

Gemengeanbau von Mais mit Bohnenarten - Neuer koevolutiver Züchtungsansatz

Dr. Walter Schmidt, KWS SAAT AG

Bioland-Wintertagung

Kloster Plankstetten, 6. Februar 2013



KWS Klostergut Wiebrechtshausen

Porta patet – Cor magis
seit 1245

Zukunft säen
seit 1856



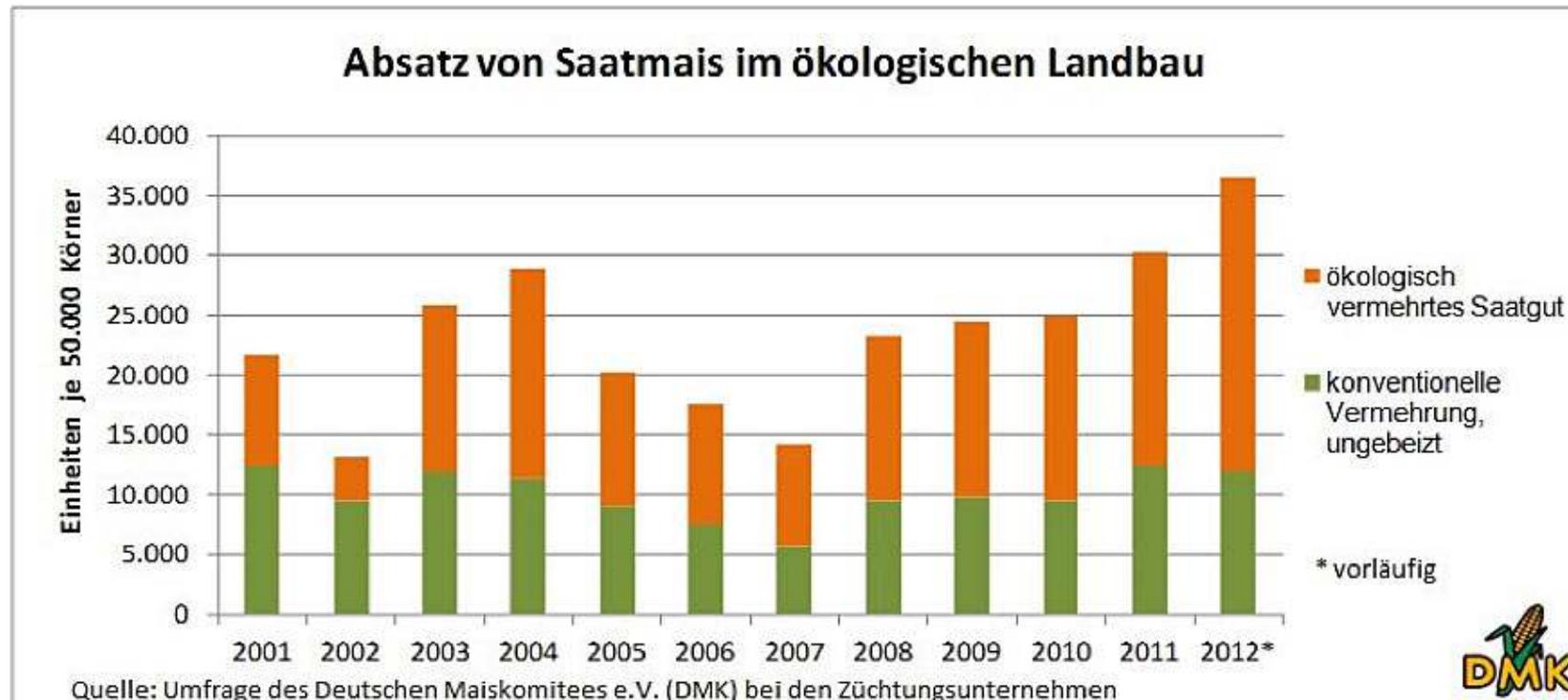
Gemengeanbau von Mais mit Bohnenarten - Neuer koevolutiver Züchtungsansatz



- Ziele der Öko-Maiszüchtung bei KWS
- Beispiele für erfolgreich etablierte Gemenge von Mais und Leguminosen
- Exkurs: „Feed no food“
- Züchtung des Maises auf Konkurrenzfähigkeit
- Züchtung des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne
- Neuer langfristiger Züchtungsansatz: Koevolute Züchtung von Mais und Stangenbohne



Warum Öko-Maiszüchtung bei KWS?



Von der 2,5 Mio. ha großen Maisfläche in Deutschland werden nur 18 000 ha, also weniger als 1 % ökologisch bewirtschaftet!

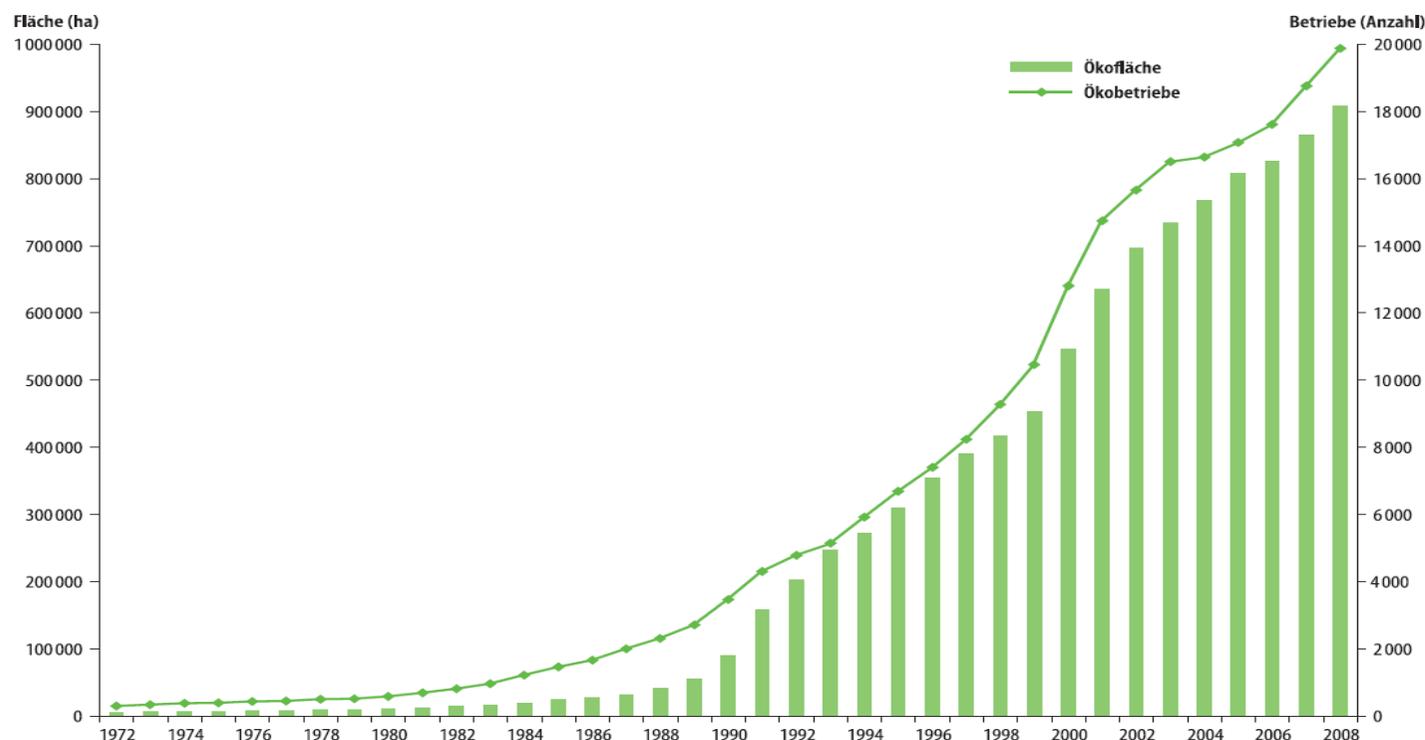
Warum eine eigene Öko-Zuchtstation?



