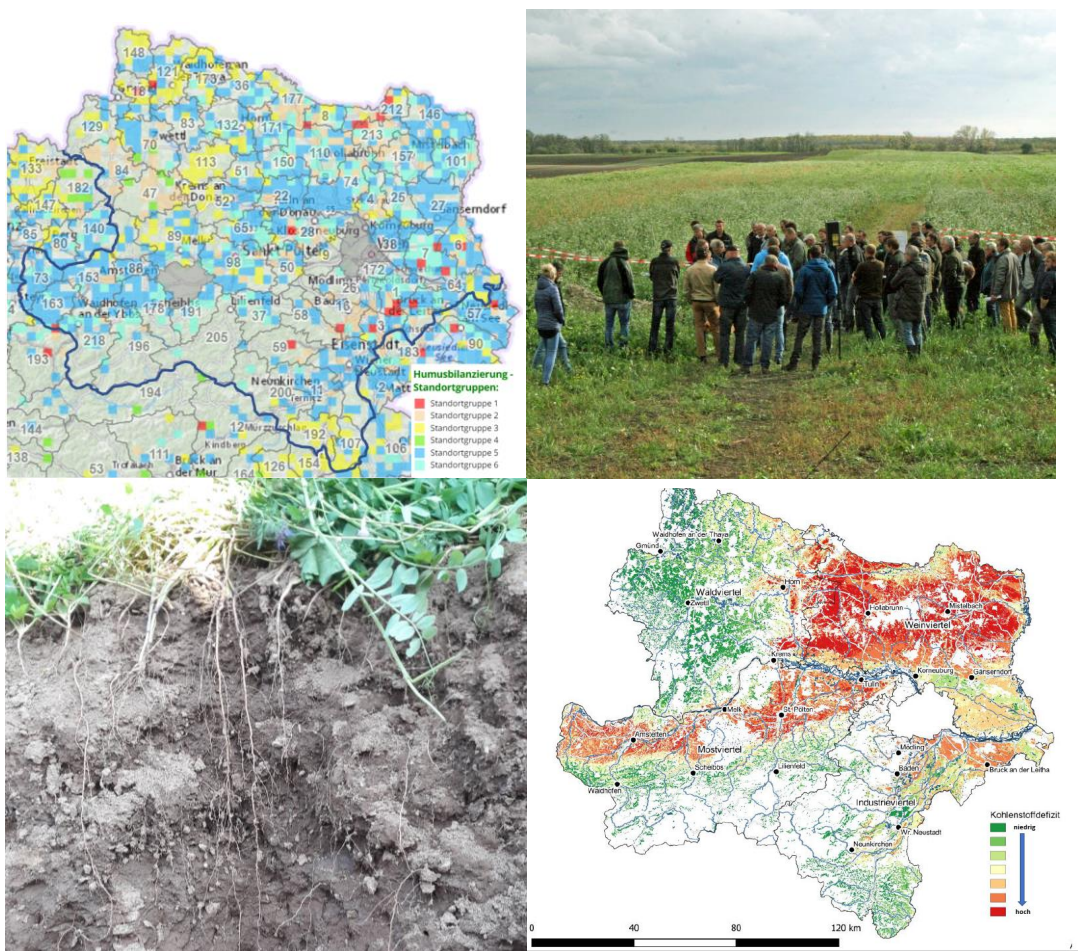


GEZIELTES HUMUSMANAGEMENT IN NIEDERÖSTERREICHS BÖDEN

*LEITFADEN UND BEST PRACTICE BEISPIELE
AUSGEARBEITET MIT 81 PRAXISBETRIEBEN*



Gefördert durch den Niederösterreichischen Landschaftsfonds

unser Boden 
wir stehen drauf!
sinnvoll nutzen, sorgsam schützen!

DER 
LANDSCHAFTSFONDS


NÖ AGRARBEZIRKSBEHÖRDE

www.unserboden.at

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Bio Forschung Austria
Esslinger Hauptstr. 132-134
A-1220 Wien, Österreich
Tel.: +43 1 4000 49 150
E-mail: office@bioforschung.at
www.bioforschung.at

Fotos: Bio Forschung Austria

Projektleitung: Dr. Eva Erhart
Projektmitarbeit: DI Elisabeth Neuner
Bio Forschung Austria

Projektpartner:

Projektteil Humusdefizitprognose und Humuskarte für den Ackerbau:
Univ. Prof. Dr. Walter W. Wenzel
DI Franz Josef Kilian Mayr
Universität für Bodenkultur, Institut für Bodenforschung

Projektteil Demonstrationsanlage mit innovativen Bodenbearbeitungsmethoden:
Alfred Grand
Forschungsbauernhof Grand, Absdorf

Fachliche Begleitung und Zusammenarbeit:

DI Peter Mayrhofer
DI Dr. Erwin Szlezak
NÖ Agrarbezirksbehörde, Fachabteilung Landentwicklung

Wir danken allen beteiligten Landwirten für ihre Mitarbeit.

Stand: Juni 2022

Eigenverlag

© Bio Forschung Austria, Wien

Im Rahmen des Projektes **Gezieltes Humusmanagement in Niederösterreichs Böden** (Laufzeit: 2018-2022), gefördert durch das Land Niederösterreich über den Niederösterreichischen Landschaftsfonds.

Sämtliche Rechte, insbesondere der Vervielfältigung, der Veröffentlichung, der Digitalisierung und des öffentlichen Vortrages bleiben dem Urheber Bio Forschung Austria erhalten. Diese Broschüre darf nur mit Zustimmung von Bio Forschung Austria und nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung veröffentlicht oder weitergegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Was ist Humus?.....	2
Wie trägt Humus zur Bodenfruchtbarkeit bei?	2
Welche Humusgehalte sind in Ackerböden möglich?.....	3
Was ist theoretisch möglich und welche Mengen Kohlenstoff bzw. Humus wurden in niederösterreichischen Böden gemessen	4
Die Kohlenstoffdefizitkarte für Niederösterreich (Acker- und Grünlandböden).....	5
Die Kohlenstoffdefizitkarte von Acker- und Grünlandoberböden für das Weinviertel, Tullnerfeld und das Zentrale Alpenvorland	7
Wie kann man feststellen, in welche Richtung sich der Humusgehalt auf dem Betrieb entwickelt?	9
Die Standortgruppenkarte in der österreichischen elektronischen Bodenkarte eBod.....	10
Die Tabelle der Humifizierungskoeffizienten der Kulturen nach Standortgruppen	11
Die Tabelle für das Humusnachlieferungsvermögen von organischem Material	11
Ergebnisse der Humusbilanzierung im Weinviertel und im Tullnerfeld.....	13
Ergebnisse der Humusbilanzierung im Zentralen Alpenvorland.....	14
Zusammenstellung der Vorschläge für Maßnahmen zur Humusmehrung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für das Weinviertel, das Tullnerfeld und das Zentrale Alpenvorland	15
Humusmehrnde Fruchtfolge	15
Vorschläge für Weinviertel und Tullnerfeld.....	16
Vorschläge für Zentrales Alpenvorland	16
Ausbringung von organischem Material und Stroheinarbeitung.....	17
Vorschläge für Weinviertel und Tullnerfeld.....	18
Vorschläge für Zentrales Alpenvorland	18
Gründungsanbau	19
Vorschläge für Weinviertel und Tullnerfeld.....	20
Vorschläge für Zentrales Alpenvorland	20
Was bringt wieviel für die Humusmehrung im Weinviertel und im Tullnerfeld?	21
Was bringt wieviel für die Humusmehrung im Zentralen Alpenvorland?	22
Die Kleinregionen	23
Die Standortgruppenanteile der Kleinregionen	24
Kurzbeschreibung der Kleinregionen	24
Best Practice-Beispiele in den Kleinregionen.....	25
Kleinregion Poysdorf/Zistersdorf	27
Kleinregion Wolkersdorf/Gänserndorf	29
Kleinregion Mistelbach/Korneuburg	31
Kleinregion Haugsdorf/Laa a.d. Thaya Nord u. Süd	33
Kleinregion Hollabrunn/Retz	35
Kleinregion Eggenburg/Ravelsbach	37
Kleinregion Kirchberg/Stockerau.....	39
Kleinregion Tullnerfeld	41
Kleinregion Zentrales Alpenvorland	43
Literatur.....	47

Einleitung

Eine nachhaltige betriebliche und regionale Humuswirtschaft ist imstande, die natürliche Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu steigern. Dadurch werden gleichzeitig zahlreiche andere ökologische Bodenfunktionen wie die Puffer-, Filter und Speicherkapazität für Wasser, Nähr- und Schadstoffe, verbessert. Durch eine Erhöhung des Humusgehaltes wird auch atmosphärisches Kohlendioxid in längerfristig stabiler Form im Boden gebunden.

Die Humusbilanzierung erlaubt es, auf der Basis der vergangenen Bewirtschaftung den Humus-Trend auf Ackerflächen abzuschätzen. Mit dieser Methode kann der Landwirt, die Landwirtin selbst die Auswirkungen einer geplanten Bewirtschaftungsänderung abschätzen und z.B. verschiedene Möglichkeiten zur Erhaltung bzw. Mehrung des Bodenumusgehaltes rechnerisch austesten. Damit hat der Landwirt oder die Landwirtin ein Werkzeug für die eigenverantwortliche und selbstbestimmte Steuerung des Humusgehaltes auf dem Betrieb in der Hand.

Im Rahmen von Humusbilanzseminaren wurden den LandwirtInnen Vorschläge für Maßnahmen zur Verbesserung ihrer Humusbilanz und zur Erhöhung des Bodenumusgehaltes auf ihren Ackerflächen gemacht. Diese Maßnahmen wurden mit den Landwirten und Landwirtinnen ausdiskutiert und von ihnen auf ihre Machbarkeit geprüft.

Im Hinblick auf ein effizientes Humusmanagement ist nicht nur der aktuell im Boden gemessene Humusgehalt von Bedeutung, sondern auch das sogenannte Humusdefizit. Dieses weist aus, ob ein Boden zusätzlich Humus speichern kann oder ob bereits Sättigung vorliegt. Von Univ. Prof. Walter Wenzel und seiner Arbeitsgruppe wurden Humusdefizitkarten mit Bodentyp-spezifischen Auswertungen erarbeitet, die eine gezielte Humusanreicherung in humusbedürftigen Regionen unterstützen.

Für die Regionen Niederösterreichs, in denen nach diesen Auswertungen die Verbesserung des Humusgehaltes am dringendsten ist, wurden einerseits die Ergebnisse von gesamtbetrieblichen Humusbilanzierungen zu einer Ist-Zustands-Übersicht zusammengefasst. Diese Übersichten zeigen den Humus-Trend in den Regionen Weinviertel, Tullnerfeld und Zentrales Alpenvorland.

Auf der Basis der mit Landwirten ausdiskutierten und von ihnen überprüften Verbesserungsmaßnahmen wurden regionsspezifische Maßnahmenvorschläge für diese Regionen zusammengestellt. Die wichtigsten Punkte, an denen Verbesserungen ansetzen können, sind

- das Optimieren der Fruchtfolge hin zu mehr Leguminosen und weniger Hackfrüchten
- das Ausbringen von organischem Material und die Stroheinarbeitung
- der Anbau von Gründüngungen und
- das Verhindern von Erosion.

Für insgesamt 81 Betriebe in den Regionen Weinviertel, Tullnerfeld und Zentrales Alpenvorland liegen Optimierungsvarianten für die Humuswirtschaft vor, für die gemeinsam mit den Betriebsleitern die für den Betrieb machbaren Optimierungsschritte herausgefiltert wurden. Diese zeigen, wie hoch das Optimierungspotential realistisch ist. 20 Best-Practice-Beispiele von Betrieben und ihren Optimierungsmaßnahmen runden die Broschüre ab und geben Anregungen für alle, die Boden bewirtschaften.

Was ist Humus?

Unter Humus versteht man alle in und auf dem Boden befindlichen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte (SCHACHTSCHABEL ET AL. ,1998).

Die organische Substanz im Boden setzt sich zusammen aus dem Humus, den Pflanzenwurzeln und dem Bodenleben (BLUM, 2007).

Laut LAL, 2004, sind weltweit rund 1550 Gigatonnen Kohlenstoff im Bodenumus und 760 Gigatonnen Kohlenstoff in der Atmosphäre gebunden.

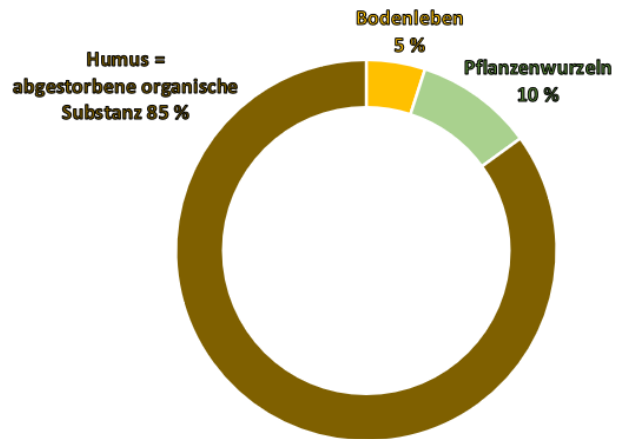


Abb. 1: Zusammensetzung der organischen Substanz des Bodens

In einem Prozent (1 %) Humus, bezogen auf 1 Hektar und die oberen 20 cm Bodentiefe mit einer mittleren Dichte von 1,4 kg/dm³, sind 16.000 kg Kohlenstoff und 1.600 kg Stickstoff enthalten. Daher muss für die Humusmehrung um einen halben Prozentpunkt (0,5 %) ca. 800 kg/ha Stickstoff in organischer Form zugeführt und im Humus eingebunden werden (Husz, 1999).

Humusanreicherung ist daher auch eine Kostenfrage in viehlosen Ackerbaugebieten, nicht aber in Gebieten mit Viehhaltung, wo in der Regel reichlich organischer Dünger mit engem C/N-Verhältnis (Gülle, Jauche) vorhanden ist.

Wie trägt Humus zur Bodenfruchtbarkeit bei?

Humus ist von entscheidender Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit:

- **Verbesserung der Nährstoffversorgung**
- **Verbesserung der Bodenstruktur**
- **Erhöhung der Wasserspeicherung**
- **Raschere Versickerung**
- **Verhinderung von Erosion**

Aus diesen Gründen ist es wichtig zu wissen, in welche Richtung sich der Humusgehalt auf dem Betrieb entwickelt!

Wenn in dieser Broschüre im Folgenden vom Humusgehalt gesprochen wird, so ist immer der Gehalt an Dauerhumus, der mittel- bis langfristig im Boden verbleibt, gemeint.

Welche Humusgehalte sind in Ackerböden möglich?

Die meisten Ackerflächen sind durch Wiesenumbruch oder Waldrodung entstanden. Durch die Ackerbewirtschaftung wurde der hohe Humusgehalt von Wiesen- oder Waldböden stark abgebaut.

Der Humusgehalt auf Ackerböden hängt ab von:

- Standort
- Bodenart (Ton Gehalt und Feinschluffgehalt)
- Klima
- Bewirtschaftung

Ackerböden in Österreich enthalten meist rund 2 – 4 % Humus. Auf sandigen (leichten) Böden kann der Humusgehalt auch darunter liegen, auf tonigen (schweren) Böden auch darüber. Der Humusgehalt ist immer in Abhängigkeit von der Bodenart zu sehen. Bei einem sehr schweren Boden kann auch ein Humusgehalt von 5 % zu niedrig sein. Andererseits kann durch Humusanreicherung auch ein sehr sandiger Boden fruchtbar werden. **Realistischerweise ist auf Ackerland eine dauerhafte Humusanreicherung nur langsam und meist nur in beschränktem Ausmaß möglich.**

Welche Humus- und damit Kohlenstoffmengen im Mittel auf Ackerland vorhanden sind, zeigt die folgende Tabelle: Gewicht des Humus und Kohlenstoffs je Hektar (20 cm Tiefe)

Humusgehalt (Mittelwert NÖ Ackerböden lt. BZl)	2,28 %
Gewicht des Bodens pro Hektar (20 cm Tiefe)	2.800 t
Gewicht des Bodenhumus pro Hektar	63,8 t
Gewicht des im Humus enthaltenen Kohlenstoffs (C)	37 t

Damit sich der Humusgehalt im Boden um 0,5 % (z. B. von 2 % auf 2,5 %) erhöht, muss der Kohlenstoffgehalt im Boden um 8.000 kg pro Hektar angehoben werden.

Humusmehrung ist ein langfristiger Prozess, der Jahrzehnte in Anspruch nimmt!

Eine sehr humusmehrende Bewirtschaftung kann den Humusgehalt im Boden um bis zu 500 kg Kohlenstoff (entspricht 860 kg Humus) pro Hektar und Jahr erhöhen.

Diese Einschätzung von Kolbe (2013a) wird auch von einer aktuellen Auswertung von Langzeitfeldversuchen (Tiefenbacher et al., 2021) bestätigt.

Doch selbst in diesem Fall dauert es mindestens 16 Jahre, um den Humusgehalt um einen halben Prozentpunkt (0,5 %) zu erhöhen.

Wenn bei der Humusbilanzierung für ein Feldstück z.B. 100 kg C/ha und Jahr an Humusmehrung (+) berechnet werden, dann bedeutet dies folgendes:

+ 100 kg C/ha und Jahr = + 172 kg Humus

Das heißt: in 80 Jahren wird der Humusgehalt um 0,5 % höher sein.

Wenn bei der Humusbilanzierung für ein Feldstück z.B. 300 kg C/ha und Jahr an Humusmehrung (+) berechnet werden, dann bedeutet dies folgendes:

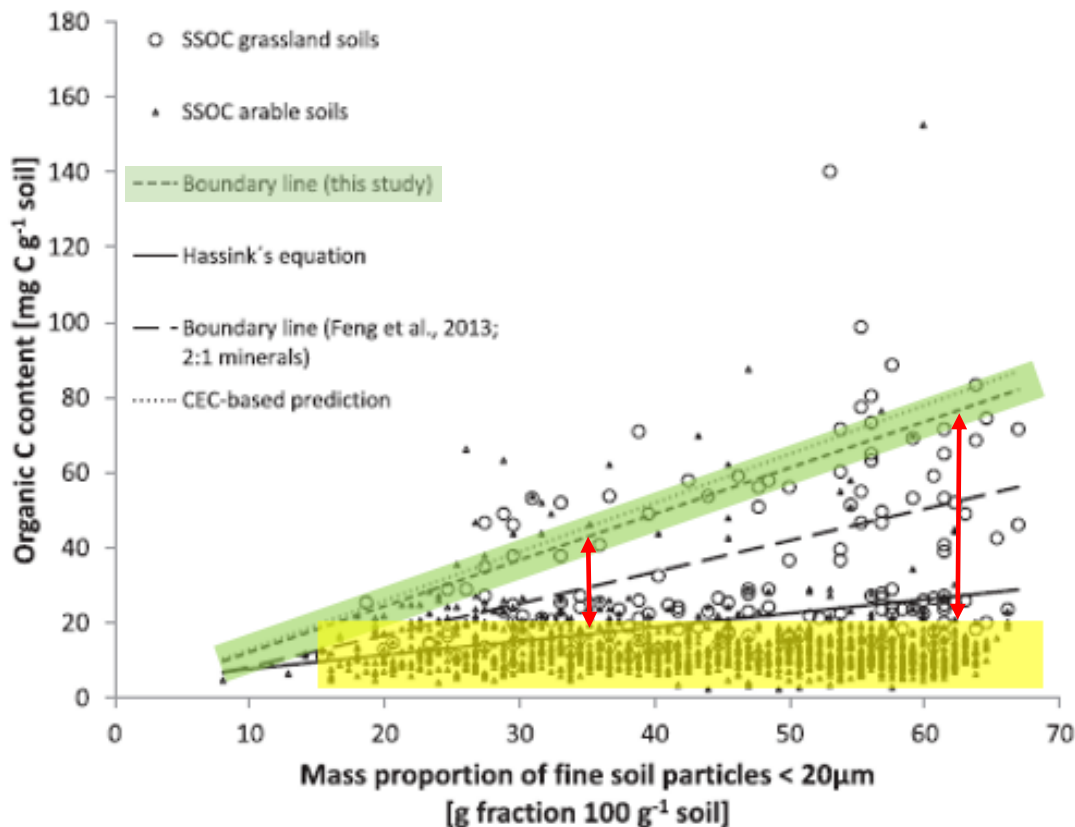
+ 300 kg C/ha und Jahr = + 516 kg Humus

Das heißt: in 27 Jahren wird der Humusgehalt um 0,5 % höher sein.

Wenn die Humusbilanzierung einen Humusabbau (-) zeigt, gelten die Werte entsprechend umgekehrt.

Was ist theoretisch möglich und welche Mengen Kohlenstoff bzw. Humus wurden in niederösterreichischen Böden gemessen

Wenzel et al. (2022) errechneten das Kohlenstoffsättigungspotential von Niederösterreichs Böden. Die genaue Vorgangsweise bei der Berechnung ist auch in Wenzel et al. (2022) beschrieben. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Böden im Grünland weitgehend kohlenstoff- bzw. humusgesättigt sind. Die Differenz des Kohlenstoffgehaltes eines betrachteten Ackerbodens zu dem bei Grünlandnutzung desselben Bodens möglichen Kohlenstoff- bzw. Humusgehalt wird als Kohlenstoff-Sättigungsdefizit bezeichnet.



Quelle: Wenzel et al., 2022, ergänzt

Abb. 2: Kohlenstoffgehalt und Sättigungspotential in Abhängigkeit vom Anteil der Fraktion < 20 μm im Boden
 Dreiecke: organischer Kohlenstoff (in der feinen Fraktion < 20 μm) von 1149 Ackerböden (gelb hinterlegt).
 Kreise: organischer Kohlenstoff (in der feinen Fraktion < 20 μm) von 149 Grünlandoberböden.
 Die obere strichlierte Grenzlinie zeigt, welches Kohlenstoffsättigungspotential bei optimaler Bewirtschaftung als Grünland möglich wäre (grün hinterlegt).

*Anmerkung zur Umrechnung von Organischer Substanz (OC) in Prozent Humus (= % Humusgehalt)
 Die Formel lautet: $OC \text{ (g C je kg Boden)} \times 1,72 \text{ dividiert durch } 10 = \% \text{ Humusgehalt}$
 Zum Beispiel: $20 \text{ g C je kg Boden} \times 1,72 \text{ dividiert durch } 10 = 3,44 \% \text{ Humusgehalt}$

Die roten Pfeile in der Abb. 2 bedeuten folgendes:

Theoretisch möglich	gegenübergestellt	Praktisch gemessen
Die Differenz ist das Kohlenstoff- bzw. Humusdefizit in Niederösterreichs Böden 1990		

Je länger der rote Pfeil, umso höher das Kohlenstoff- bzw. Humusdefizit

Das Kohlenstoffdefizit in Grünlandoberböden (Kreise in der Graphik) ist unterschiedlich und folgt auch dem Anteil an Feingehalt im Boden (je höher der Feinanteil des Bodens – Teilchen <20 µm – umso höhere Kohlenstoffgehalte).

Die geringsten Defizite sind in Niederösterreich daher in den Grünlandgebieten im Waldviertel, in der Buckligen Welt und im Voralpengebiet zu finden (siehe dazu auch die Kohlenstoffdefizitkarte auf der nächsten Seite).

Bei den Ackerböden zeigt sich, dass der gemessene Kohlenstoffgehalt in einer Bandbreite von 5 bis 20 Milligramm C je Gramm Boden liegt. Das entspricht Humusgehalten zwischen 0,9 und 3,4 %. Die Werte der Ackerböden sind in Abb. 2 gelb hinterlegt.

Da das Kohlenstoffsättigungspotential in den Landschaften mit hohem Feingehalt der Böden am höchsten ist,

- das sind die Tschernosem- und Feuchtschwarzerdegebiete im Weinviertel,
- die Molassezone mit Braunerde und Pseudogleyböden im Alpenvorland
- und die Auböden- und Feuchtschwarzerdegebiete entlang der Donau und im Traisen- und Pielachtal,

ist in diesen Gebieten das errechnete Kohlenstoffdefizit am größten (siehe Kohlenstoffdefizitkarte).

Es handelt sich dabei um ein **theoretisches Speicherpotenzial**, welches möglicherweise realisiert werden könnte, wenn landwirtschaftlich genutzte Böden in permanentes Grünland oder naturnahe Ökosysteme umgewandelt würden. Insbesondere in ackerbaulich genutzten Böden und Wechselland ist ohne grundlegende Änderung der Nutzungsart (also z.B. zu Grünland) auch mit den wirksamsten Bewirtschaftungsmaßnahmen nur ein Bruchteil dieses Potenzials realisierbar (Wenzel et al., 2021).

