



Gefördert von der European Union



**Catch-C:  
Best-Management Praktiken zum Schutz von Boden und Klima**

**Steckbriefe zu Verfahren der  
Bodenbewirtschaftung**

basierend auf Literaturlauswertungen von 291 europäischen  
Langzeitfeldversuchen

Text und Deutsche Bearbeitung:

Janine Mallast, Tommy d´Hose, Isabell Raschke, Heide  
Spiegel, Horst-Henning Steinmann

IGZ Großbeeren, ILVO Merelbeke, AGES Wien & Georg-August-  
Universität Göttingen

März 2015

Dieses Projekt wurde gefördert durch das 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union unter der  
Fördernummer 289782

Laufzeit: Januar 2012 - Dezember 2014



# Nicht-wendende Bodenbearbeitung

REDUZIERTER BODENBEARBEITUNG WIRD OHNE WENDUNG DES BODENS MIT SCHEIBEN, ZINKEN ODER MESSERZINKEN (ABHÄNGIG VON DER BEARBEITUNGSTIEFE) PRIMÄR ZUR SAATBETTBEREITUNG DURCHFÜHRT. EIN LANDWIRT NUTZT DIE REDUZIERTER BODENBEARBEITUNG, WENN ER / SIE DEN BODEN EINES FELDES FÜR MINDESTENS EIN JAHR NICHT WENDET.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die nicht-wendende Bodenbearbeitung war das konventionelle Pflügen.

## Effekt auf die Bodenqualität

- Im Vergleich zum Pflügen ist die Zerstörung der Bodenaggregate bei der nicht-wendenden Bodenbearbeitung weniger schwerwiegend. Somit bleibt ein großer Teil des Bodenkohlenstoffs physikalisch geschützt und es kommt zu weniger mikrobiellem Abbau. Folglich erhöht die Anwendung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung den organischen Kohlenstoff- und Gesamtstickstoffgehalt. Die höchste Zunahme an organischem Bodenkohlenstoffgehalt wurde im Oberflächenhorizont (Bodentiefe 0-10 cm) festgestellt, ohne eine Verminderung in den tieferen Bodenschichten.
- Der pH-Wert im Boden bleibt unverändert nach der Anwendung von nicht-wendender Bodenbearbeitung, während das pflanzenverfügbare Kalium (K) und Phosphor (P) erheblich erhöht wird im Vergleich zum Pflügen. Kalium und Phosphor wird oberflächennah (Oberboden 0-10 cm) angereicht, ohne eine Verminderung in den tieferen Bodenschichten.
- Die Anwendung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung stimuliert das Bodenleben. Da die Störung des Bodens weniger schwerwiegend ist als beim Pflügen, werden weniger Regenwürmer\* getötet und weniger Regenwurmgänge zerstört. Des Weiteren verbleiben mehr Ernterückstände an der Bodenoberfläche, welche als Futterquelle für die Regenwürmer und die mikrobielle Gemeinschaft dienen. Vor allem die langen, tiefgrabenden Arten werden durch die nicht-wendende Bodenbearbeitung gefördert, während die mikrobielle Gemeinschaft hauptsächlich im Oberboden (0-10 cm) zunimmt.
- Die Wirkung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung auf Nematodenpopulationen\* ist sehr variabel und hängt noch mehr von der Fruchtfolge, den Zwischenfrüchten zur Gründüngung, sowie vom Aufbau und der Verteilung des organischen Materials ab.
- Bodenaggregate werden durch die nicht-wendende Bodenbearbeitung weniger zerstört, dadurch erhöht sich die Aggregatstabilität im Oberboden. Die verbesserte Bodenstruktur und -stabilität in Kombination mit der Präsenz von mehr Ernterückständen an der Bodenoberfläche führt zu einer verbesserten Durchlässigkeit und einem reduzierten Abfluss und Sedimentabtrag bei der nicht-wendenden Bodenbearbeitung.
- Im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung, nimmt der Eindringwiderstand bei der Anwendung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung zu. Dieser negative Effekt wurde hauptsächlich bei kurzfristiger Anwendung (< 5 Jahre) beobachtet.

## Fact Sheet basierend auf europäischen mehrjährigen Feldversuchen – Catch-C

*\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern und Nematoden basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.*

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Die Anwendung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung erhöht den organischen Kohlenstoff- und Gesamtstickstoffvorrat im Vergleich zum Pflügen. Der höchste organischen Bodenkohlenstoffvorrat wurde im Oberflächenhorizont (Bodentiefe  $\leq 10$  cm) unter nicht-wendender Bodenbearbeitung festgestellt, ohne eine Verminderung in den tieferen Bodenschichten.
- Unsere Ergebnisse weisen auf einen Anstieg der  $N_2O$ -Emissionen hin, wenn nicht-wendende Bodenbearbeitung angewendet wird. Höhere Treibhausgasemissionen wurden hauptsächlich bei kurzfristiger Anwendung ( $< 5$  Jahre) gemessen, während die langfristige Anwendung ( $> 5$  Jahre) zu einer Abnahme der  $N_2O$ -Emissionen führt. Mehr Daten sind erforderlich um diese Ergebnisse zu bestätigen.

### Effekt auf die Produktivität

- Im Vergleich zum Pflügen führt die nicht-wendende Bodenbearbeitung zu einer mittleren Ertragsabnahme von 3 % (variierend von +52 % bis -46 %).
- Keiner der getesteten Faktoren (d.h. Klimazonen, Bodentextur, Dauer der Praxis und Feldfrüchte wie Wintergetreide, Mais, Kartoffel, Rübe) hat einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Daraus kann geschlossen werden, dass die nicht-wendende Bodenbearbeitung in einer Vielzahl von verschiedenen Bedingungen angewendet werden kann.
- Die Stickstoffaufnahme und die Stickstoffverwertung können durch die nicht-wendende Bodenbearbeitung reduziert werden. Die Reduzierung war ausgeprägter in West- und Nordeuropa sowie bei Gerste und Weizen.

