



BODENPROFI
WERDEN

Humusaufbau in der Landwirtschaft



1 – Spatenproben einer vielfältigen Zwischenfruchtmischung (oben) und einer mit wenigen Komponenten (unten)

2 – Regenwurm-Röhre

3 / 4 – Reges Bodenleben

Bodenprofi werden

FORTBILDUNGSREIHE HUMUSAUFBAU IN DER LANDWIRTSCHAFT

In den letzten Jahren erlitt die Landwirtschaft z. T. starke Ertragseinbußen durch Trockenheit und Hitze. Zusätzlich machten ihr die stetig steigenden Kosten für Mineraldünger, chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, Diesel und andere Betriebsmittel zu schaffen und zugleich deren Abhängigkeit von diesen bewusst.

Andererseits gibt es Praxisbeispiele, wie auf humusreichen Böden mit einem intensiven und vielfältigen Bodenleben trotzdem ordentliche Erträge erzielt werden konnten, z. T. mit viel geringerem Betriebsmittel-Einsatz.

Im Rahmen einer praxisnahen Vortrags-, Versuchs- und Workshop-Reihe bietet der Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald Landwirt:innen die Möglichkeit, sich mit der spannenden Theorie und Praxis des Humusaufbaus auseinander zu setzen.

Es besteht die Möglichkeit, für ihren jeweiligen Betrieb individuell Möglichkeiten zu entwickeln, die Fruchtbarkeit ihrer Böden sowie deren Klima-Resilienz zu erhöhen.

Auch wenn einige Vorträge aus dem Bereich der biologischen Landwirtschaft kommen, sind ausdrücklich alle landwirtschaftlichen Betriebe angesprochen, insbesondere weil Möglichkeiten vorgestellt werden, mit wenig externen Betriebsmitteln erfolgreich zu wirtschaften.

Die Veranstaltungen finden in Präsenz statt, um ein persönliches Kennenlernen zu gewährleisten sowie einen regen und konstruktiven Austausch zu ermöglichen.

Um die Veranstaltungen aber einem größtmöglichen Kreis Interessierter zugänglich zu machen, werden die Veranstaltungen teilweise hybrid angeboten oder zum Nachhören aufgezeichnet.

„Humus – der Boden ist der Schlüssel. Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert der Chemie in der Landwirtschaft. Das 21. Jahrhundert ist definitiv das Jahrhundert der Biologie.“

Friedrich Wenz, Humusfarming,
Pionier der regenerativen Landwirtschaft in Deutschland



Ein Blick in den Boden verschafft einen Einblick in Bodenstruktur, Krümelgefüge, Durchwurzelungsgrad und Feinwurzelanteil

BODENNAHRUNGSNETZ UND NEUE HUMUSTHEORIE

In den zurückliegenden Jahren hat sich das Verständnis hinsichtlich dessen, was Humus eigentlich ist, verändert. In der Vergangenheit wurde Humus v.a. als eine Anreicherung toter organischer Substanzen und Huminsäuren betrachtet. Die neue Humustheorie hingegen geht davon aus, dass dieser unter dem Einfluss des Bodenlebens, dem sogenannten Mikrobiom, einem permanenten Ab-, Um- und Aufbauprozess unterliegt.

In der Konsequenz bedeutet dies, dass ein ständiger Nachschub an organischem Material erforderlich ist, damit der Boden seine natürliche Regulationsmöglichkeit behält.

Voraussetzung für den Humusaufbau ist eine möglichst hohe Photosynthese-Leistung der Pflanzen, die mit der Bildung von Zucker einhergeht. Die Pflanzen geben einen Teil des Zuckers als Wurzel Ausscheidung an die im Boden lebenden Mikroorganismen ab und füttern diese damit. Eine weitere Nahrungsgrundlage für die Mikroorganismen sind die abgestorbenen oberirdischen Pflanzenreste sowie die abgestorbenen Wurzeln. Letztere sind nur dann ausreichend vorhanden, wenn die Pflanzen durch Photosynthese ständig neue Feinwurzeln bilden, während alte Wurzeln absterben. Für den Humusaufbau sind die Wurzeln wesentlich bedeutsamer als die oberirdischen Pflanzenteile. Grund ist, dass die Wurzeln zu etwa 46%, die Sprosse hingegen nur zu etwa 8% in die Bodenbiologie eingebaut werden.