Die Kohlenstoffdefizitkarte für Niederösterreich (Acker- und Grünlandböden)

Als Ausgangsdaten für Berechnungen und die Darstellung in Kartenform dienen die Daten der Niederösterreichischen Bodenzustandsinventur 1991/92 (Land Niederösterreich, 1994). Für die Berechnungen für die räumliche Vorhersage wurden zusätzlich verschiedene Umweltvariablen entsprechend den S.C.O.R.P.A.N. Faktoren für digitales soil mapping (DSM) verwendet: z.B. Topographie, Klima, Bodentyp, Mineralogie, Vegetation etc. (Mayr, 2020). Auf diese Weise wurden Karten für den Gehalt des Bodens an Stabiler organischer Substanz (SSOC) und für das Kohlenstoffsättigungsdefizit erstellt.

Abbildung 3 zeigt die Verteilung des Kohlenstoffsättigungsdefizits. Besonders große Sättigungsdefizite (häufig >35 g/kg) sind für die Ackerbaugebiete im Alpenvorland und Weinviertel kennzeichnend. Moderate Defizite (meist <20 g/kg) sind in den ebenfalls vorwiegend ackerbaulich genutzten Regionen des Wiener Beckens und seiner Randbereiche, den Donauniederungen (inkl. Tullnerfeld und Marchfeld) und den Übergangszonen zwischen Wein- und Waldviertel sowie Alpenvorland und Voralpen zu verzeichnen. Die Grünlandgebiete der alpinen und voralpinen Regionen sowie ein Großteil des Waldviertels weisen geringe (<15 g/kg) bis sehr geringe (<10 g/kg)

Sättigungsdefizite auf. Neben der Nutzungsart Grünland trägt auch eine grobe Bodentextur zu geringeren Sättigungsdefiziten bei. Dies trifft insbesondere für das Waldviertel, aber auch auf Landschaftsteile in den Ackerbaugebieten des Ostens mit gröberer Bodenart der Deckschichten zu (z.B. Marchfeld und insbesondere die älteren eiszeitlichen Terrassen (Wenzel et al., 2021).

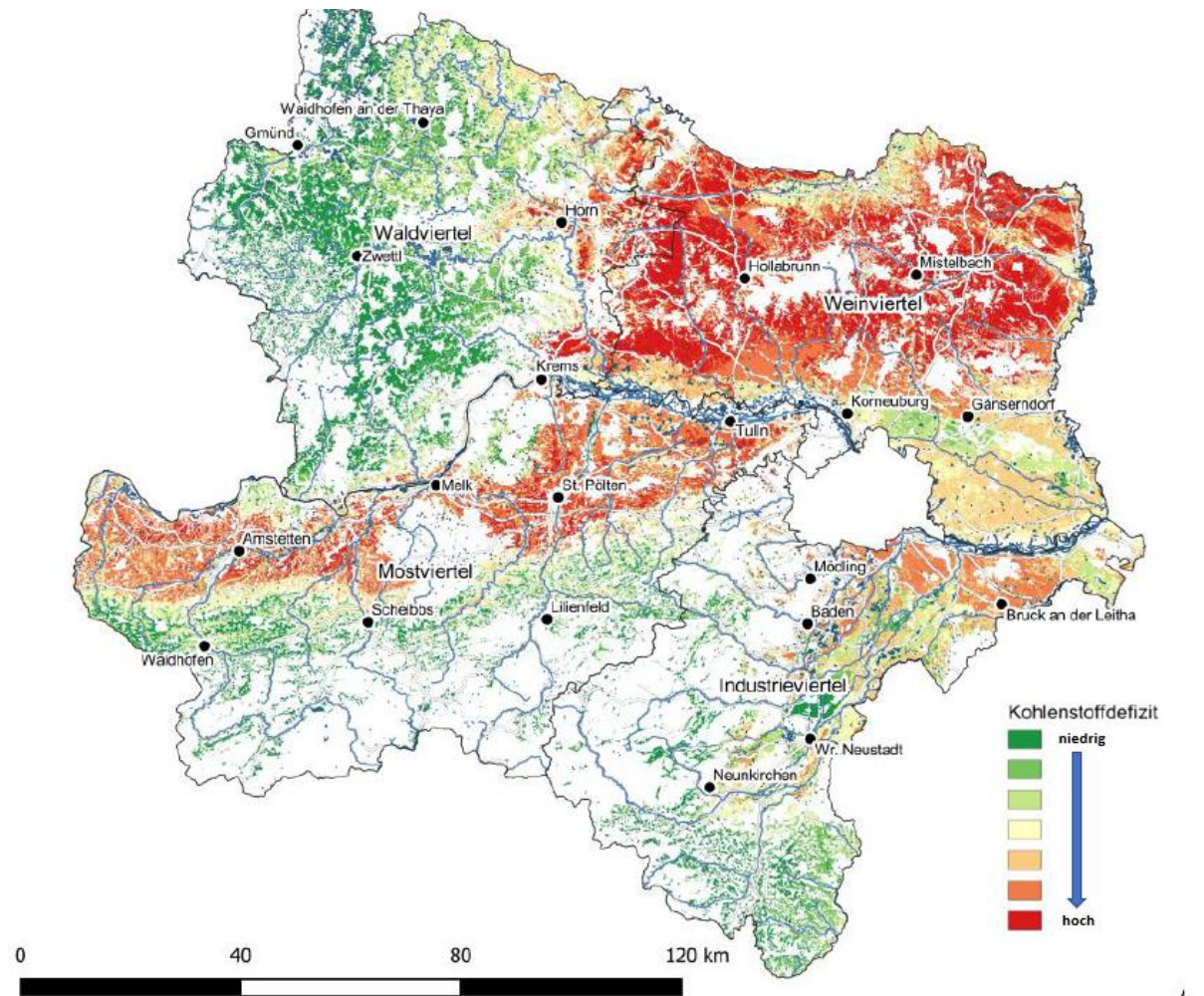


Abb. 3: Kohlenstoffdefizite in landwirtschaftlich genutzten Böden Niederösterreichs (Wenzel et al., 2021). Die Modellierung beruht auf dem Datensatz der BZI NÖ (Beprobung 1990-1992).

Abseits dieser großen Muster zeigen sich auch kleinräumigere systematische Unterschiede. So sind zum Beispiel in den Hügellandschaften des Weinviertels mit hoher Reliefenergie typischerweise die Kuppen und Hanglagen durch ein deutlich höheres Sättigungsdefizit als die anschließenden Tallagen charakterisiert. Dies weist auf den dominanten Einfluss der Bodenerosion auf die Kohlenstoffgehalte und in der Folge auf die Kohlenstoffsättigung infolge der Umlagerung des humusreicheren Oberbodenmaterials hin.

Die Kohlenstoffdefizitkarte von Acker- und Grünlandoberböden für das Weinviertel, Tullnerfeld und das Zentrale Alpenvorland

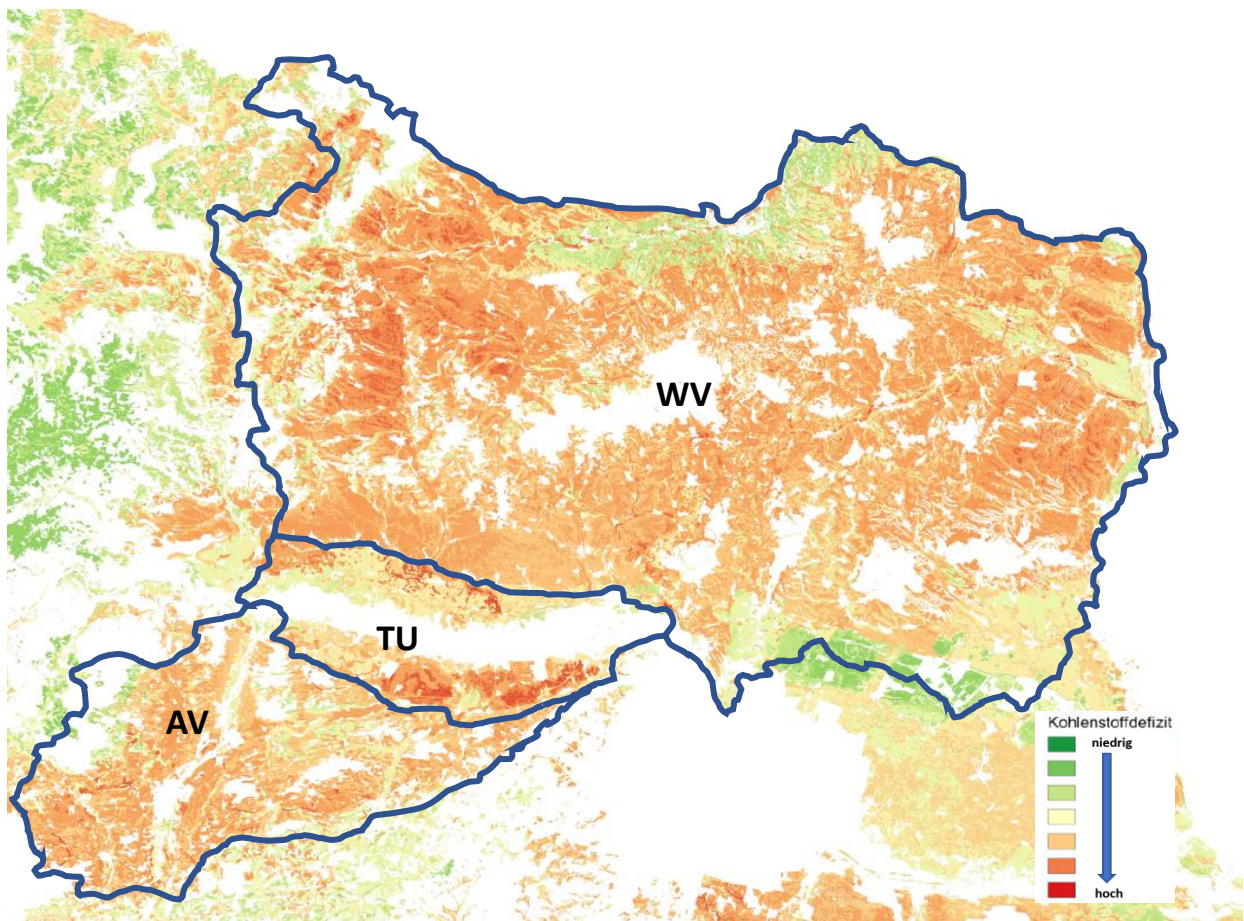


Abb. 4: Kohlenstoffdefizite in landwirtschaftlich genutzten Böden im Weinviertel (WV), Tullnerfeld (TU) und im zentralen Alpenvorland (AV). (Wenzel et al., 2021).

Die Modellierung beruht auf dem Datensatz der BZI NÖ (Beprobung 1990-1992).

In den Donauebene des Tullnerfelds und des Marchfeldes sind kleinräumige Muster erkennbar, wobei höhere Sättigungsdefizite mit höheren Sättigungspotentialen korrelieren. Dies steht offenbar im Zusammenhang mit unterschiedlichen Sedimentationsbedingungen bei der Ablagerung der Flusssedimente (Wenzel et al., 2021).

In den 1990er Jahren traten einige gesetzliche Verbote sowie Förderungen in Kraft, die sich positiv auf den Kohlenstoff- bzw. Humusgehalt in den niederösterreichischen Böden auswirkten.

- Die Strohverbrennung ist seit 1993 per Gesetz verboten (100 % der Ackerfläche)
- Seit der Einführung von ÖPUL 1995 werden in NÖ mittlerweile rund 180.000 ha biologisch bewirtschaftet
- und es werden jährlich auf 200.000 ha Ackerfläche Zwischenfrüchte/Begrünungen angebaut

Dadurch konnte in den letzten 3 Jahrzehnten der Kohlenstoffgehalt der Ackerböden in Niederösterreich von 12,7 g/kg auf 14,8 g/kg Kohlenstoff erhöht werden. (Wenzel et al., 2022).

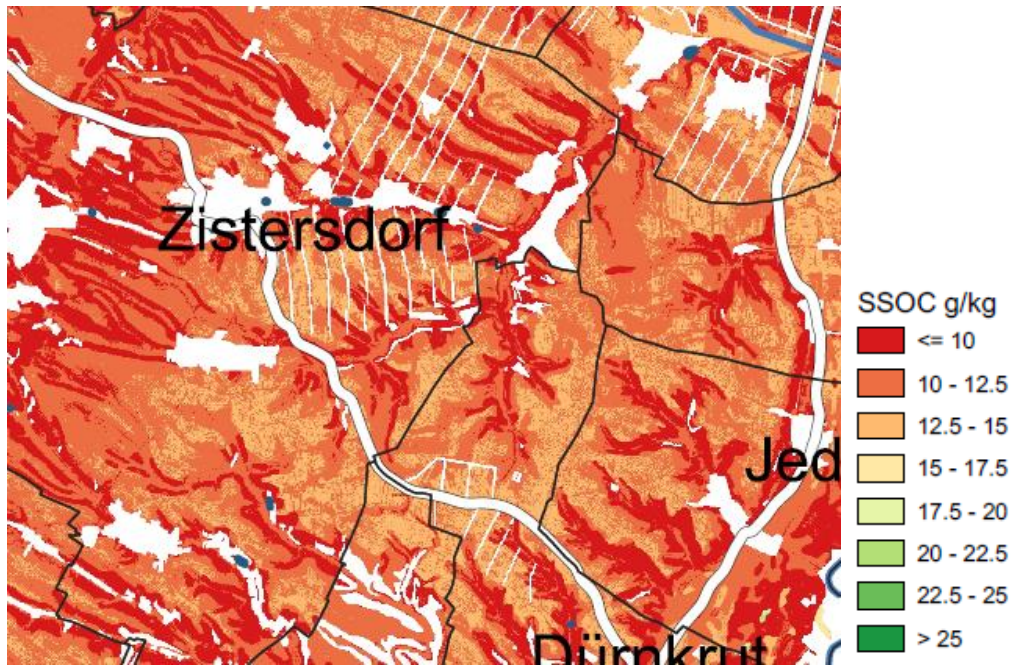


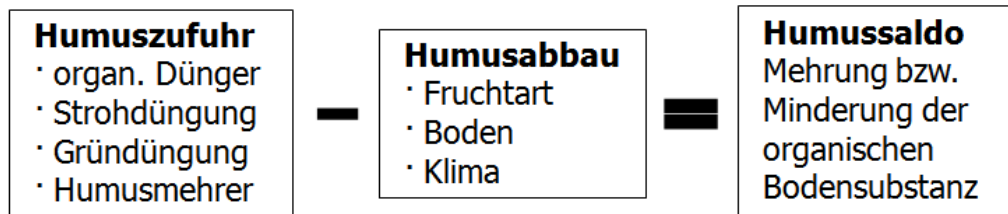
Abb. 5: Stabiler organischer Kohlenstoff (SSOC) in landwirtschaftlich genutzten Böden – Ausschnitt Raum Zistersdorf. (Wenzel et al. (2021).

Auch die Karte des Stablen organischen Kohlenstoffs (SSOC) zeigt in den Hügellandschaften des Weinviertels mit hoher Reliefenergie auf Kuppen und Hanglagen deutlich niedrigere Bodengehalte an SSOC bzw. Dauerhumus als in den anschließenden Tallagen (Abb. 4).

Der mittlere jährliche Bodenabtrag von österreichischen Ackerflächen beträgt 5,8 t/ha (Strauss et al., 2020). Umgerechnet mit einem mittleren Bodengewicht von 1,4 kg /dm³ bedeutet das, dass in 10 Jahren im Mittel 4 mm Oberboden durch Erosion verloren gehen. Damit 1 cm Boden neu entsteht, braucht es aber rund 200 Jahre (Heinrich Böll Stiftung et al., 2015).

Wie kann man feststellen, in welche Richtung sich der Humusgehalt auf dem Betrieb entwickelt?

Die Humusbilanzierung ist eine Methode zur Beurteilung der Humusversorgung von Ackerland. Dabei wird aus den Bewirtschaftungsdaten des Betriebes bzw. Schläges die Humusversorgung errechnet. Das Prinzip der Humusbilanzierung beruht darauf, den Humusabbau in einer Fruchtfolge (durch humuszehrende Kulturen) der Humuszufuhr (durch Ernterückstände, organische Düngung oder Begrünungen) gegenüberzustellen.



Die angebauten Pflanzen beeinflussen über ihr Wurzelsystem (Wurzelmasse) und durch ihre Anforderungen an die Bodenbearbeitung die Humusbilanz.

Aus Menge und Qualität der zugeführten Ernterückstände und organischen Dünger (Stallmist, Gülle, Kompost, etc.) lässt sich die Humuszufuhr ermitteln. Der Humussaldo errechnet sich demnach aus der Humuszufuhr auf der einen und dem Humusabbau auf der anderen Seite.

Bio Forschung Austria verwendet die **Standortangepasste Humusbilanzierungsmethode STAND nach Dr. Hartmut Kolbe**. Die Standortangepasste Humusbilanzmethode ist das Ergebnis von Optimierungsarbeiten an der VDLUFA-Methode auf Basis von 39 konventionellen und ökologischen Dauerfeldversuchen, die alle wesentlichen Standortbedingungen Deutschlands abdecken (Kolbe, 2007). Die Methode ist einfach zu berechnen und zeichnet sich gegenüber anderen Humusbilanzmethoden auch dadurch aus, dass sie statistisch sehr gut abgesichert und validiert ist (Kolbe, 2012).

Die standortangepasste Methode differenziert zwischen sechs verschiedenen Standortgruppen. Die Humusbedarfskoeffizienten der verschiedenen Fruchtarten variieren je nach Standortgruppe, d.h. der Humusabbau bei einer Feldfrucht ist je nach Standortgruppe unterschiedlich hoch. Die Humusreproduktionsleistung von Stroh und organischen Düngern wird bei ansteigender Menge nicht linear mit dem gleichen Faktor, sondern bei höheren Mengen mit einem niedrigeren Faktor bewertet.

Die Bilanzierung mit dieser Methode kann händisch oder sehr einfach mit Hilfe des von Bio Forschung Austria erstellten Humusbilanz-Berechnungsprogramms durchgeführt werden. Dazu braucht es eine entsprechende Einschulung zum Thema Humus und zur richtigen Handhabung des Programms. Termine von Humusbilanzseminaren finden Sie unter www.bioforschung.at.

Dann kann jeder Betrieb für alle seine Ackerflächen und im Besonderen in der Zusammenschau für alle seine Äcker (Ackerschlagübersicht) die Humusbilanz für seinen Betrieb berechnen und in weiterer Folge auch mögliche Varianten und Optimierungsschritte durchrechnen.

Damit hat jeder Landwirt ein Werkzeug zur Hand, um herauszufinden, in welche Richtung (Humusabbau oder -anreicherung) und mit welcher Geschwindigkeit sich der Humusgehalt auf seinem Betrieb entwickelt!

Für die Berechnung der Humusbilanzen werden folgende Daten benötigt:

- Fruchtfolge (inkl. Begrünungen/Zwischenfrüchte)
- Zufuhr von Stroh und von organischen Düngern (Stallmist, Gülle, Kompost, etc.)
- Die Standortgruppeneinstufung der Ackerflächen (aus der Standortgruppenkarte in eBOD)

Die Standortgruppenkarte in der österreichischen elektronischen Bodenkarte eBod

Die für die Humusbilanzierung benötigten Bodendaten können aus eBOD entnommen werden. eBOD ist eine digitale Bodenkarte, die vom Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) in Kooperation mit dem BMLFUW und dem LFRZ geschaffen wurde.

Sie steht im Internet gebührenfrei zur Verfügung und beschreibt viele Bodeneigenschaften. Unter „Kartenapplikationen“ findet man die Standortgruppenkarte für die Standortangepasste Humusbilanzierung, die von Bio Forschung Austria in Zusammenarbeit mit dem BFW erstellt wurde.

Unter www.bodenkarte.at gelangt man zur Startseite der digitalen Bodenkarte.

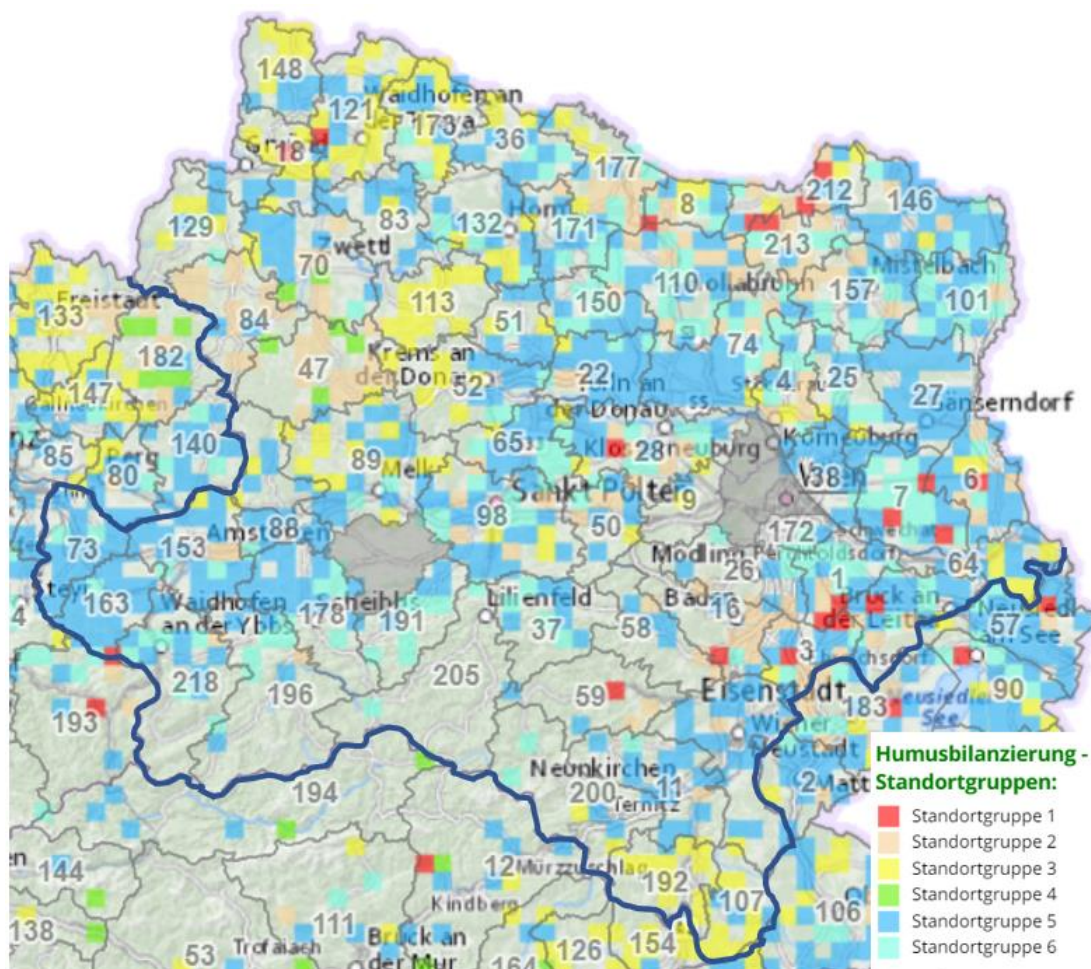


Abb. 6: Standortgruppenkarte für Niederösterreich in der eBOD

Der Pfad wie man zur Standortgruppenkarte für jede Ackerfläche kommt ist folgender:

- Klicken auf „Kartensteuerung“
- Klicken auf „Kartenapplikationen“
- Klicken auf „Bio Forschung Austria – Karte „Humusbilanzierung Standortgruppen““
- Hineinzoomen in die Karte zur jeweiligen Ackerfläche
- Die Standortgruppe für jede Ackerfläche kann herausgelesen werden

Zwei wichtige Tabellen zur Berechnung der Humusbilanzen:

1) Die Tabelle der Humifizierungskoeffizienten der Kulturen nach Standortgruppen

Die Zahlenwerte für die Berechnung des Humusbedarfs - also die Bewertung der humuszehrenden oder humusmehrenden Eigenschaften der Fruchtfolgeglieder (= Humifizierungskoeffizienten) finden sich in der folgenden Tabelle.

