

## DAS FACHMAGAZIN FÜR DEN PROFESSIONELLEN PFLANZENBAU

Betriebsreportage

**DIREKTSAAIT IN MITTELFRANKEN:  
WASSERSPARENDES ANBAUSYSTEM**

Controlled Row Farming

**REIHENBEZOGENER ACKERBAU:  
BIODIVERSITÄT UND EFFIZIENZ**

Drohrensaat

**ZWISCHENFRUCHTSAAT AUS DER LUFT:  
ZUM OPTIMALEN TERMIN SÄEN**



# INHALT

## Betriebsreportage ..... 5

Direktsaat und StripTill in Mittelfranken:  
Wassersparendes Anbausystem

## Pflanzenbau ..... 16

Controlled Row Farming (CRF):  
Reihenbezogener Ackerbau zwischen  
Effizienz, Ertragsstabilität und Biodiversität:  
Ein neuer Ansatz im Ackerbau

## Düngung ..... 22

Forschungsprojekt „LiqInject“ –  
Streifeninjektion als Alternative zur  
klassischen N-Düngung:  
Stickstoff effizienter nutzen

## Beikrautmanagement ..... 27

Beikrautsamen im Mährescher  
abscheiden und devitalisieren:  
Die Keimfähigkeit zerstören

## Zwischenfrüchte ..... 32

Zwischenfruchtmischungen –  
Saat ohne Ernte?  
Mehrerträge nach Zwischenfrüchten

## Drohrensaat ..... 38

Zwischenfruchtsaat aus der Luft:  
Zum optimalen Termin säen

## Kurz notiert ..... 44

Neues aus Industrie und Wissenschaft

## Termine ..... 45

## Impressum ..... 46

5



BETRIEBSREPORTAGE

Foto: S. Kerschert

16



CONTROLLED ROW FARMING

Foto: Weibull, Anagnostis

38



DROHNENSAAT

Foto: A. Mensching-Buhr



Aussaat von Winterweizen in die stehende Zwischenfrucht mit der Horizon DSX.

*Direktsaat und StripTill in Mittelfranken*

## Wassersparendes Anbausystem

Dr. Konrad Steinert

*Ein geologisch bedingter Magnesiumüberschuss führt auf den schweren Gipskeuperböden zu einer ungünstigen Bodenstruktur.*

**D**er Hof von Dieter Karnoll befindet sich in Unternesselbach, einem Ortsteil von Neustadt an der Aisch, etwa in der Mitte zwischen Würzburg und Nürnberg. Der Ort liegt im fränkischen Schichtstufenland an der Grenze zwischen dem Steigerwald im Norden und dem Naturpark Frankenhöhe im Süden. Im Untergrund stehen hier Gesteine aus dem Keuper an, vorwiegend Tongesteine mit einem hohem Anteil an Dolomit und Gips. Der geologische Untergrund hat denn auch deutliche Auswirkungen auf die Ackerböden, denn aus dem Keupergestein entstehen schwere Tonböden mit einem hohen Anteil an Magnesium, die sogenannten Gipskeuperböden, als Bodentyp überwiegen Pararendzinen.

Der Hof der Familie Karnoll ist schon seit 1760 im Familienbesitz. Landwirt Dieter Karnoll absolvierte eine Ausbildung als Agrarbetriebswirt, seine Frau Simone hat einen Abschluss als Diplomagraringenieur. Betriebsschwerpunkt sind eine Biogasanlage mit 500 kW<sub>el</sub> sowie die Haltung von 1.100 Mastschweinen. Bei einer Höhenlage von etwa 310 m über NN fallen im langjährigen Mittel etwa 500 bis 550 mm Niederschlag, wobei häufig eine ausgeprägte Vorsommertrockenheit auftritt, welche vor allem die Getreideerträge limitiert. Meist folgen auf die Vorsommertrockenheit aber wieder stärkere Niederschläge in den Sommermonaten, die für das Getreide zu spät kommen, aber eine gute Entwicklung des

