

# Sojabohne

LT3 - Wintersemester 2025/26

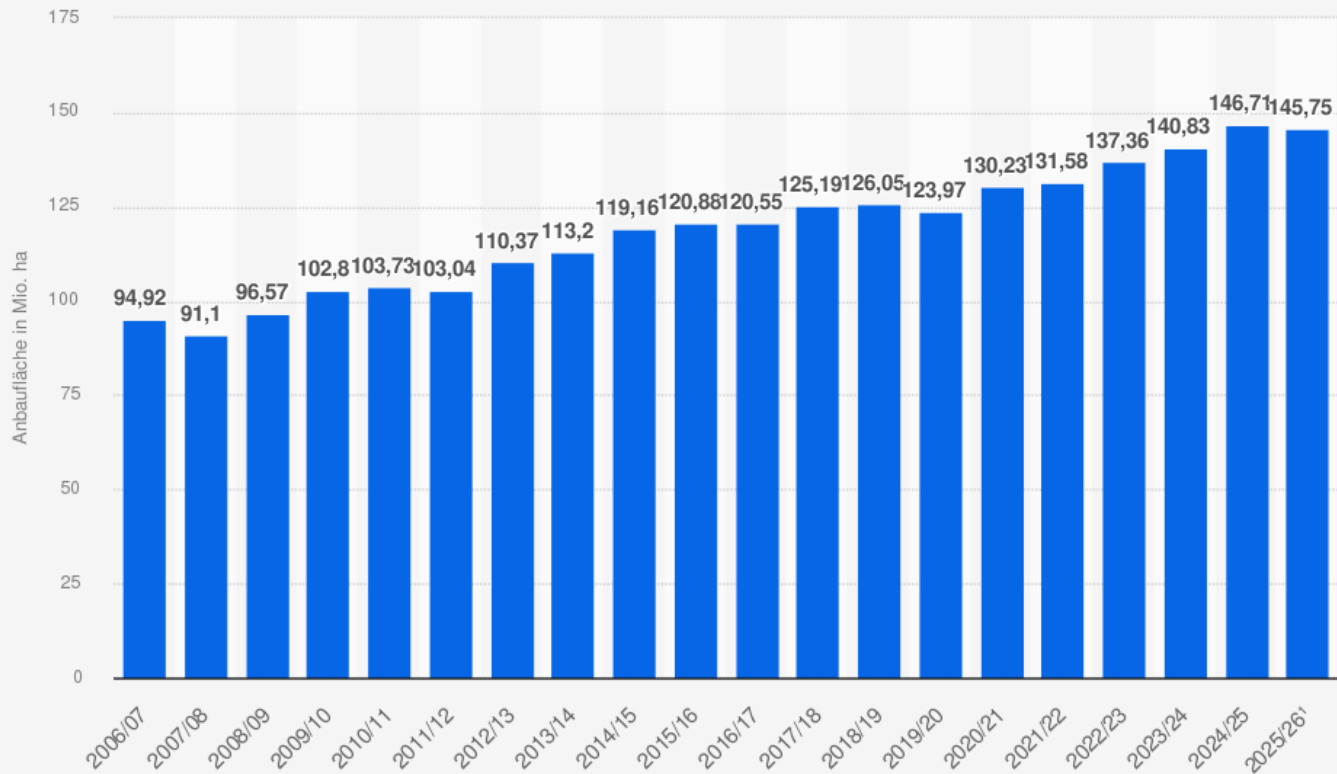
Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

13.10.2025

# Herkunft der Sojabohne

- Südost-Asien – 45 ° Breitengrad
- vor 5000 Jahren in Kultur genommen
- 1737-1739 → Europa – Botanische Gärten
- 1840 → Anfänge der Sojakultur in Europa
- 1986-1988 → 964.000 ha Anbaufläche

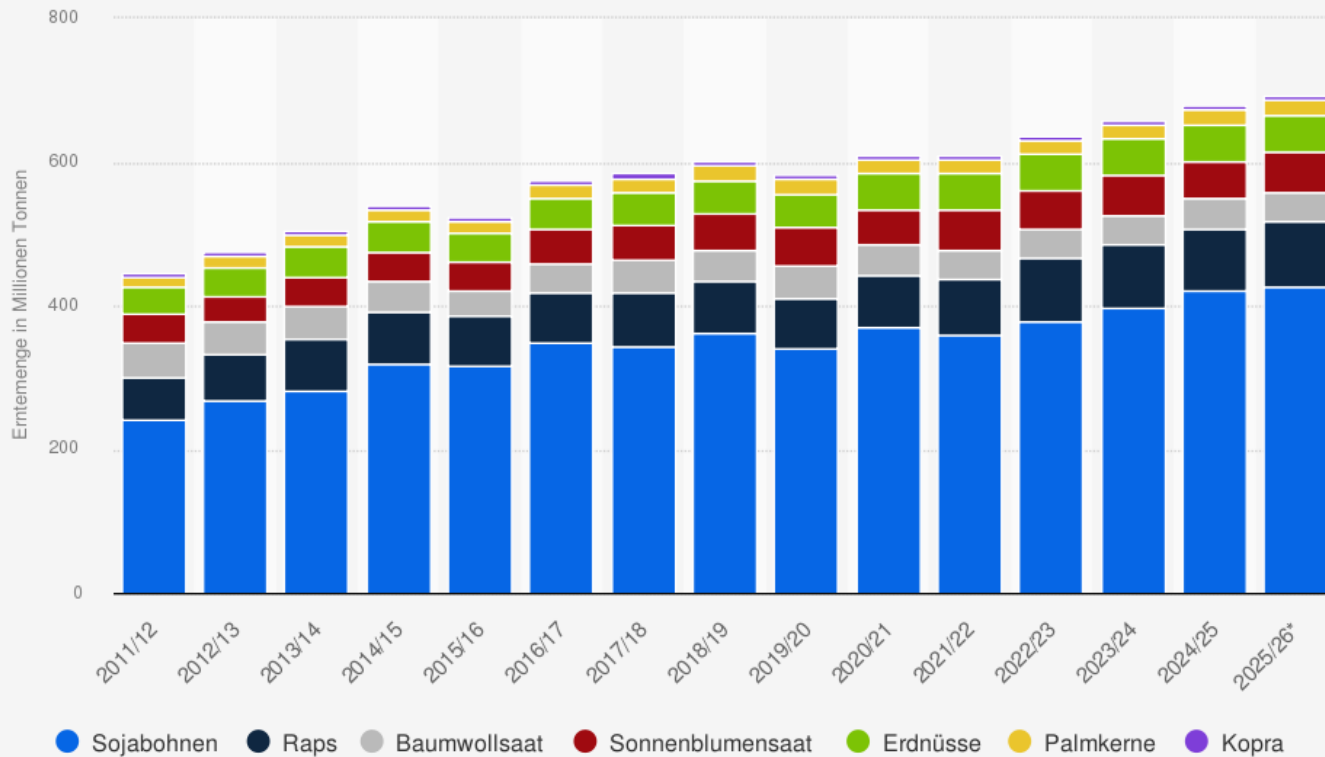
## Anbaufläche von Sojabohnen weltweit in den Jahren 2006/07 bis 2025/26 (in Millionen Hektar)



Quelle  
USDA Foreign Agricultural Service  
© Statista 2025

Weitere Informationen:  
Weltweit

## Erntemenge der wichtigsten Ölsaaten weltweit nach Art in den Erntejahren 2011/12 bis 2025/26 (in Millionen Tonnen)

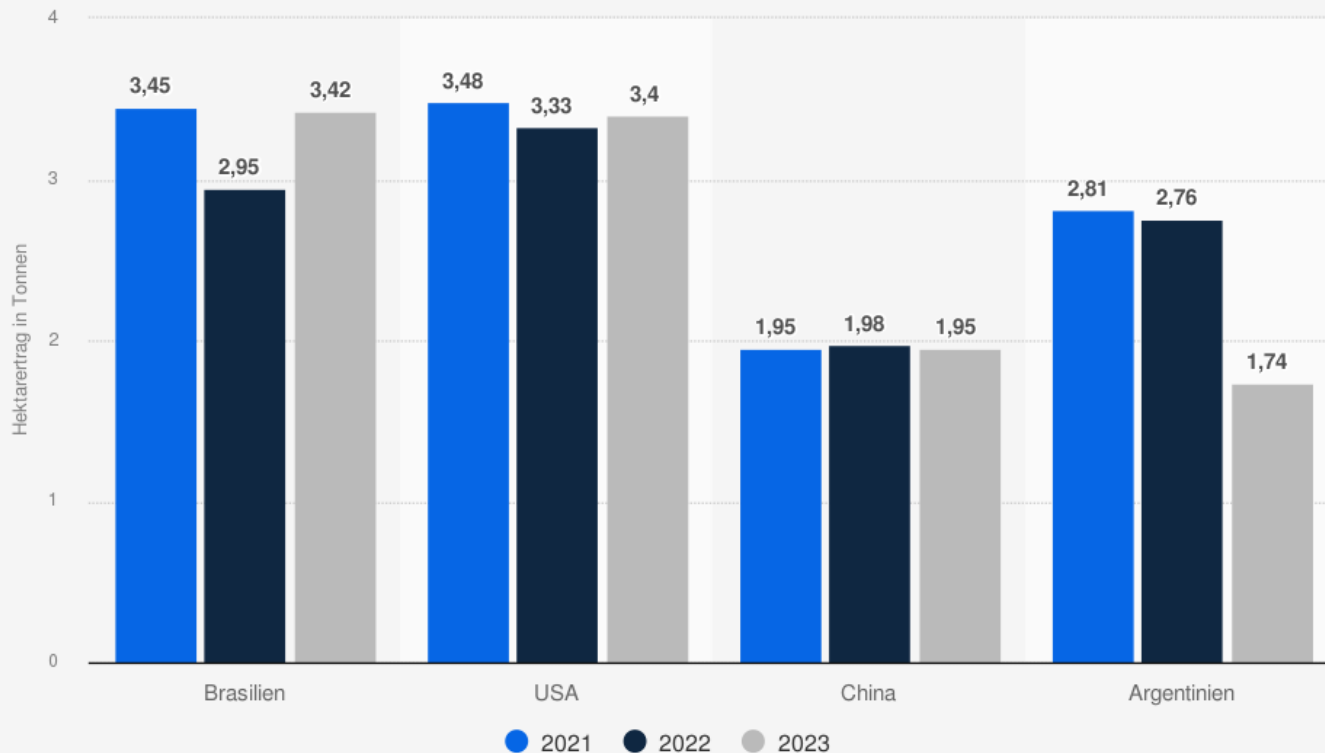


Quelle  
USDA Foreign Agricultural Service  
© Statista 2025

Weitere Informationen:  
Weltweit



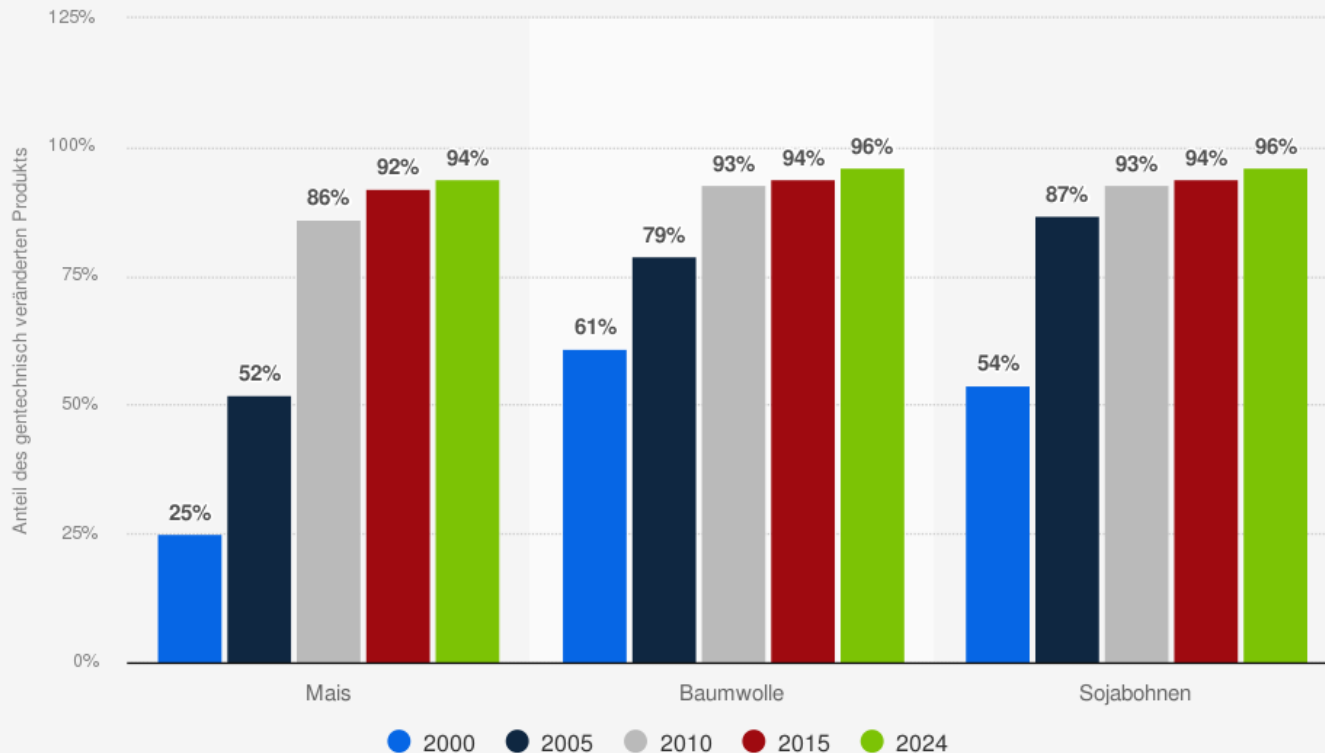
## Hektarertrag von Sojabohnen in den führenden Erzeugerländern von Sojabohnen weltweit in den Jahren 2021 bis 2023 (in Tonnen je Hektar)



Quelle  
FAO  
© Statista 2025

Weitere Informationen:  
Weltweit; 2020 bis 2023

## Anteil von gentechnisch veränderten Agrarprodukten an der gesamten Anbaufläche in den USA in den Jahren 2000 bis 2024



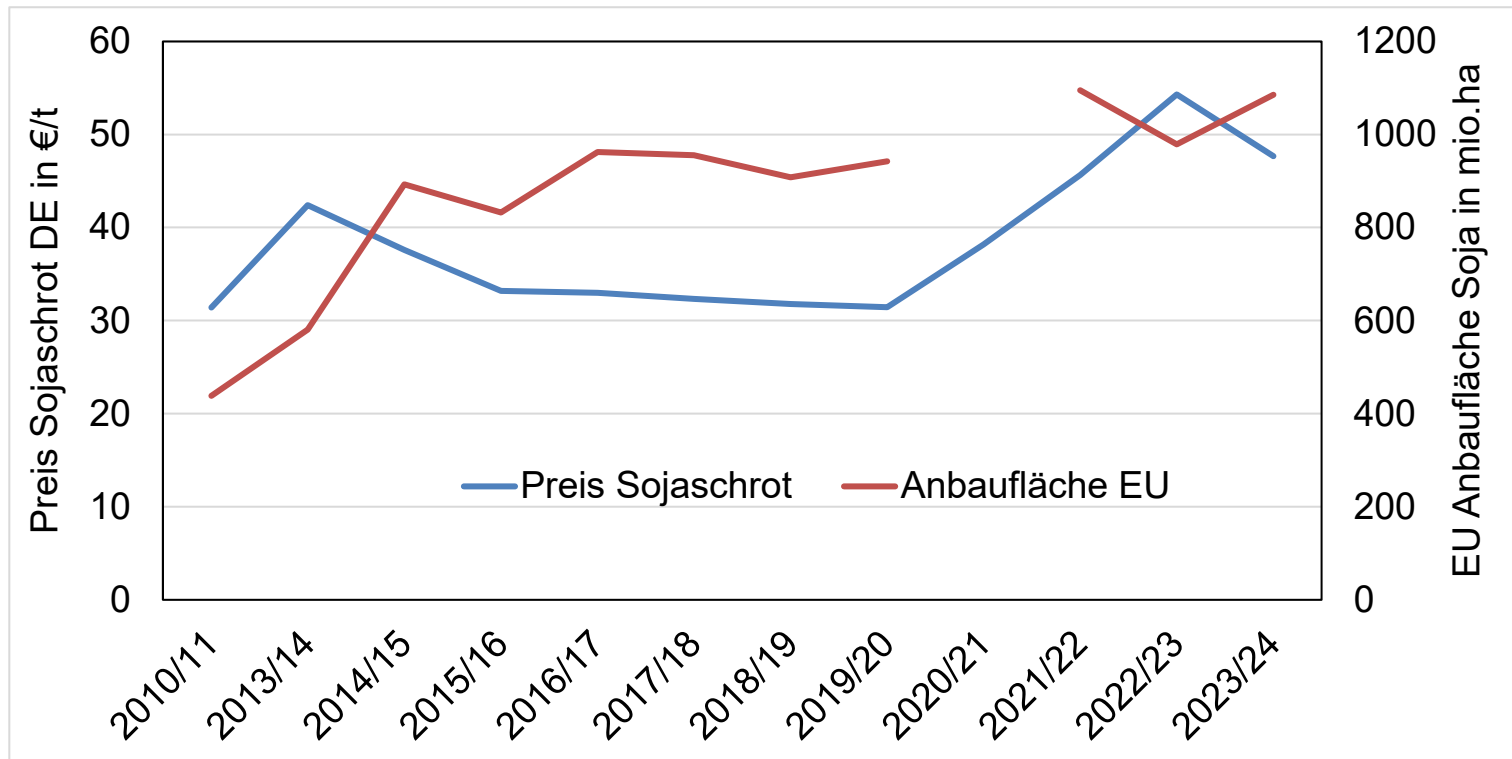
### Quellen

USDA Foreign Agricultural Service; Economic Research Service

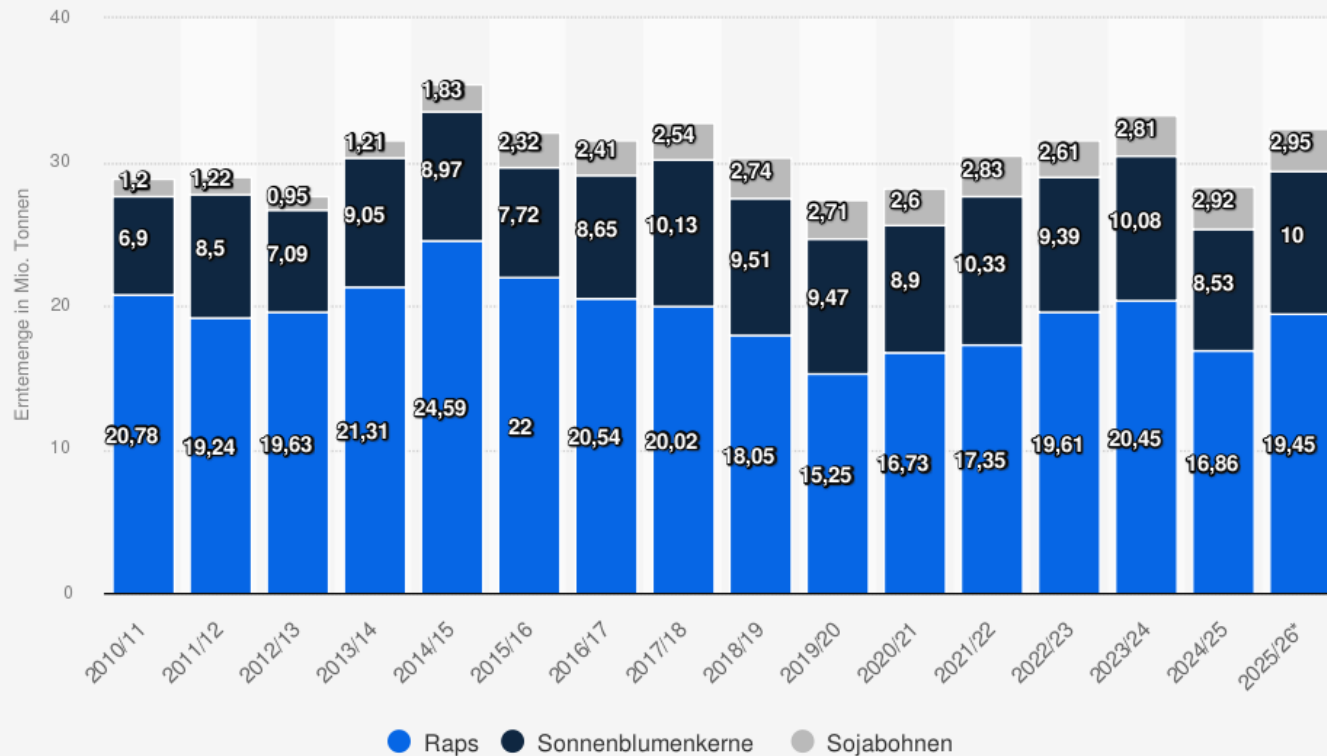
© Statista 2025

### Weitere Informationen:

USA



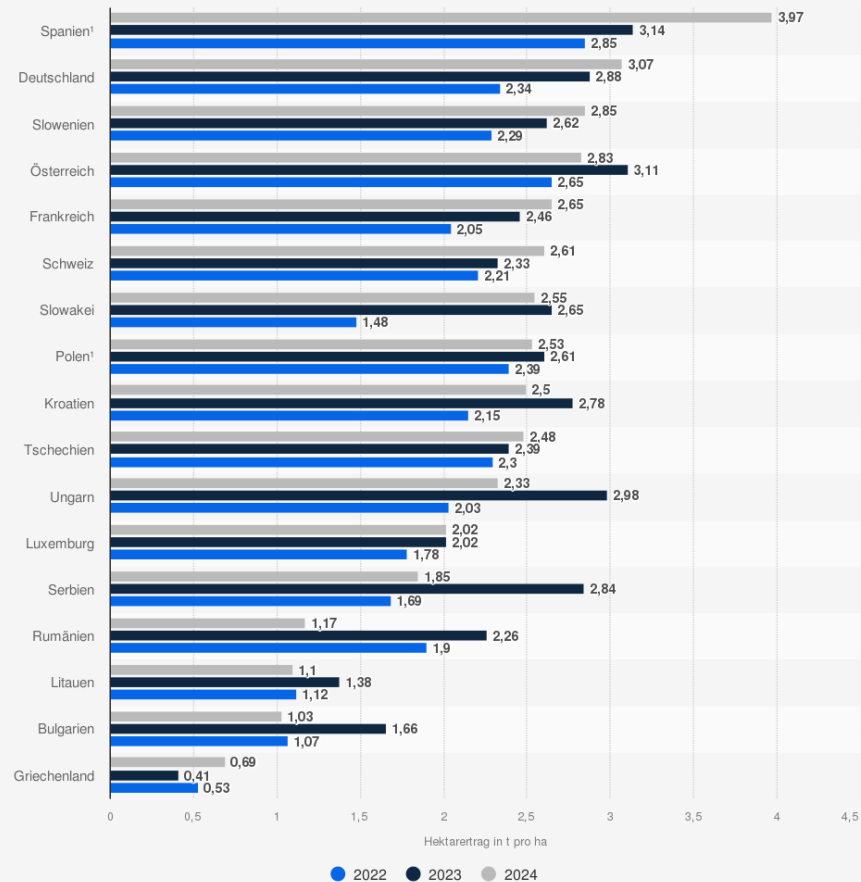
## Erntemenge der wichtigsten Ölsaaten in der Europäischen Union in den Jahren 2010/11 bis 2025/26 (in Millionen Tonnen)



Quelle  
 USDA Foreign Agricultural Service  
 © Statista 2025

Weitere Informationen:  
 EU

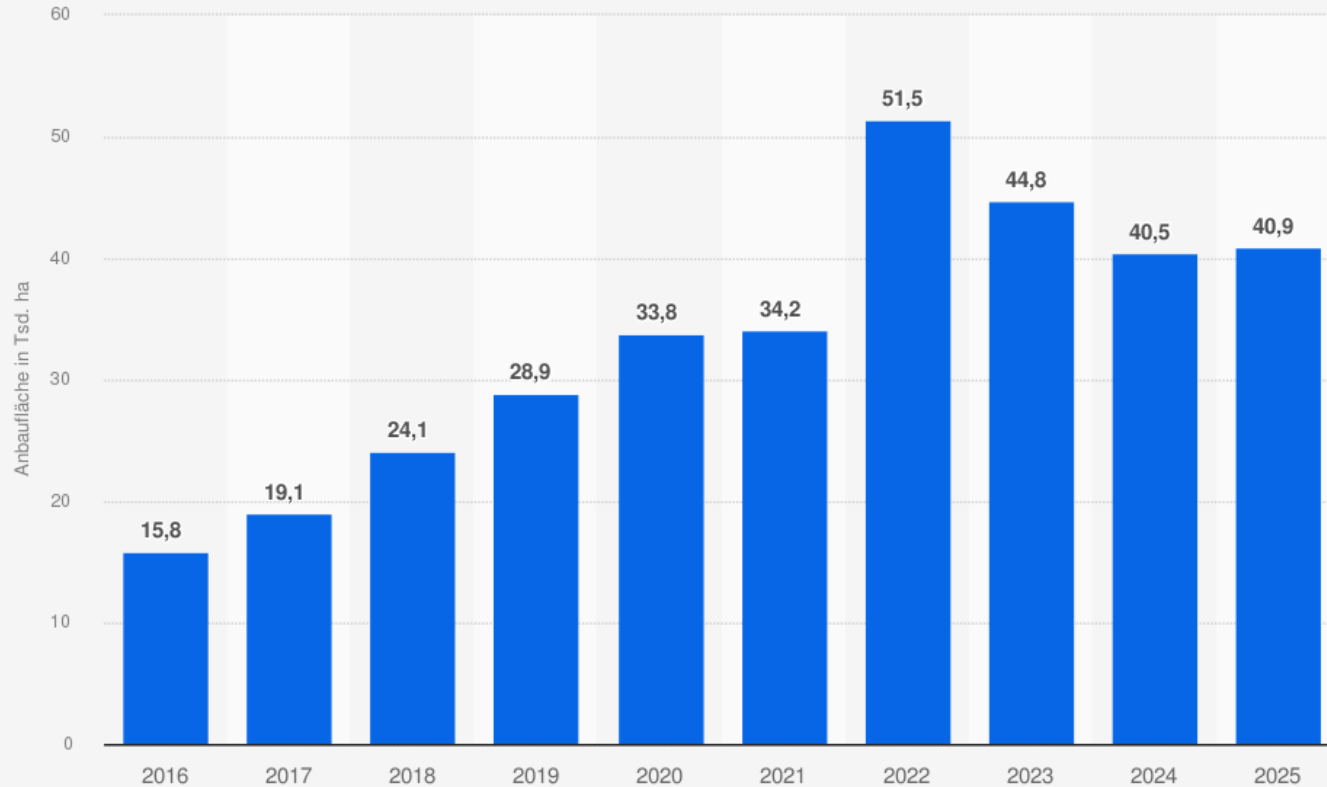
# Ernteertrag von Sojabohnen in Europa nach ausgewählten Ländern in den Jahren 2022 bis 2024 (in Tonnen pro Hektar)



Quelle  
Eurostat  
© Statista 2025

Weitere Informationen:  
Europa

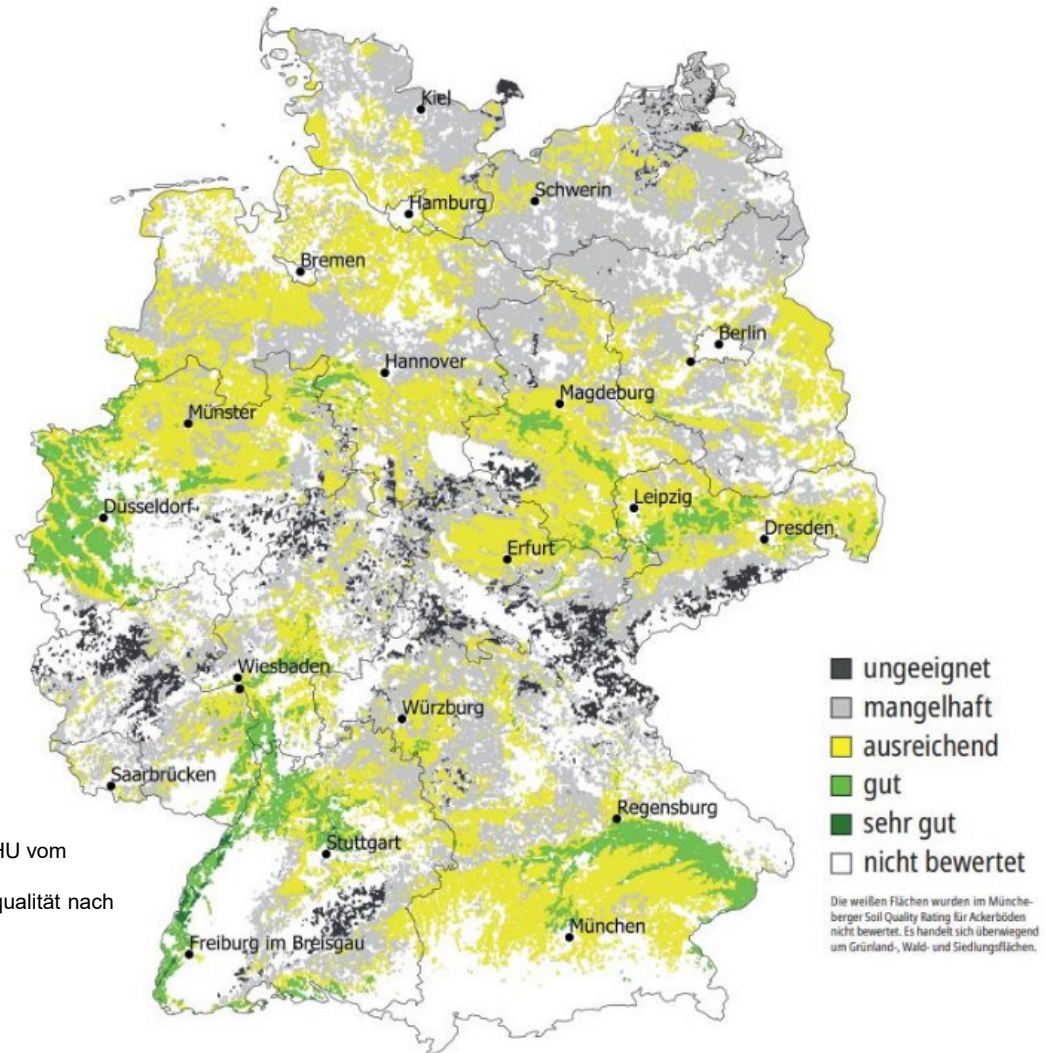
## Anbaufläche von Sojabohnen in Deutschland in den Jahren 2016 bis 2025 (in 1.000 Hektar)



Quelle:  
Eurostat  
© Statista 2025

Weitere Informationen:  
Deutschland

# Anbaueignung



Anbaueignung Sojabohne berechnet auf der Basis von Temperatursumme nach CHU vom 01.05. – 15.09. der Jahre 2006 – 2020, Niederschlagssumme vom 01.06. – 31.08. der Jahre 2006 – 2020 sowie der Bodenqualität nach dem Müncheberger Soil Quality Rating.

Quelle: Stephenson, C., 2022 und eigene Ergänzung von Städtenamen

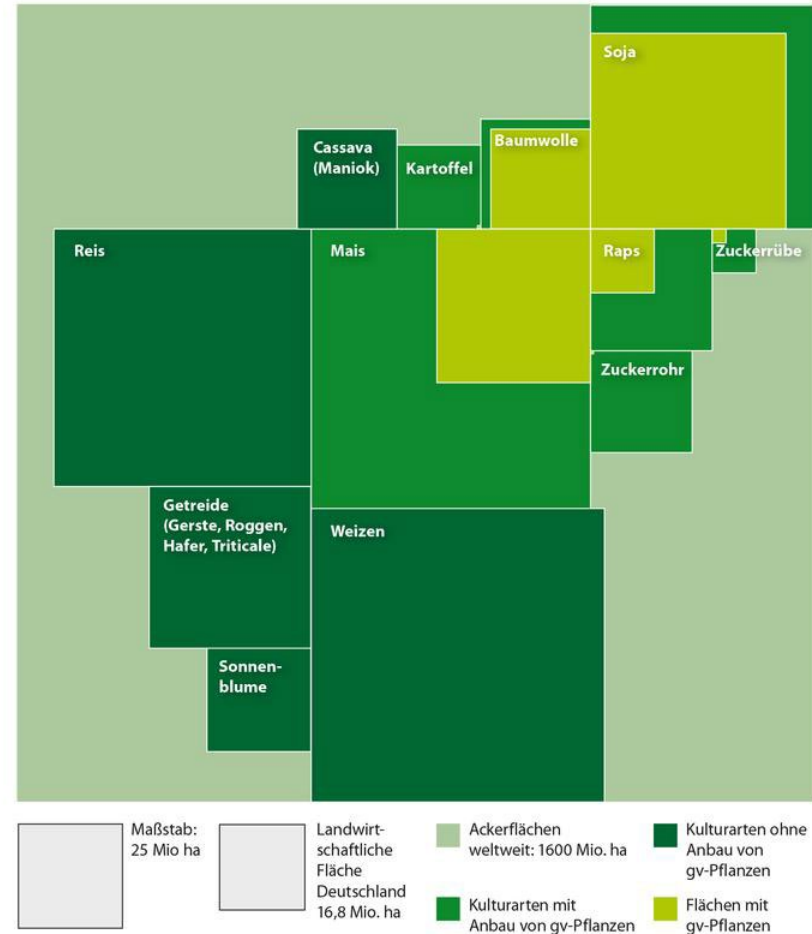
# Anbaueignung

Aktuelle Anbaueignungskarte vom JKI: [Link](#)





# Weltweit: Gentechnik



# Sojabohne (Glycine max)

- nach Mais weltweit zweitgrößte Ackerkultur
- **Inhaltsstoffe:**
  - 16-20 % Öl
  - 35-40 % Rohprotein
  - 4-6 % Rohfaser
  - 8-12 % Wasser
  - 22-30 % Stärke
- hohe Eiweißwertigkeit (Lysin, Methionin)
- hohe Eiweißverdaulichkeit

# Verwendungszweck

## ■ Futtermittel

- Sojaschrot
- Heu
- Silage
- Grünfutter

## ■ Lebensmittel

- Speiseöl
- Tofu
- Sojamilch
- Mehl
- Gemüse

# Sojabohne

- Wildform – *Glycine soja*
  - stammt aus Amur Ussuri Gebiet
  - stark krautig
  - rankend
  - kleine Körner
- Kulturform – *Glycine max*



Von Knusser - Own work using Digital Chart of the World and GTOPO data.,  
CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6077796>

# Soja - Morphologie

- Blätter
  - beidseitig behaart
  - oval, Rund oder Spitz
  - lang gestielt
  - drei Fiederblättchen
  - erste Laubblätter nicht

■

■

■

■

■

■

■

■







Von United Soybean Board - Closeup of Soybean Leaves, CC BY 2.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83347677>

# Soja - Morphologie

- Blätter
  - beidseitig behaart
  - oval, Rund oder Spitz
  - lang gestielt
  - drei Fiederblättchen
  - erste Laubblätter nicht
- Stängel
  - rund – Oval
  - 20 – 100 cm
  - leicht behaart
- Wurzel
  - Pfahlwurzel 60 – 120 cm
  - zahlreiche Nebenwurzeln
  - Symbiose mit Bakterien

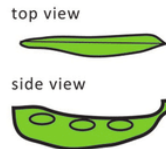
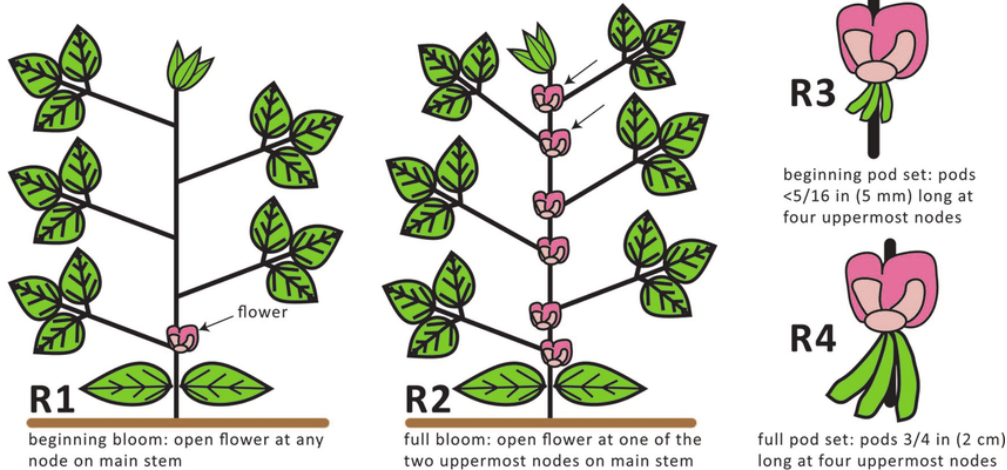


Sibble & Below, 2023, Role of Biologicals in Enhancing Nutrient Efficiency in Corn and Soybean, Crops & Soils 56(2):13-19 [doi: 10.1002/crso.20263](https://doi.org/10.1002/crso.20263)

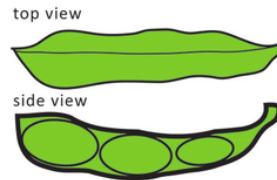
By Anonymous -  
<http://hdl.handle.net/1887.1/item:938298>, CC BY 4.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84240546>



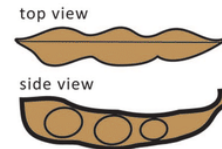
# SOYBEAN GROWTH AND DEVELOPMENT



**R5** beginning seed set:  
seed is  $1/8$  in (3 mm)  
long at one of four  
uppermost nodes



**R6** full seed set: green seed  
that fills pod capacity at  
one of four uppermost nodes



**R7** beginning maturity:  
one pod on the main stem  
has reached mature pod color

**R8** full maturity: 95% of pods have reached mature pod color



# Wurzelleistung

- Wurzel
  - Tiefgehend, stressresistent
  - Sehr günstiges Wurzel-Spross-Verhältnis
- Pfahlwurzel
  - Unempfindlich gegenüber Verdichtungen oder schwer durchwurzelbaren Zonen (vgl. Erbse)
  - Kann Nährstoffe und Wasser aus dem Unterboden nutzen (P, K, S, Mikros) v.a. bei Trockenheit
  - Schnelles Tiefenwachstum → frühe Trockentoleranz
  - Kaum mit Rhizobien Infiziert
  - Unempfindlich gegenüber kurzzeitiger oberflächiger Vernässung (Starkregen)
- Seitenwurzel
  - Aufnahme von diffusionsabhängigen Nährstoffe (P&K)
  - Rhizobien infizieren überwiegend Seitenwurzel
    - hohe Seitenwurzeldichte → viele Rhizobien
  - Werden durch hohen Feinerdeanteil gefördert
  - Hohe Temperaturen





# Soja Blatttypen





# Einfluss des Blatttyps auf die Spätverunkrautung



# Soja - Morphologie

## ■ Blüten

- lila und/oder weiß
- Selbstbefruchter
- 5-7 mm groß, 5 bis 20 Stück/Nodium
- Blüten in **Blattachseln** oder endständig



By Huwmanbeing - Own work, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7397609>



# Soja - Morphologie

## ■ Blüten

- lila und/oder weiß
- Selbstbefruchter
- 5-7 mm groß, 5 bis 20 Stück/Nodium
- Blüten in Blattachsen oder **endständig**



Von Krzysztof Ziarek, Kenraiz - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=143481728>

# Soja - Morphologie

## ■ Hülsen

- leicht gebogen
- 20-70 mm lang
- Behaart
- 2 bis 4 Körner/Hülse



Von Ayotte, Gilles, 1948- - Bibliothek der Université Laval, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=127859312>