Tab. 1: Standortspezifische Humifizierungskoeffizienten der Fruchtarten (kg Humus-C/ha u. Jahr) nach KOLBE (2007)

	Standortgruppe					
	1	2	3	4	5	6
Hauptfruchtarten						
Hackfrüchte: Rüben*, Kartoffeln	-510	-610	-710	-660	-760	-900
Mais: Silo- u. Körnermais*	-310	-410	-510	-460	-560	-700
Getreide*, Öl- u. Faserpflanzen*, Sonnenblumen*	-30	-130	-230	-180	-280	-420
Körnerleguminosen	410	310	210	260	160	20
Futterleguminosen*						
Klee, Klee gras, Luzerne						
je Hauptnutzungsjahr	850	750	650	700	600	460
im Ansaatjahr als Frühj.-Blanksaat	650	550	450	500	400	260
als Untersaat	450	350	250	300	200	60
als Sommerblanksaat	350	250	150	200	100	-40
Zwischenfrüchte*						
Winterzwischenfrüchte	370	270	170	220	120	-20
abfrostende Zwischenfrüchte	330	230	130	180	80	-60
Untersaat	450	350	250	300	200	60
* Stroh von Getreide, Mais, Sonnenblumen, Öl- und Faserpflanzen sowie Rübenblatt und Aufwuchs von Futterleguminosen und Zwischenfrüchten wird zusätzlich separat als organischer Dünger erfasst (siehe S. 13), sofern es am Feld verblieben ist.						

Quelle: verändert nach KOLBE (2007)

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass Hackfrüchte mit ihren negativen Werten stark humuszehrend wirken. Andererseits wird auch ersichtlich, dass Leguminosen mit den positiven Werten eine humusmehrende Wirkung haben. Wie stark die Humuszehrung oder Humusmehrung durch eine bestimmte Feldfrucht ist, hängt vom Standort (bzw. der Standortgruppe) ab.

2) Die Tabelle für das Humusnachlieferungsvermögen von organischem Material

Die folgende Tabelle enthält die Reproduktionskoeffizienten (= Werte für das Humusnachlieferungsvermögen) des organischen Materials aus Kompost, Wirtschaftsdünger, Stroh und Begrünung. Bei Körnerleguminosen und Kartoffeln sind die Ernterückstände bereits bei den Humifizierungskoeffizienten (siehe Tabelle oben) enthalten, sie brauchen nicht separat erfasst zu werden.

Die Humuswirksamkeit der organischen Materialien nimmt mit zunehmender Menge ab, das heißt z.B. bei einer Strohzufuhr von weniger als 3 t pro Jahr im Durchschnitt der Fruchtfolge bringt jede Tonne Stroh 83 kg Humus-C, bei einer Zufuhr von 4,5 t pro Jahr im Durchschnitt der Fruchtfolge bringt jede Tonne Stroh nur 68 kg Humus-C.

Tab. 2: Die Reproduktionskoeffizienten des organischen Materials

Art organisches Material	Jährliche Zufuhrmenge im Durchschnitt der Fruchtfolge (t FM/ha/Jahr)	Reproduktionskoeffizient (kg C/t FM)	Üblicher Trockenmasse-Gehalt (% d. Frischsubstanz) *
Stroh	bis 3	83	86
	3 - 6	68	
	über 6	41	
Stallmist	bis 10	33	25
	10 - 20	26	
	über 20	23	
Stallmistkompost	bis 10	92	55
	10 - 20	74	
	über 20	58	
Gülle, Rind	bis 25	8,6	7
	über 25	8,1	
Gülle, Schwein	bis 25	6,5	8
	über 25	5,8	
Bioabfall-Fertigkompost	bis 10	90	60
	10 - 20	75	
	über 20	60	
Gründüngung	bis 10	5,5	10
	10 - 20	3,2	
	über 20	1,0	
Biogasgülle	bis 10	5,60	4
	10 - 20	5,44	
	über 20	5,28	

Quelle: verändert nach KOLBE (2007) und Kolbe (2013b)

* Diese Reproduktionskoeffizienten gelten, wenn das organische Material ungefähr den angegebenen, üblichen Trockenmassegehalt aufweist. Höhere oder niedrigere Trockenmassegehalte sollten entsprechend berücksichtigt werden.

Um den richtigen Wert für den Reproduktionskoeffizienten zu ermitteln, muss zunächst die durchschnittliche jährliche Zufuhrmenge der ganzen Fruchtfolge errechnet werden. Zum Beispiel: Die Mengen an Stroh, die während der ganzen Fruchtfolge am Feld verblieben sind, werden summiert und die Summe durch die Anzahl der Fruchtfolgejahre dividiert. Mit dieser jährlichen Zufuhrmenge im Durchschnitt der Fruchtfolge wählt man den entsprechenden Reproduktionskoeffizienten aus der obigen Tabelle.

Ergebnisse der Humusbilanzierung im Weinviertel und im Tullnerfeld

IST-STAND

Berechnet wurde die derzeitige Humusbilanz von **49 Betrieben**

mit **3895 ha Ackerfläche für die Humusbilanzierungsberechnung** (HuBi-Fläche) 37 konventionell wirtschaftende Betriebe und 12 Biobetriebe haben sich freiwillig gemeldet für die Humusbilanzierung für ihren Betrieb; sie ergeben einen repräsentativen Querschnitt, wie in diesen Ackerbauregionen aktuell gewirtschaftet wird.

Tab. 3: Mittelwerte des Humusbilanzsaldo und seiner einzelnen Teilbereiche der 49 untersuchten Betriebe, angegeben in kg Humus-C/ha (Ist-Stand)

HuBi-Fläche GESAMT 3894,7 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen Frucht*	Grün- düngung*	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Kom- post	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogas/ Schw. Gülle	
IST-STAND	-330	35	25	272	3	9	17	15	36

Bei **22 von 49 Betrieben** (davon 1 Biobetrieb) ist die Humusbilanz derzeit **negativ**

Bei **1827 ha Ackerfläche** (davon 228 ha Bio) ist die Humusbilanz derzeit **negativ**

Die untersuchten Betriebe

- weisen im Mittel derzeit eine Humuszehrung durch die Kulturführung von -330 kg C/ha und Jahr auf. Das ist ein hoher negativer Wert, der ohne Ausgleichsmaßnahmen in Form von Zufuhr organischer Substanz dazu führen würde, dass bereits in 24 Jahren mit einem Humusabbau von 0,5 % gerechnet werden müsste. Die Fruchtfolgen der untersuchten Biobetriebe sind um durchschnittlich 175 kg C/ha und Jahr weniger humuszehrend.
- erreichen insgesamt bereits ein hohes Niveau betreffend den Zwischenfrucht- bzw. Begrünungsanbau auf ihren Betrieben von +60 kg C/ha und Jahr bei den Positionen Zwischenfrucht (= Bodenruhe+Wurzeln mit +35) und Gründüngung (= oberirdische Grünmasse mit +25).
- der hohe Wert für nahezu 100 % Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung von +272 kg C/ha und Jahr zeigt, dass durch die Kombination von beidem die Kompensation der Humuszehrung durch die Fruchtfolgen bis auf die stark humuszehrende Standortgruppe 5 und vor allem Standortgruppe 6 möglich ist.
- zeigen auch, dass Mist- und Kompostausbringung derzeit praktisch nur von Biobetrieben in nennenswertem Umfang praktiziert wird, insgesamt wird ein Wert von +12 erreicht. Das Potenzial zur Verbesserung ist also hoch.
- bringen auch bereits relativ hohe Mengen an organischen Hilfsstoffen aus (das sind z. B. Carbokalk, Melasse, KFW = Kartoffelrestfruchtwasser, Biogasgülle u.a.). Insgesamt wird damit bereits ein Wert von +32 kg C/ha und Jahr erreicht.
- Im Durchschnitt erreichen die 49 Betriebe derzeit in Summe eine leicht positive Humusbilanz von **+36 kg C/ha/Jahr**, wobei die konventionell wirtschaftenden Betriebe im Schnitt in etwa bei plus/minus Null Humusanreicherung liegen und die Biobetriebe ziemlich genau um den Wert der geringeren Humuszehrung ihrer Fruchtfolgen, ca. 175 kg C/ha besser abschneiden.

+36 kg C/ha und Jahr = 62 kg Humusanreicherung (+) pro Jahr bedeutet, dass erst in 222 Jahren der Humusgehalt im Boden um 0,5 % höher sein wird, wenn weiterhin so gewirtschaftet wird wie bisher.

* abweichend von Tabelle 1 und 2 wurden in Standortgruppe 6 die Winterzwischenfrüchte mit 40 kg C/ha, die Sommerzwischenfrüchte mit 20 kg C/ha und die Biomasse der Gründüngung bei Mengen von 10-20 t mit 4,13 kg C/t FM und bei Mengen von >20 t mit 2,75 kg C/t FM gerechnet.

Ergebnisse der Humusbilanzierung im Zentralen Alpenvorland

IST-STAND

Berechnet wurde die derzeitige Humusbilanz von **32 Betrieben**

mit **1358 ha Ackerfläche für die Humusbilanzierungsberechnung** (HuBi-Fläche) 29 konventionell wirtschaftende Betriebe und 3 Biobetriebe haben sich freiwillig gemeldet für die Humusbilanzierung für ihren Betrieb; sie ergeben einen repräsentativen Querschnitt, wie in dieser Region mit Viehhaltung aktuell gewirtschaftet wird.

Tab. 4: Mittelwerte des Humusbilanzsaldo und seiner einzelnen Teilbereiche der 32 untersuchten Betriebe, angegeben in kg Humus-C/ha (Ist-Stand)

HuBi-Fläche GESAMT 1358,2 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Grün- düngung	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Kom- post	Gülle Rinder, Schweine, Hühner	Biogas- Gülle	
IST-STAND	-377	48	41	253	74	27	78	20	171

Bei **5 von 32 Betrieben** (davon kein Biobetrieb) ist die Humusbilanzierung derzeit **negativ**

Bei **402 ha Ackerfläche** (davon kein ha Bio) ist die Humusbilanzierung derzeit **negativ**

Die untersuchten Betriebe

- ... weisen im Mittel derzeit eine Humuszehrung durch die Kulturführung von -377 kg C/ha und Jahr auf. Das ist ein noch höherer negativer Wert im Vergleich zum Weinviertel und Tullnerfeld, der ohne Ausgleichsmaßnahmen in Form von Zufuhr organischer Substanz dazu führen würde, dass bereits in 21 Jahren mit einem Humusabbau von 0,5 % gerechnet werden müsste. Die Fruchtfolgen der Biobetriebe sind im Mittel um 177 kg C/ha und Jahr weniger humuszehrend.
- ... erreichen insgesamt bereits ein noch höheres Niveau betreffend den Zwischenfrucht- bzw. Begrünungsanbau auf ihren Betrieben als im Weinviertel und Tullnerfeld von +89 kg C/ha und Jahr bei den Positionen Zwischenfrucht (= Wurzeln+Bodenruhe mit +49) und Gründüngung (= oberirdische Grünmasse mit +48), d.h., hier werden mehr und „bessere“ Begrünungen angelegt.
- ... der hohe Wert für Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung von +253 kg C/ha und Jahr (der etwas niedrigere Wert im Vgl. zum Weinviertel und Tullnerfeld erklärt sich damit, dass das Stroh für Stallmist und Kompost gebraucht wird) zeigt, dass durch die Kombination von beidem die Kompensation der Humuszehrung durch die Fruchtfolgen bis auf die stark humuszehrende Standortgruppe 6 möglich ist.
- ... zeigen, dass mit Stallmist- und Kompostausbringung ein hoher Wert von +101 kg C/ha/Jahr erreicht wird. Die Biobetriebe bringen nur festen organischen Dünger mit hohem Humuswert aus. Ein Potenzial zur Verbesserung gäbe es bei der Kompostausbringung.
- ... erzielen derzeit in etwa gleich hohe Werte für die Gülleausbringung im Vergleich zu festen organischen Düngern, trotz circa 10-facher Menge ausgebrachter Gülle! Insgesamt werden +98 kg C/ha und Jahr erreicht (Rinder-, Schweine- u. Hühnergülle +78 und Biogasgülle +20).
- Im Durchschnitt erreichen die 32 Betriebe derzeit in Summe eine positive Humusbilanz von **+171 kg C/ha und Jahr**, wobei die konventionell wirtschaftenden Betriebe im Schnitt eine positive Humusbilanz von +155 kg C/ha/Jahr vor allem wegen der großen Mengen an Gülle, Mist und Kompost erreichen und die Biobetriebe wieder (wie im Weinviertel und Tullnerfeld) ziemlich genau um den Wert der geringeren Humuszehrung ihrer Fruchtfolgen besser abschneiden.

+171 kg C/ha und Jahr = 294 kg Humusanreicherung (+) pro Jahr bedeutet, dass in 47 Jahren der Humusgehalt im Boden um 0,5 % höher sein wird, wenn weiterhin so gewirtschaftet wird wie bisher.

* abweichend von Tabelle 1 und 2 wurden in Standortgruppe 6 die Winterzwischenfrüchte mit 40 kg C/ha, die Sommerzwischenfrüchte mit 20 kg C/ha und die Biomasse der Gründüngung bei Mengen von 10-20 t mit 4,13 kg C/t FM und bei Mengen von >20 t mit 2,75 kg C/ t FM gerechnet.

Zusammenstellung der Vorschläge für Maßnahmen zur Humusmehrung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für das Weinviertel, das Tullnerfeld und das Zentrale Alpenvorland

Vorschläge für regions- und betriebsspezifische Optimierungsmaßnahmen für die Erhaltung und Erhöhung des Humusgehaltes wurden im Rahmen der Humusbilanzseminare und der Erhebungen zur Berechnung der Humusbilanzen für die Regionen mit den größten Humusdefiziten ausgearbeitet.

Wie kann man den Humusgehalt erhalten oder steigern?

Um den Humusgehalt der Böden zu erhalten oder zu steigern, gibt es generell mehrere Möglichkeiten:

- Humusmehrende Fruchtfolge
- Zufuhr von organischem Material (v. a. Kompost oder Mist und Stroh)
- Gründungsanbau

Humusmehrende Fruchtfolge

Aus den Werten der Tabelle auf Seite 12 kann man erkennen, dass Hackfrüchte eine stark humusabbauende Wirkung haben. Ein möglichst geringer Fruchtfolgeanteil von Hackfrüchten wie Kartoffel, Rüben oder Mais hat daher einen positiven Effekt auf die Humusbilanz. Leguminosen, insbesondere mehrjährige Futterleguminosen wie Rotklee oder Luzerne haben sehr hohe positive Werte. Deren Anbau wirkt sich stark positiv auf die Humusbilanz aus. Allerdings wird von mehr als 20-25 % Leguminosen in der Fruchtfolge abgeraten, da es sonst zu erhöhtem Krankheits- und Schädlingsdruck bei Leguminosen kommt. Eine Ausnahme bildet Sojabohne, die auch zweimal hintereinander angebaut werden kann.

Eine Tabelle der Mindestanbauabstände für Leguminosen ist unter www.bioforschung.at verfügbar.

Getreideanbau wirkt sich leicht bis mittel negativ auf die Humusbilanz aus. Bleibt jedoch das Stroh am Feld, kann sich auf Böden der Standortgruppen 1,2,3 und 4 ein leicht positiver Effekt ergeben. Auf Flächen der Standortgruppe 5 ist damit kein vollständiger Ausgleich möglich, noch weniger auf Standortgruppe 6 – Flächen.

Der Anbau von Begrünungen bzw. Zwischenfrüchten hat einen leicht positiven Effekt auf die Humusbilanz. Auf Standortgruppe 5 – Flächen ermöglicht eine Stroheinarbeitung und abfrostende Begrünung vor dem Getreideanbau in etwa den Ausgleich für die Humuszehrung durch Getreide. Bei Standortgruppe 6 – Flächen reicht das noch nicht aus.

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Weinviertel und Tullnerfeld**

1. **Fruchtfolge verbessern = „positive Kulturen“ einbauen:**
 - a) **Klee-Anbau optimieren**
 - b) **Klee-/Luzerne wieder in die Fruchtfolge einbauen:** zur Bodengesundung z.B. 1-jährig, 2-jährig oder auch 3-jährig (Luzerne)
 - c) **Körnerleguminosen statt Getreide in Fruchtfolge einbringen:**
Körner-/Futtererbse max. 1 x in 6 bis 10 Jahren, Ackerbohne u. Erbse/Getreide-Gemenge max. 1 x in 6 Jahren, Sojabohne bis zu 3 x in 6 Jahren
 - d) **Hackfruchtanteil verringern, Wechsel von Halm- und Blattfrüchten**
 - e) **Rotation mit den Biodiversitätsflächen:** auf bis 10% der Ackerflächen (alle 2 Jahre ist ein Wechsel auf andere Flächen möglich!)
2. **N-Fixierung durch Leguminosen steigern und sicherstellen**
 - a) **Erträge von Leguminosenbeständen erhöhen** durch angepasste Fruchtfolgegestaltung (kein Leguminosenanbau bei zu hohem Nitrat-N-Gehalt im Boden)
 - b) **Knöllchenbonitur immer wieder durchführen:** Anzahl und Aktivität der Knöllchen beurteilen

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Zentrales Alpenvorland**

1. **Fruchtfolge verbessern = „positive“, humusmehrende Kulturen einbauen, Viehfutter möglichst am eigenen Betrieb produzieren (Rau- u. Kraftfutter) bzw. bei Marktfruchtanbau: Körnerleguminosen anbauen (z.B. Ackerbohne, div. Erbsen, Wicke, ...)**
 - a) **Klee-/Kleegras wieder in die Fruchtfolge einbauen:** anstelle von dauerhaftem Feldfutterbau auf separaten Flächen
 - b) **Klee-/Kleegras statt Silomais in der Fruchtfolge anbauen:** auf möglichst allen Schlägen, 2-3-jährig statt 4-5-jährig...
 - c) **Körnerleguminosen statt Getreide in die Fruchtfolge einbringen:**
Körner-/Futtererbse = max. 1 x in 6 bis 10 Jahren, Ackerbohne u. Erbse/Getreide-Gemenge = max. 1 x in 6 Jahren, Sojabohne bis zu 3 x in 6 Jahren
 - d) **Getreide-Leguminosen Gemenge statt Getreide anbauen**
z.B. Erbse/SoGerste-, Ackerbohnen/Hafer-Gemenge mit Weißklee-Untersaat, Hafer/Erbsen/Wicken-Gemenge, WiErbse/Triticale- oder WickRoggen-Gemenge **mit 4 Nutzungsoptionen** von Wintergetreide/Leguminosen-Gemenge:
 - als Gründüngung: Umbruch im späten Frühjahr und anschließender Silomaisanbau
 - Verfüttern im Herbst und/oder Ende April + Silomaisanbau
 - Silieren ca. Ende Mai (bei Milchreife) + Soja oder Hirse nachbauen
 - Drusch des Gemenges im Sommer (Kraftfutter oder Verkauf)
 - e) **Mehr Zwischenfrüchte (ZF) verfüttern für mehr Raufutterproduktion:**
 - z.B. auf winterharte statt abfrostende ZF umstellen mit 2 Nutzungen (Herbst + Frühjahr)
 - z.B. nur Maissorten mit 2 Nutzungsoptionen (KM oder SM) anbauen
2. **Fruchtfolgen und Bewirtschaftung an die unterschiedlichen Standortbedingungen anpassen:**
 - a) **durch gezielte Ausbringung von organischer Substanz** auf mittelschweren statt auf schwereren tonreichen Böden – z.B. Mistausbringung
 - b) **Humusmehrende Fruchtfolgen** vor allem auf mittelschweren Böden – z.B. Leguminosen-, Kleegrasanbau in der Fruchtfolge

3. N-Fixierung durch Leguminosen steigern und sicherstellen

- a) **Knöllchenaktivität erhöhen und sicherstellen:** zusätzlicher N beeinträchtigt die Funktion der Knöllchenbakterien; Mist kann den Kleeanteil steigern, da großes C/N Verhältnis gegeben ist und viel Phosphor
- b) **Knöllchenbonitur immer wieder durchführen:** Anzahl und Aktivität der Knöllchen beurteilen

Ausbringung von organischem Material und Stroheinarbeitung

Getreidestroh bringt zwischen 41 und 83 kg Dauerhumus-Kohlenstoff je Tonne. Wenn Stroh abgefahren wird, dann sollte es in Form von Stallmist wieder auf das Feld kommen. Strohverkauf lässt sich mit Humusanreicherung nicht vereinbaren.

Die Humusbilanzierung der Beispielsbetriebe zeigte: wenn alles Stroh eingearbeitet wird, bringt das +230 kg C/ha und Jahr (wenn nur Getreidestroh) und bis +300 kg C/ha u. Jahr (bei hohem Körnermaisanteil in der Fruchtfolge)

Die Zufuhr von organischem Material in Form von Kompost oder Wirtschaftsdünger erhöht den Humusgehalt im Boden. Die höchste Wirkung hat der Kompost, da er 58-92 kg Humus-Kohlenstoff je Tonne bringt. Stallmist bringt 23 bis 33 kg Humus-Kohlenstoff je Tonne. Je unreifer der Mist bzw. Kompost ist, desto seichter soll er eingearbeitet werden („Flächenkompostierung“).

Bei leichten Böden ist es besser, den Wirtschaftsdünger auf mehrere Gaben aufzuteilen.

Biotonne-Kompost bringt neben Humus auch Nährstoffe wie Phosphor und Kalium, aber auch Mikronährstoffe in den Betrieb herein und hilft, regionale Nährstoffkreisläufe zu schließen.

