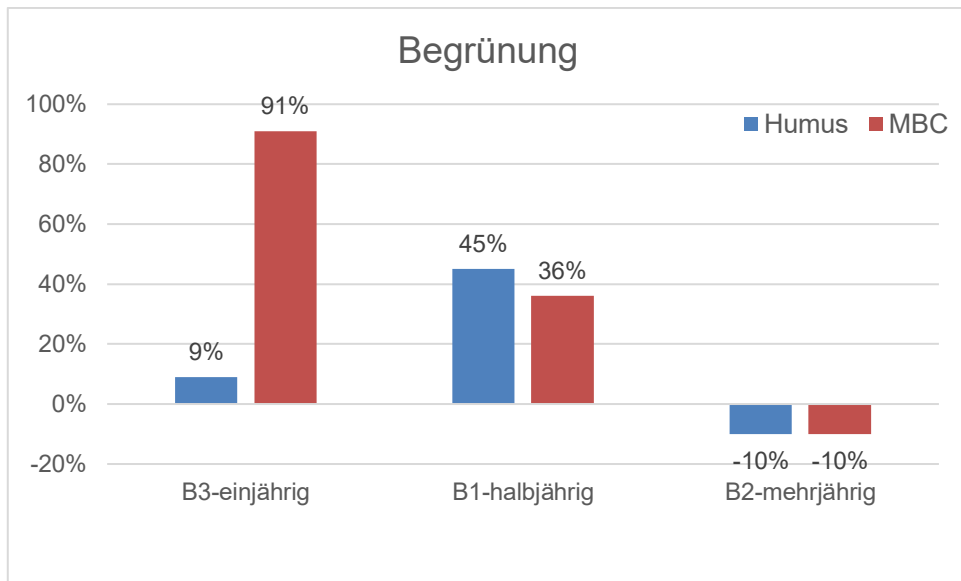


Abbildung 1: Veränderung von Humusgehalt und mikrobieller Masse (MBC) durch Erhöhung der Begrünung gegenüber der Kontrolle (B = Betrieb)