**Karnoll GbR**  
Unternesselbach bei Neustadt an der Aisch,  
Bayern

**Anbau:**

Silomais, Winterweizen,  
Wintergerste, Triticale GPS,  
Winterraps

**Fläche:**

200 ha Ackerland,  
20 ha Grünland  
Biogasanlage 500 kW<sub>el</sub>,  
1.100 Mastschweine,  
5 Mutterkühe, Lohnarbeiten

**Böden:**

Gipskeuper- und Auenböden,  
lehmiger Ton/sandiger Sand,  
25 bis 60 (Ø 40) Bodenpunkte

**Höhenlage und Klima:**

310 m über NN,  
Mittlerer Niederschlag: 520 mm/a,  
Jahresmitteltemperatur: 10,5 °C



Maises absichern können. Dazu kommt eine hohe Jahresmitteltemperatur von 10,4 °C, welche den Wassermangel noch verschärft. Andererseits finden hier aber auch wärmebedürftige Kulturen wie Mais und Soja günstige Wachstumsbedingungen, sofern der Niederschlag dafür ausreicht. Dieter Karnoll hat dabei aber auch schon erfolgreich den Anbau der wärmeliebenden Kichererbsen versucht.

Die Böden werden mit etwa 40 Punkten bewertet, mit einer Schwankungsbreite zwischen 25 bis 60 Punkten und oftmals starken Schwankungen innerhalb eines Schlags. Dabei sind etwa 50 % der Böden schwere Gleyböden, also Pararendzinen auf Keupergestein. Typisch ist für die Gleyböden ein unausgeglichener Wasserhaushalt mit Staunässe im Herbst und Winter sowie

einer starken Austrocknung im Sommer. Die anderen 50 % der Flächen stellen lehmige Sandböden dar, die sich leichter bearbeiten lassen, allerdings auch weniger Wasser speichern können. Die Flächen sind mit 2,5 bis 3,0 Hektar kleinstrukturiert, das Relief der Landschaft ist kupiert und leicht hügelig.

**— Pfluglos seit über 30 Jahren**

Es waren vor die hohen Kosten für die Bodenbearbeitung auf den schweren Keuperböden, weshalb der Betrieb bereits seit 1995 auf pfluglose Bodenbearbeitung umgestellt wurde. Zunächst erfolgte dies ohne Spezialtechnik, mit Grubber, Scheibenegge sowie einer Aufbausämaschine mit Kreiselegge und Scheibenscharen. Vor etwa 8 Jahren hinterfragte Dieter Karnoll aber dieses System, denn es gab verstärkt Ertragsdepressionen durch Dürre, die Wintergerste brachte oft nicht mehr als 35 bis 40 dt/ha. Der Landwirt konnte auch beobachten, dass die Pflanzen keine vernünftige Wurzel ausgebildet haben, wodurch sie weder ausreichend Wasser noch Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten aufnehmen konnten.

Daher interessierte sich Dieter Karnoll ab etwa 2018 verstärkt für alternative Anbausysteme, um seine Erträge wieder zu stabilisieren und die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern. Hier bot sich die Direkt-

saat an, um Humus aufzubauen und das Bodenleben, vor allem die tiefgrabenden Regenwürmer, wieder in Gang zu bringen. Eine ständige Bodenbedeckung aus Stroh und Begrünungen ist nur bei Direktsaat möglich, bei einem grundsätzlichen Verzicht auf die herkömmliche Bodenbearbeitung.

Weitere Aspekte zur Einführung der Direktsaat waren die Bodenerosion, die vor allem auf den eher sandigen Flächen bei Starkregeneignissen zu tiefen Erosionsrinnen führen konnte. Ein anderes Problem waren resistente Ungräser, vor allem Ackerfuchsschwanz und Trespen, die vermehrt auf frisch übernommenen Flächen zu beobachten waren. Darüber hinaus wollte der Landwirt auch den Aufwand für den Pflanzenschutz senken, wie den Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern. Seit nunmehr drei Jahren ist der Landwirt deshalb zur Direktsaat übergegangen, er verzichtet dabei konsequent auf jegliche Bodenbearbeitung. Lediglich zu Mais erfolgt eine Streifenbearbeitung.