KWS Öko-Zuchtstation Klostergut Wiebrechtshausen

Warum dennoch Öko-Züchtung bei KWS?

- 1. Der Ökomarkt ist ein Wachstumsmarkt: Verdopplung* der Fläche bis 2020?



Quellen: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (AGÖL), Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (BÖLW), Prof. Dr. Ulrich Hamm/Universität Kassel

* Während der Bioland-Wintertagung 2013 mehrfach prognostiziert

Warum dennoch Öko-Züchtung bei KWS?

2. Ökozüchtung schafft bessere Sorten – auch für die konventionelle Landwirtschaft



Die bei KWS unter Ökobedingungen entwickelten Maissorten sollen auch dazu beitragen, den konventionellen Maisanbau auf seiner derzeitigen Fläche von 2,5 Mio. ha ökologischer zu gestalten.

Beispiele für erfolgreich etablierte Gemenge von Mais und Leguminosen



Kulturarten ergänzen sich in der Leistung und im Nähr- und Futterwert

Kulturarten ergänzen sich im Anbau

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| ● Mais: | Leistungsträger
Kohlenhydrate |
| ● Bohne: | Protein |
| ● Kürbis: | Kohlenhydrate
Vitamine |
| ● Lupine: | Protein
Fett |
| ● Desmodium: | Proteinreiches
Futter |

Funktion der Bohnenstange

Stickstofffixierung

Reduktion der Verdunstung
Funktion des „Herbizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Insektizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Herbizids“ (Striga)
Repellentfunktion (Stängelbohrer)

Mais/Käferbohnen-Mischanbau (*Phaseolus coccineus*) auf jährlich 600 bis 1000 ha in der Steiermark



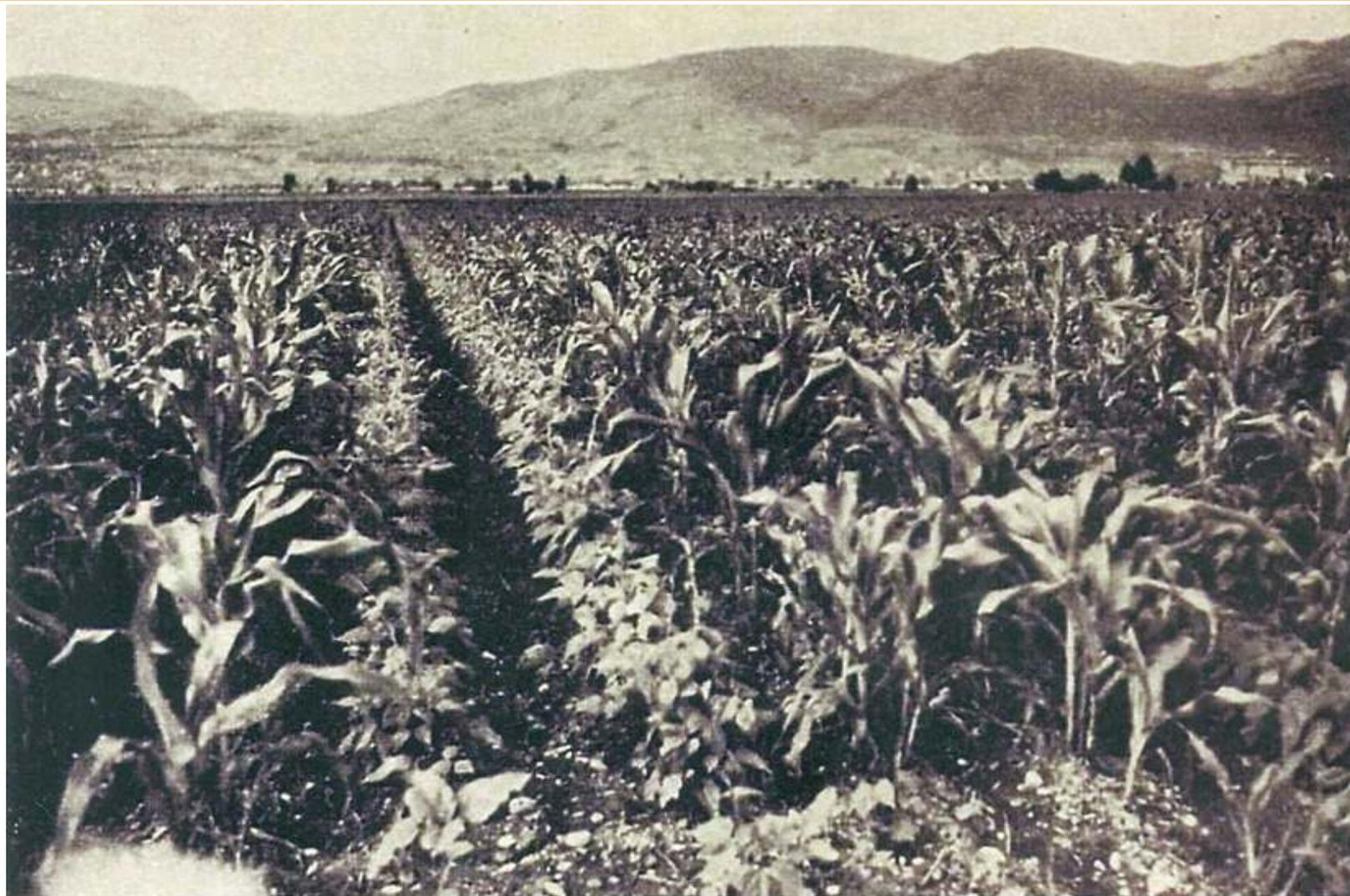
Foto: F. Wagnes, ALWERA

Mais/Käferbohnen-Mischanbau in der Steiermark



Alle Fotos: F. Wagnes, ALWERA

Traditioneller „Rheintaler Ribelmals“/Schwefelbohnen- Misanbau in der Schweiz



Mais- und Bohnenfelder im Doggen

Historisches Foto von E. Körbitz, Salez/CH

Rheintaler Ribelmals, Brot und Gerichte aus Ribelmals, Schwefelbohnen



Fotos Schwefelbohnen: E. Körbitz, Salez/CH

Mais/Stangenbohnen-Mischanbau in Peru



Taray, Valle Sagrado de los Incas, 2004

Mais/Stangenbohnen-Mischanbau in Peru



Pisaq und Taray, Valle Sagrado de los Incas, 2004

Blanco de Urubamba



Charcahuaylla, Valle Sagrado de los Incas, 2010

Weitere Mais/Leguminosen und Mais/Nichtleguminosen-Gemenge in Peru



Mais/Ackerbohnen



Mais/Wicken



Mais/Quinoa



Mais/Maniok

Altiplano und Selva Alta/Peru, 2006

Mais/Leguminosen-Mischanbau in Ghana



Mais/Erdnuss



Mais/Straucherbse



Mais/Kuhbohne

Nyankpala/Ghana, 1983

Die „Milpa“ – Anbau der „Drei Schwestern“ in Mexiko

Kulturarten ergänzen sich in der Leistung und im Nähr- und Futterwert

Kulturarten ergänzen sich im Anbau

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| • Mais: | Leistungsträger
Kohlenhydrate |
| • Bohne: | Protein |
| • Kürbis: | Kohlenhydrate
Vitamine |
| • Lupine: | Protein
Fett |
| • Desmodium: | Proteinreiches
Futter |

Funktion der Bohnenstange

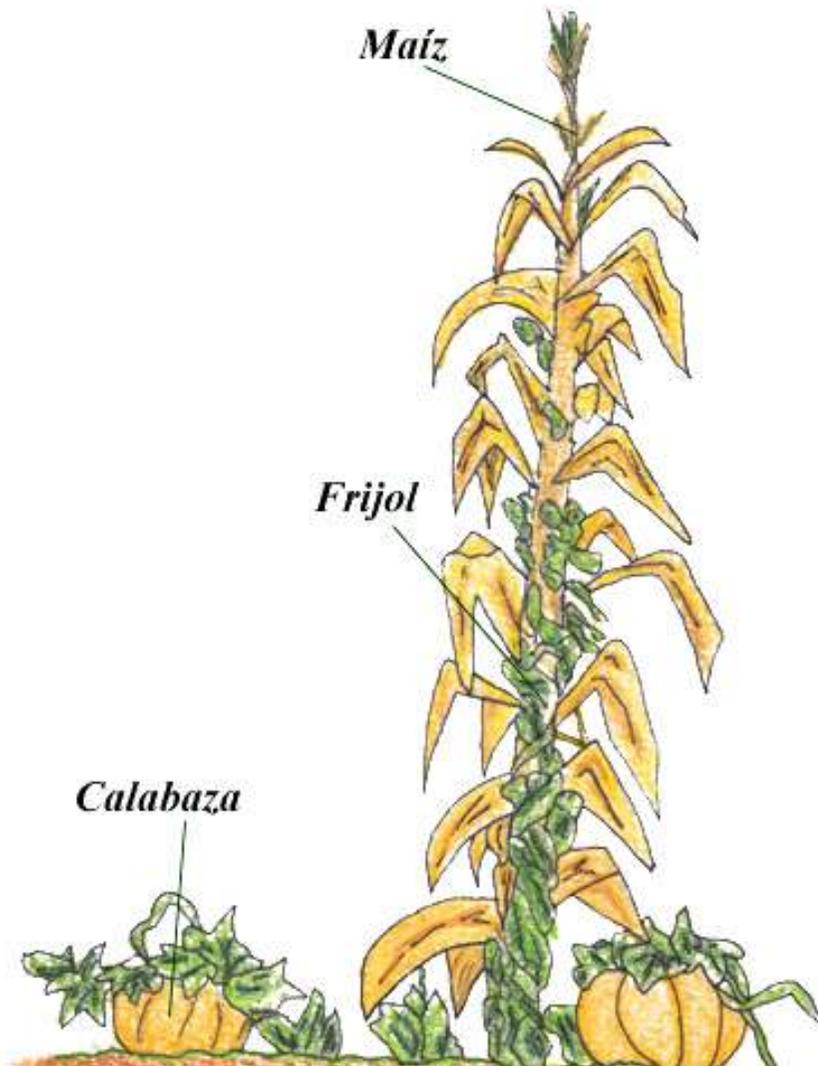
Stickstofffixierung

Reduktion der Verdunstung
Funktion des „Herbizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Insektizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Herbizids“ (Striga)
Repellentfunktion (Stängelbohrer)

Die Milpa, das traditionelle Mischanbausystem in Mexiko, und Opaque (o₂o₂)-Mais als Quelle hochwertigen Proteins



Quelle: El Pan Alegre, 31.07.2011



Univ. Nacional Agraria, La Molina /Peru, 2006



Körner von Opaque-2- Mais, Einbeck, 1978

Mais/Andenlupine- und Mais/Desmodium-Mischanbau

Kulturarten ergänzen sich in der Leistung und im Nähr- und Futterwert

Kulturarten ergänzen sich im Anbau

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| ● Mais: | Leistungsträger
Kohlenhydrate |
| ● Bohne: | Protein |
| ● Kürbis: | Kohlenhydrate
Vitamine |
| ● Lupine: | Protein
Fett |
| ● Desmodium: | Proteinreiches
Futter |

Funktion der Bohnenstange

Stickstofffixierung

Reduktion der Verdunstung
Funktion des „Herbizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Insektizids“

Stickstofffixierung
Funktion des „Herbizids“ (Striga)
Repellentfunktion (Stängelbohrer)

Andenlupine (*Lupinus mutabilis*)

Eiweiß 48%, Fett 18%, Kohlenhydrate 30%, Mineralstoffe 4 %



Camacani am Titicaca-See, Peru, 2004

Quinoa/Andenlupine-Mischanbau in Peru



Camacani am Titicaca-See/Peru, 2009

Ein Mantel aus Andenlupinen schützt die Ackerbohnen vor Insekten



Camacani am Titicaca-See/Peru, 2009

„Push and Pull“-System bei Mais und Sorghum in Kenia (Fotos und Skizze: Forschungsinstitut ICIPE, Kenia und A. Hagmann)



Mais + Desmodium + Napiergras

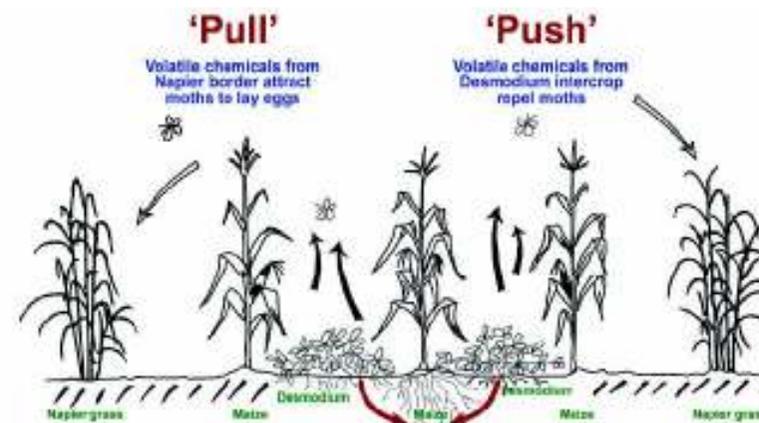


Mais + Striga



Foto: Alex Hagmann

Stängelbohrer im Maisstängel



Chemicals (isoflavones) secreted by desmodium roots inhibit attachment of striga to maize roots and cause suicidal germination of striga seed in soil

Mais ohne Desmodium



Mais mit Desmodium



Fotos: Florianne Koechlin

Hans Rudolf Herren, Welternährungspreis 1995

Das Buch über den herausragenden Schweizer Agronomen, der Millionen von Menschen vor dem Hungertod rettete.

Limitierte Auflage.
Bestellen Sie jetzt.



Erstes Zwischenfazit:

- Mais ist „von Natur aus“ den Mischanbau gewohnt, denn die Evolution der Kulturpflanze Mais hat im Mischanbau, vor allem mit Bohnen und anderen Leguminosen, stattgefunden.
- Der Gemengeanbau von Mais mit Leguminosen bietet viele Vorteile hinsichtlich Verwertung und Anbau:
 - Der Mais ist in den Gemengen der Leistungsträger schlechthin. Er produziert aber im Wesentlichen nur Kohlenhydrate.
 - Die Leguminosen übernehmen in den Gemengen die wichtige Rolle der Stickstofffixierung und ergänzen die Kohlenhydrate des Maises mit wertvollen Proteinen.
 - Je nach der Zusammensetzung der Gemenge übernehmen die einzelnen Partner zusätzliche Rollen wie die von Insektiziden, Herbiziden, Repellentien oder die einer Bohnenstange.

Gemengeanbau von Mais mit Bohnenarten - Neuer koevolutiver Züchtungsansatz



- Ziele der Öko-Maiszüchtung bei KWS
- Beispiele für erfolgreich etablierte Gemenge von Mais und Leguminosen
- Exkurs: „Feed no Food“
- Züchtung des Maises auf Konkurrenzfähigkeit
- Züchtung des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne
- Neuer langfristiger Züchtungsansatz: Koevolute Züchtung von Mais und Stangenbohne



Exkurs: Öko-Richtlinie: „Feed no Food“

Nahrungs-, Futtermittel- und Energieproduktion konkurrieren um begrenzte Flächen. Richtlinien des Ökolandbaus fordern, der Nahrungsmittelproduktion den Vorrang zu geben und die Tiere grundsätzlich mit betriebseigenem Futter zu ernähren.