Die Ausbringung von organischem Material (Dünger, Grünmasse aus Gründüngung) bringt je nach Menge meist sehr viel für die Humusbilanz, wie folgende Beispiele zeigen:

10 Tonnen/ha werden 1 x in 10 Jahren ausgebracht; das bringt wieviel Humusanreicherung:

- a) Kompost: +93 kg C/ha und Jahr >> in 87 Jahren wird 0,5 % Humus angereichert
- b) Stallmist: +33 kg C/ha und Jahr >> in 242 Jahren wird 0,5 % Humus angereichert

10 m³/ha Gülle wird 1 x jährlich ausgebracht; das bringt wieviel Humusanreicherung:

- c) Rindergülle: +86 kg C/ha und Jahr >> in 93 Jahren wird 0,5 % Humus angereichert
- d) Schweine- und Hühnergülle: +65 kgC/ha/Jahr >> in 123 Jahren wird 0,5% Humus angereichert
- e) Biogasgülle: +56 kg C/ha und Jahr >> in 143 Jahren wird 0,5 % Humus angereichert

20 t/ha Grünmasse (= Gründüngung oder Ernterückstände von Zuckerrübe und Ölkürbis mit 10% Trockensubstanz-Gehalt) wird jedes Jahr eingearbeitet; das bringt wieviel Humus:

- f) Grünmasse: +55 kg C/ha und Jahr >> in 145 Jahren wird 0,5 % Humus angereichert

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Weinviertel und Tullnerfeld**

1. Organische Düngung optimieren:

- a) **Strohveredelung:** Stroh abgeben und z.B. entsprechende Menge Fremdmist zurücknehmen
- b) **Bei jeder Ausbringung von org. Dünger Berücksichtigung der Vorfruchtwirkung von Leguminosen**
- c) **Berücksichtigung der N-Mengen aus organischen Quellen =**
 - N aus Wirtschaftsdünger (z.B. 2,9 kg N/t Rindermist, 3,4-4,5 kg N/m³ Rindergülle),
 - N durch Fixierung von Knöllchenbakterien (30 kg N/t Korn- bzw. 20 kg N/t TM-Ertrag Wurzeln)
 - Stroheinarbeitung (5 kg N/t Stroh), N aus atmosphär. Ablagerungen (= 10-20 kg N/ha u. Jahr),
 - N aus Grünmasseeinarbeitung von Zwischenfrüchten (2 kg N/t eingearbeitete Grünmasse),
 - N aus zugekauften organischen Düngern (z.B. 3-5 kg N/t Biogasgülle, 9-11 kg N/t Fertigkompost, 32 kg N/t Melasse, 20 kg N/t Kartoffelrestfruchtwasser, 3-4 kg N/t Carbokalk, 3-4 kg N/t Kartoffelfeuchterde (bei 48 %TS)
- d) **Zugekauften Dünger auf eigenen Flächen ausbringen:** Biogasgülle, Kartoffelrestfruchtwasser, Fertigkompost, Strohveredelung, Zuckerrübenmelasse; besonders als „Rücknahme“ für angebaute Kulturen (Kartoffel, Rüben)

2. Mineraldüngereinsatz auf Ackerflächen reduzieren:

- a) **Düngereinsatz reduzieren:** Vermeidung von N-Bilanzüberschüssen **über +15 kg N/ha** durch Optimierung von organischem N in jedem Jahr bei jeder Kultur, mineralische N-Düngung nur mehr wenn notwendig zur Ergänzung der organischen Düngung für optimales Wachstum

3. Stroheinarbeitung forcieren:

- a) **Mehr bzw. 100%ige Stroheinarbeitung:** (einarbeiten statt abführen, von mehr Flächen, langstrohige Sorten verwenden, Reduzierung der Anwendung von Halmverkürzungsmittel...) wenn Strohabfuhr dann nur zur **Strohveredelung**
- b) **Ausbringen organischer Dünger zur Strohhotte bzw. zum Gründüngungsanbau bei der Stroheinarbeitung**
- c) **Gründüngungsanbau bei Stroheinarbeitung zur Verbesserung der Strohhotte:** unmittelbar nach dem Drusch, oder aber auch nach dem Grubbern

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Zentrales Alpenvorland**

1) Organische Düngung optimieren - Erhöhung der Düngereffizienz durch Verringerung der N-Verluste bei der Düngerausbringung:

- a) **Gülle verdünnen** speziell bei Ausbringung auf Klee gras und in aufwachsende Bestände z.B. Ende Mai zu Mais oder im März zu Wintergetreide – **wenn möglich mindestens 1:1 verdünnt ausbringen!**
- b) **Gülle bei feuchter bzw. kühler Witterung ausbringen**
- c) **Gülle mit Schleppschlauch ausbringen**
- d) **Gülleausbringung NUR in der Vegetationszeit:** z.B. zu Wintergetreide im zeitigen Frühjahr, zu Silomais zum Anbau und Mitte/Ende Mai, zum Gründüngungsanbau im Herbst

- e) **Gülle portionieren und zur richtigen Zeit** ausbringen (wenig im Herbst, mehr im Frühjahr, siehe b) u. d)
- g) **Kulturen differenziert düngen („bedarfsgerecht“)**: Umstellung: KEINE Gülle mehr (bzw. nur mehr ab August) zu Klee gras bzw. Feldfutter, dafür mehr zu Getreide, Silo- und Körnermais
- h) **Mehr organischen Dünger auf die Äcker, weniger auf Grünland**
- i) **Leguminosen mäßig und gezielt düngen**
- l) **Bei jeder Ausbringung von org. Dünger Berücksichtigung der Vorfruchtwirkung von Leguminosen**: weniger Gülle zur Nachfolgekultur, mehr zu anderen Kulturen
- m) **Abdeckung von Güllegruben oder Minimierung der Zerstörung der Schwimmdecke** (nur max. 1-2 x Homogenisierung pro Jahr, nur lokal aufrühren...)
- o) **Berücksichtigung der N-Mengen aus organischen Quellen =**
 - N aus Wirtschaftsdünger (z.B. 2,9 kg N/t Rindermist, 3,4-4,5 kg N/m³ Rindergülle),
 - N durch Fixierung von Knöllchenbakterien (30 kg N/t Korn- bzw. 20 kg N/t TM-Ertrag Wurzeln),
 - Stroheinarbeitung (5 kg N/t Stroh), N aus atmosphär. Ablagerungen (= 10-20 kg N/ha u. Jahr),
 - N aus Grünmasseeinarbeitung von Zwischenfrüchten (2 kg N/t eingearbeitete Grünmasse),
 - N aus zugekauften organischen Düngern (z.B. 3-5 kg N/t Biogasgülle, 25 kg N/t Hühnermist, 8-10 kg N/t Hühnergülle (bei 20%TS), 9-11 kg N/t Fertigkompost
- p) **Zugekauften Dünger auf eigenen Flächen ausbringen**: z.B. Biogasgülle, überschüssige Gülle oder Mist von anderen Betrieben, Kompost

2. **Mineraldüngereinsatz auf Ackerflächen reduzieren:**

- a) **Düngereinsatz reduzieren**: Vermeidung von N-Bilanzüberschüssen **über +15 kg N/ha**; mineralische N-Düngung nur mehr, wenn notwendig zur Ergänzung organischer Düngung für optimales Wachstum
- b) **Kein Volldünger mehr**: da viel Kali im Wirtschaftsdünger

3. **Stroheinarbeitung**: Falls keine „Strohveredelung“ über Mist oder Kompost vorgesehen ist

Gründungsanbau

Der Anbau von Begrünungen ist eine weitere Möglichkeit, den Humusgehalt der Böden zu erhöhen. Dazu kommen die zahlreichen anderen positiven Wirkungen wie Erosionsschutz, Schutz vor Nährstoffauswaschung und Sonneneinstrahlung.

Die Wurzeln und Rückstände der Begrünungspflanzen gemeinsam mit der Bodenruhe bringen z.B. in Standortgruppe 5 **zwischen +80 kg C/ha bei einer abfrostenden Begrünung und +200 kg C/ha bei Untersaatanbau.**

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Weinviertel und Tullnerfeld**

1. Gründungsanbau verbessern:

- a) **Bewirtschaftung der Gründüngung optimieren**
- b) **mehrere Mischungspartner: Leguminosen dazu** (angepasst an die Haupt- und Zwischenfruchtfolge unter Berücksichtigung der Fruchtfolgeabstände sowie unter Berücksichtigung des vorhandenen N-Gehalts im Boden und des N-Bedarfs der Nachfolgekulture(n))
- c) **kein Senfanbau mehr, dafür mehr Leindotter und SoRaps** (wenn kein Raps in der Fruchtfolge ist), oder SoHafer (für den Anbau vor Winterungen bzw. für die ÖPUL Variante Immergrün)
- d) **Abfrostende und winterharte Gründüngung als Untersaat vor/in/nach der Vorkultur:**
 - abfrostende Gründüngung, Anbau bereits als Untersaat in bzw. nach der Ernte der Vorkultur
 - > mit Umbruch im Spätherbst bzw. erst im Frühjahr vor Sommerungen Kartoffeln
 - > mit Umbruch vor dem Herbstanbau
 - winterharte Gründüngung, Anbau durch Untersaat in der Vorkultur (z.B. Klee) bzw. nach der Ernte der Vorkultur mit Umbruch im Frühjahr zum Anbau (nicht vor Speise- und Saatkartoffeln)
- e) **Verbesserung der Wirkung von Gründüngung:** Grundsätzlich gilt:
Direktsaat-Anbau ist besser als Mulchsaat, und diese ist besser als Begrünungsumbruch im Spätherbst mit Bodenbearbeitung und Anbau im Frühjahr.
 - Direktsaat bei Zuckerrübe, bei Mais, Raps, Soja, Wintergetreide und bei Kartoffeln
 - Mulchsaaten vor Getreide und Körnerleguminosen: Umbruch der Begrünung erst unmittelbar vor dem Anbau; nach Möglichkeit immer auch Begrünung zwischen Getreide und Getreide (= Mulchsaat auch beim Wintergetreideanbau), abfrostende Begrünung auch vor Kartoffel mit Umbruch unmittelbar vor dem Anbau
 - Begrünungsanbau mit dem Ziel, möglichst viel Masse zu produzieren (je zeitiger angebaut umso besser):
zur möglichst starken Forcierung der biologischen Aktivität im Boden (Bodenleben), und zur Minderung des Unkrautdruckes
leguminosenreiche Gründüngungen zur Erhöhung der N-Fixierung durch Knöllchenbakterien auch von Zwischenkulturen, angepasst an die Haupt- und Zwischen-Fruchtfolge unter Berücksichtigung der Fruchtfolgeabstände sowie unter Berücksichtigung des vorhandenen N-Gehalts im Boden und des N-Bedarfs der Nachfolgekulture(n).

Vorschläge zur Humusanreicherung und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit für **Zentrales Alpenvorland**

1. Gründungsanbau verbessern:

Bewirtschaftung der Gründüngung optimieren: winterharte Zwischenfrüchte oder Gründüngungen (mit Abfüttern oder Einarbeiten der Grünmasse) nach Mais, vor (neu in die Fruchtfolge eingebrachten) Körnerleguminosen anbauen.

Was bringt wieviel für die Humusmehrung im Weinviertel und im Tullnerfeld?

Im Rahmen der Humusbilanzseminare und der Erhebungen zur Berechnung der Humusbilanzen wurden mit **49 Betrieben** im Weinviertel und im Tullnerfeld in der Zusammenschau für jede Ackerfläche jedes Betriebes aus dem Bündel an möglichen Maßnahmen die für den Betrieb machbaren Optimierungsschritte herausgefiltert (siehe die Zeile **OPTIMIERT**).

Das Ergebnis sind die für jeden Betrieb unterschiedlichen Verbesserungen zur Humusmehrung (siehe die Zeile **VERBESSERT**).

Tab. 5: Mittelwerte des Humusbilanzsaldo und seiner einzelnen Teilbereiche der 49 untersuchten Betriebe, angegeben in kg Humus-C/ha

HuBi-Fläche GESAMT 3894,7 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Grün- düngung	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Kom- post	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogas/ Schw. Gülle	
IST-STAND	-330	35	25	272	3	9	17	15	36
OPTIMIERT	-272	45	31	270	5	25	23	14	136
VERBESSERT	+58	+10	+6	-2	+23				+100

Was bringt wieviel für die Humusanreicherung in der Reihenfolge der tatsächlich erzielbaren Verbesserungen?

- + **FRUCHTFOLGE (+58, derzeitige Humuszehrung durch die Fruchtfolgen -330)**
 - > Fruchtfolgen werden durch „positive“ Kulturen verbessert, z.B. Luzerne, Luzernegras, Körnerleguminosen (Soja, Bohne, Erbse, ...), Klee, Getreide/Leguminosen-Gemenge, Rotation mit Biodiversitätsflächen ...
- + **ORGANISCHE DÜNGUNG (+23, derzeit niedriges Niveau von +44)**
 - Fremddüngerabbringung auf eigener Fläche: Fertigkompost, Mist z.B. von Pferdehaltern, Biogasgülle, organische Hilfsstoffe wie Carbokalk, Melasse, Kartoffelrestfruchtwasser
 - eigene „Biodüngerproduktion“: Strohveredelung (Stroh abgeben, entsprechende Menge Fremdmist retour), Graskompost (Grasschnitt von Brachen, Luzerne wird kompostiert, ...)
 - Bei Berücksichtigung der N-Mengen aus organischen Quellen und der Vorfruchtwirkung von Leguminosen (Knöllchenbakterien!) kann der Mineraldüngereinsatz stark verringert werden
- + **BEGRÜNUNG (+16; bereits hohes Niveau bei „Zwischenfrucht“ und „Gründüngung“ mit +60)**
 - Begrünungsanbau ist umso wirkungsvoller, je länger die Dauer der Begrünung ist (z.B. kombinierte Herbst- und Winterbegrünung).
 - Winterharte Begrünungen sind besser als abfrostende, Anbau der Begrünung bereits als Untersaat in der Vorkultur ist noch besser; beides bringt mehr Wurzelmasse.
 - Begrünungsanbau auch vor Wintergetreide (möglichst wieder als Untersaat in der Vorkultur)
- + **GESAMT: +100.** Die 49 Betriebe liegen derzeit im Mittel auf dem niedrigen Niveau von + 36 kg C/ha u. Jahr, die Hebung des Humussaldos auf +136 kg C/ha u. Jahr ist eine deutliche Verbesserung.

IST-STAND: +36 kg C/ha und Jahr = +62 kg Humus >> in 222 Jahren Erhöhung des Humusgehaltes um 0,5 %

OPTIMIERT: +136 kg C/ha und Jahr = +234 kg Humus >> das bedeutet, dass in 59 Jahren der Humusgehalt im Boden um 0,5 % höher sein wird, wenn die Verbesserungen umgesetzt werden!

Was bringt wieviel für die Humusmehrung im Zentralen Alpenvorland?

Im Rahmen der Humusbilanzseminare und der Erhebungen zur Berechnung der Humusbilanzen wurden mit **32 Betrieben** im Zentralen Alpenvorland in der Zusammenschau für jede Ackerfläche jedes Betriebes aus dem Bündel an möglichen Maßnahmen die für den Betrieb machbaren Optimierungsschritte herausgefiltert (siehe die Zeile **OPTIMIERT**).

Das Ergebnis sind die für jeden Betrieb unterschiedlichen Verbesserungen zur Humusanreicherung (siehe die Zeile **VERBESSERT**).

Tab. 6: Mittelwerte des Humusbilanzsaldo und seiner einzelnen Teilbereiche der 32 untersuchten Betriebe, angegeben in kg Humus-C/ha

HuBi-Fläche GESAMT 1358,2 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Grün- düngung	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Kom- post	Gülle Rinder, Schweine, Hühner	Biogas- Gülle	
IST-STAND	-377	48	41	253	74	27	78	20	171
OPTIMIERT	-335	54	38	261	68	90	103	28	272
VERBESSERT	+42	+6	-3	+8	+90				+101

Was bringt wieviel für die Humusanreicherung in der Reihenfolge der tatsächlich erzielbaren Verbesserungen?

+ ORGANISCHE DÜNGUNG (+90, vom hohen Wert +199 auf den „Optimalwert“ +289)

- Minimierung der N-Verluste bei der Ausbringung: Verdünnung so stark wie möglich (mind. 1:1 verdünnt bei jeder Ausbringung), portionieren und zum richtigen Zeitpunkt ausbringen (wenig im Herbst nur zu angebauten Begrünungen, zu Winter- und Sommergetreide Anfang März, zu Hackfrüchten Gabenteilung (zum Anbau und falls notwendig u. möglich noch eine Kopfdüngung Ende Mai)
- Kulturen differenziert und bedarfsgerecht düngen: keine Gülle bzw. nur ab August zu Klee oder Klee gras, dafür mehr zu Getreide und Silo- und Körnermais. Dies sichert auch die Aktivität der Knöllchenbakterien von Leguminosen und verringert den Mineraldüngereinsatz
- Mehr organische Dünger auf Äcker (vor allem Mist), weniger auf Grünland (Gülle zu Grünland)
- Organischen Fremddünger auf eigener Fläche ausbringen, auch zur Reduzierung des Einsatzes von Mineraldünger (z.B. Biogasgülle, überschüssige Gülle oder Mist von anderen Betrieben, Kompost oder andere organische Hilfsstoffe)
- Reduktion von Verlusten vom Düngerlager: Güllegrube abdecken oder Minimierung der Zerstörung der Schwimmdecke, max. 1-2 x homogenisieren, nur lokal aufrühren

+ FRUCHTFOLGE (+42, derzeitige Humuszehrung durch die Fruchtfolgen -377)

- durch Futtermittelleigenproduktion (möglichst gesamtes Rau- und Kraftfutter): Klee, Klee gras, mehrjähriges Feldfutter statt Silomais (auf möglichst vielen Schlägen, 2-3 jährig statt 4-5 jährig, ...), Körnermais und Silomais, Soja, Bohne, Erbse, Getreide-Leguminosen-Gemenge (statt reinem Getreide)

+ STROHEINARBEITUNG und BEGRÜNUNG (+11, hohes Niveau von +342 ist bereits vorhanden)

- nur Maissorten mit 2 Nutzungsoptionen (Körnermais oder Silomais) auf allen Flächen anbauen
- Umstellung von abfrostenden auf winterharte Zwischenfrüchte mit 1-2 Nutzungen (Herbst + Frühjahr)

+ **GESAMT +101**: die 49 Betriebe liegen derzeit im Mittel auf dem guten Niveau von +171 kg C/ha u. Jahr, die Hebung des Humussaldos auf +272 kg C/ha u. Jahr ist eine deutliche Verbesserung

+171kg C/ha und Jahr **IST-STAND** = +294 kg Humus >> in 47 Jahren 0,5 % Humusanreicherung

+272 kg C/ha und Jahr **OPTIMIERT** = +468 kg Humus >> in 29 Jahren 0,5 % Humusanreicherung

Die Kleinregionen

Die Standortgruppenkarte der Kleinregionen

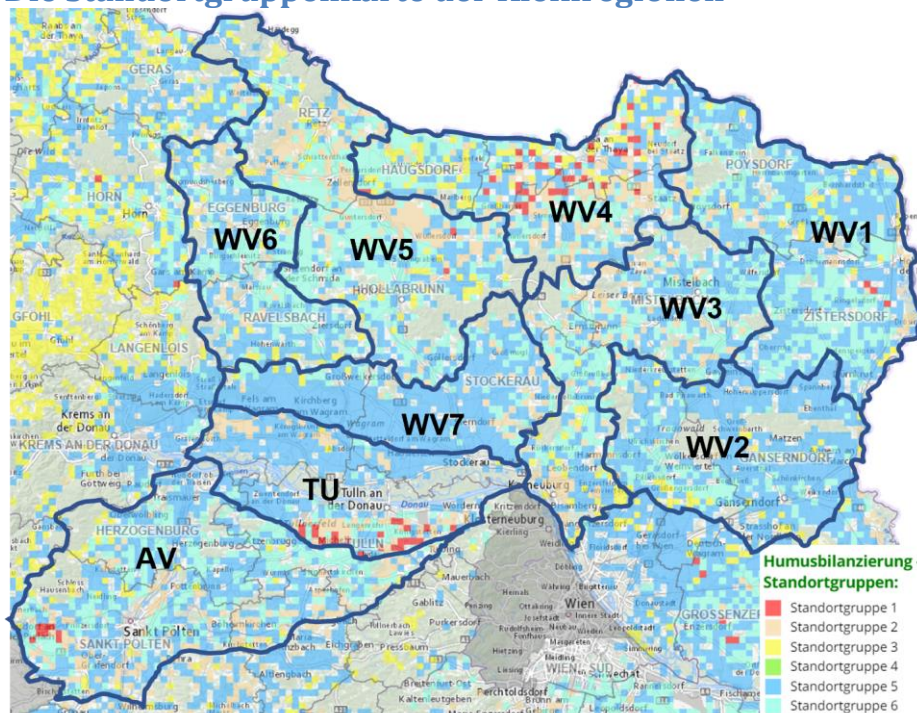


Abb. 7: Standortgruppenkarte der Kleinregionen

Für die detailliertere Betrachtung der Regionen Niederösterreichs mit dem größten Potential zur Humusmehrung im Boden wurden Kleinregionen abgegrenzt, einerseits nach Kartierungsbereichen (KBs) der Österreichischen Bodenkartierung, und andererseits nach ähnlichen (einheitlichen) Standortgruppenverhältnissen. So ergaben sich 7 Kleinregionen im Weinviertel, die Kleinregion Tullnerfeld (TU) und die Kleinregion Zentrales Alpenvorland (AV)

Die Kohlenstoffdefizitkarte der Kleinregionen

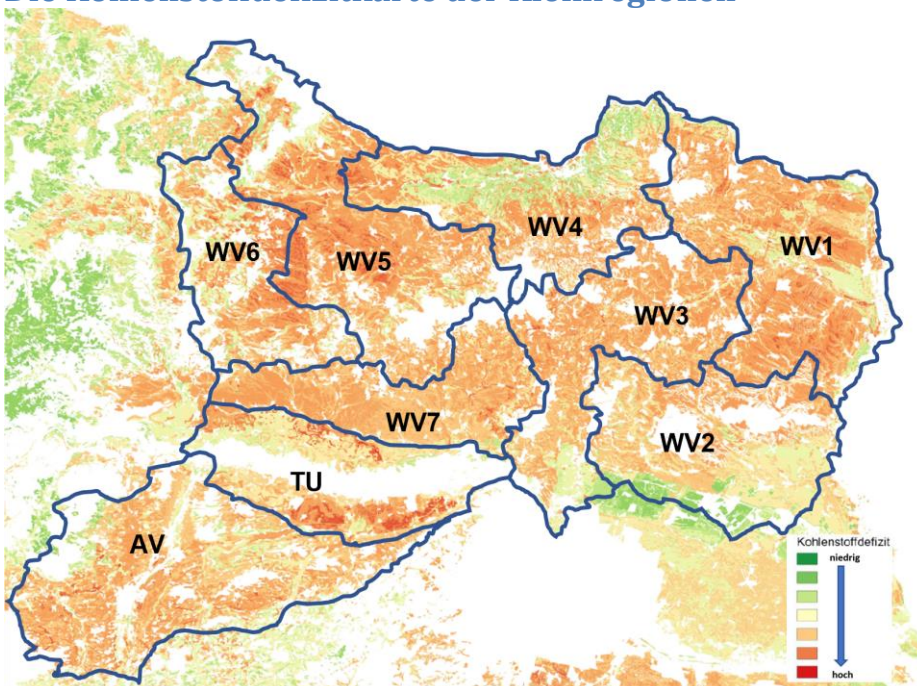


Abb. 8: Kohlenstoffdefizitkarte der Kleinregionen

Die Standortgruppenanteile der Kleinregionen in Prozent

Tab. 7: Die Standortgruppenanteile in den einzelnen Kleinregionen

Kleinregion Abk.	Kartierungsbereiche (KBs) (Abgrenzung nach KBs oder Landschaftsteil)	Ackerland Standortgruppenanteile (STO) in Prozent (%)				
		STO 1	STO 2	STO 3	STO 5	STO 6
WV 1	POYSDORF/ZISTERSDORF	0,3%	10%	4%	51%	35%
WV 2	WOLKERSDORF/GÄNSERNDORF		2%	5%	73%	20%
WV 3	MISTELBACH/KORNEUBURG		19%	5%	43%	33%
WV 4	HAUGSDORF/LAA/Th. NORD und SÜD	7,7%	24%	12%	30%	26%
WV 5	HOLLABRUNN/RETZ	0,3%	21%	7%	28%	44%
WV 6	EGGENBURG/RAVELSBACH	0,4%	6%	5%	46%	43%
WV 7	KIRCHBERG/STOCKERAU (oberhalb des Wagram)		6%	1%	83%	10%
TU	TULLN/KIRCHBERG/STOCKERAU (Ebene nördlich u. südlich der Donau)	4,8%	20%	1%	62%	12%
AV	HERZOGENBURG/ST.PÖLTEN/TULLN/ NEULENGBACH (Traisental, Molassezone)	0,6%	16%	4%	45%	34%
	Gesamt (Gewichtetes Mittel)	1,5%	14%	5%	50%	30%

gelb hinterlegt sind die 2 Kleinregionen mit dem höchsten %-Anteil an der jeweiligen Standortgruppe

Kurzbeschreibung der Kleinregionen (Standortverhältnisse, Humus, ..)

WV 1 – Poysdorf/Zistersdorf: überwiegend mittelschwere Böden (Tschernoseme und Paratschernoseme) im Hügelland, an der March und Zaya schwerere Böden (Feuchtschwarzerden, Gleye), 85% der Ackerfläche ist in STO 5 u. STO 6 eingestuft!

Relativ niedrige Humusdefizite im KB Poysdorf, die Böden im KB Zistersdorf haben höhere Humusdefizite.

WV 2 – Wolkersdorf/Gänsersdorf: mittelschwere Tschernoseme mit durchwegs unter 25% Tongehalt im ganzen Gebiet (STO5), Ausnahme ist die Zone entlang des Wagram quer durch das Marchfeld (Schotterterrasse, unter 15% Tongehalt, STO 3) mit niedrigem Humusdefizit, höchste Humusdefizite nördlich des Hochleithenwaldes und des Matzner Waldes.

WV 3 – Mistelbach/Korneuburg: eher schwerere Böden (Tschernoseme, Braunerden) mit teilweise deutlich über 25% Tongehalt in beiden KBs (STO2 und STO 6) mit hohem Potenzial zur Humusmehrung, derzeit daher auch hohe Humusdefizite im gesamten Gebiet, mit Ausnahme des Gebietes östlich des Bisamberg (Schotterterrasse, STO 3).

WV 4 – Haugsdorf/Laa an der Thaya: Das Pulkau- und Thayatal und das Einzugsgebiet dahinter mit schweren Böden aus dem Tertiär, das sind gleichzeitig die humusreichsten Böden Niederösterreichs (32% STO 1 und STO2), daher ist das Humusdefizit in dieser Kleinregion vergleichsweise niedrig, auch Sandböden an Pulkau und Thaya (12% STO 3) tragen dazu bei.

WV 5 – Hollabrunn/Retz: Der Hollabrunner und Retzer Raum mit schweren, „aggradierten“ (entwässerten) Tschernosemen und Feuchtschwarzerden (65% STO 2 und STO 6) mit sehr hohem Potenzial zur Humusmehrung, aber auch bereits hohen Humusdefiziten: Leichte Böden (Ranker, Braunerden) mit STO 3 liegen am Übergang zum Waldviertel.

WV 6 – Eggenburg/Ravelsbach: Die Schmidaniederung bis zum Waldviertel (rund um Eggenburg) mit sehr tonhaltigen Tschernosemen mit durchwegs 25 bis über 30% Tongehalt (STO 6), leichtere Böden mit niedrigeren Humusdefiziten finden sich (wie in der Kleinregion WV 5) „hinter“ Eggenburg bereits im geografischen Waldviertel.

