Symposium Mulch- und Direktsaat

Begrünungsmanagement im Trockengebiet

Gernot BODNER

Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Pflanzenbau

Universität für Bodenkultur Wien

INHALT

Einleitung

(i) Ziele und Erfolge des Zwischenfruchtbaus

(ii) Künftige Herausforderungen

Begrünungsmanagement im Trockengebiet

(i) Umweltbedingungen

(ii) Bestandesetablierung

(iii) Wasserhaushalt

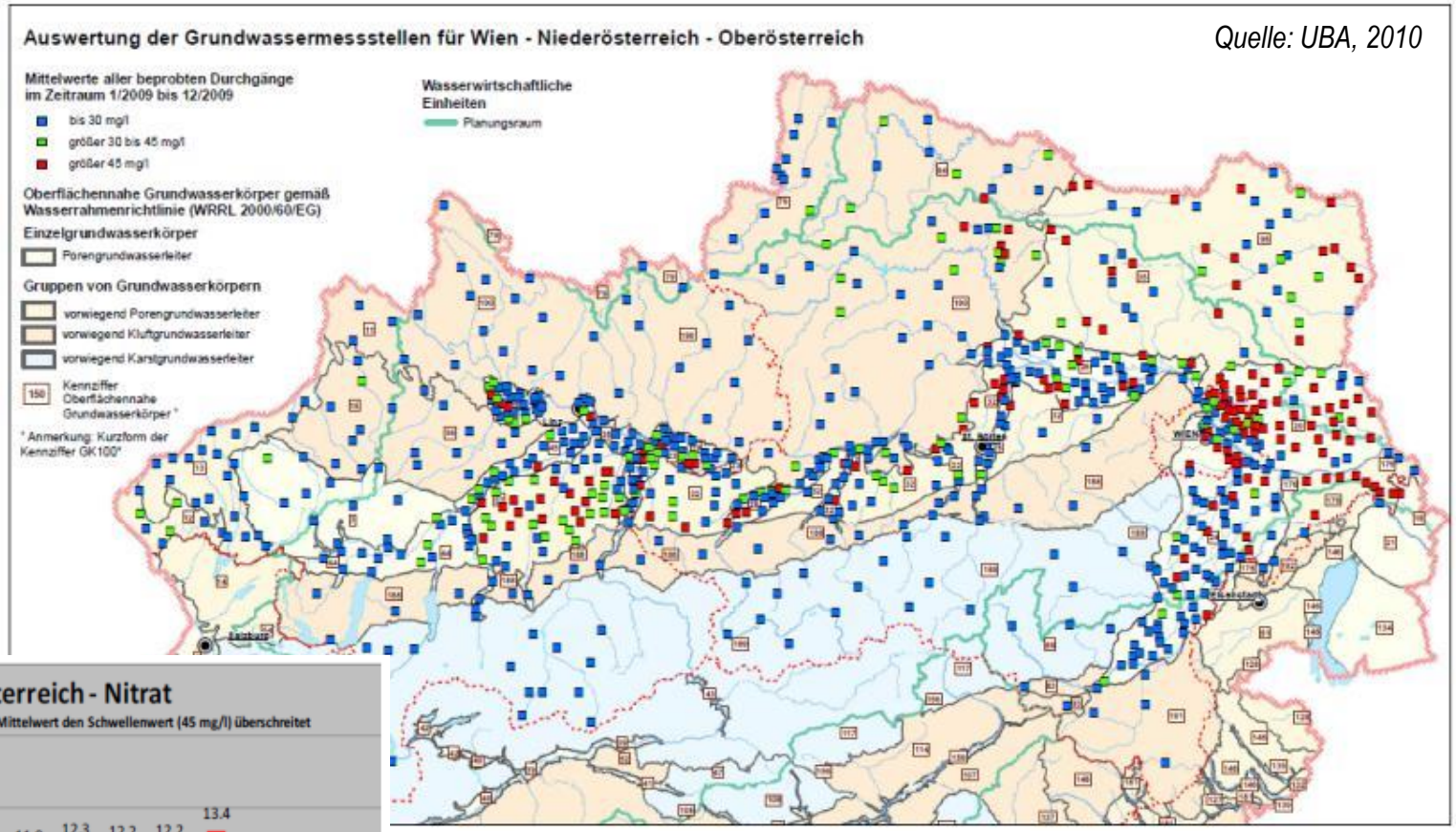
(iv) Stickstoffhaushalt

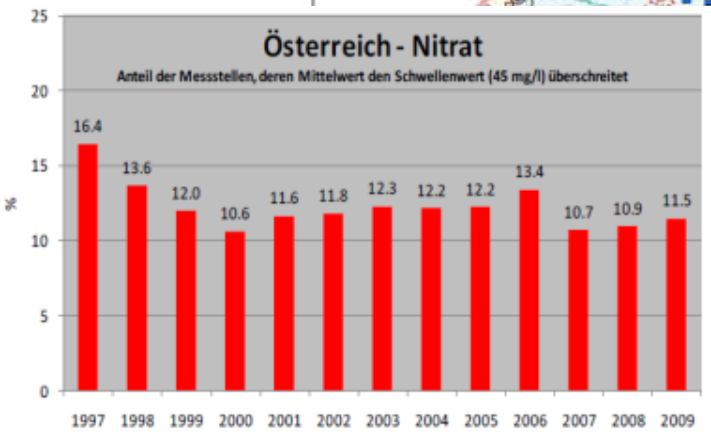
Schlussfolgerungen

Einleitung

Ziele und Erfolge des Zwischenfruchtbaus

Problembereich Grundwasser



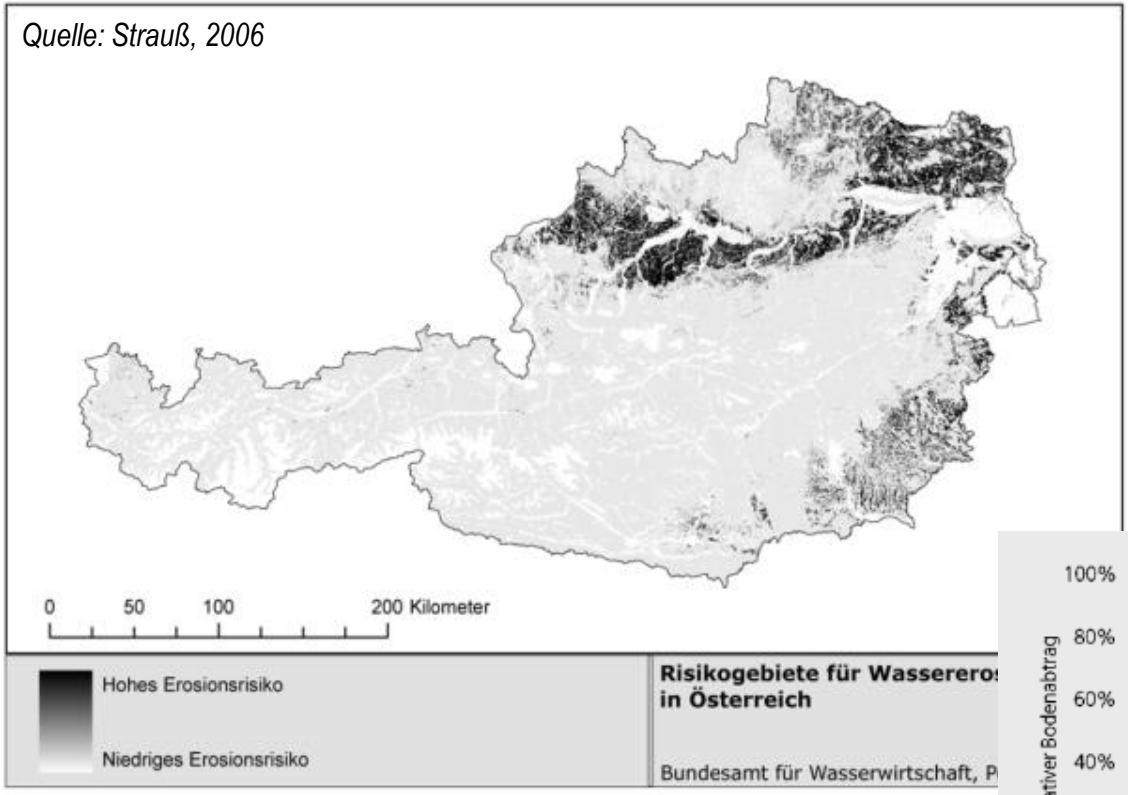


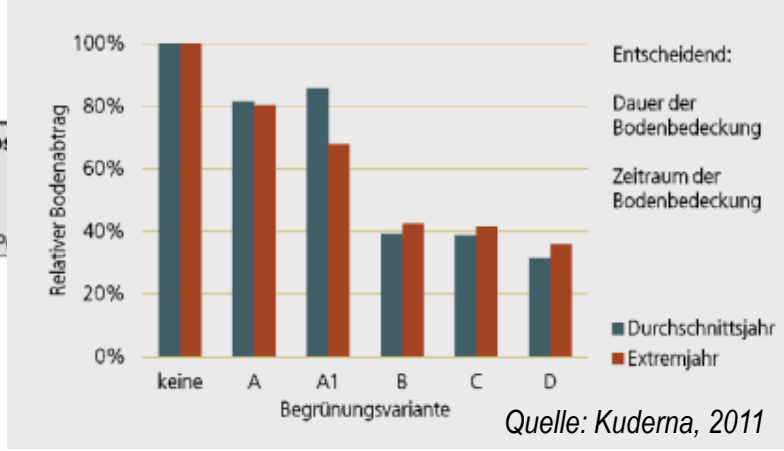
In den meisten Porengrundwasserkörpern derzeit **stabile Werte** ohne Trend *(deutliche Verbesserung im Leibnitzer Feld).*

Problembereich Bodenerosion

Gefährung von etwa **EINEM VIERTEL** der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Quelle: Strauß, 2006



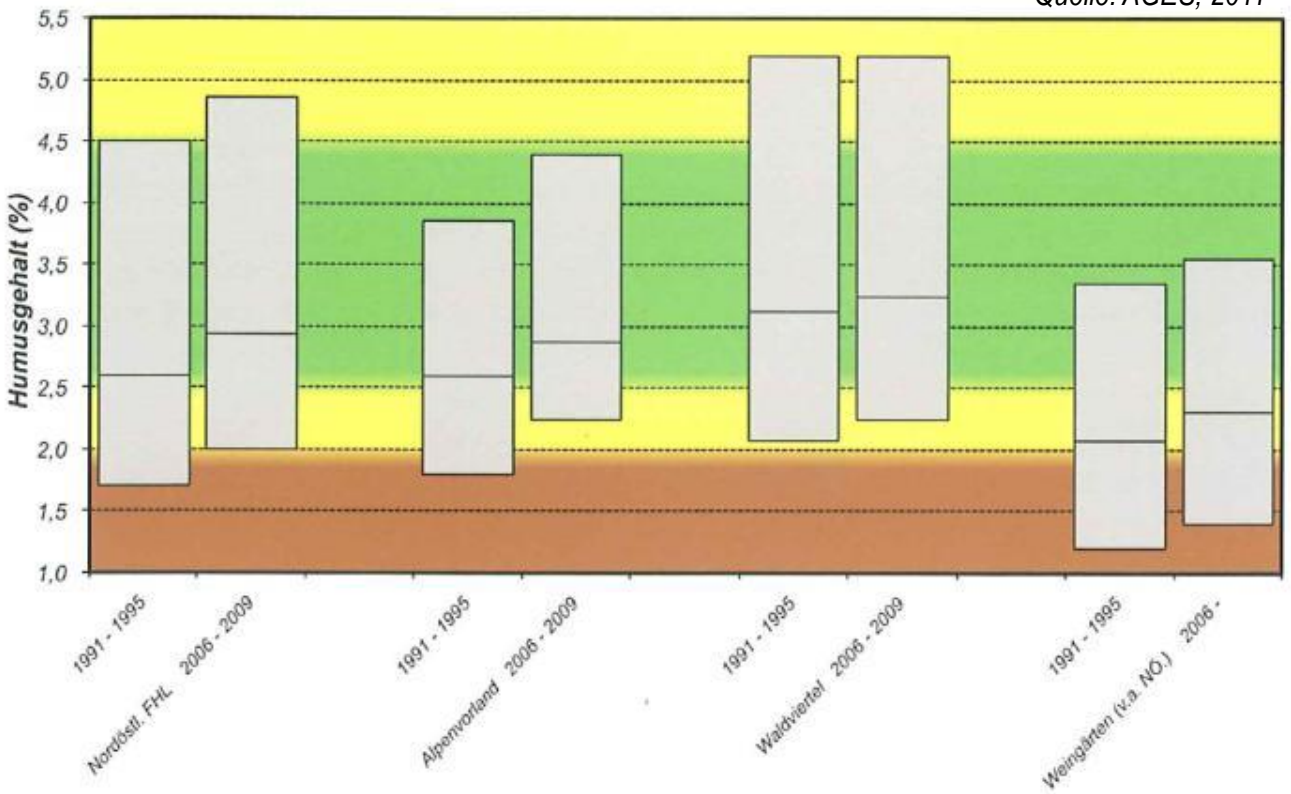


Quelle: Kuderna, 2011

Begrünung und Mulchsaat verringerten den Bodenabtrag um **etwa 10 %.** Seit Einführung ÖPUL deutliche Zunahme der Teilnahme (760 ha ⇨ 140.000

Problembereich Humus

Quelle: AGES, 2011



Nur mehr **10 % der Ackerböden** im nordöstlichen Flach- und Hügelland und im Alpenvorland haben Humusgehalte **unter 2 %.** ÖPUL-Maßnahmen wie Begrünung und reduzierte Bearbeitung sowie das Verbot der Strohverbrennung sind dafür ursächlich.

Begrünung als Agrarumweltmaßnahme

Im Zuge der Evaluierung des ÖPUL-Programmes konnte klar gezeigt werden, dass die Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen“ zu einer klaren **Verbesserung von Boden- und Grundwasserschutz** geführt hat.

Die Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen“ zählt mit 433.640 ha und 49.905 Betrieben (GRÜNER BERICHT, 2011) zu einer der am **weitesten angenommenen ÖPUL-Maßnahmen**.