Doch die Bodenorganismen lassen sich nicht nur von der Pflanze „durchfüttern“, sondern „revanchieren“ sich, indem sie für diese die erforderlichen Nährstoffe herbeischaffen.

Dies ist nicht die einzige wichtige Funktion der Bodenorganismen. Ihre Ausscheidungen und toten Überreste verkleben den Boden und binden sich an sogenannte Ton-Humus-Komplexe. So bilden sie eine rundliche, feinkrümelige, stabile, gut durchlüftete Bodenstruktur mit einem hohen Wasser-Speichervermögen. Dieses wiederum macht Böden widerstandsfähiger gegen Witterungs-extreme.

Humusaufbau bedeutet also, den organischen Kohlenstoff durch eine kontinuierliche Förderung des Bodenlebens im Boden-Pflanze-Stoffkreislauf zu halten. Ein üppiges, vielfältiges und langanhaltendes Pflanzenwachstum fördert ein mannigfaltiges Bodenleben und sorgt bei schonender Bodenbearbeitung dafür, dass die enge Symbiose der Kulturpflanze mit dem humusreichen, belebten Boden funktioniert. Wenn die Bodenmikroorganismen durch die Wurzel Ausscheidungen der Pflanzen, die sogenannten Wurzelexudate, für eine Nährstoffzufuhr sorgen, spart dies nicht nur Mineraldünger, sondern auch Pflanzenschutzmittel, denn gut und spezifisch ernährte Pflanzen sind widerstandsfähiger. Die Pflanzen ihrerseits benötigen bei einer Ernährung durch das Bodenmikrobiom weniger Energie und können mit dieser eingesparten Energie vermehrt sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe aufbauen, was deren Qualität verbessert.

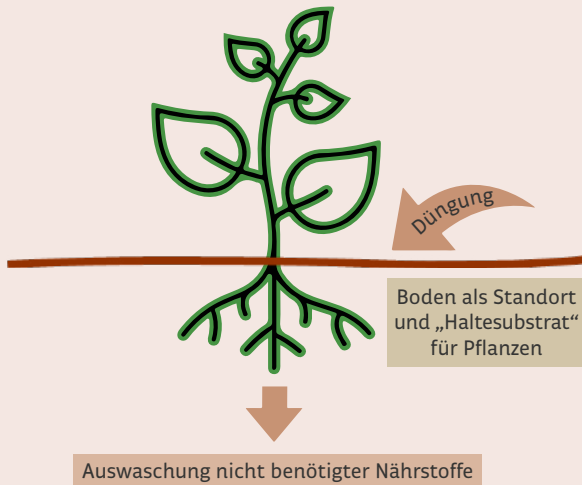
Immer mehr Landwirt:innen versuchen, diese neuen Erkenntnisse umzusetzen und suchen Wege, durch entsprechende Landbau-praktiken diese Kreisläufe wieder zu schließen.

Wir als Naturpark möchten dabei als Vermittler von Wissen und Erfahrungen dienen. Lassen Sie uns im Rahmen unserer Veranstaltungen gemeinsam auf eine interessante Entdeckungs- und Erfahrungsreise gehen!

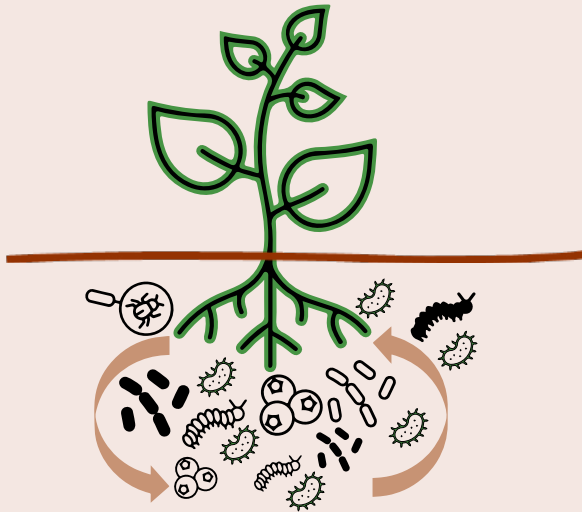
„Ein gesunder Boden, der richtig bewirtschaftet wird, ist von sich aus resilient gegen Dürre, Starkregen oder Wind.“

