

Monitoring und Bekämpfung invasiver Arten entlang bayerischer Straßen und Autobahnen 2018-2022

Erkenntnisse aus 5 Jahren Forschung

Ambrosia, Riesenbärenklau, Schmalblättriges Greiskraut, Staudenknöterich

Dr. Rea Maria Hall



Ambrosia artemisiifolia – Beifuß-Ambrosia



- invasiv
- tolerant
- anpassungsfähig
- flexibel
- Reproduktiv
- allergen

Ambrosia

Ein Super-Weed bedroht die heimischen Äcker

Ertragsseinbußen von bis zu 60% in Mais, 70% Ernteverlust bei Ölkürbis und Sojabohne. Das Beifußblättrige Traubenkraut, auch bekannt als Ragweed oder Ambrosia, gehört in vielen Regionen Österreichs bereits zu den wirtschaftlich wichtigsten Ackerunkräutern. Die konsequente Bekämpfung ist ein Muss.

RESEARCH ARTICLE



NeoBiota 70: 193–221 (2021)
doi: 10.3897/neoBiota.70.66915
<https://neobiota.pensoft.net>

Seed viability of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is affected by seed origin and age, but also by testing method and laboratory

Rea Maria Hall^{1,2}, Bernhard Urban^{1,2}, Hana Skálová³, Lenka Moravcová³, Ulrike Sölter⁴, Uwe Starfinger⁵, Gabriela Kazinczi⁶, Johan van Valkenburg⁷, Annamaria Fenesi⁸, Bojan Konstantinovic⁹, Ahmet Uludag¹⁰, Suzanne Lommen^{11,12}, Gerhard Karrer¹



Article

Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Causes Severe Yield Losses in Soybean and Impairs *Bradyrhizobium japonicum* Infection

Rea Maria Hall^{1,2}, Bernhard Urban², Helmut Wagentristl³, Gerhard Karrer², Anna Winter¹, Robert Czerny¹ and Hans-Peter Kaul¹



Talking different languages: The role of volatile organic compounds in communication between invasive common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) and soybean, maize and wheat

Rea Maria Hall^{1,2}, Dimitrije Markovic^{3,4}, Hans-Peter Kaul^{1,4}, Johannes Novak⁴, Bettina Bein-Lobmaier⁴, Harry Bein⁴, Helmut Wagentristl⁵, Bernhard Urban^{1,2}, Nora Durec¹, Katharina Renner-Martin^{1,6}, Velemir Ninkovic³

Beifußblättriges Traubenkraut *Ambrosia artemisiifolia* L.

Biologie – Übersicht:

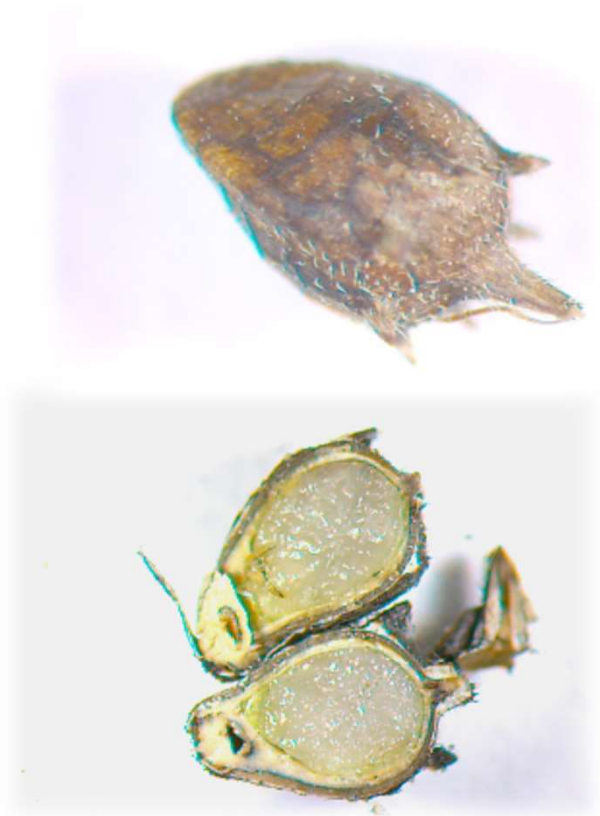
- **Familie:** Asteraceae (Korbblütler)
- **Lebensdauer:** einjährig
- **Keimung:** ab dem späten Frühjahr (konstant 15°C Bodentemperatur)
- **Photoperiode:** kurztag >> Blüte wird durch abnehmender Tageslänge induziert (ab 21.6.)
- **Pollenproduktion = männliche Blüte:** ab Ende Juni/Mitte Juli = stark witterungsabhängig → bis zu 8 Mrd. Pollen/Pflanze (150 pro m³ Luft reichen aus um allergische Reaktion hervorzurufen)
- **Konkurrenzkraft:** tolerant, anpassungsfähig, meidet Konkurrenz >> jedoch reagiert Pflanze überaus plastisch auf ihre Umweltbedingungen



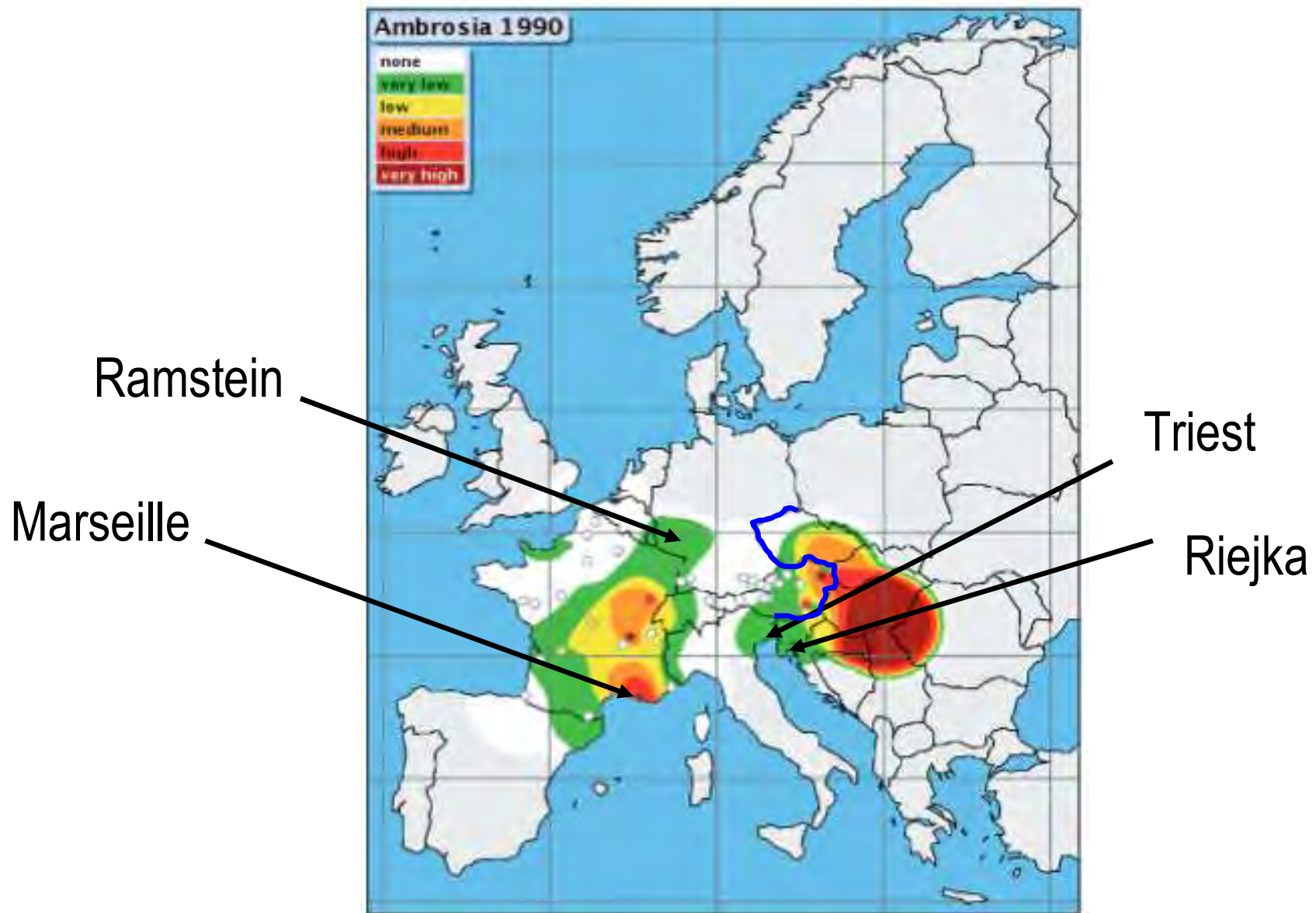
Erfolgsfaktor Samen



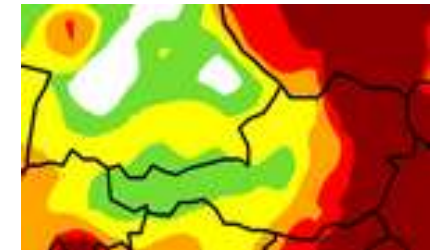
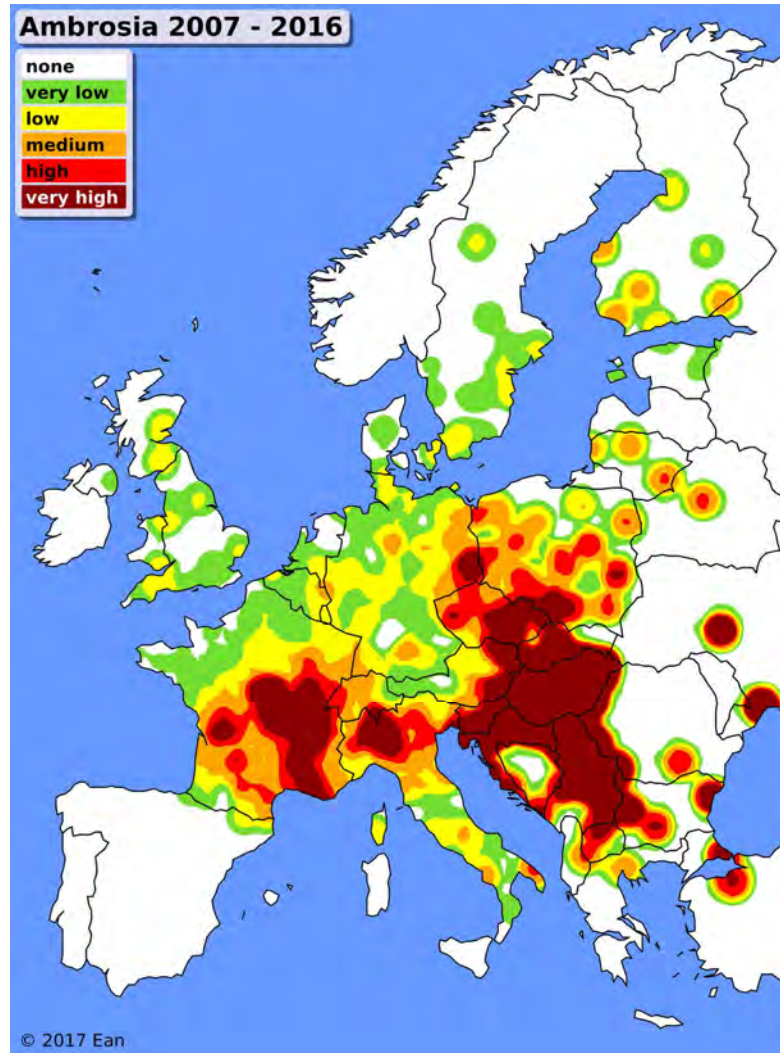
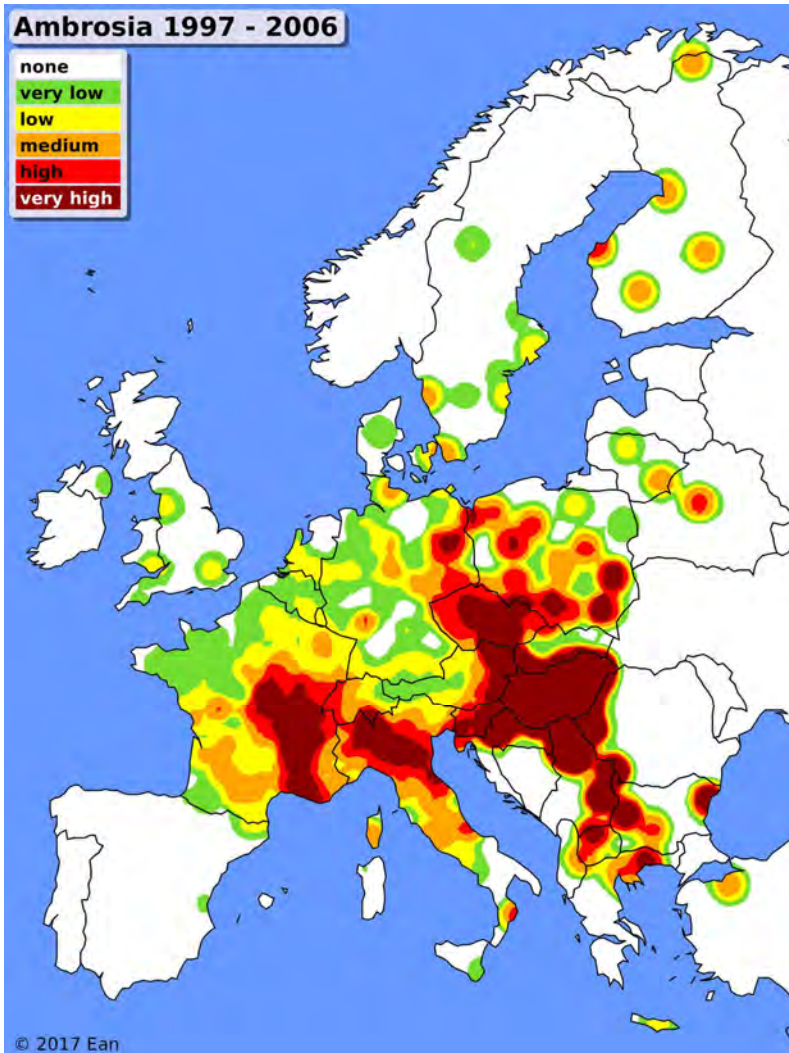
- **Samenproduktion:** \approx 1.000-3.000 Samen/Pflanze (max. 62.000; Kazinczi et al., 2008; Fumanal et al., 2008)
- **Reifezeit:** ab Ende Juli/Anfang August
- **primär dormant:** wenn die Samen von der Mutterpflanze fallen, gehen sie automatisch in eine Ruhephase, die nur durch Temperaturen von unter 4°C über 8 Wochen gebrochen werden kann; d.h. in Mitteleuropa keimen die Samen erst nach dem Winter
- **Samenbank:** extrem langlebig >> die Samen können bis zu 40 Jahre im Boden keimfähig überdauern
> Studien zeigen, dass Lebensfähigkeit und Vitalität nur sehr langsam abnehmen (Hall et al., 2021)



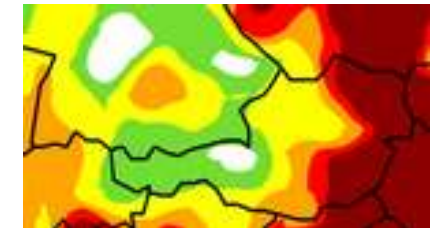
Verbreitung in Europa



Verbreitung in Europa



Bayern & Österreich
1997-2006



Bayern & Österreich
2007-2016

Ziel in der Ambrosia-Bekämpfung

Samenbildung verhindern

**der Pollen ist ein Jahr ein Problem,
Samen bis zu 40 Jahre**

4.300 Samen/Schlegelmulcher





8.500 Samen/Traktorreifen



Ein einmaliger Sameneintrag kann Flächen nachhaltig verseuchen.
Jeder Samen der heuer in die Bodensamenbank gelangte, stellt ein potenzielles
Risiko bis ins **Jahr 2063** dar!



23.02.2023

Forschungsprojekt: 2018-2022

Entwicklung einer regional angepassten Bekämpfungsrhythmik von Ambrosia entlang von Bayerischen Straßen

- AM München-Nord, Siegsdorf, Lauterhofen und Fischbach
- SM Ampfing, Gersthofen und Bamberg
- 3 Schnittvarianten + Praxisvariante (Mai/Juni + Oktober)
- 2 physikalische Bekämpfungsmethoden (Heißschaum & Elektroschock)

Weitere Untersuchungen im Projekt:

- Habitaterweiterung Böschung
- Konkurrenzsaat
- Hitzebehandlung von Samen
- Mathematisches Modell auf Basis von Wetterdaten des DWD zur Vorhersage des optimalen Bekämpfungszeitpunktes

Entwicklung eines regional optimierten Managementregimes in Bayern (2018-2022)

Monat	Heiß-schaum	Elektro	V2a	V3a	V4a	V5a	V5b	V4b	V3b	V2b
	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m
Mai										
Juni										
Juli										
August										
September										
Oktober										

Schnittvariante 2 (V2) - Zweischnitt-System mit Mahd im August und September:

- Störung in der Jugenentwicklung (bodennahe Seitentriebe) werden vermieden
- Potenziell Konkurrenzpflanzen können ebenfalls ungestört wachsen und Keimung/Etablierung unterdrücken
- **ABER:** Pollenproduktion wird in Kauf genommen

Schnittvariante 3 (V3) - Dreischnitt-System mit Mahd im Juni, August und September

- Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist häufig ein früher Schnitt erforderlich (Sichtbarkeit von Schildern etc.)
- Risiko der Ausbildung von Seitentrieben wenn Pflanzen schon weiter entwickelt sind

Schnittvariante 4 (V4) - Zweischnitt-System mit Mahd im Juni und September

- kostengünstiges Zweischnittsystem (Berücksichtigung der Ferien)

Schnittvariante 5 (V5) – Dreischnitt-System mit Mahd im Mai, Juni und Oktober **(PRAXIS!)**

- Sehr früher Schnitt, um ein zu großes Auswachsen der Vegetation zu verhindern
- Später 3. Schnitt, da im Sommer sowohl Geräte als auch Personal häufig fehlen.

Bestockung & weiblich Blüte verhindern!!!

- Bei Störung (zB. Mahd) in der Jugendphase geht die Pflanze ins Breitenwachstum >> es bilden sich von der Pflanzenbasis ausgehend, mehrere gleichrangige Triebe wodurch die Pflanze wie ein Busch erscheint >> diese bodennahen Triebe werden von Mahdgeräten nicht mehr erfasst und infolge bilden sich noch mehr Blüten & Samen



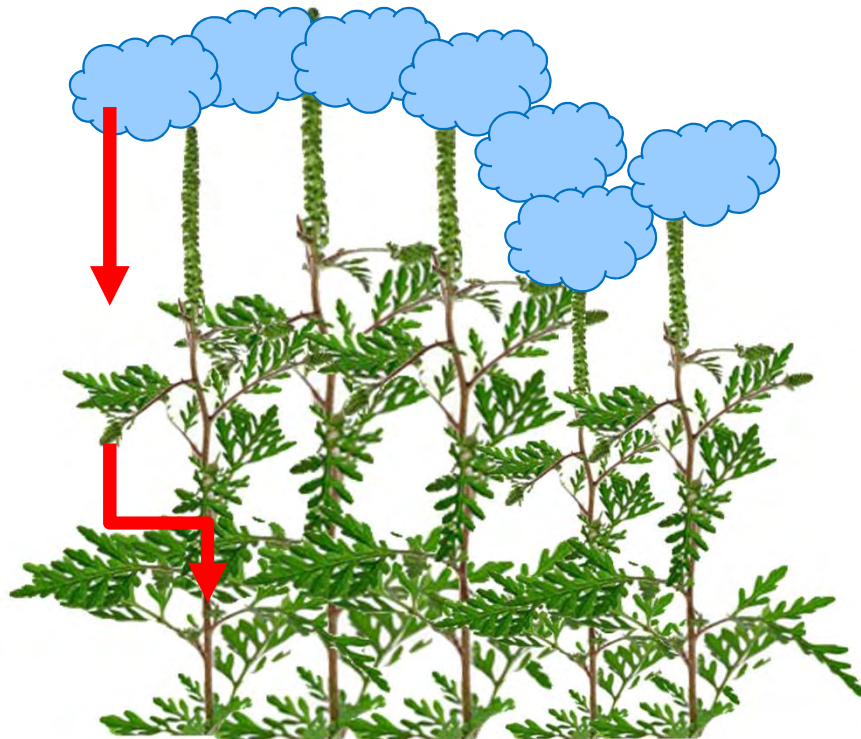
Optimaler Bekämpfungszeitpunkt: BEGINN MÄNNLICHE BLÜTE

- Pflanze mobilisiert Ressourcen aus unteren Blättern, die absterben, um Blüten zu versorgen. Wird zu dem Zeitpunkt gemäht, kann die Pflanze keine Photosynthese mehr betreiben; nur mehr schwacher Austrieb aus Vegetationskegel
- **Vormännlichkeit:** Pflanzenmaterial kann liegen gelassen werden

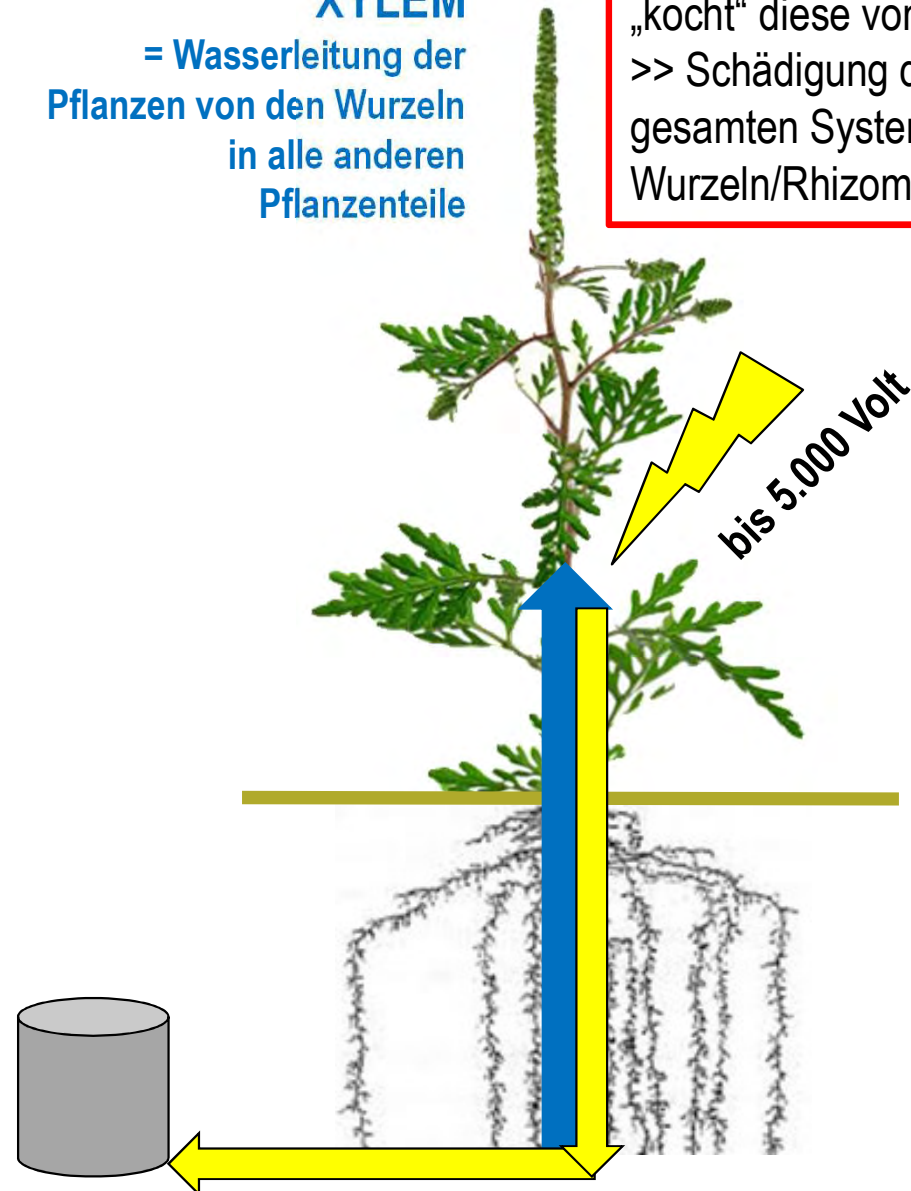


Warum Heißschaum und Elektroschocker funktionieren können...

Heißschaum (Zucker und Fett) legt sich als Schicht über die Pflanze, wodurch die Hitzeeinwirkung auf die Blätter länger andauert >> starke oberirdische Schäden, die auch Wurzeln treffen können
Heißwasser nach 1 Min: 92°C >> 47°C
Heißschaum nach 1 Min: 90°C >> 77°C



XYLEM
= Wasserleitung der Pflanzen von den Wurzeln in alle anderen Pflanzenteile



Schock geht durch Wasserleitung durch die gesamte Pflanze und „kocht“ diese von Innen >> Schädigung des gesamten System inkl. Wurzeln/Rhizome...

Mahd ist nicht der Weisheit letzter Schluss

>> für viele Pflanzen braucht man alternative Bekämpfungsstrategien

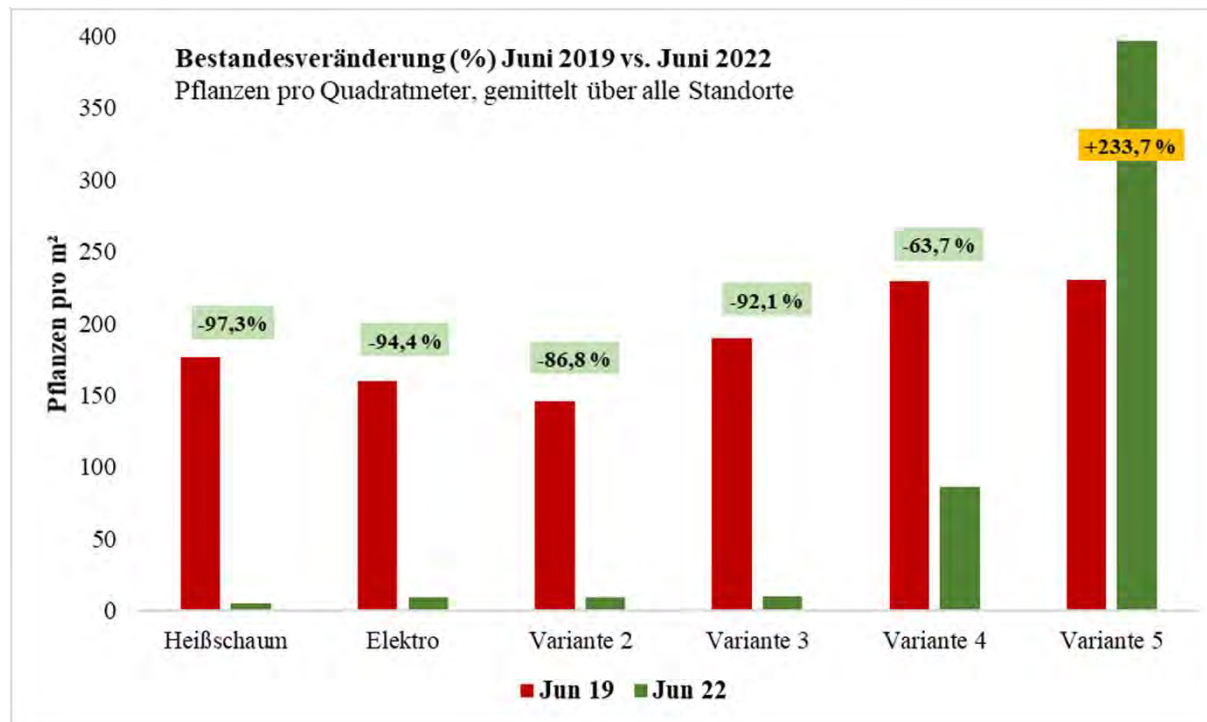
Elektroschock



Heißschaum

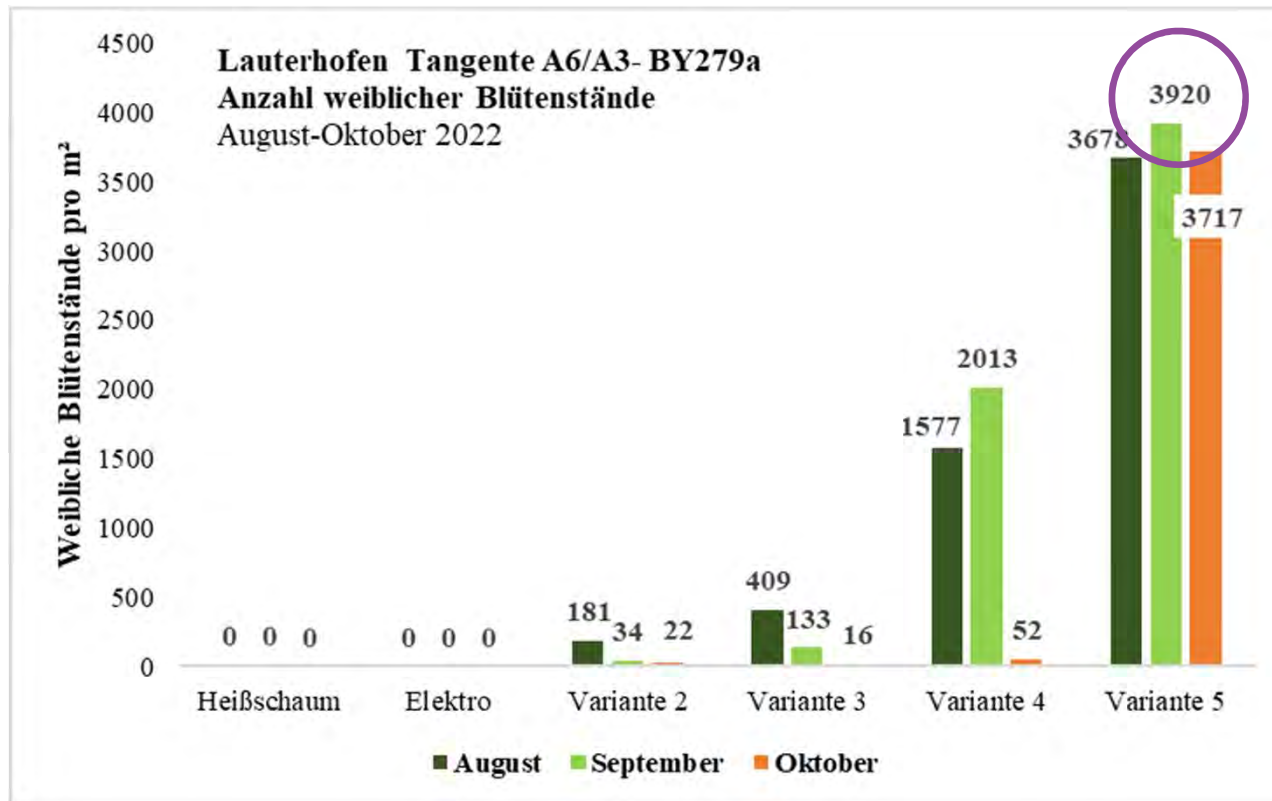


Eindeutige Ergebnisse



- 100%iger Bekämpfungserfolg mit Heißschaum und Elektroschock (Achtung: Bodensamenbank!)
- Mit Variante 2 und 3 konnte über alle Standorte gemittelt ein Bestandesrückgang von über 85 % erzielt werden (an 4 von 8 Versuchsstandorten sogar 100 %)
- Variante 4 eignet sich für eine langfristige Ambrosia-Bekämpfung nicht
- **Variante 5: Supergau** – Bestände wuchsen um 293,3 % binnen 3 Jahren

V5 Supergau



Hellgrüner Balken
= Anzahl der
Samenagglomerate
September
(reif bzw. nachreifefähig)

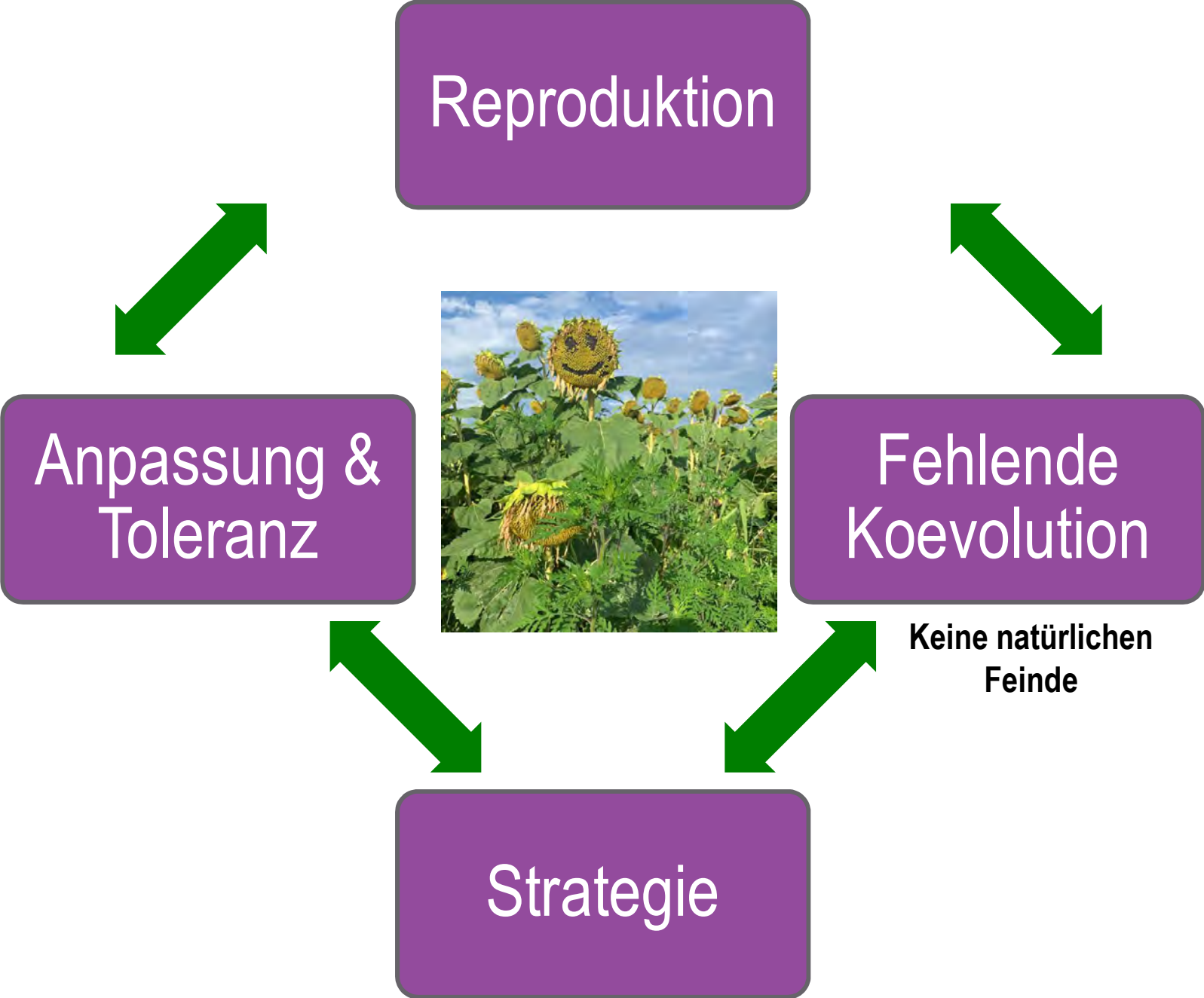
Orangener Balken
kein Rückgang – Pflanzen
waren im Oktober bereits
abgestorben und hatten alle
Samen entlassen

- Heuer zählten wir in Lauterhofen 3.920 Samen-Agglomerate pro QUADRATMETER
- Pro Agglomerat bilden sich durchschnittlich 3-5 Samen, was somit einem **Samenpotenzial von ca. 11.700 – 19.600 Samen pro QUADRATMETER** entspricht

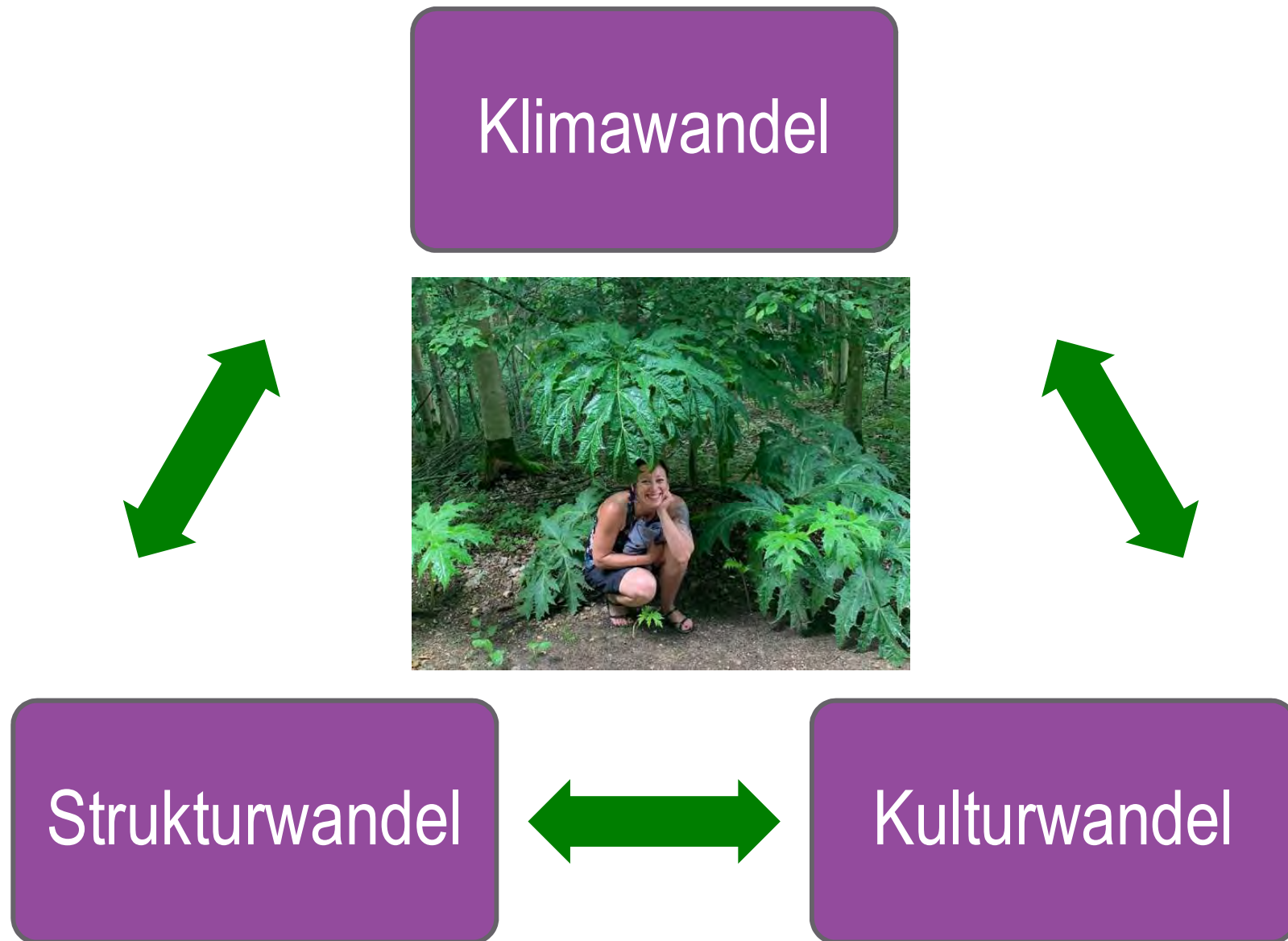
Unverhofft kommt oft....

**Die Grenzen einer
„standardisierten“ Bekämpfung an Straßen**

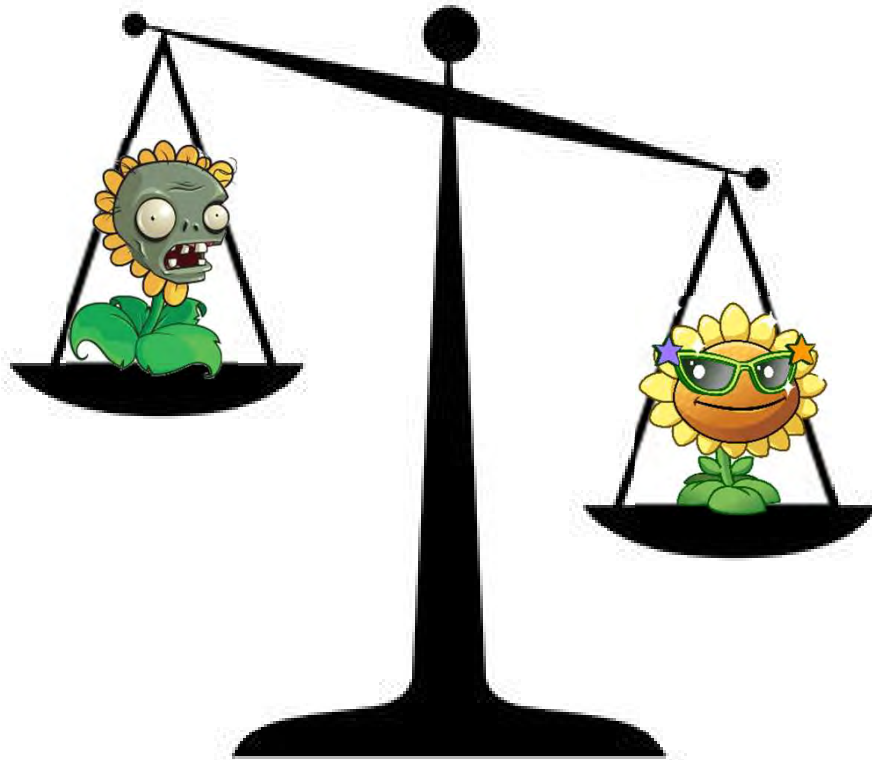
Erfolgsfaktor „Pflanze“



Erfolgsfaktor „Mensch“



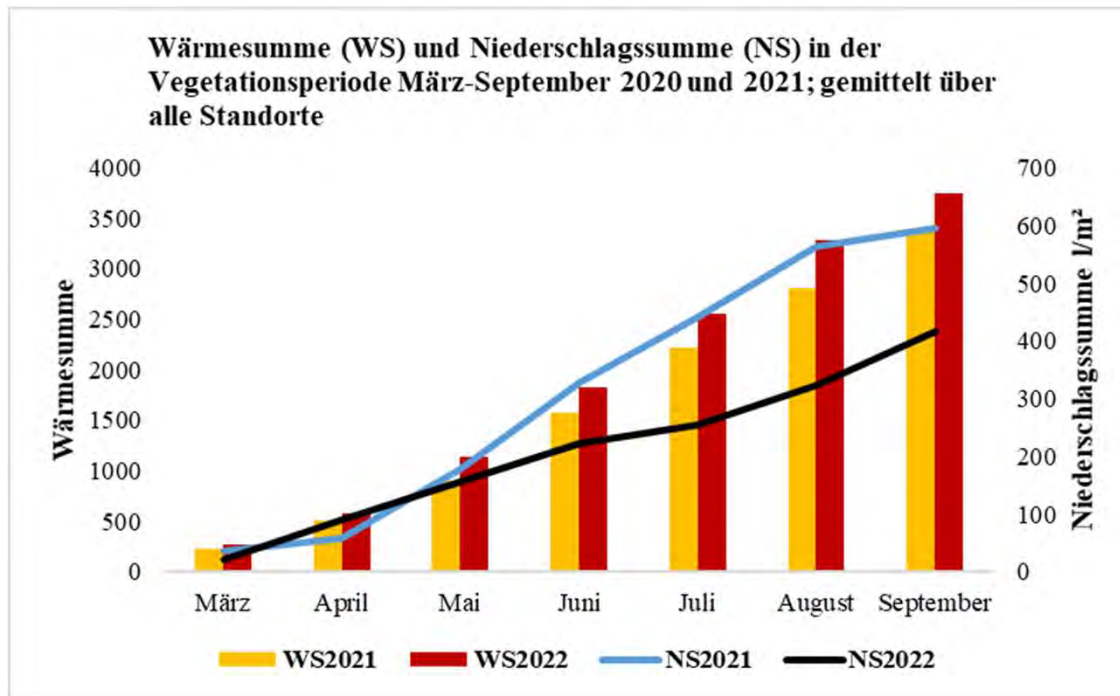
Unverhofft kommt oft: Klimawandel



- In Mitteleuropa: 47 % mehr Sommertage (= Tage über 25°C) und mehr als doppelt so viele Hitzetage zwischen 2000 und 2018 (vgl. 1955-1999)
- Unvorhersehbare Wetterereignisse wie Hitzeperioden und Starkregenereignisse werden zunehmen
- Niederschlagsbilanz ist nahezu unverändert, jedoch verschieben sich die Niederschlagsmuster bzw. die Niederschlagsverteilung

Invasive werden durch den Klimawandel nicht „gefördert“, da sie sich ohnehin an einen neuen Lebensraum anpassen mussten! Unsere heimischen Pflanzen werden jedoch geschwächt!

Wettereinfluss



- Ambrosia braucht für stressfreie Entwicklung rund 500 L/m² Regen auf Böden mit guter Wasserspeicherfähigkeit
- Auf Standorten mit höherem Wasserverlust wie Banketten erhöht sich dieser Bedarf (y-Achse: 700 L/m²)
- 2022: massiver Trockenstress
>> **Roter Balken** über **schwarzer Linie**

- Ab Juni 2022: Entwicklungsbeschleunigungen wie zB. eine rasche Blütenbildung (Sicherung der Nachkommen), die rund 5-6 Woche früher einsetzte als im niederschlagsreichen Jahr 2021
- In den Jahren 2019-2022 kam es somit auf manchen Standorten zu Verschiebungen des optimalen Mähzeitpunktes um bis zu 9 Wochen
- Mathematisches Modell auf Basis der Wetterdaten konnte dies auf 15 von 20 Standorten punktgenau vorhersagen

Einschränkungen:

- optimaler Mähzeitpunkt = 75 % aller Pflanzen in Blüte (ansonsten Risiko der Über-/Unterschätzung)
- 3. Mahdtermin kann bis zum Herbst notwendig werden, um Samenbildung sicher zu vermeiden

Hitzestress & Trockenstress bei Ambrosia

- Hitzestress (Tagestemperaturen über 25°C über einen Zeitraum von mehr als 10 Tagen – **unabhängig von Niederschlag**)
- Trockenstress (kein Niederschlag über einen Zeitraum von mehr als 14 Tagen – **unabhängig von Temperatur**)

Hitzestress & Trockenstress führen zu unterschiedlichen physiologischen Anpassungsprozessen in der Pflanze, die:

- eine erfolgreiche Bekämpfung verhindern
- ein Erkennen der Pflanze für „Laien“ teilweise unmöglich machen.

Trockenstress: Entdecken & Erfassen der Pflanzen



SM Gersthofen; 1 Woche nach der Mahd im August

- Mit Ausnahme der AM Siegsdorf herrschte auf allen Standorten 2022 Trockenstress.
- Mit Einsetzen der Trockenheit im Juni starben einige Pflanzen ab; jene Pflanzen die zu diesem Zeitpunkt schon weiter entwickelt waren (stabilere Stängelmasse = Schutz vor Austrocknung) überlebten

- Jene Pflanzen, die die Trockenheit überlebten, schlossen ihre Stomata (reduzierte CO_2 Aufnahme = reduzierte Ressourcenproduktion) weshalb nur mehr ein geringes Wachstum stattfand. Die Pflanzen auf den Bildern sind mit 7,5 bzw. 5 cm Wuchshöhe vollständig entwickelt und wurden von der Mahd im August nicht erfasst; die roten Kreise zeigen die bereits entwickelten Samen (1-2 Wochen vor der Reife)

Hitzestress

Erkennen & Erfassen der Pflanzen

- Hitzeanpassungen können unterschiedlich aussehen, waren jedoch im Jahr 2022 an allen Standorten zu finden (mehr als 50 % der Bestände in der SM Gersthofen und der SM Bamberg)
- **Bild 1:** anstatt männlicher Blüten bilden sich auf „Scheintrauben“ an den Triebspitzen ausschließlich weibliche Agglomerate (Sicherung der Nachkommen) Die Blattform wirkt gedrungener/gestauchter ist jedoch noch Ambrosia-typisch
- **Bild 2:** im Falle von Hitze + Trockenheit bilden sich weder männliche Blüten noch „Scheintrauben“. Die kleine Pflanze (hier 6 cm) besteht nur mehr aus weiblichen Agglomeraten. Durch die Kombination aus Hitze + Trockenheit lässt die Pflanze die „normalen“ gefiederten Blätter verwelken und bildet nur mehr kleine ovale Blätter >> wassereffizienter (AM Lauterhofen)



Hitzestress – Erkennen & Erfassen der Pflanzen



3) SM Bamberg



4) SM Gersthofen

- Zu den Extrembeispielen (Bilder 1 + 2; Seite 17) gibt es natürlich verschiedenste Ausprägungen, je nach Stressintensität
- **Bild 3:** weibliche Dominanz – im Falle von geringerem Hitzestress bilden sich noch männliche Blüten und normale Blätter jedoch bleiben die Pflanzen klein (hier 11 cm) und bilden ein Übermaß an weiblichen Agglomeraten
- **Bild 4:** Männliche Blüten wurden hier keine mehr gebildet, jedoch sind die Blätter noch leicht gefiedert; auch hier ist die Wuchshöhe mit 7,5 cm sehr gering und die Pflanzen zeigen eine weibliche Dominanzausprägung

Unverhofft kommt oft: Keimung in Dominanzbeständen

Unregelmäßiger Aufgang

1) 10. Juni 2022

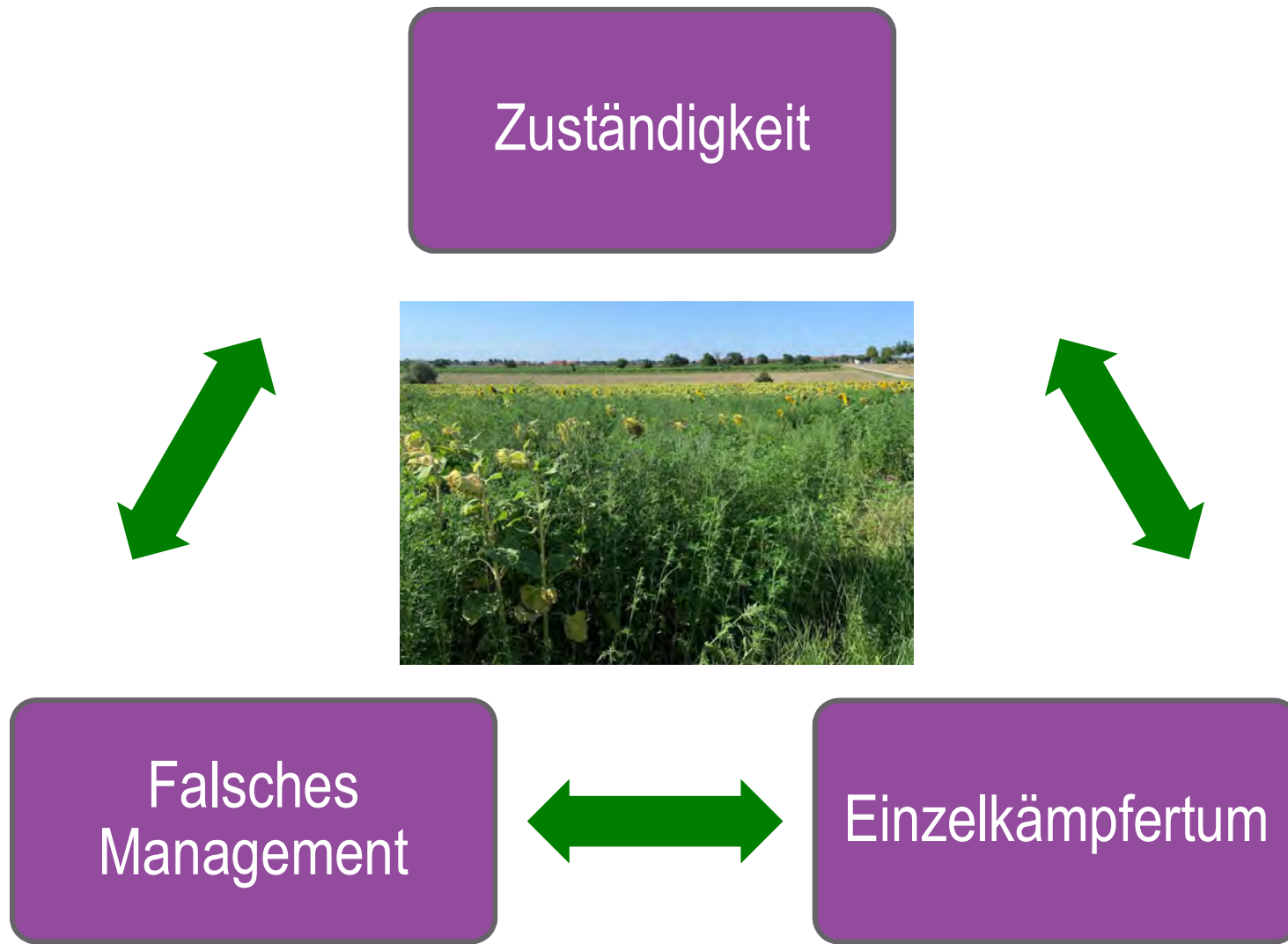


2) 21. Juni 2022



- **Bild 1:** zeigt einen Dominanzbestand (rund 2.000 Pflanzen/m²) vor und nach der Elektroschock-Behandlung (rote Trennlinie) im Bereich der AM München-Nord, der im Juni 2022 vollständig entfernt wurde
- **Bild 2:** Da hier die Bodensamenbank bereits vollständig mit Ambrosia angereichert ist, kam es nach Entfernung der ersten „Keimwelle“ erneut zur Keimung vorhandener Samen, die jetzt genügend Platz und Licht zur Verfügung hatten. Da der Keimzeitpunkt für das weitere Wachstum der Pflanze ausschlaggebend ist, kann es hier zu Abweichungen zum optimalen Mähzeitpunkt kommen

Unverhofft kommt oft: Erfolgsfaktor „KREISLAUFWIRTSCHAFT“



Beispiel: Ansaatversuch

- Anlage eines neuen Banketts im Frühjahr 2019 (unkontaminiert) in München, Lauterhofen und Augsburg
- Einsaat von robusten Gräsermischungen und Ambrosia-Samen/Teilfläche
- Verschiedene Mahdregime (2 x Pflanzenangepasst / 1 x Praxisvariante)
- **Ziel:** Überprüfung ob bei einer Flächen-Neuanlage Gräsermischungen in Kombination mit verschiedenen Mahdregimen dazu geeignet sind, die Keimung und Etablierung von Ambrosia zu verhindern

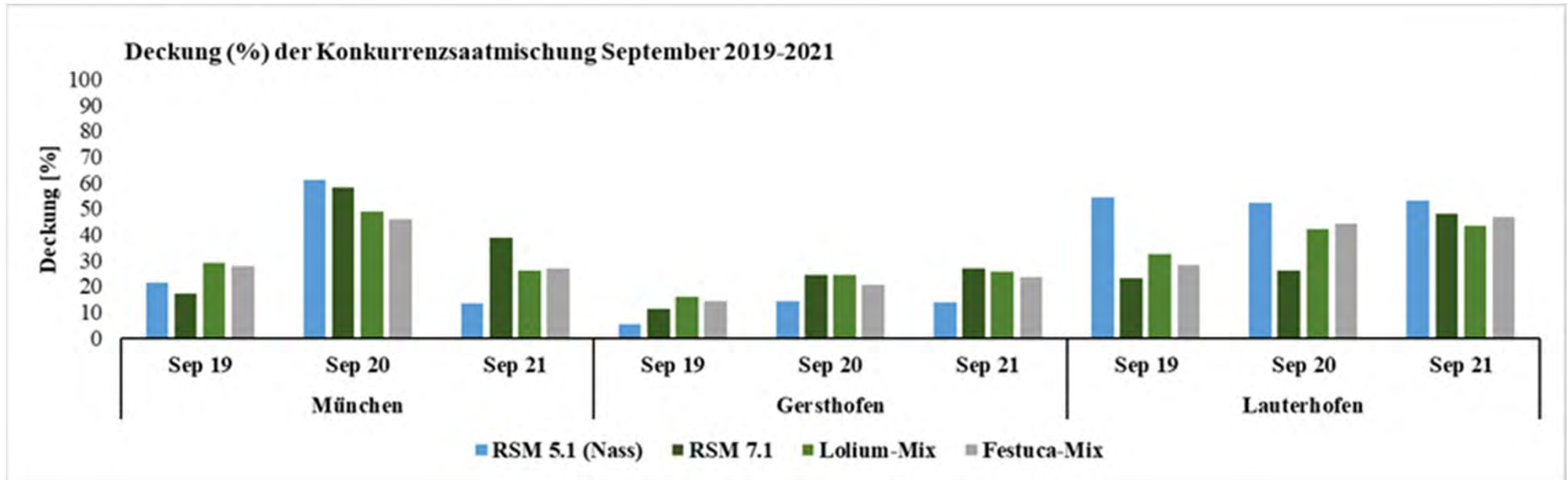
- 3 Jahre später wurden aus allen Teilflächen Bodenproben entnommen (in Summe 1625) und die darin enthaltenen Samen ausgezählt.

Konkurrenzsaatversuch

- Einrichtung von 3 Teststrecken in Augsburg, Lauterhofen und München
- 4 verschiedene Saatgutmischungen
 - RSM 5.1.1: Rot-Schwingel, Wiesenrispe, Engl. Weidelgras, Wiesen-Rispengras, Schafgarbe (**NASSANSAAT**)
 - RSM 7.1.: Rot-Schwingel, Schaf-Schwingel, Engl. Weidelgras, Rotes Straußgras, Wiesen-Rispengras
 - LOL: Engl. Weidelgras (60%), Rot-Schwingel (15%), Wiesen-Rispengras (10%), Rohr-Schwingel (10%)
 - FES: Engl. Weidelgras (40%), Rot-Schwingel (30%), Wiesen-Rispengras (15%), Rohr-Schwingel (15%)
- 3 Ambrosia-Dichten: 0, 5 und 50 Samen/m²
- 3 Mahdregime (grüne Markierung = Mähtermin)
>> Variante 5 ist dabei die nicht pflanzenangepasste Praxisvariante

Monat	Variante 2	Varinate 4	Variante 5
Mai			
Juni			
Juli			
August			
September			
Oktober			

Ergebnisse



- Schlechte Etablierung der Saatgutmischungen aufgrund der mageren Bodenverhältnisse in Kombination mit Trockenheit oder Hitze
- Das professionelle Nassansaatverfahren hatte nur am Standort Lauterhofen einen Vorteil, jedoch nur in den ersten 2 Jahren
- Höchste Deckung nach 3 Versuchsjahren: 67,8 % - zu wenig um die Etablierung von Ambrosia zu verhindern

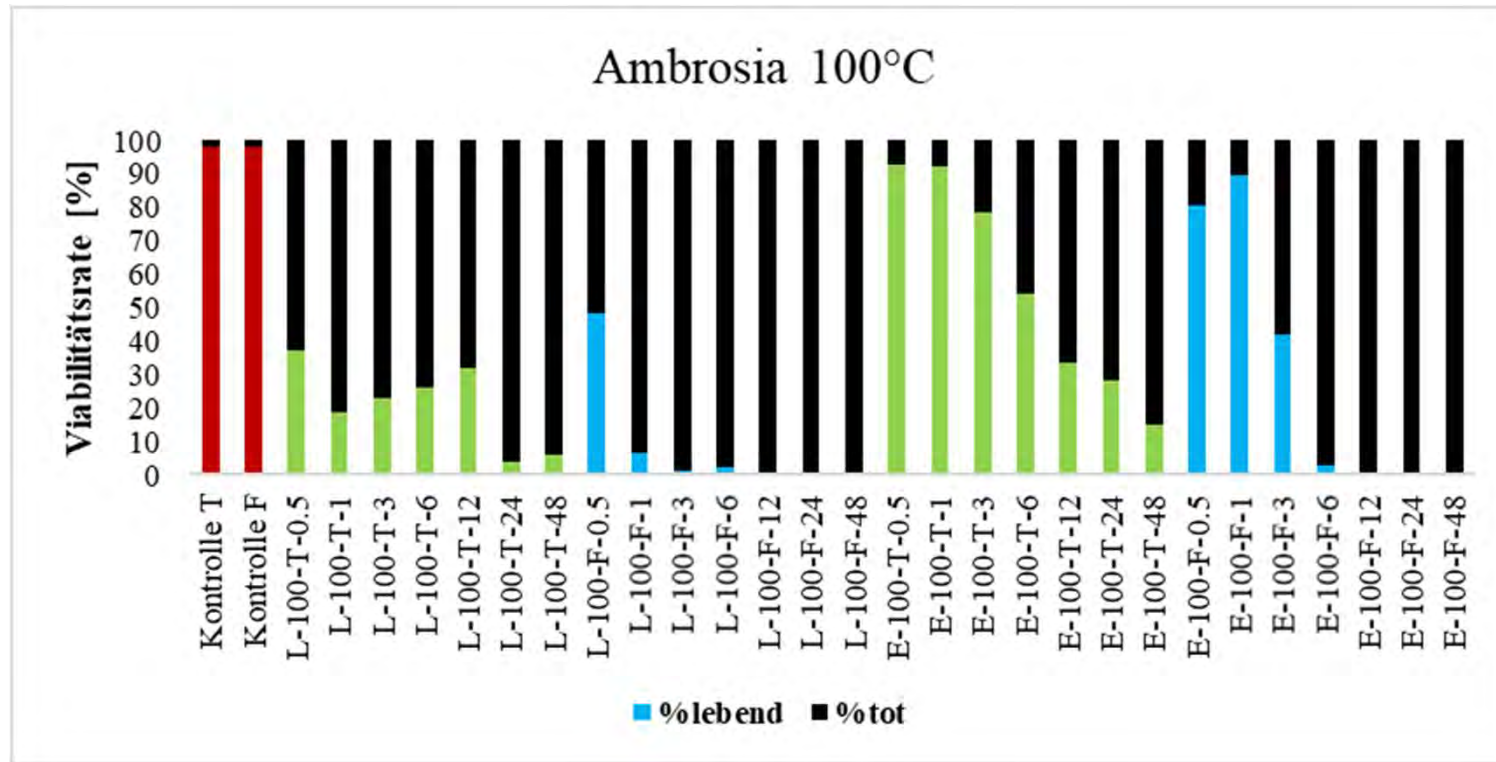
Das Schnittregime entscheidet...



SUPERGAU 2022

- Auf Schnittvariante 5 wurden im Juni 2022 rund 2.000 Pflanzen/m² gezählt – 3 Jahren nach Neuanlage des Banketts
- Gemenge eignet sich nicht für Einsaat – anspruchslose, invasive Arten werden begünstigt, tendieren aber aufgrund schlechter Wasser- und Nährstoffversorgung zur Zwergwüchsigkeit (werden von herkömmlichen Mähgeräten nicht erfasst)

Kontaminiertes Substrat als Super-Spreader



- Unkrautsamen sind teilweise überaus widerstandsfähig
- Versuch mit über 20.000 Samen von Ambrosia, Kreuzkraut und Riesenbärenklau
- Bei allen 3 Arten braucht es Temperaturen von mind. 80 °C (Ambrosia: 120 °C) über mehrere Stunden, um die Samen vollständig abzutöten
- Tatsächliche Kompostiersversuche (60-70°C) werden ab Ende 2023 durchgeführt

Bankettschälung A6 im Jahr 2022



- Bislang gab es hier keine Ambrosia-Pflanzen (dichter Bankettbewuchs = Unterdrückungswirkung)
- Durch die Abschälung des Bankettes (ca. 10 cm) wurde die Konkurrenzvegetation entfernt (offener Boden) und bereits in der Bodensamenbank vorhandene Samen freigelegt, die keimten und ein durchgängiges Ambrosia-Band bildeten (rund 1,5 km).
- Großes Risiko der Verschleppung im Falle einer Wiederverwertung des abgeschälten Materials

Acker an der B300 – Augsburg

15. Juli 2021

Bestand < 100 Pflanzen

KASSE 
Blumen zum **Stück**
Selbststechniden -.90



06. Juli 2022

Bestand: rund 100 Pflanzen/m²
(ca. 1000 m² betroffen)



Rechenbeispiel:

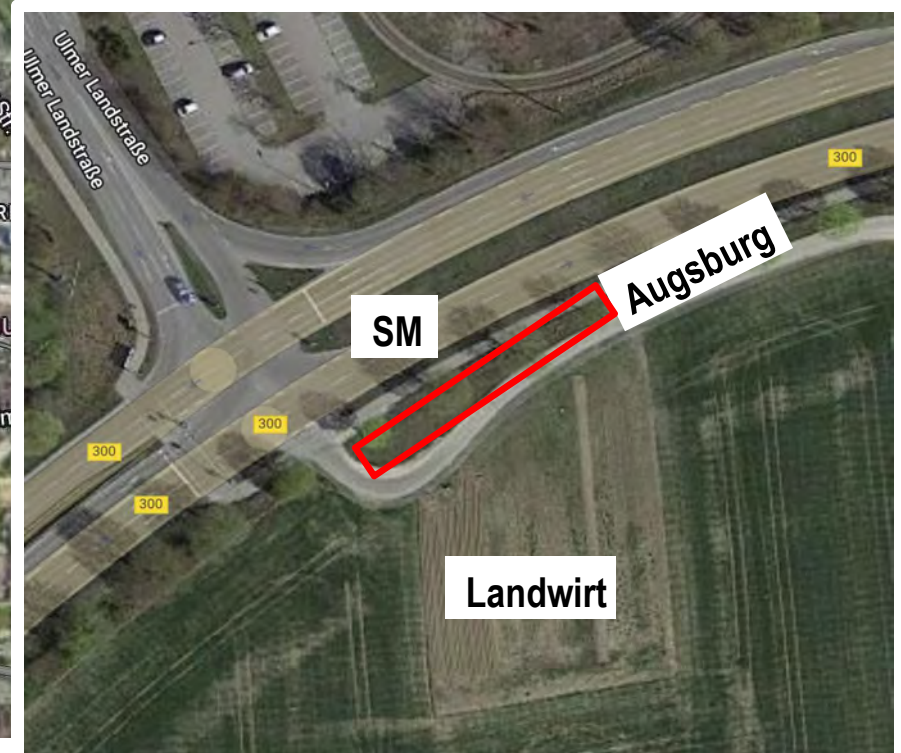
- Pro Pflanze ca. 3.000 Samen
- Wenn nur 100 Pflanzen/m²
- Ca. 300.000 Samen/m²
- Hier waren rund 1.000 m² Monokultur-Ambrosia

**Damit ist hier das
„GLÜCKSRAD“
für viele Pflanzenarten
geschlossen**

31. August 2022



- **Bestand gelangte zur Samenreife!!!**, da die Pflanzen nicht gemäht, sondern nur umgeknickt wurden >> Pflanzen hatten weiterhin Anschluss an den Boden und konnten ihre Entwicklung abschließen
- Durch Bewässerung und den landwirtschaftlich höherwertigen Boden bildeten sich teilweise Pflanzen von rund 1,40 m Höhe (roter Kreis)
- Direkt an die B300 angrenzend - Samen können 40 Jahre keimen >> Verschleppung durch Traktorreifen ist fix



**MANAGEMENT IST SCHWIERIG,
ABER MÖGLICH!
ABER MAN MUSS ES MACHEN**

GEMEINSAM statt einsam!!!

Vom Schreibtisch aus, gibt es keine Lösung!



Die Autobahn

- Erkennen & Monitoring von Beständen invasiver Arten
- Erarbeitung von Bekämpfungsmöglichkeiten zusammen mit den AM
- Berücksichtigung von betrieblichen/verkehrstechnischen Erfordernissen
- Laufendes Monitoring
- Risikoabschätzung entsprechend Verbreitungspotenzial
- Pilotprojekt München und Umgebung...



Mein Pilotprojekt in München (seit August 2022)

- 5000 l Wasser
- Schaumkopf auf umgebauten Mulag-Arm
- 2 Handgeräte für punktuelle Bekämpfung
- 1 Hochdrucklanze für Parkplätze (Unkraut, Graffiti, Schmutz...)
- Fahrgeschwindigkeit bis zu 5 km
- Tagesleistung: 2-3 km
- Ambrosia & Kreuzkräuter sind zu 100 % tot
- Weitere Umbauarbeiten folgen, da wir noch nicht alles erwischen 😊

23.02.2023



Dr. Rea Maria Hall
Institut für Botanik / Institut für Pflanzenbau
Universität für Bodenkultur Wien
Gregor Mendel Straße 33; 1180 Wien
Mobil: +43 (0)664 / 527 26 15
Mail: rea.hall@boku.ac.at

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!