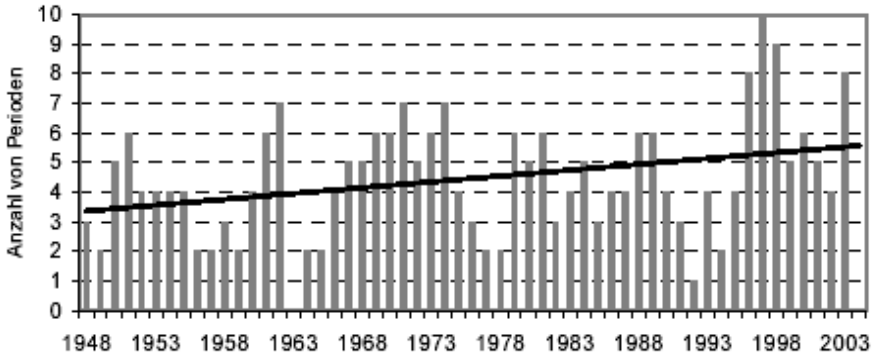
Hoher Zielerreichungsgrad durch Zwischenfrüchte

Herausforderungen

Neue Anforderungen und Ziele der Begrünung

Herausforderungen an die Landwirtschaft: Wasser

Anzahl der Trockenperioden in Ostösterreich (1948-2003)

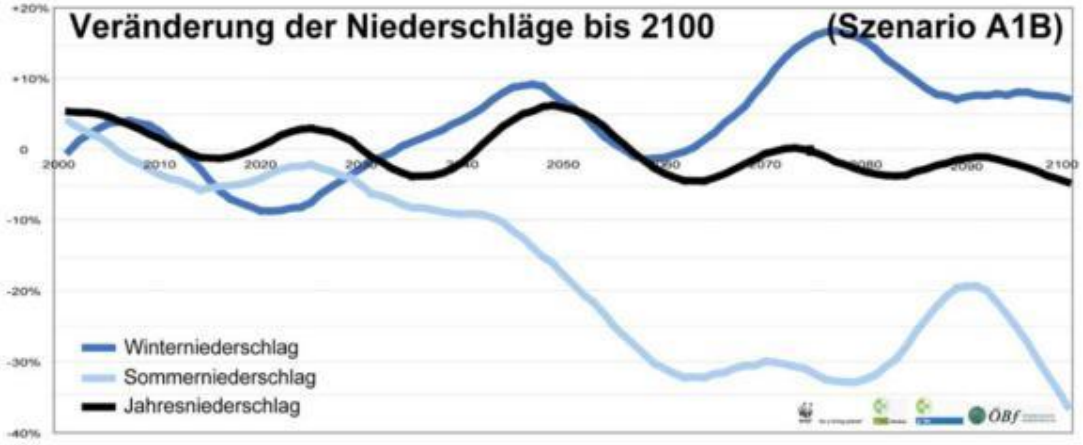


Quelle: Projekt AustroClim

Die **Niederschlagsverteilung** wird für das Trockengebiet problematischer.

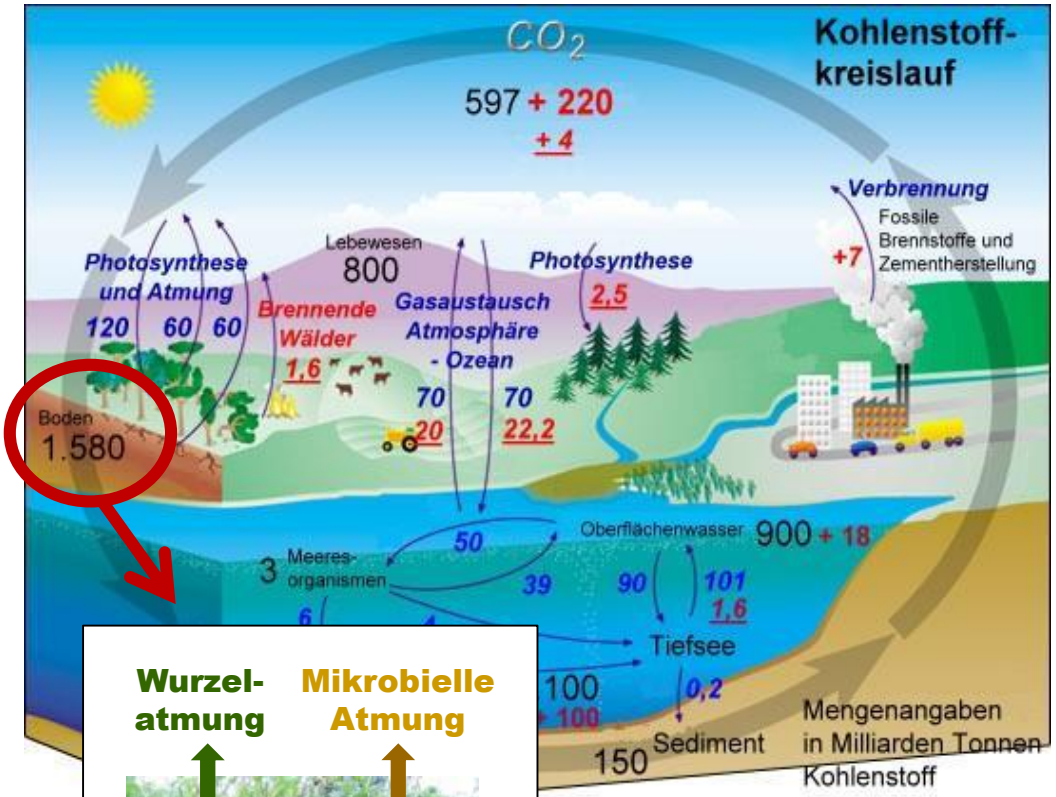
Wasser wird zunehmend zum **Ertrag-limitierenden Wachstumsfaktor** im pannonischen Produktionsgebiet.

Wird das **System „Immergrün“** *(F. Sekera)* mit intensivem Zwischenfrucht-bau künftig



Quelle: Niedermair et al. 2007

Herausforderungen an die Landwirtschaft: Klimaschutz



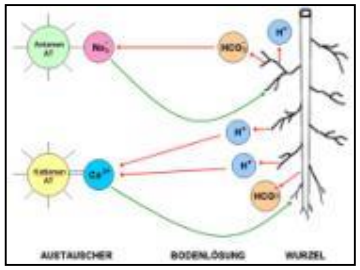
Landwirtschaftlich genutzte Böden können sowohl als **Senke** als auch **Quelle von CO_2**-Emissionen fungieren.

Kohlenstoffbindung kann über organische Verbindungen mit **langer Verweilzeit** im Boden erreicht werden.

Herausforderungen an die Landwirtschaft: Bodenfruchtbarkeit

Zwischenfruchtbau = Gründüngung

Ziel sollte die **Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit** und damit die nachhaltige Sicherung/Steigerung der Erträge sein!



Physikalische Bodenfruchtbarkeit

Boden als poröser Speicherraum für Wasser- und Nährstoffe sowie Wachstumsraum der Pflanzenwurzel. **(Wasser- und Lufthaushalt)**

Chemische Bodenfruchtbarkeit

Boden als Speicher von Nährstoffen (Sorpotion) und Filter für Schadstoffe **(Nährstoffhaushalt)**

Biologische Bodenfruchtbarkeit

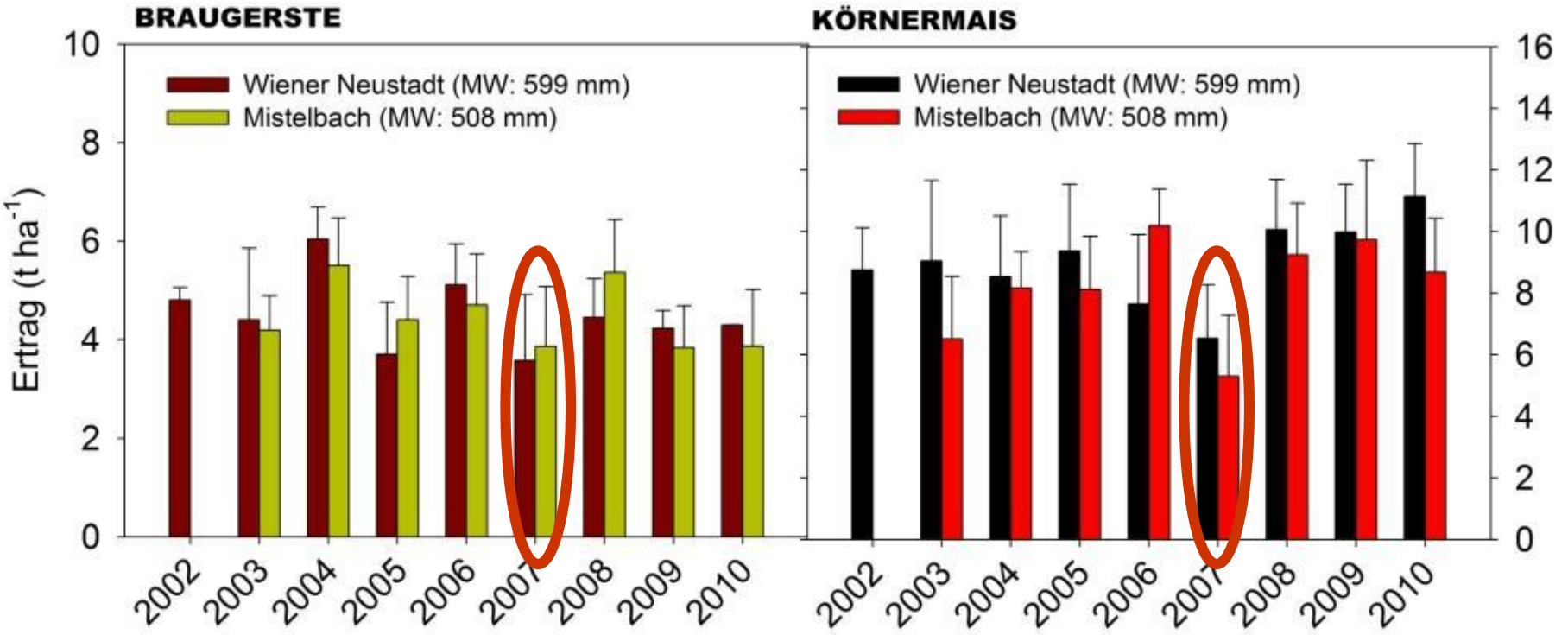
Boden als Lebenraum für Bodentiere und Bodenmikroorganismen **(Umsetzungsvorgänge)**

Zwischenfruchtbau

Umweltbedingungen (Klima, Boden)