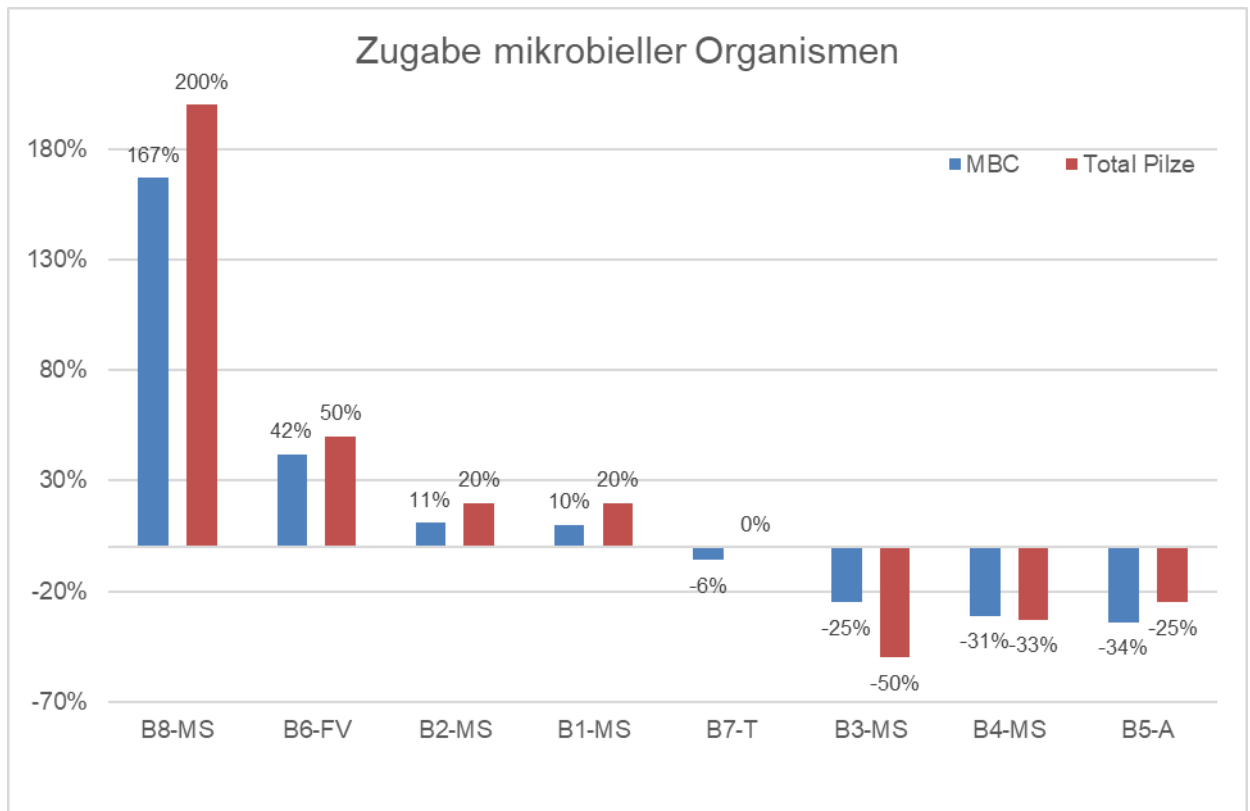


Abbildung 2: Veränderung der mikrobiellen Biomasse (MBC) und der Anzahl Pilze im Boden durch Zugabe mikrobieller Organismen gegenüber der Kontrolle (B = Betrieb, MS, FV, T, A = codierte eingesetzte Produkte)

Die positive Wirkung organischer Dünger war umso stärker, wenn sie mit einem Zwischenfruchtanbau kombiniert wurden. So konnte beispielsweise die Zugabe von Mist nach zwei bis drei Jahren ohne Zwischenfruchtanbau und mit langen Brachezeiten den Gehalt an organischer Bodensubstanz nicht steigern. Auch eine Zugabe von Kompost führte zu einer Abnahme um 20 % (Abbildung 3). Hingegen fördert die Einarbeitung von Stroh auf dem Schlag die mikrobielle Biomasse (MBC). Gegenüber dem Wegfahren des Strohs konnte 174 % mehr mikrobielle Biomasse nachgewiesen werden. Der festgestellte Zusammenhang zwischen dem organischen Kohlenstoff (SOC) und der MBC unterstreicht die wichtige Rolle des SOC für die Bodenfruchtbarkeit, z. B. für die Nährstoffverfügbarkeit und den Beitrag der Mikroorganismen zur Bodenstruktur. Insbesondere haben Böden mit SOC-Anreicherung mehr Mikroben, die die Nährstoffverfügbarkeit und die Entwicklung der Bodenstruktur fördern (Liddle et al. 2020).

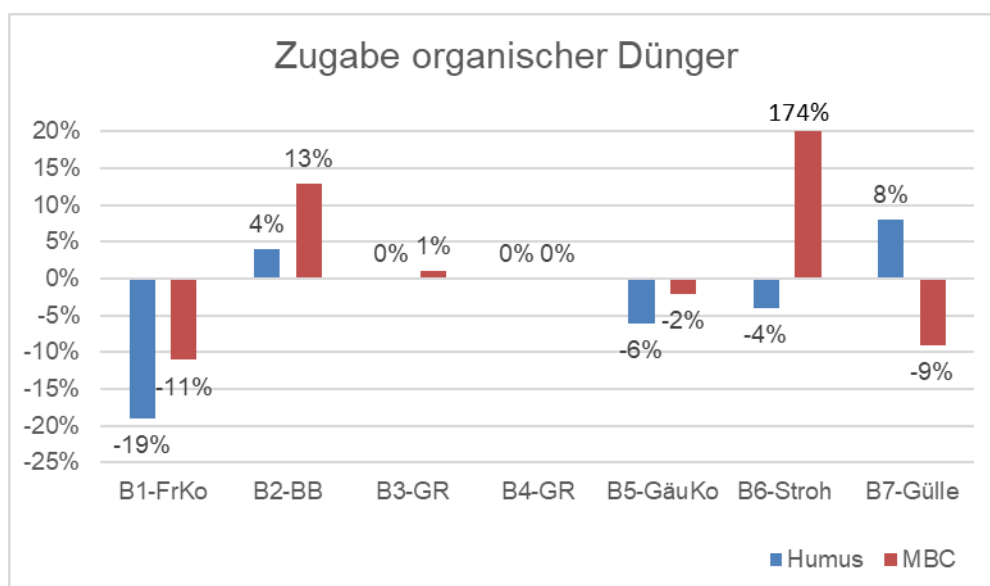


Abbildung 3: Veränderung von Humusgehalt und mikrobieller Masse (MBC) durch Zugabe von organischen Düngern gegenüber der Kontrolle (B = Betrieb, FrKo = Frischkompost, BB = Bodenbalsam, GR = Gärrest, GäuKo = Grünschnittkompost)