WV 7 – Kirchberg/Stockerau: Hochterrasse oberhalb des Wagram (Großweikersdorf - Stockerau) mit mittelschweren Tschernosemen mit 15-25% Tongehalt, durchwegs STO 5 (83%), sehr einheitlich, mit ebenfalls bereits hohem Humusdefizit.

TU – Tulln/Kirchberg/Stockerau: Das Tullnerfeld mit schweren, tiefgründigen, fruchtbaren (Feucht)schwarzerden (32% STO 1 und 2), mit den höchsten Aufbaupotenzialen und Humusdefiziten von NÖ im Raum rund um Tulln – im Westteil des Gebietes nördlich und südlich der Donau mittelschwere Auböden (STO 5), mit durchwegs geringeren Humusdefiziten.

AV - Herzogenburg/: Molassezone (mittel- bis schwere Braunerden und Pseudogleye, STO 5 und STO 6), mit hoher Humusumsetzung (enges C/N-Verhältnis), daher aktuell auch hohen Humusdefiziten, wobei die im Raum vorhandenen großen Mengen organischen Düngers gut zur Humusmehrung genutzt werden könnten, das Traisen- und Pielachtal mit schwereren Böden (STO2, und STO1-bei Markersdorf) mit weniger Humusdefiziten.

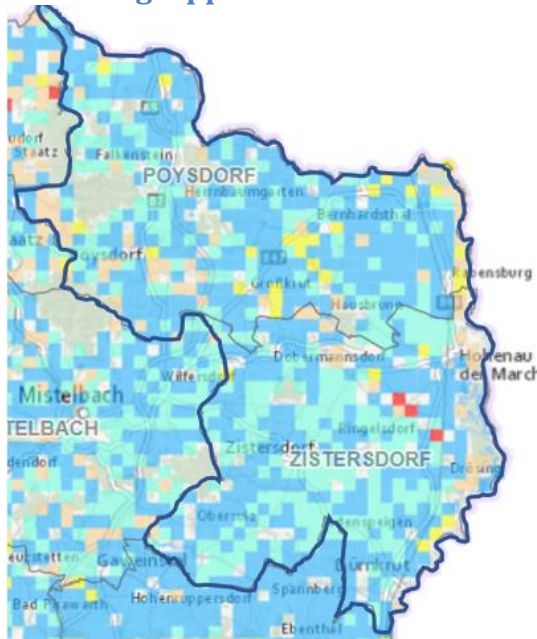
Best Practice-Beispiele in den Kleinregionen

Auf den folgenden Seiten werden **16 BEST PRACTICE Betriebe mit 1286 ha Ackerfläche** exemplarisch für die Kleinregionen im Weinviertel und Tullnerfeld, sowie **4 BEST PRACTICE Betriebe mit 316 ha Ackerfläche** exemplarisch für die Kleinregion Zentrales Alpenvorland vorgestellt. Alle Beispielsbetriebe stehen für den gesamten Raum.

Die Betriebe hatten sich aus Interesse für eine gesamtbetriebliche Humusbilanzierung gemeldet („Ist-Stand“). Auf der Basis der mit den Betriebsleiter*innen ausdiskutierten und von ihnen überprüften Verbesserungsvorschläge wurden Optimierungsvarianten für die Humuswirtschaft mit den für den Betrieb machbaren Optimierungsschritten berechnet („Optimiert“). Diese zeigen, wie hoch das Optimierungspotential realistisch ist.

Abweichend von Tabelle 1 und 2 wurden in Standortgruppe 6 die Winterzwischenfrüchte mit 40 kg C/ha, die Sommerzwischenfrüchte mit 20 kg C/ha und die Biomasse der Gründüngung bei Mengen von 10-20 t mit 4,13 kg C/t FM und bei Mengen von >20 t mit 2,75 kg C/ t FM gerechnet.

Kleinregion Poysdorf/Zistersdorf Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbeprobung)**
STO 1	150	
STO 2	4560	2,6%
STO 3	1780	2,0%
STO 5	23110	2,5%
STO 6	15910	3,2%
Gesamt	45510	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbeprobung von 52 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 1

Standortgruppen (STO): STO 2: 4,2 ha = 5%, STO 3: 7,5 ha = 8%, STO 5: 44,3 ha = 48%, STO 6 = 35,2 ha = 39%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau 136,6 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0 ha Wein, 0 ha Grünland, 32,9 ha WF-Flächen) 91,6 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (24 Feldstücke) plus 12,1 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Zuckerrübe (ZR)	9,0	9,0
	Ölkürbis (Kürbis)	8,8	8,8
	Winterraps (Raps)	8,4	8,4
	Weichweizen (WW)	25,8	25,8
	Wintertriticale (TR)	14,6	
	Wintergerste (WG)	20,5	20,1
	Sommergerste (SG)	4,5	4,5
	Sojabohne (Soja)		15,0

Fruchtfolge: derzeit 5-teilige Fruchtfolgen durchwegs nur mit Winterungen (WW, WG, TR und Raps) und stark humuszehrenden Hackfrüchten (ZR, Kürbis), ohne humusmehrende Leguminosen. In Zukunft sollen alle Fruchtfolgen auf 6-teilig mit 1x Soja oder Erbse (auf „sandigen“ STO 3-Äckern) aufgewertet werden.

Gründungsanbau: derzeit nur auf 13,2 ha abfrostdende Begrünungen über Winter vor Kürbis und SG. Zukünftig zusätzlich vor Erbse und Soja, da diese anstelle von Winterungen angebaut werden (28,3 ha).

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: in den letzten Jahren wurde auf allen Äckern 1x 10 t/ha Carbokalk ausgebracht. Diese Praxis soll weitergeführt werden bis 2x 10 t/ha Carbokalk zu jeder 6-teiligen Fruchtfolge ausgebracht sind. Und in Zukunft werden zusätzlich 3 t/ha Melasse zu Kürbis und ZR ausgebracht (54 t jährlich, 1720 kg N).

Damit und durch den Einbau von 15 ha Leguminosen in die Fruchtfolgen (ohne Düngung) kann mindestens 25 % des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

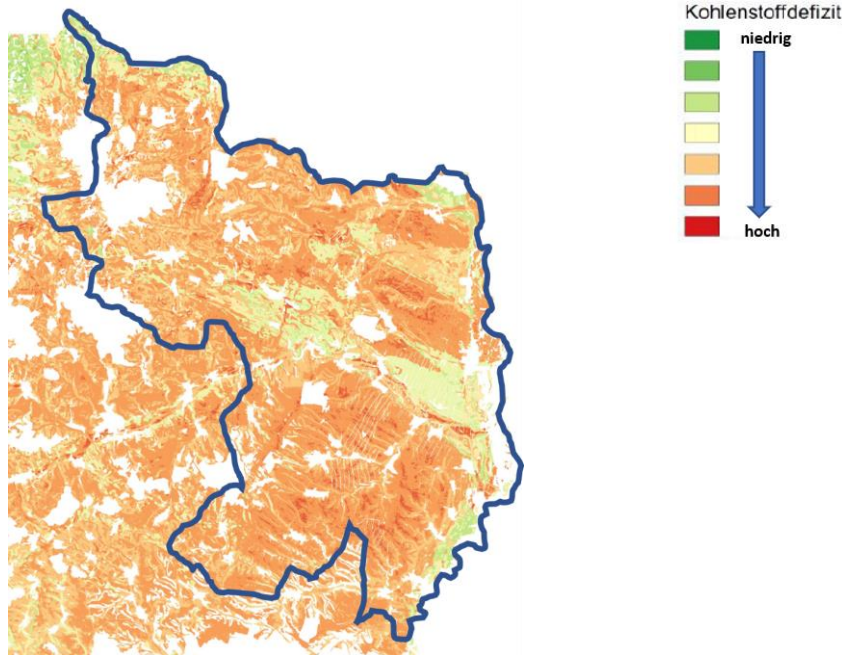
Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarbeitung ER Kürbis/Rübe	Stallmist	Fertigkompost	Carbokalk	ZR-Melasse	Gründüngung	
BP Nr.1 91,6 ha		9	278			42		8	-61
IST-STAND	-398	9	278			42		8	-61
OPTIMIERT	-315	16	263			69	33	20	86

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: - 61 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigsten Verbesserungen sind der für die Humusanreicherung stark wirksame Einbau von Körnerleguminosen in alle Fruchtfolgen, die noch verstärkte Ausbringung von organischen Düngern (Melasse bzw. Carbokalk) und die Verdoppelung des Begrünungsanbaus. Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +86 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 2

Standortgruppen (STO): STO 2: 1,7 ha = 2%, STO 5: 70,0 ha = 71%, STO 6: 26,7 ha = 27%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, BIO-Betrieb (Umstellung 2016) 103,3 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0 ha Wein, 0 ha Grünland) 98,4 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (47 Feldstücke) <i>plus 4,9 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2019 (ha)	nach Optimierung 2021
	Luzerne 2-3 jährig (Luzerne)	1,2	41,6
	Luzerne 1 jährig (Luzerne)	3,7	
	Rotklee, Weißklee 1 jährig	5,3	
	Ölkürbis (Kürbis)	7,1	9,9
	Zuckerrübe (ZR)	9,8	5,3
	Weichweizen (WW)	27,4	16,0
	Triticale (TR) + Roggen (Ro)	10,0	
	Sommergerste (SG)	10,7	9,9
	Mohn		12,5
	Senf + Phacelia	9,3	1,2
Körnerleg.(Ackerbohne)	13,9	2,0	

Fruchtfolge: Seit dem Umstieg auf BIO im Jahr 2016 werden 9-10 teilige Fruchtfolgen aufgebaut, entweder mit 1 jährig Rotklee, Weißklee oder Luzerne oder 2 jährig Luzerne, mindestens 1x Körnerleguminose (Ackerbohne) und auf rund 31 ha (20 Feldstücke) ohne Hackfrucht, auf 14,9 ha (4 Feldstücke mit 2x Hackfrucht (Kürbis und ZR).

Für ein höheres Maß an Humusanreicherung als derzeit (im Schnitt 144 kg C/Ha und Jahr) und auch um auf den umsetzungsaktiven, humuszehrenden STO 6 Flächen überhaupt eine Humusanreicherung sicher zu stellen, wird zukünftig auf 77,9 ha 2-jährig Luzerne (statt 1-jährig) zur Bodengesundung angebaut. Und auf 4 Feldstücken (14,9 ha) mit 2 x Kürbis und ZR 3-jährig Luzerne zur „Aufwertung“ dieser hackfruchtintensiven Fruchtfolgen.

Gründungsanbau: Abfrostdende Begrünungen über Winter vor Sommerungen und Kürbis, derzeit aber noch nicht vor SG und teilweise auch nicht vor ZR vorgesehen (= z.B. 2019 auf 28,6 ha, 15 t/ha Grünmasseertrag). In Zukunft auch vor SG u.ZR!

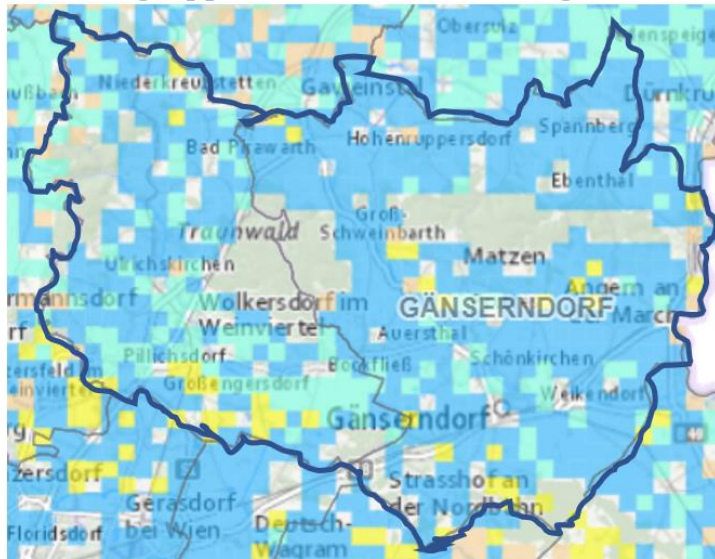
Stroh- u. Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen, auch 4 t/ha Luzernestroh bleibt gemulcht auf der Fläche.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr.2 98,4 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb ER Kürbis, ZR.	Stall- mist	Kom- post	Carbokalk	Biogas gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-183	25	269					33	144
OPTIMIERT	-116	26	271					33	213

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer guten jährlichen Humusanreicherung von +144 kg C/ha und Jahr im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen. Die wichtigsten Optimierungsmaßnahmen für den Betrieb sind auf 77,9 ha 2-jährig Luzerne (statt 1-jährig), auf 14,9 ha 3-jährig Luzerne zur Bodengesundung und mehr Gründungsanbau (auch vor SG und ZR). Nach dieser Optimierung kann der Biobetrieb mit einer sehr guten jährlichen Humusanreicherung von +213 kg C/ha und Jahr rechnen.

Kleinregion Wolkersdorf/Gänserndorf Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbehebung)**
STO 1		
STO 2	460	
STO 3	1620	1,9%
STO 5	22410	2,6%
STO 6	6230	2,7%
Gesamt	30600	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbehebung von 32 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 3

Standortgruppen (STO): STO 2: 1,6 ha = 1%, STO 3: 1,3 ha = 1%, STO 5: 106,9 ha = 74%, STO 6: 35,6 ha = 24%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau 159,9 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (davon 0 ha Wein, 0,6 ha Grünland-Brache) 145,3 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (49 Feldstücke) Plus 13,9 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut, 36 Brache-Feldstücke)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Zuckerrübe (ZR)	7,2	7,0
	Körnermais (KM)	26,3	22,7
	Sonnenblume (SB)	27,6	22,3
	Winterroggen (Ro)	67,2	51,0
	Dinkel (Di)	7,3	8,4
	Hartweizen (Durum)	9,8	10,0
	Sojabohne (Soja)		24,0

Fruchtfolge: in Zukunft wird im Schnitt pro Jahr 24 ha Soja in 132 ha Fruchtfolgen eingebaut =

- 10-teilige Fruchtfolgen auf 69 ha mit 1x ZR und 2x Soja hintereinander angebaut in 10 Jahren,
- 6-teilige Fruchtfolgen auf 63 ha mit 1x Soja in 6 Jahren,
- 5-teilige Fruchtfolgen auf 13 ha ohne Soja (STO3 Äcker mit sandigen Böden)

Gründungsanbau: derzeit 43,3 ha durch abfrostende Begrünung über Winter vor KM, ZR, SB. Nach Optimierung auch vor Soja (abfrostende Begrünung vor dem 1. Soja-Anbaujahr, winterharte Begrünung zwischen Soja und Soja) = rund 76 ha Begrünungsanbau zukünftig.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: derzeit wird von 50 ha Roggenstroh abgeführt, zukünftig soll nur mehr 10 ha Roggenstroh abgeführt werden. Durch die Pferdemitausbringung wird das abgeführte Stroh „veredelt“.

Organische Düngung:

Derzeit: 2018 wurde erstmals auf 15 ha 150 t Pferdemit aufgebracht. Dies soll in Zukunft jährlich erfolgen. So können alle 10 Jahre alle Flächen 1x angemistet werden (bringt 40 kg Humus-C/ha und Jahr).

Damit und durch den Sojaeinbau in die Fruchtfolgen (ohne Düngung) kann rund 20 % des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

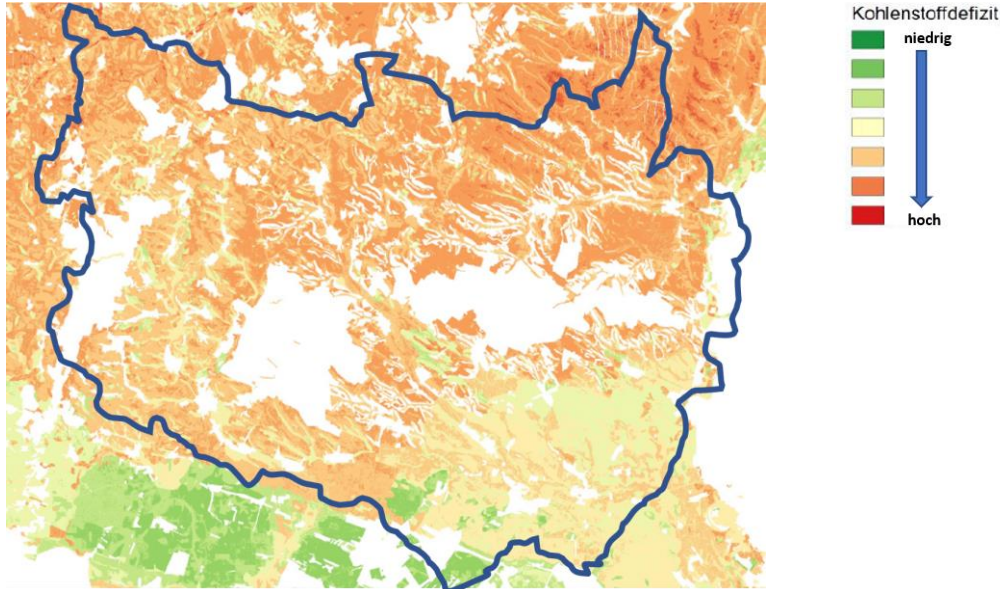
Hubi-Fläche BP Nr. 3 145,3 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarb. ER Rübe	Pferdemist	Fertigkomp.	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogasgülle	Gründüngung	
IST-STAND	-379	25	249	8				43	-55
OPTIMIERT	-294	31	251	40				47	84

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen kann mit einem Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen gerechnet werden (Humussaldo: -55 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigsten Verbesserungen sind der für die Humusanreicherung stark wirksame Einbau von Soja in beinahe alle 5-teiligen Fruchtfolgen und die Ausbringung der rund 5-fachen Menge an Pferdemit jährlich.

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +84 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 4

Standortgruppen (STO): STO 2: 0,9 ha = 1%, STO 3: 2,0 ha = 2%, STO 5: 85,4 ha = 77%, STO 6: 22,2 ha = 20%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, Weinbau, 400 Weidegänse, BIO-Betrieb 126,1 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (7,5 ha Wein, 4 ha „Gänseweide“) 110,5 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (33 Feldstücke) Plus 8,2 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2019 (ha)	nach Optimierung z.B. 2021 (ha)
		Luzerne 2-3 jährig (Luzerne)	25,4
	Biodiv.Fläche 3 jährig in Rotation	0,9	
	Wechselgrünland (Gänseweide)	4,0	4,0
	Ölkürbis (Kürbis)	24,8	26,3
	Weichweizen (WW)	26,2	34,4
	Dinkel (Dinkel)	22,7	25,4
	Körnerleguminosen (Bohne, Wicke, Erbse, Soja)	6,5	

Fruchtfolge, Gründungsanbau, Stroh- u. Ernterückstandseinarbeitung = Organische Düngung:

Der Biobetrieb hat schon derzeit in alle 7-10-teiligen Fruchtfolgen 1x 2-jährig Luzerne zur Bodengesundung eingebaut und in den meisten Fruchtfolgen auch mind. 1 x Körnerleguminosen (vor allem Ackerbohne) zum Humusmehrung und zur N-Fixierung. Zusätzlich werden jeweils vor der Leguminose und vor Ölkürbis abfrostdende Begrünungen angebaut = auf 25 bis 30 ha pro Jahr (20 t/ha Grünmasseertrag).

Alle Stroh- und Ernterückstände (Ölkürbis) werden eingearbeitet, auch 4 t/ha Luzernestroh bleibt auf der Fläche.

Mit diesen stark humusmehrenden Fruchtfolgen kann auf STO 2, 3 aber auch auf STO 5 Flächen (= 88,3 ha = 80 % der Fläche) im Schnitt > 300 kg C/ha und Jahr an Humusanreicherung erreicht werden, die 22,2 ha umsetzungsaktiven, humuszehrenden STO 6 Flächen bleiben mit diesen Fruchtfolgen aber doch deutlich unter dem derzeit errechneten Betriebsschnitt von +249 kg C/ha jährlichem Humussaldo.

Auf den 13 Feldstücken mit STO 6 Flächenanteilen soll daher die Luzerne 3-jährig (statt 2-jährig) zur Bodengesundung am Feld bleiben. Damit kann eine noch tiefere Durchwurzelung der Böden erwartet werden = zusätzliche Humusanreicherung = bringt rechnerisch plus 70 kg C/ha mehr Humusanreicherung.

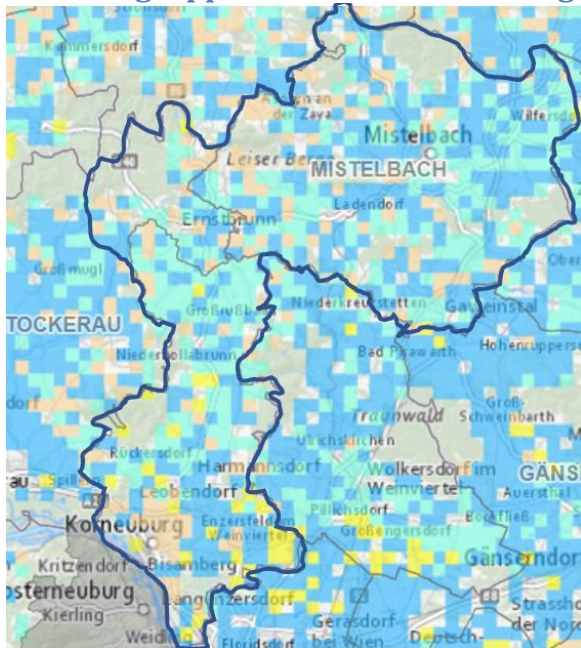
Ergebnisse der Humusbilanzierung:

Hubi-Fläche BP Nr. 4 110,5 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo Mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb ER Kürbis.	Stall- mist	Kom- post	Carbokalk	Biogas- gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-65	20	267					31	249
OPTIMIERT	-28	19	268					31	285

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer sehr guten jährlichen Humusanreicherung von +249 kg C/ha und Jahr im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen. Zur Optimierung der Humusanreicherung auch auf STO 6 Flächen wird Luzerne zukünftig 3-jährig statt 2-jährig auf 13 Feldstücken angebaut.

Nach dieser Optimierung kann der Biobetrieb mit einer jährlichen Humusanreicherung von +285 kg C/ha und Jahr rechnen.

Kleinregion Mistelbach/Korneuburg Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbeprobung)**
STO 1		
STO 2	6620	3,3%
STO 3	1730	3,3%
STO 5	15190	2,4%
STO 6	1140	2,5%
Gesamt	34940	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbeprobung von 47 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 5

Standortgruppen (STO): STO 2: 7,6 ha = 20%, STO 3: 0,7 ha = 2%, STO 5: 23,5 ha = 60%, STO 6: 7,3 ha = 19%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2017 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau	Zuckerrübe (ZR)	2,9	2,9
44,7 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche	Körnermais (KM)	6,2	6,2
(0 ha Wein, 0 ha Grünland, 1,0 ha „Wildackerfläche“ ohne Nutzung)	Sonnenblume (SB)	3,8	3,8
39,0 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (19 Feldstücke/Schläge)	Weichweizen (WW)	11,9	7,7
Plus 4,7 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Dinkel (Di)	5,6	5,6
	Wintergerste (WG)	1,3	1,3
	Sommergerste (SG)	5,0	5,0
	Sojabohne (Soja)	2,3	6,5

Fruchtfolge: in Zukunft wird 1 x Soja in jede Fruchtfolge ohne und mit 1 x KM, ZR eingebaut, 2 x Soja zu jeder Fruchtfolge mit 2 x KM, ZR (= ca. 6,5 ha Soja zukünftig).

Gründungsanbau: derzeit auf rund 23 ha durch abfrostdende Begrünung (meist über Winter) vor KM, ZR, SB, SG und Soja (20 t/ha Grünmasseertrag). Zukünftig ist wesentlich mehr Gründungsanbau geplant:

- nach früh räumendem Getreide soll bis Ende Juli bereits die Gründungsanbau vor WW angebaut werden
- und auch Grünschnittroggen nach KM vor Soja, die zukünftig in der Fruchtfolge immer nach KM gestellt wird.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen.