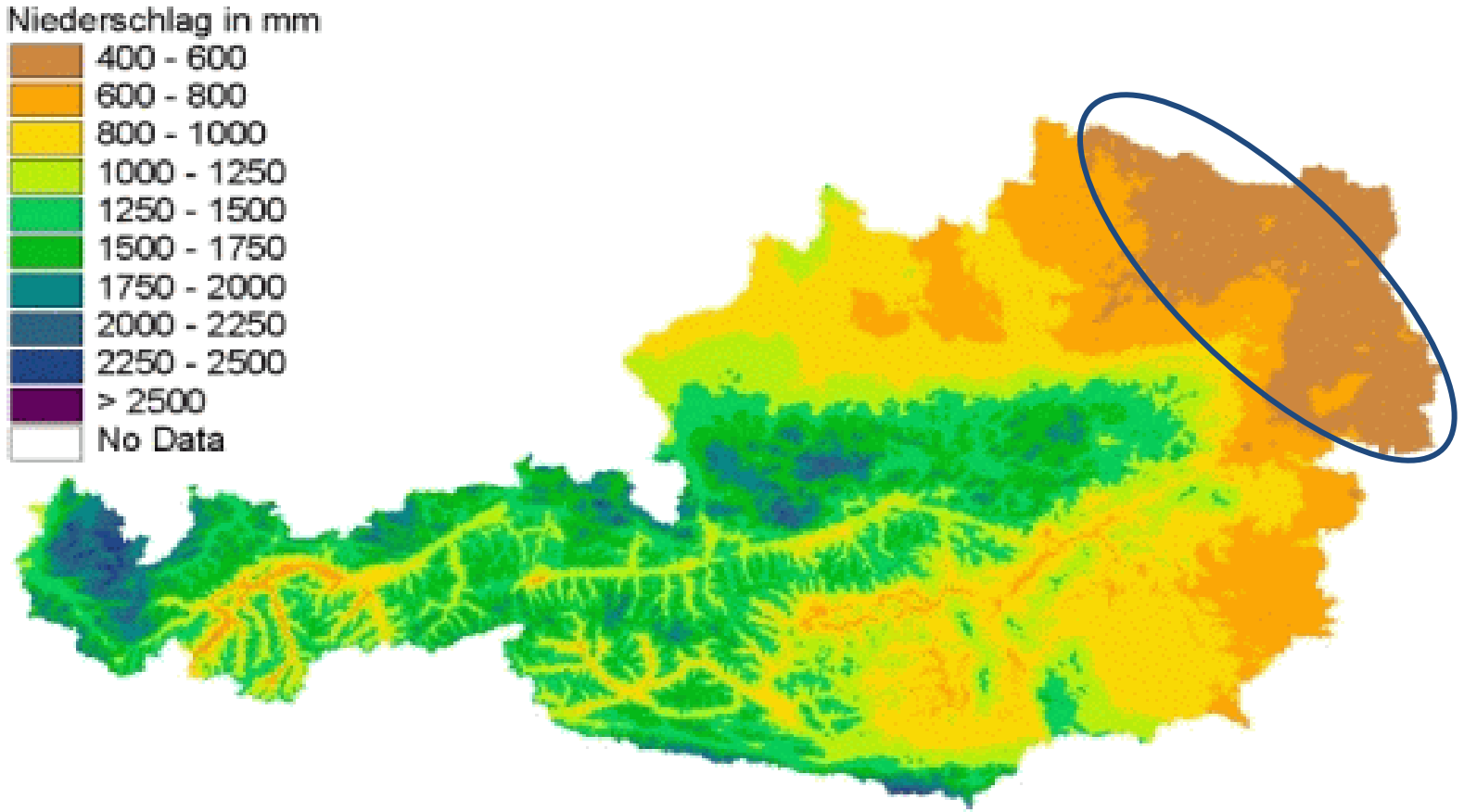
im Trockengebiet

Umweltbedingungen



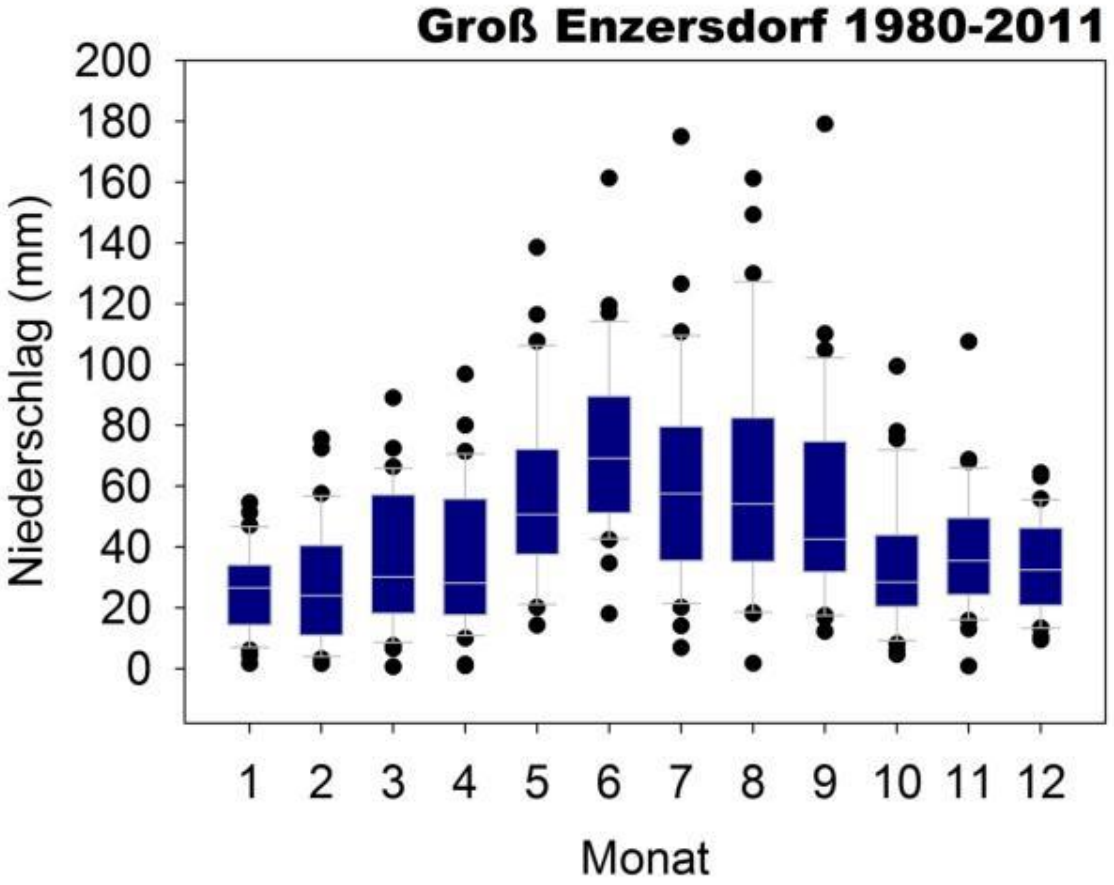
Die mittlere Ertragsschwankung **über die Jahre** beträgt **17 %.** In eine Jahr gibt es Ertragsunterschiede zwischen **12 % und 34 % zwischen den Schlägen** einer Region. **Trockenjahre** (2007) zeigen die **geringsten Erträge mit den höchsten Schwankungen.**

Umweltbedingungen

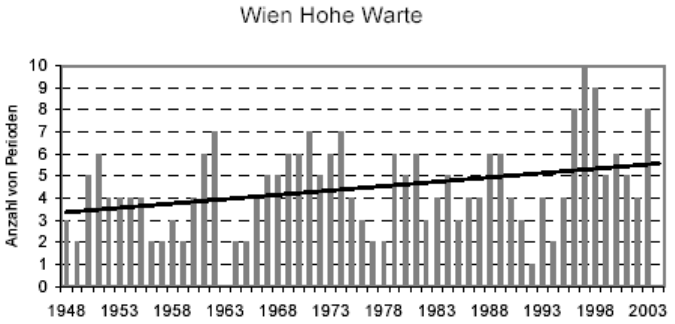


In Gebieten mit unter **650 mm Jahresniederschlag** ist das Wasser eine wichtiger Ertragslimitierender Faktor.

Umweltbedingungen

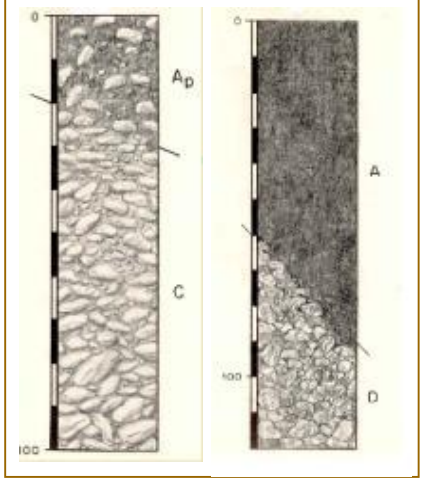


Im März und April lagen in etwa **einem Viertel** der Jahre die Niederschläge unter 50 % des langjährigen Mittels.



Standortbeschreibung

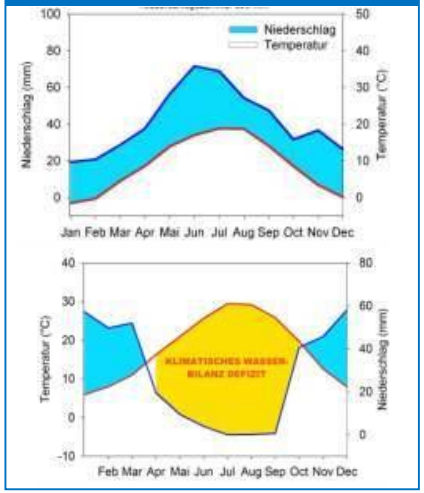
Boden



Seicht und leicht

Böden mit geringer Profiltiefe (z.B. Pararendzina Steinfeld) und/oder hohem Sandanteil (z.B. Paratschernosem aus Flugsand) haben eine geringe Wasserspeicherkapazität und sind rasch ausgeschöpft.

Klima



Trockenheitsdauer, -intensität und Zeitpunkt

Die Niederschlagsverteilung ist entscheidend. Gleichmäßige Verteilung, Regen in den bedarfsintensiven Sommermonaten sowie zu den kritischen Entwicklungsstadien sichern den Ertrag.

Bei Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität und in Klimaten mit geringem Anteil der Niederschlägen in der Vegetationszeit, ist die **Sicherung der Winterfeuchte** Ertragsentscheidend.

Bei Böden mit geringer Speicherkraft und hohem Anteil der Niederschläge in der Vegetationszeit, sind Maßnahmen zur **produktiven Nutzung der aktuellen Niederschläge** (Evaporationsschutz, Verbesserung der Bodenspeicherfähigkeit) Ertragsentscheidend.

Zwischenfruchtbau

Bestandesetablierung

im Trockengebiet

Bestandesetablierung: Saattechnik

Zwischenfruchtanbau 2011, Burgenland
(Foto: W. Peszt, LWK Eisenstadt)

Quelle: Zimmermann et al., 2011

Kriterien für die Zwischenfruchtaussaat

- Management von Ausfallsamen und Unkraut *(2x Grubber)*
- Anforderungen der Kulturen an das Saatbett

(„Hauptfruchtmäßige Bestellung“)

- Erhalt der Strohmulchschicht *(verfügbare Sätechnik)*
- Kosteneinsparung *(oft auf Kosten der Zwischenfrucht)*

Kosteneinsparung *(typisch: Senf-Aussaat mit Düngerstreuer)* führt gerade im Trockengebiet häufig zu lückigen Beständen, die zur Verunkrautung neigen und die Funktionen der Zwischenfrucht nur unzureichend erfüllen.

Wünschenswert wäre eine **Kombination** aus Erhalt der **Strohmulchdecke** und **früher Zwischenfruchtaussaat.**

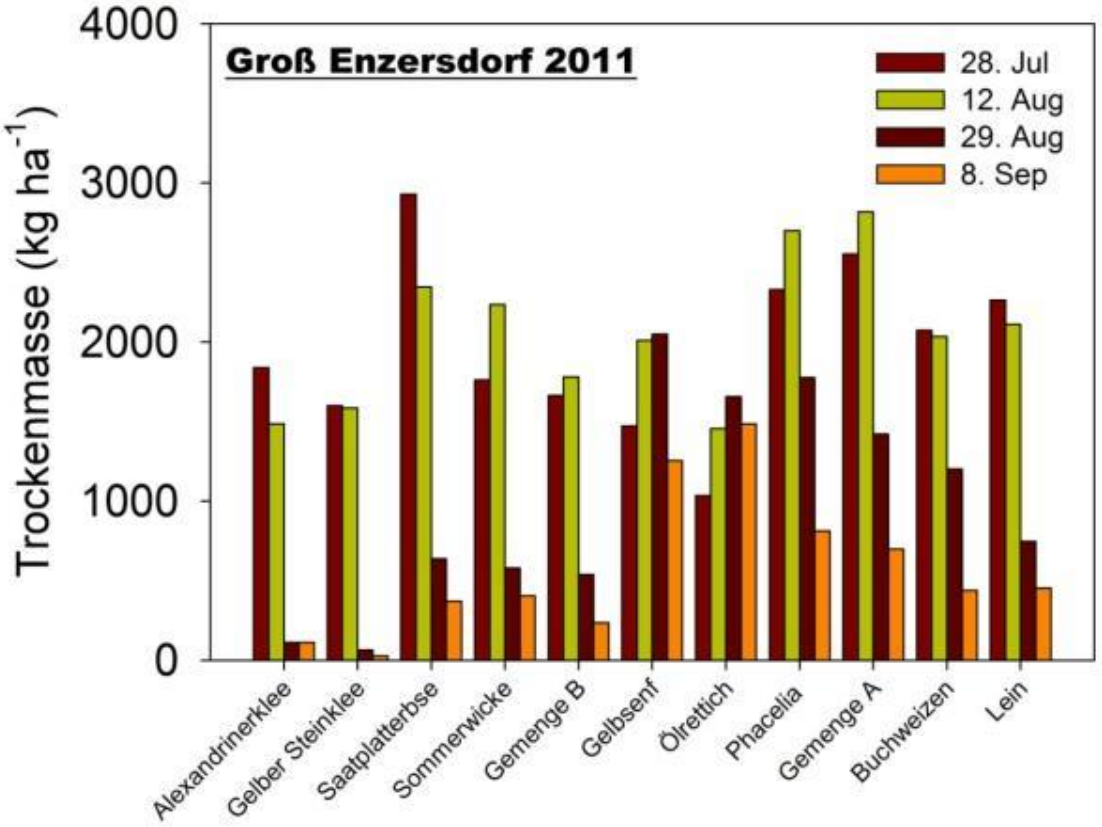
Bestandesetablierung: Saattermin

Die limitierenden Größen für das Begrünungswachstum sind:

(1) Vegetationszeit

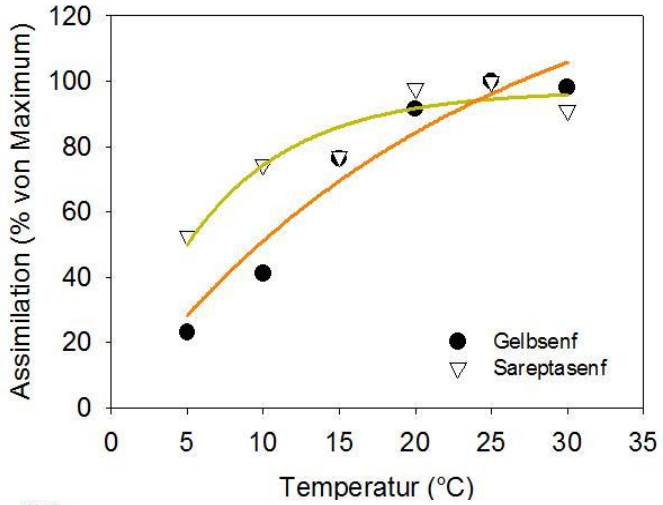
(2) Temperatur

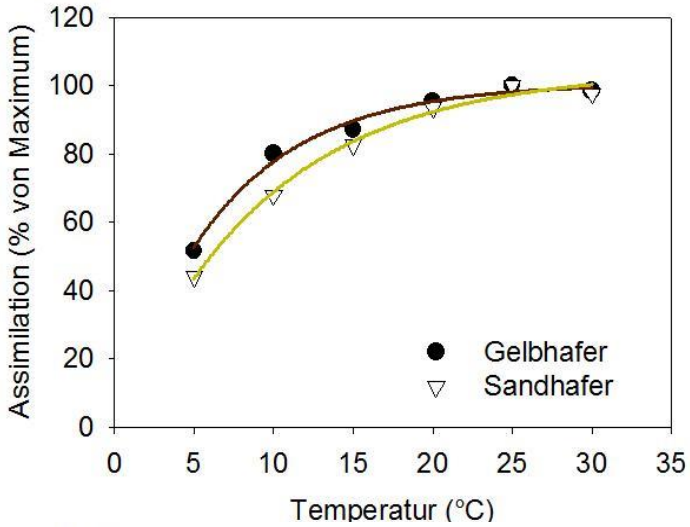
(3) Feuchtigkeit

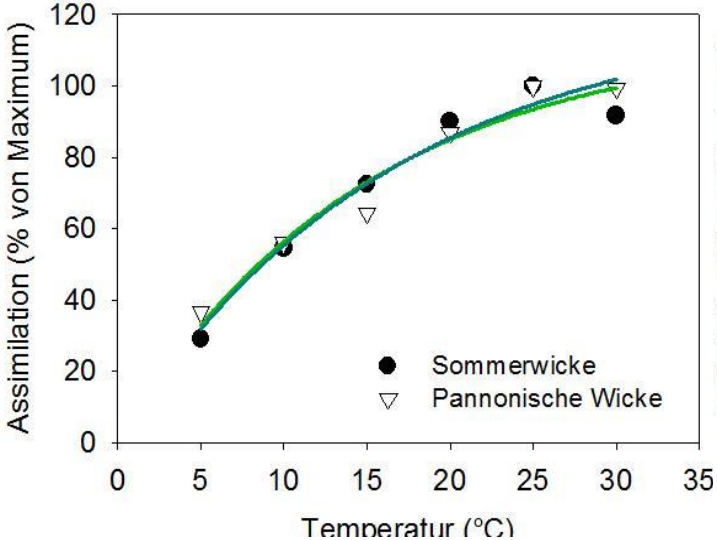


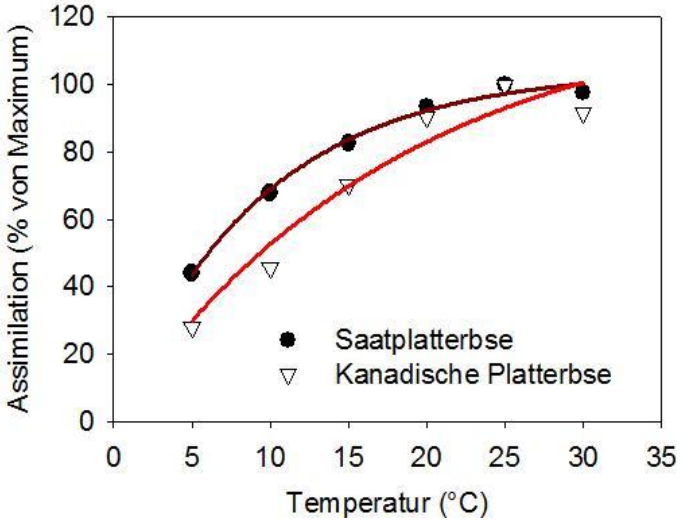
Die meisten Begrünungen (Ausnahme Kreuzblütler, Grünroggen, z.T. Phacelia) reagieren bereits bei Sattermin 20. August (ÖPUL A) mit deutlich geringerem Aufwuchs!

Assimilation und Wassernutzungseffizienz







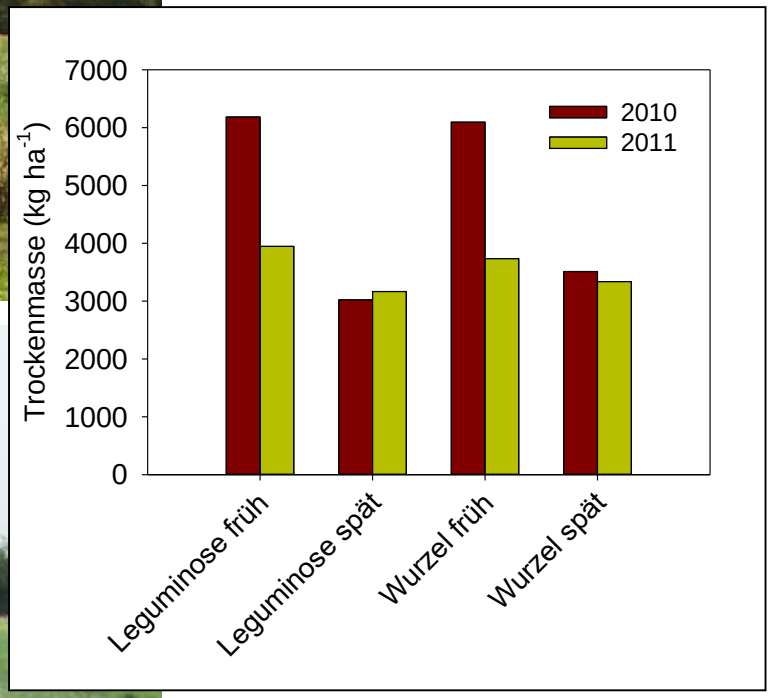


- Maximum der meisten Arten bei 25°C, bei Saat-Hafer und Sareptasenf bereits bei 20°C.
- Assimilation bei 5°C zwischen 21° und 51% des Maximum.
- Saat-Hafer und Sareptasenf haben die höchste Assimilation bei niedrigen Temperaturen.
- Leguminosen im Optimum geringeres Assimilationspotential als Gräser und Kreuzblütler.
- Nahe verwandte Arten unterscheiden sich nicht signifikant außer Gelbsenf und Sareptasenf.

Bestandesetablierung: Saattermin

2010 (rascher Aufgang)

2011 (langsamer Aufgang)



Bestandesetablierung: Mischungen

Begrünungsmischungen bringen sicheren Bestand

2010

2011

Standort: Hollabrunn
„Wurzelmischung“
(Ölrettich, Phacelia, Lein, Mungo)

Standort: Hollabrunn
„Leguminosen-Mischung“
(Buchweizen, Alexandrinerklee, Saatplatterbse, Ackerbohne, Sommerwicke)

Bestandesetablierung

Die Leistungsfähigkeit der Begrünung wird mit der Etablierung des Bestandes festgelegt.

Früher Saattermin (Mittel Juli):

+ Vegetationszeit, Artenspektrum, biologische N-Bindung und Nematodenbekämpfung.

- Durchwuchs (v.a. bei verzögertem Feldaufgang durch Trockenheit)

Später Saattermin (Mitte August):

+ Erleichterung der Stoppelbearbeitung

- wenige angepasste Arten, geringeres Wachstumspotential, geringeres biologisches Leistungspotential

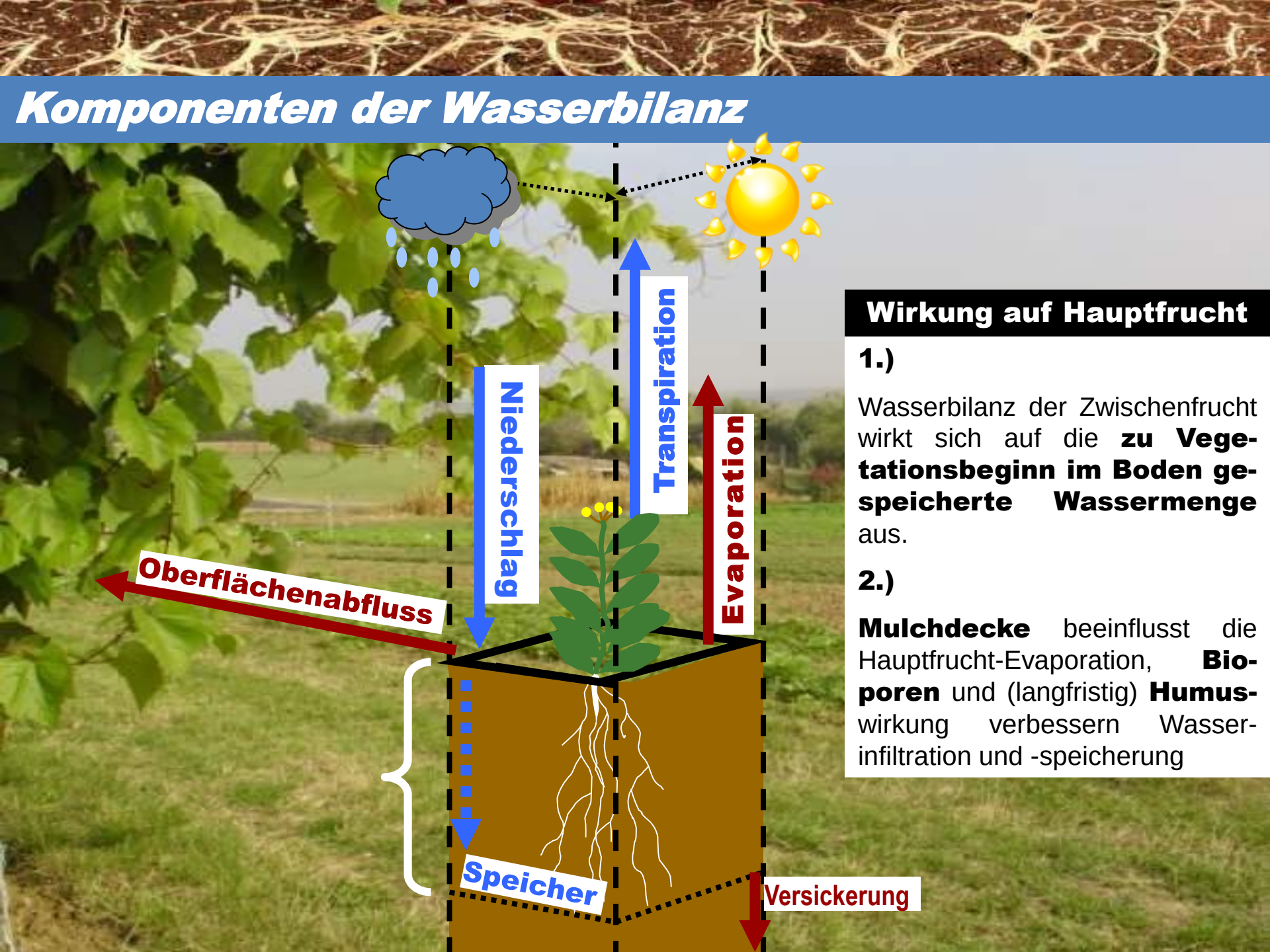
Frühsaat: Viele Vorteile, aber Abstand zu Ernte ist sehr kritisch !
(Vorsprung Durchwuchs oder Vorsprung Begrünung)

Zwischenfruchtbau

Wasserhaushalt

im Trockengebiet

Komponenten der Wasserbilanz



Wirkung auf Hauptfrucht

1.)

Wasserbilanz der Zwischenfrucht wirkt sich auf die **zu Vegetationsbeginn im Boden gespeicherte Wassermenge** aus.

2.)

Mulchdecke beeinflusst die Hauptfrucht-Evaporation, **Bioporen** und (langfristig) **Humus**wirkung verbessern Wasserinfiltration und -speicherung

Wasser und Ertrag: Wassernutzungseffizienz

Drei Elemente einer effiziente Wassernutzung

1. Die Pflanze nutzt einen Großteil der verfügbaren Wassermenge produktiv (als Transpiration)

2. Das aufgenommene Wasser wird effizient zu Biomasse (TM/T) sowie Ertrag (Harvest Index) umgesetzt.

3. Besonders zu *kritischen Stadien* der Ertragsbildung ist das Wasserangebots nicht limitierend.

WUE, WASSERNUTZUNGS-EFFIZIENZ

$$WUE = \frac{TM}{T} * \left(\frac{1}{1 + \frac{E + OA + D}{T}} \right)$$

Physiologische Effizienz

TM … Biomasse (kg m^{-2})

T … Transpiration (mm=l m^{-2}=kg m^{-2})

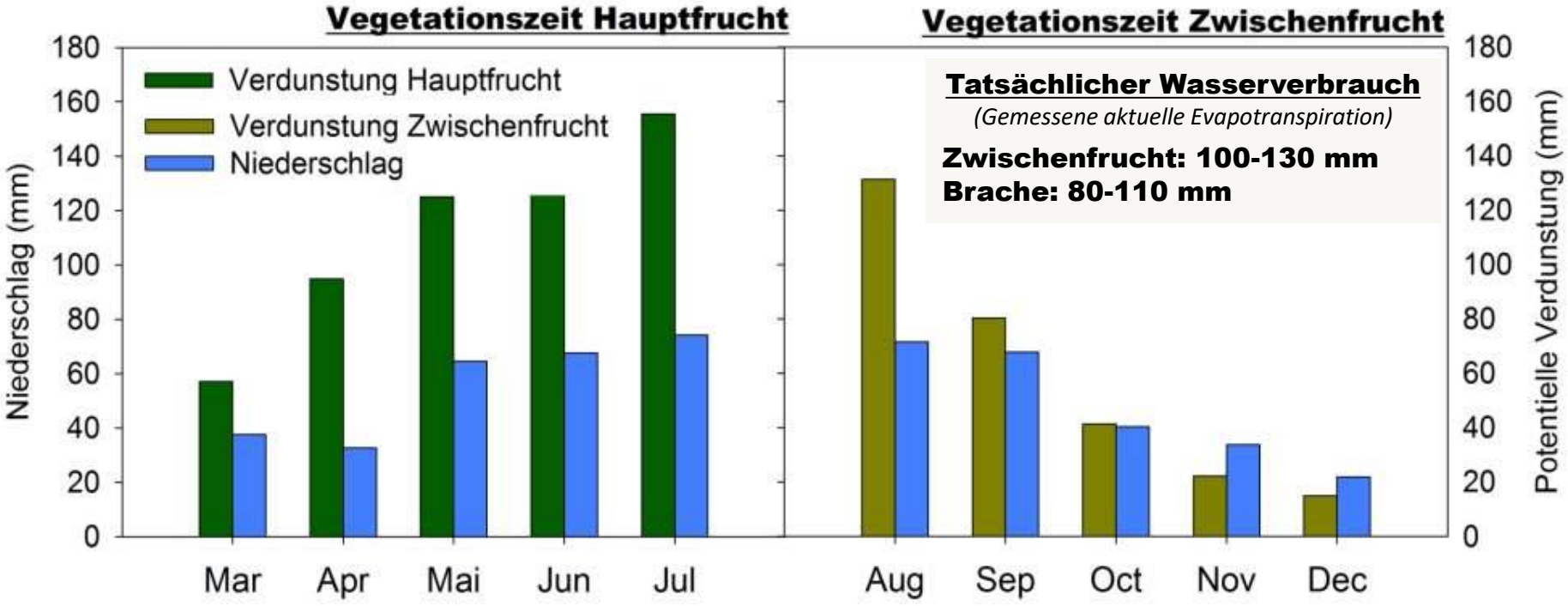
Management Effizienz

E… Bodenevapiration (mm)

OA … Oberflächenabfluss (mm)

D … Versickerung (mm)

Vegetationszeit - Wasserbedarf

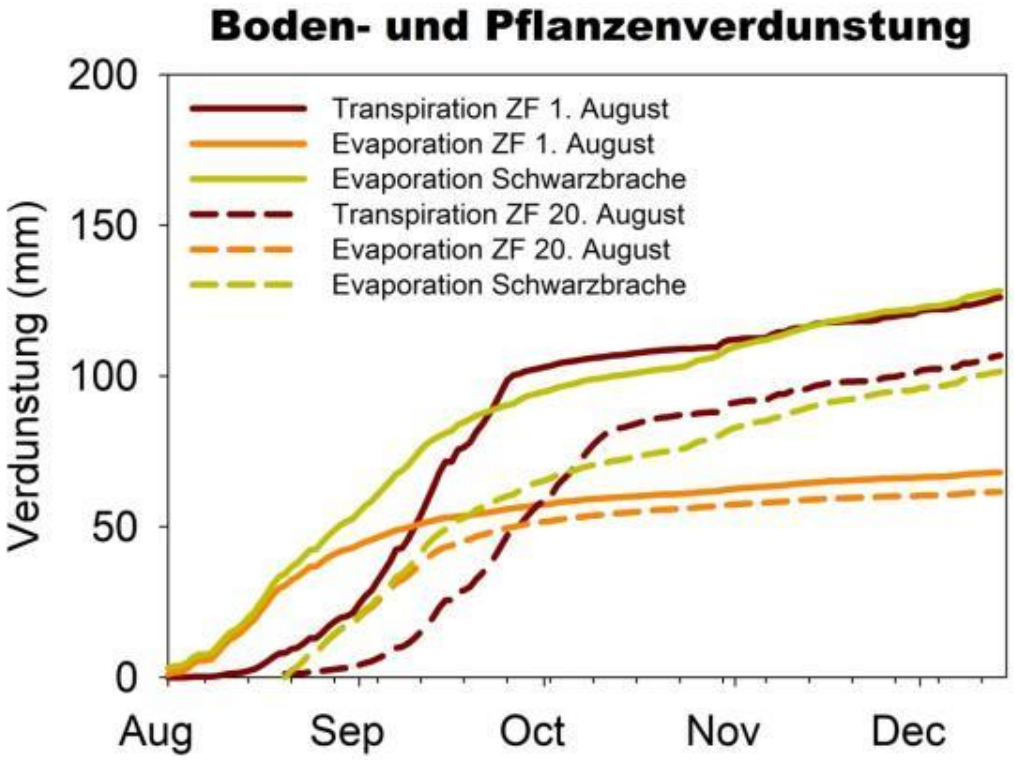


Σ Verdunstungspotential$_{Hauptfrucht}$: 573 mm

Σ Verdunstungspotential$_{Zwischenfrucht}$: 290 mm *(davon 45 % im August)*

Raps **≠** **Senf**

Brache und Begrünung



Reduktion der **Evaporationsverluste** als wesentliches Wassersparpotential im Begrünungsbestand

- **Rasche Bodenabdeckung**
  (Senf, Buchweizen)
- **Bodenzustand nach Hauptfrucht**
  (Stoppelbearbeitung, Strohmulch)

Maßnahmen in der späteren Vegetationszeit im ausgewachsenen Begrünungsbestand haben vom hydrologischen Standpunkt nur wenig Wirkung.

Winterniederschlag und Bodenspeicher

Wieviel Winterniederschlag ist nötig, um das Profil aufzufüllen?

Leichter Boden

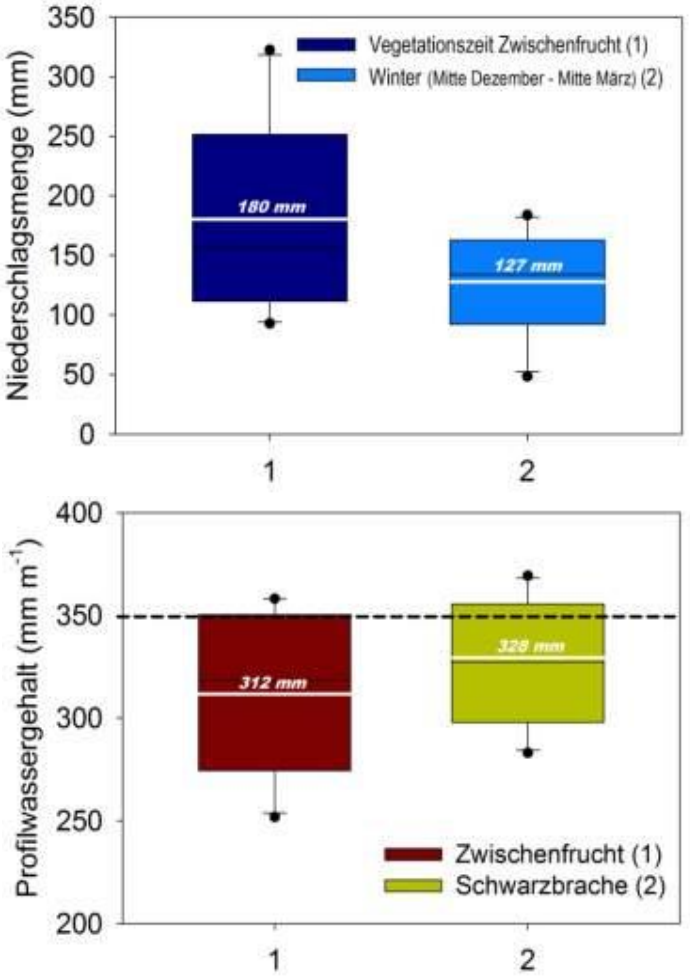
Maximale Wasserhalte-fähigkeit (Feldkapazität)	250 mm m^{-1}
Entleerung im Herbst (30 % nFK)	160 mm m^{-1}
Niederschlags-bedarf	**90 mm**

Mittlerer Boden

Maximale Wasserhalte-fähigkeit (Feldkapazität)	350 mm m^{-1}
Entleerung im Herbst (30 % nFK)	210 mm m^{-1}
Niederschlags-bedarf	**140 mm**

Situation Trockengebiet

Raasdorf 1999 - 2009



Niederschlagsverteilung und Ertragsbildung

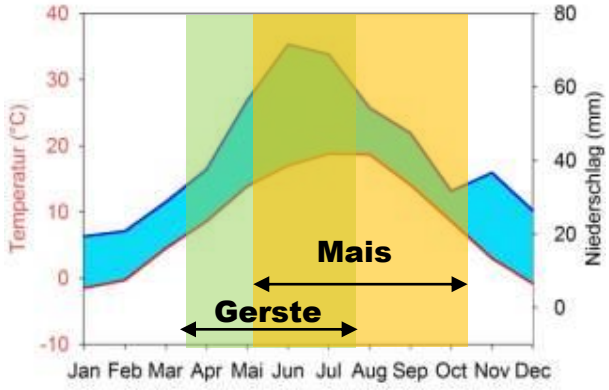
Effekt ⇨ Sommergerste

Effekt ⇨ Körnermais

Kritische Stadien Getreide

1. Bestockung/Schossen *(Ährentragende Halme, Kornzahl Ähre)*
2. Kornfüllung *(Kornausbildung)*

Frühjahrstrockenheit !

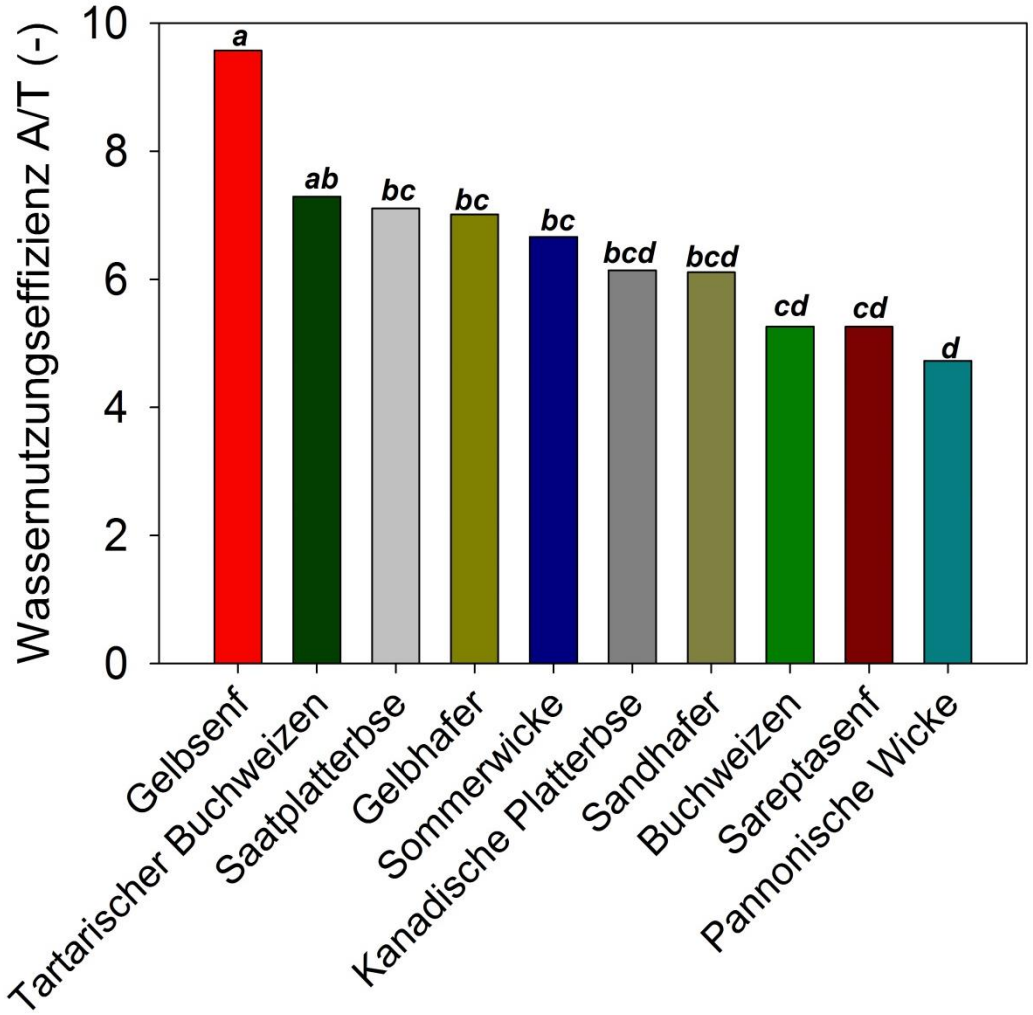


Kritische Stadien Mais

1. Fahnenschieben/Blüte *(Befruchtung, Samenansatz)*
2. Kornfüllung *(Kornausbildung)*

Frühsommertrockenheit!

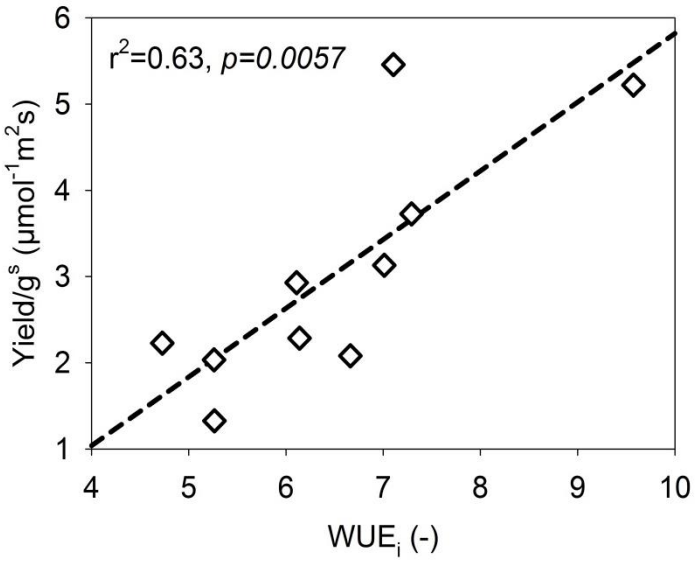
Assimilation und Wassernutzungseffizienz



Die physiologische Wassernutzungs-effizienz unterscheidet sich deutlich zwischen Arten.

Auch nahe verwandte Arten zeigen teils deutlich unterschiedliches Verhalten

Interpretation: Mesophyll- vs. Stomata-Widerstand.



Wasserhaushalt

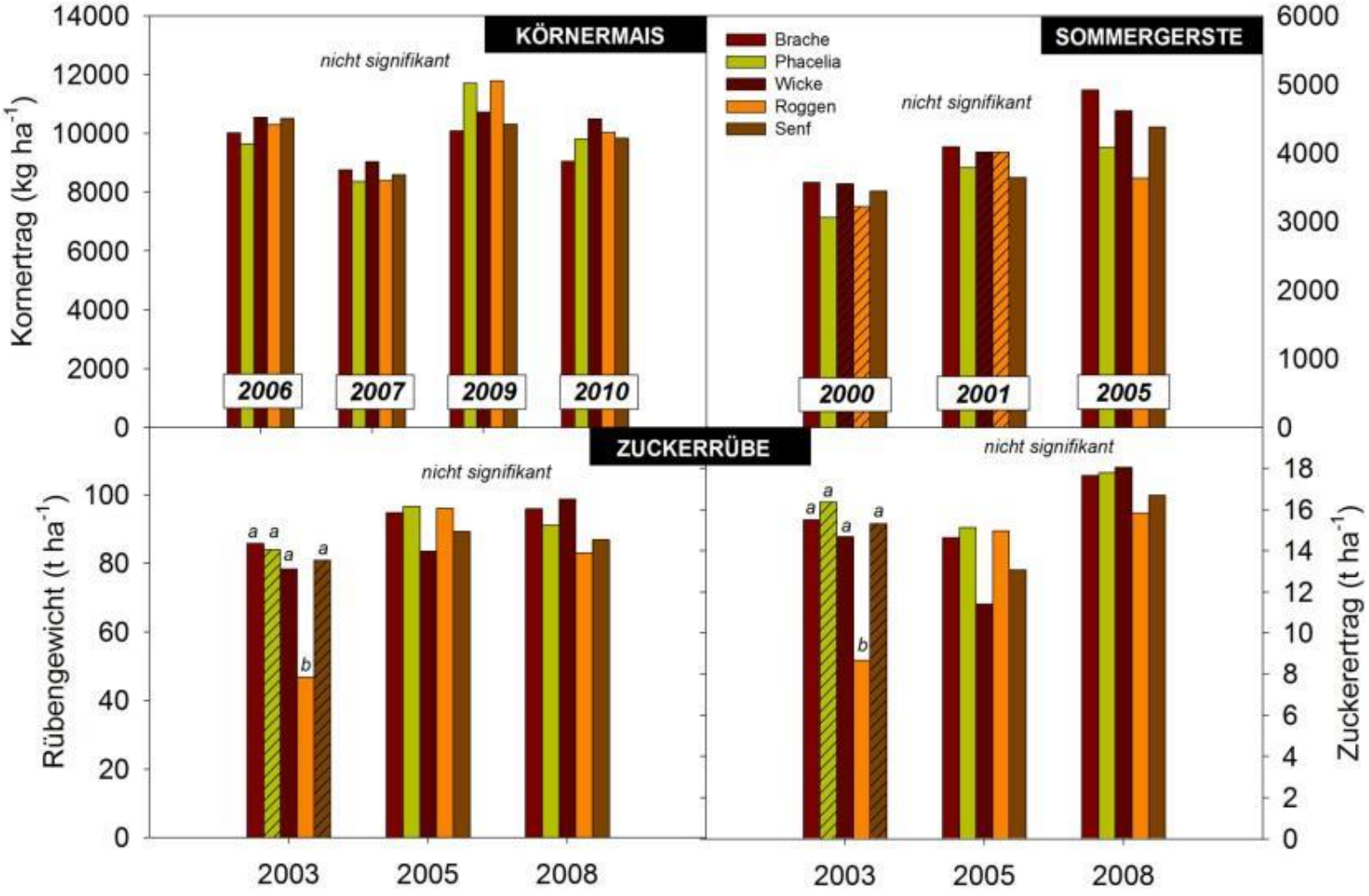
Begrünungen haben eine **hohe Wassernutzungseffizienz** aufgrund der geringeren Temperaturen und Strahlung („Verdunstungspotential“) in ihrer Hauptvegetationszeit. Vor allem spätsaatverträgliche Kulturen *(Kreuzblütler, manche Gräser)* haben noch hohes Assimilationspotential im Herbst.

Bracheflächen können Wasser in ähnlicher Höhe wie eine Begrünung **verlieren (Evaporation)** v.a. bei häufigen Herbstniederschlägen geringer Menge (regelmäßiges Anfeuchten der Bodenoberfläche) ähnlich.

Böden mit geringer Speicherfähigkeit (geringe Profiltiefe, leichte Böden) werden durch Winterfeuchte meist vollständig (Feldkapazität) aufgefüllt. Bei ihnen spielt der **Faktor Unterbodenfeuchte** eine geringere Rolle.

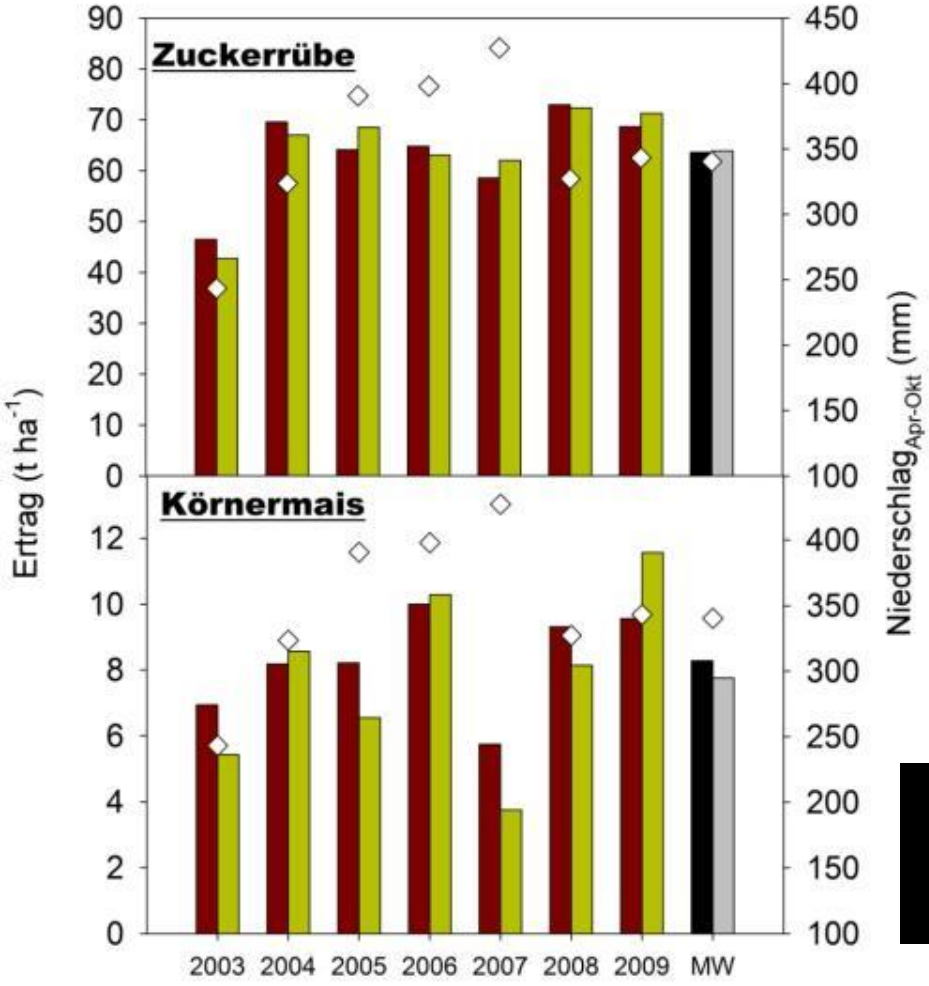
Unterbodenfeuchte ist vor allem für **Kulturen mit langer Vegetationszeit** bedeutend, insbesondere in Jahren (und Regionen) mit Sommertrockenheit.

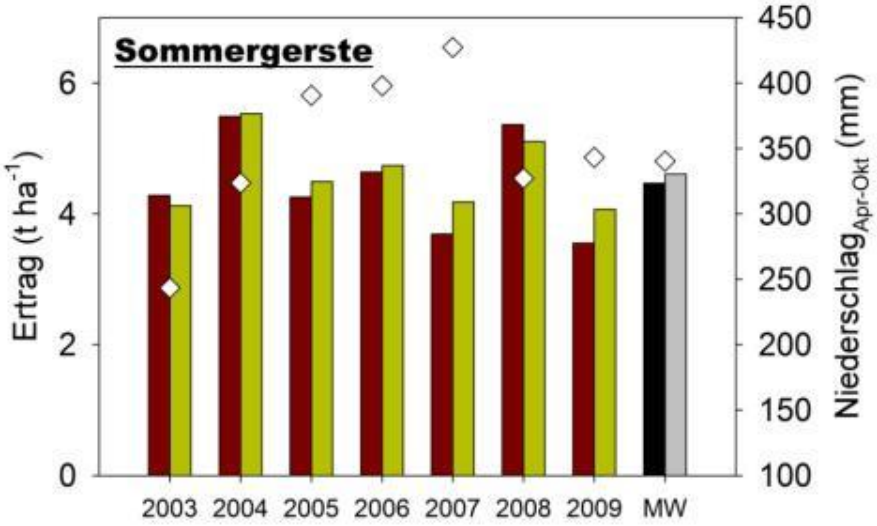
Ertragsergebnisse nach Begrünungen im Trockengebiet (Versuch)



Ertragsergebnisse nach Begrünungen im Trockengebiet (Praxis*)

*Arbeitskreis Mistelbach





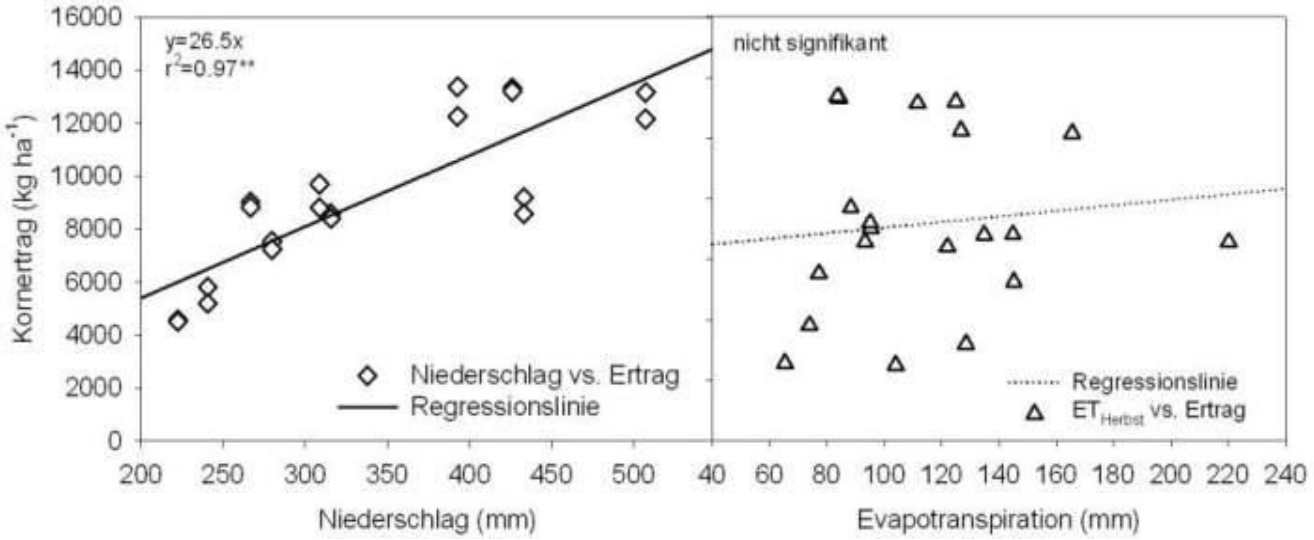
Schlussfolgerungen aus Versuch und Praxis gehen in die selbe Richtung

Keine absicherbaren Ertragseffekte

Körnermais-Vergleich problematisch (sehr wenige Schläge ohne Begrünung)

Interpretation: Niederschlagsverteilung *und Ertragsbildung*

Ertragsbildung im „Input-driven“ Ökosystem



Limtierung der Ertragshöhe im Trockengebiet durch Niederschlag während der Vegetationszeit, nicht durch Wasserverbrauch im Herbst.

Frühjahrstrockenheit: Wurzeltiefe des Sommergetreide nicht tief genug, um mögliche zwischenfruchtbedingte Wassergehaltsunterschiede im Unterboden zu „spüren“. Im Oberboden Angleichung der Feuchte durch Winterregen.

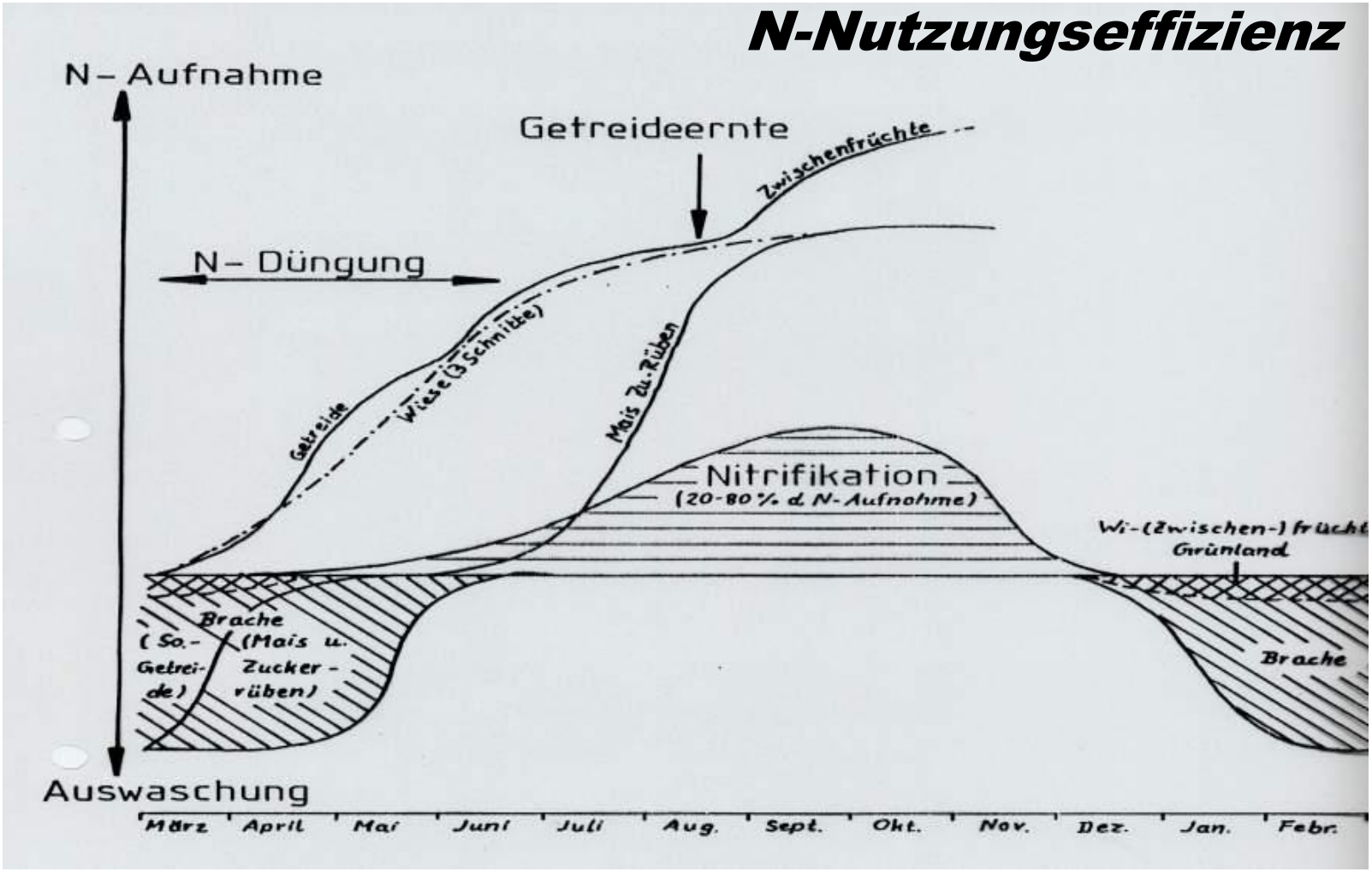
Frühsommertrockenheit: Zwischenfruchteffekt (nach trockenem Herbst) möglich, da Wurzelsystem der Hauptfrüchte Zugang zur Unterbodenfeuchte hat (Mais, Zuckerrübe, Sonnenblume). Günstige Niederschlagsverteilung im österreichischen Trockengebiet reduziert jedoch das Risiko.

Zwischenfruchtbau

Stickstoffhaushalt

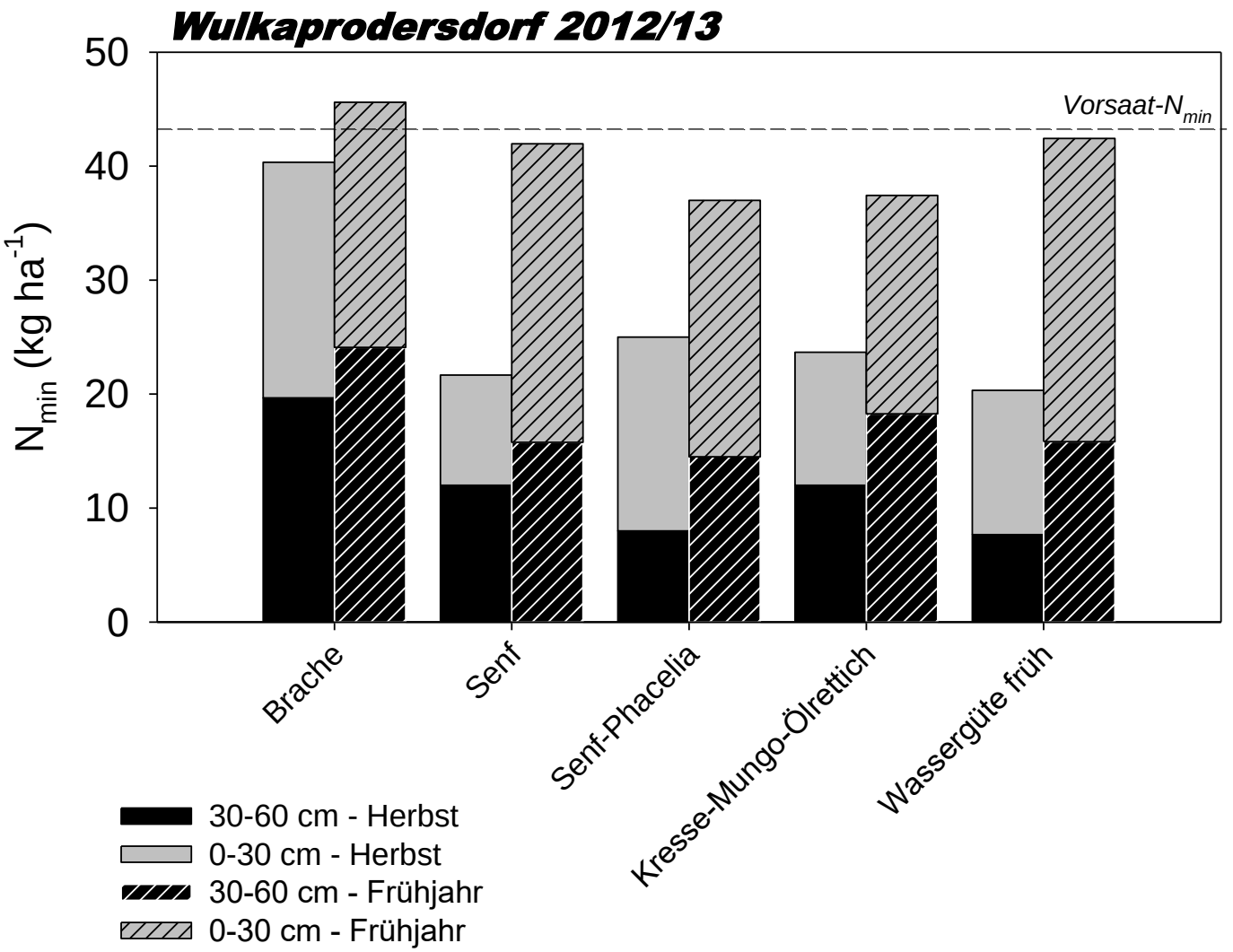
im Trockengebiet

Stickstoffdynamik



N- Aufnahme, Auswaschung und Nitrifikation im Jahresverlauf *Quelle: AMBERGER, 1988*

N-Konservierung



Höchste N_{min} Gehalte vor Winter bei Brache.

Höchste Gefahr der Auswaschung

Höchste N_{min}-Werte in tieferen Schichten im Frühjahr bei Brache.

Gründünger macht N bedarfsgerecht ver-fügbar.

Durchwurzelung entscheidend

Zwischenfruchtwurzel

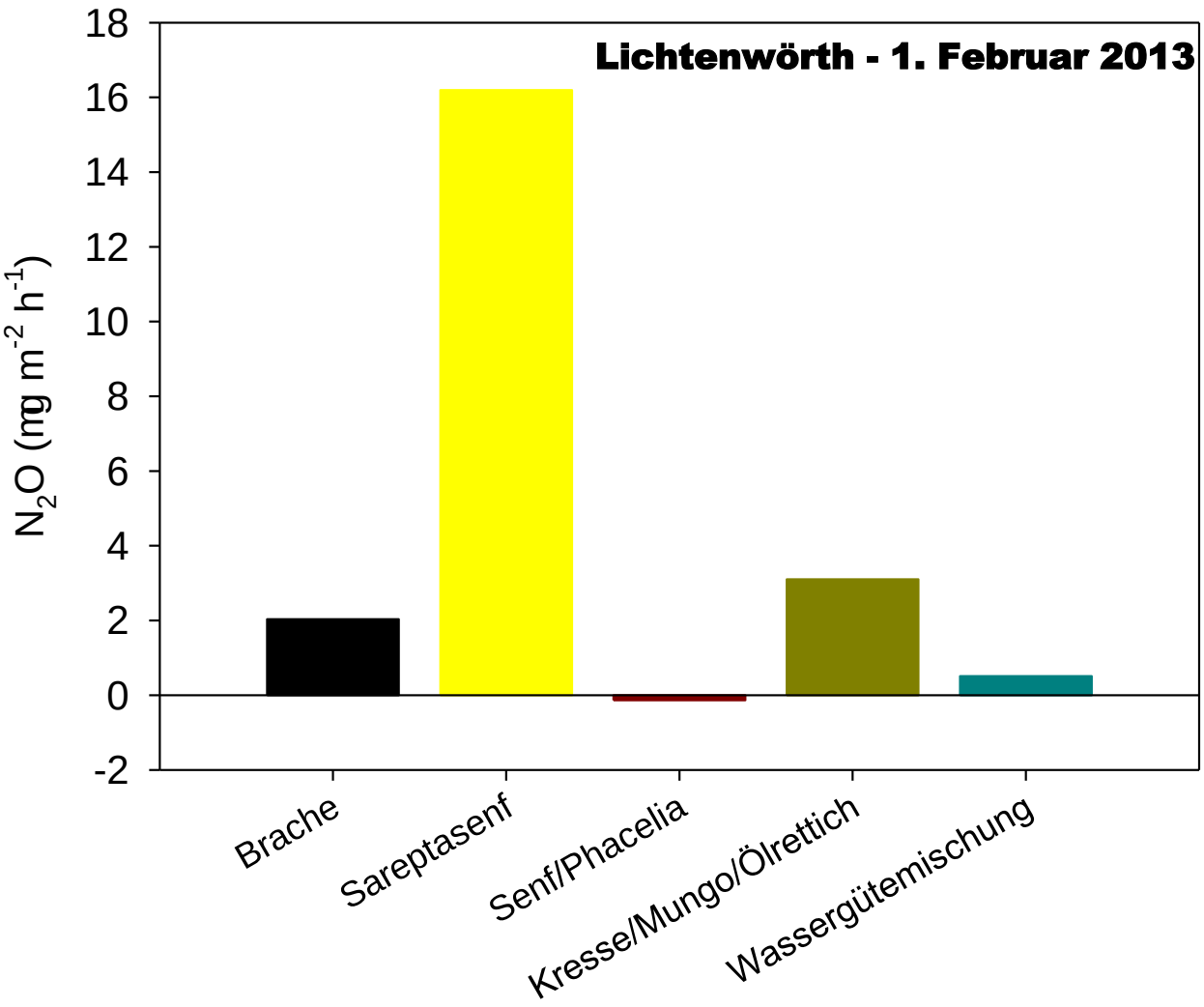
2 Wochen nach Saat; Tiefe 50 cm; Fotos: DSV

Sonnenblume | Ölrettich | Lupine

Wurzelfreilegung Hollabrunn 2010

Tiefe Ölrettich bis ca. 1.50 m

Gasförmige Verluste



N_2O-Verluste im Trockengebiet geringer als im Feuchtgebiet.

Abhängig von Regenverdaulichkeit des Bodens.

Verlusthöhe im Vergleich zu anderen Quellen. (Düngung, Bodenbearbeitung) gering.

Mineralisierung von Senfölglycoside bedingt.

Sauerstoffverbrauch und Absterben/Abbau von Mikroorganismen

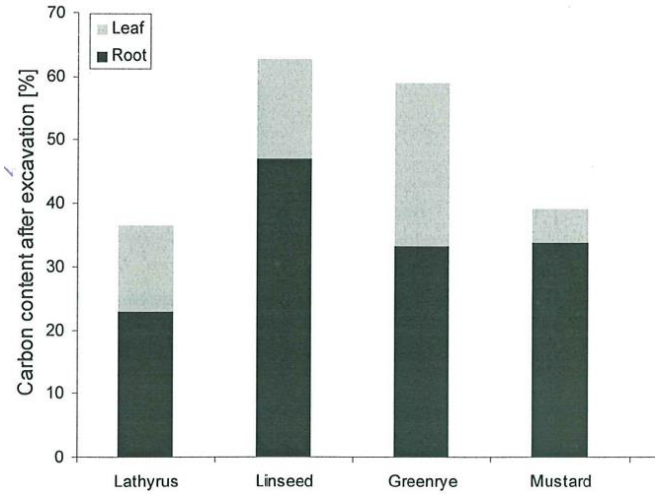
Stickstoff-Bindungspotential

N-Bindungspotential abhängig von Vegetationsdauer und Art.

N-Mengen durch biologische Bindung zwischen 40-80 kg/ha.

Hohe Rest-N_{min}-Mengen nach ernte reduzieren Bindungspotential der Rhizobien.

N aus Leguminosen-Rückständen mineralisiert sehr schnell ab Boden-temperaturen von ca. 2°C. Daher Verlustpotential bei Reinsaat.



Zwischenfruchtbau

Schlussfolgerungen

im Trockengebiet

Schlussfolgerungen

Bestandesetablierung

Nur ein gut etablierter Zwischenfruchtbestand hat Sinn. Der Saattermin ist dafür besonders im Trockengebiet entscheidend. Sicherheit bringen Begrünungsmischungen mit Arten, die rasch Auflaufen und den Boden bedecken.

Bodenabdeckung vs. Bodenbearbeitung als Alternativen.

Wasserhaushalt

Zwischenfruchtbau im Trockengebiet ist **ohne Ertragseinbußen machbar**. Verbesserte Bodenfruchtbarkeit kann mittelfristig Vorteile bringen (neben unmittelbarem Förder-Vorteil).

Rolle der Unterbodenfeuchte sollte im Detail studiert werden.

Stickstoff

Zwischenfrüchte sind für den Erhalt des Stickstoffs unerlässlich bei früh räumenden Kulturen. Im Trockengebiet können nur Zwischenfrüchte die Unsicherheit des Düngemanagements ausgleichen und damit ein profitables N-Management sichern.

Wurzelwachstum und Bodenstruktur sind auch für den N-Haushalt wichtig.

Ich bedanke mich für die Aufmerksamkeit!

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzenwissenschaften

Abteilung Pflanzenbau

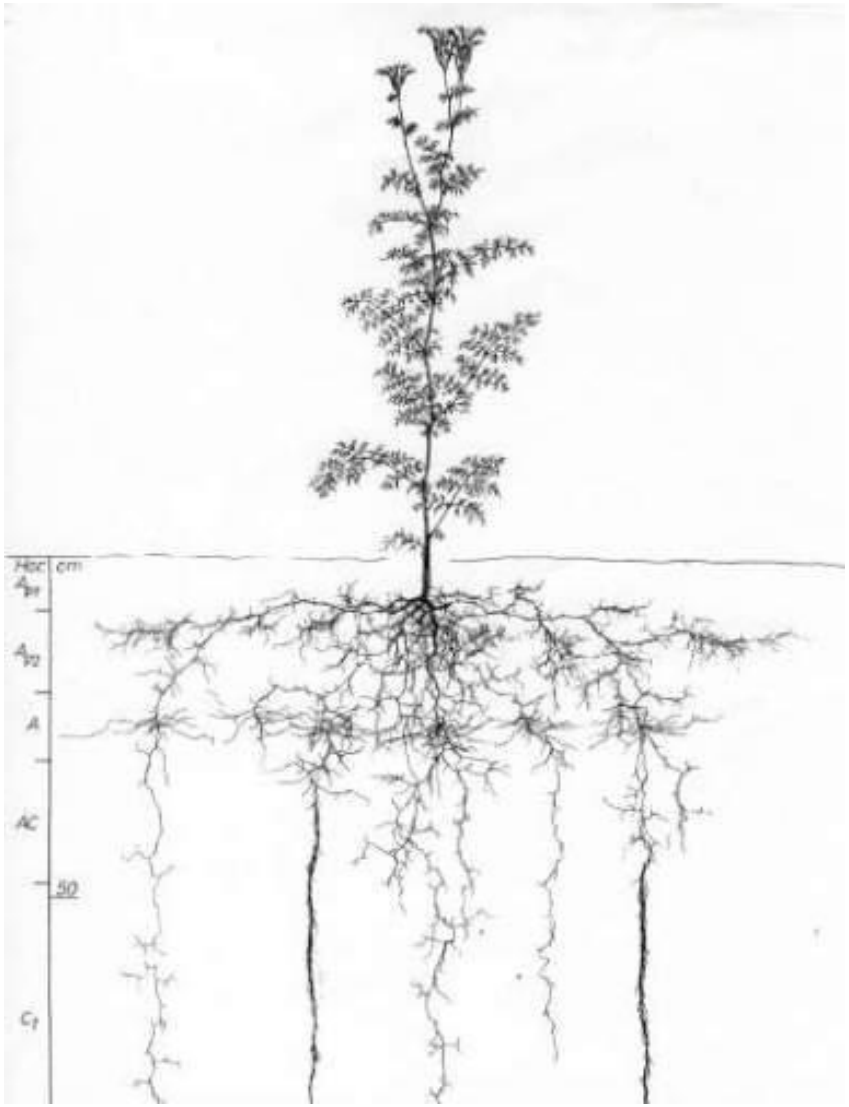
Gernot Bodner

Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln
Tel.: +43 1 47654-3331, Fax: +43 1 47654-3300
gernot.bodner@boku.ac.at, www.boku.ac.at

Zwischenfruchtarten

Leistungen und Alternativen

Zieldefinition



Grundwasserschutz

- Hohe Biomassebildung
- Rasche und tiefe Durchwurzelung
- Keine Leguminosen

Erosionsschutz

- Rasche und lange Bodenbedeckung
- Dichte Durchwurzelung im Oberboden

Humus/Bodenfruchtbarkeit

- Hohe Biomassebildung
- Hohe Wurzelbiomasse
- Vielfältige Mischungen

Bewährte Zwischenfruchtarten

GELBSENF *(Sinapis alba)*

Abfrostend, rasch bodendeckend, spätsaatverträglich, anspruchslos.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Gering (in trockenen und warmen Lagen raschere Blüte)	Spätsaatverträglich (Anfang Oktober)	15-20 kg	1-2 cm	20-40 dt/ha (10-15 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Sehr gut (hohes Nitrataufnahme-vermögen)	Sehr gut (rasche und sichere Bodenabdeckung	Gut (hohe oberirdische Masse, mittlere Wurzelmasse)	Mittel-hoch	Unkraut: sehr gut Krankheiten: Kohlhernie, Sklerotinia (?)