### Zusammenfassung

Die Wirkung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung auf Produktivität, Bodenqualität und für den Klimaschutz hängt stark von der Bearbeitungstiefe, verwendeten Maschinen, Bodenbedingungen zum Bearbeitungszeitpunkt, etc. ab. Aus unseren Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die wiederholte Anwendung von nicht-wendender Bodenbearbeitung ein effizienter Weg ist um Kohlenstoff, Gesamtstickstoff und den pflanzenverfügbaren P- und K-Gehalt im oberflächennahen Horizont (0-10 cm) zu erhöhen, das Bodenleben zu stimulieren, die Aggregatstabilität und Durchlässigkeit zu verbessern und den Abfluss und Sedimentabtrag zu reduzieren. Potentielle Nachteile der nicht-wendenden Bodenbearbeitung sind die beobachtete Ertragsabnahme von 3 % (variierend von +52 % bis -46 %), die Zunahme des Eindringwiderstandes und der  $N_2O$ -Emissionen (kurzfristiger Effekt).

Chemische Bodenqualität					
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	C:N-Verhältnis	pH-Wert (KCl)	Pflanzenverfügbarer Phosphor	Pflanzenverfügbares Kalium
++	+	0	0	+	++

Physikalische Bodenqualität					
Lagerungsdichte des Bodens	Eindringwiderstand	Permeabilität	Aggregatstabilität	Abfluss	Sedimentabtrag
--	--	+	++	+	+

Biologische Bodenqualität				
Regenwurmvorkommen	Mikrobielle Biomasse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/Bodenpilze
+	+	0	0	+/0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	0	-	+

Produktivität			
Ertrag	Stickstoffaufnahme	Stickstoffverwertung	Stickstoffüberschuss
-	--	--	-

# Direktsaat

AUSSAAT / PFLANZUNG IN EINEN UNVORBEREITETEN  
BODEN. DER LANDWIRT NUTZT EIN  
DIREKTSAAATVERFAHREN WENN ER DEN BODEN EINES  
FELDES FÜR MINDESTENS EIN JAHR OHNE  
BEARBEITUNG LÄSST.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Direktsaat war das konventionelle Pflügen.

## Effekt auf die Bodenqualität

- Im Vergleich zum Pflügen ist die Zerstörung der Bodenaggregate bei der Direktsaat sehr gering. Somit bleibt ein großer Teil des Bodenkohlenstoffs physikalisch geschützt und es kommt kaum zu einem mikrobiellen Abbau. Folglich erhöht die Anwendung der Direktsaat den organischen Kohlenstoffgehalt. Die höchste Zunahme an organischem Kohlenstoffgehalt wurde im Oberflächenhorizont (Bodentiefe  $\leq 10$  cm) festgestellt, ohne eine Verminderung in den tieferen Bodenschichten.
- Der pH-Wert im Boden bleibt unverändert nach der Anwendung von Direktsaat, während der pflanzenverfügbare Phosphor (P) erheblich erhöht wird im Vergleich zum Pflügen. Die oberflächennahe Anreicherung des Phosphors (Oberboden 0-10 cm) kann ein frühes Pflanzenwachstum fördern.
- Die Anwendung der Direktsaat stimuliert das Bodenleben. In Systemen der Direktsaat stehen die Erntereste auf der Bodenoberfläche als Futterangebot für die Regenwürmer\* und die mikrobielle Gemeinschaft zur Verfügung. Darüber hinaus dienen die Reste als Mulch und verlangsamen die Trocknung des Bodens im späten Frühjahr und das Frieren im Spätherbst.
- Die Wirkung der Direktsaat auf Nematodenpopulationen\* ist sehr variabel und hängt noch mehr von der Fruchtfolge, den Zwischenfrüchten zur Gründüngung, sowie vom Aufbau und der Verteilung des organischen Materials ab.
- Bodenaggregate werden durch die Direktsaat weniger zerstört, dadurch erhöht sich die Aggregatstabilität im Oberboden.
- Im Vergleich zur konventionellen Bodenbearbeitung, nehmen die Lagerungsdichte, der Eindringwiderstand, der Abfluss und der Sedimentabtrag bei der Anwendung der Direktsaat zu. Einen höheren Eindringwiderstand wurde hauptsächlich in tieferen Bodenschichten ( $> 30$  cm) beobachtet während die Ergebnisse zu Abfluss und Sedimentabtrag hauptsächlich auf Ergebnissen von südeuropäischen Feldversuchen basieren.

## Fact Sheet basierend auf europäischen mehrjährigen Feldversuchen – Catch-C

*\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern und Nematoden basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.*

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Die Anwendung der Direktsaat erhöht den organischen Kohlenstoffvorrat im Vergleich zum Pflügen. Der höchste organischen Bodenkohlenstoffgehalt wurde im Oberflächenhorizont ( $\leq 10$  cm) unter Direktsaat festgestellt, ohne eine Verminderung in den tieferen Bodenschichten.
- Unsere Ergebnisse weisen auf einen dreifachen Anstieg der  $N_2O$ -Emissionen hin, wenn Direktsaat angewendet wird. Dieser Anstieg ist in Nord- und Westeuropa höher im Vergleich zu Südeuropa.

### Effekt auf die Produktivität

- In der Catch-C Literaturstudie waren Weizen und Gerste die am häufigsten getesteten Kulturen. Für diese Kulturen konnte kein signifikanter Ertragseffekt beobachtet werden (Ertragszunahme /-abnahme von -32 % bis + 31 %). Dies zeigt, dass, trotz technischer Schwierigkeiten mit welchen die Landwirte bei der Direktsaat konfrontiert sind, der Getreideertrag im Mittel nicht wesentlich durch die Direktsaat beeinflusst wird.
- Obwohl bekannt ist, dass bei der Direktsaat spezielle Fähigkeiten und Erfahrungen benötigt werden und gute Ergebnisse erst nach einigen Jahre der Praxis erreicht werden können. Die Praxisdauer hat keinen signifikanten Einfluss auf den Ertrag.
- Die Stickstoffaufnahme wurde verringert, wenn es bei der Direktsaat zu Ertragsinbußen kam.