Organische Düngung: keine, auch nicht in Zukunft geplant, aber:

die Verdreifachung des Sojaanbaus (ohne Düngung) bringt organischen Stickstoff ins System, unter Berücksichtigung der Vorfruchtwirkungen und mit den N-Düngermengen in Begrünungen (5 kg/ha in Wurzeln, 2 kg/ha in der Grünmasse), soll zukünftig die Hälfte des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

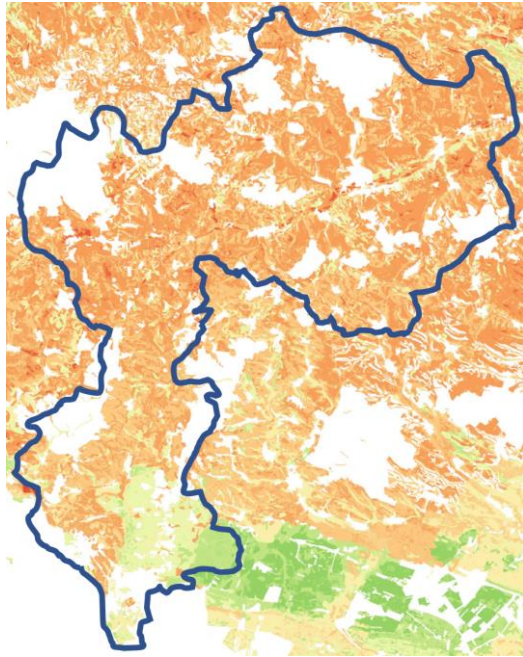
HuBi-Fläche BP Nr. 5 39,0 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo Mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarb. ER Rübe	Pferdemist	Fertigkomp.	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogasgülle	Gründüngung	
IST-STAND	-316	30	276					25	15
OPTIMIERT	-239	54	284					37	136

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen kann mit einer geringfügigen Humusmehrung im Schnitt aller Ackerflächen gerechnet werden (Humussaldo: +15 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigsten Verbesserungen für die Humusanreicherung werden durch die stark wirksame Verdreifachung des Sojaanbaus und die massive Ausweitung des Begrünungsanbaus (auch vor Winterungen) erreicht, ohne zusätzliche organische Hilfsmittel.

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +136 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 6

Standortgruppen (STO): STO 2: 7,8 ha = 19%, STO 5: 26,8 ha = 64%, STO 6: 6,8 ha = 17%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau 43,4 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0 ha Wein, 0 ha Grünland) 41,3 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (23 Feldstücke) Plus 2,1 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2017 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Zuckerrübe (ZR)	4,6	4,1
	Speisekartoffel (Kart)	6,2	6,2
	Ölkürbis (Kürbis)	0,3	0,3
	Zwiebel (Zwiebel)	0,7	0,7
	Winterraps (Raps)	2,4	1,0
	Weichweizen (WW)	18,3	14,3
	Wintergerste (WG)	2,1	2,0
	Dinkel (Dinkel)	2,0	2,0
	Sommergerste (SG)	4,8	3,8
	Ackerbohne (Bohne)		3,5
Sojabohne (Soja)		3,5	

Fruchtfolge: 5,8 ha (5 Feldstücke) sind optimiert. In alle anderen 10-teiligen Fruchtfolgen wird alle 5 Jahre 1x Soja und 1x Bohne eingebaut (statt WW und SG).

Gründungsanbau: derzeit 11,1 ha abfrostende Begrünung über Winter vor KM, ZR, großteils vor SG, und auf wenigen Flächen vor WW nach Getreide. Zukünftig sollen auf 21,0 ha Begrünungen angebaut werden: zusätzlich mehr vor SG, konsequent vor WW nach Getreide und vor Ackerbohne und Soja.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: Derzeit: 2017 wurde auf 3 Feldstücken 12 m³/ha Schweinegülle ausgebracht (entfällt zukünftig).

Optimierung: zukünftig werden gezielt auf allen STO 5 und 6-Flächen = 33,6 ha in 10 Jahren 2x 5 t/ha Melasse bzw. Kartoffelrestfruchtwasser (KFW) = 34 t pro Jahr und 1x 10 t/ha Fertigkompost (= ebenfalls 34 t pro Jahr) ausgebracht.

Damit werden in Zukunft in 10 Jahren 340 t Kompost (3400 kg N) und 340 t Melasse bzw. KFW (8840 kg N) ausgebracht.

Damit kann mindestens 30 % des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

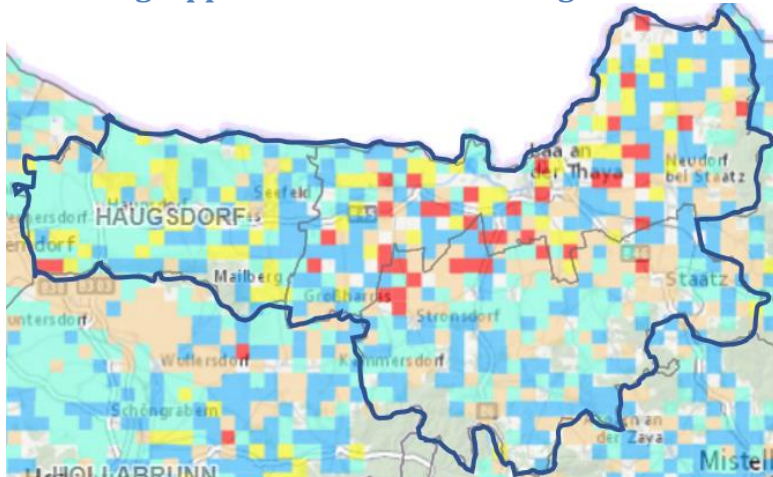
HuBi-Fläche	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Schweine- gülle	Grün- düngung	
BP Nr. 6 41,3 ha									
IST-STAND	-431	17	279				2	12	-122
OPTIMIERT	-324	39	235		62	45		41	89

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem starken jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -122 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigsten Verbesserungen sind die gezielte Ausbringung vor allem von Kompost aber auch von Melasse bzw. Kartoffelrestfruchtwasser (KFW), die Verdoppelung des Begrünungsanbaus und auch der für die Humusanreicherung stark wirksame Einbau von Körnerleguminosen in beinahe alle Fruchtfolgen.

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +89 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kleinregion Haugsdorf/Laa a.d. Thaya Nord u. Süd Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbeprobung)**
STO 1	2970	3,5%
STO 2	8980	3,4%
STO 3	4790	2,3%
STO 5	11630	2,4%
STO 6	10070	3,0%
Gesamt	38440	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbeprobung von 113 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 7

Standortgruppen (STO): STO1: 0,55 ha =1%, STO2: 26,8 ha =40%, STO3: 3,2 ha = 5%, STO5: 23,0 ha = 35%, STO6: 12,3 ha =19%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau	Zuckerrübe (ZR)	7,9	6,9
73,6 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche	Ölkürbis (Kürbis)	6,0	5,0
(0 ha Wein, 0 ha Grünland)	Körnermais (KM)	9,5	8,5
65,9 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (34 Feldstücke)	Sonnenblume (SB)	4,8	4,3
<i>Plus 4,9 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Weichweizen (WW)	18,0	15,5
	Sommergerste (SG)	19,7	16,2
	Sojabohne (Soja) oder Ackererbse (Erbse)		9,5

Fruchtfolge: derzeit 5- bis 7-teilige Fruchtfolgen mit großteils im Frühjahr angebaute Kulturen (alle außer WW), mit 34 % humuszehrenden Hackfrüchten (ZR, Kürbis, KM) ohne humusmehrende Leguminosen.

In Zukunft soll daher in alle Fruchtfolgen 1x Soja oder Erbse eingebaut werden (9 bis 10 ha jährlich).

Gründungsanbau: mit derzeit 23,2 ha abfrostenden Begrünungen über Winter (teilweise vor KM, Kürbis, SB und SG, nicht vor SG, wenn nach ZR in der Fruchtfolge, nicht vor ZR generell) ist nur ca. die Hälfte der im Frühjahr angebaute Fläche im Herbst/Winter davor begrünt. Mehr Begrünungsanbau daher in Zukunft, wo immer dies möglich ist.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: Da ohne organische Düngung nur eine geringe Humusanreicherung möglich ist, ist in Zukunft geplant, 1x alle 6 Jahre 15 t/ha Carbokalk (= 172 t pro Jahr, 600 kg N) und 1x 10 t/ha Fertikompost (= 115 t pro Jahr, 1150 kg N) auszubringen. Das ist sehr ambitioniert, würde aber einen guten Dienst für die Humusanreicherung leisten (+200 kg C/ha durch Kompost- und Carbokalkausbringung, siehe unten). Und die Ausbringung soll „differenziert“ erfolgen = wenig auf STO 2 und 3, viel auf STO 5 und STO 6.

Damit und auch durch den Leguminoseneinbau in die Fruchtfolgen (ohne Düngung) kann mindestens 1/3 des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

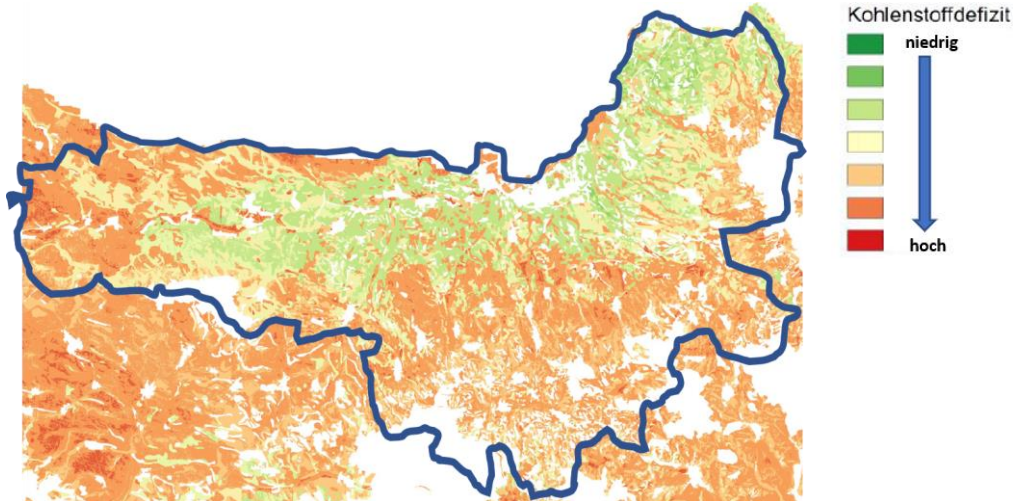
HuBi-Fläche BP Nr. 7 65,9 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stallmist	Fertikompost	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogasgülle	Grüdüngung	
IST-STAND	-414	39	309					14	-52
OPTIMIERT	-327	49	295		150	53		19	228

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -52 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigste Verbesserung wird durch den ambitionierten Einstieg in die organische Düngung (Carbokalk), vor allem aber durch Kompostausbringung erreicht.

Nach Optimierung kann mit einer guten jährlichen Humusanreicherung von +228 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 8

Standortgruppen (STO): STO 1: 1,6 ha = 1%, STO 2: 25,1 ha = 24%, STO 3: 10,0 ha = 10%, STO 5: 49,9 ha = 47%, STO 6: 18,8 ha = 18%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, Weinbau, BIO-Betrieb 112,9 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (5,8 ha Wein, 0 ha Grünland) 104,6 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (43 Feldstücke) Plus 1,7 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Luzernegras 2-3 jährig (LuzGras)	14,8	22,3
	Zuckerrübe (ZR)	14,8	14,8
	Körnermais (KM)	16,5	16,5
	Saatmais (SaatM)	7,5	7,5
	Weichweizen (WW)	35,4	27,9
	Roggen (Ro)	6,5	6,5
	Wintergerste (WG)	5,6	5,6
	Erbse/Getreide-Gemenge	4,4	4,4

Fruchtfolge: Die 6-7-teiligen Fruchtfolgen von 36 Feldstücken (75 ha) sind durch den Einbau von 2-3 jährig Luzernegras und 7,5 ha mehr Luzernegrasanbau). Der Betrieb hat damit zukünftig dann 22 ha Luzernegras in den Fruchtfolgen.

Gründungsanbau: Abfrostande Begrünungen vor allen Sommerungen, aber auch vor Mais (KM und SaatM) und auch vor ZR = 19 ha pro Jahr (22 t Grünmasseertrag/ha).

Organische Düngung: Der Biobetrieb nutzt eine breite Palette organischer Dünger:

- 1) jährlich 60 t Pferdemist (15 t/ha auf 3 Feldstücke)
- 2) jährlich 25 t Biofert (1,6 t/ha zu Km und SaatM)
- 3) jährlich 65 t Vinasse (2,0 t/ha zu WW)
- 4) und er plant aus Luzernegrasschnitt „Graskompost“ zu machen.

Diese organischen Hilfsstoffe haben einen nicht unwesentlicher Anteil an der Humusanreicherung (bringen in Summe derzeit +69 kg C/ha und Jahr und in Zukunft soll noch Graskompost dazukommen).

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

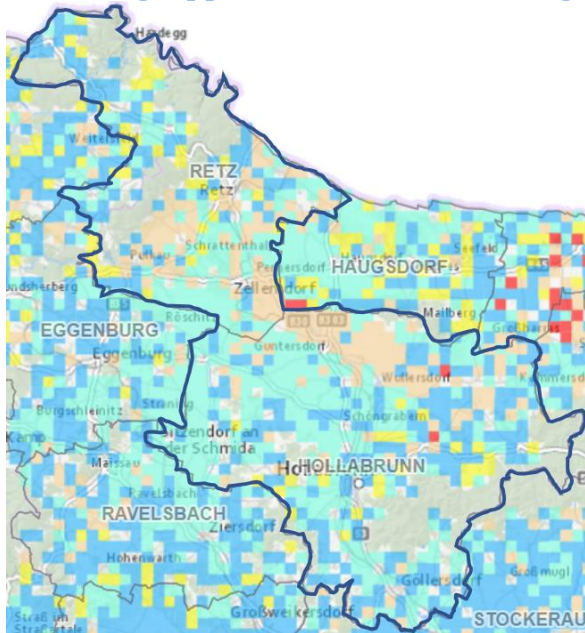
HuBi-Fläche BP Nr. 8 104,6 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Theoretischer Humussaldo (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Rübe	Pferde- mist	Kom- post	Biofert	Vinasse	Grün- düngung	
IST-STAND	-93	28	257	10		18	41	23	276
OPTIMIERT	-21	25	256	7		16	40	22	335

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer sehr guten jährlichen Humusanreicherung von +276 kg C/ha und Jahr im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen.

2-3-jähriges Luzernegras zur Bodengesundung in allen Fruchtfolgen trägt dazu bei plus die organische Düngung (Pferdemist, Biofert und Vinasse).

Nach Einbau von Luzernegras in alle Fruchtfolgen kann der Biobetrieb mit einer jährlichen Humusanreicherung von +335 kg C/ha und Jahr rechnen.

Kleinregion Hollabrunn/Retz Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbe probung)**
STO 1	120	
STO 2	8960	3,6%
STO 3	2850	3,0%
STO 5	12080	2,8%
STO 6	18460	2,9%
Gesamt	42470	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbepröbung von 62 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 9

Standortgruppen (STO): STO 2: 8,4 ha =13%, STO 3: 11,6 ha =17%, STO 5: 29,9 ha =45%, STO 6: 16,9 ha =25%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau	Zuckerrübe (ZR)	3,8	
71,5 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0 ha Wein, 0 ha Grünland)	Ölkürbis (Kürbis)	12,1	6,5
66,3 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (41 Feldstücke)	Körnermais (KM)	12,3	17,3
<i>Plus 5,2 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Winterraps (Raps)	5,4	13,2
	Sonnenblume (SB)	3,8	
	Weichweizen (WW)	20,9	18,0
	Hartweizen (Durum)		3,1
	Wintergerste (WG)	8,0	2,8
	Wintertriticale (WT)		5,4

Fruchtfolge: in Zukunft kein ZR- und Kartoffelanbau mehr sowie weniger Ölkürbis, dafür mehr KM und Raps (bringt auch mehr Stroheinarbeitung).

Gründungsanbau: derzeit 28,4 ha durch abfrostdende Begrünung über Winter vor KM, ZR, Kürbis, SB. Nach Optimierung auch vor Durum. Das ergibt in Zukunft 26,6 ha mit 20 t Grünmasse/ha.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: Derzeit: 2018 wurden erstmalig 150 t Fertigkompost auf 22,2 ha (1/3 der Ackerfläche) ausgebracht.

Optimierung: auch auf den übrigen 44,4 ha Ackerfläche werden im Laufe der 5-jährigen Fruchtfolge 1 x 7 t/ha Kompost ausgebracht. Die Ausbringung soll „differenziert“ erfolgen = wenig auf STO 2 und STO 3-Flächen, viel auf STO 5 und STO 6-Flächen. Damit werden in Zukunft in 5 Jahren 450 t Kompost (4500 kg N) ausgebracht.

Damit kann mindestens 10 % des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

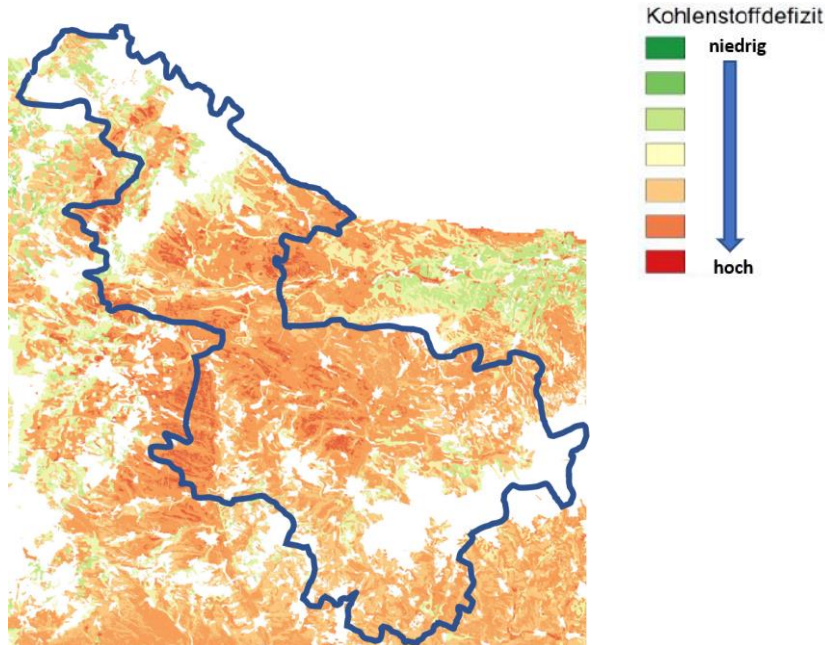
HuBi-Fläche BP Nr. 9 66,3 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo Mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbokalk, KFW Citrosol, Melasse	Biogas gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-464	38	275		38			32	-81
OPTIMIERT	-406	33	282		127			42	78

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -81 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigste Verbesserung liegt in der Verdreifachung der Kompostausbringung. Auch die Umstellung von stark humuszehrenden Hackfrüchten (ZR, Kartoffel, Kürbis) auf weniger humuszehrende strohereichere Kulturen (KM, Raps) bringt mehr Humusanreicherung.

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +78 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 10

Standortgruppen: STO 1: 1,0 ha =1%, STO 2: 81,7 ha =51%, STO 3: 1,4 ha = 1%, STO 5: 36,4 ha = 23%, STO 6: 38,6 ha = 24%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau, Weinbau	Zuckerrübe (ZR)	22,9	12,8,9
175,2 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche	Kartoffel (Kart)	31,4	31,4
(6,3 ha Wein, 0 ha Grünland)	Körnermais (KM)	15,2	15,2
160,1 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (72 Feldstücke)	Weichweizen (WW)	56,4	56,4
<i>Plus 9,0 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Sommergerste (SG)	34,2	34,2
	Sojabohne (Soja)		10,1

Fruchtfolge: sehr hackfruchtintensive Fruchtfolge derzeit (ZR, Kart, KM) = 43% Hackfruchtanteil.

Es ist folgende Umstellung geplant: 10 ha Soja (auf STO 5 und 6-Flächen) statt ZR. Damit haben die zukünftigen FF nur mehr 37% Hackfruchtanteil und eine humusmehrende Kultur (Soja) ersetzt eine stark humuszehrende (ZR). Und WW kommt zukünftig in der Fruchtfolge nach Soja (statt SG), damit wird auf 10 ha zusätzlicher Gründungsanbau vor SG möglich.

Gründungsanbau: derzeit bereits auf 69 ha = 43%, zukünftig 79 ha = 49% - zusätzliche Begrünung vor SG, siehe oben. 10 t/ha Grünmasseertrag.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: Der Betrieb versucht in Zukunft die organische Düngung noch zu optimieren durch:

- jährlich 300 t Carbokalkausbringung wird beibehalten (1050 kg N)
- jährlich 93 t Kartoffelrestfruchtwasser (KFW), 3 t/ha zu Kart (1860 kg N)
- jährlich 85 t Kompost auf STO 5 und 6-Flächen (5 t/ha, 850 kg N)

Damit und auch durch den Leguminoseneinbau in die Fruchtfolgen (ohne Düngung) kann 10-15% des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

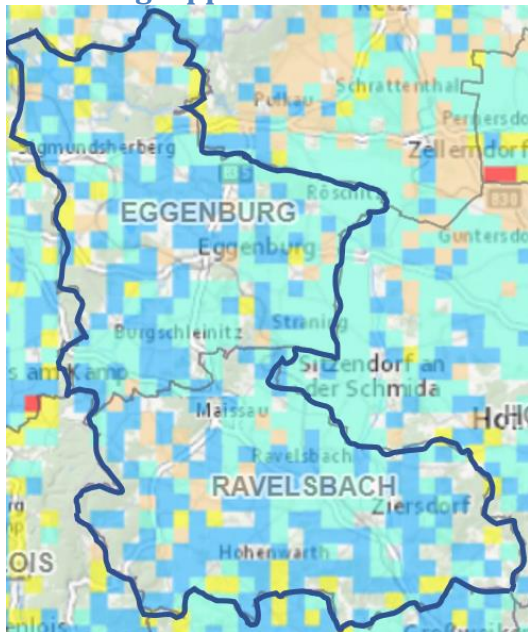
HuBi-Fläche BP Nr. 10 160,1 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Rübe	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbo- kalk	KFW	Grün- düngung	
IST-STAND	-425	57	283			36		20	-39
OPTIMIERT	-356	64	270		43	39	22	26	103

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -39 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigste Verbesserung sind die Reduktion der stark humuszehrenden Zuckerrübe durch die humusmehrende Körnerleguminose Soja (bringt +55 kg C/ha und Jahr) und die zusätzliche Ausbringung organischen Düngers (Carbokalk, KFW und Kompost, bringt +68 kg C/ha und Jahr).

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +103 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kleinregion Eggenburg/Ravelsbach Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbe- probung)**
STO 1	90	
STO 2	1380	
STO 3	1040	
STO 5	10800	2,3%
STO 6	10140	2,6%
Gesamt	23450	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**laut Wiederbe-
probung von 12 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr. 11

Standortgruppen (STO): STO 2: 6,7 ha = 21%, STO 5: 8,2 ha = 25%, STO 6: 17,4 ha = 54%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, Weintrauben 39,9 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (5,2 ha Wein, 0 ha Grünland) 32,3 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (29 Feldstücke) Plus 2,4 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen	IST-Stand 2018 (ha)	Nach Optimierung (ha)
	Kartoffel (Kart)	0,2	0,2
	Körnermais (KM)	6,3	4,6
	Sonnenblume (SB)	7,4	5,7
	Weichweizen (WW)	18,0	16,5
	Roggen (Ro)	0,4	
	Sojabohne (Soja)		5,3

Fruchtfolge: bis jetzt war auf rund 1/3 der Feldstücke 1x Ölkürbis in den 6-teiligen Fruchtfolgen.

In Zukunft soll kein Ölkürbis mehr angebaut werden. Und: auf 5,8 ha „STO 2 Äckern“ (das sind 5 Feldstücke mit Böden mit höheren Tongehalten) werden zukünftig 4-teilige Fruchtfolgen ohne Soja (SB/WW/KM/WW) umgesetzt, auf 26,5 ha „STO 5 bzw. STO 6 Äckern“ (das sind 24 Feldstücke mit Böden mit geringeren Tongehalten) wird zukünftig in jede 5-teilige Fruchtfolge 1x Soja (5,3 ha) zur Humusanreicherung eingebaut.

Gründungsanbau: derzeit 13,7 ha durch abfrostende Begrünung über Winter vor KM und SB.

Nach Optimierung der Fruchtfolgen vor KM, Soja und vor 1,3 ha SB, die in der Fruchtfolge nicht nach Soja kommt. Das ergibt in Summe rund 11 ha Gründungsanbau mit 20 t Grünmasse/ha.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen

Organische Düngung: Derzeit keine. In Zukunft soll alle 5 Jahre auf alle Flächen 1x 5 t/ha Fertigungskompost ausgebracht werden = 32 t Fertigungskompost pro Jahr = in 5 Jahren 160 t Kompost (1600 kg N).