Die umgesetzten Maßnahmen zur Optimierung der Nährstoffversorgung führten sowohl zur Reduzierung als auch zur Erhöhung der Gehalte im Boden. So konnten beispielsweise durch die Zugabe von Borsäure im Boden die Bor-Gehalte nicht erhöht werden. Hier ist die praxisübliche Anwendung von Blattdüngung weiterhin mehr zu empfehlen.

Zur Steigerung der Gehalte an Mikronährstoffen werden häufig Mikronährstoffpräparate empfohlen. In der praktischen Anwendung auf gemüsebaulich genutzten Flächen zeigte sich eine sehr heterogene Wirkung. Mögliche Ursachen können Unterschiede in der Körnung, dem pH-Wert, dem Gehalt an Organik oder dem Anbau der Zwischenfrucht auf den Flächen sein. Jedoch konnte mehrheitlich festgestellt werden, dass bei bereits hohen Kupfer-Gehalten diese noch weiter zunahmten. Auch zeigte sich ein deutlicher Anstieg im Zink-Gehalt (bis zu 50 % höher als die Kontrolle), wenn die pH-Werte größer als 6,5 waren.

Das Weglassen einer Düngung von Phosphor und Kalium für zwei Jahre führte zur Optimierung der Reservegehalte und der Gehalte der löslichen Fraktion. Die Gehalte an Phosphor lagen sogar noch immer im überversorgten Bereich. Die Zugabe verschiedener Gipsdünger

hat nach zwei Jahren keine nachweisbare Wirkung auf den Reservegehalt an CaO und Magnesium erbracht (Abbildung 4). Jedoch musste auf mehreren Flächen eine Reduzierung der mikrobiellen Biomasse um 40 % festgestellt werden.

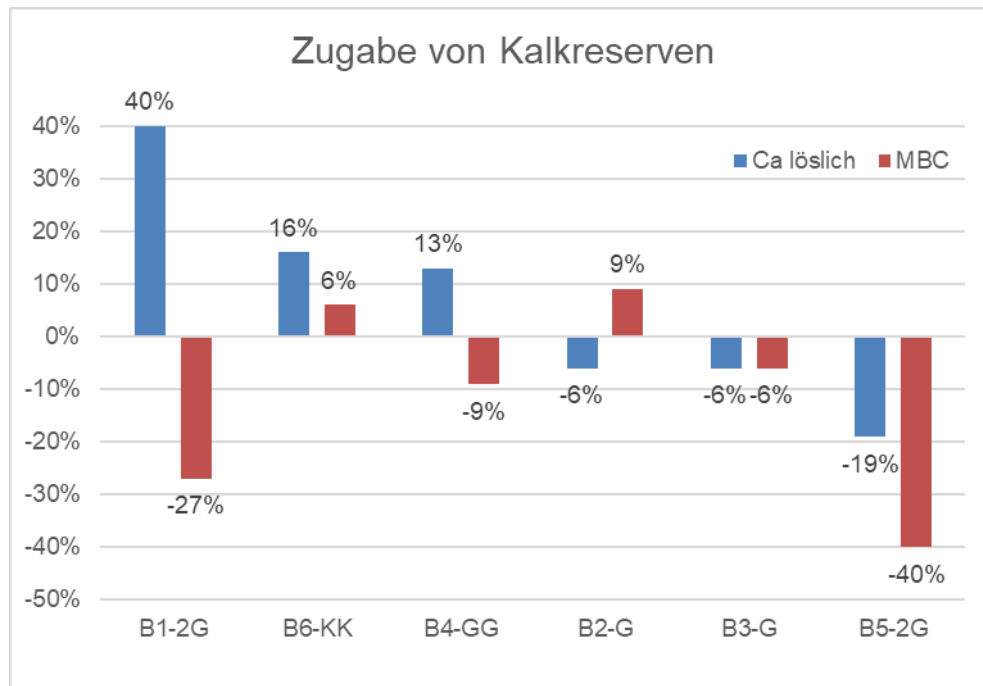


Abbildung 4: Veränderung des löslichen Calciums und der mikrobiellen Biomasse (MBC) durch Zugabe von Kalkreserven gegenüber der Kontrolle (B = Betrieb, 2G = doppelte Menge Kalziumsulfat, KK = KonverterKalk, GG, G = Kalziumsulfatdünger)