**Krafftutterminimierte Milchviehfütterung -
Resultate aus 3 Jahren **Feed no Food** Projekt**

Michael Walkenhorst e-mail: michael.walkenhorst@fibl.org
Peter Klocke, Ariane Maeschli, Christophe Nötz, Pamela Staehli, Silvia Ivemeyer

Weshalb eine krafftutterfreie Fütterung?

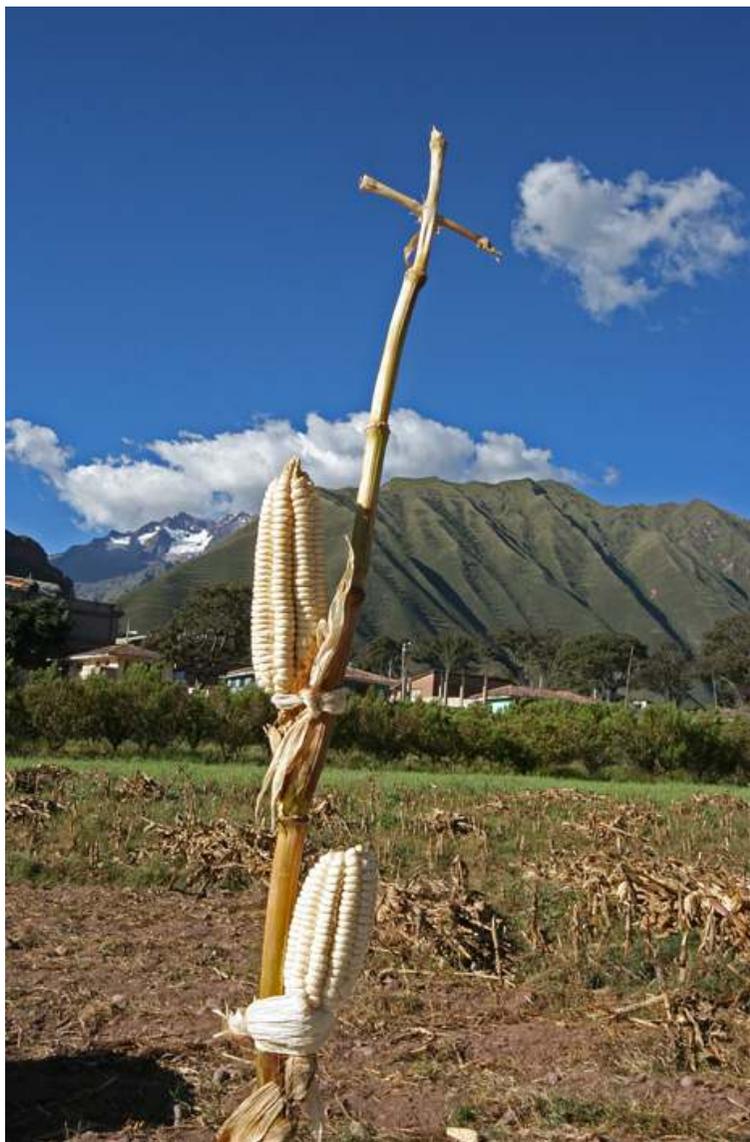


- › Richtlinie: «Die Fütterung der Nutztiere soll die menschliche Ernährung nicht direkt konkurrieren. ... Die Tiere sind grundsätzlich mit betriebseigenem Futter zu ernähren» (Biosuisse, 2011)
- › Bodenabhängige Produktion: 650'000 t Krafftutter oder 40% aller Krafftuttermittel werden in die CH importiert; rund 34% davon für die Milchviehhaltung (Blum, 2011)
- › Nahrungskonkurrenz: Ca. 30% der weltweiten Getreideernte als Futtermittel (Steinfeld et al., 2006)
- › Sojaproblematik: Regenwaldabholzung, Flächenkonkurrenz, Transporte, GVO



- › Tiergesundheit: Rationen mit hohem Anteil an leicht fermentierbarer Stärke können zu Pansenazidose führen und sind deshalb nicht wiederkäuergerecht

Exkurs: „Feed no Food“



Charcahuaylla, Peru, 2010



Cañiete, Peru, 2009

Exkurs: „Feed no Food“



Tarapoto in der Selva Alta/Peru, 2011

Exkurs: „Feed no Food“



Salez, Schweiz, 2012

Konsequenz aus „Feed no Food“: Die Kolben für die Menschen - das Maisstroh für die Wiederkäuer



Taray/Peru, 2004



Der Futterwert von Maisstroh ist so hoch wie der eines guten Heus.
(W. Windisch, 2012; C. Notz, 2013)

KWS Maissorten für die Koppelnutzung



Löningen, 21.10.2012

KWS Maissorten für die Koppelnutzung



Alpen bei Wesel, 18.10.2012

Zweites Zwischenfazit:

- Mit der Entwicklung von Koppelnutzungssorten schafft KWS die Voraussetzung für eine getrennte Verwertung der wertvolleren Maiskörner und der weniger wertvollen Restpflanzen. Es hängt von den Verzehrgewohnheiten ab, ob die wertvolleren Körner der menschlichen Ernährung dienen oder der Fütterung von Nichtwiederkäuern.
- Bei uns werden die Körner vorwiegend zur Fütterung der Nichtwiederkäuer eingesetzt und die Restpflanzen zur Biogasproduktion. Dies löst nicht den Konflikt zwischen Nahrungs- und Futterproduktion, aber zumindest den zwischen Futter- und Energieproduktion.
- In vielen Entwicklungsländern ist jedoch der Mais das Hauptnahrungsmittel. Die Körner von Koppelnutzungssorten können dort die Menschen ernähren und ihre silierfähigen Restpflanzen (aufgrund geringerer Milchleistungen) die Wiederkäuer. Das bedeutet, Nahrungs- und Futterproduktion ergänzen sich konfliktfrei.
- Wenn man die Richtlinie „Feed no Food“ konsequent umsetzen will, dann ist die Züchtung von Koppelnutzungssorten eine zwingende Notwendigkeit – egal, ob für den Reisanbau oder (besser noch) für den Gemengeanbau.

Gemengeanbau von Mais mit Bohnenarten - Neuer koevolutiver Züchtungsansatz



- Ziele der Öko-Maiszüchtung bei KWS
- Beispiele für erfolgreiche etablierte Gemenge von Mais und Leguminosen
- Exkurs: „Feed no food“
- **Züchtung des Maises auf Konkurrenzfähigkeit**
- Züchtung des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne
- Neuer langfristiger Züchtungsansatz: Koevolute Züchtung von Mais und Stangenbohne



Der Mais verlor bei uns weitgehend seine Konkurrenzfähigkeit und damit auch seine Eignung für die Mischkultur



Niederalteich, 29.06.2010

..... weil die konventionelle Züchtung den Mais ausschließlich für den unkrautfreien Reinanbau weiterentwickelt hat.



Maisversuche Einbeck, 2006

Wie wollen wir bei KWS dem Mais seine Konkurrenzfähigkeit zurückgeben?



- 1. Selektion des Maises unter Ökobedingungen (seit 2003)
- 2. Selektion des Maises unter der Konkurrenz der Sonnenblume (2010)
- 3. Selektion des Maises unter der Konkurrenz einer Untersaat (seit 2011)

1. Selektion des Maises unter Ökobedingungen



Wiebrechtshausen, 2006

2. Selektion des Maises unter der Konkurrenz des „Wasser- und Nährstoffräubers“ Sonnenblume



Wiebrechtshausen, 04.09.2010

Test von 100 Energiemaishybriden unter Ökobedingungen im Reinanbau und unter der Konkurrenz der Sonnenblume

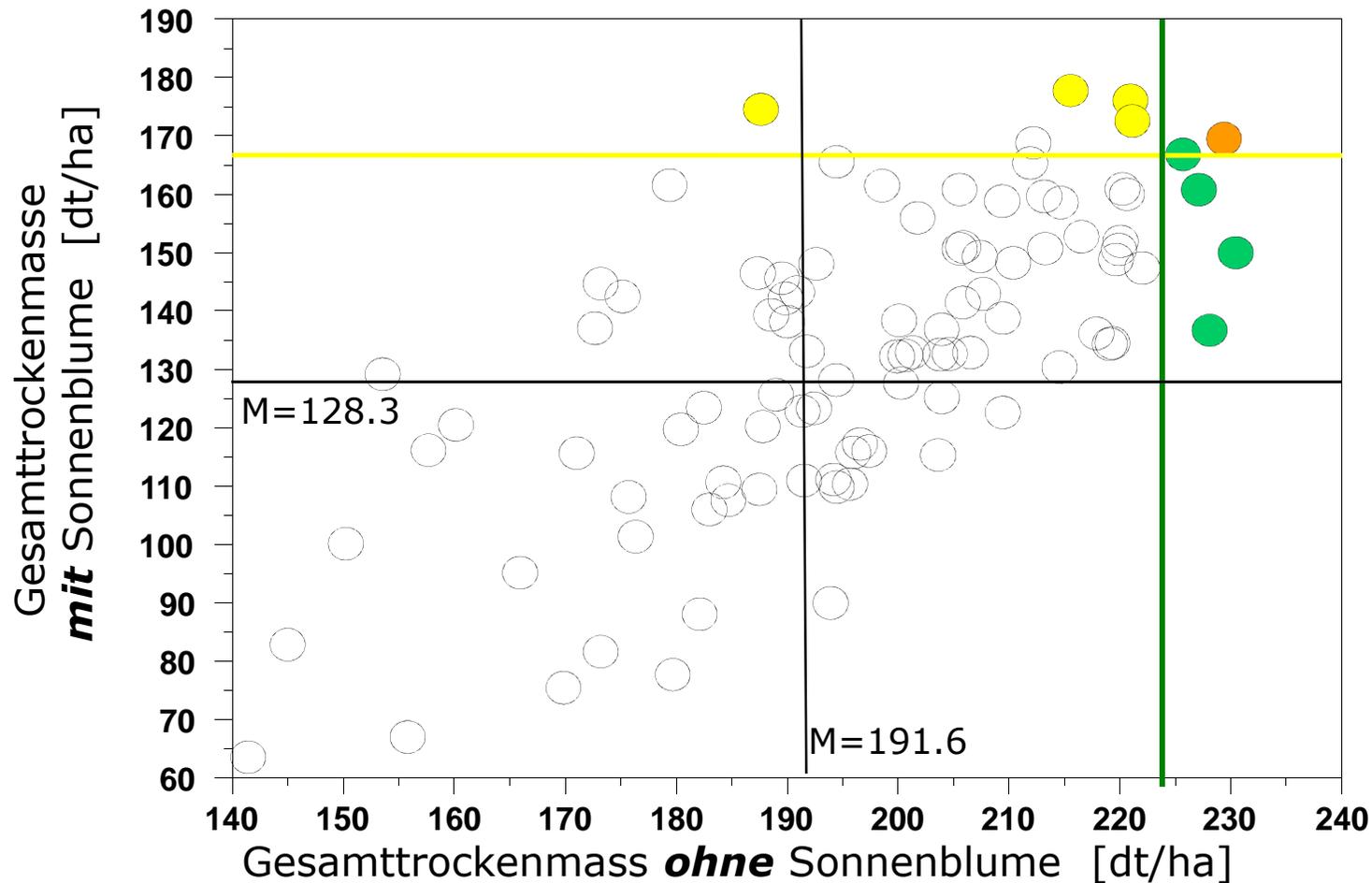


Wiebrechtshausen, 04.07.2010

GTM-Leistung von 95^{*)} Energiemaishybriden unter Öko- bedingungen mit und ohne Konkurrenz der Sonnenblume



Ergebnisse aus der Bachelor-Arbeit von D. Gloger, Universität Göttingen, 2011



*) 5 der 100 getesteten Sorten wurden wegen unzureichender Saatgutqualität bei der Auswertung nicht berücksichtigt

3. Selektion des Maises unter dem Konkurrenzdruck einer Untersaatenmischung aus Roggen, Wegwarte und Buchweizen



BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft

3. Selektion des Maises unter dem Konkurrenzdruck einer Untersaatenmischung aus Roggen, Wegwarte und Buchweizen

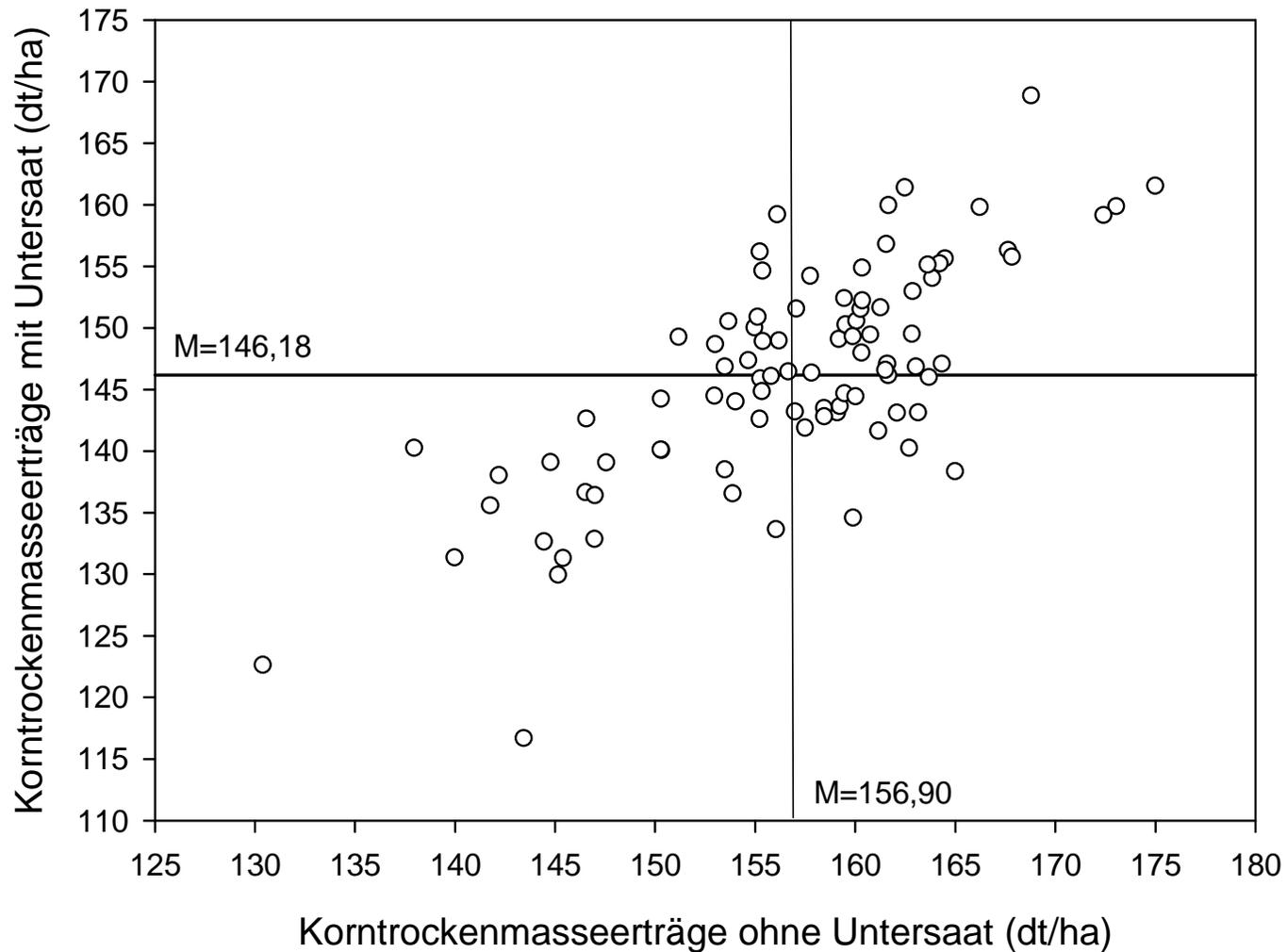


Wiebrechtshausen, 2011

Leistungsvergleich von 100 Dentlinien x Flinttester (Stever et al., 2012)



Vergleich der Korntrockenmasseerträge ohne und mit Untersaat DentxFlint 2011



Gemengeanbau von Mais mit Bohnenarten - Neuer koevolutiver Züchtungsansatz



- Ziele der Öko-Maiszüchtung bei KWS
- Beispiele für erfolgreiche etablierte Gemenge von Mais und Leguminosen
- Exkurs: „Feed no food“
- Züchtung des Maises auf Konkurrenzfähigkeit
- Züchtung des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne
- Neuer langfristiger Züchtungsansatz: Koevolute Züchtung von Mais und Stangenbohne



Wie wollen wir bei KWS dem Mais und der Stangenbohne ihre Eignung für den Mischanbau zurückgeben?



- 1. Selektion des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne (seit 2011)
- 2. Selektion der Stangenbohne auf Mischkultureignung mit dem Mais (ab 2013)
- 3. Langfristig: Koevolutive Züchtung von Mais und Stangenbohne in Mischkultur

Versuche zur Optimierung des Mais/Stangenbohnen-Mischanbaus an der HfWU Nürtingen 2011



- Saatzeitpunkt der Bohnen:
 - Saatzeit 1: 2-3 Blattstadium des Mais
 - Saatzeit 2: 5-6 Blattstadium des Mais
- Aussaatstärken:
 - Mais 10.0 Pflanzen/m²
 - Mais 7.5 Pflanzen/m² + Bohnen 5 Pflanzen/m²
 - Mais 7.5 Pflanzen/m² + Bohnen 7 Pflanzen/m²
 - Mais 5.0 Pflanzen/m² + Bohnen 5 Pflanzen/m²
 - Mais 5.0 Pflanzen/m² + Bohnen 7 Pflanzen/m²
- Maissorte: Fernandez



Tachenhausen, 03.08.2011

Versuche zur Optimierung des Mais/Stangenbohnen- Misanbaus an der HfWU Nürtingen 2011

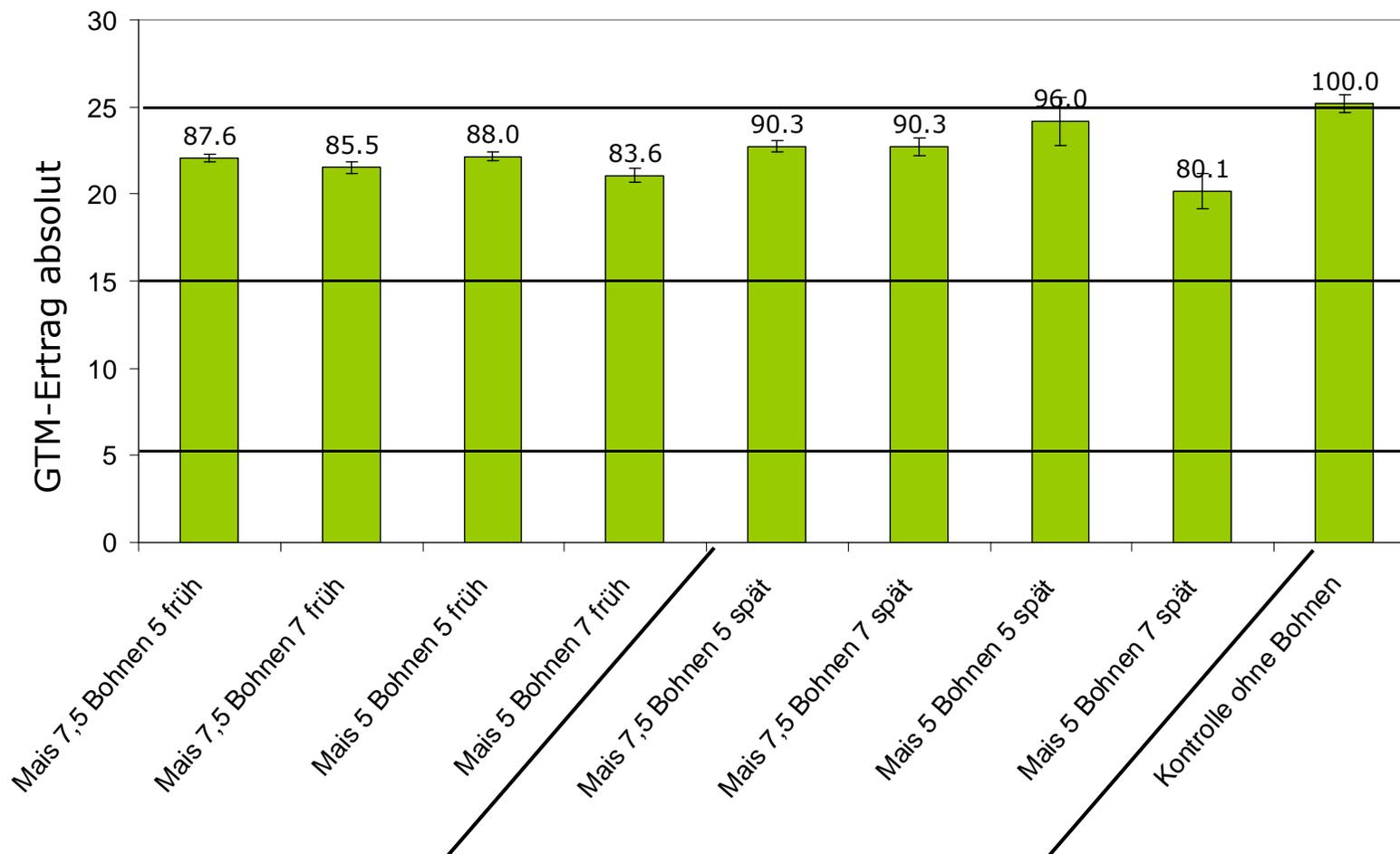


Tachenhausen, 2011

Gesamt-trockenmasse-Erträge (Mais + Bohnen) absolut in t/ha und relativ zum Reinanbau Mais (PEKRUN et al., 2011)



GTM-Erträge = Mittelwerte über 4 Wiederholungen



Versuche zur Optimierung des Mais/Stangenbohnen- Misanbaus an der HfWU Nürtingen 2012



1. Ablagetechnik
2. Herbizidverträglichkeit
3. Aussaatzeitenoptimierung
4. Bestandesdichtenoptimierung

Tachenhausen, 28.08.2012

Versuche zur Optimierung des Mais/Stangenbohnen- Mischanbaus an der HfWU Nürtingen 2012



Optimale Bestandesentwicklung von Mais und Stangenbohnen bis Mitte August



Tachenhausen, 07.08.2012

Versuche zur Optimierung des Mais/Stangenbohnen- Misanbaus an der HfWU Nürtingen 2012

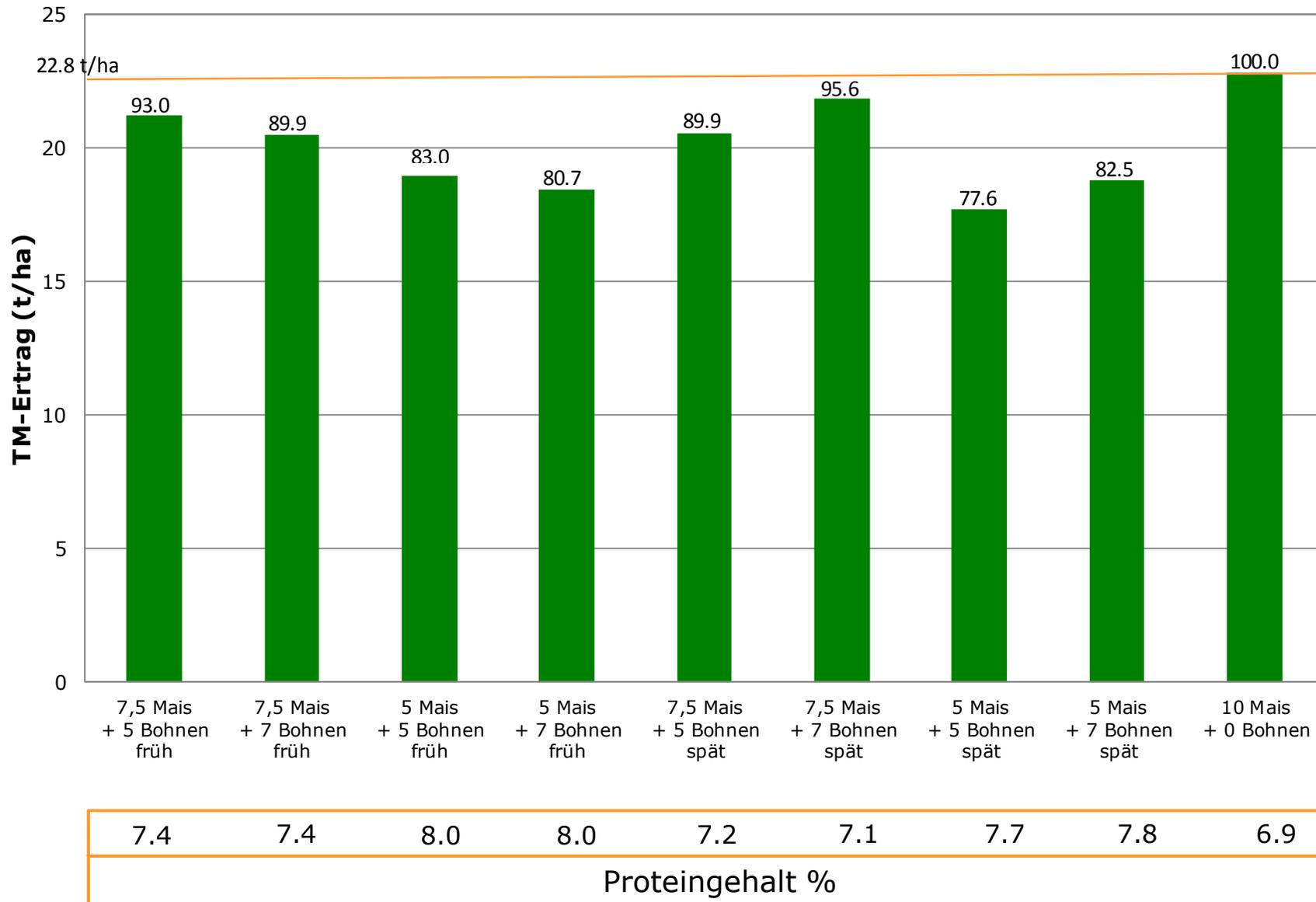


Zu frühe Abreife der Stangenbohne „Neckarkönigin“ in der zweiten Augushälfte



Tachenhausen, 28.08.2012

Trockenmasse-Ertrag und Proteingehalte der Gemenge im Vergleich zum Reinanbau Mais (Pekrun et al., 2013)



Selektion des Maises auf Mischkultureignung



Dissertationsexperiment
Christopher Hoppe,
Universität Göttingen:

Test von 200 Hybriden
im

- Reinanbau und parallel im
- Gemengeanbau mit Stangenbohnen in
 - Einbeck
 - Göttingen
 - Grucking bei Erding

Einbeck, 05.09.2012

Selektion des Maises auf Mischkultureignung



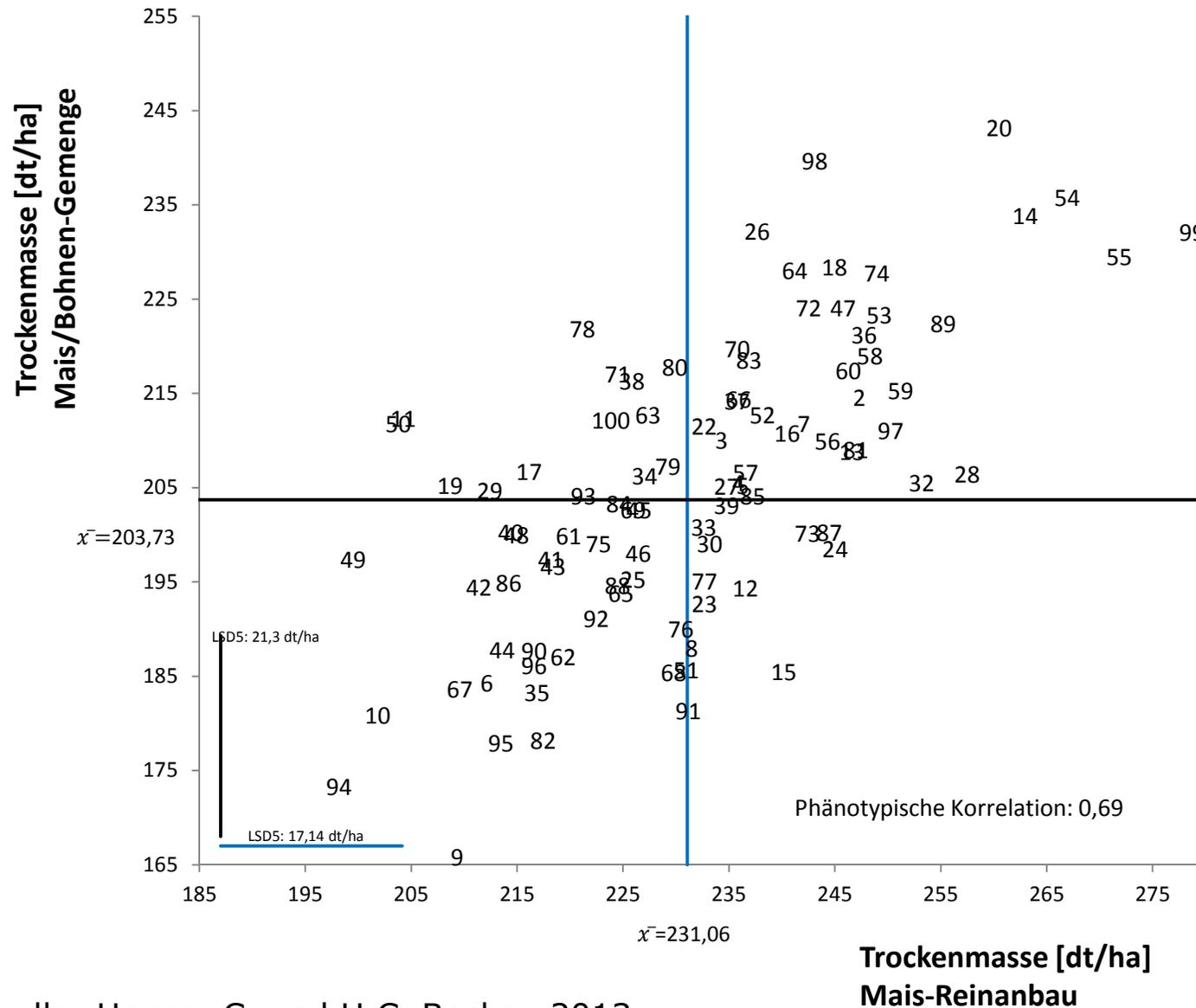
Einbeck, 05.09.2012

Selektion des Maises auf Mischkultureignung



Einbeck, 05.09.2012

Leistung von 100 Flint x Dent-Hybriden im Reinanbau und im Gemengeanbau mit Stangenbohnen in Einbeck 2012



Quelle: Hoppe, C. und H.C. Becker, 2013

Schritte für eine koevolutive Züchtung von Mais und Stangenbohnen für den Mischanbau bei KWS



- 1. Selektion des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne (seit 2011)
- 2. Selektion der Stangenbohne auf Mischkultureignung mit dem Mais (ab 2013)
- 3. Langfristig: Koevolutive Züchtung von Mais und Stangenbohne in Mischkultur

Selektion der Stangenbohnen auf Mischkultureignung mit dem Mais



Tachenhausen, 7. 8. 2012



Tachenhausen, 28. 8. 2012



Einbeck, 19. 9. 2012



Einbeck, 30. 9. 2012

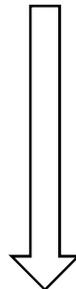
2012 an allen Orten zu früher Blattabwurf bei der Bohnensorte „Neckarkönigin“

Frühreife Sorte „Neckarkönigin“, spätreife Sorte „Weißer Riese“ und massenwüchsige Landsorte



Fotos: F. Ebner, Altenburg, 5.10.2012

Foto: A. Zschunke



Stangenbohnen-Screening notwendig und vielversprechend

Stangenbohnen-Screening ab 2013: Adaptierte Sorten und Exoten aus dem Kurztag



Taray, Valle Sagrado de los Incas, 2004

Vielfalt der Bohnensorten im „Heiligen Tal der Incas“/Peru



Taray, Valle Sagrado de los Incas, 2004

Pflanzen aus dem Kurztage reagieren im Langtag mit einem verstärkten vegetativen Wachstum



Peruanischer und deutscher Amaranth



Seligenstadt, 22.09.2006

Schritte für eine koevolutive Züchtung von Mais und Stangenbohnen für den Mischanbau bei KWS

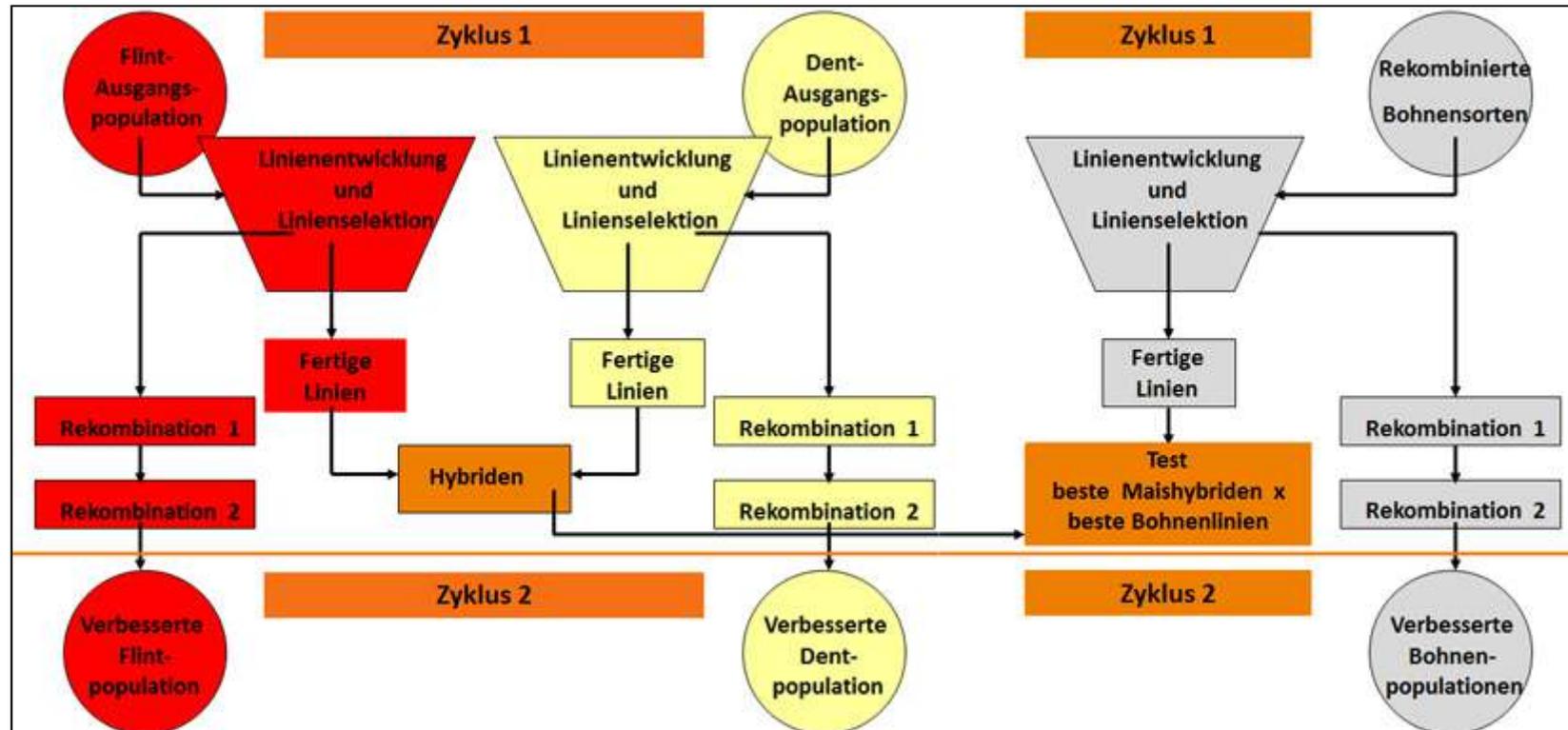


- 1. Selektion des Maises auf Mischkultureignung mit der Stangenbohne (seit 2011)
- 2. Selektion der Stangenbohne auf Mischkultureignung mit dem Mais (ab 2013)
- 3. Langfristig: Koevolutive Züchtung von Mais und Stangenbohne in Mischkultur

Koevolutive Züchtung von Mais- und Stangenbohne für den Anbau in Mischkultur

Alle Leistungsprüfungen des Mais finden in Form des Gemengeanbaus mit einem Gemisch von Stangenbohnsensorten statt.

Die Entwicklung und Prüfung der Bohnensorten erfolgt an genetisch verschiedenen Maissorten.



Am Ende des Züchtungsganges werden die besten Maissorten mit den besten Stangenbohnsensorten faktoriell mehrortig getestet, um für die klimatisch verschiedenen Regionen die jeweils besten Mais/Bohnen-Kombinationen zu identifizieren.

Prüfung von Maissorten in Mischkultur mit der Ackerbohne



Tarata/Peru, 2005

Prüfung von Quinoasorten in Mischkultur mit der Lupine



Camacani/Peru, 2009

Zusammenfassung

- Der Mais hat sich in Koevolution mit Bohnen und anderen Leguminosen entwickelt. Der Anbau in Mischkultur entspricht deshalb seiner ureigenen Natur.
- Die moderne Maiszüchtung hat ihn jedoch ausschließlich für den unkrautfreien Reinanbau weiterentwickelt. Dadurch verlor er die Konkurrenzkraft gegenüber dem Unkraut und die Eignung für die Mischkultur. Gleiches gilt *vice versa* für die Bohne.
- Eine koevolutive Züchtung kann beiden Kulturarten die Eignung für den Misanbau zurückgeben und sie genetisch für einen flächendeckenden Misanbau optimieren.
- Wird bei der koevolutiven Züchtung gleichzeitig auf die Eignung zur Koppelnutzung geachtet, dann entstehen Mais- und Bohnensorten, deren wertvolle Körner die Menschen ernähren und deren weniger wertvolle Restpflanzen an Wiederkäuer verfüttert oder zur Energieproduktion eingesetzt werden können.

Herzlichen Dank fürs Zuhören!

Porta patet – cor magis!*



* Die Tür steht offen – das Herz noch mehr!

(Leitspruch der Zisterzienserinnen, Gründerinnen des Klosters Wiebrechtshausen)