



# Pflanzen, Gene und Ernährungssicherung

## Pflanzen, Gene und Ernährungssicherung

*- Von der Neusteinzeit in die Welt des Klimawandels -*

**Peter Westhoff**

E-Mail: [pge@hhu.de](mailto:pge@hhu.de)

<https://www.emp.hhu.de/unsere-lehre/pflanzen-gene-und-ernaehrungssicherung>

*- Stand: 26.09.2023 -*

### **1. Motivation zur Konzeption der Vorlesung bzw. Vortragsreihe**

Die Weltbevölkerung wächst noch immer, wenn auch nicht mehr so stark, und dürfte 2050 die 10-Milliarden-Grenze überschritten haben. Wenn nicht noch mehr Land in Kultur genommen werden soll, muss die Pflanzenproduktion erhöht werden, indem die Flächenerträge gesteigert werden. Der globale Klimawandel mit seinen höheren Temperaturen und der damit verbundenen Wasserknappheit setzt schon jetzt der Landwirtschaft zu. Die Erträge werden sinken, wenn es nicht gelingen sollte, unsere gegenwärtig angebauten Kulturpflanzen

resilienter zu machen. Der Ruf nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft und einer deutlichen Verringerung des Ressourcenverbrauchs wird lauter. Aber eine Reduktion des Einsatzes von Kunstdünger und Pestiziden wirkt sich ebenfalls negativ auf die Erträge aus. Es ist damit dringend notwendig, die Ressourcennutzeffizienz unserer Hauptkulturpflanzen zu verbessern und gleichzeitig den chemischen Pflanzenschutz durch Biologie-basierte Strategien zu komplementieren bzw. möglicherweise sogar zu ersetzen.

Den Menschen der westlichen Welt stehen Nahrungsmitteln immer noch reichlich und in großer Vielfalt zur Verfügung. Der Begriff des Hungers ist für uns daher eher ein theoretisches Konstrukt, denn erlebte Realität. Der kriegsbedingte Einbruch der Getreide- und Sonnenblumenproduktion in Osteuropa führt uns aber schlagartig vor Augen, wie schnell die Versorgung der Weltbevölkerung mit genügend und preiswerten Nahrungsmitteln aus dem Tritt geraten kann und Ernährungssicherheit für alle zur Illusion wird.

Das globale Ernährungssystem ist komplex, und auf dem Weg vom Acker bis zum Teller sind viele Akteure beteiligt, die unterschiedliche Interessen verfolgen. Wenn wir die drei Problemkreise Bevölkerungswachstum, Klimawandel und Nachhaltigkeit angehen und Lösungsansätze erarbeiten wollen, stehen im Zentrum zunächst die Kulturpflanzen, die wir auf den Äckern anbauen. Wir wünschen uns, dass diese trotz eines verringerten Ressourcen- und Pestizideinsatzes noch hohe Erträge liefern und dass sie auch den durch den Klimawandel bedingten Unbilden der Witterung trotzen können. Und damit sind die Pflanzenzüchter und Pflanzenwissenschaftler<sup>1</sup> herausgefordert. Sie sollen möglichst schnell, bessere Kulturpflanzen züchten, die ertragreicher, resilienter und ressourcennutzeffizienter sind.

Das aber gelingt nur, wenn die Pflanzenzüchter mit den Pflanzenwissenschaftlern eng zusammenarbeiten und wenn Politik und Gesellschaft eingebunden sind und verstehen,

- wie das heutige globale Landwirtschaftssystem entstanden ist,
- auf welchen pflanzenbiologischen Grundlagen Pflanzenzüchtung beruht und
- welcher Werkzeugkasten dem Pflanzenzüchter für seine Arbeit zur Verfügung stehen muss.

## 2. Organisation der Vorlesung bzw. Vortragsreihe

### **Aufbau und Zielgruppen**

Die Vorlesung/Vortragsreihe besteht aus 16 akademischen Stunden, die in Form von Doppelstunden online (via ZOOM) abgehalten wird. Sie ist zunächst als Wahlmodul für die Bachelorstudiengänge der Naturwissenschaften vorgesehen. Das Modul kann aber auch mit Gewinn von allen anderen Bachelorstudenten im Rahmen des *Studium universale* belegt werden, wenn diese gewisse Grundkenntnisse in der Biologie mitbringen bzw. bereit sind, sich diese durch Eigenstudium anzueignen.

Die Vorlesung/Vortragsreihe ist auch für interessierte Bürger geeignet und wird daher auch im Rahmen der Bürgeruniversität angeboten.

### **Teilnahme an der Vorlesung/Vortragsreihe**

Die Teilnahme an der Vorlesung steht allen Studenten und Bürgern von innerhalb/außerhalb der HHU offen, es gibt keine Zulassungsbeschränkungen. Wer an der Vorlesung teilnehmen

---

<sup>1</sup> Der besseren Verständlichkeit und Sprachästhetik halber wird in der Regel das generische Maskulinum verwendet.

will, meldet sich bitte über die E-Mail-Adresse "[pge@hhu.de](mailto:pge@hhu.de)" bei mir an. Diese E-Mail-Adresse dient auch der allgemeinen Kommunikation mit mir. Studenten wollen sich zusätzlich auch über das LSF anmelden, damit sie Zugang zu den Folien via ILIAS erhalten können.

### **Lehrmaterialien**

Die Folien zu den einzelnen Vorlesungen werden allen Teilnehmern der Vorlesung für die Nachbereitung zur Verfügung stellen. Studenten können sich die Folien über das Portal ILIAS herunterladen, den anderen Teilnehmern innerhalb und außerhalb der HHU ("Nicht-Studenten") werden die Folien über E-Mail zugesandt.

### **Anerkennung als Wahlmodul im Rahmen des Studiums universale oder als Fortbildungsveranstaltung**

Wer sich die Vorlesung als Wahlmodul im Rahmen des Studiums universale oder zu Fortbildungszwecken anerkennen lassen will, muss den Studienerfolg durch das Bestehen einer 2-stündigen Klausur belegen.

## **3. Konzept und Ziele der Vorlesung bzw. der Vortragsreihe**

Um unsere heutigen Agrarsysteme einordnen zu können, ist es hilfreich, deren Historie zu verstehen. Es wird daher zunächst dargelegt, wie in der Neusteinzeit aus Jägern und Sammlern mehrfach unabhängig voneinander an verschiedenen Orten der Welt Ackerbauern und Viehzüchter wurden. Je nach den lokalen Gegebenheiten wurden auch jedes Mal unterschiedliche Pflanzen und Tiere domestiziert. Der Übergang zur landwirtschaftlichen Produktionsweise ergab neue Möglichkeiten für die Entwicklung dieser Gesellschaften und das Paket der neolithischen Errungenschaften war daher so attraktiv, dass es sich schon bald aus den Entstehungszentren in die nahe und dann weite Welt verbreitete. Die Anzeichen einer globalisierten Landwirtschaft finden sich damit schon im Altertum.

Im Hauptteil der Vorlesung soll herausgearbeitet werden, wie die Pflanzenwissenschaften und speziell die Pflanzenzüchtung zur Ernährungssicherheit beitragen und welche Werkzeuge dafür benötigt werden. Dieser Hauptteil besteht aus drei größeren Themenblöcken. Der erste Block behandelt in allgemeinverständlicher Form die genetischen Grundlagen (Vererbung, Aufbau und Expression von Genen, das Verhältnis zwischen Genotyp und Phänotyp). Im zweiten Block wird der Werkzeugkasten der heutigen Pflanzenzüchtung vorgestellt. Das Methodenrepertoire des Pflanzenzüchters beschränkt sich nicht nur auf die „klassische“ Pflanzenzüchtung à la Mendel und Nachfolgern, sondern umfasst auch die Genom-orientierte prädiktive Variante sowie die gentechnischen Verfahren mit den beiden Technologieästen des Spezies-übergreifenden Gentransfers und der Gen- bzw. Genom-Edierung. Der dritte Themenblock behandelt die biologischen Grundlagen (1) des Ertrags, (2) der Interaktion von Pflanzen mit Schädlingen und Nützlingen sowie (3) der Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenproduktion. Dieser Themenblock soll exemplarisch veranschaulichen, wie grundlagenorientierte Pflanzenwissenschaften und angewandte Pflanzenzüchtung zur Lösung der großen Herausforderungen der Landwirtschaft beitragen können, indem gezielt auf der Basis biologischer Kenntnisse Kulturpflanzen gezüchtet werden, die ertragreicher sind, mit den Ressourcen schonender umgehen und resilienter gegenüber den Auswirkungen der globalen Klimaveränderungen sind.

## **4. Inhalte der Vorlesung/Vortragsreihe (1 SWS= 15 akad. Stunden<sup>2</sup>)**

### **A. Landwirtschaft 2050 - die großen Herausforderungen [1 Std]**

- Die Weltbevölkerung wächst (noch immer) - Steigerung der Nahrungsmittelproduktion
- Der globale Klimawandel und seine Folgen
  - Höhere Temperaturen mindern die Erträge
  - Wasserknappheit
- Die Notwendigkeit von mehr Nachhaltigkeit in den Agrarsystemen
  - Effizientere Nutzung der Ressourcen (Mineraldünger & Wasser)
  - Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes
  - Erhöhung der Diversität der angebauten Kulturpflanzen
  - Schutz des Ackerbodens
  - Erhöhung der Biodiversität in den Agrarsystemen

### **B. Ein Ausflug in die Genetik [3 Std]**

- Gene
  - Genaufbau
  - Genexpression – ein schematisches Konzept
  - Gene und ihre Varianten – der Begriff des Allels
- Vererbung von Eigenschaften
  - Genotyp vs. Phänotyp
  - Mendel - ein Blick auf die Vererbung diskreter Eigenschaften
  - Quantitative Vererbung und polygenische Eigenschaften
- Begriff und Konzept der genetischen Diversität
  - Was versteht man unter genetischer Diversität?
  - Wie entsteht genetische Diversität?
  - Molekulare Marker als genetische Landmarken für den Vergleich von Genomen

### **C. Von den Jägern und Sammlern der Altsteinzeit zu den Ackerbauern und Viehzüchtern der Neusteinzeit [2 Std]**

- Pflanzen - die Grundlage der menschlichen Kulturen
- Die Jäger und Sammler des Paläolithikums
- Die Domestizierungszentren - eine Hommage an den russischen Botaniker Nikolai Vavilov
- Der fruchtbare Halbmond als Modell für die Domestizierung von Pflanzen und Tieren
- Das Domestizierungssyndrom - auf welche Eigenschaften der angebauten Pflanzen haben die Menschen der Neusteinzeit selektiert?

### **D. Globalisierung der Kulturpflanzen [1 Std]**

- Die für die Ernährung wichtigsten Kulturpflanzen
- Verbreitung der Kulturpflanzen aus den Domestizierungszentren in die Welt am Beispiel des fruchtbaren Halbmonds und Europa
- Erosion der genetischen Diversität unserer Kulturpflanzen im Verlaufe ihrer Aneignung und Anpassung durch den Menschen

---

<sup>2</sup> Eine Semesterwochenstunde entspricht 15 akademischen Stunden von jeweils 45 Minuten).

- Bewahrung der genetischen Diversität der Kulturpflanzen - das Konzept der Gen- und Samenbanken

#### E. Der Werkzeugkasten des Pflanzenzüchters [3 Std]

- Die Ziele der Pflanzenzüchtung
- Klassische Pflanzenzüchtung - von Gregor Mendel zur prädiktiven Pflanzenzüchtung der Gegenwart
- Gentransfer über die Artgrenzen hinweg - *Agrobacterium tumefaciens* als trojanisches Pferd
- Geninaktivierung mit der RNA-Interferenztechnologie
- Mikrochirurgie am Genom - die CRISPR/Cas-Genschere

#### F. Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung [5 Std]

##### 1. Ertrag [3 Std]:

- Was ist Ertrag und welche Faktoren bestimmen ihn?
- Die Photosynthese als Motor des Ertrags und Strategien zu ihrer Optimierung
- Verbesserung der Wachstums- und Entwicklungsstrategien von Pflanzen
  - Was wir aus der Domestizierung des Mais lernen können
  - Wachstum und Entwicklung von Pflanzen - die Rolle der Meristeme
  - Das Phytohormon Gibberellin und die erste grüne Revolution
  - Wachsen oder blühen - das Wechselspiel der Gene des vegetativen und reproduktiven Wachstums (Florigen vs. Antiflorigen)

##### 2. Pflanzen und ihre Mitbewohner [2 Std]

- Die Feinde der Pflanze
  - Viren
  - Bakterien
  - Pilze
  - Insekten
  - Nematoden
- Verteidigungslinien von Pflanzen gegen Pathogene – das Beispiel der Bakterien und Pilze
- Wie lassen sich Pathogenresistenzen in Kulturpflanzen einführen?
  - Einkreuzen von Resistenzgenen
  - Resistenz gegen die Krautfäule der Kartoffeln -mit Antennenproteinen aus Wildkartoffeln die "Phytophthora-blinde" Kulturkartoffel sehend machen
  - Das Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis* als Quelle für insektenresistente Pflanzen
- Die Freunde der Pflanze
  - Die Knöllchenbakterien der Leguminosen und ein biologisches Haber-Bosch-Verfahren bei Raumtemperatur
  - Mycorrhiza - eine Symbiose von Pflanzen mit Pilzen

#### 6. Weitere Informationen

- Aktuelle Informationen zur Vorlesung finden Sie auf der Webseite <https://www.emp.hhu.de/unsere-lehre/pflanzen-gene-und-ernaehrungssicherung>.