Damit und durch den Einbau von 5,3 ha Soja in die Fruchtfolgen (ohne Düngung) kann die Hälfte des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

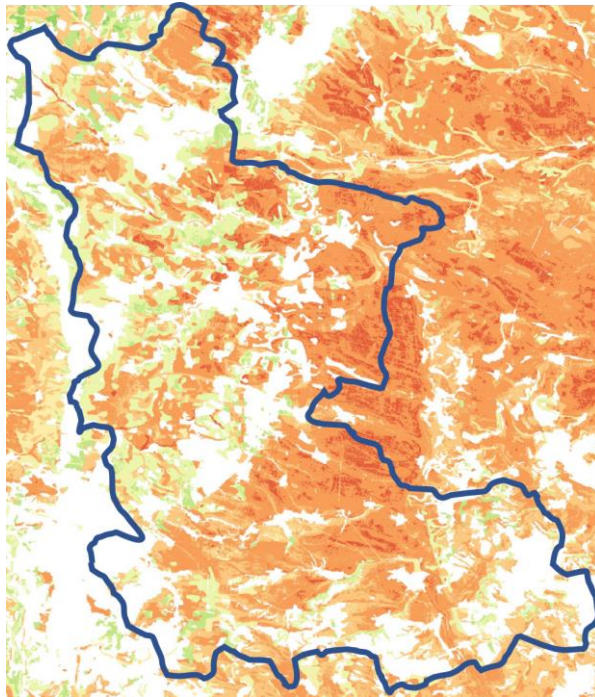
HuBi-Fläche BP Nr.11 32,3 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen Frucht	Stroheinarb. ER Kürbis	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbokalk, KFW Citrosol, Melasse	Biogas gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-408	39	269					47	-53
OPTIMIERT	-307	36	272		90			46	136

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -53 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigsten Verbesserungen liegen in der geplanten konsequenten Kompostausbringung auf allen Flächen zukünftig und in der Umstellung der Fruchtfolgen: humusmehrnde Leguminosen werden in die Fruchtfolgen eingebaut anstelle der stark humuszehrenden Hackfrucht Ölkürbis.

Nach Optimierung kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +136 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 12

Standortgruppen (STO): STO 2: 9,3 ha = 30%, STO 5: 10,3 ha = 34%, STO 6: 10,9 ha = 36 %

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2019 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau	Ölkürbis (Kürbis)	4,6	4,1
38,8 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (davon 4,8 ha Wein, 0,4 ha Grünland)	Graumohn (Mohn)	1,4	3,7
30,5 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (14 Feldstücke)	Mariendistel (Distel)	4,6	3,0
<i>Plus 3,1 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Weichweizen (WW)	8,4	8,8
	Roggen (Ro)	3,0	3,1
	Sommergerste (SG)	8,5	
	Wintergerste (WG)		7,8

Fruchtfolge und Gründungsanbau: der Betrieb hatte bisher viel Mariendistel und Sommergerste in den Fruchtfolgen.

Da er bis jetzt aus Angst vor Wasserkonkurrenz für die Hauptkultur auch nur sehr wenig Gründungsanbau betrieben hat und die Mariendistel die Tendenz hat, noch jahrelang „wieder zu kommen“, möchte er zukünftig den Distelanbau reduzieren (und auf definierte Schläge zu beschränken) und statt Sommergerste Wintergerste in die Fruchtfolgen bringen und vor Mohn und Kürbis zukünftig schwachwüchsige, abfrostende Begrünungen anlegen (auf 8 bis 9 ha jährlich mit 5 t/ha Grünmasseertrag).

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen.

Organische Düngung: Der Betrieb möchte zukünftig viel und regelmäßig auf allen Flächen Kompost ausbringen, konkret 5 t/ha alle 3 Jahre auf alle Flächen = 50 t Kompost pro Jahr. Das bringt neben viel Humus-C (+187 kg C/ha und Jahr) auch viel Stickstoff ins System.

Mit der Kompostausbringung und dem Anbau von Begrünungen auf jährlich 8-9 ha (dies bringt 5 kg N/ha über die Wurzeln und 1-2 kg N/ha aus der Grünmasse) soll in Zukunft 1/3 des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 12 30,5 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Kürbis	Stall- mist	Fertig- komp.	Carbokalk,...	Biogas- gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-326	14	277					7	-28
OPTIMIERT	-321	32	273		187			12	181

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der ist mit einem jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -28 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigste Verbesserung ist auf jeden Fall die regelmäßige Ausbringung von Kompost auf alle Flächen, neben dem verstärkten Einstieg in den Gründungsanbau.

Die Kompostausbringung sorgt jedenfalls dafür, dass zukünftig mit einer guten jährlichen Humusanreicherung von +181 kg C/ha und Jahr gerechnet werden kann.

Kleinregion Kirchberg/Stockerau Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbeprobung)**
STO 1		
STO 2	1830	3,4%
STO 3	390	
STO 5	26290	2,7%
STO 6	3270	2,9%
Gesamt	31780	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**lt. Wiederbeprobung von 22 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr.13

Standortgruppen (STO): STO 2: 6,4 ha = 6%, STO 5: 90,9 ha = 92%, STO 6: 1,5 ha = 2%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau, Weinbau 109,7 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (4,7 ha Wein – 16 Feldstücke, kein Grünland) 98,9 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (34 Feldstücke) Plus 6,1 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut-13 Brache-Feldstücke)	Zuckerrübe (ZR)	11,6	12,4
	Kartoffel (Kart)	14,7	12,4
	Körnermais (KM)	22,5	12,4
	Weichweizen (WW))	41,6	24,7
	Sommergerste (SG)	8,5	12,4
	Sojabohne (Soja)		12,4
	Ackerbohne (Bohne)		12,4

Fruchtfolge: derzeit hat der Betrieb einen hohen Hackfruchtanteil von 50 % in einer Region mit stark humuszehrenden Böden (92% STO 5-Flächen) und keine humusmehrenden Kulturen wie Leguminosen in der Fruchtfolge. In Zukunft ist der Umbau aller 4-teiligen Hackfrucht/Getreide-Fruchtfolgen (FF) auf zukünftig 8-teilige FF mit jeweils 1x ZR, Kart und KM, 2x WW, 1x SG, 1x Soja und 1x Bohne geplant.

Gründungsanbau: derzeit im Schnitt 1x in 4 Jahren (2018 war überdurchschnittlich mit 47,8 ha).

Der Gründungsanbau kann auf 6x in 8 Jahren gesteigert werden (Begrünungen zukünftig bis November vor ZR, über Winter vor Kart, KM, SG, Soja und Bohne: in Summe jährlich ca.68 ha).

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen.

Organische Düngung: Derzeit: Zu Kartoffel wurde bisher jeweils Kartoffelrestfruchtwasser (KFW - im Schnitt 25 t pro Jahr) ausgebracht. Dies soll zukünftig auf 100 t pro Jahr Melasse bzw. KFW (= 2600 kg N pro Jahr) zu ZR, Kart und KM erhöht werden. Auch Leguminosen und Begrünungen bringen Stickstoff ins System Boden.

Damit kann zukünftig die Hälfte des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

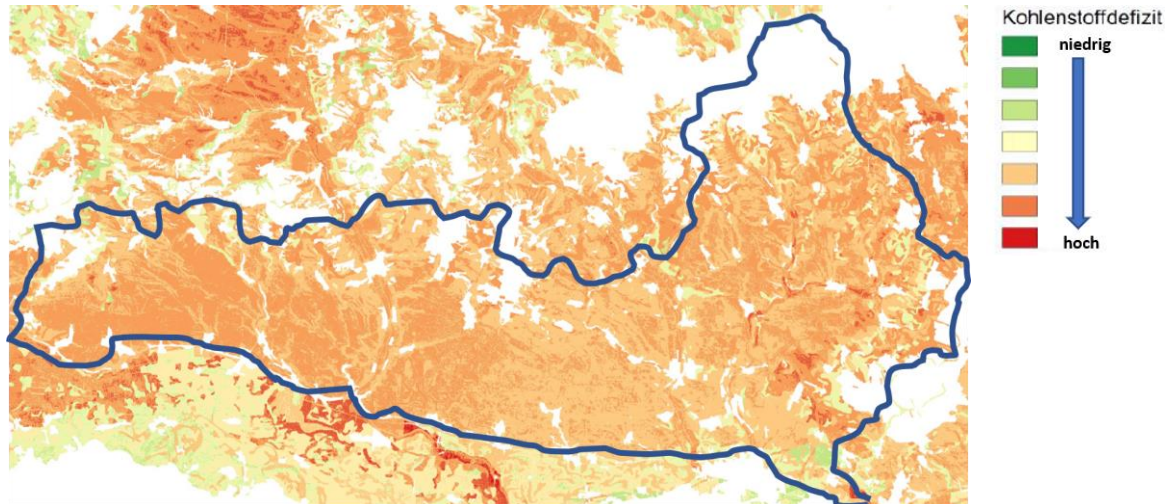
Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbokalk, KFW, Citrosol, Melasse	Biogas- gülle	Grün- düngung	
BP Nr. 13 98,9 ha									
IST-STAND	-501	24	292			13		28	-144
OPTIMIERT	-316	72	266			65		45	133

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem starken jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -144 kg C/ha und Jahr).

Die wichtigste Verbesserung für eine Trendumkehr zum Humusanreicherung auf den Ackerflächen wird durch den Einbau von humusmehrenden Kulturen (25 % Leguminosen) in die Fruchtfolge und durch die Verdreifachung des Gründungsanbaus erreicht. Aber nur durch die starke Ausweitung der zusätzlichen Ausbringung von organischen Düngern kann zukünftig mit einer Humusanreicherung von +133 kg C/ha gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 14

Standortgruppen (STO): STO 2: 1,0 ha = 1%, STO 3: 0,5 ha = 1%, STO 5: 66,6 ha = 90%, STO 6: 5,6 ha = 8%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2017 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Marktfruchtanbau, BIO-Betrieb	Luzerne 2- 4 jährig (Luzerne)		7,5
74,3 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0,2 ha Wein, 0 ha Grünland)	Biodiv.Fläche 2 jährig in Rotation	1,2	1,2
73,9 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (28 Feldstücke)	Körnermais (KM)	11,7	11,7
<i>Plus 0,2 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)</i>	Speisekürbis (Kürbis)	13,8	13,8
	Sonnenblume (SB)	19,3	11,3
	Weichweizen (WW)	20,2	15,2
	Dinkel (Dinkel)	7,6	7,6
	Körnerlegumin. (Erbse, Bohne)		7,5

Fruchtfolge: Der Biobetrieb hat derzeit nur in 8 von 23 Fruchtfolgen Luzerne 2 bis 4-jährig zur Bodengesundung angebaut (inkl.1 Fläche mit 2-jähriger Biodiversitätsfläche in Rotation).

In jede durchschn. 10-teilige Fruchtfolge sind aber immer die humusmehrenden Leguminosen eingebaut (2x Erbse+Bohne).

In Zukunft soll alle 2 Jahre wechselnd 2-jährig Luzerne in den nächsten 8 Jahren in jede Fruchtfolge eingebaut sein.

Gründungsanbau, Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung = Organische Düngung:

Gründungsanbau wird derzeit schon relativ konsequent vor allen Sommerungen (Kürbis, KM, Erbse, Bohne, Soja, SB, Hanf, SG) angebaut mit hohen Grünmasseerträgen (25 t/ha). Zukünftig soll zusätzlich zw. WW und WW, zw. WW und Ro und zw. Di und Di, also nach früh gedroschenem Getreide bereits Ende Juli bis zum Herbstanbau ebenfalls begrünt werden (15 t/ha Grünmasseertrag). Und Erbsen- und Bohnenaufgang kann ebenso wie Begrünungsanbau berücksichtigt werden (15 t/ha), da verlässlich mit ihm gerechnet werden kann. Auch 2 t Trockenmasse/ha Luzernestroh bleibt auf der Fläche.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 14 73,9 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroh einarb.	Stall- mist	Fertig- kompost	Carbokalk, KFW, Biofert, Melasse	Biogas- gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-210	27	248					37	99
OPTIMIERT	-98	37	243					50	226

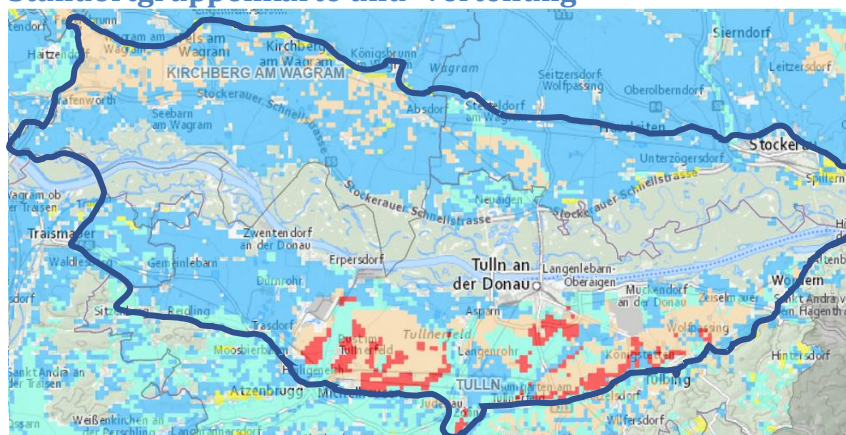
Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer jährlichen Humusanreicherung von +99 kg C/ha und Jahr im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen.

Die wichtigsten Optimierungsmaßnahmen für den Betrieb sind

- 1) in alle 10-teiligen Fruchtfolgen 2-jährig Luzerne und 2x Erbse und Bohne einzubauen und
- 2) konsequenter Gründungsanbau vor allen Sommerungen und auch vor allen Winterungen.

Nach dieser Optimierung kann der Biobetrieb mit einer guten jährlichen Humusanreicherung von +226 kg C/ha und Jahr rechnen.

Kleinregion Tullnerfeld Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbeprobung)**
STO 1	940	6,5%
STO 2	3850	4,2%
STO 3	260	
STO 5	12290	3,4%
STO 6	2410	4,0%
Gesamt	19750	

laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**It. Wiederbeprobung von 10 BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr.15

Standortgruppen (STO): STO 1: 1,0 ha = 3%, STO2: 3,0 ha = 8%, STO 5: 33,7 ha = 84%, STO 6: 2,0 ha = 5%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, Weinbau – Umstellung auf BIO ab 2018 42,3 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (2,1 ha Wein, kein Grünland) 40,0 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (12 Feldstücke) Plus 0,45 ha Dauerbrache/fläche (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2017 (ha)	Nach Umstellung auf BIO 2018 (ha)
		Zuckerrübe (ZR)	10,7
	Kartoffel (Kart)	12,4	3,1
	Ölkürbis (Kürbis)		2,7
	Körnermais (KM)	2,0	7,2
	Weichweizen (WW)	14,7	16,0
	Sojabohne (Soja)		2,7
	Ackerbohne (Bohne)		5,3

Fruchtfolge: derzeit hat der Betrieb einen hohen Hackfruchtanteil von über 60 % (25 ha) in einer Region mit stark humuszehrenden Böden (89% STO 5 und 6-Flächen) und keine humusmehrenden Kulturen wie Leguminosen in der Fruchtfolge. Im Zuge der Umstellung des Betriebes auf Biologische Wirtschaftsweise wird der Hackfruchtanteil auf 40 % begrenzt (16 ha) und es werden in alle 5-teiligen Fruchtfolgen zukünftig 1x Soja- oder Ackerbohne eingebaut.

Gründungsanbau: derzeit 23 ha abfrostende Begrünung über Winter (vor ZR, KM und großteils vor Kart). In Zukunft ist nur 16 ha Gründungsanbau vor Hackfrüchten möglich – 25 t Grünmasse/ha.

Dafür soll zusätzlich nach KM vor Soja Grünschnitttroggen angebaut werden, und auch der Bohnenaufgang nach KM vor WW (5,3 ha) ist gleichzusetzen dem Anbau einer Herbstbegrünung – 15 t Grünmasse/ha.

Stroh- und Ernterückstands-(ER)-Einarbeitung: alle Kulturen, wird in Zukunft etwas weniger durch die Reduktion des Hackfruchtanteils. Allerdings bringt die starke Erhöhung der Menge an KM-Stroh (7,2 ha statt 2,0 ha) mit 86 % Trockensubstanz (TS) eine wesentlich bessere Humusproduktion im Vergleich zu 5,8 ha ER-Einarbeitung mit 10 % TS-Gehalt.

Organische Düngung: Derzeit keine. Mit der Umstellung auf Biologische Wirtschaftsweise soll zukünftig auch jährlich jeweils 20 t Zuckerrübenmelasse und 26 t Biofert ausgebracht werden. Damit kommen auch 1440 kg organischer Stickstoff ins System, zusätzlich zur N-Fixierung durch die Körnerleguminosen.

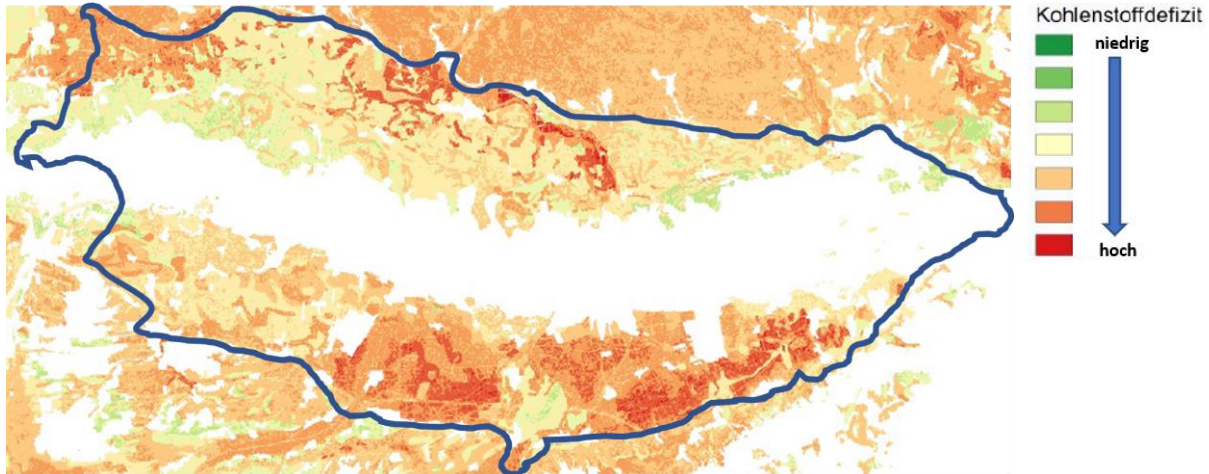
Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 15 40,0 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarb. ER Kürbis/Rübe	Stallmist	Fertigkompost	Biofert, Melasse	Biogasgülle	Gründüngung	
IST-STAND	-509	38	121					36	-314
Nach Bio-Umstellung	-331	60	270			90		42	136

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einem starken jährlichen Humusabbau im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen (Humussaldo: -314 kg C/ha und Jahr)!

Die wichtigste Verbesserung für eine Trendumkehr zur Humusanreicherung auf den Ackerflächen wird durch die Reduktion des Hackfruchtanteils (von 63% auf 40%) und den Einbau von humusmehrenden Kulturen (20% Leguminosen = 8 ha) in die Fruchtfolge erreicht. Aber nur durch die zusätzliche Ausbringung von organischen Düngern kann zukünftig mit einer nennenswerten jährlichen Humusanreicherung von +136 kg gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 16

Standortgruppen (STO): STO 1: 0,6 ha = 1%, STO 2: 9,0 ha = 10%, STO 3: 0,8 ha = 1%, STO 5: 77,1 ha = 88%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, BIO-Betrieb 96,1 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (Weingärten sind verpachtet, 8,4 ha Grünland) 87,4 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (31 Feldstücke) Plus 0,3 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2017 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Luzerne 100%Leg. 2-jährig (Luzerne)	7,5	12,5
	Klee gras 50%Leg. 2-jährig (Klee gras)	3,1	
	Körnermais (KM)	6,3	12,5
	Körnerhirse (Hirse)	1,2	
	Hanf (Hanf)	34,4	12,5
	Buchweizen (Buchw.)	0,8	
	Weichweizen (WW)	13,8	6,2
	Dinkel (Dinkel)		6,2
	Hafer (Ha)		6,2
	WickRoggen (WickRo)	19,0	
	HaferSommerwicke (Ha/Wicke)		12,5
	ErbseHafer 80%Leg. (Erbse/Ha)		6,2
	Sojabohne (Soja)	1,4	12,5

Fruchtfolge: in alle 8 bis10-teiligen Fruchtfolgen ist derzeit 1x 2-jährig Luzerne oder Klee gras zur Bodengesundung eingebaut. Damit ist derzeit 1/5 bis 1/4 der Ackerfläche für den Betrieb ohne „Ertrag“.

Die Luzerneflächen sollen halbiert werden. Damit sind in Zukunft folgende 7-teiligen Fruchtfolgen geplant:

½ Fläche: Erbse/Ha-Gemenge, Soja, Dinkel, Körnermais, Ha/Wicke-Gemenge, Hanf, Soja

½ Fläche: Hafer, Luzerne, Luzerne, Winterweizen, Körnermais, Ha/Wicke-Gemenge, Hanf.

Gründungsanbau, Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung = Organische Düngung:

derzeit (z.B. im Jahr 2017) werden 29,4 ha winterharte Begrünungen vor Hanf, KM, Soja angebaut.

In Zukunft soll die Bewirtschaftung bei den spät angebauten Kulturen KM und Soja umgestellt werden auf die Methode „doppelte“ Begrünung (1.von Mitte/Ende Juli bis Ende Sept.- 30 t/ha Grünmasseertrag und 2. von Okt. bis Mai – 10 t/ha „Strohertrag“) + diese „reifen“ Begrünungen werden mit dem roller crimper „umgebrochen“ + in einem Arbeitsgang mit Direktsaat (No Till) KM und Soja angebaut. Vor den früh im Jahr angebauten Kulturen (Hanf und Leguminosen/Getreide-Gemenge) wird wie bisher eine „einfache“ Begrünung angebaut – 30 t/ha Grünmasse.

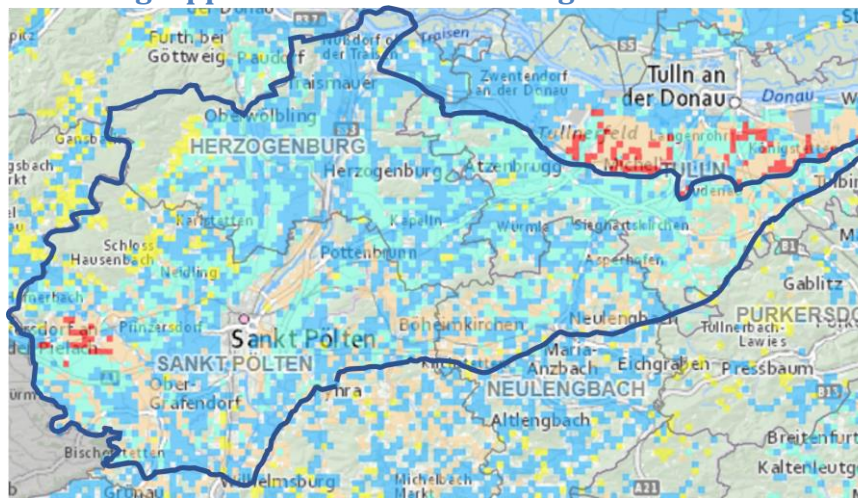
So sollen in Zukunft jährlich ca. 70 ha Begrünungen mit großer Menge „Grünmasse“ (teilweise mit dem Humusanreicherungswert von Stroh) angebaut werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 16 87,4 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroh- einarb.	Stall- mist	Fertig- kompost	Biofert, Melasse	Biogas gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-3	48	237					49	331
OPTIMIERT	-42	80	289					51	365

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer jährlichen Humusanreicherung von +331 kg C/ha und Jahr im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen. Dieser Wert kann in Zukunft, trotz der Halbierung des Luzerneanbaus, durch wesentlich mehr Begrünungsanbau mit hohem „Strohwert“ sogar noch gesteigert werden auf +365 kg C/ha und Jahr.