Christoph Felgentreu, Interessensgemeinschaft gesunder Boden

Stark vereinfachtes technokratisches Pflanze-Boden-Verständnis



Lebendiges, sich selbst regulierendes Pflanze-Boden-System



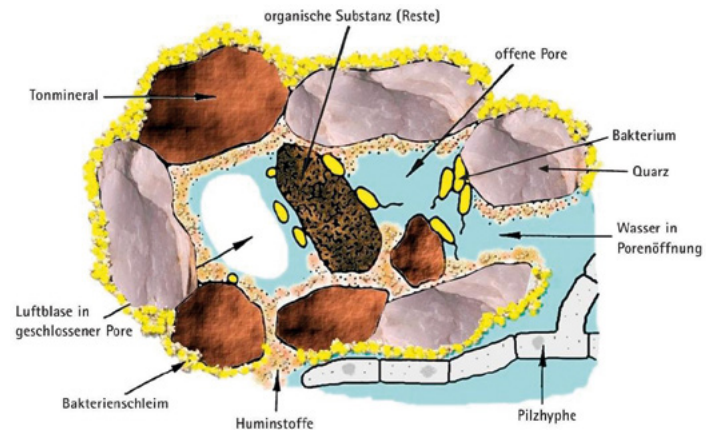
Aufbau eines humusreichen Bodens mit guter Bodengare und regem Bodenleben. Ein lebendiger Pflanze-Boden-Organismus mit humusreichem, garem Boden und regem Bodenleben gewährt eine natürliche Nährstoffnachlieferung. Boden-Mikroorganismen werden durch Wurzelabscheidungen mit Zuckern versorgt und dazu veranlasst, Nährstoffe für die Pflanzen zu besorgen. Nicht benötigte Nährstoffe werden im Boden gespeichert und bei Bedarf pflanzengerecht zur Verfügung gestellt.

„Mit der Klimakrise rückt der Boden in den Fokus, konkret der Humus.“

Dr. Gernot Bodner, Universität für Bodenkultur Wien

HUMUS, EIN MULTITALENT!

- Er fördert Bodengare und Bodenfruchtbarkeit
- Er stabilisiert Erträge
- Er macht Böden angesichts zunehmender Wetterextreme klimaresilienter
- Er verbessert die Bodenstruktur und senkt den Dieselvebrauch bei der Bodenbearbeitung
- Er macht Pflanzen widerstandsfähiger und reduziert den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel
- Er erhöht das Nährstoff-Speichervermögen und spart Düngemittel
- 1% Humus speichert etwa 50 Tonnen Kohlendioxid (CO_2) und erhöht das Wasserspeichervermögen um etwa 250 000l
- Er puffert den Boden und schützt das Grundwasser vor schädlichen Einträgen
- Er fördert die Boden-Biodiversität und damit das Gesamt-ökosystem



Aufbau eines humosen, fruchtbaren Bodens

(Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)



- 1 – Vielfältiges Ackerfutter-Gemenge
 2 – Auf garem Boden angebautes Triticale-Erbсен-Gemenge
 3 – Leindotter-Beisaat zur weiteren Bodenbelebung
 4 – Vielfältiges Zwischenfruchtgemenge