### Zusammenfassung

Aus unseren Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die wiederholte Anwendung von Direktsaat ein effizienter Weg ist um den Kohlenstoffgehalt und den pflanzenverfügbaren P-Gehalt im oberflächennahen Horizont (0-10 cm) zu erhöhen, das Bodenleben zu stimulieren und die Aggregatstabilität zu verbessern. Potentielle Nachteile der Direktsaat sind die beobachtete Zunahme der Lagerungsdichte, des Eindringwiderstandes, des Abflusses, des Sedimentabtrages und der dreifache Anstieg der  $N_2O$ -Emissionen. Trotz technischer Schwierigkeiten mit welchen die Landwirte bei der Direktsaat konfrontiert sind, ist der Ertrag von Getreide (vor allem Weizen und Gerste) nicht wesentlich durch die Anwendung der Direktsaat beeinflusst.

Chemische Bodenqualität					
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	Mineralstickstoffgehalt (Nmin)	pH-Wert (KCl)	Pflanzenverfügbarer Phosphor	Pflanzenverfügbares Kalium
+	0	++	0	++	0

Physikalische Bodenqualität					
Lagerungsdichte des Bodens	Eindringwiderstand	Permeabilität	Aggregatstabilität	Abfluss	Sedimentabtrag
--	--	-	++	--	-

Biologische Bodenqualität				
Regenwurmvorkommen	Mikrobielle Biomasse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze
+	+	0	0	+/0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	-	--	0

Produktivität			
Ertrag	Stickstoffaufnahme	Stickstoffverwertung	Stickstoffüberschuss
0	-	0	0

# Zwischenfrüchte

ZWISCHENFRÜCHTE WERDEN NACH DER ERNTE DER HAUPTFRUCHT ANGEBAUT. MANCHE ZWISCHENFRÜCHTE WERDEN VOR DER AUSSAAT DER NACHFOLGENDEN HAUPTFRUCHT GEERNTET (Z.B. WEIDELGRAS), WÄHREND ZWISCHENFRÜCHTE ZUR GRÜNDÜNGUNG (Z.B. SENF) IN DEN BODEN EINGEARBEITET WERDEN, BEVOR DIE NÄCHSTE HAUPTFRUCHT AUSGESÄT WIRD.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für den Anbau von Zwischenfrüchten (abgeführt / zur Gründüngung) war kein Anbau von Zwischenfrüchten.

## Effekt auf die Bodenqualität

- Die Anwendung von Zwischenfrüchten führt zu einem durchschnittlichen Zuwachs an organischem Kohlenstoffgehalt im Boden, welcher durch die erhöhte Zufuhr von Kohlenstoff durch die Ernterückstände der Zwischenfrüchte erklärt werden kann.
- Mit Hilfe von Zwischenfrüchten nimmt die Regenwurmpopulation\* zu, da ein erhöhtes Futterangebot (organische Reste) zur Verfügung steht und eine längere Periode für die Reproduktion gegeben ist. Zwischenfrüchte schützen die Würmer vor kaltem Wetter im Herbst.
- Es ist keine eindeutige Aussage über die Wirkung des Anbaus von Zwischenfrüchten auf pflanzenparasitäre Nematoden\* möglich. Einige Arten bzw. Sorten von Zwischenfrüchten haben Resistenzen gegen einige Nematodenarten, welche in Resistenzzuchtprogrammen entwickelt wurden, beispielsweise Weißer Senf und Ölrettich. Diese resistenten Zwischenfrüchte sind ein wertvolles Werkzeug der Nematodenbekämpfungsstrategie. Ein anderer bekannter Mechanismus ist die Freisetzung von nematotoxischen Verbindungen nach dem Zerkleinern und Einmischen der Zwischenfrüchte (z.B. spezielle Gruppe von *Brassicaceae*) in die Ackerkrume (Biofumigation).
- Die mikrobielle Biomasse wird in der Regel nach Zugabe von organischer Düngung in jeder Form deutlich erhöht. Vorwiegend Zwischenfrüchte mit einem niedrigen C:N-Verhältnis sind eine ausgezeichnete Nahrungsquelle für Bakterien. Der Effekt auf die Pilzpopulation ist weniger ausgeprägt.

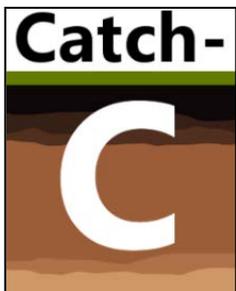
\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern und Nematoden basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.

# Fruchtfolge

ANBAU VON VERSCHIEDENEN FRUCHTARTEN  
(Z.B. GETREIDE, HACKFRÜCHTE,  
LEGUMINOSEN, WECHSELGRÜNLAND) IN  
AUF EINANDER FOLGENDEN JAHREN AUF EINEM  
FELD.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Fruchtfolge war die Monokultur.