Kleinregion Zentrales Alpenvorland Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbe- probung)**
STO 1	230	
STO 2	6240	
STO 3	1700	
STO 5	17500	2,9%
STO 6	13310	4,0%
Gesamt	38980	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**lt. Wiederbe-
probung von 3
BZI-Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr.17

Standortgruppen (STO): STO 2: 5,6 ha = 8%, STO 5: 6,4 ha = 10%, STO 6: 53,3 ha = 82%

ACHTUNG: der Betrieb bewirtschaftet also fast nur sehr umsetzungsaktive, fruchtbare Böden mit hoher Humuszehrung !!

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Marktfruchtanbau, Schweinezucht (Aufzucht von 200 Zuchtsauen pro Jahr), 0,78 GVE/ha Futtermittelzukaufe: 40 t Gerstenschrot, 14 t Sojaschrot 66,6 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (0 ha Grünland) 66,0 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (24 Feldstücke) Plus 0,6 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2018 (ha)	nach Optimierung z.B. 2020 (ha)
		Ölkürbis (Kürbis)	3,0
	Körnermais (KM)	25,0	42,7
	Weichweizen (WW)	23,1	16,7
	Wintergerste (WG)	3,8	3,4
	Sojabohne (Soja)	8,3	0,0
	Luzernegras 4-jährig (LuzGras)	2,7	3,0

Fruchtfolge: derzeit sind in fünf 5- bis 6-teilige Fruchtfolgen 1x Soja und in sechs Fruchtfolgen mehrjährig Luzernegras eingebaut. Im Jahr 2020 soll mit Luzernegras auf ein anderes größeres Feldstück rotiert werden.

Gründungsanbau: derzeit 16,3 ha abfrostende Begrünungen über Winter (teilweise vor KM), sollte in Zukunft noch konsequenter vor KM (z.B.: 2020 auf 40,5 ha) umgesetzt werden – 30 t Grünmasse/ha.

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alle Kulturen (15 t WW-Stroh wird verkauft).

Organische Düngung: Der Betrieb hat jährlich 165 t Mist, mit dem bisher aber nur 4 größere Feldstücke (23,6 ha) angemistet wurden. In Zukunft soll ein weiteres Feldstück mit 0,6 ha dazukommen. Und der Betrieb hat 400 m³ Gülle + 90 m³ Jauche zur Verfügung, die auf einen Großteil der Flächen jeweils zu KM ausgebracht werden.

Außer 6 Feldstücke, die unterhalb des Wagram in der Traisenniederung liegen und außer 3 Feldstücke mit Luzernegras in der FF (in Summe 11 ha) sollen in Zukunft gezielt auf alle anderen STO 5 und 6-Flächen (das sind 13 Feldstücke mit 55 ha) zusätzlich in 6 Jahren 1x 9 t/ha Fertigungskompost (= 83 t pro Jahr, 830 kg N) und jeweils zu WW und WG 20 m³/ha Biogasgülle (= 540 m³ pro Jahr, 2390 kg N) ausgebracht werden. Damit kann mindestens 1/3 des derzeit ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden.

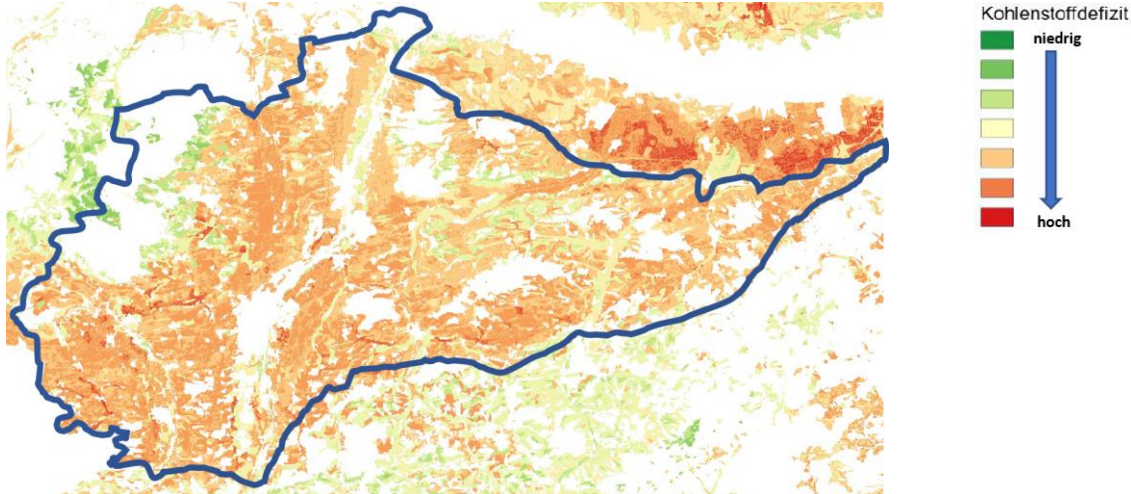
Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 18 66,0 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroheinarb. ER Kürbis	Stall- mist	Fertig- kompost	Biogas- gülle	Gülle + Jauche Schweine	Grün- düngung	
IST-STAND	-467	19	287	76			34	50	-1
OPTIMIERT	-446	19	286	79	117	46	34	51	184

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen ist keine Humusanreicherung (Ist-Saldo: -1 kg C/ha u. Jahr) im Schnitt aller Ackerflächen zu erwarten. Die wichtigste Verbesserung wird mit der gezielten Ausbringung von zusätzlichen organischen Düngern (vor allem Kompost, aber auch Biogasgülle) erreicht. Dies bringt in Summe +163 kg C/ha und Jahr.

Nach Optimierung kann mit einer guten jährlichen Humusanreicherung von +184 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 18

Standortgruppen (STO): STO 2: 6,4 ha = 10%, STO 5: 21,1 ha = 31 %, STO 6: 40,2 ha = 59 %

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Rindermast (214 Masttiere 2019, ab 2020 257 Stück), 1,48 GVE/ha (2019), 1,59 GVE/ha (ab 2020), Futtermittelzukäufe: 36 t Fertigmischfutter, 15 t Sojaschrot und Marktfruchtanbau (WW, KM, Rübensamenvermehrung) 2019: 67,1 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche, davon 3,6 ha Grünland (2-schnittige Mähwiesen, keine Weide), ab 2020: +7,83 ha Ackerfläche = 74,9 ha LN ab 2020; 68,1 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (28 Feldstücke) Plus 0,8 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2019 (ha)	nach Optimierung (ha)
	Silomais (SM)	16,5	18,6
	Körnermais (KM)	18,5	20,8
	Wintergerste (WG)	4,5	5,1
	Winterweizen (WW)	17,8	19,9
	Rübensamenvermehrung	5,4	6,1

Fruchtfolge: In der Fruchtfolge des Rindermastbetriebes wechseln SM bzw. KM mit Getreide (WW, WG) bzw. Rübensamenvermehrung ab, wobei aber oft auf einem Feldstück immer SM und auf einem anderen immer KM angebaut ist. Ab dem Jahr 2020 ist eine Aufstockung des Rinderbestandes um rund 20 % geplant, ab 2020 werden aber auch 13 % (plus 7,8 ha) mehr Ackerflächen bewirtschaftet. **Gründungsanbau:** abfrostdende ZF derzeit vor SM und KM (auf 35 ha = ½ der Ackerfl.) mit GD-Einarbeitung. Vorgeschlagen wird daher

a) konsequent nur mehr Maissorten mit 2-Nutzungsoptionen anzubauen und b) in Zukunft nur mehr winterharte ZF (entweder Grünschnittroggen mit 1 Schnitt oder Landsberger Gemenge mit 2 Schnitten) anzubauen und den Aufwuchs abzufüttern oder zu verkaufen. Und: es soll zukünftig immer SM mit KM auf jedem Feld abwechseln (Option: mehr KM-Anbau, wenn über ZF genug Raufutter erzeugt wird!

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: WW-Stroh wird eingearbeitet, WG-Stroh für Mist abgeführt (nur von einer Fläche derzeit!), Rübensamenvermehrungsstroh (gewertet wie Rapsstroh) und auch alles KM-Stroh wird eingearbeitet (derzeit sehr heterogene Werte je Feldstück, Schwankungen zw. 216 und 328 kg C/ha und Jahr, da SM u. KM nicht auf einem Feldstück wechseln derzeit).

Organische Düngung: Derzeit: 1500 m³ Gülle und 115 t Mist werden recht gleichmäßig auf alle Äcker verteilt. Zukünftig sollen auf alle Ackerflächen 1x in 6 Jahren 10 t/ha Kompost ausgebracht werden = 118 t pro Jahr (bringt 150 kg C/ha und Jahr und 18 kg N/ha) und auch 20 m³/ha Biogasgülle zu allen WW, WG und Rübensamen-Flächen = 620 m³ pro Jahr (bringt 64 kg C/ha und Jahr, aber 120 kg N/ha u. Jahr).

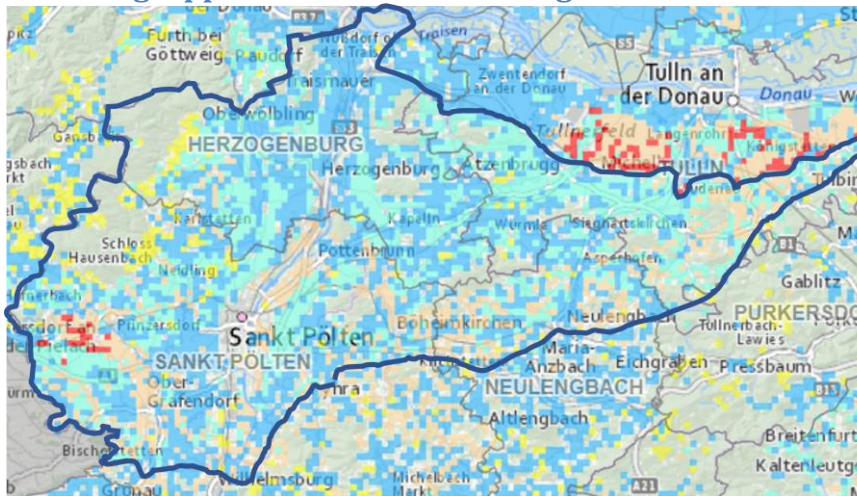
Damit kann in Zukunft die N-Mineraldüngerausbringung stark reduziert werden auf nur mehr 10% und der derzeit sehr hohe N-Überschuss von +126 kg N/ha (davon 98 kg N/ha aus N-Mineraldünger) auf +48 kg N/ha (= 23 % N-Überschuss) reduziert werden.

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 18 68,1 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroh- einarbeitung	Stall- mist	Gülle Rinder	Fertig- kompost	Biogas- gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-482	24	249	52	176			48	67
OPTIMIERT	-470	30	241	57	189	150	64	0	255

Mit der Bewirtschaftung der Ackerflächen im Ist-Stand ist derzeit mit einer jährlichen Humusanreicherung von +67 kg C/ha zu rechnen (v.a. die recht großen Mengen an Wirtschaftsdünger (Mist + Gülle) bringen +228 kg C/ha und Jahr). Nach Umsetzung aller Optimierungsmaßnahmen (= Homogenisierung der KM-Stroheinarbeitung, 20 % mehr Wirtschaftsdünger und vor allem zusätzlich Kompost und Biogasgülle) kann in Zukunft auf allen Äckern mit einer Humusanreicherung von +255 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kleinregion Zentrales Alpenvorland Standortgruppenkarte und -verteilung



Standortgruppe (STO)	Ackerfläche (ha)*	% Humus 2020 (laut Wiederbe- probung)**
STO 1	230	
STO 2	6240	
STO 3	1700	
STO 5	17500	2,9%
STO 6	13310	4,0%
Gesamt	38980	

*laut INVEKOS 2019 (geschätzt)

**lt. Wiederbe-
probung von 3 BZL-
Probenahmestellen

BEST PRACTICE Betrieb Nr.19

Standortgruppen (STO): STO 2: 34,5 ha = 31%, STO 5: 50,3 ha = 45%, STO 6: 26,5 ha = 24%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung:	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand 2019 (ha)	nach Optimierung (ha)
Produktion: Schweinemast (800 Mastplätze), Eierproduktion (500 Legehennen), 1,00 GVE/ha , Futtermittelzukaufe: 216 t Fertigmischfutter, 6 t Sojaschrot; Marktfreuchtanbau (WW, KM, Rübensamenvermehrung, Soja) 122,9 ha Landwirtschaftl. Nutzfläche, davon 3,9 ha Grünland (2 ha Auslauf) 109,5 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche (59 Feldstücke) Plus 7,3 ha Biodiversitätsflächen (dauernd zugebaut)	Sojabohne (Soja)	5,1 (verkauft)	22,0 (verfüttert)
	Körnermais (KM)	56,0 (11,3 verkauft)	45,0 (verfüttert)
	Winterweizen (WW)	38,3 (28,0 verkauft)	32,6 (22,3 verkauft)
	Rübensamenvermehrung	9,9	9,9

Fruchtfolge und Futtermittelproduktion: Einfache WW/KM-Fruchtfolge (FF) derzeit. Nur wenige Feldstücke mit Rübensamenvermehrung 2-jährig, in nur 7 Feldstücken ist Soja in der FF (5,1 ha, wird verkauft). Zukünftig soll in jede 5-6-teilige FF 1x Soja eingebaut werden = 22 ha Soja x 3,5 t/ha Ertrag = 77 t Soja Eigenproduktion (selber getoastet). Damit müssen zukünftig nur 145 t Fertigfutter zugekauft werden.

Gründungsanbau: abfrostdende Begrünungen über Winter derzeit vor KM und Rübensamenvermehrungen im 1.Jahr (= rund 50 ha, 20 t/ha Grünmasseertrag). Soja wird zukünftig entweder zwischen WW und KM oder zwischen KM und KM gestellt, d.h., zukünftig ist Gründungsanbau teilweise vor KM und Soja und weiterhin vor Rübensamenvermehrung möglich (ca. 43 ha zukünftig).

Stroh- und Ernterückstandseinarbeitung: alles KM-Stroh wird eingearbeitet, WW-Stroh teilweise abgeführt, Rübensamenvermehrungen im 2. Jahr wird eingearbeitet (Strohmenen wie bei Raps).

Organische Düngung: Zukünftig soll die organische Düngung optimiert werden mit:

- 1) Kompostausbringung auf allen Flächen: 1x 10 t/ha alle 5 Jahre = 220 t pro Jahr (2310 kg N),
- 2) Biogasgülleausbringung auf allen Flächen: 1x 10 t/ha jedes Jahr zu WW und Rübensamenvermehrung = rund 425 m3 pro Jahr (2250 kg N).

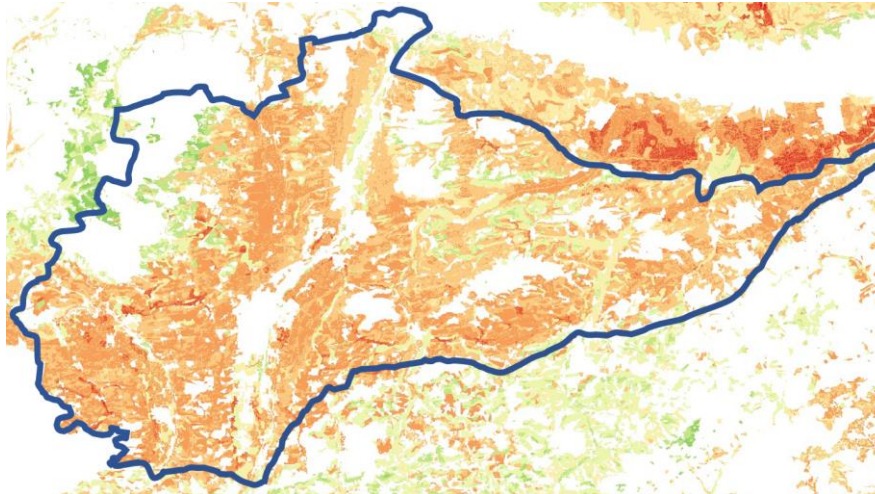
Durch den zusätzlichen Sojaanbau (ohne Düngung) und die Kompost- und Biogasgülleausbringung (zusätzlich zum eigenen Wirtschaftsdünger) können zukünftig 70 % des bisher ausgebrachten N-Mineraldüngers eingespart werden!

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche BP Nr. 19 109,5 ha	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischen frucht	Stroh- einarbeitung	Stall- mist	Gülle Schweine	Fertig- kompost	Biogas- gülle	Grün- düngung	
IST-STAND	-394	53	278		62			50	47
OPTIMIERT	-296	45	264		62	172	22	46	301

Bei der derzeitigen Bewirtschaftung der Ackerflächen kann mit einer jährlichen Humusanreicherung von +47 kg C/ha im Schnitt aller Ackerflächen gerechnet werden. Die wichtigsten Optimierungsmaßnahmen des Betriebes sind der Einbau von Soja in jede Fruchtfolge, die zusätzliche Biogasgülleausbringung und vor allem aber die Kompostausbringung auf alle Flächen (diese zusätzliche Düngerausbringung bringt gesamt +194 kg C/ha und Jahr). Nach Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen kann in Zukunft auf allen Äckern mit einer sehr guten Humusanreicherung von +301 kg C/ha und Jahr gerechnet werden.

Kohlenstoffdefizitkarte



BEST PRACTICE Betrieb Nr. 20

Standortgruppen (STO): STO 2: 18,7 ha =26%, STO 3: 1,3 ha =2%, STO 5: 32,6 ha = 45%, STO 6: 20,1 ha =28%

Die Eckdaten zur Bewirtschaftung: Produktion: Schweinezucht und –mast (70 Zuchtsauen, 500 Mastschweineplätze), 1,58 GVE/ha , Futtermittelzukaufe: 10 t Weizenschrot, 90 t Sojaschrot, 70 t Fertigfutter. Marktfruchtanbau (Soja, Leg/Getr.-Gemenge, SB), BIO-Betrieb 74,6 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche, davon 0,5 ha Grünland 72,6 ha in die Humusbilanzierung einbezogene Ackerfläche	Angebaute Kulturen (Abk.)	IST-Stand (ha) = Optimierung z.B. 2020
	Sonnenblume (SB)	5,7 (wird verkauft)
	Sojabohne (Soja)	37,1 (wird verkauft)
	Getreide/Leguminosen-Gemenge: - Bohnen/Hafergemenge (Ac-Ha) - Winterweizen/Bohnergemenge (WW-Ac)	20,2 (wird verkauft) 9,6 (wird verfüttert)

Fruchtfolge: Mindestens 30 % Körnerleguminosen (Soja) bzw. Leg/Getreide-Gemenge sind zur N-Fixierung und zur Humusanreicherung in jede Fruchtfolge eingebaut. Variationen von Leguminosen/Getreidegemenge sind:

- im Herbst angebaut: Winterweizen/Bohnen-Gem. (70/30) oder Triticale/Erbsen-Gemenge (90/10),
- im Frühjahr angebaut: Bohnen/Hafer-Gemenge (70/30)

Gründungsanbau mit „doppelten Begrünungen“: Der Betrieb hat den Begrünungsanbau folgendermaßen optimiert:

- 1) In alle Hauptkulturen wird im Frühjahr Weißklee eingesät (Untersaatanbau der Begrünung)
- 2) Der Klee wird Ende September umgebrochen (Herbstbegrünung, 5 t/ha Grünmasseertrag)
- 3) Und Grünschnittroggen Anfang Oktober über Winter vor allen Frühjahrskulturen angebaut (Winterbegrünung, 5 t/ha Ertrag)

Der lange Begrünungszeitraum bringt +184 (Wurzeln) +55 (Grünmasse) = 239 kg C/ha für die Humusmehrung!

Organische Düngung:

- 1) Bei allen hofnahen Flächen (41 ha) wird Mist (jährlich 15 t/ha außer zu Soja) in Zukunft möglichst „differenziert“ = auf STO 2-Flächen (15 ha) wenig, auf STO 5(10,5 ha) und vor allem auf STO 6-Flächen (5,5 ha) viel.
- 2) Hofferne Flächen: derzeit werden auf 6 Feldstücke mit 16 ha jährlich 5 t/ha Kompost ausgebracht, zukünftig soll diese Menge Kompost (80 t) auf weitere 3 Fstk. (15,5 ha) abwechselnd jedes 2. Jahr ausgebracht werden, wobei auch hier „differenzierte Ausbringung“ geachtet werden soll

Diese organische Düngung bringt +227(Stallmist)+230(Kompost)+3(Jauche) = in Summe 460 kg C/ha für die Humusanreicherung!

Ergebnisse der Humusbilanzierung:

HuBi-Fläche	Humusbedarf d. Fruchtfolge (kg C/ha/J)	Humuszufuhr (Zufuhr organischer Substanz) (kg C/ha/J)							Humussaldo Mit Limit 500 (kg C/ha/J)
		Zwischenfrucht	Stroheinarbeitung.	Stallmist	Fertigkompost	Jauche Schweine	Gründüngung		
BP Nr. 20 72,6 ha									
IST-STAND =	-308	184	126	227	230	3	55	425	
OPTIMIERT									

Mit dieser Bewirtschaftung der Ackerflächen ist mit einer optimalen jährlichen Humusanreicherung von +425 kg C/ha im Schnitt aller Ackerflächen zu rechnen. Optimierungsmöglichkeiten hat der Betrieb lediglich hinsichtlich der differenzierten Ausbringung von organischen Düngern (Stichwort: viel auf STO 5 und vor allem auf STO 6 Flächen).

Literatur

BLUM W. (2007): Bodenkunde in Stichworten, 6., völlig neu bearbeitete Auflage, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung Berlin Stuttgart, 26.

Heinrich-Böll-Stiftung, Institute for Advanced Sustainability Studies, Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland und Le Monde diplomatique (Hrsg., 2015): Bodenatlas 2015. www.boell.de/bodenatlas

HUSZ G. (1999): Stickstoffdynamik in Abhängigkeit von ökologischen Rahmenbedingungen insbesondere Huminhaushalt. In: UBA (Hrsg.): Stickstoff in Bioabfall- und Grünschnittkompost – Bewertung von Bindungsdynamik und Düngewert. Runder Tisch Kompost, Wien, 29.-30. Sept. 1998. UBA Wien, Bericht 147, pp.39-57.

KOLBE H. (2007): Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität. In: Zikeli S., Claupein W., Dabbert S., Kaufmann B., Müller T., Valle Zárate A. (Hrsg.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. pp. 5-8. Verlag Dr. Köster, Berlin.

KOLBE H. (2012): Zusammenführende Untersuchungen zur Genauigkeit und Anwendung von Methoden der Humusbilanzierung im konventionellen und ökologischen Landbau. Schriftenreihe des LfULG, Heft 19/2012

KOLBE H. (2013a): Mündliche Mitteilung.

KOLBE H. (2013b): Standortangepasste Humusversorgung im intensiven Maisanbau möglich. Biogas Journal 5/2013, 52-62.

LAL R. (2004): SOIL CARBON SEQUESTRATION IMPACTS ON GLOBAL CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY. SCIENCE 304, 1623-1627.

Land Niederösterreich (Hrsg., 1994): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur. Wien : Amt d. NÖ Landesregierung, Abt. VI/4.

MAYR F.J.K. (2020): Spatial modelling and mapping of stable soil organic carbon, sequestration potentials and deficits in agricultural and grassland top soils of Lower Austria. Master Thesis, Univ. f. Bodenkultur, Wien.

Schachtschabel P., Blume H.-P., Brümmer G., Hartge K. H., Schwertmann U. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl., Ferd. Enke Verlag, Stuttgart.

Strauss P., Schmaltz E., Krammer C., Zeiser A., Weinberger C., Kuderna M., Dersch G. (2020): Bodenerosion in Österreich – Eine nationale Berechnung mit regionalen Daten und lokaler Aussagekraft für ÖPUL. Hrsg.: Bundesamt für Wasserwirtschaft, 3250 Petzenkirchen.

Tiefenbacher A., Sandén T., Haslmayr H.-P., Miloczki J., Wenzel W., Spiegel H. (2021) Optimizing Carbon Sequestration in Croplands: A Synthesis. Agronomy 2021, 11, 882.

Wenzel W.W., Mayr F.J.K., Duboc O. (2021): Humusdefizitprognose und Humuskarte für den Ackerbau. Teilbericht zum Projekt ABB-LEBO-499/0001 Gezieltes Humusmanagement in Niederösterreichs Böden.

Wenzel W.W., Duboc O., Golestanifard A., Holzinger C., Mayr K., Reiter J., Schiefer A. (2022): Soil and land use factors control organic carbon status and accumulation in agricultural soils of Lower Austria. Geoderma 409, 115595.

bioforschung austria

Bio Forschung Austria

Esslinger Hauptstr. 132-134, A-1220 Wien, Tel. +43 1 4000 49 150, e-mail: office@bioforschung.at

unser Boden
wir stehen drauf!



sinnvoll nützen , sorgsam schützen!