ELEMENTE EINER HUMUSAUFBAUENDEN LANDWIRTSCHAFT

- Möglichst ganzjährige Begrünung
- Bodenleben schonende Bodenbearbeitung
- Vielfältige Fruchtfolge
- Integration mehrjähriger Kulturen mit Gräsern und Leguminosen
- Anbau von Gemenge, Unter- und Beisaaten
- Aufbereitung des Wirtschaftsdüngers zur Fäulnis-Verhinderung
- Chemisch-synthetischen Pflanzenschutz reduzieren
- Aufbau eines förderlichen Bakterien-Pilz-Verhältnisses durch Fungizidverzicht
- Nährstoffverhältnisse und Sorptionskomplexe ausgleichen
- Auswahl eines möglichst hohen Anteils von Pflanzenfamilien, die eine Symbiose mit Mykorrhiza eingehen
- Ggf. Transfermulch

„Erst Natur kopieren, dann Natur kopieren.“

Viktor Schaubberger

DER BODEN UNTER UNSEREN FÜSSEN LEBT!

- Im Boden leben viele Millionen Mikroorganismen wie Würmer, Käfer, Pilze, Bakterien, Algen, Amöben, Hefen und viele andere. Ihr Gewicht pro Hektar beträgt zwischen 2.500 und 5.000 kg, das entspricht 5 bis 10 Großvieheinheiten!
- Ein Gramm fruchtbarer Ackerboden kann eine unvorstellbar hohe Zahl an Kleinstlebewesen enthalten:
 - 10 Millionen bis 1 Milliarde Bakterien aus 4.000-50.000 Arten
 - 100.000-1 Million Pilze aus mehr als 3.000 Arten
 - Außerdem Algen, Hefen, Amöben, Protozoen u.a.
- Von besonderer Bedeutung ist der Regenwurm. Er frisst abgestorbenes Pflanzenmaterial, durchmischt und durchlüftet die Erde und scheidet stabile Bodenkrümel aus, die eine wichtige Grundlage der Bodenfruchtbarkeit sind.

Im Rahmen unserer Fortbildungsreihen bekommen Sie Anregungen, den Bodenzustand für Bodenorganismen zu optimieren, einen humosen, fruchtbaren Ackerboden aufzubauen und die natürliche Nährstoffnachlieferung zu optimieren!

FASZINIERENDES ZUSAMMENSPIEL IM BODEN

Gelegentlich wird der Boden als Verdauungsorgan der Pflanzen bezeichnet. Angesichts des bereits beschriebenen Bodennahrungsnetzes und der neuen Humustheorie ist diese Annahme naheliegend. Während manche der sich im Boden vollziehenden Vorgänge zum Allgemeinwissen von Landwirt:innen und Gärtner:innen gehören, beispielsweise die Symbiose von Leguminosen mit Knöllchenbakterien, dringen andere erst allmählich in den Fokus. Dazu gehört das enge Verhältnis zwischen Pflanzen und Bodenpilzen. Ein humoser, garer Boden wird von als Mykorrhiza bezeichneten Pilzwurzeln durchzogen. Mykorrhizen gehören zum Boden-Mikrobiom und werden auf die bereits beschriebene Weise von den Pflanzen mit Zuckern versorgt. Im Gegenzug stellen diese den Pflanzen Nährstoffe wie Phosphor, Stickstoff, Spurenelementen und Wasser, teilweise aber auch ganze Aminosäurekomplexe und Enzyme bereit. Diese Symbiose kann sogar so weit gehen, dass die Pilzwurzeln in die Wurzeln der Pflanzen eindringen und für einen direkten Nährstoffaustausch sorgen. In diesem Fall spricht man von arbuskulären Mykorrhizapilzen.

Den Mykorrhizen gelingt diese Nährstoff- und Wassererschließung, weil ihre Feinwurzeln, die sogenannten Pilzhyphen, tief in feinste Bodenporen eindringen und so an Nährstoffe und Wasser gelangen, das den Pflanzen sonst nicht zur Verfügung steht.

Darüber hinaus geben diese Pilze eine Art Klebstoff, das sogenannte Glomalin, an den Boden ab. Dieses formt den Boden zu kleinen Erdklümpchen, die Kohlenstoff im Boden binden sowie dessen Luftdurchlässigkeit und Wasserspeichervermögen erhöhen. Glomalin ist damit neben Regenwurmlosung hauptverantwortlich für stabile Bodenkrümel und trägt damit zum Aufbau eines fruchtbaren, humosen Bodens bei.

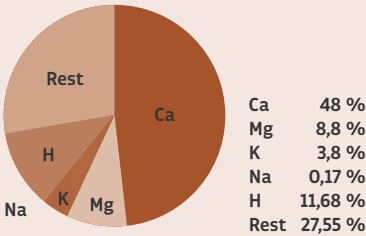
Es ist also erstrebenswert, diese Pflanzen-Pilz-Symbiose durch pilzschonende bzw. pilzfördernde Bewirtschaftung sowie den Anbau mykorrhizierender Pflanzen zu fördern.

BEISPIELE NICHT MYKORRHIZIERENDER KULTURPFLANZEN

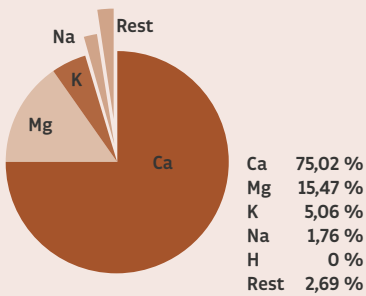
- Kreuzblütler wie Raps und Senf
- Futter- und Zuckerrüben
- Buchweizen



Typisches Bodenprofil eines Lehmbodens nach langjährigem Maisanbau. Niedriger Humusgehalt (2,6%) und Kalkmangel sind für die dichte Lagerung verantwortlich.



Ton-Boden nach zwei Jahren gezieltem Humusaufbau. Ein optimaler Humusgehalt (5,8%) sowie die optimale Zusammensetzung des Sorptionskomplexes erlauben in den oberen 12 cm eine intensive Krümelung und intensive Durchwurzelung.





DER REGENWURM

In Deutschland sind fast 40 verschiedene Regenwurm-Arten bekannt. Schon Charles Darwin wies auf die herausragende Bedeutung der Regenwürmer für das Bodenökosystem hin. Mit ihren bis zu 5 mm breiten Röhren durchlüften, drainieren und erschließen sie den Boden und erleichtern die Durchwurzelung.

Regenwürmer nehmen täglich etwa die Hälfte ihres Eigengewichts an Pflanzenteilen wie Blätter und Streu als Nahrung auf. Die darauf befindlichen Bakterien und Pilze werden während der Darmpassage nicht abgetötet und tragen zur Zersetzung der pflanzlichen Substanz im Darm des Wurmes bei. Im Darm werden diese mit den ebenfalls aufgenommenen mineralischen Bestandteilen vermengt und als fruchtbare, nährstoffreiche Wurmlosung ausgeschieden. Sie verbessert die Bodenstruktur und ist eine Nährstoffquelle für Pflanzen und Bodenfauna. In den mit Kot ausgekleideten Regenwurmröhren leben 40 % der Stickstoffbindenden Boden-Bakterien.

Die in einem Hektar sehr fruchtbarem Ackerland vorkommenden bis zu 3 Millionen Regenwürmer produzieren zwischen 40 und 70 Tonnen Kot pro Jahr.

HABEN SIE INTERESSE AM PROJEKT?

Termine, Orte und Themen
unserer vielfältigen Humus-
veranstaltungen finden Sie hier:
www.naturpark-sfw.de