# Soja - Morphologie

## ■ Körner

- rund, oval, platt oder nierenförmig
- Nabelfarbe weiß/schwarz
- 100 – 240 g TKG



Von CSIRO, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35476410>

Von Tris T7 - Eigenes Werk, CC BY 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=75502389>



# Soja – „Wuchstypen“



Indeterminate



Determinate

# Soja – „Wuchstypen“

- Determiniert – begrenzt wachsend
  - Wachsen nach der Blüte Vegetativ nicht mehr weiter
  - Anbau im Süden (unter 40° Breitengrad)
- Semi-Determiniert - Halb-begrenzt wachsend
  - wenig verzweigend
  - gute Standfestigkeit
  - kürzere Wuchshöhe
  - geringere Nodienanzahl
- Indeterminiert - Unbegrenzt wachsend
  - Wachsen nach der Blüte Vegetativ weiter
  - gute Kompensationsfähigkeit bei Stress (Kälte, Blütenabwurf)
    - durch → höherer Nodienanzahl
    - oder → mehr Verzweigungen

# Indeterminierte Wuchstypen

- Diese Sorten setzen keine feste Begrenzung für Blüte und Hülsenbildung:
  - Vorteilhaft in trockeneren Regionen
  - Nach Phasen mit Hitze- oder Trockenstress können sie bei erneuter guter
  - Witterung weiterwachsen und neue Blüten und Hülsen bilden
  - Das steigert Ertragssicherheit, kann jedoch die
  - Abreife verzögern

# Semi-determinierte Wuchstypen

- Diese Sorten beenden Blüte und Hülsenbildung, sobald:
  - der sortenspezifische Wärme- und Wasserbedarf gedeckt ist oder
  - anhaltende Trockenheit das Wachstum stoppt
  - Ein Neustart der Blüte nach einem Wachstumsstillstand erfolgt nicht. → Geeignet für feuchte oder gleichmäßig versorgte Standorte

# Züchtung / Zuchtziele

## ■ Agronomie

- Ertragssteigerung und – stabilität
- Lagerung / Standfestigkeit
- Resistenz:
  - Biotisch/Krankheiten
    - Sklerotinia
    - Virosen
  - Abiotisch/Umwelt
    - Trockenheit
    - Blütenabwurf bei Kälte
- Wuchstyp, Blattform

## ■ Verbesserte Qualitätseigenschaften

- Protein – Fokus in Europa
  - High Protein
- Öl
  - High Oil
  - Reduktion Lipoxxygenase
  - Reduktion Linolensäure
- Kohlenhydrate
  - High Sugar
- Antinutritive Stoffe
- Trypsininhibitoren reduziert

high protein  
(tofu)



high sucrose  
(edamame, tofu)



sucrose, flavonoids  
(edamame)



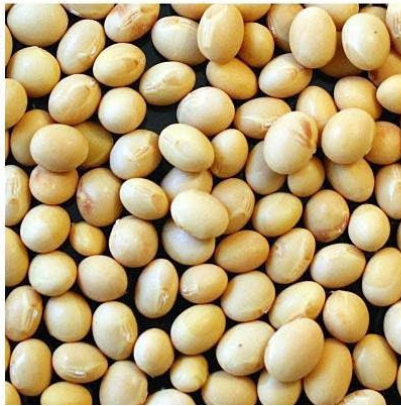
high protein, reduced TI  
(animal feedstuff)



high protein (tofu,  
soy drinks)



small seed (natto  
fermentation)



standard (food  
grade)



standard (oil  
extraction, snacks)

»pH2

-Phili

»



# Reifegruppe

- Temperatur-und Tageslängenanspruch entscheidet über die Reifegruppe der Sorte.
- Temperatursumme: 1450°C bis 2500 °C erreichen der Reife
- Tageslänge: Kurztag, Tagneutral, Langtagcharakter
  - Einfluss auf länge des Vegetativen Wachstums und auf Übergang der Reproduktiven Phase!
- International 13 Reifegruppen
  - 000 → sehr früh
  - X → Tropisch
- Deutschland
  - Anbau von 0000/000 bis 00/0 Sorten

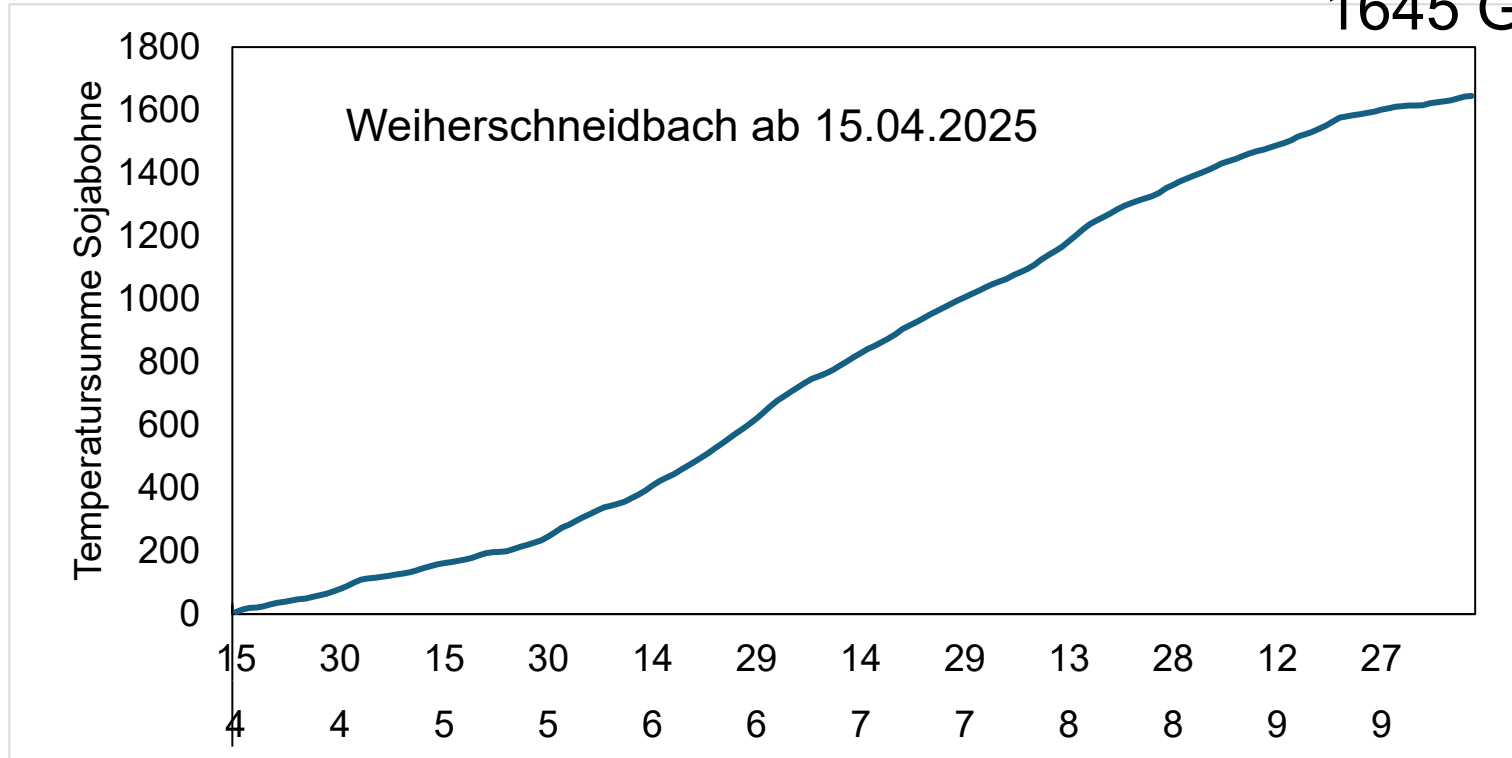
# Temperatursumme

- Basis Soja: 6 °C
- Berechnung:  $T_{\Sigma} = \sum_{Aussaat}^{Ernte} \left( \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - T_{basis} \right)$
- $T_{Basis} = 6^{\circ}\text{C}$
- $T_{max} > 30$  ist  $T_{max} = 30$
- $T_{\Sigma} < 0$  ist  $T_{\Sigma} = 0$

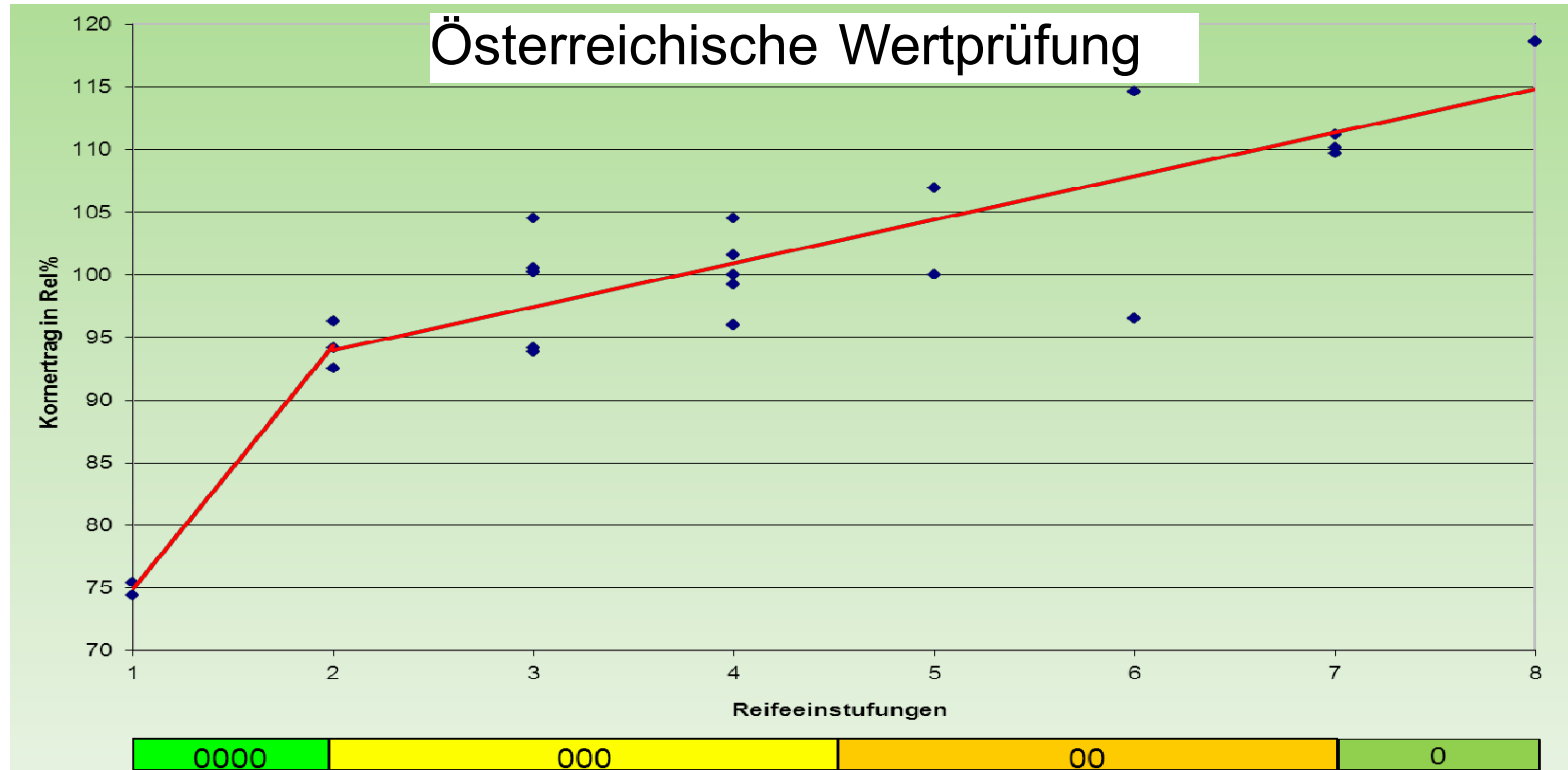
McMaster GS, Wilhelm WW (1997) Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agric For Meteorol* 87:291–300. doi:10.1016/S0168-1923(97)00027-0



1645 GD

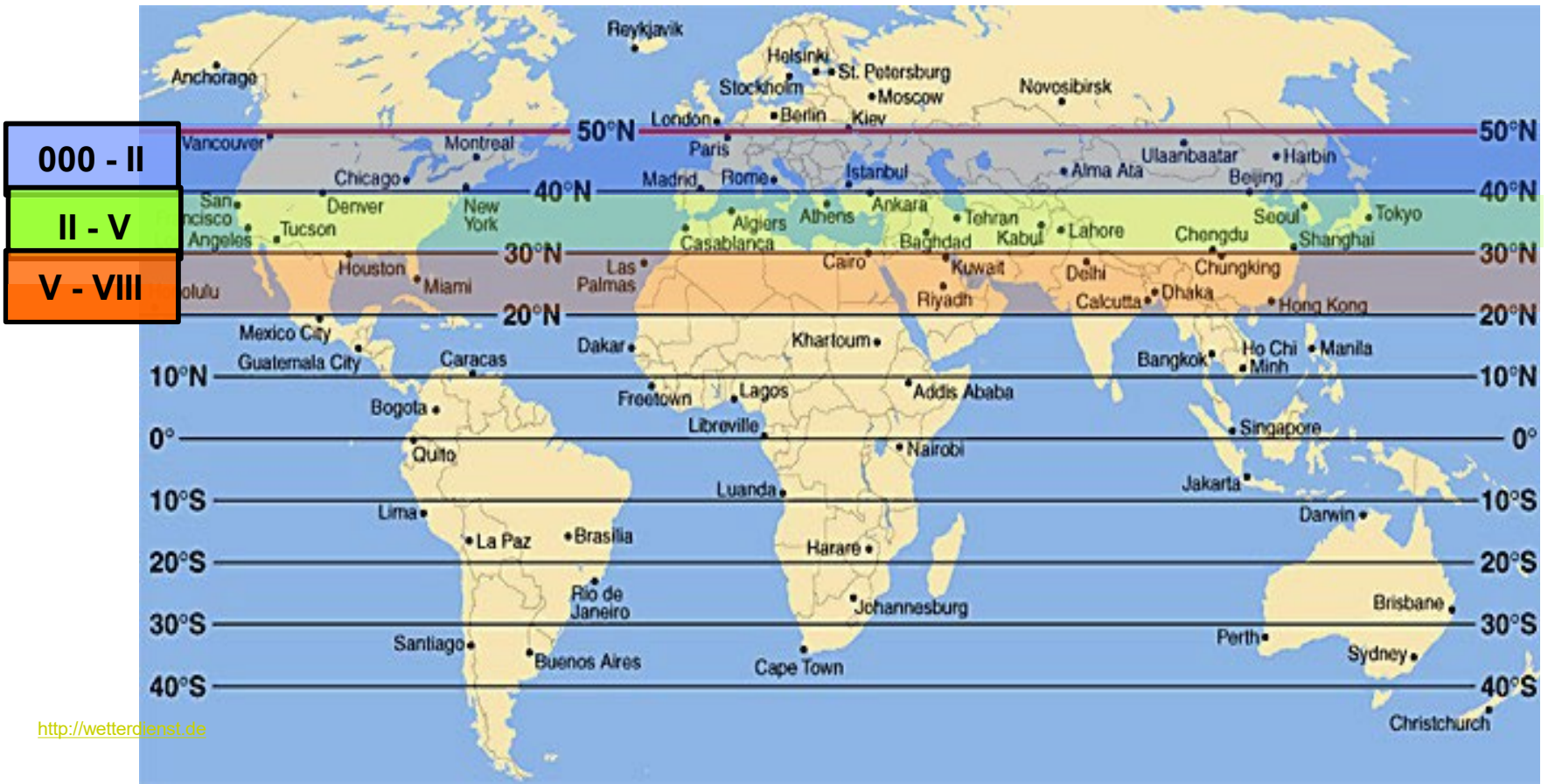


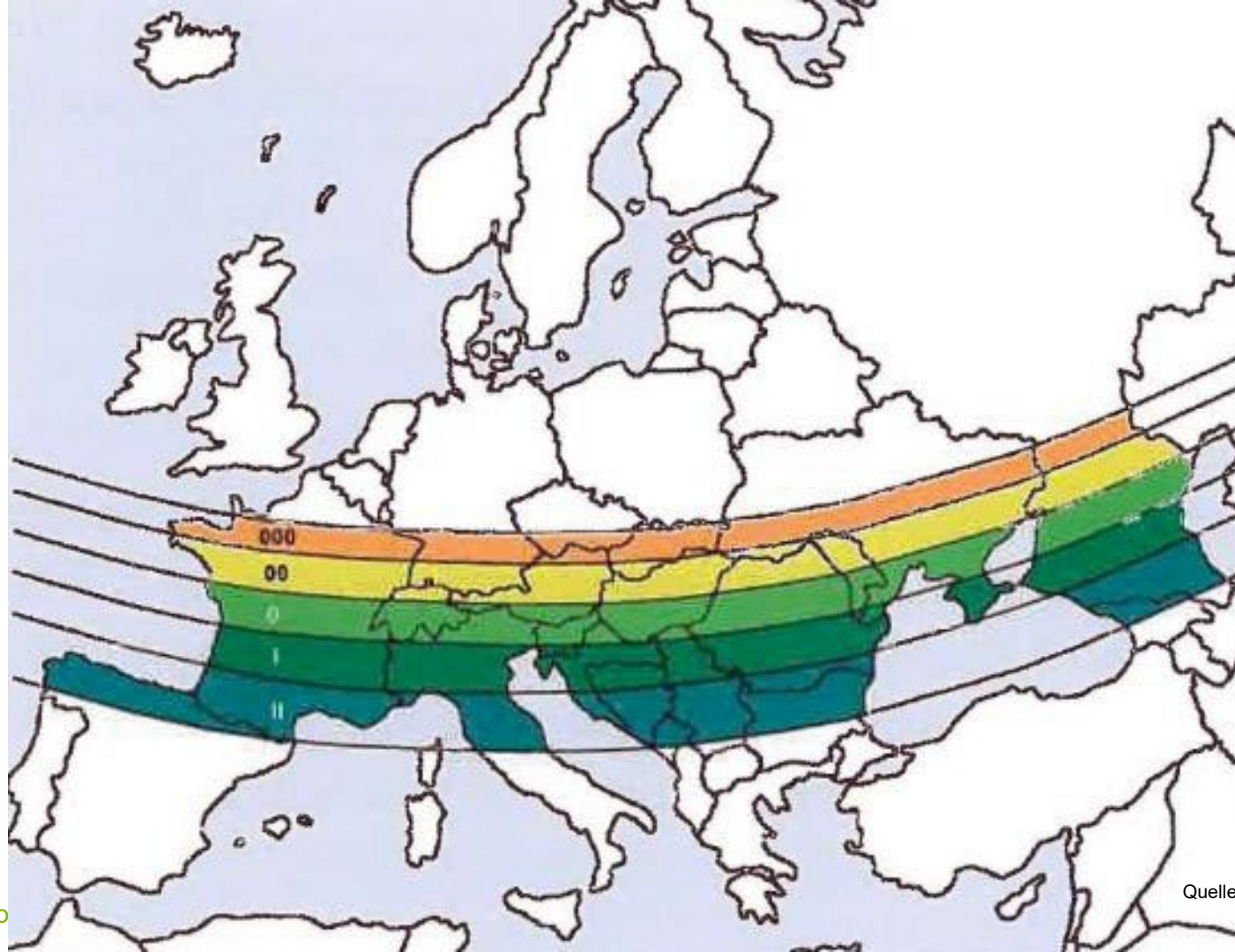
# Ertrag X Reifegruppe



Quelle: Saatzbau Linz 2015

# Soja Reifegruppen nach Breitengrad





Quelle: Miladinovic, 2011

# Ertragsaufbau



# Ertragsaufbau

Einzelpflanze:

TKG: 130 – 220 g

Körner je Hülse: 2 – 3

Körner je Pflanze:  
20 - 90

Hülsen je Trieb: 5 – 15

Hülsen je Pflanze:  
10 - 30

Verzweigungen: 2 - 4



Bestand:

■ 1,8 – 6 t/ha Ertrag

■ 1000 – 5000

Körner/m<sup>2</sup>

■ 500 – 1500 Hülsen/m<sup>2</sup>

■ 100 – 240 Triebe/m<sup>2</sup>

■ 50 – 60 Pflanzen/m<sup>2</sup>

# Welche Erträge sind in Deutschland möglich?

- Soja ist eine Kurztagspflanze:
  - der Feldaufgang muss unter Kurztagsbedingungen erfolgen

Gebiet	°nB	Ertrag dt/ha
bis Mailand	46	40 – 50
bis Passau	48	35 – 45
bis Würzburg	50	30 – 35
bis Leipzig	51	20 - 25



# Aussaatdatum



# Entwicklungsstadien

Europäisches  
System

Amerikanisches  
System

BBCH – Skala

Munger et al., 1997

Soybean  
growth stages

Fehr and Caviness (1997)

# BBCH Skala

## Makro- und Mikrostadien

00 – 09 → Keimung

10 – 19 → Blattentwicklung

20 – 29 → Seitensprossenentwicklung

49 → Erntefähige vegetative Pflanzenteile  
haben endgültige Größe erreicht

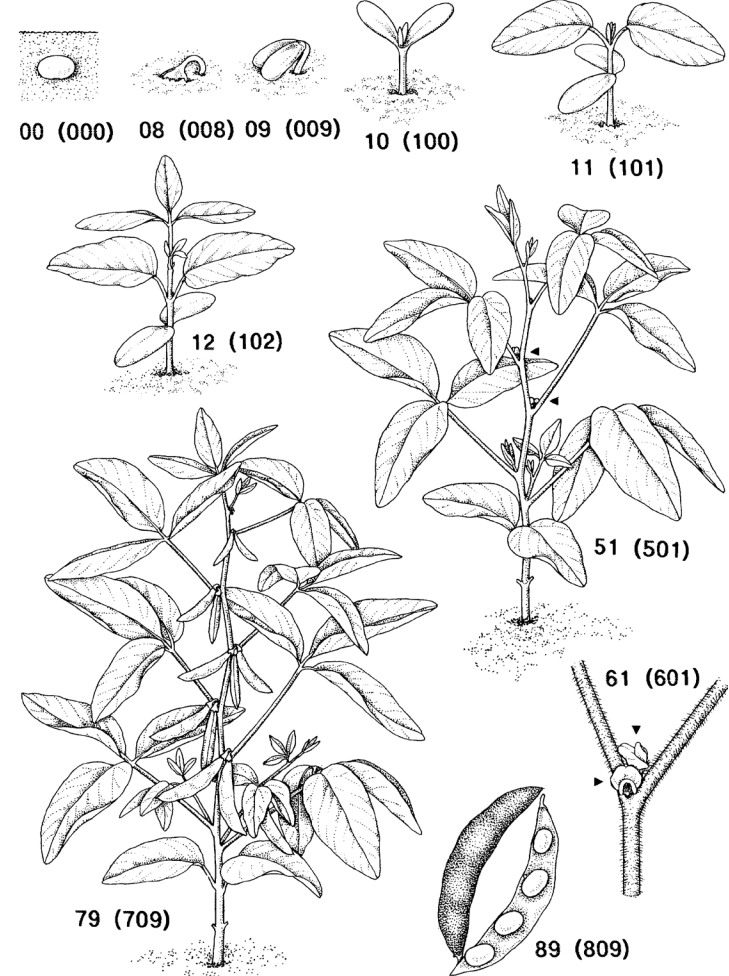
50 – 59 → Blütenanlage

60 – 69 → Blüte

70 – 79 → Samenentwicklung

80 – 89 → Samenreife

90 – 99 → Absterben



Fehr and Caviness (1997)	Plant Development
VE	Emergence
VC	Cotyledon + unfolding unifoliate leaves
V1	First node trifoliate leaves
V2	Second node
V3	Third node
V4	Fourth node
V5	Fifth node
V6	Sixth node
V(n)	Nth node
R1	Beginning bloom
R2	Full bloom
R3	Beginning pod development
R4	Full pod
R5	Beginning seed
R6	Full seed
R7	Beginning maturity
R8	Full maturity leading to harvest



Keimung	Laubblattentwicklung				Blühbeginn	Samenbildung in den Hülsen	Kornfüllung	Bohnenreife und Ernte
BBCH-STADIEN								
06	10	11	12	60	79	85	89	

Quelle: EURALIS Saaten

Entwicklungsstadien amerikanische Literatur						
VE	VC	V1	V2	R1	R4 –R6	R8

Abbildung 1: Vergleich des europäischen und amerikanischen Systems der Einteilung der Entwicklungsstadien von Soja (Euralis Saaten, Taifun).

Quelle: Taifun Sojainfo, Ausgabe 51

# Klimaansprüche

- Temperatursumme 1600 °-Tage über 10° C
- Bodentemperaturen  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  im April
- 400° C Temperatursumme im Mai (Tagesmittel  $\geq 13^{\circ}\text{C}$ )
- keine Spätfröste (unter  $-4^{\circ}\text{C}$ )
- 000-Sorten bis 50. Breitengrad
- Höhenlagen bis 400 m



# Anbaueignung

Aktuelle Anbaueignungskarte vom JKI: [Link](#)





# Spezifischer Wasserbedarf in der Hauptvegetation

- Wasserbedarf ab Mitte Juni bis September:

Bedarf für	<b>4 t/ha:</b>	180 l/m <sup>2</sup>
	<b>3 t/ha:</b>	140 l/m <sup>2</sup>
	<b>2 t/ha:</b>	110 l/m <sup>2</sup>

- Trockensensible Phasen
  - Blühbeginn: Hülsenansatz
  - Hülsenansatz: Erhöhung der Kornzahl/Hülse
  - Dickenwachstum der Hülsen: Erhöhung des TKG

**→ Größter Wasserbedarf Mitte / Ende Juli!**

# Standortansprüche

- Geeignet:
  - alle Böden, die sich schnell erwärmen
  - Böden mit guter Wasserführung
- Ungeeignet:
  - kalte Standorte
  - staunasse Böden
  - steinige Böden → Ernteerschwernis
  - Ackerwinden-Standorte

# Fruchtfolge, Vorfruchtwirkung

- Fruchtfolge:
  - Nachbau Soja – Soja beim ersten Mal möglich Etablierung der Knöllchenbakterien im Boden
  - FF-Krankheiten: Rhizoctonia, Sklerotinia
- Vorfruchtwert:
  - gute Durchwurzelung
  - Transport von N in tiefere Schichten
  - N-Leistung: 170 bis 200 kg/ha ca. 50 kg für Folgefrucht anrechenbar
  - Bewertung des Vorfruchtwertes:
    - Raps > Kartoffel > Zuckerrübe > Soja >> Mais

# Wichtigsten Schädlinge und Krankheiten

Schädlinge	Krankheiten
<ul style="list-style-type: none"><li>– <b>Distelfalter</b></li><li>– <b>Bohnenfliege</b></li><li>– Mäuse, Vögel</li><li>– Wildschaden</li><li>– Blattläuse</li><li>– Thripse</li><li>– Blattrandkäfer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Rhizoctonia, Sklerotinia (FF-Krankheiten)</li><li>– Phomopsis/Diaporte</li><li>– Peronospora</li><li>– Bakterienbrand</li><li>– Sojarost in Europa (noch) nicht</li></ul>

# Distelfalter (*Vanessa cardui*)











# Distelfalter (*Vanessa cardui*)

- 1. Generation ab Ende Mai – Anfang Juni
- Warme Bedingungen begünstigen den Befall
- Larven der 1. Generation kommen nesterweise im Schlag vor
- Bekämpfung der Larve mit einfachen Pyrethroiden möglich

# Bohnenfliege (*Delia platura*)

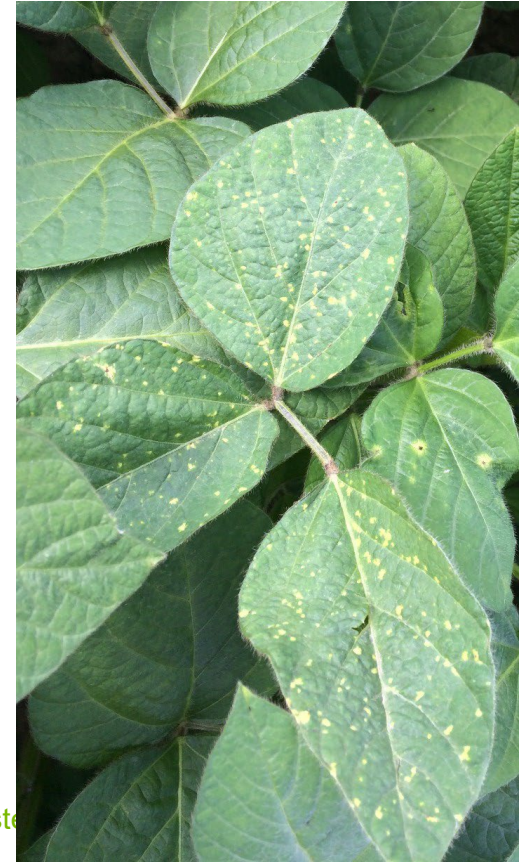
- Schaden solange die Soja im Boden ist
- Sobald die Pflanze Aufläuft → Verpuppen sich die Larven
- nicht zu tief Ablegen (max. 4 cm)
- zügiges Auflaufen sichern