ÖLRETTICH *(Raphanus sativus oleiformis)*

Abfrostend, rasch bodendeckend, spätsaatverträglich, anspruchslos.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Gering (auch schwere, verdichtete Böden)	Bis max. Mitte September	18-22 kg (höhere Saatstärke verringert Rettichbildung)	1-2 cm	30-50 dt/ha (15-30 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Sehr gut (hohes Nitrat-aufnahmevermögen)	Sehr gut (rasche und sichere Bodenabdeckung	Sehr gut (hohe oberir-dische und Wurzelmasse)	Mittel-Hoch	Unkraut: gut (Durchwuchs) Krankheiten: Kolhernie, gegen Nematoden

Bewährte Zwischenfruchtarten

SOMMERWICKE *(Vicia sativa)*

Abfrostend, leicht abbaubare Biomasse, nur für Mischung.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Optimal mittelschwere, kalkhaltige Böden, Wärme	Bis Mitte August	80-150 kg/ha je nach TKG)	3-5 cm	15-30 dt/ha (5-12 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Nur im Gemenge	Mäßig geeignet	Rasch abbaubarer Nährhumus	Gering	Unkraut: mäßig Fruchtfolge

PLATTERBSE *(Lathyrus sativus)*

abfrostend, wärmebedürftig, Gemengepartner.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Optimal mittelschwere, kalkreiche Böden, feucht-warme Witterung	Spätestens Anfang August	90-120 kg/ha je nach TKG)	2-3 cm	20-25 dt/ha (15-20 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Nur im Gemenge	Mittel (langsame Jugendentwicklung)	Gründüngung > Humusaufbau	Gering-mittel	Unkraut: mäßig Fruchtfolge

Bewährte Zwischenfruchtarten

ALEXANDRINER KLEE *(Trifolium alexandrinum)*

abfrostend, wärmebedürftig, Gemengepartner.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Mittlere-schwere, humöse Böden, ausreichend Feuchte	Bis Mitte August	30-35 kg/ha	1 cm	20-25 dt/ha (5-12 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Nur im Gemenge	Mittel (mittlere Jugendentwicklung)	Gründüngung > Humusaufbau	gering	Unkraut: mäßig Stengelbrenner (Trockenstandorte)

PERSERKLEE *(Trifolium resupinatum)*

abfrostend, anspruchslos, Gemengepartner.

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Gering, mittelere Böden, warme Lagen	Bis Mitte August	18-20 kg/ha	1 cm	12-15 dt/ha (5-10 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Nur im Gemenge	Mittel (langsame Jugendentwicklung)	Gründüngung > Humusaufbau	gering	Unkraut: mäßig

Bewährte Zwischenfruchtarten

PHACELIA *(Phacelia tanacetifolium)*

Abfrostend, gut bearbeitbar, fruchtfolgeneutral

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Mittel – tiefgründige, lockere, kalkhaltige Böden, feuchtwarme Witterung	Anfang September	8-10 kg	2 cm	20-35 dt/ha (8-12 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Gut – hohes Nährstoffaneignungsvermögen, jedoch nur mäßiger Wurzeltiefgang	Gut – rasches Auflaufen, gute Mulchdecke	Sehr gut - aus-geglichen Nähr- und Dauerhumus	Mittel	Unkraut: gut Fruchtfolgeneutral

BUCHWEIZEN *(Fagopyrum esculentum)*

Abfrostend, rasch bodendeckend, fruchtfolgeneutral

Standortansprüche	Saatzeit	Saatmenge	Saattiefe	Ertrag
Anspruchslos, wärmebedürftig, sehr frostempfindlich	Mitte August	50-70 kg	2-3 cm	20-30 dt/ha (4-6 dt/ha Wurzel)

Grundwasser	Erosion	Humus	Wasserbedarf	Pflanzenschutz
Mäßig – N-Entzug relativ gering	Mittel – rasches Auflaufen, jedoch keine vollständige Bodenbedeckung	Mittlerer ober-irdischer Aufwuchs, geringe Wurzel-biomasse	gering	Unkraut: mittel (Aussamen) Fruchtfolgeneutral

Zwischenfrucht-“Exoten”

Art	Familie	Kennzeichen
Öllein	Leingewächs	Mischungspartner Humus
Mungo (Ramtillkraut)	Korbblütler	Wärmebedürftig, frostet früh ab, Mischungspartner
Ringelblume	Korbblütler	Anspruchslos, gute Durchwurzelung,
Pannonische Wicke	Leguminose	trockentoleranter als Sommerwicke
Gelber Steinklee	Leguminose	Überjährig, starke Pfahlwurzel
Kresse	Kreuzblütler	Mischung (z.B. Alexandrinerklee, Senf)
Sandhafer	Süßgras	wüchsig, gute Durchwurzelung
Hirse	Süßgras	früher Anbau, hohe Biomasse

Die meisten „Exoten“ erfordern **bewährte Begrünungen als Mischungspartner** und erweitern so die Zwischenfrucht-Biodiversität.

Gängige Arten und Alternativen

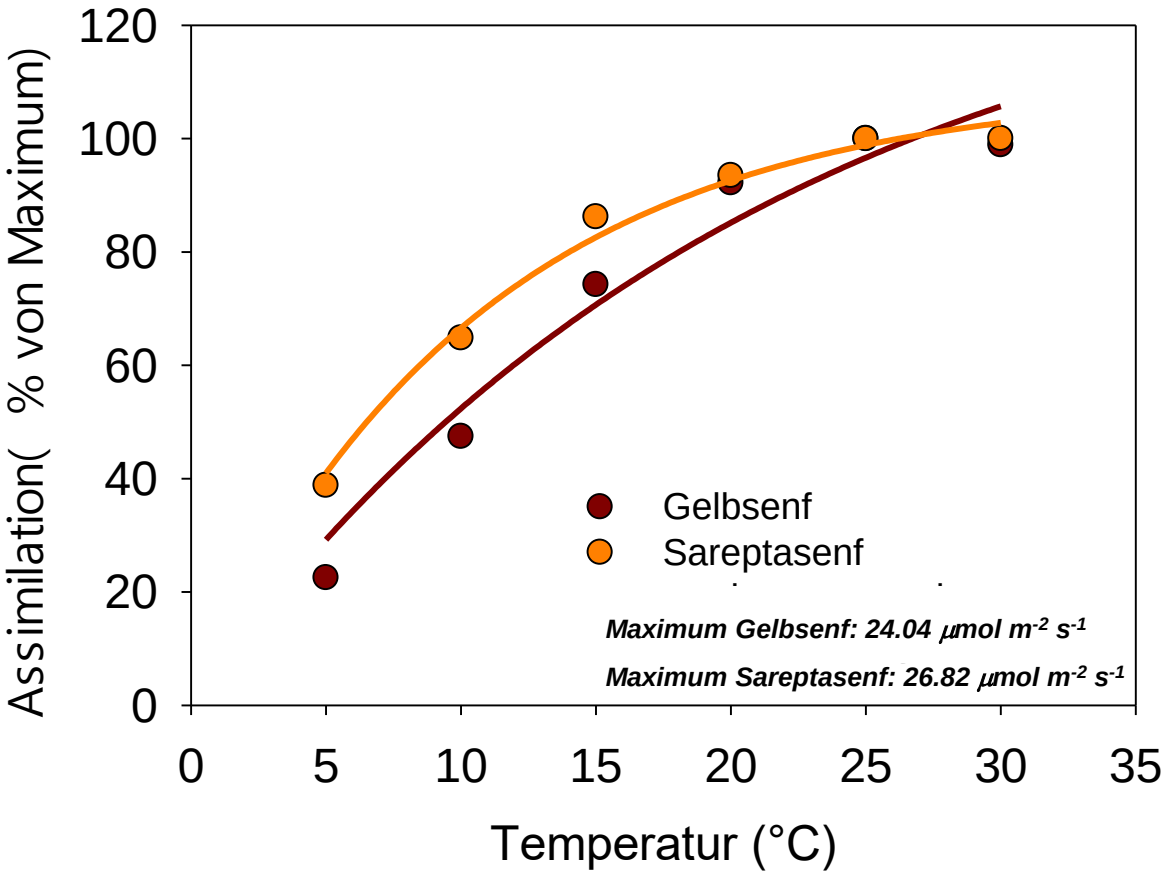
Gelbsenf und Sareptasenf

Gelbsenf kommt schneller in die Blüte, Blätter von Sareptasenf etwas dicker und weniger eingeschnitten.

Physiologische Leistungsfähigkeit
(Messung bei 500 µmol Licht, 25°C, 50 % rH)

	Photosynthese ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Wassernutzungseffizienz ($\mu mol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$)
Gelbsenf	**15,9**	**150,9**
Sarepta-senf	**20,3**	**81,6**

Gelbsenf und Sareptasenf



Sommerwicke und Pannonische Wicke

Sommerwicke hat breitere Blätter, pannonische Wicke ist an Trockenstandorte angepasst (schmale Blätter) und blüht etwas früher.

Physiologische Leistungsfähigkeit

(Messung bei 500 µmol Licht, 25°C, 50 % rH)

	Photosynthese ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Wassernutzungseffizienz ($\mu mol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$)
Sommer-wicke	**18,3**	**119,2**
Pannonische Wicke	**17,1**	**74,6**

Saatplatterbse und Kanadische Platterbse

Saatplatterbse hat etwas schmälere Blätter und blüht etwas später; sonst wurde nur geringe morphologische Unterschiede beobachtet (Sorte, Art?).

Physiologische Leistungsfähigkeit

(Messung bei 500 µmol Licht, 25°C, 50 % rH)

	Photosynthese ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	Wassernutzungseffizienz ($\mu mol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$)
Saatplatt-erbse	**16,1**	**126,1**
Kanadische Platterbse	**16,5**	**108,1**

Gelbhafer und Sandhafer

Gelbhafer hat etwas breitere Blätter, Durchwurzelung bei Sandhafer stärker, Sandhafer für Bodengesundheit (Nematoden) besonders gut.

Physiologische Leistungsfähigkeit

(Messung bei 500 µmol Licht, 25°C, 50 % rH)

	Photosynthese ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	**Wassernutzungseffizienz** ($\mu mol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$)
Gelbhafer	**18,3**	**120,5**
Sandhafer	**19,8**	**100,5**

Buchweizen und Tartarischer Buchweizen

Tartarischer Buchweizen blüht deutlich später und bildet eine wesentlich höherer Blattmasse und Blattfläche. Bodengesundheitswirkung (Mäuse) über Wurzelausscheidungen (Cumarine)

Physiologische Leistungsfähigkeit

(Messung bei 500 µmol Licht, 25°C, 50 % rH)

	Photosynthese ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	**Wassernutzungseffizienz** ($\mu mol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$)
Buchweizen	**17,3**	**98,4**
Tartarischer Buchweizen	**16,9**	**137,4**

Zwischenfruchtalternativen

Zwischen **Kreuzblütler-Arten** gibt es deutliche Unterschiede in der Photosyntheseleistung sowie der Blühneigung, die für früherer Saattermine interessant sind. Insgesamt sind Kreuzblütler spätsaatverträglich.

Hafer ist als Gräser-Zwischenfrucht (in Mischungen) sowohl vom Standpunkt der Fruchtfolge als auch für den Boden (Humus, Gesundungsfrucht) interessant.

Trockentolerante Arten (Pannonische Wicke) haben ein geringeres Wachstumspotential, da sie auf Mangelstandorte angepasst sind (kleine Blätter).

Platterbse ist eine allgemein gute Zwischenfrucht mit verlässlicher Biomassebildung bei etwas früherer Saat sowie gutem N-Bindungsvermögen (ca. 60 kg N ha^{-1}).

Tartarischer Buchweizen sollte unbedingt in der Praxis getestet werden. Beobachtungen im Topfversuch sind sehr vielversprechend! Problem Sorte?

Zwischenfruchtbau

Stickstoffhaushalt

im Trockengebiet

Schlussfolgerungen

Wasserhaushalt

Zwischenfruchtbau im Trockengebiet ist **ohne Ertragseinbußen machbar**. Verbesserte Bodenfruchtbarkeit kann mittelfristig Vorteile bringen (neben unmittelbarem Förder-Vorteil).

Rolle der Unterbodenfeuchte sollte im Detail studiert werden.

Humus

Zwischenfrüchte sind wesentlich für die **Ergänzung des dynamische Pools der organischen Bodensubstanz** und die Humubilanz der Fruchtfolge. Über die **Wurzel** kann stabiler Kohlenstoff in den (Unter)Boden gebracht werden.

Gesicherte Aussagen über Kohlenstoffspeicherung durch Zwischenfrüchte sind derzeit noch nicht möglich. Wurzelstarke Arten/Mischungen sind auf jeden Fall zu empfehlen.

Zwischenfruchtarten und Management

Gängige **Artenmischungen** bieten bereits heute eine gute Möglichkeit, Reinsaaten sollten eher die Ausnahme sein. Alternativen/Erweiterungen des Artenspektrums sind möglich (Tartarischer Buchweizen, Sandhafer, …). Kritischster Punkt ist die **Bestandesetablierung**.

Sichere Verfahren für erfolgreiche Frühsaat sind erforderlich.

Ich bedanke mich für die Aufmerksamkeit!

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzenwissenschaften

Abteilung Pflanzenbau

Gernot Bodner

Konrad-Lorenz-Straße 24, A-3430 Tulln
Tel.: +43 1 47654-3331, Fax: +43 1 47654-3300
gernot.bodner@boku.ac.at, www.boku.ac.at