**— Silomais dominiert in der Fruchtfolge**

Die tragende Kultur in der Fruchtfolge ist der Silomais, der meist in einem regelmäßigen Wechsel mit Wintergetreide und einer Zwischenfrucht steht – der Silomais wird dabei in der betriebseigenen Biogasanlage vergoren, das Getreide ist Futtergrundlage für die eigenen Schweine. Auf 15 % der Fläche steht darüber GPS-Triticale mit Beimischungen von Winterroggen, Winterwicken und Wintererbsen. Wichtig ist Dieter Karnoll auch eine regelmäßige Rotation der Getreidearten, in der Fruchtfolge wechseln Weizen, Gerste und Triticale miteinander ab: Silomais – Winterweizen /Zwischenfrucht – Silomais – Wintergerste /Zwischenfrucht – GPS Triticale /Zwischenfrucht. Da GPS bereits im Juni geerntet wird, kann hier in feuchteren Jahren noch eine Zweitfrucht wie Sorghum gesät werden. Deutet sich dagegen trockenes Sommerwetter an, dann folgt hier eine abfrierende Sommerzwischenfrucht. In Zukunft möchte der Landwirt die Fruchtfolge wieder um Blattfrüchte erweitern, aktuell werden 5 % Winterraps angebaut.



Dieter Karnoll

## CRF



Foto: Werkbild Amazonen

Luftaufnahme der CRF-Versuche auf dem Versuchsgut in Wambergen.

*Controlled Row Farming – Effizienz steigern, Biodiversität integrieren:  
Reihenbezogener Ackerbau zwischen Effizienz, Ertragsstabilität und Biodiversität*

## Ein neuer Ansatz im Ackerbau

Tammo Siemers, Team Pflanzenbauinnovation, AMAZONEN-WERKE

*Mit Controlled Row Farming können Effizienzsteigerung, Ertragsstabilität und Biodiversitätsintegration miteinander verknüpft werden.*

**K**ann der konventionelle Marktfruchtbaubau zugleich produktiv, ressourceneffizient und biodiversitätsfördernd sein? Diese Frage steht zunehmend im Raum – nicht nur politisch, sondern auch betriebswirtschaftlich. Düngeverordnung, Wirkstoffverluste im Pflanzenschutz und gesellschaftliche Erwartungen erhöhen den Druck auf bestehende Produktionssysteme. Gleichzeitig bleibt der Anspruch an stabile Erträge und wirtschaftliche Tragfähigkeit unverändert hoch.

Der Ansatz des Controlled Row Farming (CRF) setzt genau an dieser Schnittstelle an. Es handelt sich nicht um ein einzelnes Verfahren, sondern um einen systemischen Ansatz, bei dem sämtliche pflanzenbaulichen Maßnahmen konsequent an einer definierten Kulturreihe ausgerichtet werden. Gleichzeitig versteht sich CRF nicht als starres Produk-

tionssystem, sondern als breiter pflanzenbaulicher Werkzeugkasten, aus dem die Betriebe – je nach Standort, Fruchtfolge und technischer Ausstattung – unterschiedliche Elemente nutzen können. Die zentrale Idee lautet: Intensität gehört dorthin, wo die Kulturpflanze wächst – und Entlastung dorthin, wo ökologische Funktionen wirken können.

### Systemgedanke: Intensivzone und Extensivzone

Im klassischen Ackerbau erfolgen Düngung, Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung weitgehend ganzflächig. Dagegen trennt CRF räumlich, die Kulturreihe wird zur Intensivzone und der Zwischenraum zur Extensivzone mit eigenen Funktionen: Nährstoffbindung, Bodenbedeckung, Förderung des Bodenlebens, Erosionsschutz und Biodiversitätsleistung.

## STICKSTOFF



Abb. 1: Prototyp des Injektionsgerätes.