#### 4. Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Verallgemeinerung der Ergebnisse sollte beachtet werden, dass die Variabilität der Analyseergebnisse sehr hoch ist. Die Einflussfaktoren, wie u. a. Bodenart, pH-Wert, Witterung, angebaute Kulturen, variieren in den Praxisbetrieben und auch auf den einzelnen Schlägen. Daher sind generalisierte Aussagen nicht möglich. Bezugnehmend auf die Ergebnisse ist anzumerken, dass nach zwei Jahren eine abschließende Evaluierung des Maßnahmenerfolges nicht möglich ist. So benötigt es mindestens fünf Jahre, um Veränderungen des Humusgehaltes nachweisen zu können (Kolbe und Zimmer 2016). Dennoch gab es seitens der Betriebe eine hohe Bereitschaft und ein großes Interesse bei der Umsetzung der Maßnahmen. Mit der Studie wurde zudem das Problembewusstsein der Betriebe für Defizite geschärft und die Entwicklung von Lösungsansätzen im Betrieb selbst gefördert.

#### Danksagung

Diese Untersuchung wurde von der Kaufland Stiftung &Co KG im Rahmen des Projektes „Gesunder Boden – Gesunde Pflanzen – Gesunde Lebensmittel“ finanziell unterstützt. Vielen Dank an die Gemüsering Stuttgart GmbH für die Unterstützung im Projekt und an die Labore ECORECYCLING KG Winfried Felderer Italia, Analytica Alimentaria GmbH, Deutschland und Eurofins Agraranalytik Deutschland GmbH für die Durchführung der Bodenuntersuchungen.

## Literatur

DIN ISO 10390 (2022) DIN EN ISO 10390:2022-08: Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm – Bestimmung des pH-Werts (ISO 10390:2021). Deutsche Fassung EN ISO 10390:2022

Egner H, Riehm H (1955) Die Doppellactatmethode. Hg. v. Thun R, Herrmann R, Knickmann E (1955) Methodenbuch Band 1 – Die Untersuchung von Böden. Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin, 3. Auflage

Goh KM, Pearson DR, Daly MJ (2001) Effects of Apple Orchard Production Systems on Some Important Soil Physical, Chemical and Biological Quality Parameters. In: *Biological Agriculture & Horticulture* 18 (3): 269-292. DOI: 10.1080/01448765.2001.9754889

Kolbe H, Zimmer J (2016) Leitfaden zur Humusversorgung – Informationen für Praxis, Beratung und Schulung, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter: <https://d-nb.info/1141604558/34>, letzter Abruf am 20.05.2025

Little K, McGonigle T, Koiter A (2020) Microbe Biomass in Relation to Organic Carbon and Clay in Soil. *Soil Syst.* 4 (3): 41. DOI: 10.3390/soilsystems4030041

Münzel S, Feller C (2022) Relationships between Crucial Soil Variables and Soil Microbial Biomass in Annual and Permanent Farming Cultivation Systems in Central Europe. *Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food* 10: 1-19, <https://www.scientific-publications.net/en/article/1002458/>

Muenzel S, Feller C (2024) Healthy Plants by Increasing Soil Vitality – Monitoring Results of Soil Analyses in Vegetable Cultivations Systems. *Scientific Papers, Series B, Horticulture, Vol. LXVIII, Issue 2*: 511-514

Țopa DC, Căpșună S, Calistru AE, Ailincăi C (2025) Sustainable Practices for Enhancing Soil Health and Crop Quality in Modern Agriculture: A Review. *Agriculture* 15 (9): 998. <https://doi.org/10.3390/agriculture15090998>

VDLUFA (2016) VDLUFA-Methodenbuch Band I – Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Yang W, Zhang X, Wu L, Rensing C, Xing S (2021) Short-Term Application of Magnesium Fertilizer Affected Soil Microbial Biomass, Activity, and Community Structure, *J Soil Sci Plant Nutr* 21 (1): 675-689. DOI: 10.1007/s42729-020-00392-x