

Trockenheitsindikatoren und Erträge in der österreichischen Nutzpflanzenproduktion

Was sagen uns die Felder der Landwirte?

AgroDrought Austria Symposium

Gernot Bodner¹, Peggy Macaigne^{1,4}, Josef Eitzinger², Vojko Daneu³, Willibald Loiskandl⁴

¹Department für Nutzpflanzenwissenschaften, BOKU Wien, ²Institut für Meteorologie, BOKU Wien, ³LFZ Raumberg Gumpenstein, ⁴Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft, BOKU Wien

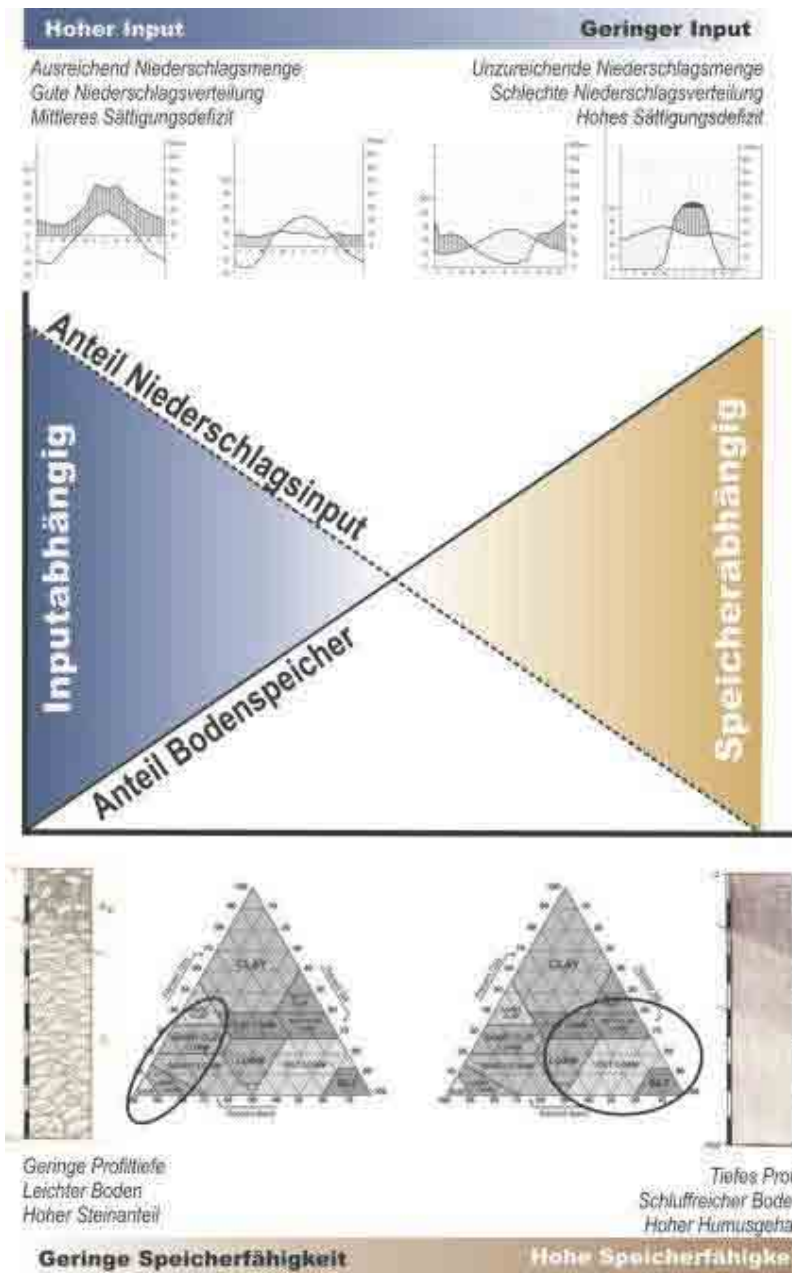
Inhalt

Teil 1. Trockenheit und Ertragsreaktion

- Ø Hydrologie gemäßiger Trockengebiete
- Ø Trockenheits- und Hitzestressindikatoren
- Ø Untersuchungsstandorte
- Ø Ertragsreaktion und Stressresistenz

Teil 2. Management-Optionen im Trockengebiet

- Ø Zwischenfruchtbau
- Ø Bodenbearbeitung
- Ø Saattermin



Ökohydrologischer Beurteilungsraster der Standorthydrologie

Speicherabhängigkeit

- Ø Starke Fruchtfolge-Wirkung (z.B. Zwischenfrucht)
- Ø Wurzeltiefe besonders effizient (Versickerung)
- Ø Synchronisierung vegetativer und generativer Wasserverbrauch

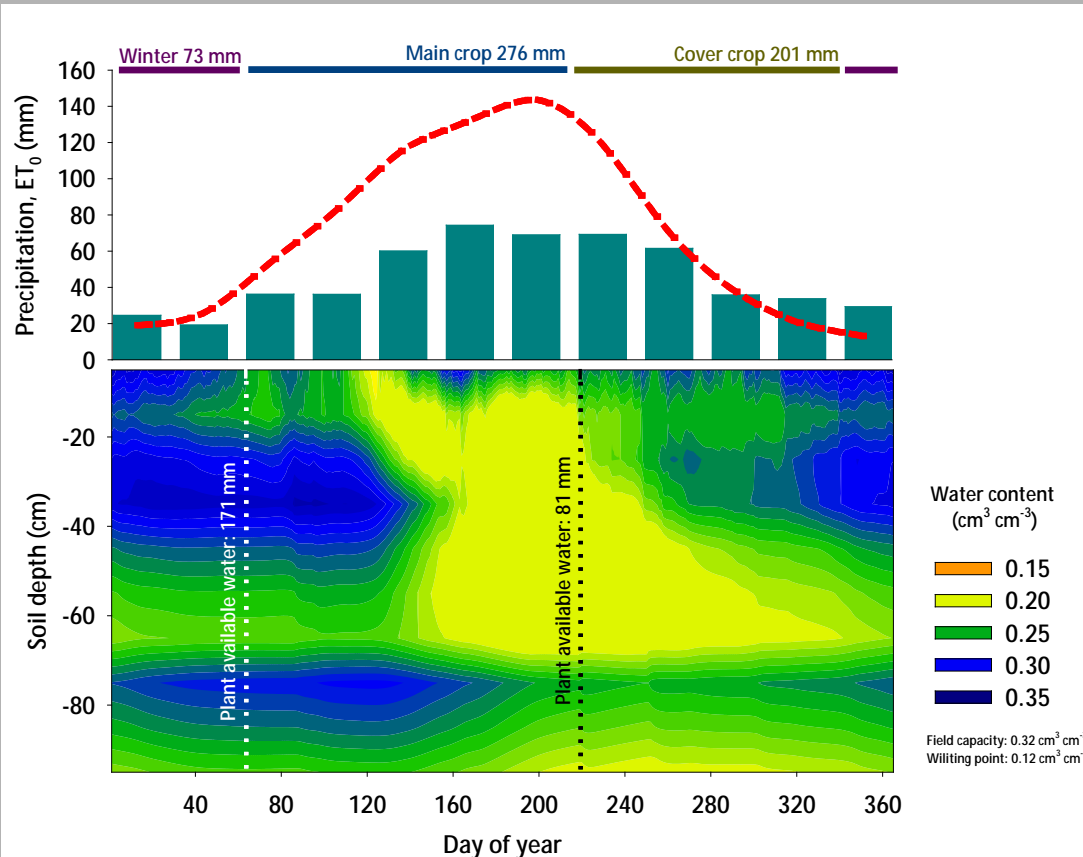
Leichter zu planen.

Inputabhängigkeit

- Ø Vorfruchtwirkung gering
- Ø Bodenabdeckung sehr effizient (Evaporation)
- Ø Bodenspeicherfähigkeit verbessern

Höhere Unsicherheit

Hydrologie gut speicherbarer Böden



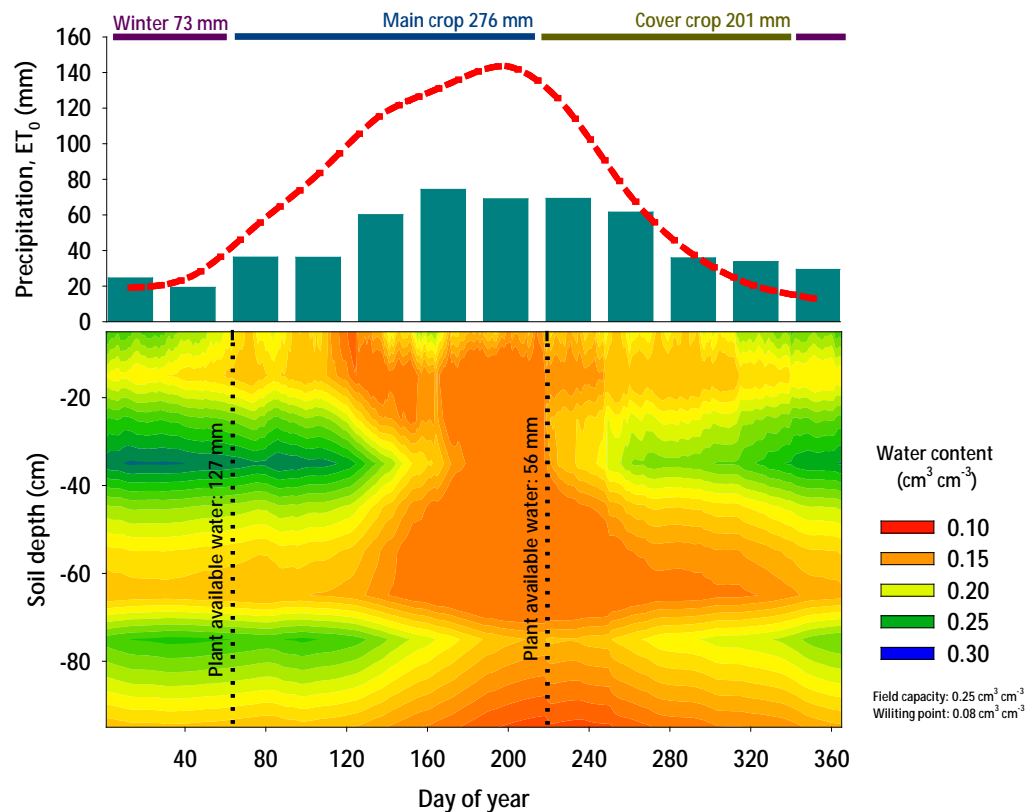
Method: Simulation of site hydrology using HYDRUS 1D (Simunek et al., 2013) for site Groß Enzersdorf, Austria (48.2° N, 16.5°E, 156 m.a.A.; **Soil:** Silt loam; **Crop:** spring barley (80 cm rooting depth); **Upper boundary:** 25 years of weather data; **Lower boundary:** free drainage

Charakteristika

1. Vorherrschend Niederschlag in der Vegetationsperiode
(Standortmittel Abb. links: $65 \pm 4 \%$).
2. Zusammenfallen der Niederschlags- und ET_0 Verteilung.
3. > 4 Monate Vegetationszeit zwischen Getreideernte und Winter (Abb. links: Σ verfügbare Wassermenge: 282 mm).
4. Bodenart-abhängige Bedeutung der **gespeicherten Winterniederschläge** für die Hauptfrucht (Abb. links: 62 % Niederschlag, 38 % Bodenspeicher).

Bodner, G., Nakhforoosh, A., Kaul., H.-P. (2015) Management of crop water under drought – a review. Agr. Sust. Develop. 35, 401-442.

Hydrologie schlecht Speicherbarer Böden



Method: Simulation of site hydrology using HYDRUS 1D (Simunek et al., 2013) for site Groß Enzersdorf, Austria (48.2° N, 16.5°E, 156 m.a.A.; **Soil:** Sandy loam; **Crop:** spring barley (80 cm rooting depth); **Upper boundary:** 25 years of weather data; **Lower boundary:** free drainage

Charakteristika

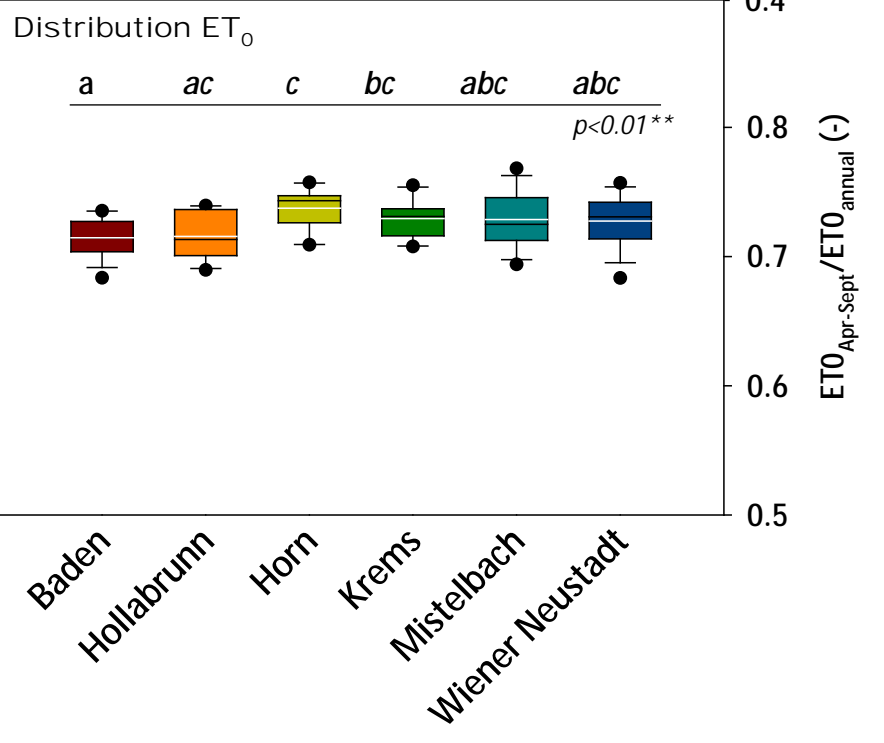
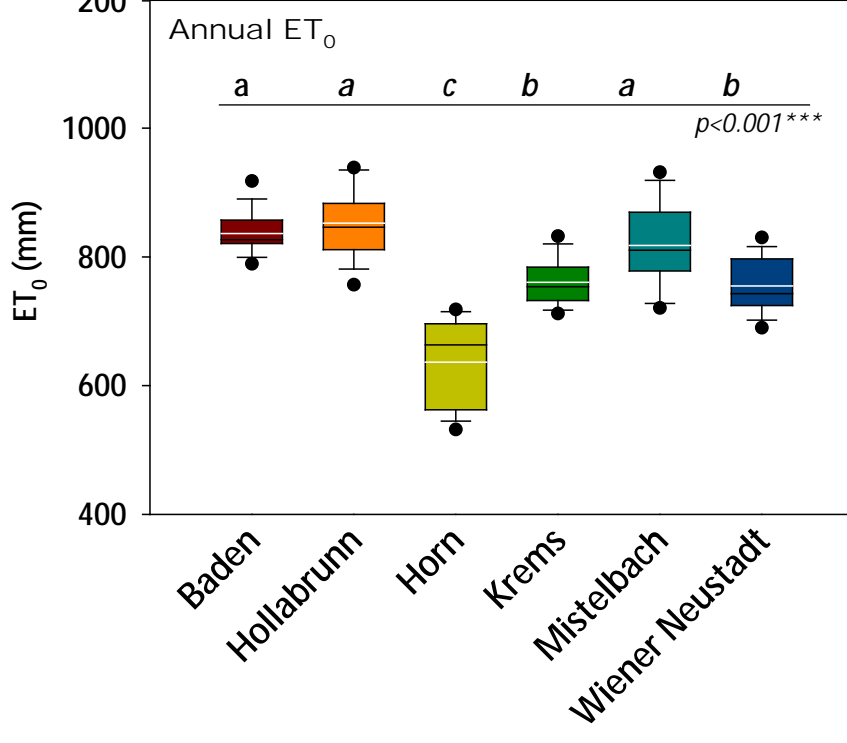
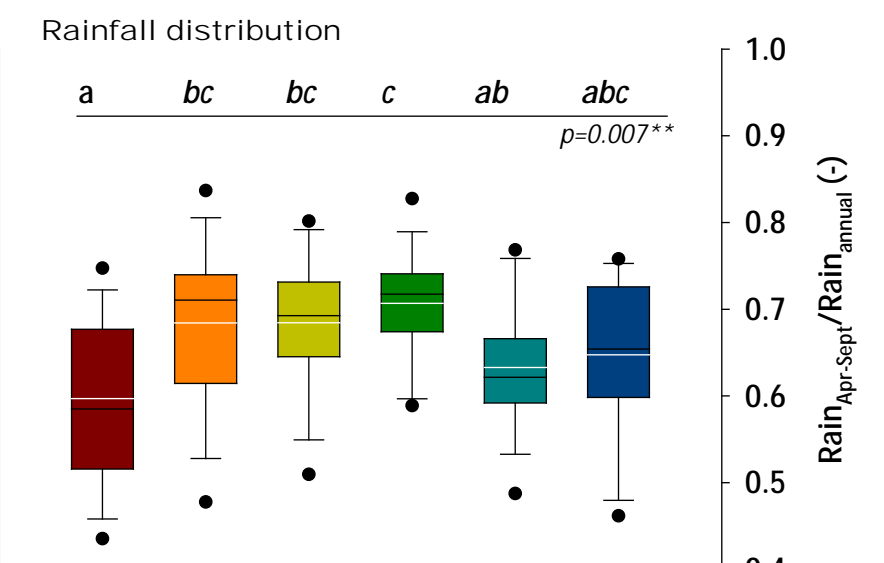
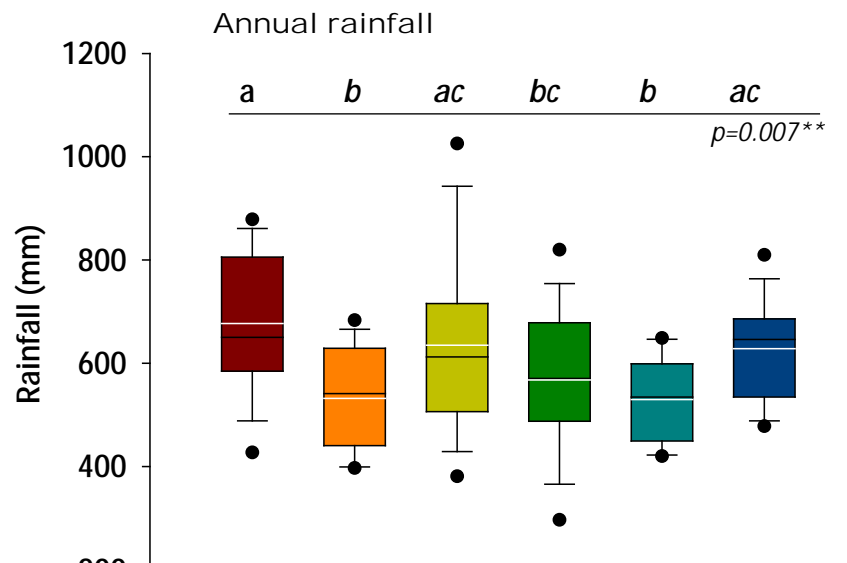
1. Vorherrschend Niederschlag in der Vegetationsperiode
(Standortmittel Abb. links: $65 \pm 4 \%$).
2. Zusammenfallen der Niederschlags- und ET₀ Verteilung.
3. **Verfügbare Wassermenge** nach Getreideernte 257 mm.
4. Verhältnis der gespeicherten **Winterniederschläge** zu Niederschlägen in der **Vegetationszeit**: 69 % Niederschlag, 31 % Bodenspeicher (absolut weniger Wasserverfügbarkeit).

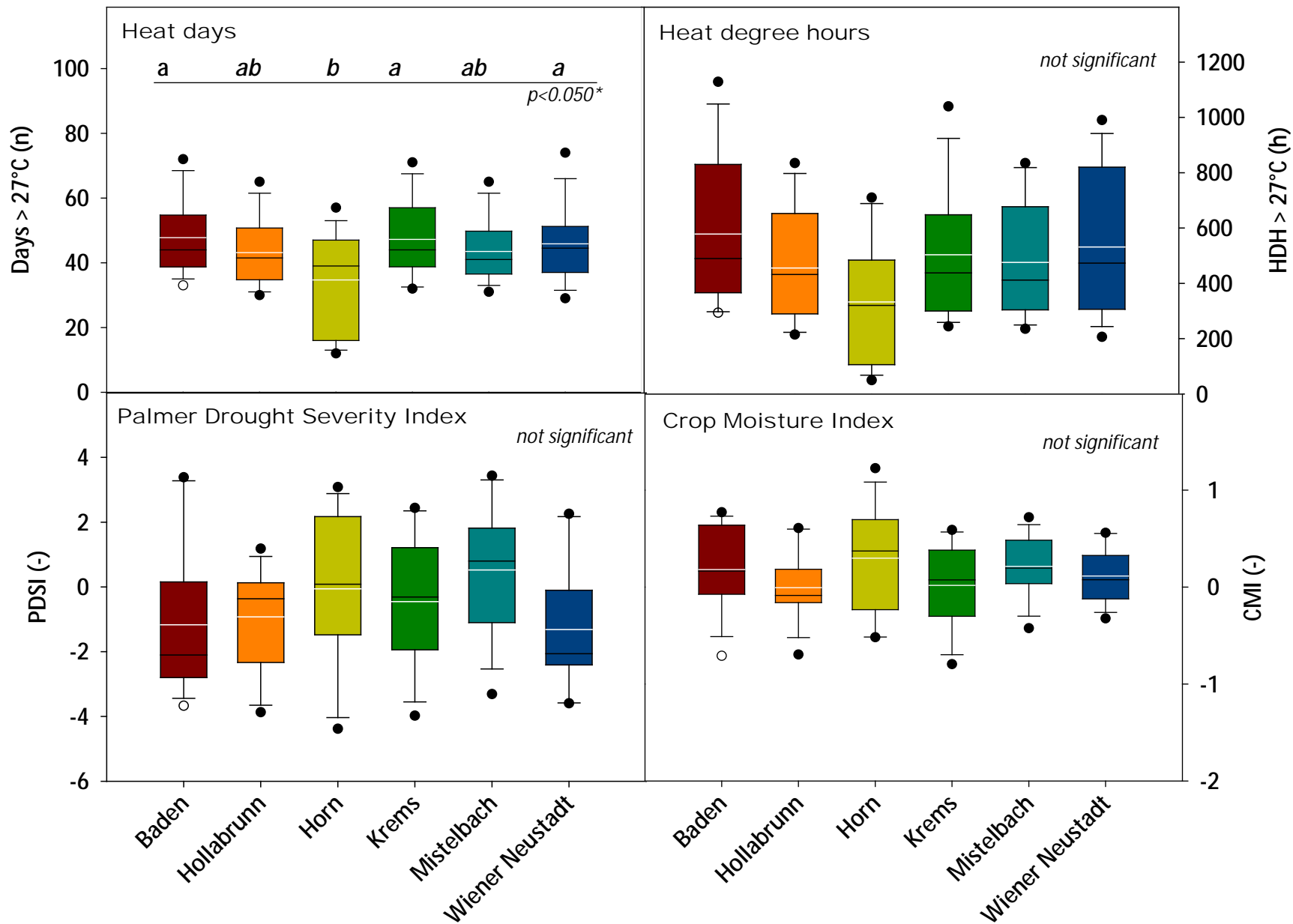
Meteorologische Indikatoren

Ziel: Untersuchung der Ertragssensitivität auf meteorologische Indikatoren für Trockenheit und Hitze als Grundlage der Ertragsprognose

Kurzfristige Indikatoren (aktuelle Situation)	
Niederschlag	Höhe (Jahr, kritische Perioden, Monat), Verteilung (In- vs. off-season)
Referenzevapotranspiration	Höhe und Verteilung (s.o.), Verhältnis zu Niederschlagshöhe
Temperatur	Hitzetage und kumulierte Temperatur über 27°C
Hitze+Trockenheit	Multiplikativer Indikator aus Hitzetagen und Wasserdefizit (FAO56)
Langfristige Indikatoren (Abeichung vom Normalwert)	
Palmer Drought Severity Index	Niederschlag, Temperatur, Bodenspeicher
Crop Moisture Index	s. PDSI, aber wöchentlich

Untersuchungsstandorte

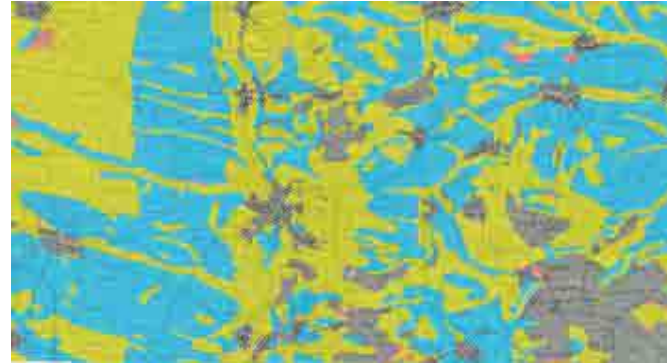




Baden (Schwarzerde, Feuchtschwarzerde, Auböden)



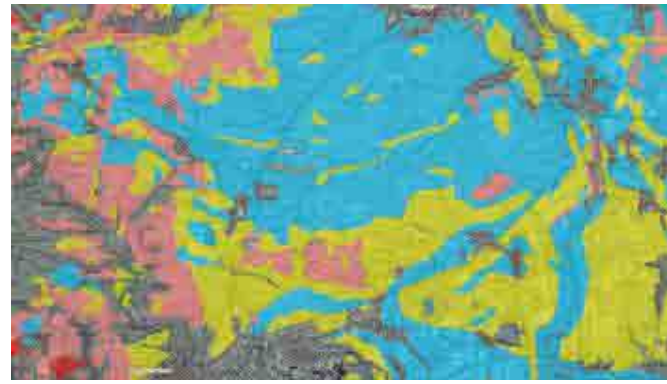
Hollabrunn (Schwarzerde, Rohböden, Kolluvien)



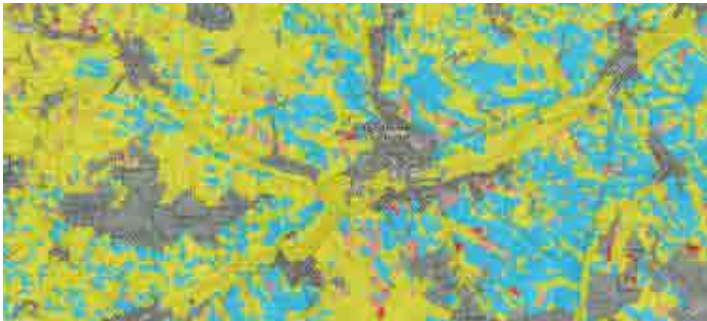
Horn (Lockersediment-, Felsbraunerden)



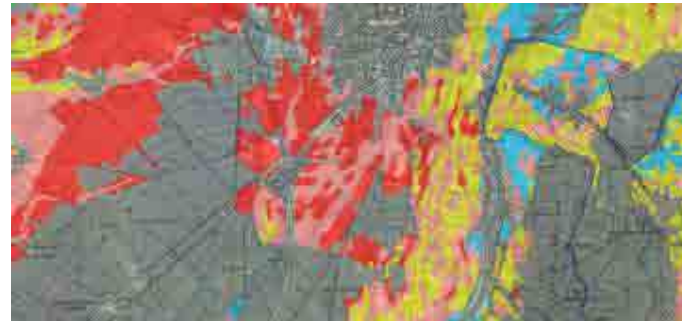
Krems (Schwarzerde, LS-Braunerde, Auböden, Rigol)



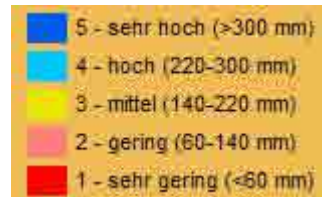
Mistelbach (Schwarzerde, Rohböden, Kolluvien)



Wr. Neustadt (Schwarzerde, Pararendzina)



Nutzbare Feldkapazität (BAW)



Standorthydrologie

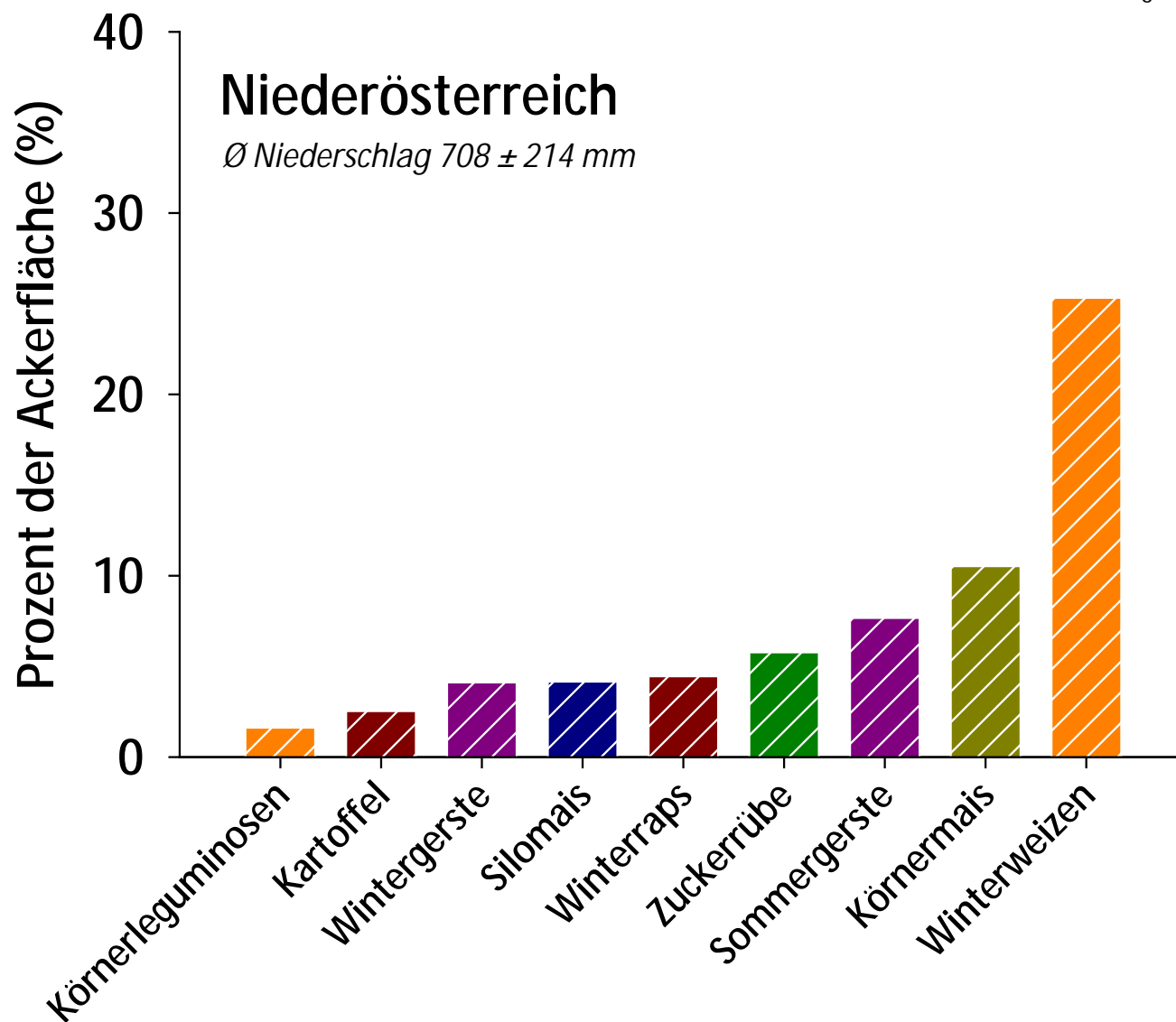
Niederschlag Drei Standorte (Mistelbach, Hollabrunn, Krems) um 500 mm Jahresniederschlag, drei Standorte (Horn, Baden, Wiener Neustadt) um 600 mm. Niederschlagsverteilung zwischen 60-70 % in der Vegetationszeit mit teils starker jährlicher Schwankung (Hollabrunn, Baden).

Temperatur Horn als Standort mit kühleren Temperaturen. Weniger Differenzierung in den Hitzetagen (Ausnahme Horn) und den Hitzestunden.

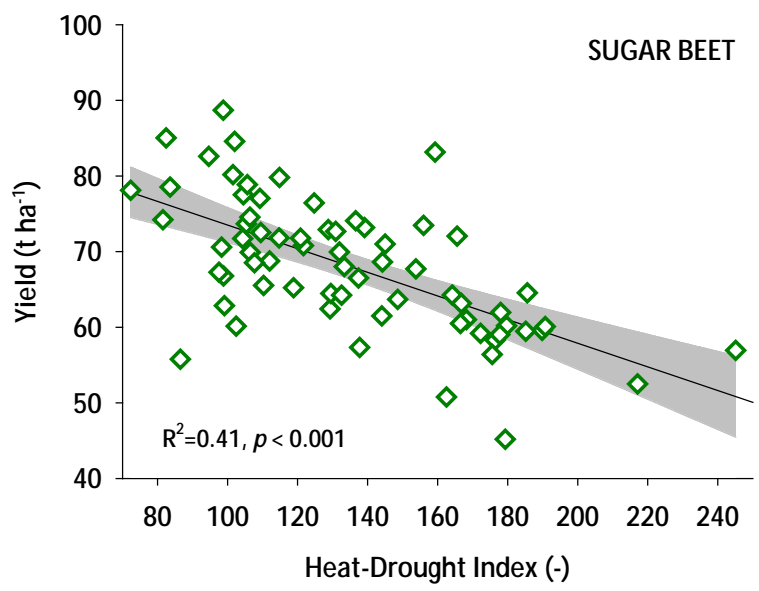
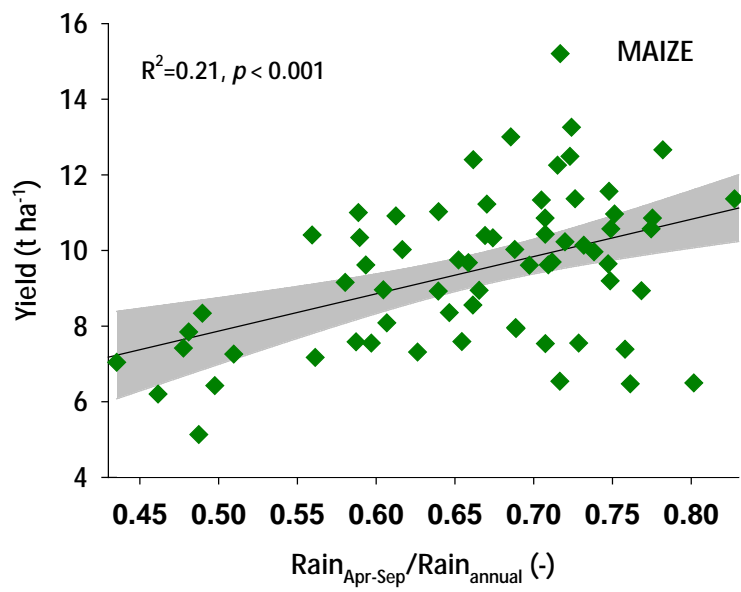
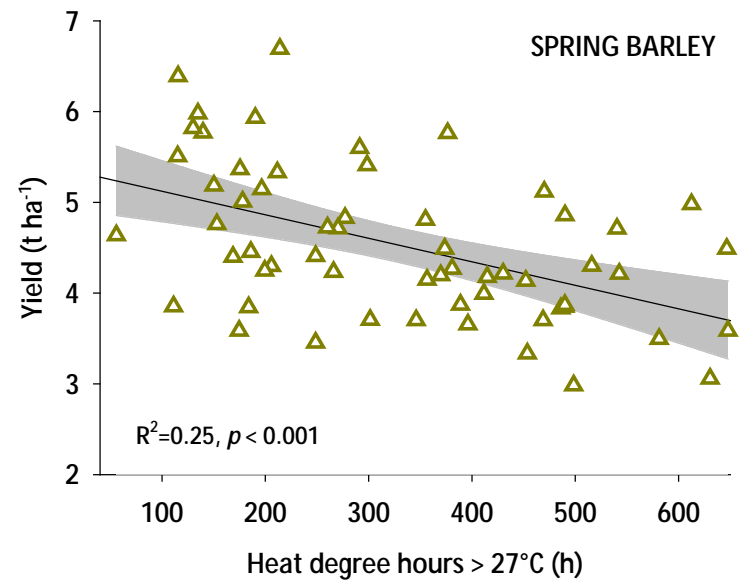
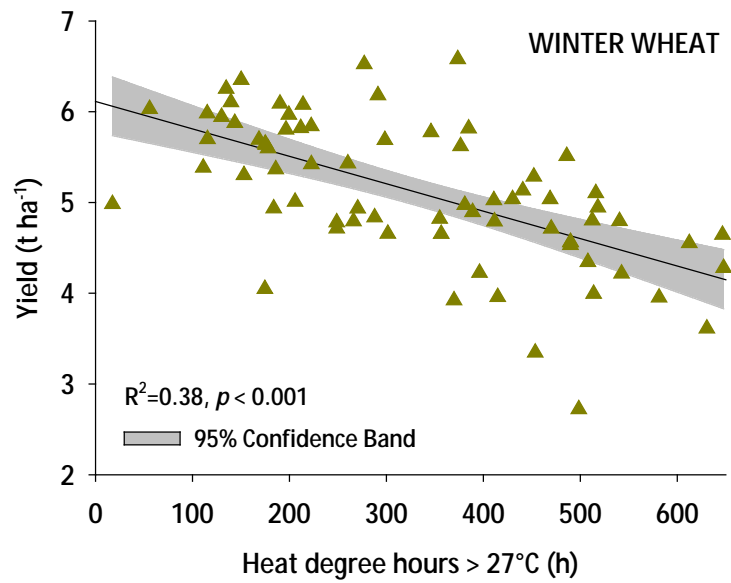
Boden Differenzierte Böden aus der Schwarzerdegruppe an den trockeneren und wärmeren Standorten, überprägt von Topographie. Übergang zu den Braunerden in den feuchteren und kühleren Gebieten. Wasserspeicherkapazität vorherrschend hoch bis mittel, bei wichtigen Ausnahmen (z.B. Rohböden, Paratschernoseme, Felsbraunerden).

Indikatoren zeigen keine signifikante Differenzierung zwischen den Standorten.

Fruchtartenverhältnis Ist-Zustand

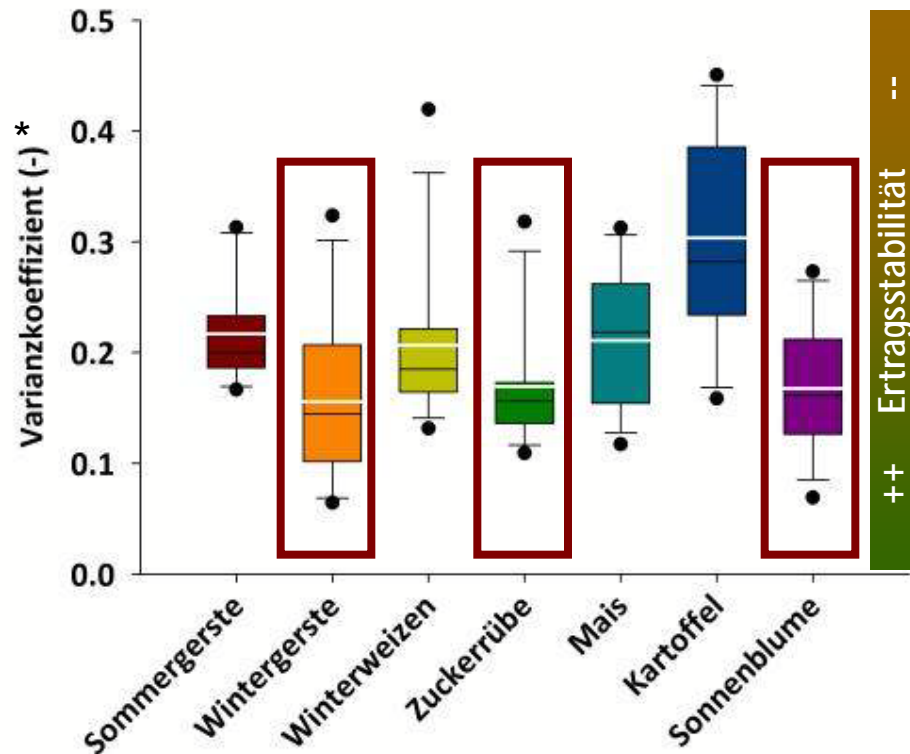
Quelle: Grüner Bericht 2013, Lebensministerium Österreich www.gruenerbericht.at

Ertragsreaktion Stressfaktoren

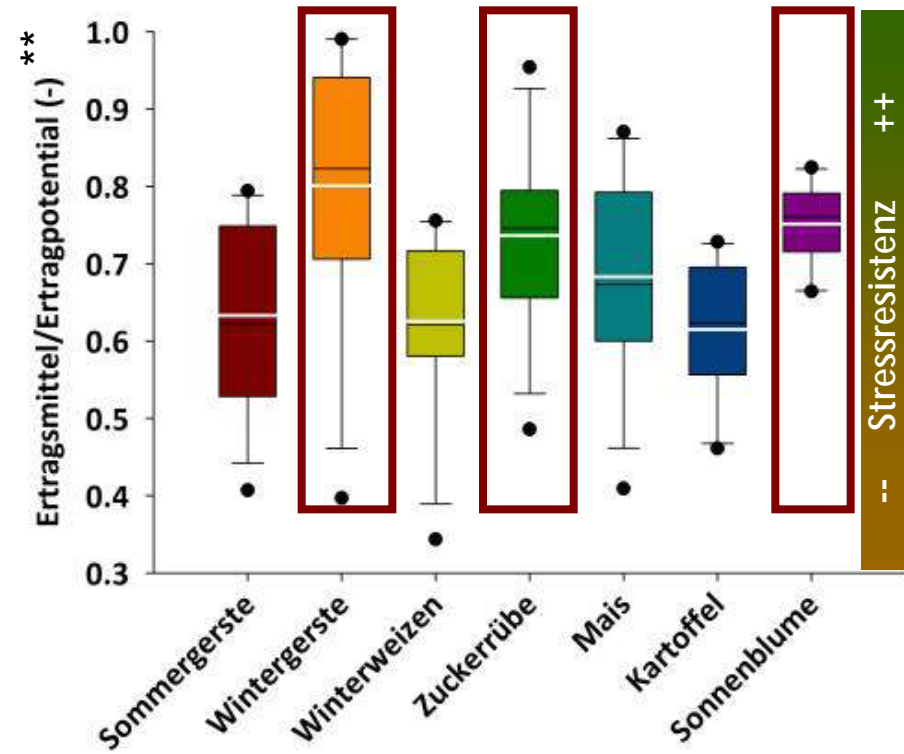


Stressresistente Fruchtfolgeglieder

Datengrundlage: Ackerbauarbeitskreis Mistelbach der LLWK Niederösterreich
Mittlere Jahresniederschlagssumme 508 mm, Mittlere Jahrestemperatur 9,1 °C

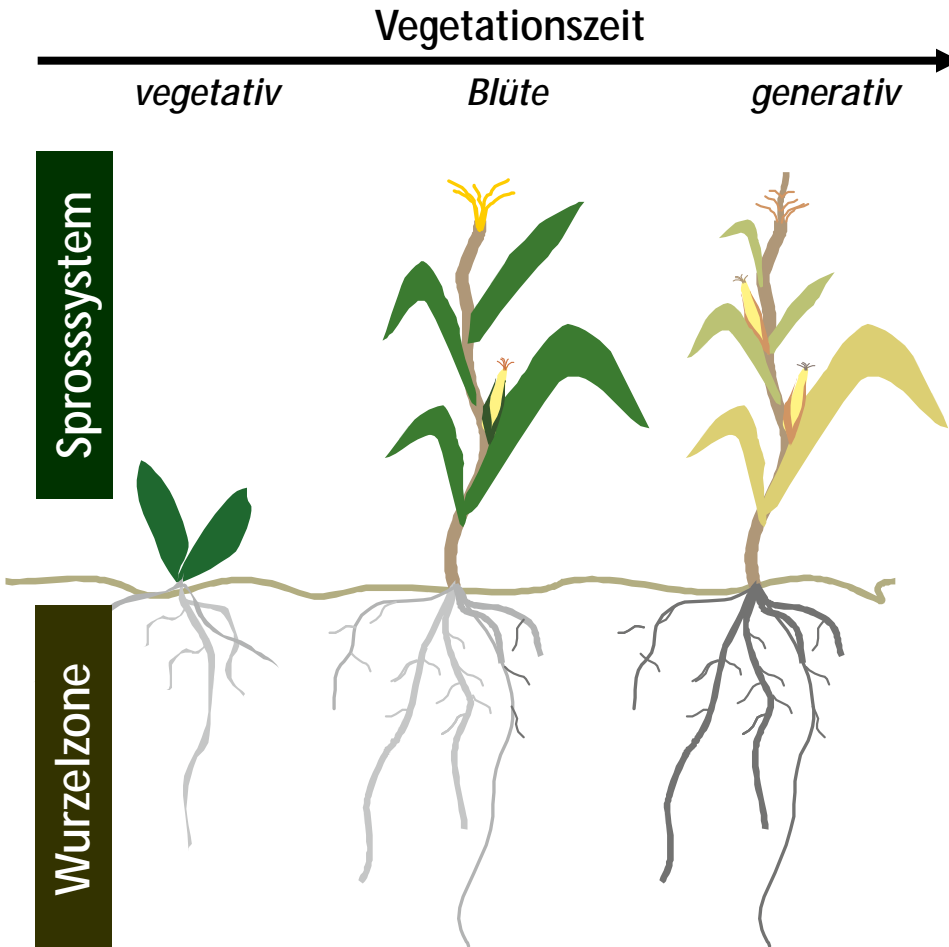


*Berechnung aus jährlichem Ertragsmittel und Standardabweichung der Erträge aller aufgezeichneten Schläge der Jahre 2003-2014



**Berechnung aus jährlichem Maximalertrag und jährlichem Ertragsmittel aller aufgezeichneten Schläge der Jahre 2003-2014

Stressresistente Fruchtfolgeglieder



RESISTENZ DURCH:

Trockenheit entkommen

z.B. Blütezeit, Reifezeit,
Winterfestigkeit, Frosttoleranz

Wasser sparen

z.B. Blattfläche, Blattzahl,
Stomataregulierung, Xylemstruktur

Wasser holen

z.B. Wurzeltiefe, Wurzeldichte,
osmotische Anpassung

Nach Levitt, J. (1972) Response of plants to environmental stresses. Academic Press

Ertragsreaktion

Getreide Sowohl Sommer- als auch Wintergetreide zeigt die stärkste Reaktion auf Hitzestress. Sommergerste und Winterweizen haben eingeschränkte Ertragstabilität und Stressresistenz. Wintergerste (und Winterroggen) sind stabiler im Ertrag.

Zuckerrübe Der stärkste Zusammenhang zwischen Ertrag und Stress wurde mit einem kombinierten Wasser- und Hitzestressindikator erzielt. Zuckerrübe ist sowohl durch ihre Standorte als auch ihr Wurzelsystem (und andere Anpassungsmechanismen) ertragsstabil und stressresistent.

Körnermais Körnermais reagiert sensibel auf ungünstige Niederschlagsverteilung. Je höher die Niederschläge in der Vegetationszeit, desto höher die Erträge. Dies zeigt gemeinsam mit der mittleren bis geringen Ertragstabilität eine stärkere Stressanfälligkeit als Zuckerrübe (Blüte, Standorte)

Sonstigen Weniger genutzte Kulturen sind hinsichtlich Stressresistenz etablierten Arten überlegen (Sonnenblume, Wintergerste, Winterroggen).

Fruchtfolge Managementanpassung

Vorkultur

- Ø Sicherung der Bodenspeicherung
(*Zwischenfrucht?*)
- Ø Verdichtungen bei Ernte vermeiden

Bodenbearbeitung

- Ø Konservierende Grundbodenbearbeitung
- Ø Erhalt der Mulchdecke bei Grundbodenbearbeitung und Saat (Mulchsaat)

Bestandesetablierung

- Ø Früher Sätermin
- Ø Winterungen
- Ø Reduzierte Bestandesdichte (Getreide)



Zwischenfruchtbau ++/--

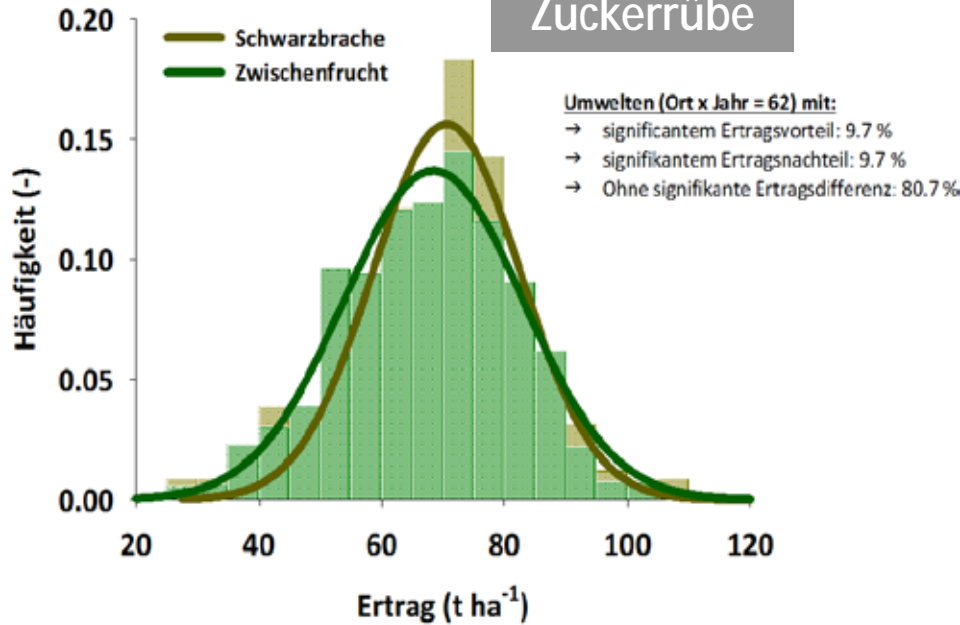


*Konservierende
Bodenbearbeitung ++/--*

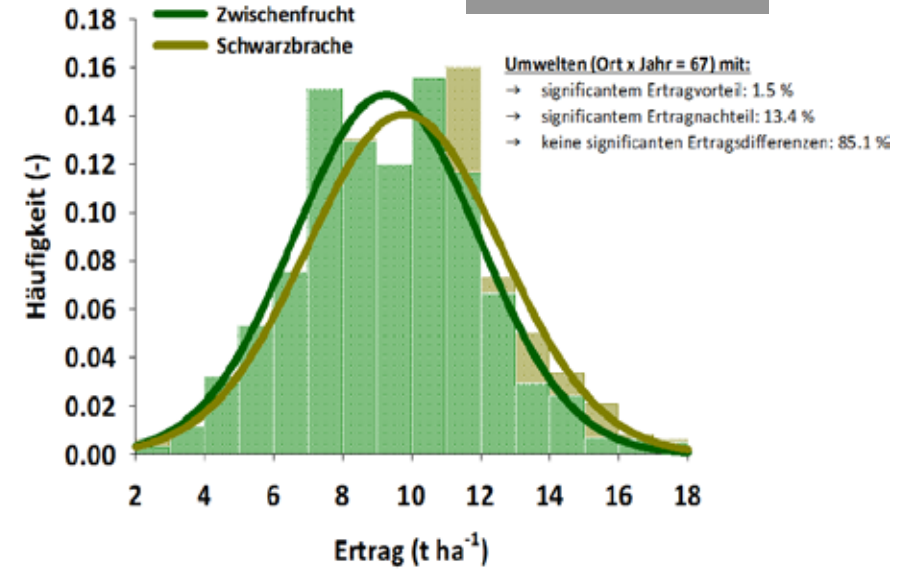


*Risiko bei Bestandes-
etablierung ++/--*

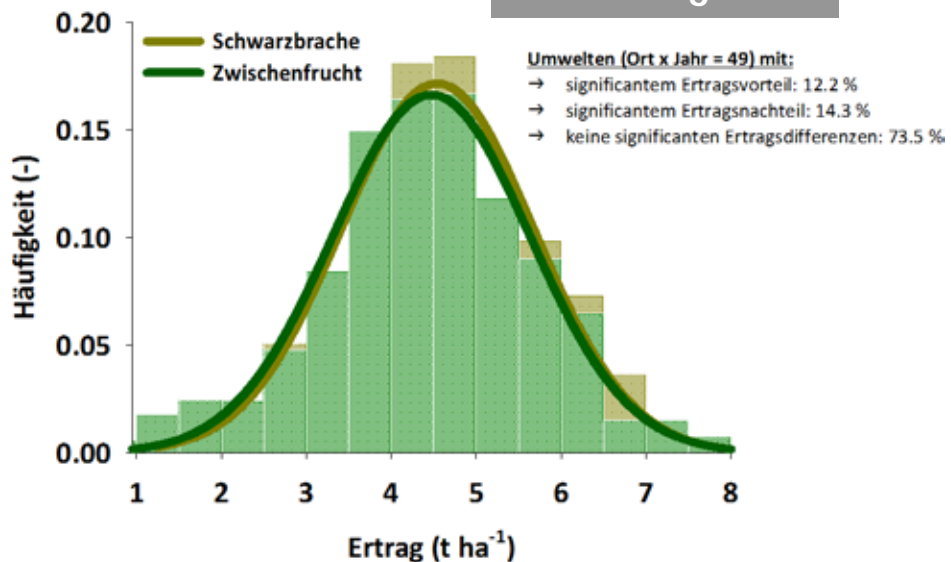
Zuckerrübe



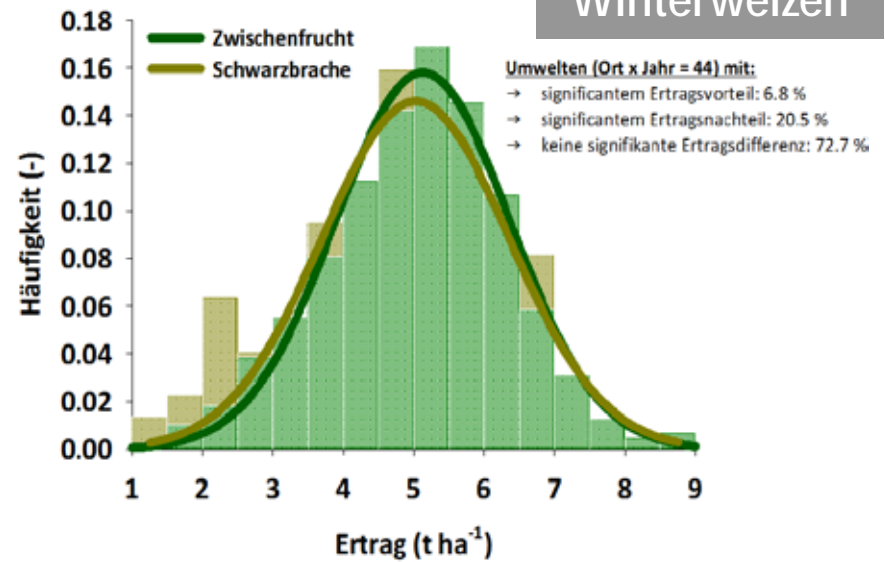
Körnermais



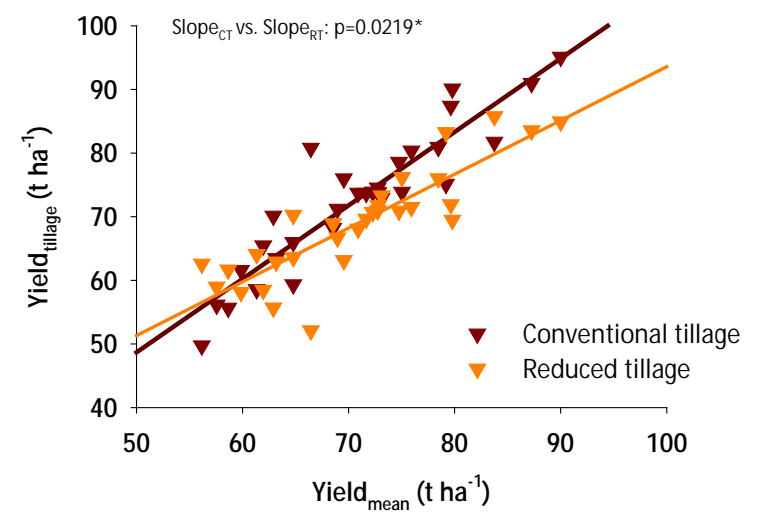
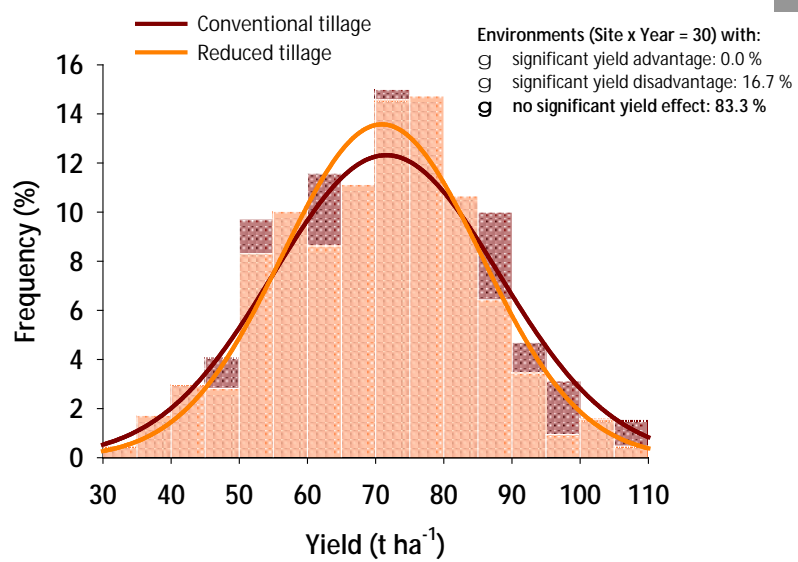
Sommergerste



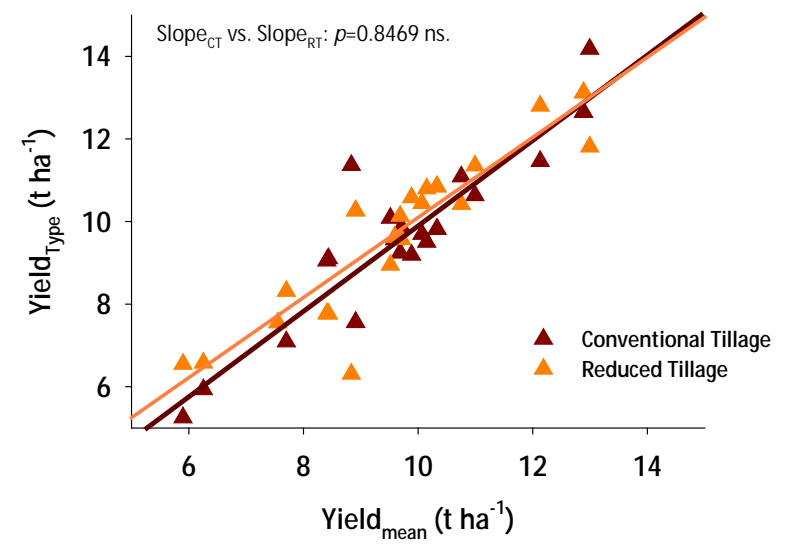
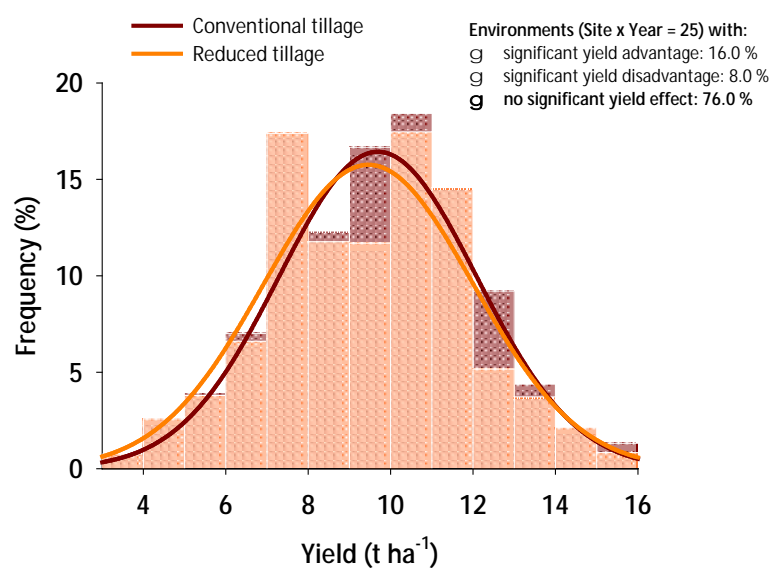
Winterweizen



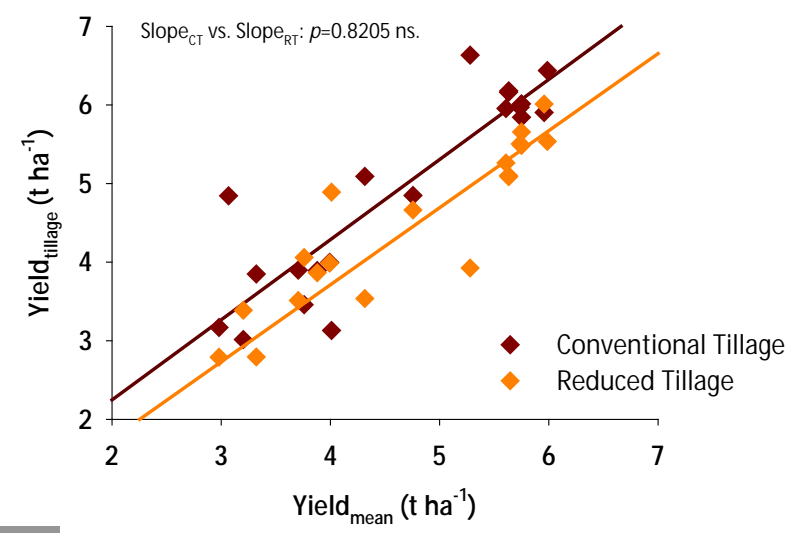
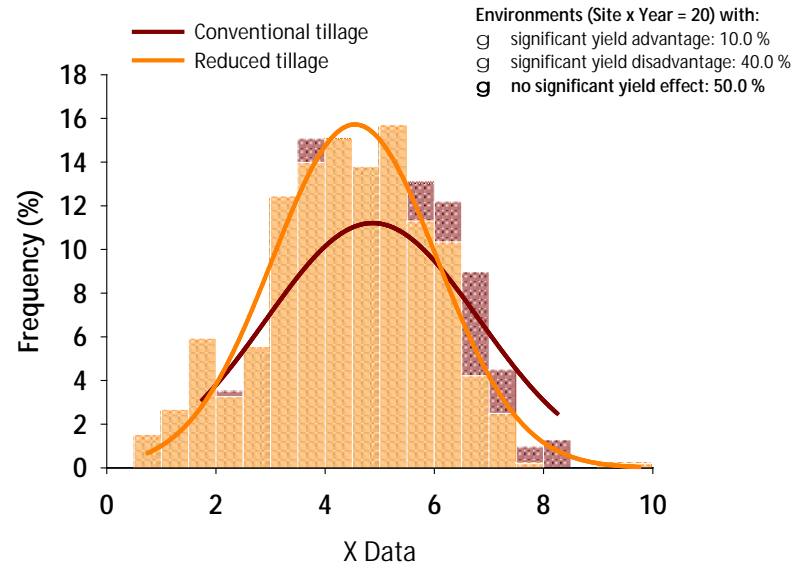
Zuckerrübe



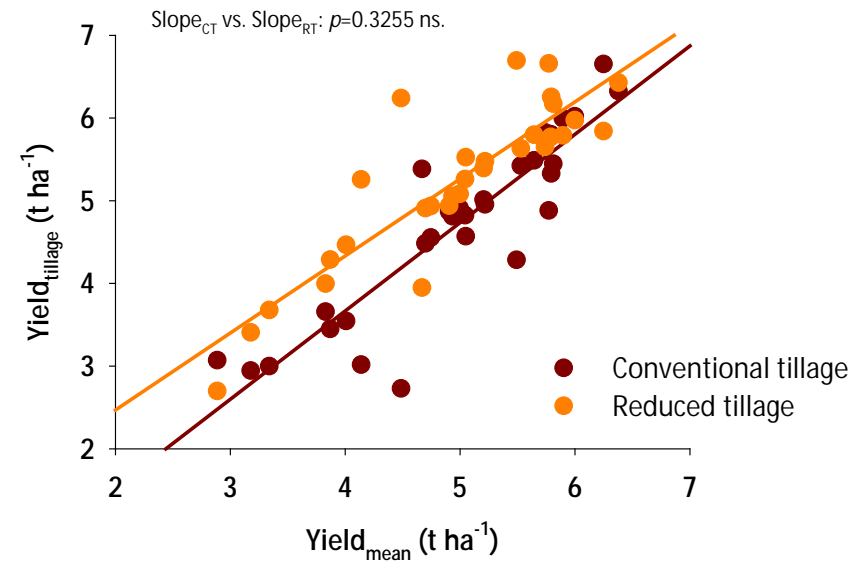
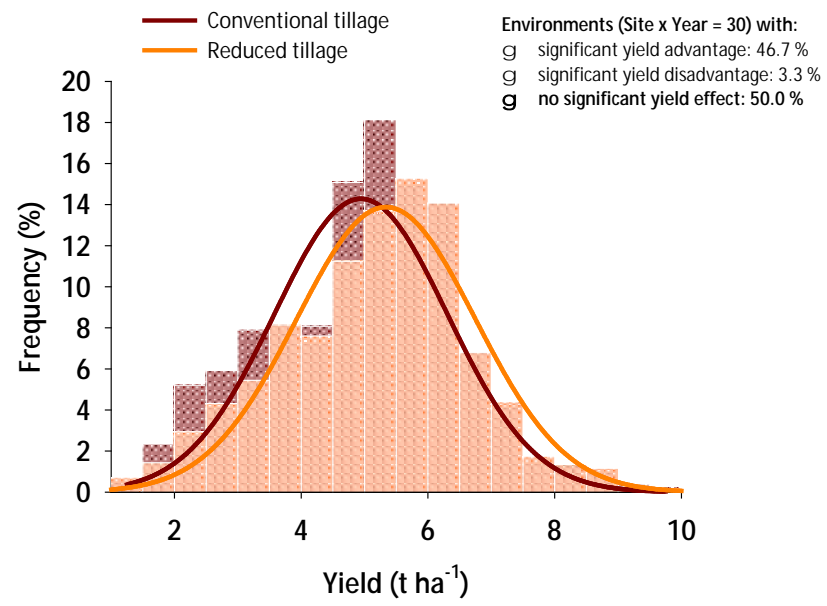
Körnermais



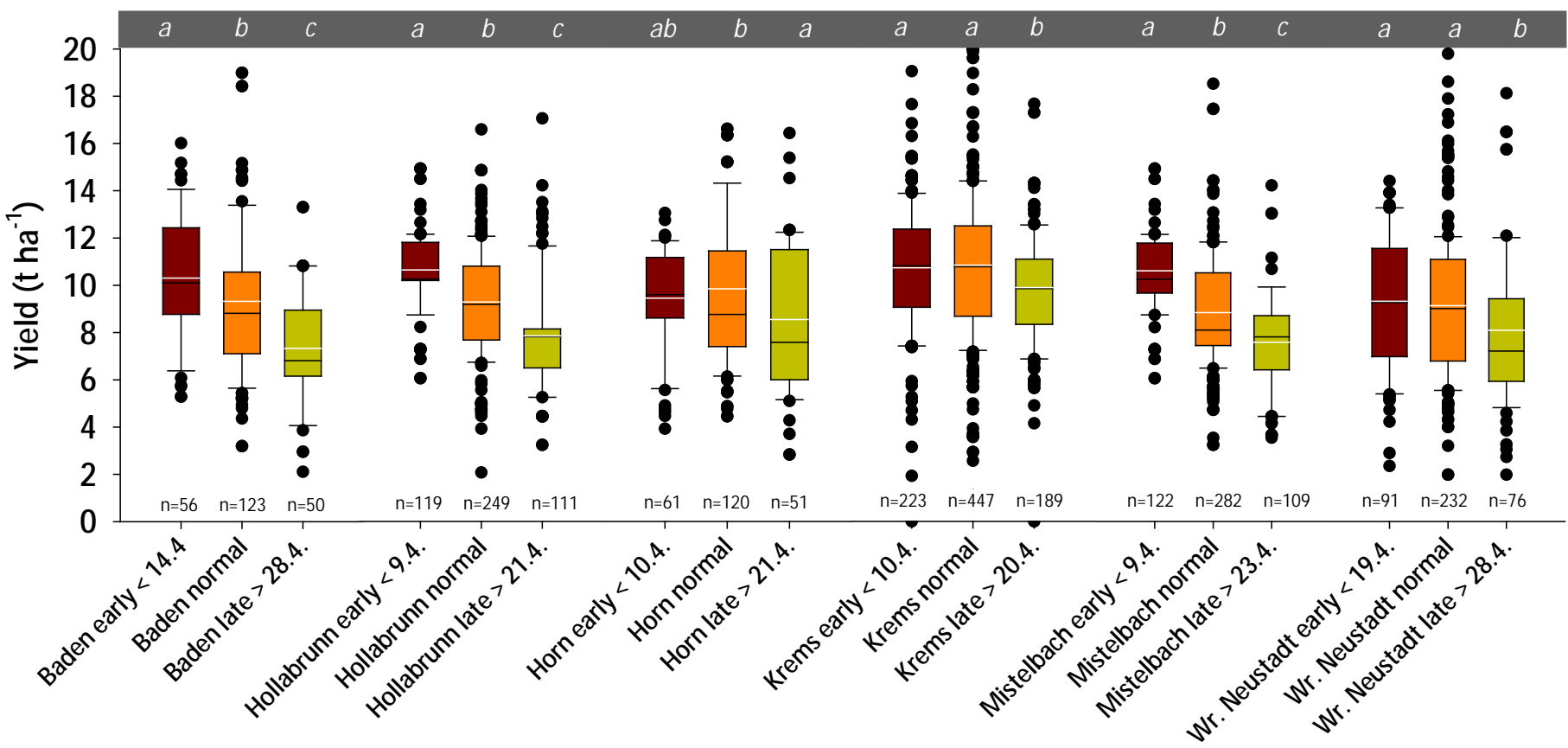
Sommergerste



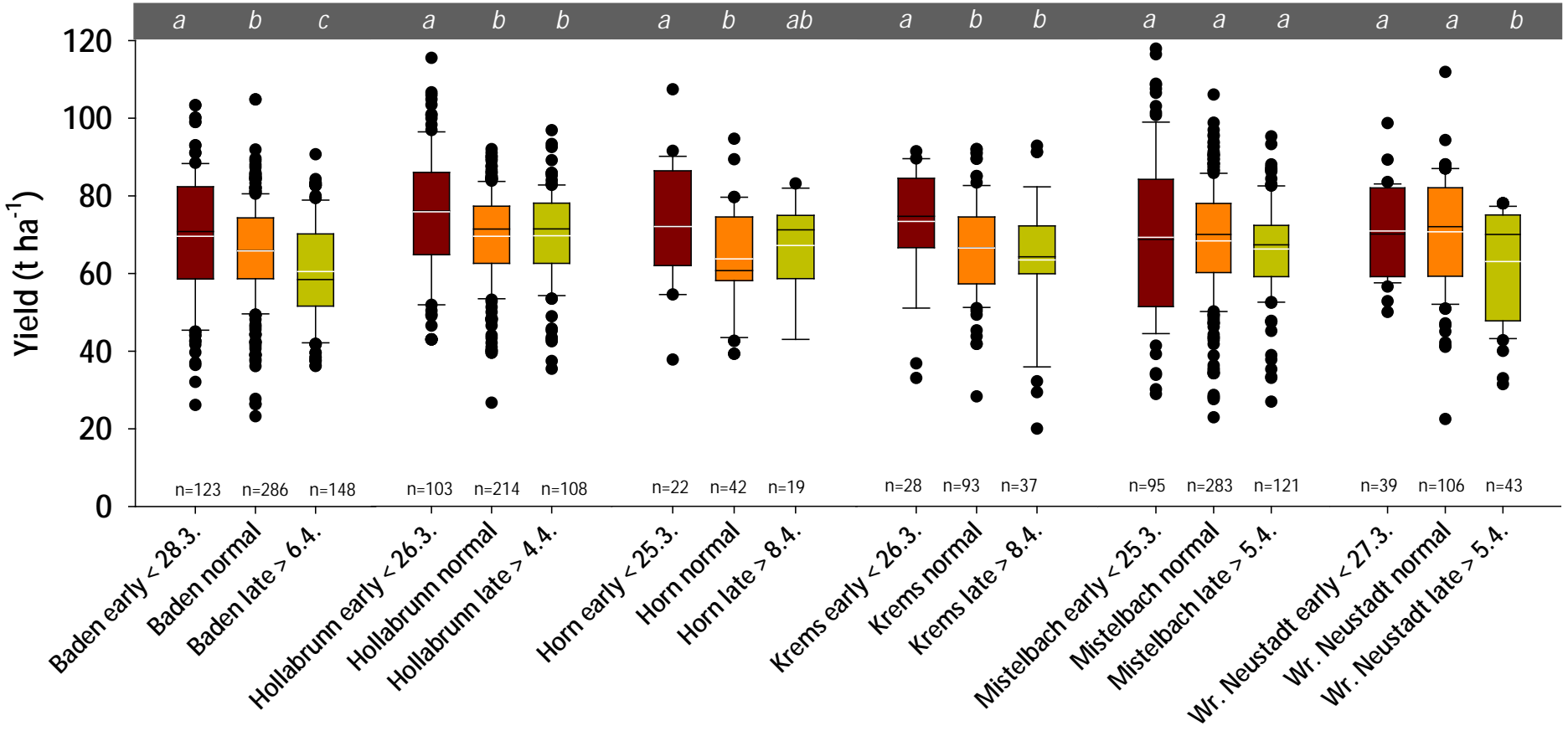
Winterweizen



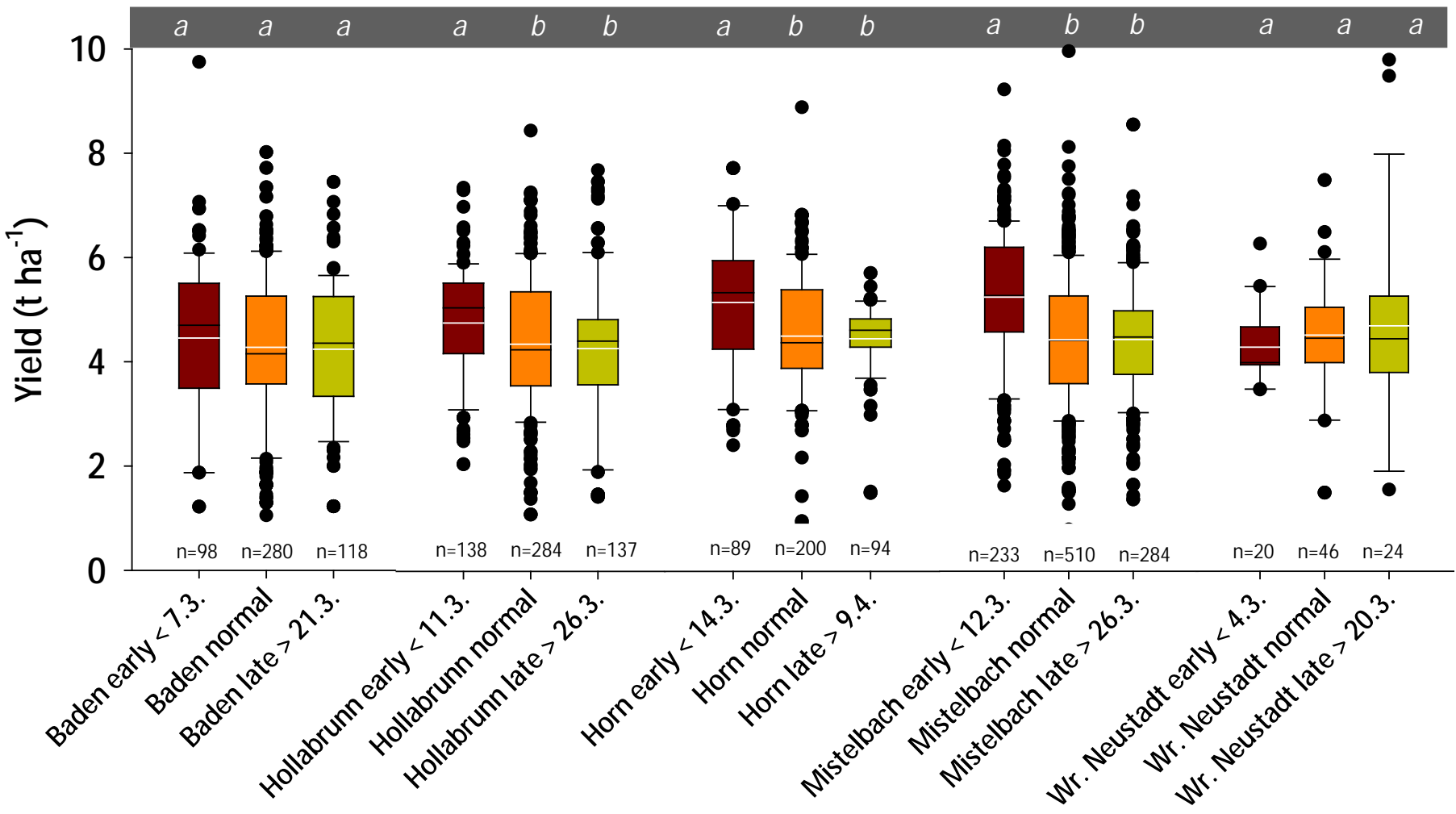
Körnermais



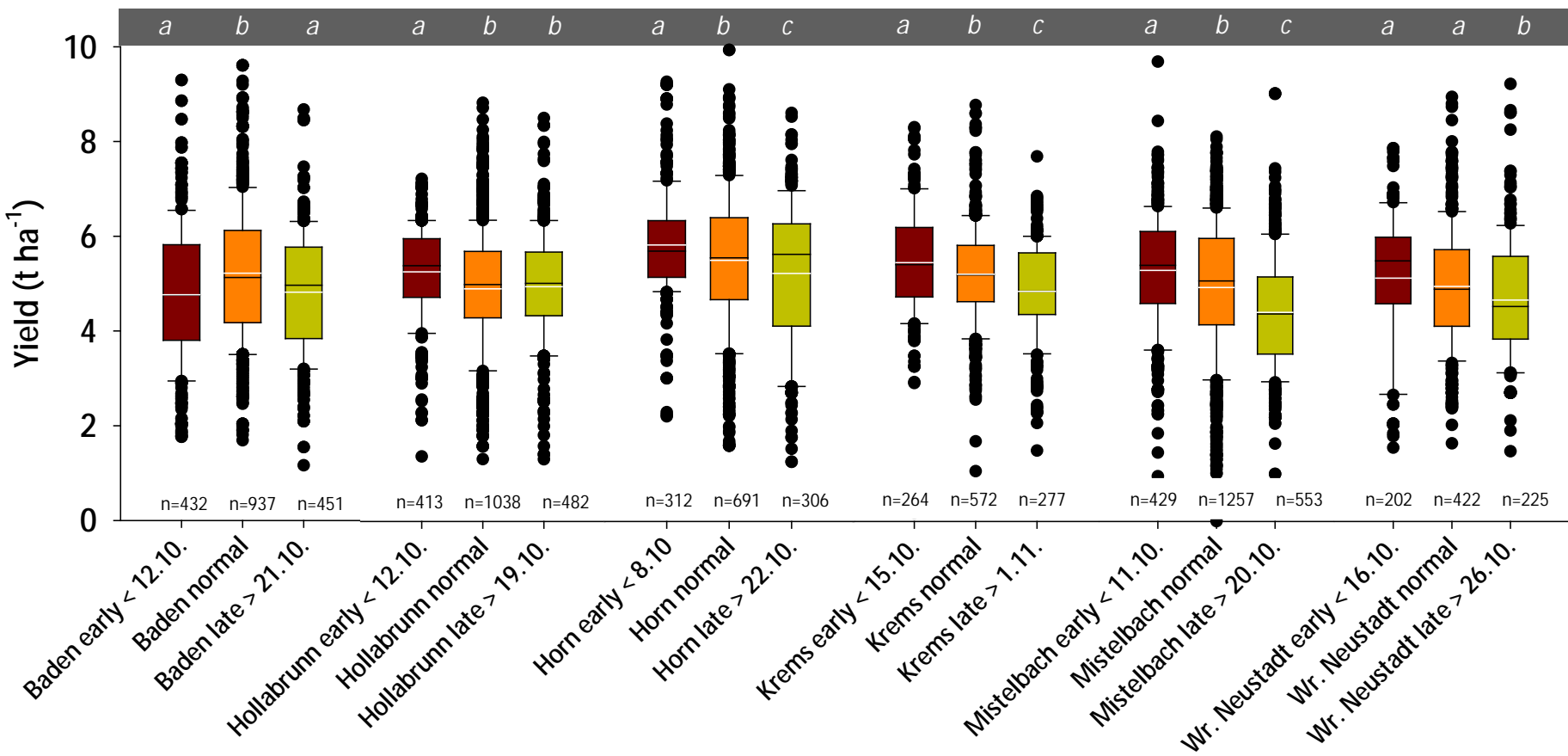
Zuckerrübe



Sommergerste



Winterweizen



Management

Zwischenfruchtbau Begrünung von Ackerflächen ist auch im Trockengebiet ohne erhöhtes Ertragsrisiko möglich. Die Praxisdaten entsprechen Versuchsergebnissen und theoretischen Überlegungen zur Wassereffizienz von Zwischenfrüchten.

Bodenbearbeitung Reduzierte Grundbodenbearbeitung hat unter trockenen Bedingungen einen Vorteil (Zuckerrübe, Körnermais) und zeigt bei Winterweizen im allgemeinen bessere, bei Sommergerste häufiger geringere Erträge. Zu bedenken ist die Saattechnik (Mulchsaat, Mulchmenge), die nicht erfasst ist.

Saatzeitpunkt An den meisten Standorten und für die untersuchten Kulturen führt frühere Saat innerhalb des optimalen Zeitfensters zu höheren Erträgen. Versuchsergebnisse zeigen jedoch, dass extreme Frühsaaten das Risiko erhöhen, wenngleich sie in Trockenjahren bessere Erträge bringen.

Anpassungen im Ackerbau

Anforderungen

Fruchtfolgeglieder müssen

1. **Stressfreie Vegetationszeit** (Herbst, Frühjahr) nutzen (Winterungen)
2. **Hohe Aufnahmeeffizienz** (Wurzel) aufweisen (Zuckerrübe)
3. Unter Mangelbedingungen ausreichend **stabile Erträge** liefern (Sonnenblume)

Lösungen

Angepasste Nutzpflanzenproduktion kombiniert

1. **Stressresistente Arten** (Wintergetreide, Zuckerrübe, Sonnenblume)
2. **Angepasstes Bestandesmanagement** (Saattermin, Bestandesdichte)
3. **Reduzierte Bodenbearbeitung** (Wasserverlustminimierung)

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Pflanzenbau– AG Pflanzliche Produktionsökologie

Priv.-Doz. DI Dr. Gernot Bodner

Konrad Lorenzstraße 24, A-3430 Tulln an der Donau
Tel.: +43 1 47654-3331, Fax: +43 1 47654-3342
gernot.bodner@boku.ac.at , www.boku.ac.at