## Effekt auf die Bodenqualität

- Die Gestaltung von Fruchtfolgen kann sehr unterschiedlich erfolgen. In unserer Studie wurden komplexe Fruchtfolgen mit Zwischenfrüchten (wie z.B. Luzerne, Klee, Wicken, Weidelgras, Rettich und Grünland), aber auch konventionelle Früchte wie Getreide (z.B. Winterweizen, Sommergerste), Leguminosen (z.B. Ackerbohne, Erbse) und Hackfrüchte (z.B. Kartoffel, Zuckerrübe) betrachtet. Die Länge der Fruchtfolgen belief sich üblicherweise auf zwei bis sechs Jahre. Da ein breites Spektrum an unterschiedlichen Fruchtfolgen betrachtet wurde, zeigt der Effekt von Fruchtfolgen auf den organischen Kohlenstoff- und Gesamtstickstoffgehalt im Boden eine große Schwankungsbreite. Die Ergebnisse zwischen Fruchtfolgen und Monokultur unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.
- In unserer Studie hat die Anwendung von Fruchtfolgen keinen Effekt auf den pH-Wert im Boden im Vergleich zur Monokultur. Fruchtfolgen mit Leguminosen, Knollen- oder Hackfrüchten und Grünland mit einer Dauer zwischen 2 bis 6 Jahren wurden mit Monokulturen verglichen.
- In der Catch-C Studie führt die Verwendung von Fruchtfolgen zu einer signifikanten Zunahme der Lagerungsdichte im Boden (vor allem bei langfristiger Laufzeit des Feldversuches (> 20 Jahre)) und zur Abnahme der Aggregatstabilität.
- Die Art der angebauten Feldfrüchte in der Fruchtfolge bestimmt die Wirkung auf den Regenwurmbestand\*. Im Allgemeinen fördert die Einbindung von Kulturen wie Getreide und Gartenkulturen, welche eine erhebliche Menge an Ernterückstände auf dem Feld belassen, eine Zunahme des Regenwurmbestandes. Hack- und Futterpflanzen wie Kartoffeln und Futtermais, bei welchen der Großteil der Pflanze vom Feld entfernt wird, hemmen die Zunahme des Regenwurmbestandes. Des Weiteren ist bekannt, dass Grünland in der Regel mehr Regenwürmer enthält als Ackerland.
- Die Verwendung von Fruchtfolgen führt zu einer größeren Vielfalt von Wurzelauausscheidungen, welche eine vielfältige mikrobielle Population unterstützt. In Fruchtfolgen kommen Bodenorganismen mit verschiedenen Lebensbedingungen und Substraten vor.

## Fact Sheet basierend auf europäischen mehrjährigen Feldversuchen – Catch-C

- Die Wirkung von Fruchtfolgen auf die Struktur der mikrobiellen Gemeinschaft ist weniger bekannt. Es wurde gezeigt, dass Grünland und ackerbaulich genutzte Böden in der Regel ein bakteriell dominiertes Nahrungsnetz haben während Forstsysteme (z.B. Kurzumtriebsplantagen, Weinberge) eher zu einem pilzdominierten Nahrungsnetz tendieren.

*\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.*

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- In Übereinstimmung mit den Ergebnissen zum organischen Kohlenstoffgehalt, welche sich zwischen Fruchtfolgenanbau und Monokultur nicht signifikant voneinander unterscheiden, sind die Kohlenstoffvorräte ebenso unverändert zwischen beiden Verfahren.

### Effekt auf die Produktivität

- Zahlreiche Beispiele von Versuchs- und Praxisflächen unterstützen die Schlussfolgerung, dass Feldfrüchte in einer Fruchtfolge höheren Ertrag produzieren als in einer Monokultur. Die Reduzierung der Unkräuter und Schädlinge, sowie die verbesserte Nutzung der Nährstoffe sind die Hauptgründe für eine verbesserte Produktivität.
- Unsere Studie zeigt, dass die Stickstoffverwertung nach der Verwendung von Fruchtfolgen verbessert wurde.
- Des Weiteren weist unsere Studie ebenfalls darauf hin, dass es einen deutlich positiven Effekt durch Fruchtfolgen auf den Ertrag gibt, wenn die Einhaltung einer Fruchtfolge über mehrere Jahre erfolgt.

### Zusammenfassung

Die Wirkung von Fruchtfolgen auf Produktivität, Bodenqualität und für den Klimaschutz hängt stark von der Fruchtart (z.B. wenige oder viele Ernterückstände) und der Länge der Folge ab. Unsere Studie weist darauf hin, dass die Ergebnisse zu organischem Kohlenstoff- und Gesamtstickstoffgehalt, Kohlenstoffvorrat und pH-Wert eine große Schwankungsbreite zeigen und sich zwischen Fruchtfolgen und Monokultur nicht signifikant voneinander unterscheiden, da ein breites Spektrum an unterschiedlichen Fruchtfolgen betrachtet wurde. Der Aufbau von Regenwurmpopulationen wird besonders gefördert wenn Feldfrüchte mit vielen Ernterückständen integriert werden. Die Verwendung von Fruchtfolgen führt zu einer großen Spannweite von Wurzelexsudaten, dies unterstützt eine vielfältige mikrobielle Gemeinschaft. Weiterhin weist unsere Studie darauf hin, dass Feldfrüchte in Fruchtfolge einen größeren Ertrag haben als in Monokultur. Dieser positive Effekt durch Fruchtfolgen ist ausgeprägter, wenn die Einhaltung einer Fruchtfolge über mehrere Jahre erfolgt.

Chemische Bodenqualität					
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	C:N-Verhältnis	pH-Wert (KCl)	Pflanzenverfügbares Kalium	Pflanzenverfügbare Phosphor
0	0	-	0	-	0
Physikalische Bodenqualität					
Lagerungsdichte des Bodens	Aggregatstabilität				
--	--				
Biologische Bodenqualität					
Regenwurmvorkommen	Mikrobielle Biomasse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze	
+	+	0	+	0	
Minderung des Klimawandels					
Kohlenstoffvorrat					
0					
Produktivität					
Ertrag	Stickstoffaufnahme	Stickstoffverwertung	Stickstoffüberschuss		
+	0	+	+		

# Gülleapplikation

ANWENDUNG VON GÜLLE, WELCHE HAUPTSÄCHLICH  
AUS URIN UND KOT VON NUTZTIEREN BESTEHT.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als

Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Gülleapplikation war die Mineraldüngung (gleiche Menge an Gesamtstickstoffgabe).