FOLGENDE GEFÖRDERTE ACKERBAU-MASSNAHMEN KÖNNEN HUMUSAUFBAU BEGÜNSTIGEN

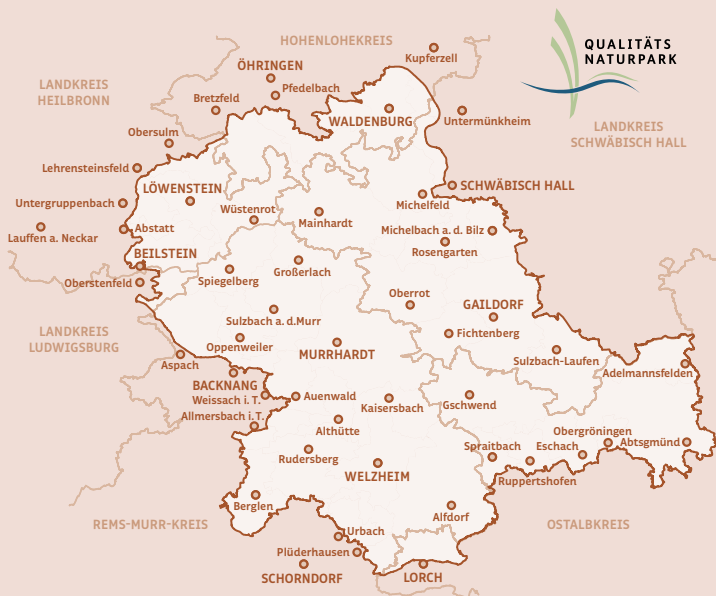
Maßnahme	Kurzbeschreibung	Mögliche Humus-Wirksamkeit
Öko-Regelung		
ÖR 1b - Blühflächen	Anlage von Blühstreifen und Blühflächen auf Äckern	Bodenschonung durch Bearbeitungsruhe; vielfältige Pflanzen bringen verschiedene Wurzel-exsudate in den Boden und fördern ein diverses Boden-Mikrobiom
ÖR 2 – Vielfältige Kulturen	Mindestens fünf Hauptfruchtarten im Ackerbau mit mindestens 10% Leguminosen	Verschiedene Kulturen sorgen mit ihren unterschiedlichen Wurzelabscheidungen für ein vielfältiges Boden-Mikrobiom
FAKT II		
E1.2 Begrünungsmischungen im Acker-/Gartenbau	Einsaat von vorgegebenen Begrünungsmischungen mit mind. 5 Komponenten bis Ende August; Einarbeitung nicht vor 16.1. des Folgejahres	Nährstoffbindung; Förderung des Bodenlebens und der Bodenfruchtbarkeit; verschiedene Wurzelexsudate
E7 Lebensräume für Niederwild	Einsaat von mind. 0,3 ha mit 10 kg/ha einer vorgegebenen Mischung zwischen Herbst und 15 Mai; Bodenruhe bis mindestens 15. Januar des Folgejahres, dann auf ca. 50% der Fläche Bearbeitung erlaubt; Mischungs-Neueinsaat auf dieser Teilfläche bis 15.5. erforderlich; Verpflichtungszeitraum: 5 Jahre; Mindestbreite der Förderfläche: 10 m	Bodenschonung und Möglichkeit der Entwicklung nützlicher Bodenpilze durch reduzierte Bodenbearbeitung; Förderung eines vielfältigen Mikrobioms durch Pflanzenvielfalt

Maßnahme	Kurzbeschreibung	Mögliche Humus-Wirksamkeit
FAKT II		
E8 Brachebegrünung mit mehrjährigen Blühmischungen	Auf max. 10 ha bzw. 50% der Ackerfläche eines Betriebes Aussaat von 8-10 kg/ha einer vorgegebenen Blühmischung mit Regiosaatgut; Aussaat zwischen Herbst und 15. Mai des Folgejahres; Standzeit von 5 Jahren; Verzicht auf Bearbeitung und Nutzung (Abweichungen nur in Absprache mit dem Landwirtschaftsamt)	Bodenschonung und Möglichkeit der Entwicklung nützlicher Bodenpilze durch langjährige Deckung und Verzicht auf Bodenbearbeitung; Förderung eines vielfältigen Mikrobioms durch Pflanzenvielfalt
E9 Anbau von Mais mit Stangenbohnen	Aussaat einer vorgegebenen, fertigen Mais-Stangenbohnen-Saatgutmischung; Verpflichtungszeitraum: 5 Jahre	Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch N-Bindung der Bohne als Leguminose; Fruchtfolgeauflockerung und verschiedene Wurzelexsudate
E10 Mehrjähriger leguminosenbetonter Ackerfutterbau	Mindestens zweijähriger Anbau mit mindestens zwei Leguminosen-Arten und je mind. 33%; keine PSM-Anwendung und Mineraldüngung; Verpflichtungszeitraum: 5 Jahre	Bodenschutz, Kohlenstoffbindung, Humusaufbau und verbesserte Bodenfruchtbarkeit durch N-Bindung
E12 Fungizidverzicht	Keine Fungizid-Anwendung in Winterweizen, -dinkel und Triticale von 1. Januar bis zum Ährenschieben	Förderung von Bodenpilzen und Mykorrhizierung
E13.2 Erweiterter Drillreihenabstand mit blühender Untersaat	Getreideeinsaat mit 25 bis 45 cm Drillreihen-Abstand sowie Einsaat einer anerkannten blühenden Untersaat vor Auflaufen des Getreides; Verzicht auf Herbizide, Insektizide und mechanische Unkrautregulierung; Verzicht auf insektizide Beizmittel	Bodenschutz und -verbesserung durch lange Bodenruhe und Bodenbedeckung; Förderung des Boden-Mikrobioms durch Wurzelexsudate verschiedener Arten

Maßnahme	Kurzbeschreibung	Mögliche Humus-Wirksamkeit
FAKT II		
E14 Extensive Biomassepflanzen – Mehrjährige artenreiche Wildpflanzenmischungen	Max. 10 ha, Einsaat einer mehrjährigen, vorgegebenen Wildpflanzenmischung mit mind. 20 Arten; mind. eine Schnittnutzung pro Jahr ab 15.7.; Pflege- und Nutzungsverzicht zwischen 15.9. und 15.3.; ab dem 2. Jahr Verzicht auf chemisch-synthetische PSM; Verpflichtungszeitraum: 5 Jahre	Bodenschutz, Kohlenstoffbindung und Humusaufbau; starke Erweiterung des Kulturartenspektrums durch mind. 20 Mischungspartner; Förderung des Bodenlebens durch vielfältige Wurzelexsudate; verminderter N-Düngemittleinsatz
E15 Extensive Biomassepflanzen – Streifenanbau aus mehrjährigen Biomassepflanzen und Wildpflanzenmischungen	Mehrjährige vorgegebene Wildpflanzenmischung mit mind. 20 Arten in Kombination mit anderen mehrjährigen Biomassepflanzen (Tobinambur, Brennnessel, Silphie, Virginiamalve, Chinaschilf, Riesenweizengras, Rohrglanzgras) auf max. 10 ha und mind. 10% des Schlagel in Streifen mit einer Mindestbreite von 6 m	Bodenschutz, Kohlenstoffbindung und Humusaufbau; starke Erweiterung des Kulturartenspektrums durch mind. 20 Mischungspartner; Förderung des Bodenlebens durch vielfältige Wurzelexsudate; verminderter N-Düngemittleinsatz
F4 Reduzierte Bodenbearbeitung mit Strip Till-Verfahren	Förderfähig in den Hauptkulturen Zuckerrüben, Mais, Soja, Raps, Sonnenblumen, Sorghumhirse und Feldgemüse; Pflanzenreste der Vorkultur sind als Mulch auf der Bodenoberfläche oder zwischen den Streifen zu belassen; mind. 50% der Bodenoberfläche müssen unbearbeitet bleiben; mind. 35 cm Reihenabstand	Verhinderung von Boden-erosion, mehr Bodenruhe, bessere Wasserinfiltration, Förderung des Bodenlebens

Anmerkung: Teilweise weitere Vorgaben, bei Beantragung bitte zusätzliche Informationen einholen; Humuswirksamkeit kann u. U. bei weiteren Maßnahmen gegeben sein, z. B. ÖR 6, FAKT E.3

Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald



September 2024 // Auflage 1.000

Herausgeber: Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald

Redaktion: Beate Leidig

Fotos: Beate Leidig; Bodenprofile Seite 11: Gerald Dunst,
Autor des Buches "Humusaufbau"; Titelbild Adobe Stock

Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald

Naturparkzentrum // Marktplatz 8 // 71540 Murrhardt

Telefon 0 71 92 / 97 89 000

info@naturpark-sfw.de

www.naturpark-sfw.de

Die Projektkoordination "Humusanreicherung in der Landwirtschaft"
wird gefördert mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg, der Lotterie
Glücksspirale und der europäischen Union (ELER).