*Forschungsprojekt „LiqInject“ der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf –  
Streifeninjektion als Alternative zur klassischen N-Düngung*

## Stickstoff effizienter nutzen

Johannes Pfister, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf,  
Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung

*Entscheidend für den  
Erfolg der Streifeninjektion  
ist vor allem eine  
standortangepasste Wahl  
der Ablagetiefe.*

**S**tickstoff (N) ist – neben einer ausgewogenen Grundnährstoffversorgung, ausreichender Wasserversorgung und einer angepassten Bestandesführung – der zentrale Erfolgsfaktor für die Ertrags- und Proteinbildung im Wintergetreide. Vor dem Hintergrund steigender Stickstoffkosten sowie ökologischer Anforderungen sollte das Ziel moderner Landwirtschaft jedoch darin bestehen, den Einsatz mineralischer N-Dünger möglichst effizient zu gestalten. Das grundlegende Prinzip lautet dabei:

- die richtige N-Menge
- in der richtigen Form
- zum richtigen Zeitpunkt und
- am richtigen Ort auszubringen.

### Das CULTAN-Verfahren

Während die Optimierung von N-Menge und Düngezeitpunkt in den vergangenen Jahrzehnten durch technologische Entwicklungen wie Düngefenster, N-Sensoren und teilflächenspezifische Ausbringung deutlich vorangeschritten ist, wurde dem Faktor „Applikationsort“ bislang vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dieser spielt meist nur bei der Unterfußdüngung im Rahmen der Einzelkornsaat oder vereinzelt bei der streifenförmigen Einarbeitung organischer Dünger eine Rolle. Auch die Wahl der N-Form wird in der Praxis häufig eher durch Kostenaspekte oder logistischer Machbarkeit als durch pflanzenphysiologische Überlegungen bestimmt – obwohl

# BEIKRAUTMANAGEMENT



Abb. 1: Versuchsmaschine mit angebauter Abscheideeinheit, Devitalisierungseinheit und Auswertetechnik.

Foto: Samuel Pantke

*Beikrautmanagement während der Ernte – Beikrautsamen im Mähdrescher abscheiden*

## Die Keimfähigkeit zerstören

Samuel Pantke, Prof. Dr.-Ing. Thomas Herlitzius und Matthias Przybyla, TU Dresden  
 Florian Löckle, Henri Scholtke und Marius Lauer, Zürn Harvesting GmbH & Co. KG  
 Andreas Schmidt, EXAgT GmbH

*Auf einem Versuchsschlag bewirkte das Abscheideverfahren eine Reduktion der Biomasse im Nachernteauflauf von 26 % gegenüber den Vergleichsparzellen.*

**E**ine Reduktion von chemischen Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau wird aktuell von Politik, Gesellschaft und nicht zuletzt von der Landwirtschaft selbst gefordert. Dazu bedarf es auch neuer Verfahren mit innovativen Ansätzen im Beikrautmanagement. Der chemisch-synthetische Pflanzenschutz stößt zunehmend an seine Grenzen hinsichtlich der verfügbaren Wirkstoffe sowie der Wirksamkeit der eingesetzten Pflanzenschutzmittel [1]. Besonders in pfluglosen Anbausystemen sind immer wieder neue Ansätze im Bereich der Unkrautkontrolle gefragt.

Daher wurde in einem geförderten Forschungsvorhaben ein System für den

Mähdrescher entwickelt und im Feld erprobt, welches ein Beikrautmanagement während der Ernte ermöglicht. Dabei war es das Ziel, den „Baukasten des modernen Beikrautmanagements“ zu erweitern, die Wirksamkeit der eingesetzten Mittel möglichst lang zu erhalten und Resistenzen entgegenzuwirken. An der Forschungs-kooperation beteiligt waren die Technische Universität Dresden, Professur für Agrarsystemtechnik für die wissenschaftliche Begleitung, die EXAgT GmbH als ein Spezialist für Großparzellenversuche und die Zürn Harvesting GmbH & Co. KG, die das Projekt mit Konstruktions- und Fertigungskompetenz unterstützte.



Foto: Gabi Larbig

In langjährigen Versuchsreihen wurde untersucht, welche Vorteile Zwischenfruchtmischungen gegenüber der schnellwüchsigen Zwischenfrucht Senf haben.

## Zwischenfruchtmischungen – Saat ohne Ernte? Leistungen, Wirtschaftlichkeit, Unkrautdynamik – Teil 1

# Mehrerträge nach Zwischenfrüchten

Gabi Larbig, Wasserschutz an den Landwirtschaftsämlern  
Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen

*Besonders auf den  
auswaschungsgefährdeten  
A-Böden war bei  
allen Mischungen  
ein klarer Vorteil  
erkennbar, resultierend  
aus einer deutlichen  
Ertragssteigerung.*

**B**is in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts war auch in Baden die Viehhaltung im Stall ohne Weidehaltung auf Basis des Feldfutterbaus mit Klee gras vorherrschend. Durch die ‚Artenvielfalt‘ mit Leguminosen, Heublumeneinsaat und dem anfallenden Stallmist konnte die Ertragsfähigkeit der Ackerböden gegenüber der bis ins 19. Jahrhundert praktizierten Dreifelderwirtschaft nachhaltig verbessert werden. Mit dem zunehmenden Einsatz synthetischer Produktionsmittel kann heute allerdings auch ohne Viehhaltung und mit weniger ‚Artenvielfalt‘ ausreichend Nahrung produziert werden.

Seit 2023 gelten EU-weit die Konditionalitäten als agrarpolitisches Instrument, welches wieder zu mehr Artenvielfalt (Biodiversität) und somit auch zur Sicherung oder Steigerung der Bodenfruchtbarkeit führen soll. Die Auflagen zu mehr Artenvielfalt können z. B. auch mit Hilfe von Zwischenfruchtmischungen erbracht werden, ohne bestehende, wirtschaftlich optimierte Fruchtfolgen zu verdrängen.

### „Versuchsziel

Mit der Agrarreform 2014 wurde im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald eine ‚Arbeitsgruppe Zwischenfrüchte‘ ins Leben

# DROHNENSAAT



Foto: A. Mensching-Buhr

Drohne im Flug bei der Ausbringung von Zwischenfrüchten.

*Zwischenfruchtsaat aus der Luft – Erfahrungen mit der Drohnensaat*

## Zum optimalen Termin säen

Alix Mensching-Buhr, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen

*Die Drohnensaat ermöglicht eine frühe Etablierung von Zwischenfrüchten, spart Kosten und Arbeitszeit und hat sich auch in trockenen Jahren bewährt.*

**W**ie kann man frühe Zwischenfrüchte in einer sommertrockenen Region mit Hackfrucht- und Braugerstenanbau etablieren? Dieses Thema beschäftigt den Wasserschutz-Arbeitskreis im Landkreis Uelzen. Die Aussaat mit der Drohne wurde seit Sommer 2023, einem nassen Jahr, getestet. Da im ersten Jahr vor Ort keine geeignete Drohnentechnik verfügbar war, erfolgte die Durchführung durch einen Dienstleister aus Baden-Württemberg. Die Herausforderung bestand darin, für unterschiedliche Standorte – leichte Sandböden, lehmige Sande und Lössböden – geeignete Flugtermine zu finden. So wurde die Zwischenfrucht in Wintergerste am 23. Juni sowie in Weizen und Roggen bereits am 18. Juni ausgesät. Seit 2024 ist die Drohnentechnik beim örtlichen Maschinenring vorhanden und kann zeitnah zur bevorstehenden Getreideernte eingesetzt werden, das heißt etwa eine Woche vorab.

### Leistungsfähige Drohnentechnik

Die Leistungsfähigkeit der Drohnentechnik ist enorm. Innerhalb weniger Minuten ist sie einsatzbereit und transportiert pro Flug 30 kg Saatgut. Eine integrierte Wiegezone ermöglicht vorab eine präzise Kalibrierung. Etwa alle drei Minuten landet die Drohne automatisch zum schnellen Nachfüllen und Akkuwechsel. Anschließend fliegt sie wieder selbstständig die programmierten Bahnen mit sieben Metern Streubreite ab. An den Feldrändern wird die fehlende Überlappung durch manuelle Zusatzflüge ausgeglichen – dennoch kam es stellenweise zu etwas geringeren Beständen am Rand, was der dort schlechten Bodenstruktur geschuldet war.

Die Multitrotordrohne verteilt das Saatgut direkt in das stehende Getreide. Das ermöglicht eine extrem frühe Begrünung noch vor der Ernte. Nachdem das gehäckselte Stroh beim Drusch auf die Saat fällt, entstehen durch Taubildung gute Keim-