## Effekt auf die Bodenqualität

- Mit organischem Dünger wie Gülle wird dem Boden eine große Menge an organischer Substanz zugeführt. Folglich führt die wiederholte Applikation von Gülle zu einem Anstieg des Kohlenstoff- und des Gesamtstickstoffgehaltes im Boden.
- Im Vergleich zur Mineraldüngung (bei gleicher Menge an Gesamtstickstoff) führt die Gülleapplikation zu einem signifikant höheren mineralischen Stickstoffgehalt im Boden. Obwohl der meiste Stickstoff, welcher mit dem Gülle appliziert wird, im ersten Jahr nach der Applikation für die Pflanzen verfügbar ist, wird ein kleiner Anteil erst in den folgenden Jahren freigesetzt. Allerdings ist zu beachten, dass eine hohe Menge an mineralischem Stickstoff im Boden nur wünschenswert ist, wenn der Stickstoff von den Pflanzen benötigt wird, andernfalls kann es zu Auswaschungen kommen.
- Die Zugabe von organischem Dünger (insbesondere "frische" organische Düngung mit einem niedrigen C:N-Verhältnis) ist eine der wichtigsten Steuerungsgrößen um das Bodenleben zu beeinflussen, da der Dünger als Futterquelle dient. Diese Annahme wird durch unsere Studie unterstützt, da die wiederholte Applikation von Gülle ("frische" organische Düngung) das Regenwurmorkommen\* und die mikrobielle Biomasse signifikant verbessert. Jedoch enthalten große Applikationsmengen von Gülle sehr viel Ammoniak und organische Salze, welche auf Regenwürmer toxisch wirken können.

\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Aus unserer Catch-C Studie kann geschlossen werden, dass die wiederholte Ausbringung von Gülle zu einem Anstieg des organischen Bodenkohlenstoffvorrats führt. Es bestätigt auch, dass die Verwendung von organischem Dünger die beste Möglichkeit ist, den organischen Kohlenstoffvorrat des Bodens zu verbessern.
- Unsere Studie zeigt, dass die N<sub>2</sub>O-Emissionen nach der Ausbringung von Gülle im Vergleich zur alleinigen Anwendung von Mineraldünger erheblich zunehmen. Es werden jedoch noch weitere Daten benötigt um diese Erkenntnis zu bestätigen.

### Effekt auf die Produktivität

- Wenn Gülle und Mineraldünger mit der gleichen Stickstoffmenge appliziert werden, wurde in der Catch-C Studie beobachtet, dass sich die Erträge kaum verändern. Der meiste Stickstoff, der in der Gülle enthalten ist, liegt in mineralischer Form vor und steht somit unmittelbar nach der Applikation für die Pflanzen zur Verfügung.
- In Südeuropa ist die Stickstoffaufnahme bei Mais signifikant niedriger mit Gülleapplikation im Vergleich zur Mineraldüngung. Wahrscheinlich treten größere Ausgasungsverluste auf, wenn die Gülle nicht umgehend eingearbeitet wird. Es gibt einen Mangel an Daten zu anderen Feldfrüchten und Klimazonen.

### Zusammenfassung

Die auf Ackerflächen ausgebrachte Gülle kann stark in der Zusammensetzung variieren. Dies hängt von der Tierart, den Lagerungsbedingungen, etc. ab. Im Allgemeinen ist Gülle eine wichtige Quelle für Nährstoffe und organische Substanz. Aus unseren Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die wiederholte Gülleapplikation ein effizienter Weg ist um den organischen Kohlenstoff- und den mineralischen Stickstoffgehalt im Boden zu erhöhen und das Bodenleben zu stimulieren. Außerdem wurden gleiche Erträge beobachtet, wenn Gülle und Mineraldünger mit dem gleichen Stickstoffniveau appliziert werden. Ein potentieller Nachteil der Gülleapplikation ist die beobachtete Zunahme der N<sub>2</sub>O-Emissionen.

Chemische Bodenqualität				
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	Mineralstickstoffgehalt (Nmin)	pH-Wert (KCl)	C:N-Verhältnis
++	++	++	0	0

Biologische Bodenqualität				
Regenwurm-vorkommen	Mikrobielle Bio-masse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze
+	++	+	0	0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	-	--	--

Produktivität			
Ertrag	Stickstoff-aufnahme	Stickstoff-verwertung	Stickstoff-überschuss
0	-	-	-

# Stallmistapplikation

ANWENDUNG VON TIERISCHEN DÜNGERN, WELCHE  
EINE MISCHUNG AUS EXKREMENTEN (KOT UND URIN)  
DER NUTZTIERE UND EINSTREUMATERIAL  
(ÜBLICHERWEISE STROH) SIND.



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Stallmistapplikation war die Mineraldüngung (gleiche Menge an Gesamtstickstoffgabe).

## Effekt auf die Bodenqualität

- Mit der Stallmistapplikation wird dem Boden eine große Menge an organischem Material zugeführt. Dies resultiert in einem Anstieg des Kohlenstoff- und des Gesamtstickstoffgehaltes im Boden.
- Der pH-Wert des Bodens wurde durch die Anwendung von Stallmist nicht verändert (ein geringer nicht signifikanter pH-Anstieg wurde durch die wiederholte Anwendung von Stallmist (> 5 Jahre) bemerkt). Die Stallmistanwendung führt zu einem erheblichen Anstieg des pflanzenverfügbaren Kaliums im Oberboden (0-10 cm).
- Im Vergleich zur Mineraldüngung (bei gleicher Menge an Gesamtstickstoff) führt die Anwendung von Stallmist zu einem signifikant höheren mineralischen Stickstoffgehalt im Boden. Obwohl der meiste Stickstoff, welcher mit dem Stallmist appliziert wird, im ersten Jahr nach der Applikation für die Pflanzen verfügbar ist, wird ein kleiner Anteil erst in den folgenden Jahren freigesetzt. Allerdings ist zu beachten, dass eine hohe Menge an mineralischem Stickstoff im Boden nur wünschenswert ist, wenn der Stickstoff von den Pflanzen benötigt wird, andernfalls kann es zu Auswaschungen kommen.
- Die Zugabe von organischem Dünger (insbesondere "frische" organische Düngung mit einem niedrigen C:N-Verhältnis) ist eine der wichtigsten Steuerungsgrößen um das Bodenleben zu beeinflussen, da der Dünger als Futterquelle dienen. Diese Annahme wird durch unsere Studie unterstützt, da die wiederholte Applikation von Stallmist ("frische" organische Düngung) das Regenwurmorkommen\*, mikrobielle Biomasse und die Menge an saprophytische Nematoden signifikant verbessert.
- Die wiederholte Applikation von Stallmist neigt zur Erhöhung der Aggregatstabilität\* und zur Reduzierung der Lagerungsdichte\* und des Eindringwiderstandes\*.

*\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern, Nematoden und bodenphysikalische Eigenschaften basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.*

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Aus unserer Catch-C Studie kann geschlussfolgert werden, dass die wiederholte Ausbringung von Stallmist zu einem Anstieg des organischen Bodenkohlenstoffvorrats führt. Es bestätigt auch, dass die Verwendung von organischem Dünger die beste Möglichkeit ist, den organischen Kohlenstoffstock des Bodens zu verbessern.
- Unsere Studie zeigt, dass die N<sub>2</sub>O-Emissionen nach der Ausbringung von Stallmist im Vergleich zur alleinigen Anwendung von Mineraldünger leicht abnehmen.

### Effekt auf die Produktivität

- Im Vergleich zur Mineraldüngung (gleiche Menge an Gesamtstickstoff) führt die Stallmistapplikation zu einer signifikanten mittleren Ertragsreduzierung in unserer Studien. Diese Reduzierung könnte durch die Ausgasungsverluste während der Applikation und durch die Stickstoffimmobilisierung nach der Applikation erklärt werden, da die Mineralisierung von Stallmist asynchron zum Pflanzenbedarf sein kann.
- Die Stickstoffaufnahme und die Stickstoffverwertung werden durch die Anwendung von Stallmist nicht verändert. Das bedeutet, dass Stickstoff aus Stallmist fast genauso effizient durch die Feldfrüchte genutzt werden kann wie bei mineralischem Stickstoff, wenn es richtig gemanagt wird. Der richtige Zeitpunkt für die Ausbringung ist sehr wichtig um die Verluste zu minimieren und um die Synchronisierung zwischen Stickstoffmineralisierung und Pflanzenaufnahme zu verbessern.

### Zusammenfassung

Der auf Ackerflächen ausgebrachte Stallmist kann stark in der Zusammensetzung variieren. Dies hängt von der Tierart, der Art der Einstreu, den Lagerungsbedingungen, etc. ab. Im Allgemeinen ist Stallmist eine wichtige Quelle für Nährstoffe wie Kalium und organische Substanz. Aus unseren Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die wiederholte Stallmistapplikation ein effizienter Weg ist um den organischen Kohlenstoffgehalt und den Gehalt an pflanzenverfügbarem K im Boden zu erhöhen, das Bodenleben zu stimulieren und die bodenphysikalische Qualität zu verbessern. Ein potentieller Nachteil der Stallmistapplikation ist der beobachtete Ertragsverlust. Doch, wenn es richtig gemanagt wird, zeigen unsere Ergebnisse, dass Stickstoff aus Stallmist fast genauso effizient durch die Feldfrüchte genutzt werden kann wie bei mineralischem Stickstoff.

Chemische Bodenqualität					
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	Mineralstickstoffgehalt (Nmin)	pH-Wert (KCl)	C:N-Verhältnis	Pflanzenverfügbares Kalium
++	++	++	0	++	+

Physikalische Bodenqualität		
Lagerungsdichte des Bodens	Eindringwiderstand	Aggregatstabilität
++	+	+

Biologische Bodenqualität				
Regenwurmvorkommen	Mikrobielle Biomasse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze
++	++	0	+	++/0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	0	+	+

Produktivität			
Ertrag	Stickstoffaufnahme	Stickstoffverwertung	Stickstoffüberschuss
-	0	-	-

# Kompostapplikation

AUSBRINGUNG VON KOMPOST, DER AUS EINEM INITIIERTEN BIOLOGISCHEN OXIDATIONSPROZESS RESULTIERT, WELCHER PFLANZENRESTE, TIERABFÄLLE, GRÜNABFÄLLE, ETC. IN EIN HOMOGENERES, HUMUSARTIGES MATERIAL UMWANDELT



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Kompostapplikation war die Mineraldüngung (gleiche Menge an Gesamtstickstoffgabe).

## Effekt auf die Bodenqualität

- Mit Kompost wird dem Boden eine große Menge an organischem Material zugeführt. Dies resultiert in einem Anstieg des Kohlenstoff- und des Gesamtstickstoffgehaltes im Boden. Die positive Wirkung auf den organischen Bodenkohlenstoffgehalt wird deutlicher nach der wiederholten Applikation von Kompost (> 10 Jahre).
- Die Anwendung von Kompost zeigt keinen signifikanten Anstieg des pflanzenverfügbaren Kaliums im Boden im Vergleich zur Mineraldüngung (bei gleicher Menge an Gesamtkalium);
- Die wiederholte Kompostabgabe führt zu einem höheren pH-Wert im Vergleich zur Mineraldüngung. Die Wirkung wird deutlicher durch Langzeitanwendung (> 5 Jahre). Kompost hat generell einen hohen pH-Wert ( $\text{pH-H}_2\text{O} > 8$ ) und erhöht die Pufferkapazität des Bodens.
- Die kontinuierliche Kompostapplikation stimuliert das Bodenleben\*. Die Zugabe von organischem Material (mittels Kompost) ist eine der wichtigsten Steuerungsgrößen um die Regenwurmpopulation und die mikrobielle Biomasse zu erhöhen, da der Kompost als Futterquelle dient.
- Die Verwendung von verschiedenen Kompostarten zeigt unterschiedliche Ergebnisse auf pflanzenparasitäre Nematoden. Die Kompostgabe führt zur Verbesserung der Bodenqualität. Ebenso fördert sie Pflanzenwachstum sowie -vitalität und macht die Pflanzen widerstandsfähiger gegen Nematodenbefall. Jedoch kann eine Stimulation des Wurzelwachstums zu mehr Futterstellen für pflanzenparasitäre Nematoden führen und damit auch deren Populationsdichte erhöhen.