# Sklerotinia

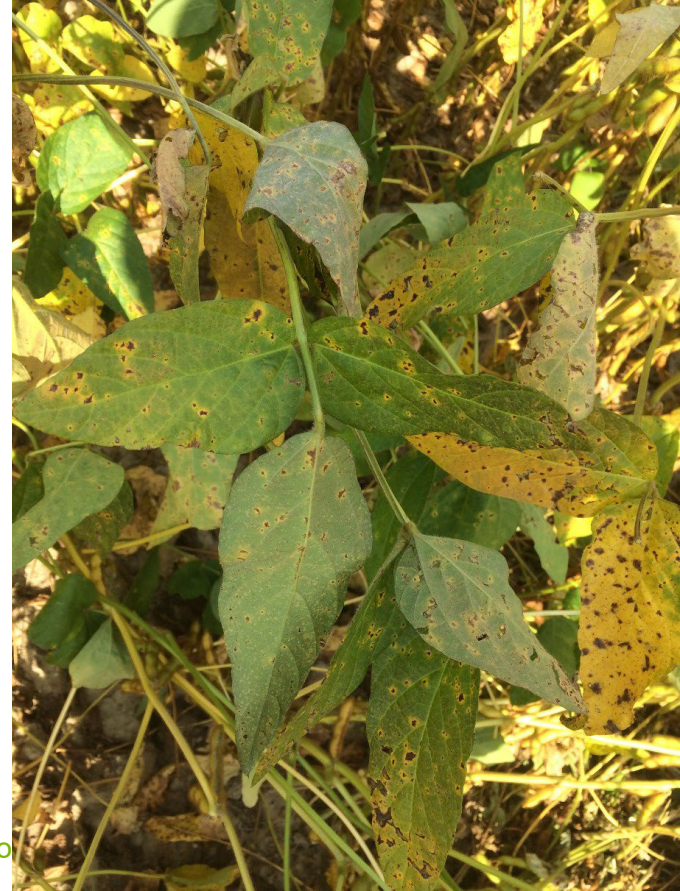


# Falscher Mehltau (*Peronospora manshurica*)






# Bakterienbrand (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*)



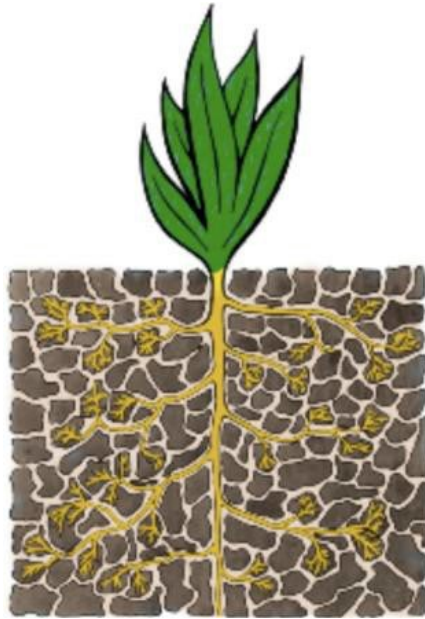


# Bodenbearbeitung

Reaktion der Sojabohne auf:	
tiefe Lockerung (auch in Streifen)	++
hoher Feinerdeanteil Krume	+++
intensive flächige Lockerung	+
Bodenverdichtungen Oberboden	--
Bodenverdichtungen Unterboden	0
vernässte Bodenstruktur	--
	

Ernterückstände:	
In der Reihe (Einzelkornsaat)	- -
zwischen den Reihen	0
„Strohpakete“ unter der Reihe	- - -
Verkrustung (Luftmangel)	- -

# Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit

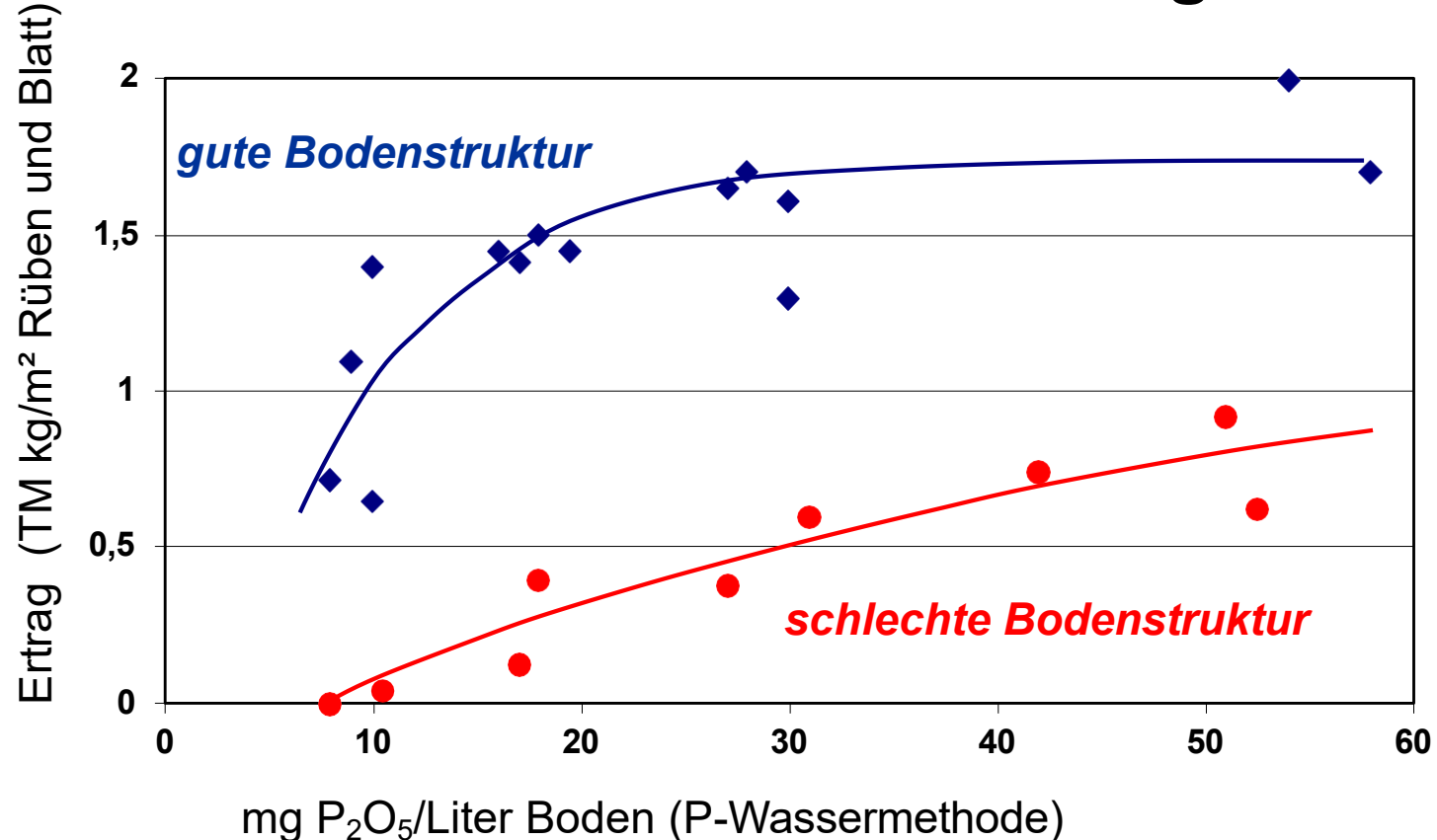


***gute  
Bodenstruktur***



***schlechte  
Bodenstruktur***

# Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit





# Saatbettvorbereitung

- Stroh gleichmäßig einarbeiten
- Verdichtungen beseitigen
- Rückverfestigen (Feinerde)
- vor Winter unbedingt einebnen
- März/April flache Bearbeitung
- nach Aussaat anwalzen

# Soja-Aussaat

- Saatzeit:
  - Anfang April bis Anfang Mai (Bodentemperatur  $\geq 8^{\circ}\text{C}$ )
  - feucht-kühle Witterung nach Saat: Auflaufschäden, Verunkrautung!
- Saatstärke:
  - Keimfähigkeit und Triebkraft überprüfen!
  - Ziel: 30 bis 60 Pflanzen/m<sup>2</sup>
  - 0-Sorten:  $\sim 30$  keimfähige Pfl./m<sup>2</sup>
  - 00-Sorten:  $\sim 45$  keimfähige Pfl./m<sup>2</sup>
  - 000-Sorten:  $\sim 60$  keimfähige Pfl./m<sup>2</sup>
  - Reihenabstand bei Drillsaat
  - 15 bis 25 cm ( 6 bis 10 cm in der Reihe)

# Soja-Aussaat

- Soja ist eine KT-Pflanze → kürzere Tageslänge beim Feldaufgang ist Vorteil je später eine Sorte ist (→ wie Mais)
- Vorteil frühe Saat:
  - längere Anlagephase: höhere Hülsenzahl
  - früherer Blühbeginn: höheres TKG
  - bessere Verzweigung (0/00-Sorten): höhere Hülsenzahl

# Soja-Aussaat

- Soja ist eine KT-Pflanze → kürzere Tageslänge beim Feldaufgang ist Vorteil je später eine Sorte ist (→ wie Mais)
- Risiken frühe Saat:
- lange Auflaufphase bei Kälteeinbruch (s. 2017/19): FA-Verluste
  - Krankheitsbefall der Keimblätter → Verluste
  - Herbizidstreß durch Kälte, Einwaschung (Pendimethalin, Metribuzin, ALS-Hemmer)
- tieferer Erstansatz der unteren Hülsen nach langer, kühler (nasser) FA-Phase
- Geringere Knöllcheninfektion nach langer, feucht-kühler FA-Phase

# Soja-Aussaat

- Saattiefe:

- 2 bis 4 cm je nach Boden
  - 2 cm bei schweren, kalten Böden
  - 4 cm bei leichten, warmen Böden
- Bodenschluss

- Saattechnik:

- Einzelkornsaat der Drillsaat überlegen!
- exakte Tiefenablage
- optimale Reihenweite: 37,5 cm



# EKS oder Drillsaat?

## + Vorteile der Einzelkornsaat

- sicheres Keimen (Ablage auf wasserführender Schicht)
- gleichmäßiger Auflauf (gleichmäßige Ablagetiefe)
- bessere Einstrahlung (breite Reihenweite), deshalb auch in Nord-Süd-Richtung drillen
- Hacken in weiten Reihen möglich
- tendenziell höherer Ansatz der untersten Hülsen (+ 1 bis 3 cm)

## - Nachteile der Einzelkornsaat

- später Bestandesschluss
- Risiko Spätverunkrautung
- gute Saatgutqualität wegen reduzierter Aussaatstärke notwendig - 35-45 Kö/m<sup>2</sup> (gute Triebkraft, unbeschädigtes Saatgut)

# Düngerbedarf

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit**