

Landwirtschaftliche Nutzpflanzenkunde

Zuckerrübe

LT3 - Wintersemester 2026/27

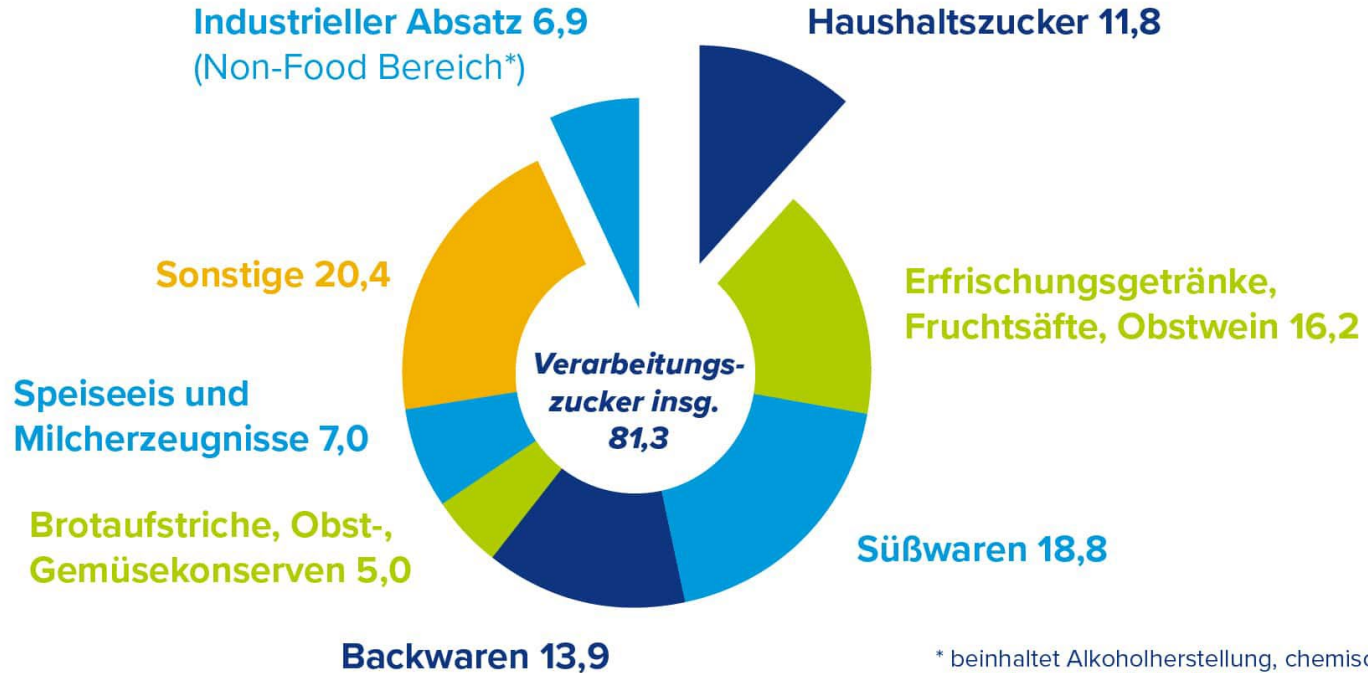
Prof. Dr. Carl-Philipp Federolf

05.10.2026

Zuckerrübe: Verwertung

INLANDSABSATZ NACH EMPFANGERGRUPPEN 2021/22

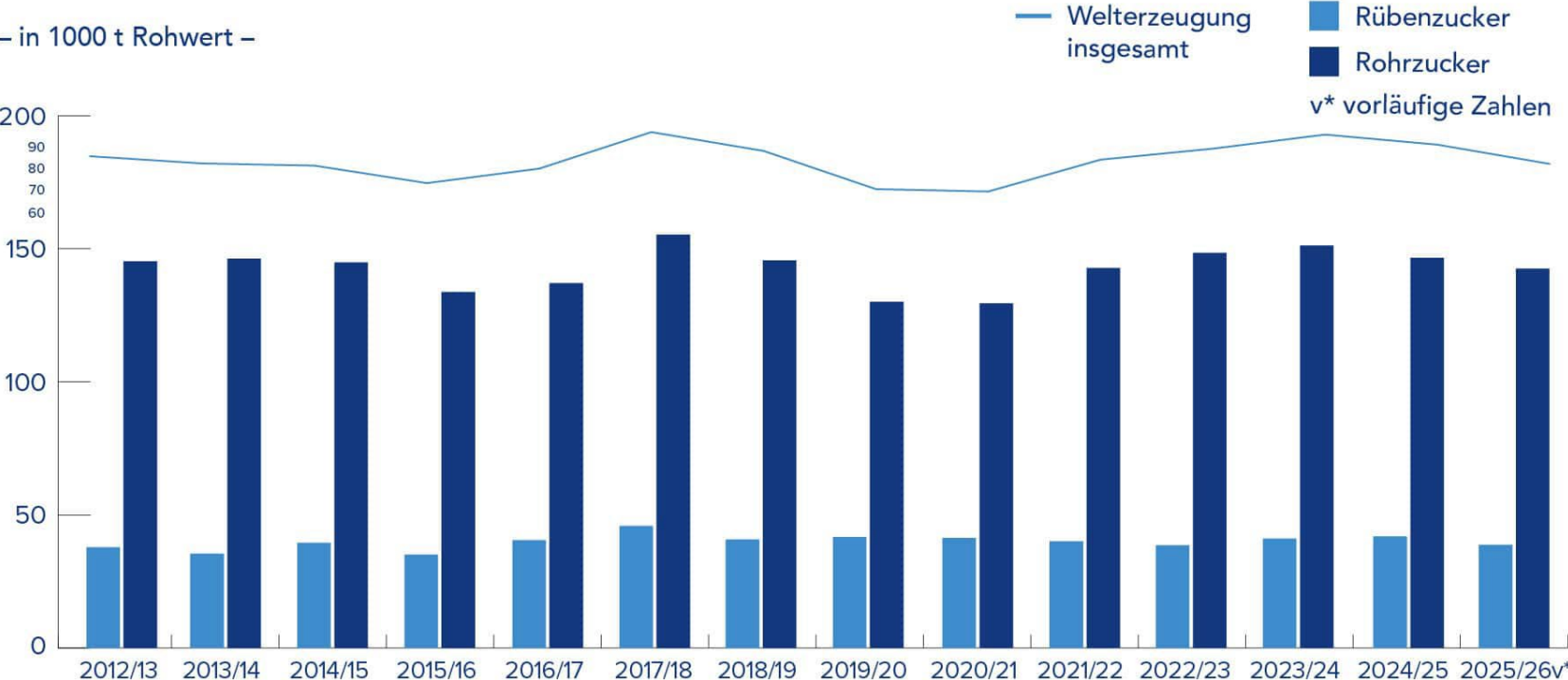
– in % –



* beinhaltet Alkoholherstellung, chemische und pharmazeutische Produkte

Quelle: www.zuckerverbaende.de/

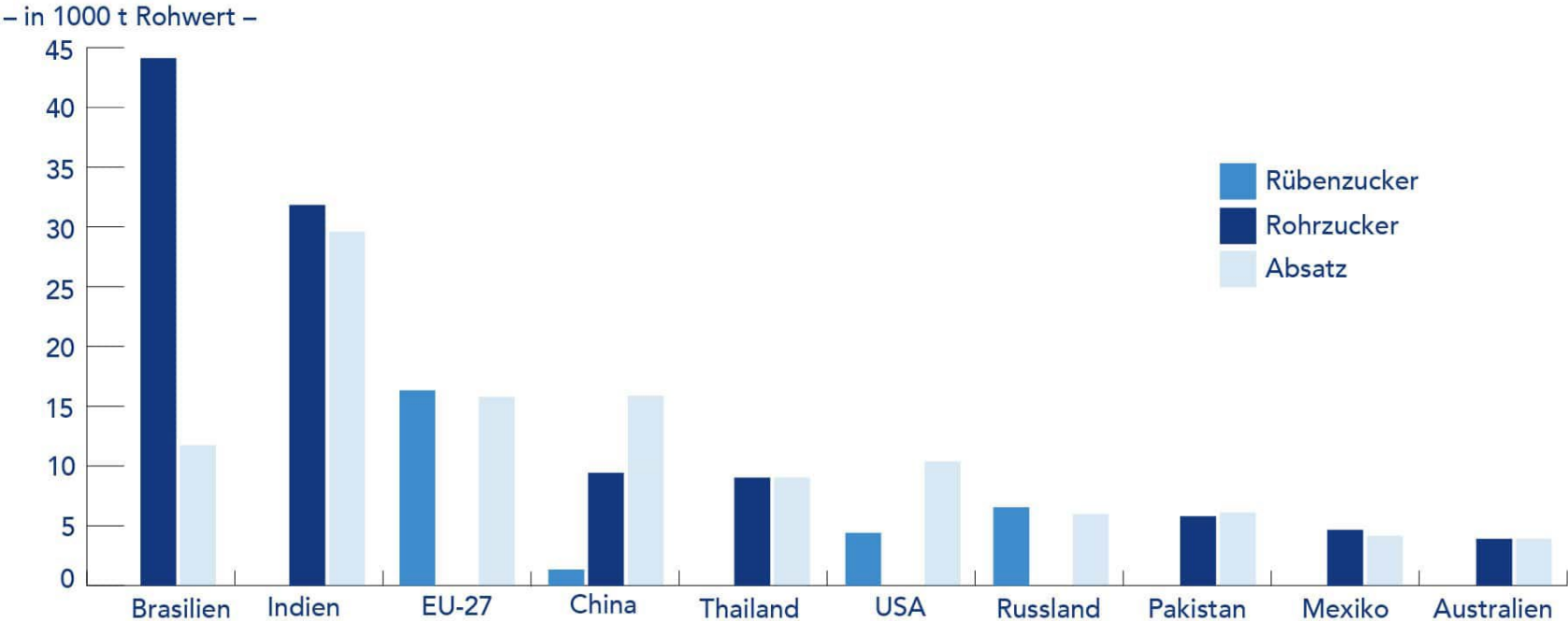
Entwicklung der Weltzuckererzeugung insgesamt im Vergleich zur Rohr- und Rübenzuckererzeugung



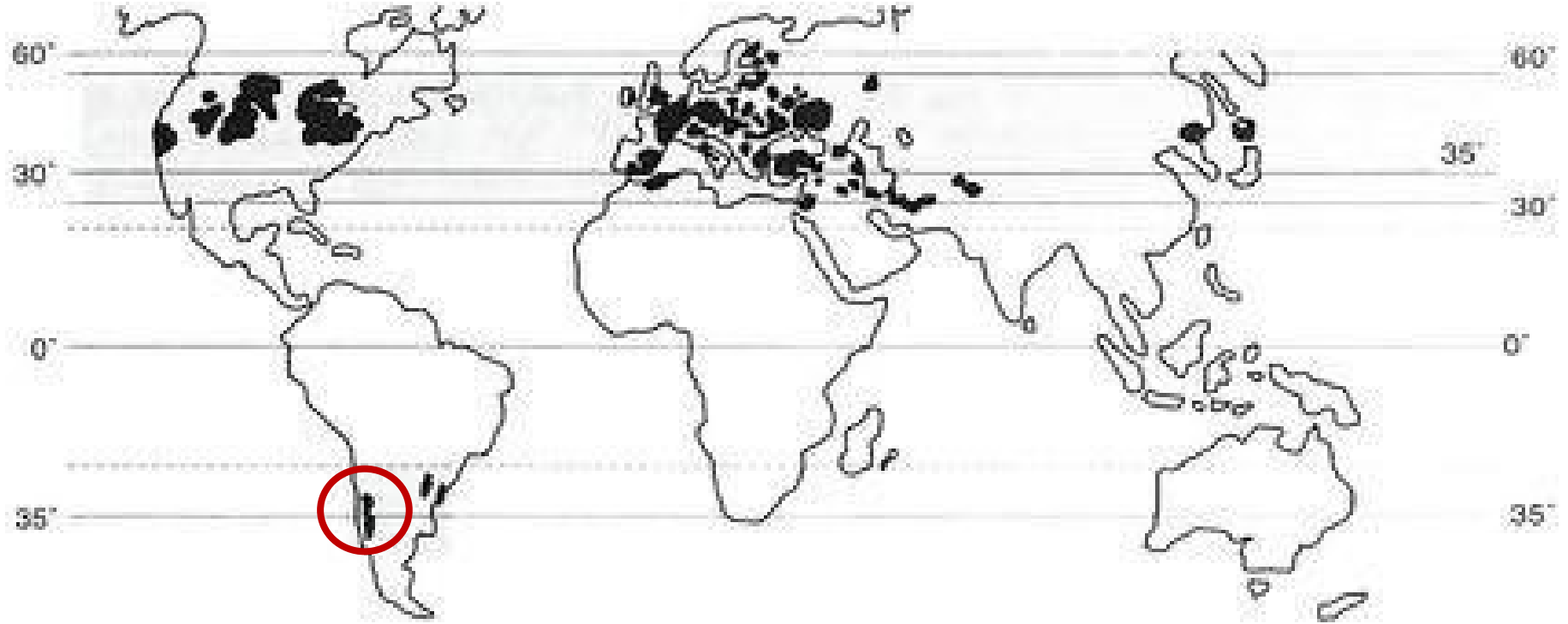
Quelle: www.zuckerverbaende.de/

Weltzuckererzeugung und -absatz 2025/26

Ranking der Länder – TOP 10

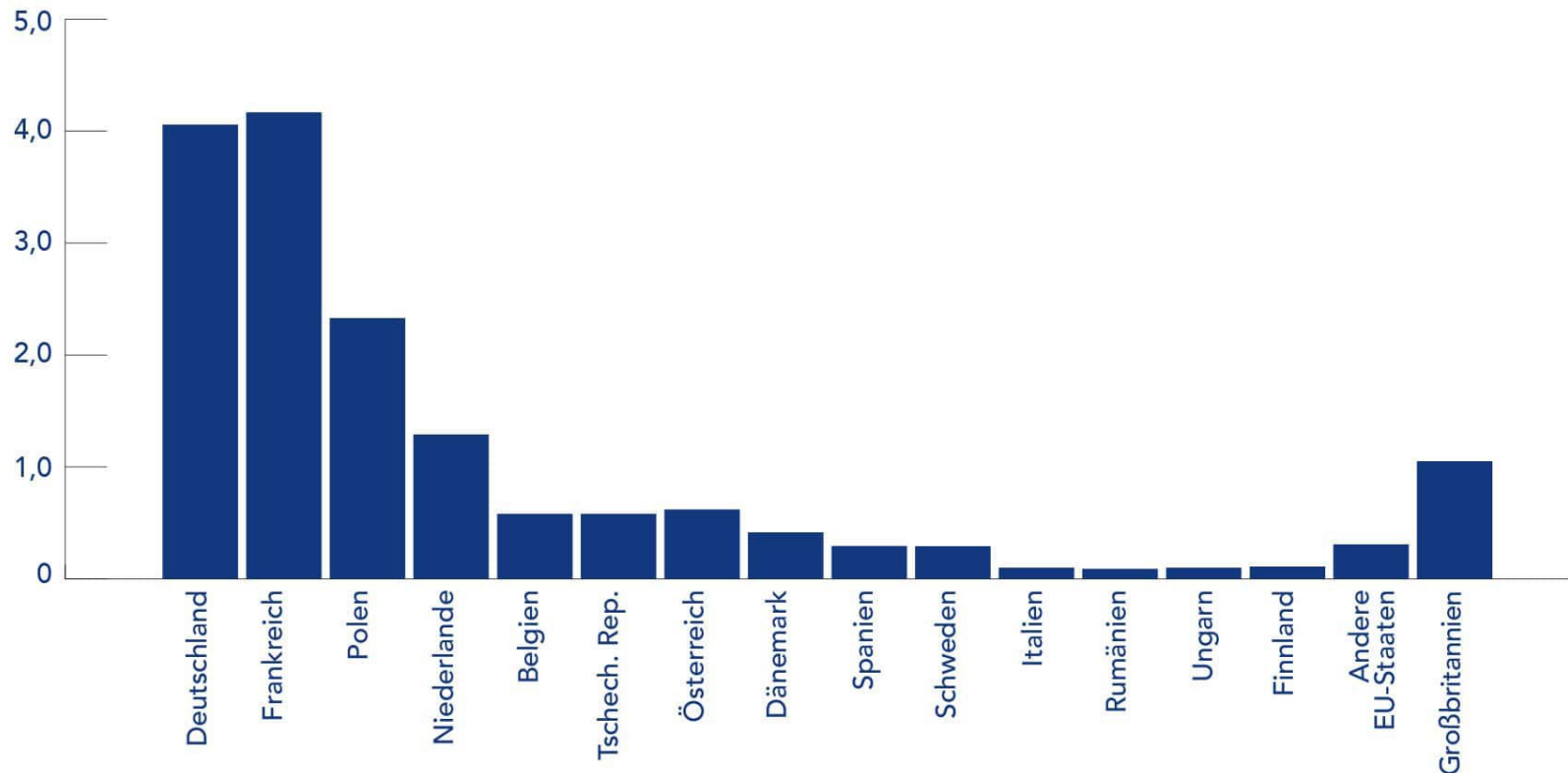


Anbauregionen - weltweit



Rübenzuckererzeugung in der Europäischen Union 2025/26

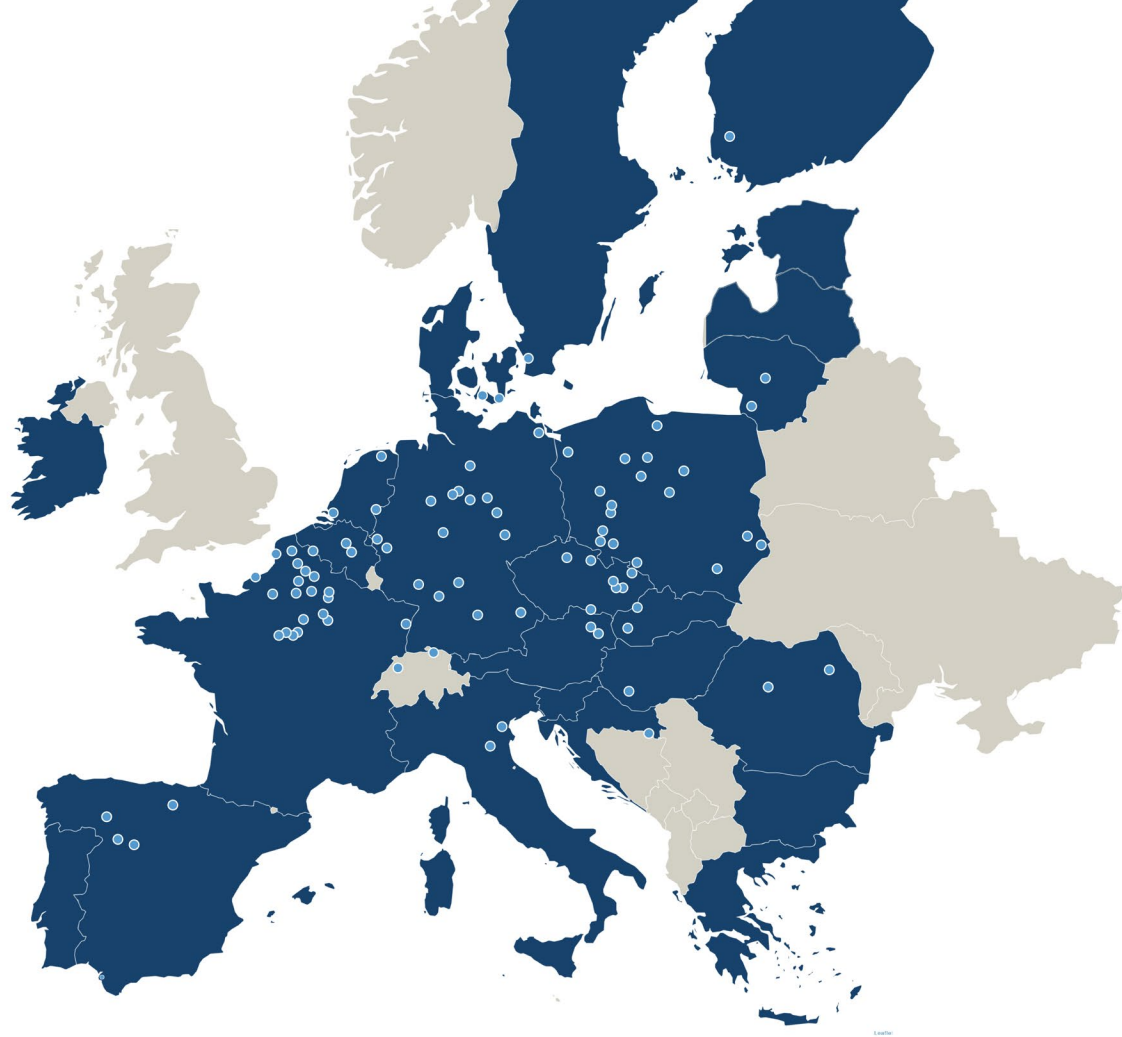
– in Mio t Ww –



Quelle: www.zuckerverbaende.de/

QUELLE: ISO WORLD SUGAR BALANCES, STAND FEBRUAR 2026





Standorte des Zuckerrübenanbaus und der Zuckerfabriken in Deutschland



CLA Clauen
NST Nordstemmen
SLA Schladen
UEL Uelzen
WZL Klein Wanzleben



Pfeifer & Langen

APP Appeldorn
EUS Euskirchen
JÜL Jülich
KÖN Könnern
LAG Lage



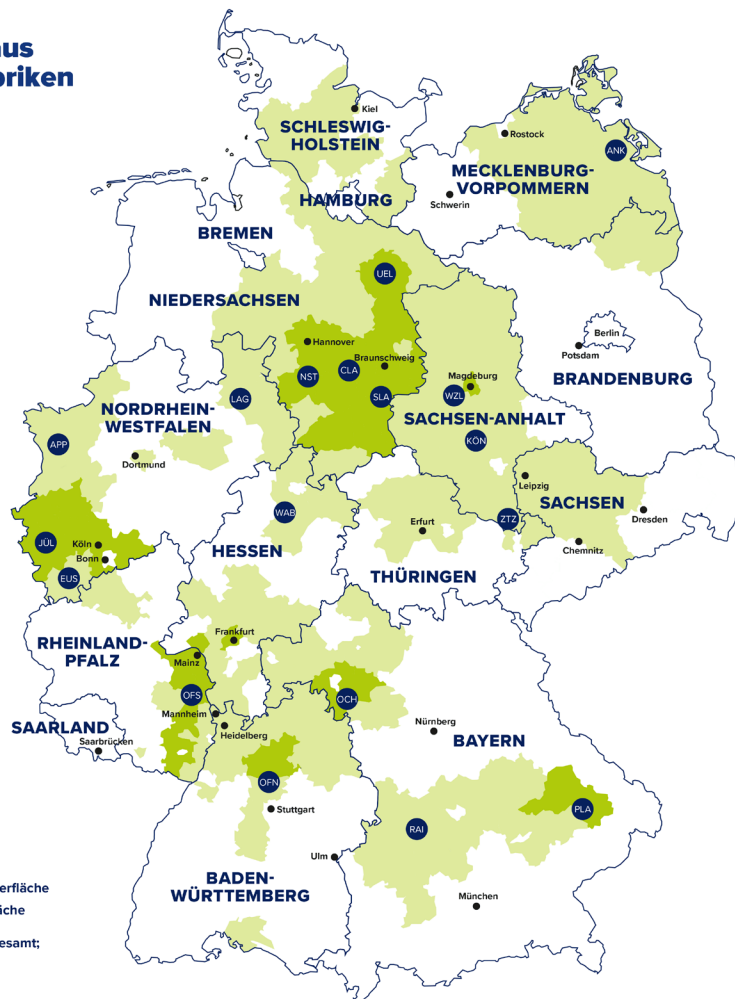
OCH Ochsenfurt
OFN Offenau
OFS Offstein
PLA Plattling
RAI Rain
WAB Wabern
ZTZ Zeitz



ANK Anklam

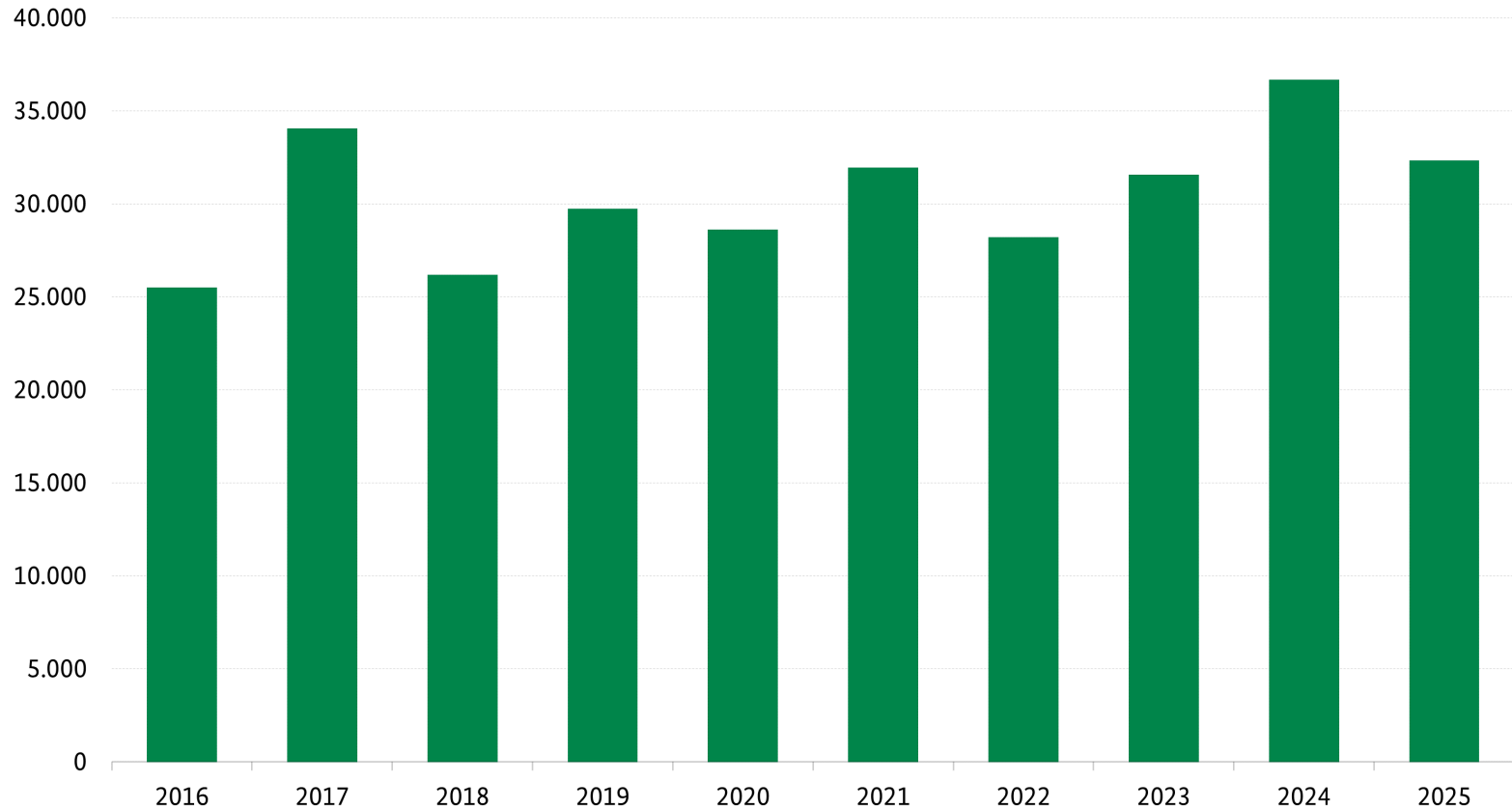
Rübenflächen $\geq 2 < 10$ % der Ackerfläche
 Rübenflächen ≥ 10 % der Ackerfläche

Quelle: BLE & Statistisches Bundesamt;
Landwirtschaftszählung 2020



Erntemenge von Zuckerrüben in Deutschland

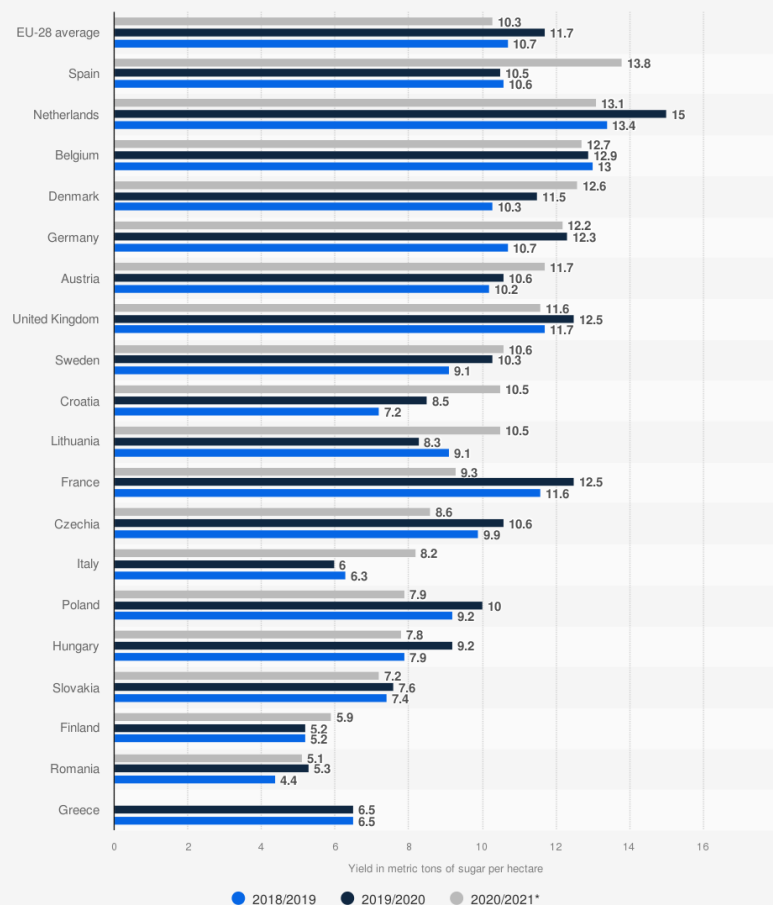
In 1.000 Tonnen



Quelle: BMEL-Statistik

Quelle: Statistisches Bundesamt: Genesis-Online 41241-0005 (Stand: 2.2.2026).

Average yield of sugar from beets in selected European countries in 2018/2019 and 2020/2021 (in metric tons of sugar per hectare)*



Source
European Commission
© Statista 2025

Additional Information:
Europe; European Commission; 2018/2019 to 2020/2021*

Herkunft der Beta-Rübe

- Ursprungs-Region:
 - zwischen Kaspischem Meer und dem Kaukasus
 - Küstenregionen des Schwarzen Meers

Herkunft der Beta-Rübe

- Genetische Herkunft
 - primitive Blattrüben und Formen mit verdickter Wurzel
 - diese werden ab dem 16. & 17 Jahrhundert „züchterisch“ bearbeitet und es entsteht der Northwest-Europäische sekundäre Genpool - dieser beinhaltet
 - Blattrüben wie Mangold
 - Wurzelrüben
 - Runkelrüben (ab dem 18. Jhd.) z.B. Futterrüben
 - Speiserüben (ab dem 19. Jhd.) z.B. Rote Beete
 - Zuckerrübe (ab dem 18. Jhd.)
 - Andreas Sigismund Marggraf (Feststellung, dass die Süße aus manchen Pflanzen auf Zucker zurückgeht.
 - Massenauslese aus der weißen schlesischen Futterrübe (Franz Carl Achard)

Anfänge der Zuckerproduktion

- Andreas Sigismund Marggraf:
 - Feststellung, dass die Süße aus manchen Pflanzen auf Zucker zurückgeht.
- Franz Carl Achard:
 - Entwicklung der ersten „Rübenzuckerfabrik“ mit 250t Rüben á 4% Zucker im Jahr 1801

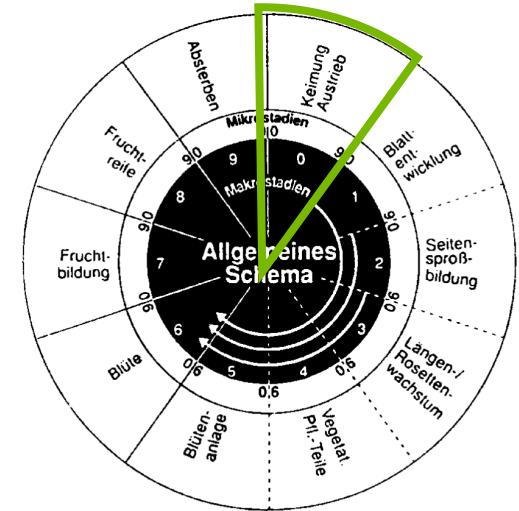
Biologie/Morphologie - Beta vulgaris

- Gattung Beta - Gänsefußgewächse (Chenopodiaceae)
- zweijährige, fremdbefruchtende Pflanze
 - Erstes Jahr Blattrosette + Rübenkörper → technologische Reife EC 49
 - Zweites Jahr Samenträger

BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Beta-Rüben

Makrostadium 0: Keimung

- 00 Trockener Samen
- 01 Quellung: Beginn der Wasseraufnahme des Samens
- 03 Ende der Samenquellung: Samenschale geöffnet;
ggf. Pille geplatzt
- 05 Keimwurzel aus dem Samen bzw. der Pille ausgetreten
- 07 Keimspross aus dem Samen bzw. der Pille ausgetreten
- 09 Auflaufen: Keimspross durchbricht Bodenoberfläche

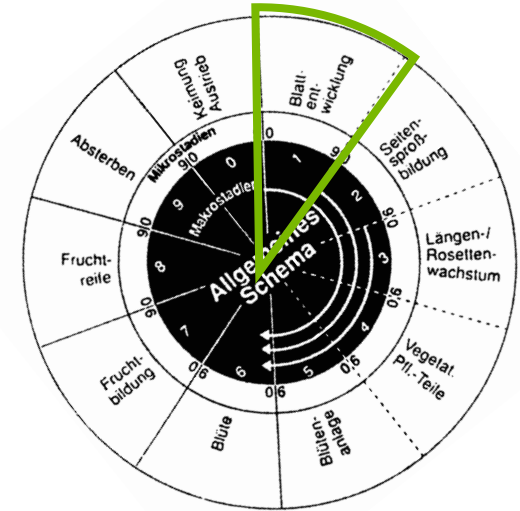


BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Beta-Rüben

Makrostadium 1: Blattentwicklung (Jugendentwicklung)

10 Keimblattstadium: Keimblätter waagrecht entfaltet;

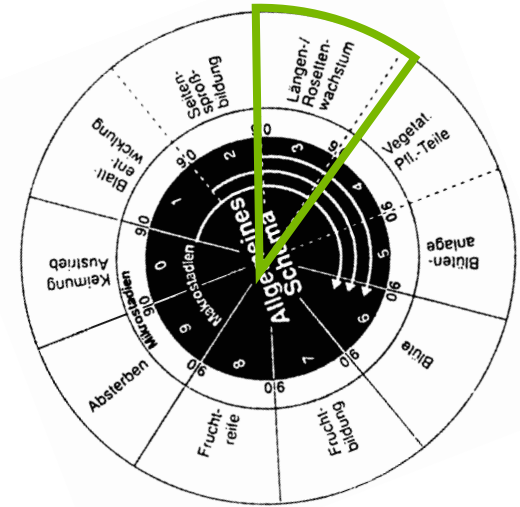
- 1. Laubblatt stecknadelkopfgross
- 11 1. Laubblatt deutlich sichtbar, erbsengross
- 12 2 Laubblätter (1. Blattpaar) entfaltet
- 14 4 Laubblätter (2. Blattpaar) entfaltet
- 15 5 Laubblätter entfaltet
-
- 19 9 und mehr Laubblätter entfaltet



BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Beta-Rüben

Makrostadium 3: Rosettenwachstum (Schliessen des Bestandes)

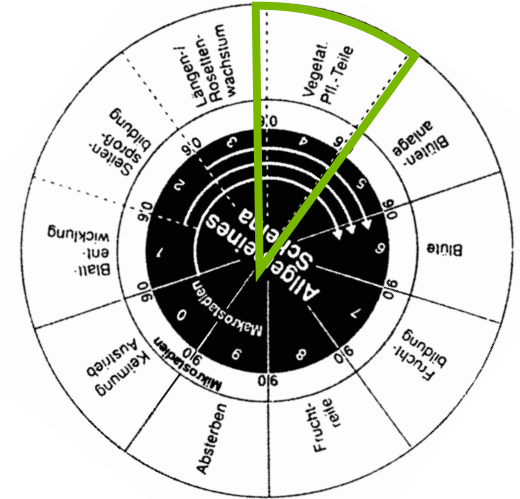
- 31 Beginn Bestandesschluss: 10% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
- 32 20% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
- 33 30% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich
-
- 39 Bestandesschluss: über 90% der Pflanzen benachbarter Reihen berühren sich



BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien der Beta-Rüben

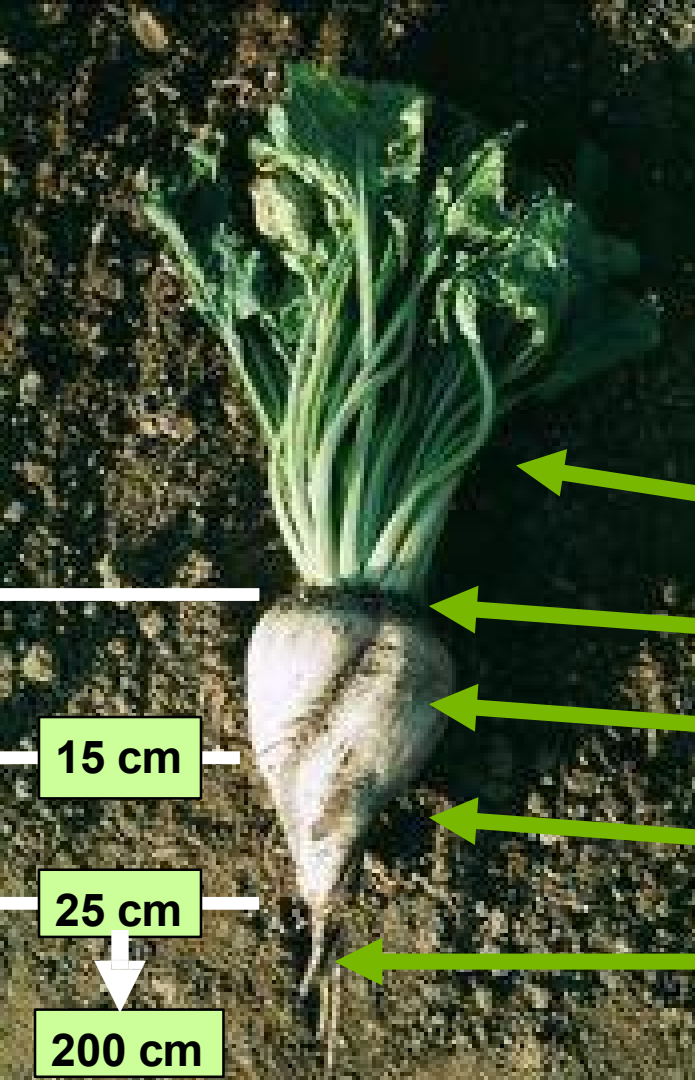
Makrostadium 4: Entwicklung vegetativer Pflanzenteile – Rübenkörper

49 Rübenkörper hat erntefähige Grösse erreicht



Morphologie des Rübenkörpers

Wasserbedarf:
50 l je Rübe



Blattapparat

Rübenkopf = Epikotyl

Rübenkörper = Hypokotyl

Faserwurzel = Nährstoffaufnahme

Pfahlwurzel = Wasseraufnahme



Morphologie des Rübenkörpers

Blatt:

Optimal: $0,5 \text{ m}^2$ Blattfläche/Rübe

= 300 g Frischmasse

= 40 g Trockenmasse

= 20-30 Blätter/Rübe

Rübenkörper

800 - 1200 g Frischmasse

200 - 300 g Trockenmasse

160 - 240 g Zucker

650 - 1000 cm^3 Volumen

Einflussfaktoren auf den Rübenenertrag

- Zeitraum Feldaufgang bis Reihenschluss entscheidend
- schneller Feldaufgang
- Strahlung + Temperatur ab Feldaufgang
- Temperatursumme Feldaufgang - Ernte
- ausreichende Wasserversorgung im Spätsommer/Herbst

Einflussfaktoren auf den Zuckergehalt

- Strahlung August - Oktober
- Blattlebensdauer der produktivsten Blätter
- geringe Blattneubildung im September/Oktober
- starker Einfluss der Blattgesundheit
- hohe Borversorgung

Zuckerrüben in der Fruchtfolge

Zuckerertrag

5-jähriger Anbau	13,8 t/ha = 100 %
4-jähriger Anbau	13,1 t/ha = 94 %
3-jähriger Anbau	12,2 t/ha = 88 %
2-jähriger Anbau	8,8 t/ha = 63 %

Erträge fallen in Trockenjahren stärker ab!

Ursachen für Ertragsrückgang

- Nematoden
- Rhizoctonia (in Mais-, Kartoffelfruchtfolgen)
- Bakterien im Boden
- Bodenverdichtungen durch Rübenernte
- abfallende Nährstoffversorgung (Kalium)

Rhizoctonia-Augenfleck



Rhizoctonia solani – Boniturschema Buddemeyer



Foto: Buddemeyer, IFZ 2002

Rhi

28



5357199

Rhizoctonia - Rübenfäule



Rhizoctonia - Rübenfäule



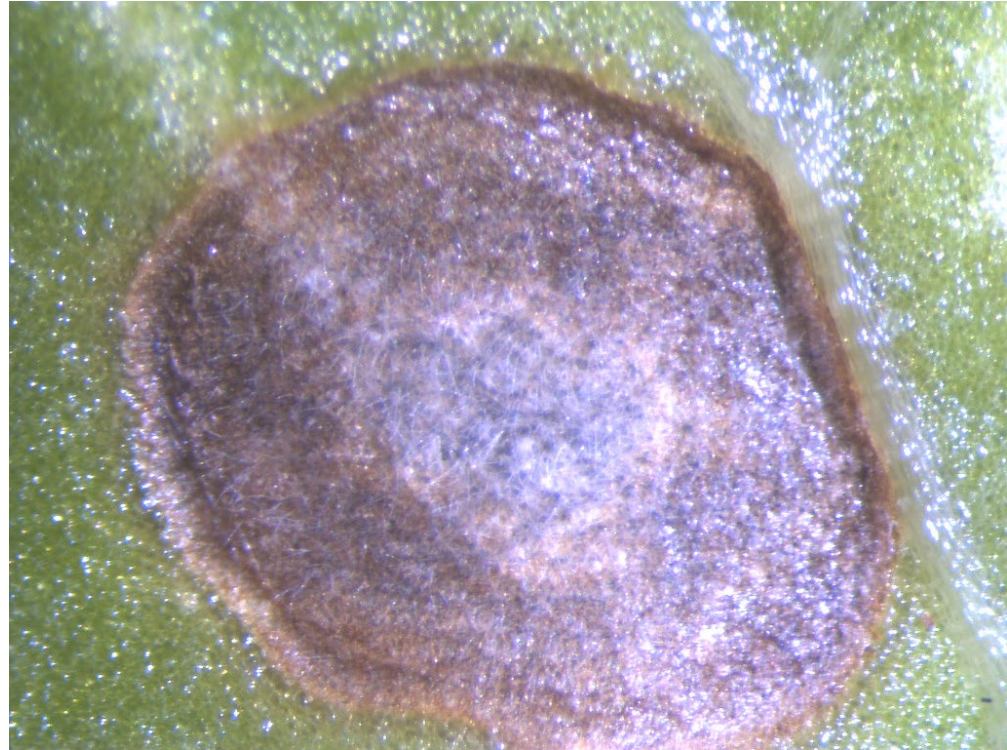
Blattfleckenkrankheit an Zuckerrüben

- *Cercospora beticola*
- Auf älteren Blättern kleine, runde nekrotische Flecken, die scharf abgegrenzt sind



Blattfleckenkrankheit an Zuckerrüben

- *Cercospora beticola*
- Auf älteren Blättern kleine, runde nekrotische Flecken, die scharf abgegrenzt sind



Blattfleckkrankheit an Zuckerrüben

Bekämpfung

- Resistente Sorten wählen
- Pflanzenrückstände einarbeiten
- Fungizidbehandlung ABER Achtung: Resistenzentwicklung des Erregers gegenüber bestimmten Fungiziden.

Echter Mehltau – *Erysiphe betae*

ederolf



Rübenmotte



Rübenmotte



Sekundäre Fäulnis an der Rübe verhindert das neue austreiben von Blättern und kann so zum Totalausfall der geschädigten Rübe führen.

Bodenbürtige Wurzelkrankheiten

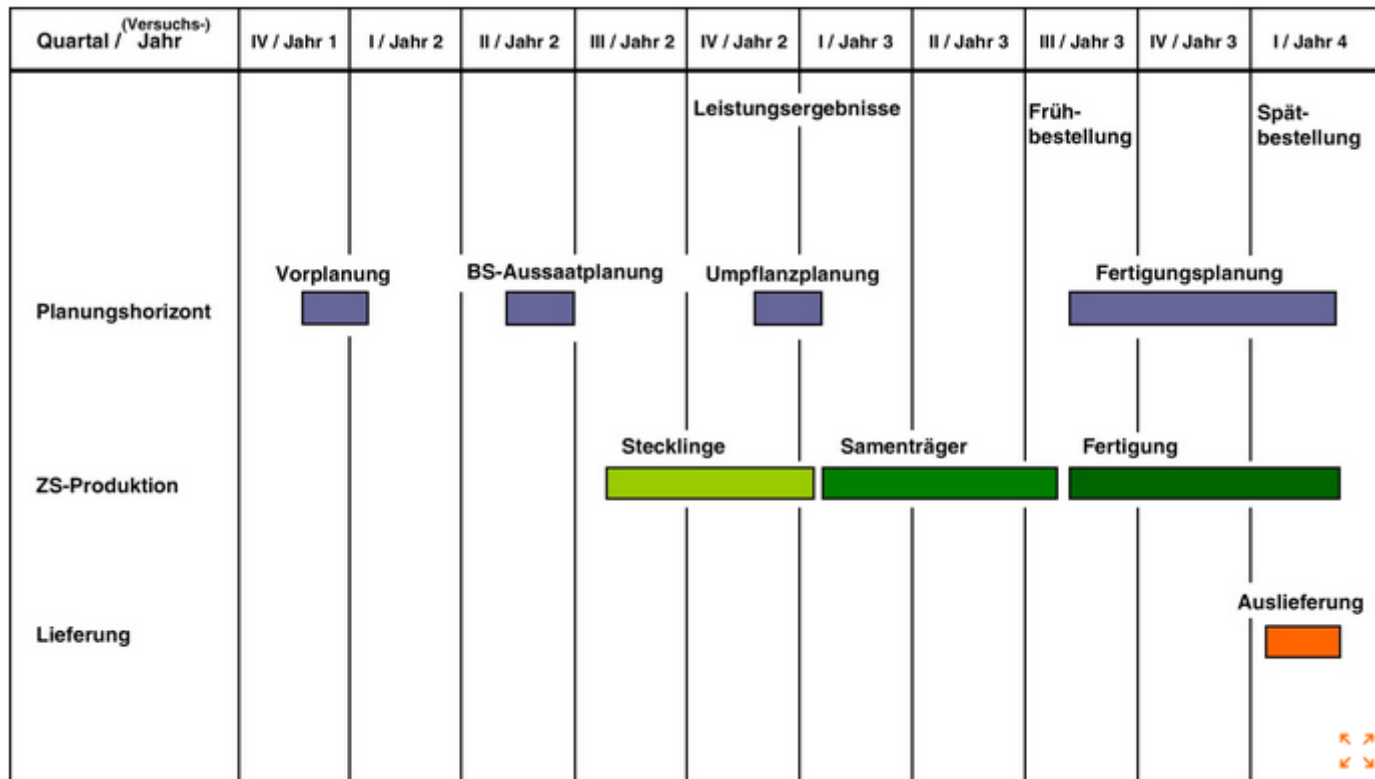
Maßnahme	Rizomania	Rhizoctonia	Gürtelschorf	Macrophomina
Übertragung	Polymyxa betae	Rh. solani	Aphanomyces c.	M. phaseolina
Fruchtfolge	(+)	+++	++	+
Sorte	+++++	+++	+	?
Boden- bearbeitung	-	+	++	?
Sanierung	-	-	Kalk	Kalzium, Kali
Kalkstickstoff	-	+	+	++
Fungizidbeizung	?	? [Sedaxane?]	-	? [Sedaxane]
Fungizid- spritzung	-	-	?	-

Vermeidung von Fruchtfolgeschäden in Zuckerrübenfruchtfolgen

- längere Anbaupausen (4-jährig)
- keine nichtresistenten Kreuzblütler in der Fruchtfolge
- Verunkrautung mit Chenopodiaceae vermeiden
- Anbau nematodenresistenter Zwischenfrüchte
- Rhizoctonia durch Mais und Kartoffel in der Fruchtfolge
- Sortenwahl:
 - nematodenresistente Sorten
 - rhizoctoniaresistente Sorten

Zuckerrüben Saatgutvermehrung



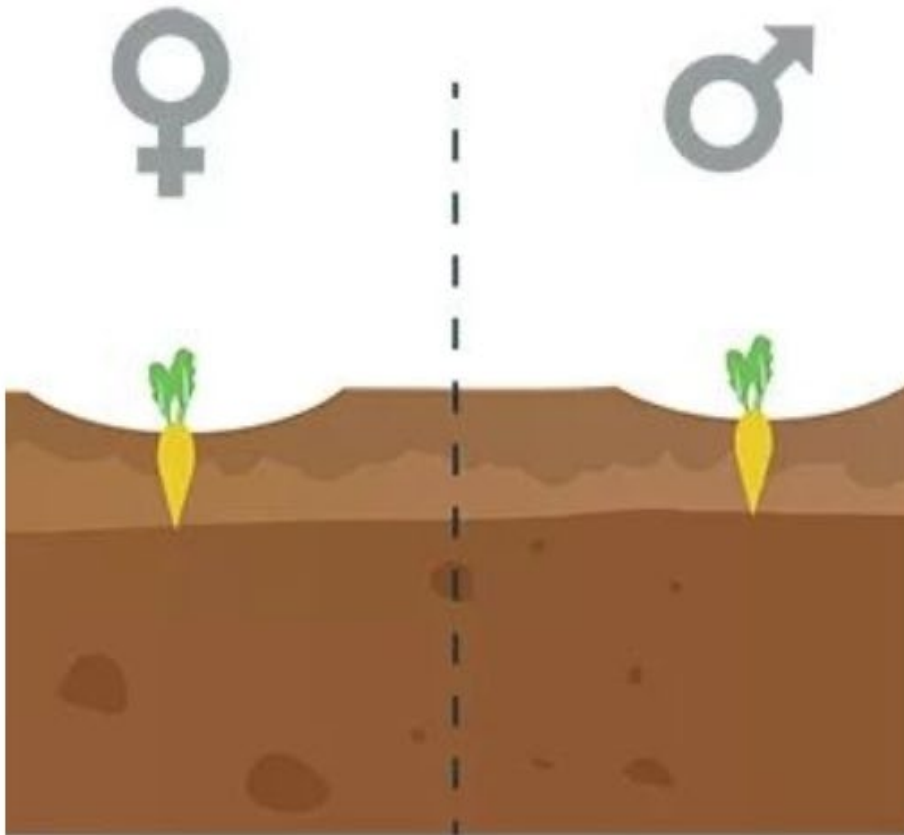


Produktionsplanung für Zuckerrübensaatgut

Quelle: KWS

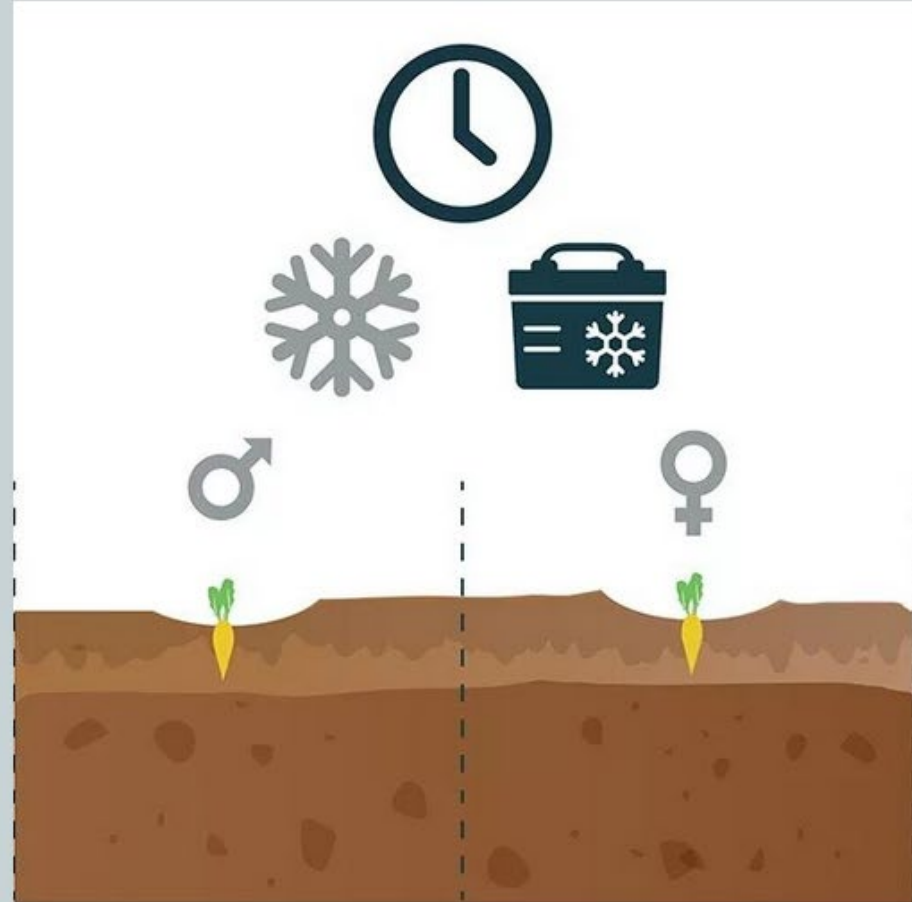
Schritt 1: Stecklinge

Zu Beginn wird das Saatgut im August in sandige Böden gepflanzt. Nach einigen Monaten des Wachstums wird diese kleine Wurzel als **Steckling** bezeichnet.



Schritt 2: Vernalisation

Zuckerrüben sind zweijährig, d. h. sie benötigen zwei Jahreszeiten, um ihren Lebenszyklus abzuschließen und Samen zu produzieren. Um die Blüte auszulösen, benötigt die Pflanze eine Kälteperiode, die als **Vernalisation** bezeichnet wird.

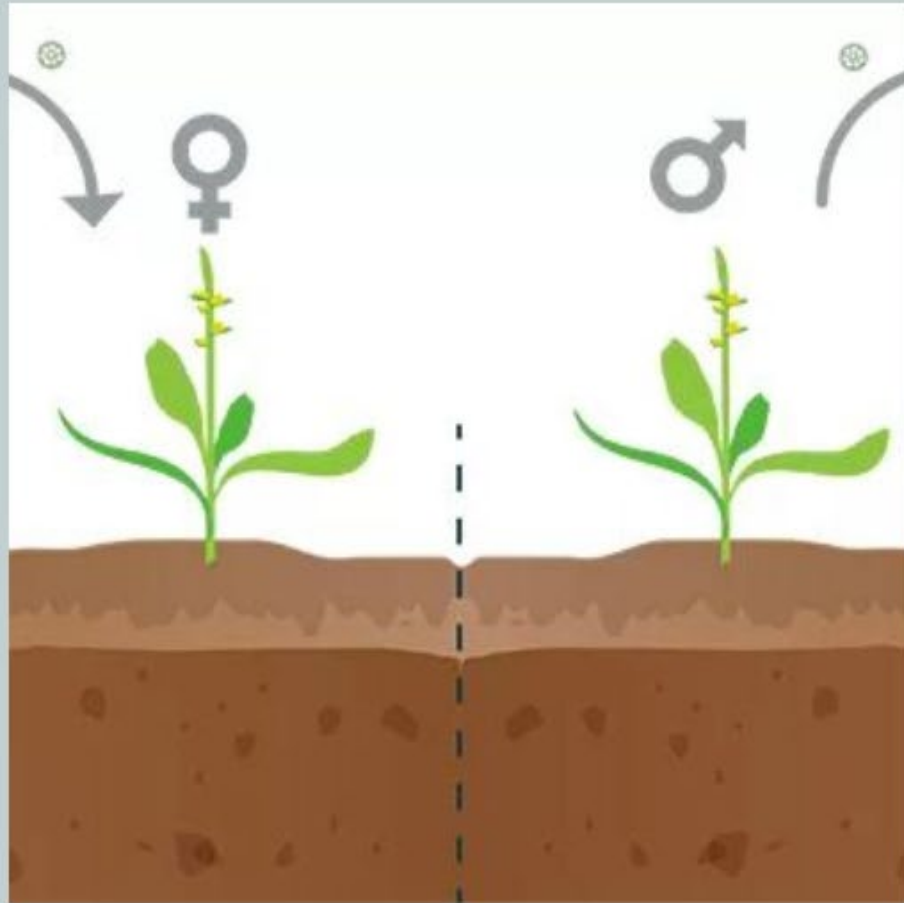


Schritt 3: Auswahl

Nach der Vernalisation werden die Stecklinge von Hand in Saatgutvermehrungsfelder verpflanzt, wo die ausgewählten **männlichen und weiblichen Pflanzen zur Erzeugung von Hybriden kombiniert werden**. Unsere Saatgutvermehrungsfelder befinden sich hauptsächlich in

- Südfrankreich,
- Norditalien,
- Türkei,
- Ukraine,
- Russland und
- den USA.

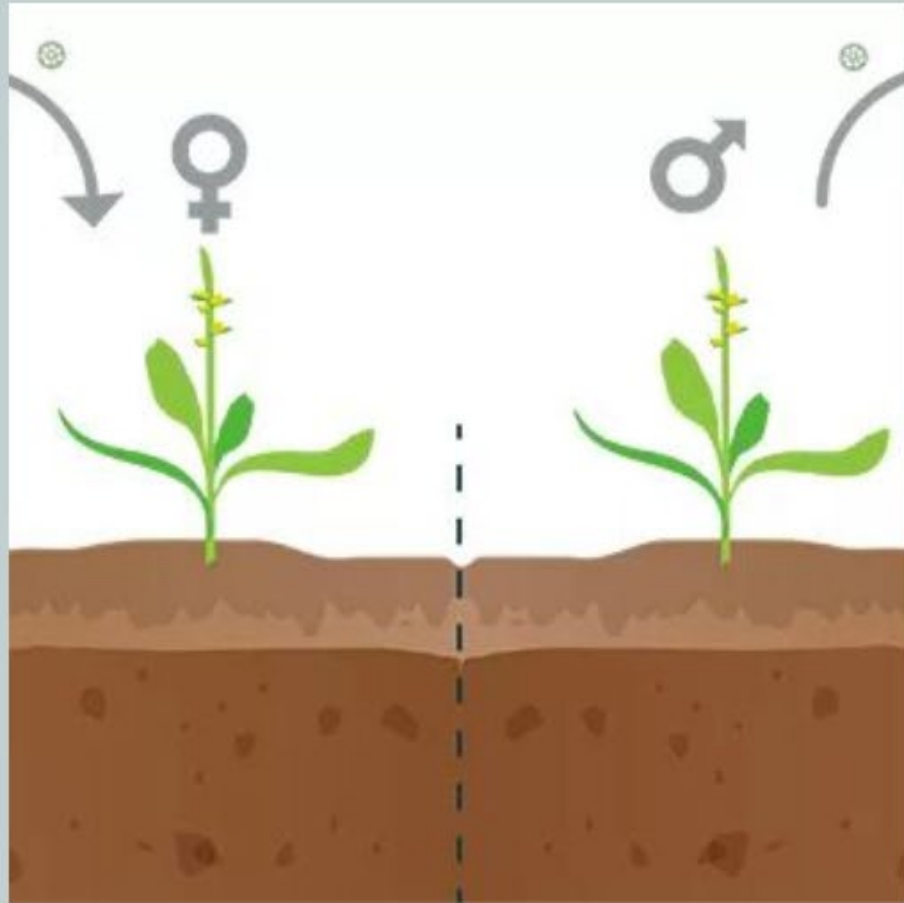
Schritt 4: Bestäubung



Die Schwierigkeit der Samenproduktion liegt in der **Blütezeit der männlichen und weiblichen Pflanzen**. Früh blühende Linien werden beschnitten, damit sie gleichzeitig blühen und die männlichen Pflanzen die weiblichen bestäuben.

Die Felder werden hinsichtlich **Fruchtbarkeit, Bewässerung und Schädlingsbekämpfung** genau überwacht.

Schritt 4: Bestäubung

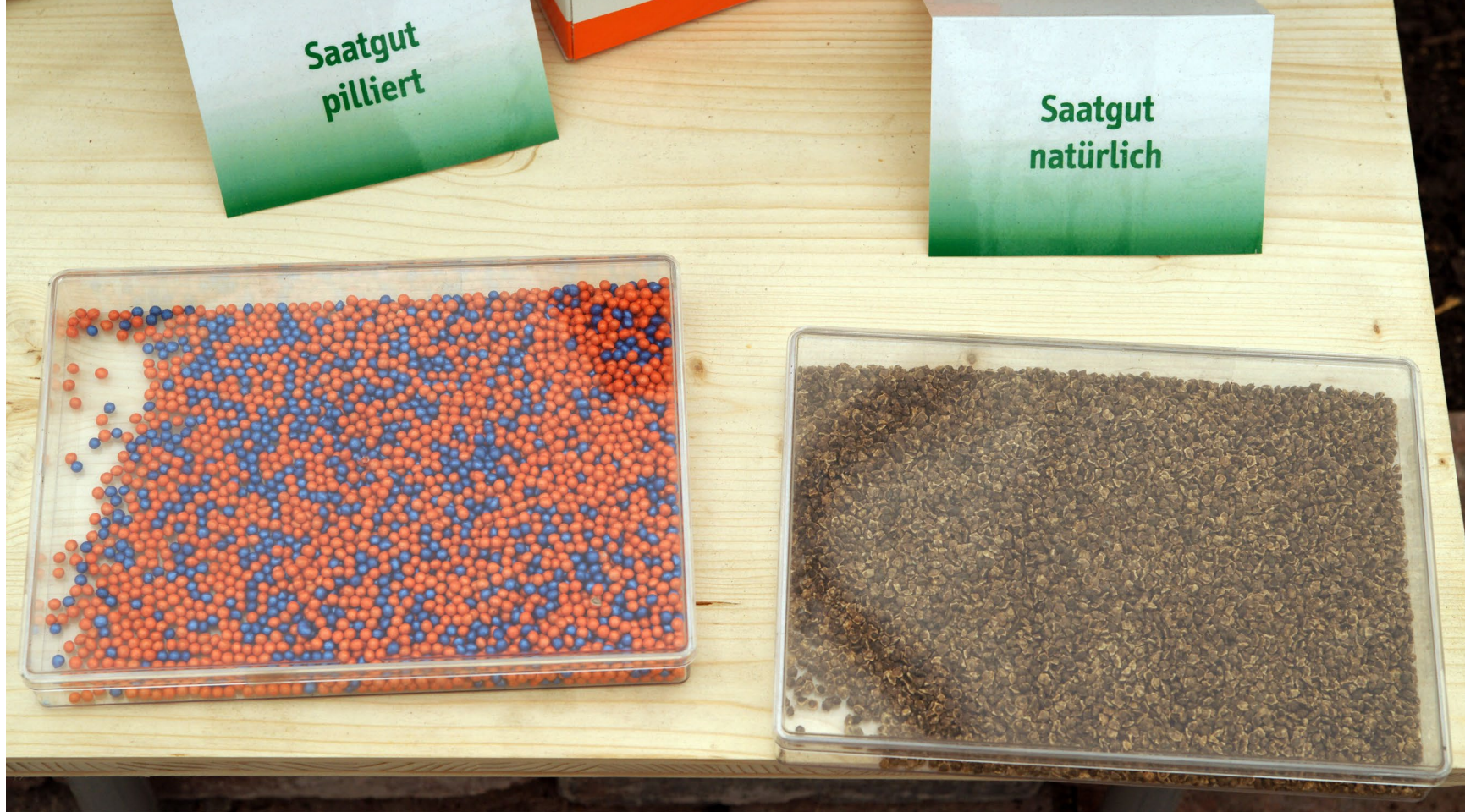


Die Schwierigkeit der Samenproduktion liegt in der **Blütezeit der männlichen und weiblichen Pflanzen**. Früh blühende Linien werden beschnitten, damit sie gleichzeitig blühen und die männlichen Pflanzen die weiblichen bestäuben.

Die Felder werden hinsichtlich **Fruchtbarkeit, Bewässerung und Schädlingsbekämpfung** genau überwacht.

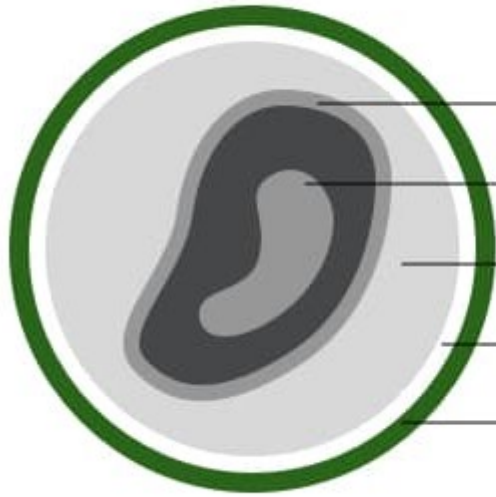


Video



Von Sandstein - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15385914>

Pillierung



Fungizidschicht gegen samenbürtige Pilze

Embryo mit Perikarp

Pillenhüllmasse

Fungizid- und Insektizidschicht

Schutzschicht mit Farbe

Aussaat

Vorbereitung:

- Vorfrucht – i.d.R. Wintergetreide
- Zwischenfrucht:
 - Nematodenresistent?
- Grundbodenbearbeitung i.d.R. im Winter / zur Zwischenfrucht
- Im Frühjahr **nur** flache Saatbettbereitung:
 - Schnelle Erwärmung und gleichmäßiger Feldaufgang
 - Schonung Bodenwasser
 - Reduzierte Mineralisierung
 - Mulch

Grundvoraussetzungen für die Aussaat

- Boden nicht durch zu viel Bearbeitung austrocknen lassen: Rüben müssen auch **ohne Regen** nach der Saat auflaufen können
 - Verschlämmungsrisiko begrenzen
 - Kalium schon im Sommer düngen
 - Oberfläche nicht zu fein bearbeiten
 - organische Rückstände an der Oberfläche belassen
 - Saatbeet rückverfestigen
- ausgefrorene Böden vor der Saat Struktur geben (rückverfestigen)
- Saatgut in den feuchten Boden legen -> Anschluss an Kapillarität sicherstellen
- scharfe Schare und Druckrollen
- langsam drillen

Porenvolumen im Oberboden ausreichend?



Porenvolumen nicht ausreichend!



Bild: G.Hogrefe N.U. Agrar GmbH

Gleichmäßige Ablage



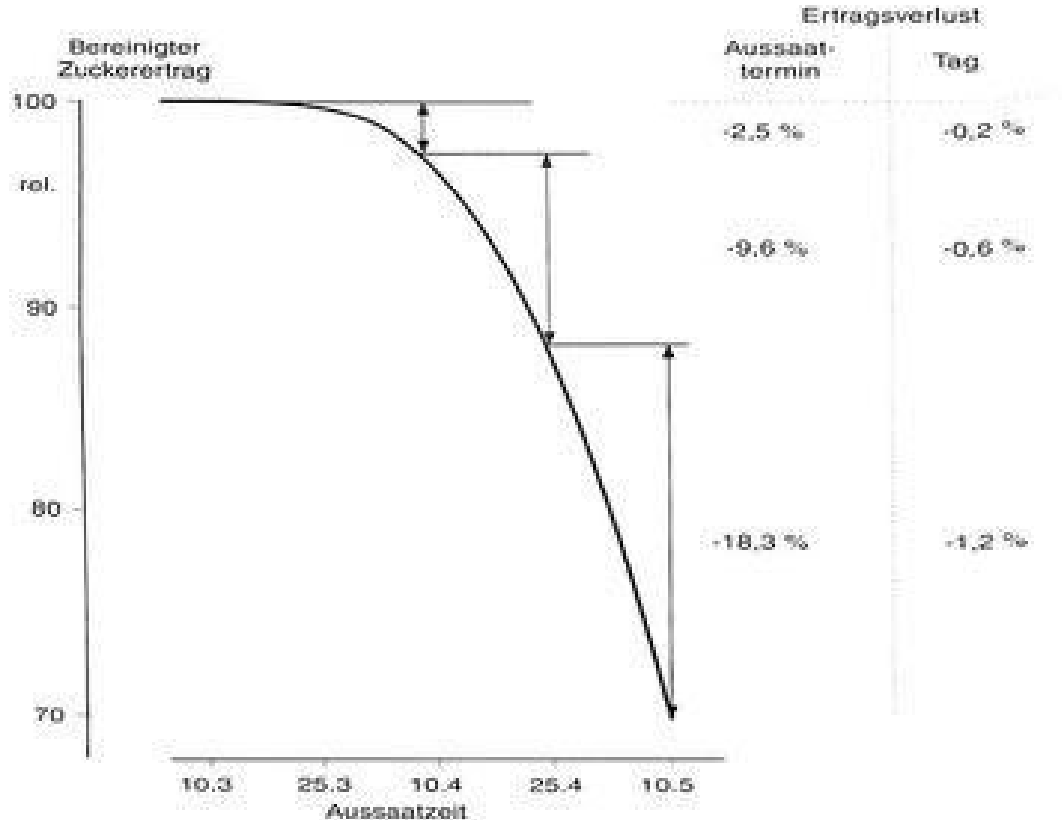
Bild: FKornis N.U. Agrar GmbH

Gleichmäßige Ablage



Bild: Ekornis N.U. Agrar GmbH

Einfluss des Aussaattermins auf den Ertrag und den Reihenschluss



Ahnsen 1980-1985, Mährländer 1991

Einfluss des Aussaattermins auf den Ertrag und den Reihenschluss

Jahr	Saatzeit	Reihenschluss	Tage bis Reihenschluss	Zuckerertrag t ha ⁻¹
2009	12.04.	08.06.	57	14,4
2008	29.04.	19.06.	51	13,1
2008	10.04.	21.06.	72	11,3
2006	04.05.	02.07.	50	10,8

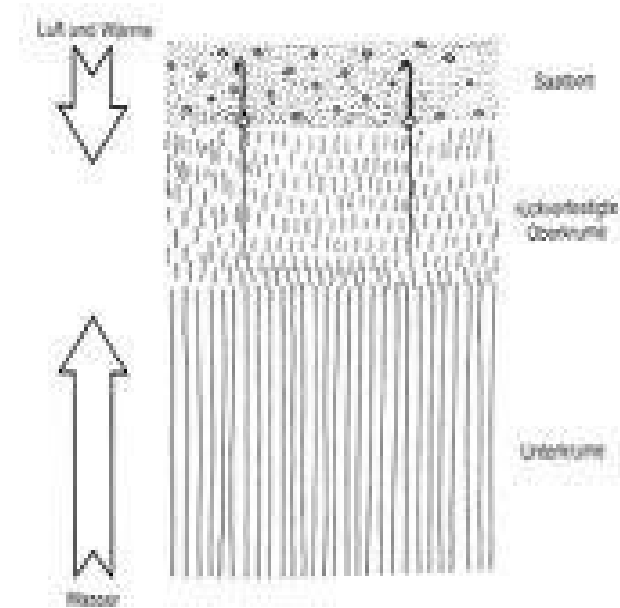
Monat	Anteil der Globalstrahlung eines Monats am Gesamtjahr
Mai	15 %
Juni	15 %
Juli	15 %
August	13 %
September	9 %
Oktober	5 %

1 Tag früherer Reihenschluss wirkt genau so wie eine 5 Tage spätere Ernte

W. U. Agrar

Keimung

- Keimung je nach Genetik zwischen (2 und) 8° C
 - optimale Keimtemperatur: 20 – 25 °C
 - Keimverzögerung ab: 30 °C
- Temperatursumme bis Feldaufgang 140° Tage - diese werden erreicht, wenn
 - Keimwasserbedarf 1,2 – 1,5-fache Menge des Pflanzengewichts
 - Sauerstoffversorgung
 - keine Verschlammungen vorhanden sind
- Rübensamen darf nicht im Wasser liegen
 - zu Beginn des Quellens des Samens wird der Samen durch die Basalpore mit Luft und Wasser versorgt
 - ist diese mit Wasser gefüllt, droht das Erstickn des Keimlings



Blattbildungsphase

- mit Beginn des Austriebs des ersten Laubblattpaars setzt das Dickenwachstum der Wurzel ein
- die Lichtintensität bestimmt die Geschwindigkeit der Blattbildung
 - höhere Wachstumsrate
 - schnellere Blattbildung
 - zeitiger Reihenschluss
- Temperaturen unter 17 °C begünstigen das Blattwachstum
- das intensive Dickenwachstum der Rübe setzt nach der Ausbildung der ersten 5-6 Blattpaare ein
- bis dahin hat die ca. 1 cm dicke Rübe aber schon 6 Kambium-Ringe angelegt

Kambium-Ringe



Bild: FKornis N.U. Agrar GmbH

Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Zuckerrübe

- hohe Temperaturen während des Feldaufgangs und der Jugendentwicklung
 - höhere Blattbildungsrate 1 Phylochron = 2 Blätter benötigen 140 – 160 ° Tage
 - schneller Reihenschluss 8 – 10 –Blattstadium 700 – 800 °C Tage
 - Anlage von mehr Kambium-Ringen
 - höhere Speicherkapazität für Zucker → besseres Rüben : Blatt – Verhältnis

Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Zuckerrübe

- hohe Temperaturen während der Hauptwachstums-Phase
 - Anstieg des Ethylen-Pegels
 - schnellere Blattalterung
 - gesteigertes Risiko gegenüber Trockenstress
 - Transpiration zur Kühlung der Blätter
- niedrige Temperaturen ($< 16\text{ }^{\circ}\text{C}$) in der Hauptwachstums-Phase
 - höherer Blattanteil
 - höhere Zuckerkonzentrationen in den Blättern
 - geringe Sink-Kapazität der Rübe

Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Zuckerrübe

- große Differenz der Tag- und Nachttemperaturen in der Hauptwachstums-Phase
 - höhere Netto-Assimilation
 - in kühlen Nächten ist die Respiration geringer
 - geringerer Energieverbrauch
 - höhere Zuckerkonzentration in der Rübe

Düngung

Stickstoffdüngung

- Stickstoff muss früh zur Verfügung stehen;
 - Nitrat-Mindestkonzentration 75 ppm
- hohe Stickstoffgaben verschlechtern Blatt/Rübe-Verhältnis
- späte Mineralisation verschlechtert die Qualität
- hohe Stickstoffgaben negativ für die Qualität der Rübe
- Stickstoff-Aufnahme aus unterem Krumenbereich

Stickstoffdüngung

- Stickstoffdünger früh einsetzen
- bevorzugt Ammonium- bzw. Amid-Dünger verwenden
- N-Düngung an der unteren Grenze halten, um nicht zu viel Blatt zu produzieren
- Düngung vor der Saat einarbeiten
- Kopfdüngung nur auf sandigen Böden + Wasser
- eventuell 15 bis 20 kg/ha N über das Blatt applizieren

N-Aufnahme (kg/ha N)	(Pflanzen je m² x 8) + (Ertrag (t/ha) x 1,5)
+ Rest-N (Wurzelraum)	abhängig von Bodenart und Bodenfeuchte (40 bis 80 kg/ha N)
N-Bedarf	Abhängig von Blattmasse und Ertragserwartung
N _{min} (0 – 60/90 cm)	zu Vegetationsbeginn gemessener Bodenvorrat im Wurzelraum
N _{mob}	N-Nachlieferung Boden + Vorfrucht in Abhängigkeit von Bodenstruktur
N _{mob} org. Düngung	abhängig von Termin der Ausbringung, im Frühjahr nur NH4
N - Düngungsbedarf	Für Blattbildung und Ausbildung des Rübenkörpers
minus NH ₄ aus org. Düngung	Ausbringung im Frühjahr vor der Saat
Mineralische N Düngung	N- Düngung vor der Saat einarbeiten Amid-Dünger

Faktor	Zu- und Abschläge
Basisertrag (650 dt/ha)	170 kg N/ha
Ertragsdifferenz (850 dt/ha) +100 dt/ha → +10 kg N/ha -100 dt/ha → -15 kg N/ha	+20 kg N/ha
N_{min}-Vorrat im Frühjahr (Bodenprobe/Durchschnittswerte)	-40 kg N/ha
N-Nachlieferung aus org. Düngung im Vorjahr (10 % von Gesamt-N) (60 kg N/ha aus Gärrest)	-6 kg N/ha
Humusgehalt (<4,0 %) (2,9 % Humus)	0 kg N/ha
Vorfruchtwert (Getreide)	0 kg N/ha
Zwischenfrucht (Leguminose, abgefroren)	-10 kg N/ha
N-Düngebedarf	134 kg N/ha

Quelle: [Nordzucker](#)

Nährstoffbedarf der Zuckerrübe P und K

Rübe – Rübenkörper

P_2O_5 1,0 kg/t Ertrag
 K_2O 2,5 kg/t Ertrag

Blatt – Blattmasse

P_2O_5 0,8 kg/t Ertrag
 K_2O 5,0 kg/t Ertrag

Rübe–Blatt – Verhältnis: 0,7

Beispiel

85 t/ha Ertrag → 60 t/ha Blattmasse

Rübe – 85 t/ha

P_2O_5 85 kg
 K_2O 210 kg

Blatt – 60 t/ha

P_2O_5 48 kg
 K_2O 300 kg

Herz- und Trockenfäule durch Bormangel



Borversorgung

- auf den meisten Rübenstandorten wird die Borverfügbarkeit stark eingeschränkt durch:
 - temporäre Trockenheit
 - hoher pH-Wert
- über den Boden appliziertes Bor wird festgelegt
 - Polyboratbildung
- Bor ist in der Pflanze nicht mobil

Bestandesdichte und Ertragspotential

<i>Ernte</i>	<i>bis 20.08.</i>	<i>bis 15.09.</i>	<i>bis 05.10.</i>	<i>später</i>
500 dt/ha	90.000	70.000	60.000	40.000
600 dt/ha	100.000	90.000	80.000	60.000
800 dt/ha	(130.000)	(120.000)	100.000	80.000
1.000 dt/ha			(120.000)	100.000

Bestandesdichte und Ertragspotential

- höhere Pflanzenzahl bei später Aussaat und/oder Frührodung
- Einzelrübe benötigt ausreichend Standraum:
 - 1 kg Rübe mit 17 cm Durchmesser benötigt 21 cm Abstand
 - 700 g Rübe mit 14 cm Durchmesser benötigt 18 cm Abstand

Blattfläche und Ertrag

BFI	3,5	5,0	7,0
Assimilation pro Tag bei 20 ° C (Ø-Temperatur)			
g/m ² Blattfläche	13	10,4	7,8
g/m ² Boden	39	52	55
kg/ha Trockensubstanz je Tag	390	520	550
Respirationsrate 16° C (nachts)	16 %	21 %	31 %
Nettoassimilation pro Tag kg/ha TS	328	411	380
Respirationsrate 13° C (nachts)	6 %	11 %	17 %
Nettoassimilation pro Tag kg/ha TS	367	463	456
Respirationsrate 16° C (nachts) und Trockenheit (unter 30% nFK)	86 %	95 %	105 %
Nettoassimilation pro Tag kg/ha TS	+ 35	+ 26	- 27

Verlängerung der Blattlebensdauer

- 9. bis 20. Blatt tragen die Hauptlast der Assimilation
- Blattdüngung mit: P, B, Mn
- Verhinderung von Krankheiten
- Blattneuaustrieb vermeiden

Vermeidung des Blattwechsels

- Neue Blätter werden aus den Reservestoffen (= Zucker) in der Rübe gebildet:
 - 4 neue Blätter kosten 12 g Zucker pro Rübe
 - Zuckergehalt sinkt von 18 % auf 16,8 %
 - α -Amino-Gehalt steigt um 4 mmol
- keine N-Düngung nach der Saat über den Boden (Trockenstandorte)
- N-Düngungsniveau so gering wie möglich halten
- K-Versorgung in der Wurzelzone (10-30 cm) sichern
- Nährstoffgehalte vor Trockenstress anheben: K, B, Mn

Technologische Qualität

- Zuckerfabrik - Rübenproben Inhaltsstoffe
- Zuckergehalt ZG (% auf Rübe)
- Kaliumgehalt K (mmol/100 g Rübe)
- Natriumgehalt Na (mmol/100 g Rübe)
- Alpha-Amino-N AmN (mmol/100 g Rübe)
- K, Na und AmN → Melassebildner

Was sagt die Qualitätsanalyse aus?

K mmol / 1000 g Rübe		
über	45	Luxuskonsum
über	40	K ausreichend für Qualität und Ertrag
über	37	Na über 3,5 = keine Ertragsminderung, aber weniger Zucker Na unter 3,5 = Ertragseinbußen → α -Amino steigt
unter	35	Ertrag und Zuckergehalt nehmen ab → α -Amino steigt

Was sagt die Qualitätsanalyse aus?

Na mmol / 1000 g Rübe	
Unter 3,5	erhöhte K-Gehalte, falls K verfügbar
4,5 – 5,5	geringe K-Verfügbarkeit, Na besser verfügbar
Über 6,5	Verdacht auf Nematoden (α -Amino niedrig, °S niedrig)
Über 8	Verdacht auf Rhizomania (α -Amino niedrig, °S niedrig) K normal

$$K : Na = 8-12 : 1 \quad (optimal)$$

Was sagt die Qualitätsanalyse aus?

α-Amino - Gehalte	
Unter 10	sehr geringer SMV, gute Ausreife + K ausreichend → hoher Zuckergehalt + Na extrem hoch → Nematoden, Rizomania
10 – 15	Zuckerertrag und -ausbeute optimal
Über 20	geringe Einstrahlung, niedrige Temperaturen K niedrig (unter 35 mmol) Wiederbefeuchtung des Boden Hitzestress Blattkrankheiten Blattneuaustrieb

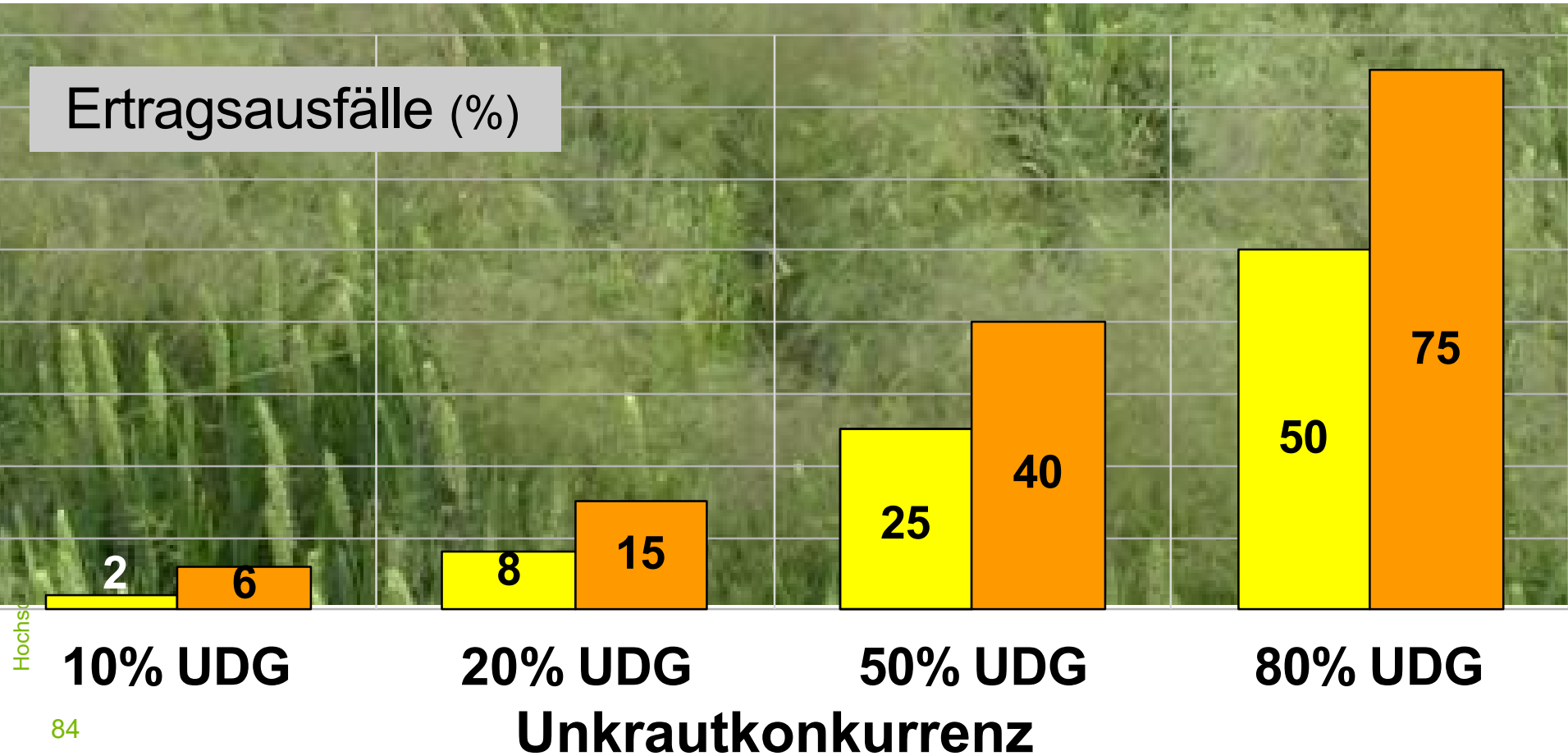
Warum wird das Ertragspotential nicht genutzt?

- Unzureichende Unkrautbekämpfung
- Unkräuter konkurrieren mit den Kulturpflanzen um:
 - Stand- und Wurzelraum
 - Licht
 - Wasser
 - Nährstoffe
 - und verstärken die Belastung mit Krankheiten und Schädlingen.
- dazu kommen:
 - Ernteerschweris und
 - negative Auswirkungen auf die Fruchtfolge

■ Getreide, Raps

■ Zuckerrüben, Mais, Sonnenblumen

Ertragsausfälle (%)



Herbizidstress

Verlust an aktiver Blattmasse

= verminderte Assimilation

erhöhte Respiration

= Atmungsverluste

Stoffwechselstörung

= Hemmung der Kohlenhydrat-
und Proteinsynthese

Auswirkung auf den Phytohormonhaushalt

= weniger Kambiumringe
durch Wachstumsstoffe

Erntezeitpunkt der Zuckerrübe

Vor Beginn der Zuckerrübenernte sollte eine Rodefolge festgelegt werden, hierbei gilt generell:

- „Schwächere“ Schläge zuerst roden, da der Ertragszuwachs bei „guten und gesunden“ Beständen deutlich höher ist
- Nutzung trockener Tage, da es unter feuchten Bedingungen zu Strukturschäden, höherem Erdanhang und mehr Rübenverletzungen durch eine höhere Reinigungsintensität kommen kann
- durch Breitreifen und/oder Reifendruckregelanlagen kann bei der Ernte der Boden geschont, der Fahrkomfort gesteigert und der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden (auch Rübenroder mit Gurtbandlaufwerken sind vielfach im Einsatz)
- Folgefrucht beachten

Rodetechnik bei Zuckerrüben

Um ein qualitativ hochwertiges und verlustarmes Roden zu erreichen, sollten Sie bei der Ernte die nachfolgenden Prüfkriterien beachten:

- Zu überprüfen sind:
 - Köpfmesser
 - Rodeschare
 - Tiefeneinstellung
 - Fahrgeschwindigkeit
 - Reinigungsintensität
- Außerdem sollte geprüft werden:
 - Bodenschonung: Breitreifen, Reifendruckregelanlagen oder Gurtbandlaufwerke
 - Fahrgeschwindigkeit zur Ernte anpassen, um Verluste durch Wurzelbruch zu verhindern
 - die größten Verluste treten durch zu tief geköpfte Rüben und Wurzelbruch auf

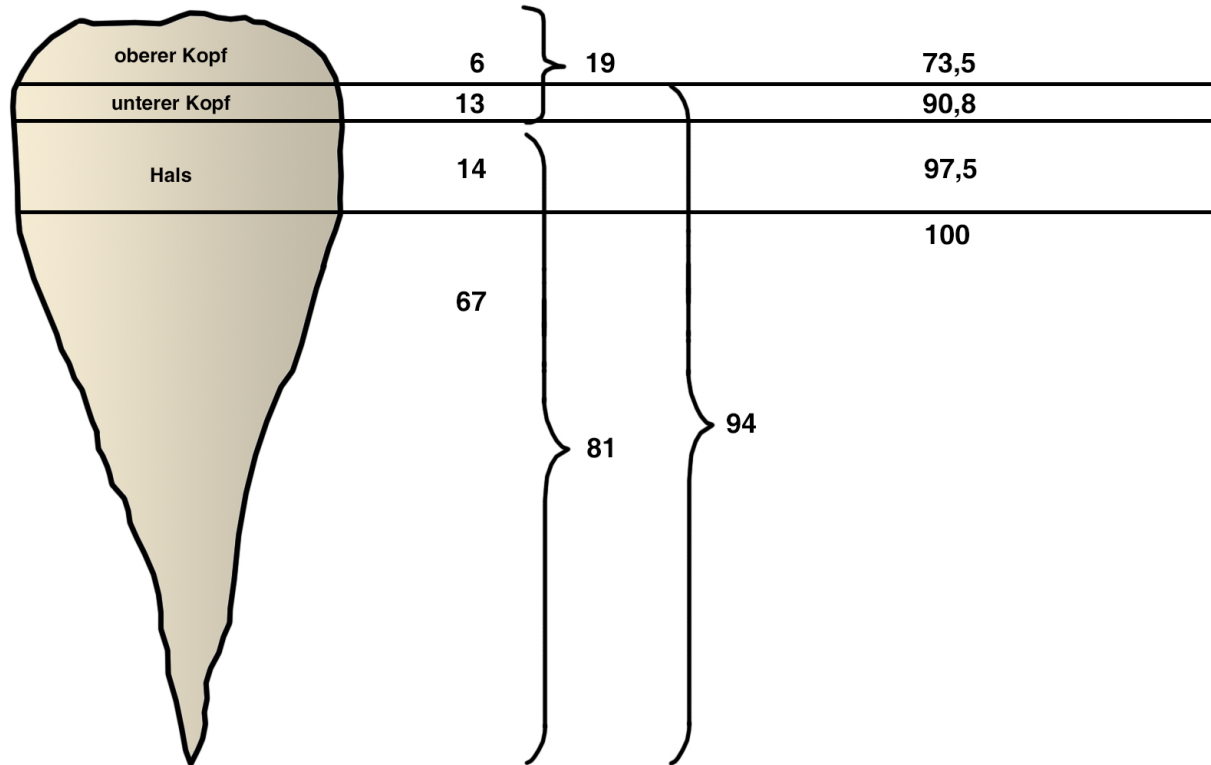




Rübenertrag (rel.)

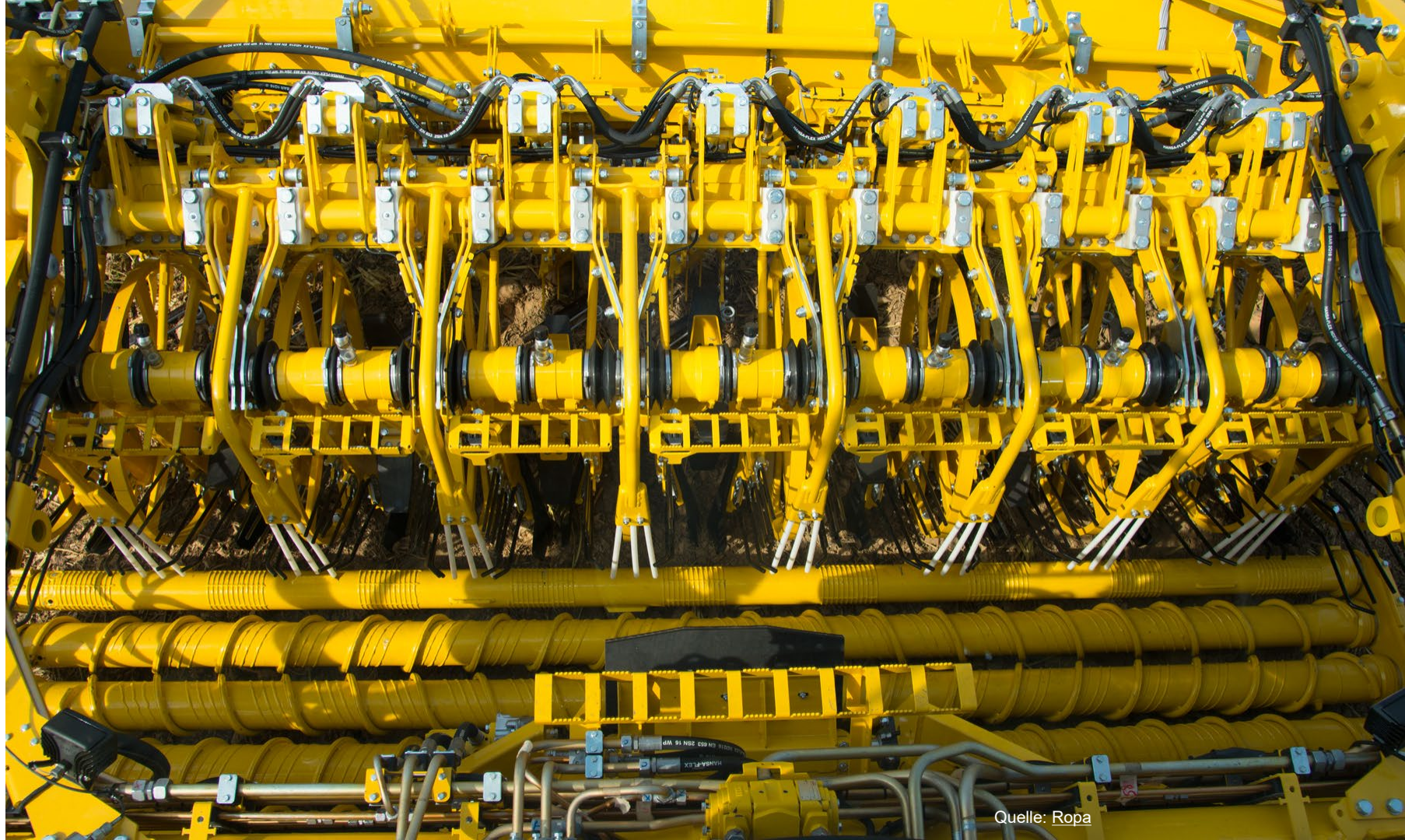
Zuckergehalt (rel.)

(100 = ZG in Wurzel)



Ertragszuwachs durch Entblätterung, nach K. Bürchy









Reinigung und Verladung



Siebkettennachreiniger



Quelle: Ropa

Entsteinen



Beispielfragen Zuckerrübe:

- An ihrem Standort wollen Sie bei einem Rodetermin Ende Oktober gerne 80 t / ha Zuckerrüben ernten. Welche Aussaatstärke wählen Sie?
- Warum ist es wichtig die Rüben bei der Ernte korrekt zu köpfen?
- Welches Problem bringt der Blattwechsel bei der Zuckerrübe mit sich und welche Möglichkeiten haben Sie, es zu verhindern?
- Nennen Sie 4 Qualitätsparameter der Zuckerrübe.
- Nennen Sie 4 pflanzenbauliche Maßnahmen um Fruchtfolgeschäden an Zuckerrüben zu vermeiden.

Beispielfragen Zuckerrübe:

- Beschreiben Sie wesentliche Grundvoraussetzungen für die Zuckerrübenaussaat.
- Welchen Einfluss haben Tag- und Nachttemperaturen auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben?
- Nennen Sie 4 wesentliche Punkte, die Sie bei der Düngung der Zuckerrübe beachten sollten.
- Warum müssen Sie bei der Zuckerrübe besonders auf die Borversorgung achten?

Schilf-Grasflügelzikade

Nicht Klausurrelevant!

Folien im wesentlichen vom Kollegen Bauer

Schilf-Glasflügelzikade - *Pentastiridius leporinus*

- Überträgt das Proteobakterium *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*
- und das Stolbur-Phytoplasma *Ca. Phytoplasma solani*

→ SBR (Syndrome des basses richesses = Syndrom der niedrigen Zuckergehalte)



Schilf-Glasflügelzikade - Lebenszyklus

Schilfglasflügelzikade fliegt
Mitte April bis Mitte Mai aus



Adulte fliegen in Zuckerrübenbestände ein,
saugen am Phloem von Zuckerrübenblättern
und übertragen Arsenophonus

legen Eier im Boden ab

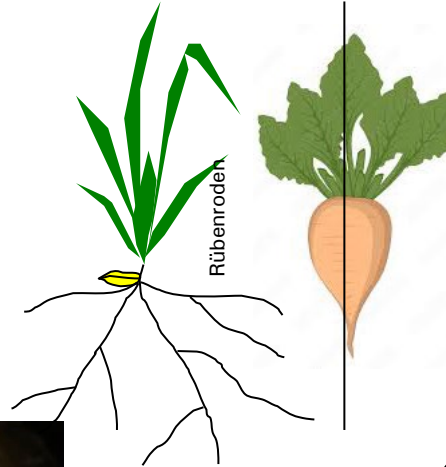


Nymphen saugen am Phloem
der Zuckerrübenwurzeln



Nymphen saugen am Phloem
von Weizen oder Selbstbegrünung

X





Schilfglasflügelzikade – natürliches Ökosystem

- nicht in nordischen Regionen
- Lebensweise in natürlichem Ökosystem:
 - adulte Schilfglasflügelzikade parasitiert Schilfrohr (*Phragmites australis*)
 - bei den Nymphen ist das Spektrum an Futterpflanzen nicht detailliert beschrieben leben an Wurzeln und saugen Phloem-Saft
 - „Rote Liste“
- in Agrarökosystemen hat sich etwas entscheidendes geändert!