\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern und Nematoden basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Die kontinuierliche Kompostanwendung führt zu einem deutlichen Anstieg des Bodenkohlenstoffvorrates. Die Vorräte nehmen hauptsächlich in den oberen 10 cm des Bodens zu. Der höchste organische Bodenkohlenstoffvorrat wurde nach wiederholter Kompostgabe (>10 Jahre) gemessen.
- Die Rolle des Komposts im Hinblick auf Treibhausgasemissionen ist schwer zu bewerten. Unsere Studie deutet einen Anstieg der N<sub>2</sub>O-Emissionen nach der Kompostanwendung an. Höhere Treibhausgasemissionen wurden nur in Westeuropa beobachtet. Im südlichen Europa wurden die Emissionen bei Kompostgabe reduziert.

### Effekt auf die Produktivität

- Die Wirkung von Kompost auf die Produktivität hängt stark von der Kompostzusammensetzung ab (z.B. Nährstoffgehalt und -verfügbarkeit).
- Im Vergleich zur Mineraldüngung führt die Kompostgabe (bei gleicher Menge an Stickstoff) zu einer nicht signifikanten mittleren Ertragsreduzierung in den ersten Jahren nach der Applikation. Eine mittlere Ertragszunahme wurde nach einer wiederholter Kompostgabe (> 5 Jahre) beobachtet.
- Kompost sollte als ein langsam freisetzender Dünger angesehen werden. Vor allem bei Stickstoff steht nur eine kleine Menge an pflanzenverfügbarem N während der ersten Vegetationsperiode nach der Applikation zur Verfügung, während der Rest erst mit der Zeit freigesetzt wird. Dies sollte bei der Kompostapplikation berücksichtigt werden.
- Die besten Ergebnisse mit Kompost wurden erreicht beim Anbau von Gemüse und Erbsen, während der Ertrag von Körnermais und Gerste beträchtlich gemindert wurde.
- Es wurde keine Wirkung von Kompostapplikationen auf die Stickstoffaufnahme oder Stickstoffverwertung beobachtet (dies basiert hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen).

### Zusammenfassung

Die Zusammensetzung von Kompost kann stark variieren. Dies hängt vom Material ab aus dem der Kompost hergestellt wurde. Demzufolge kann sich der Nährstoffgehalt und -verfügbarkeit und die Menge an organischem Material erheblich zwischen verschiedenen Komposten unterscheiden. Jedoch kann aus unseren Ergebnissen geschlossen werden, dass die wiederholte Applikation von Kompost ein sehr effizienter Weg ist um den organischen Kohlenstoffgehalt und -vorrat im Boden zu erhöhen, den pH-Wert zu puffern und das Bodenleben zu stimulieren. Darüber hinaus bestätigt unsere Auswertung die Tatsache, dass Kompost als Quelle einer langsamen Stickstofffreisetzung angesehen werden sollte, die auf lange Sicht zu ähnlichen Erträgen führt wie bei Mineraldüngung. Ein potentieller Nachteil der Kompostapplikation kann die Zunahme der N<sub>2</sub>O-Emissionen sein. Jedoch sind weitere Daten erforderlich um dieses Ergebnis zu bestätigen.

Chemische Bodenqualität					
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	C:N-Verhältnis	Mineralstickstoffgehalt (Nmin)	pH-Wert (KCl)	Pflanzenverfügbares Kalium
++	++	0	0	+	0

Biologische Bodenqualität				
Regenwurmvorkommen	Mikrobielle Biomasse	Pflanzenparasitäre Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze
+	++	0	0	+/0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	-	-	+

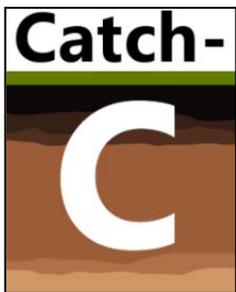
Produktivität			
Ertrag	Stickstoffaufnahme	Stickstoffverwertung	Stickstoffüberschuss
0	0	0	0

# Einarbeitung von Ernterückständen

ERNTERESTE (Z.B. STROH, RÜBENBLÄTTER) DIE NACH DER ERNTE AUF DEM FELD VERBLEIBEN UND IN DEN BODEN EINGEARBEITET WERDEN (IM FALL VON BODENBEARBEITUNG) ODER DIE AUF DER BODENOBERFLÄCHE VERBLEIBEN (IM FALLE DER DIREKTSAAAT).



## Catch-C



Dieses Fact Sheet fasst die gesammelten Informationen aus dem EU-FP7 Projekt Catch-C ([www.catch-c.eu](http://www.catch-c.eu)) zusammen. Das Projektziel war die Identifikation von geeigneten Managementverfahren unter Sicherung der Produktivität, dem Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Minderung der Auswirkungen des Klimawandels. Die Ergebnisse, die in diesem Fact Sheet präsentiert werden, basieren auf einer großen Datensammlung und der dazugehörigen Literatur zu bestehenden europäischen mehrjährigen Feldversuchen. Daher basieren die Ergebnisse auf allgemeinen Tendenzen für die europäische Ebene. Lokale Effekte zu diesen Verfahren können abhängig von Fruchtart, Fruchtfolge, Bodentyp, Bearbeitungstiefe, verwendete Maschinen, etc. variieren. Das aktuelle Management wurde als Vergleichsbasis herangezogen. Die Vergleichsbasis für die Einarbeitung von Ernterückständen war das Abfahren von Ernterückständen.

## Effekt auf die Bodenqualität

- Die Wirkung der Einarbeitung von Ernterückständen auf den organischen Kohlenstoffgehalt im Boden hängt stark von der Zusammensetzung der Ernterückstände ab. Ernterückstände mit einem hohen C:N-Verhältnis (z.B. Getreidestroh) können zu einer Erhöhung des Kohlenstoffspeichers im Boden führen. Ernterückstände mit einem niedrigen C:N-Verhältnis (z.B. Ernterückstände von Gemüse) werden nach der Einarbeitung schnell umgesetzt und haben keinen messbaren Effekt auf die Gesamtmenge des organischen Kohlenstoffs im Boden. Da die meisten Feldversuche, die in die Catch-C Studie genutzt wurden, die Einarbeitung von Getreidestroh behandeln, erhöht die wiederholte Einarbeitung von Ernterückständen den organischen Kohlenstoffgehalt und (Gesamtstickstoffgehalt) im Boden.
- Die Einarbeitung von Ernterückständen hilft bei der Zunahme der Regenwurm-\*, der bakteriophagen und der saprophytischen Nematodenpopulationen\*, da ein erhöhtes Futterangebot (organische Reste) zur Verfügung steht. Vor allem Ernterückstände mit einem niedrigen C / N-Verhältnis (z.B. Zuckerrübenblätter) sind eine ausgezeichnete Nahrungsquelle für Bakterien, daher werden auch die Populationen der saprophytischen Nematoden gestärkt. Wenn die Ernterückstände auf der Bodenoberfläche verbleiben, sind vor allem die tiefgrabenden Regenwürmer begünstigt, da sie an der Bodenoberfläche fressen.
- Die Einarbeitung von Ernterückständen hat unterschiedliche Auswirkungen auf pflanzenparasitäre Nematoden. Das Zerkleinern und Einmischen von Ernterückständen einer speziellen Gruppe der Kreuzblüter oder *Brassicaceae*n in den Boden kann einen nematiziden Effekt zeigen (Biofumigation), da es zur Produktion von Isothiocyanaten kommt.
- Die Einarbeitung der Ernterückstände reduziert die Abflussmenge durch die höhere Oberflächenrauigkeit des Bodens.

*\*Die Ergebnisse zu Regenwürmern und Nematoden basieren hauptsächlich auf Ergebnissen von westeuropäischen Feldversuchen.*

### Effekt für die Minderung des Klimawandels

- Da die meisten Feldversuche, die in der Catch-C Studie genutzt wurden, die Einarbeitung von Getreidestroh behandeln, erhöht die wiederholte Einarbeitung von Ernterückständen den organischen Kohlenstoffvorrat im Boden.
- Die N<sub>2</sub>O-Emissionen werden durch die Einarbeitung von Ernterückständen signifikant erhöht.

### Effekt auf die Produktivität

- Die Wirkung der Einarbeitung von Ernterückständen auf den Ertrag hängt stark von der Zusammensetzung der Ernterückstände ab. In den meisten Feldversuchen wurde hauptsächlich Getreidestroh untersucht.
- Im Vergleich zum Abfahren der Ernterückstände vom Feld führt die Einarbeitung der Ernterückstände zu einem durchschnittlichen Ertragsverlust. Getreidestroh ist eine Nährstoffquelle und ein Bodenverbesserer, aber in manchen Fällen kann es zur Stickstoffimmobilisierung (meist abhängig vom C:N-Verhältnis und Klima) oder technischen Schwierigkeiten bei der Aussaat kommen. Dies führt zu einem Ertragsverlust bei der Folgefrucht.
- Die Bodentextur beeinflusst die Wirkung der Einarbeitung von Ernterückständen auf den Ertrag signifikant. Nur in sandigen Böden konnte eine deutliche Ertragssteigerung beobachtet werden. Dies kann auf die schnelle Mineralisierung in diesen Böden zurückgeführt werden.

### Zusammenfassung

Die Wirkung durch die Einarbeitung von Ernterückständen auf Produktivität, Bodenqualität und für den Klimaschutz hängt stark von der Zusammensetzung der Ernterückstände ab. Wenn Getreidestroh eingearbeitet wird, werden der organische Kohlenstoffgehalt und -vorrat signifikant erhöht. Ein wichtiger Nachteil ist der beobachtete Ertragsverlust welcher auf die Stickstoffimmobilisierung nach der Einarbeitung der Ernterückstände zurückgeführt werden kann. Aus unserer Catch-C Studie kann geschlussfolgert werden, dass die Einarbeitung der Ernterückstände hilft, das Bodenleben zu verbessern, da ein erhöhtes Futterangebot (organische Reste) zur Verfügung steht. Ebenso wird die Oberflächenrauigkeit des Bodens erhöht (z.B. die Kombination aus dem Verbleiben der Ernterückstände auf der Feld und der Direktsaat oder der nicht-wendenden Bodenbearbeitung), was zur Reduzierung der Abflussmenge führt.

Chemische Bodenqualität		
Organischer Kohlenstoffgehalt	Gesamtstickstoffgehalt	C:N-Verhältnis
++	+	+

Physikalische Bodenqualität
Abfluss
++

Biologische Bodenqualität				
Regenwurm-vorkommen	Mikrobielle Bio-masse	Pflanzenparasitä-re Nematoden	Saprophytische Nematoden	Bodenbakterien/ Bodenpilze
+	+	0	+	+/0

Minderung des Klimawandels			
Kohlenstoffvorrat	CO <sub>2</sub> -Emissionen	N <sub>2</sub> O-Emissionen	CH <sub>4</sub> -Emissionen
++	-	--	-

Produktivität			
Ertrag	Stickstoff-aufnahme	Stickstoff-verwertung	Stickstoff-überschuss
-	-	0	+