Schilfglasflügelzikade – Gründe für die Massenvermehrung

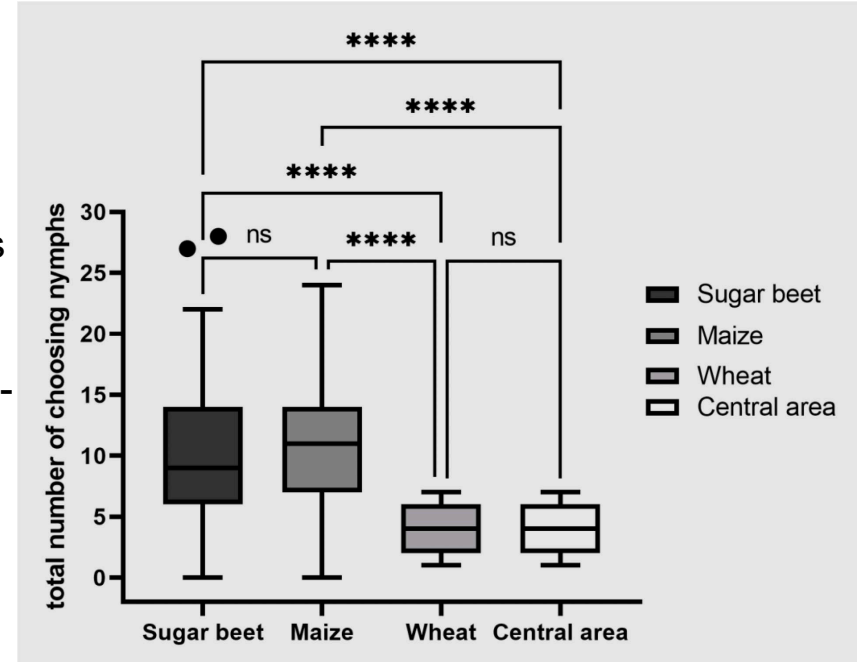
- Hypothesen:
 - Änderung des Wirtspflanzenspektrums
 - Vorteil bei der Reproduktion, wenn plötzlich Kulturpflanzen wie Zuckerrübe oder Kartoffel Wirtspflanzen sind?
 - die Infektion mit *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus* steigert die Fitness der Schilfglasflügelzikade
 - Schilfglasflügelzikaden ohne das Proteo-Bakterium haben geringere Reproduktionsraten und lassen sich im Labor kaum vermehren

Schilfglasflügelzikade – neue Lebensgrundlage in Agrarökosystemen

- adulte Schilfglasflügelzikade frisst an Zuckerrübenblättern
 - überträgt dabei das phloem-gebundene γ -3 Proteo-Bakterium *Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*
 - *Arsenophonus* bildet die Symptome des Syndroms Besses Richesses (SBR) aus
 - alle Nachkommen tragen *Arsenophonus*, da das Proteo-Bakterium über das Ei auf die nächste Generation weitergegeben wird

Welche Kulturen sind Futterpflanzen für die Nymphen

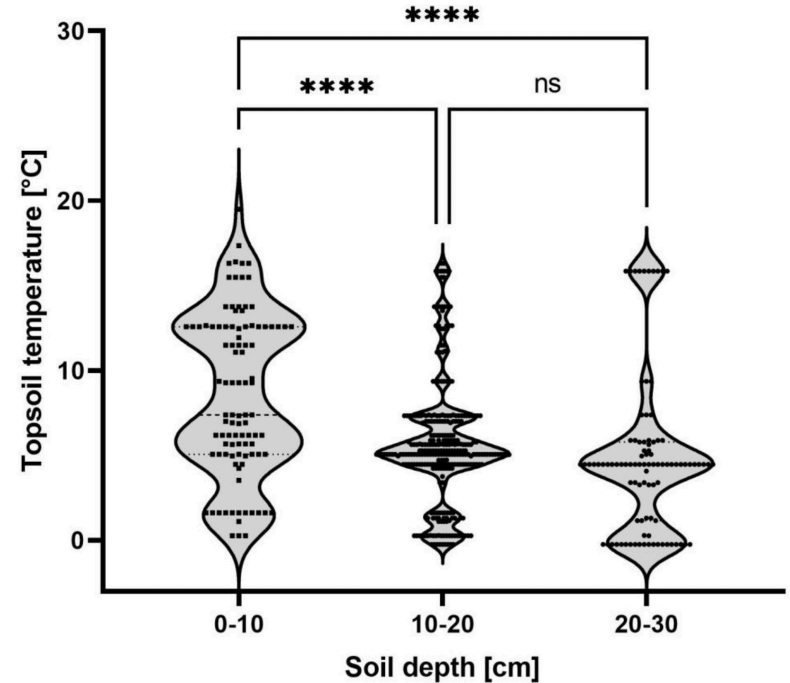
- Zuckerrüben und Mais sind am attraktivsten für die Nymphen
- Weizen ist so attraktiv wie der Startpunkt
- aber in der Not saugen die Nymphen an allem, was noch Phloemsaft hat
deshalb findet man von Glasflügelzikanden übertragene Erreger wie Stolbur an vielen Gemüse-Arten
- nach Kulturen mit Symptomen von *Arsenophonus phytopathogenicus* oder Stolbur sollten keine Pflanzen bis Mitte April auf dem Feld wachsen
- **SCHWARZBARCHE**



Wanderung der Nymphen im Bodenprofil



- » Nymphen können selbst nicht graben
- » wandern in Makroporen / Wurmgingen



Wanderung der Nymphen im Bodenprofil

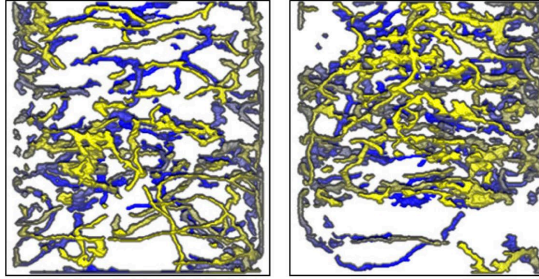
» Röntgenaufnahmen von Wurmgehängen verschiedener Arten bis 30 cm Tiefe

» in den obersten 10 cm graben viele Arten horizontale Gänge

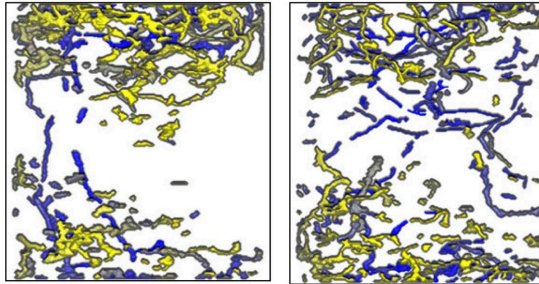
» deshalb reduziert das Eingraben der Seitenwände der Zelte aus Fliegennetz in den Boden das Einwandern der Nymphen

» Nymphen wandern je nach Temperatur und Bodenfeuchte zeitnah in tiefere Bodenschichten oder wieder nach oben

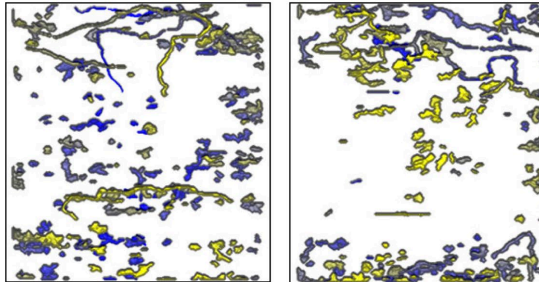
A. ictica (4)



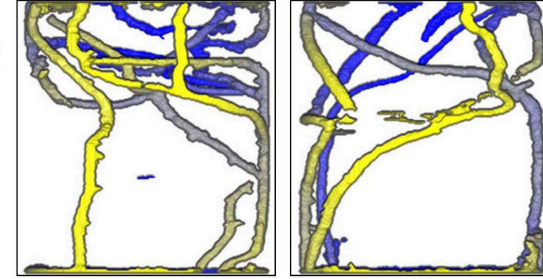
A. chlorotica (4)



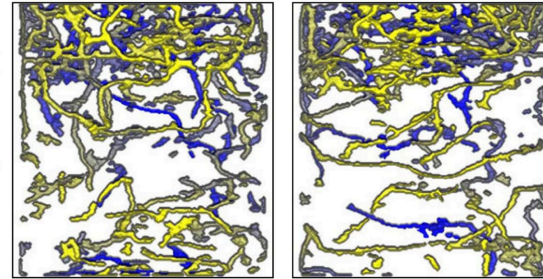
A. rosea (4)



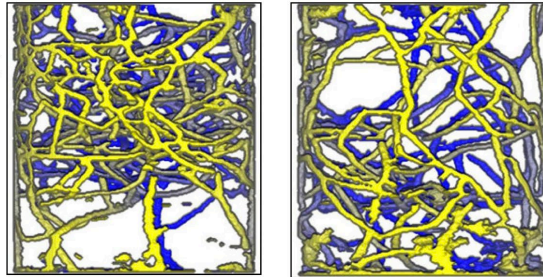
L. terrestris (2)



A. caliginosa (4)



A. nocturna (2)



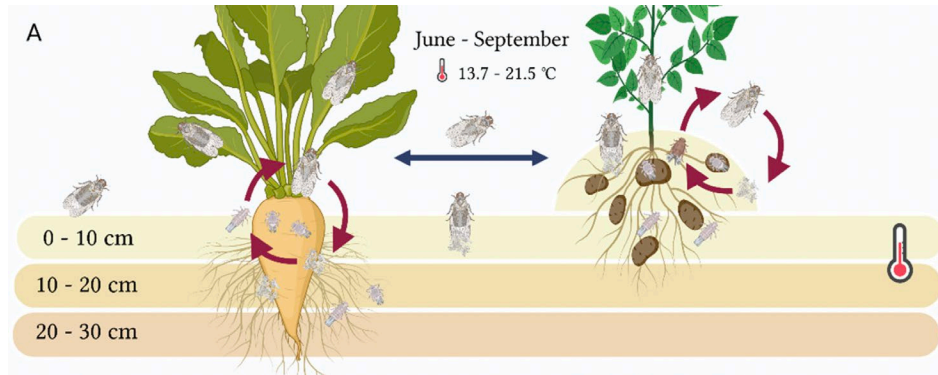
Beobachtungen aus der Praxis

Eiablage in der Region vermehrt auf tonigen Böden

Nymphen reagieren sensitiv auf Bodenbearbeitung,

- » wenn der Boden schüttfähig ist
 - » keine/wenige Kluten
 - » sandige / schluffige Standorte
 - » intensive schrittweise Bodenbearbeitung (auch der Kartoffelroder)
 - » Hauptaufenthaltszone der Nymphen (Tiefe je nach Witterung) intensiv beunruhigt wird
- oft geringe Nymphen-Besätze nach Kartoffel
- Durchwurzelung von vielen Kartoffelbeständen geht nicht in das Bodenprofil
 - Nymphen sind eher im Damm lokalisiert

- » die Wurzeln der Zuckerrüben reichen tief in das Bodenprofil
 - die Nymphen sind tiefer im Bodenprofil lokalisiert
 - » nach trockener Ernte wird nur eine flache Bodenbearbeitung durchgeführt
 - » bei feuchter Ernte ist der Boden nicht schüttfähig
 - » bei feuchter Ernte sitzen die Nymphen tiefer → können auch dort durch das tiefgründige Wurzelsystem am Phloem saugen
 - » nach rustikaler Ernte ist die Bodenbearbeitung eher ein Aufreißen oder Wenden der „Ziegelsteine“



Ableitungen für den Zuckerrübenanbau

- wenn es keine Lösung gibt, dann ist der Zuckerrübenanbau in Gefahr
- Sorten und Resistenzen
 - bei *Arsenophonus* gibt es in der Toleranz Sortenunterschiede
 - bei *Phytoplasma solani* sind aktuell keine zu erkennen
- Zikaden regulieren
 - nach Zuckerrübe und Kartoffel mit Symptomen und Nymphen im Boden
 - Schwarzbrache bis April → phloemsaugende Nymphen die Nahrungsgrundlage entziehen
 - intensive Bodenbearbeitung, wenn Böden schüttfähig sind (Bodenart & Bodenzustand)
(tonige Böden bieten Hohlräume, die nicht bei der Bodenbearbeitung gestört werden)
 - repellente Wirkung, um den Zuflug zu verringern
 - Netzschwefel, Mineralöle zeigten keine Wirkung
 - **aber** Pflanzenstärkungsmittel, um die Lockwirkung zum insektizid-behandelten Schlag zu verstärken
 - Insektizideinsatz, um den Zuflug zu regulieren
 - Kombination von Wirkstoffen mit Knockdown und Dauerwirkung
 - Adjuvantien

Ableitungen für den Zuckerrübenanbau

- » regionale Trennung von Zuckerrüben- und Kartoffelanbau
- » Vitalisierung von Beständen mit *Phytoplasma solani*, um die Regeneration zu unterstützen
 - » *Cercospora beticola* muss sicher reguliert werden
 - » Schadschwellen rechtzeitig erkennen
 - » früher erster Fungizidtermin
 - » nach starker Symptombildung Anschlussspritzung alle 20 - 27 Tage
 - » erhöhte Stickstoffdüngung ist nur Kosmetik und macht Bestände spät
 - » Cytokininpool hoch halten
 - » Blattdüngung (Mn & P)
 - » Kalium nachdüngen (Kali 60) zu Reihenschluss
 - » gute Bodenstruktur
- » Maßnahmen in einer Region umsetzen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit