

9. Oktober 2025

Trockenheitsverträglichkeit verschiedener Apfelunterlagen – Forschung mit der Praxis

Hessischer Obstwiesentag 2025, NAH, Wetzlar

Anna-Lea Ortmann, Doktorandin im
Agroforst Reallabor



Agroforst Reallabor / TransRegINT (2023-2027)



DR. ANA KRETER



SAMUEL LEMMEN



JANNIS MENNE



ANNA-LEA ORTMANN



PROF. DR. HABIL. JENS GEBAUER



PROF. DR. STEFFI WIEDEMANN



PROF. DR. FLORIAN WICHERN



PROF. DR. NATALIE LAIBACH



PROF. DR. TOBIAS WÜNSCHLER



Forschungsschwerpunkte:

- Tierhaltung in Agroforstsystemen
- **Trockentoleranz von Apfelunterlagen**
- Agroforstpotenziale im Topfplantzenbau
- Praxisnetzwerke und Wissensflüsse
- Ökonomie und regionale Märkte

Teilhabe am Agroforst Reallabor



Der Gänsepetter
Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn

Berkhöfel
Niederbiller vom Bienenbock

HOF BIRGEL



JANSSEN-MONREBERG GBR



Sustainable
Food Systems

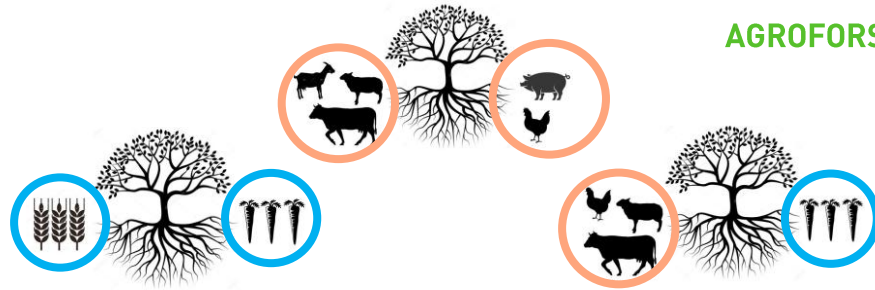


Tiergarten
Kleve

**BIOHOF
HOGEFELDERHOF**



Agroforst



Landnutzungssysteme, bei denen **Gehölze** (Bäume/Sträucher) mit **Ackerkulturen** und/oder **Tierhaltung** so auf einer Fläche **kombiniert** werden, dass **ökologische**, **ökonomische** und **soziale Vorteil**wirkungen entstehen [verändert nach NAIR 1993].



Regionale Praxispartner*innen Apfelunterlagenforschung



Berkhöfel

Naturkultur vom Niederrhein

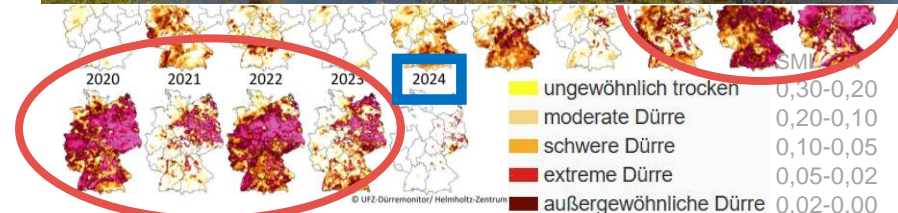
**JANSSEN-
MONREBERG GBR**

Klimawandel und Apfelwurzeln

- **extreme Dürren**, andauernde Niederschlagsperioden, **Extremniederschlagsereignisse** in Deutschland wahrscheinlicher [Detring et al. 2021, UFZ 2025]
- **Wasser** phasenweise zu wenig, phasenweise zu viel → **Toleranz ggü. Trockenheit u. Staunässe** zunehmend bedeutsam [Backes & Blanke 2003, Kullaj et al. 2017]



© aboristik.de



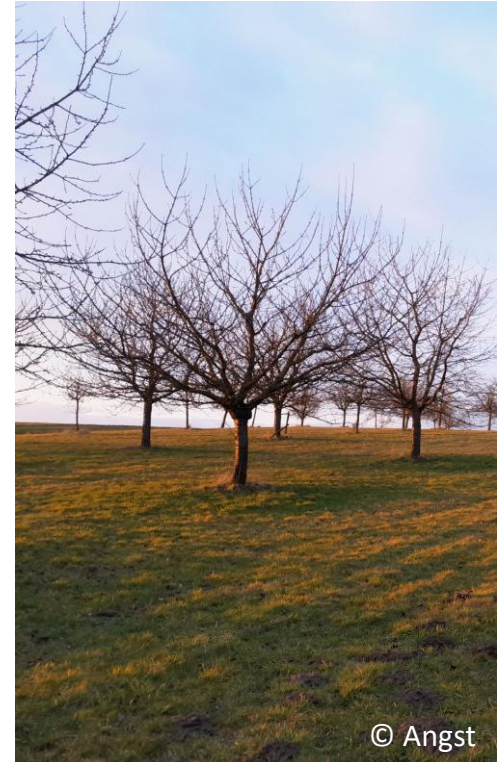
Dürreintensitäten in der **Vegetationsperiode** April bis Oktober –
Gesamtboden (0 - max. 2 Meter) [UFZ 2025]

Klimawandel und Apfelwurzeln

- **Trockenstress** beeinträchtigt Vitalität und steigert **Anfälligkeit** gegenüber **Krankheiten** und **Schädlingen**
- Genetik, Anzuchtmethoden, Wurzelbild, ... nehmen Einfluss auf die **Trockentoleranz** [Levinsson 2013]
- **Klimaentwicklung** nicht ins Detail prognostizierbar
↔ Lebenserwartung Apfelhochstamm 130 J. +

→ **Anpassung und Risikostreuung durch**

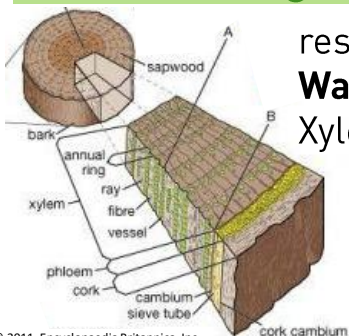
Unterlagenvielfalt notwendig [Schwärzel 2000,
Schliebner et al. 2023]



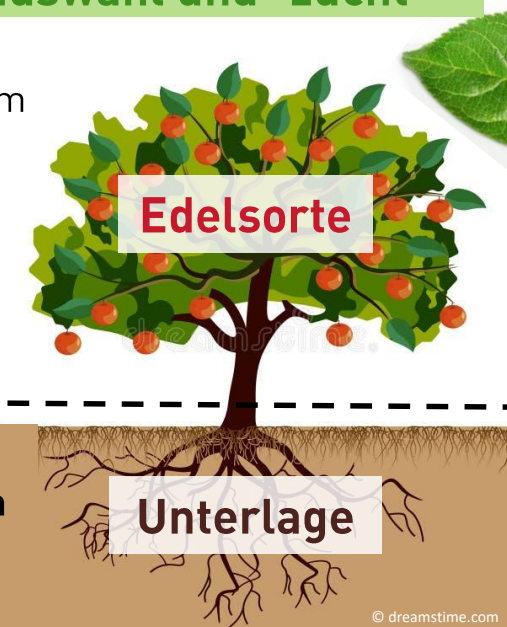
© Angst

Forschungsziel: besseres Verständnis von Trockenstressanpassung / Trockentoleranz für zukünftige Unterlagenauswahl und -zucht

resilienter
Wassertransport im
Xylem-Leitgewebe

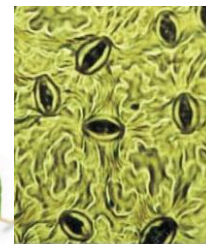


© 2011, Encyclopaedia Britannica, Inc.



© dreamstime.com

Aufnahme von **Wasser**
u. **gelösten Nährstoffen**
über die Feinwurzeln
($\varnothing < 2 \text{ mm}$)



[Tartachnyk & Blanke 2002]

flexible Regulation
der **Transpiration**
über die Stomata,
u.a. durch höhere
Stomatadichte
und kleinere
Stomata

- **Ziel:** moderater und stabiler **Wasserverbrauch** und **Saftstrom** kann bei Trockenstress aufrecht erhalten werden [Xu & Ediger 2021]
- **Vermeidung** irreversibler **Embolien** (Luftblasen)

Vorgehen Versuchsplanung

- **Reallabor Forschung** [Vahrenhorst 2022]: **Interviews** mit 10 Landwirt*innen am Niederrhein: **Klimawandel** und **Dürren** im Speziellen als häufigst genannte Herausforderung
 - **Gespräche** mit rund 40 Expert*innen aus Praxis und Forschung: Baumschulwesen, Intensivobstbau, Streuobstbau, Agroforstwirtschaft
- kaum Auswahl im starkwüchsigen Bereich (genetischer Flaschenhals)

Ausrichtung des Versuchs

→ Auswahl von sechs **schwach- bis starkwüchsigen Apfelunterlagen**:

a) Praxis: Erprobung unterschiedlicher **Baumformen** (-Kombinationen) in Agroforst Baumstreifen **ökologisch** und **wirtschaftlich spannend**

[Hurtig 2022, Opschroef 2023, Van Aken 2023, Weckenbrock 2023]

→ Bleiber-Weicher-Anlagen

b) Forschung: Wissenslücken zur Wassernutzungseffizienz und Trockentoleranz unterschiedlicher Wuchsstärken und Unterlagensorten

→ **1. Gewächshausversuch (kontrollierte Bedingungen)**

→ **2. Anlage Feldversuch**



Daiana Jambul



Ahmad Albaree



Krishna Kanani



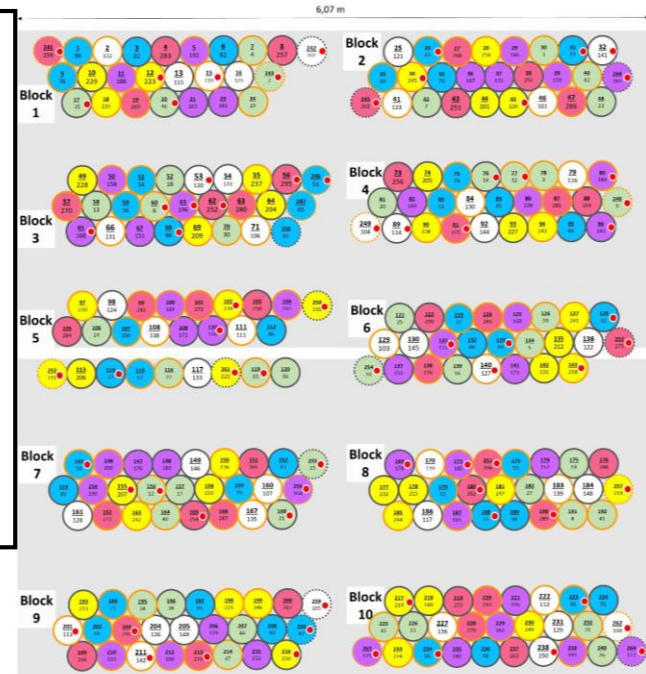
Sowjanya Voduru

Trockenstress-Topfversuch mit 6 Apfelunterlagen



6 Apfelunterlagen
 X
 2 Topftypen
 X
 2 Bewässerungsniveaus
 X
 11 Wiederholungen

264 Versuchspflanzen



verbreitet seltener

starkwüchsig



mittelstarkwüchsig



schwachwüchsig



© Air-Pot



© Pöppelmann TEKU

Feb 2024- Jan 2025

Trockenstress-Topfversuch: Forschungsfragen



1. Wie reagieren die sechs Unterlagen auf **Trockenstress**?
(Indikatoren)

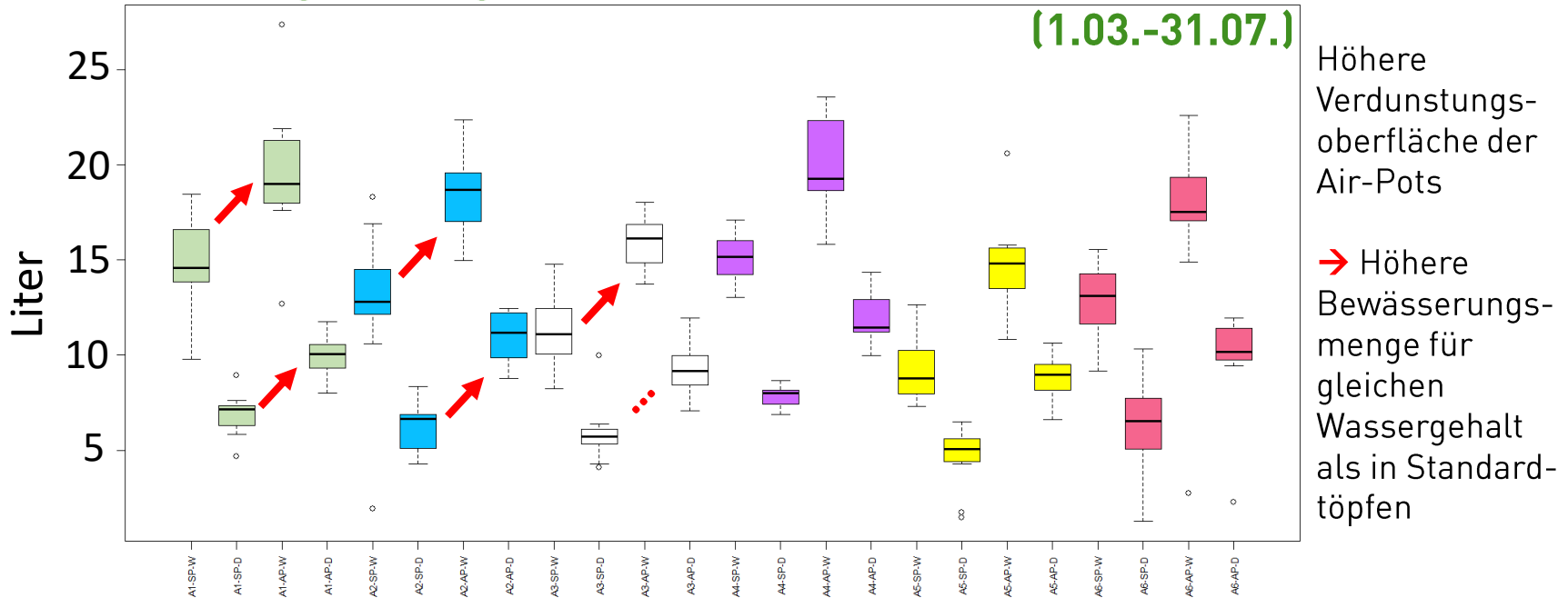


2. Welchen Einfluss nimmt die **Wuchsstärke** auf die **Trockenstressreaktion**?



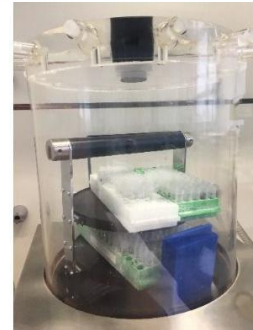
3. Welchen Einfluss nimmt das **Pflanzbehältnis** (Air-Pot/Standardtopf) auf das **Wurzelwachstum**?

Bewässerungsmenge nach Unterlage, Topftyp und Bewässerungsniveau (1.03.-31.07.)



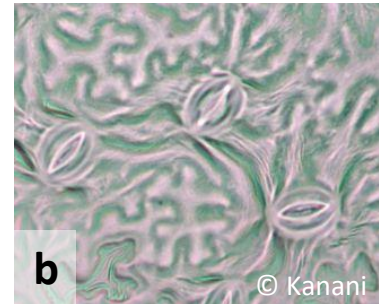
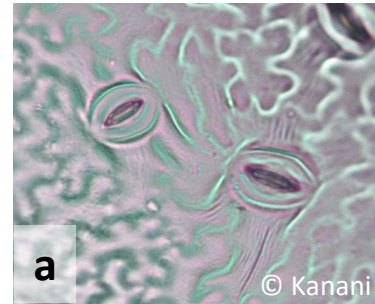
Unterlagen (A1-A6), Topftyp (SP=Standardtopf, AP= Air-Pot) und Bewässerungsniveau (W = 70 % WHK, D = 20 % WHK)

Trockenstress-Topfversuch mit 6 Apfelunterlagen



Trockenstress-Topfversuch: Datenerhebung

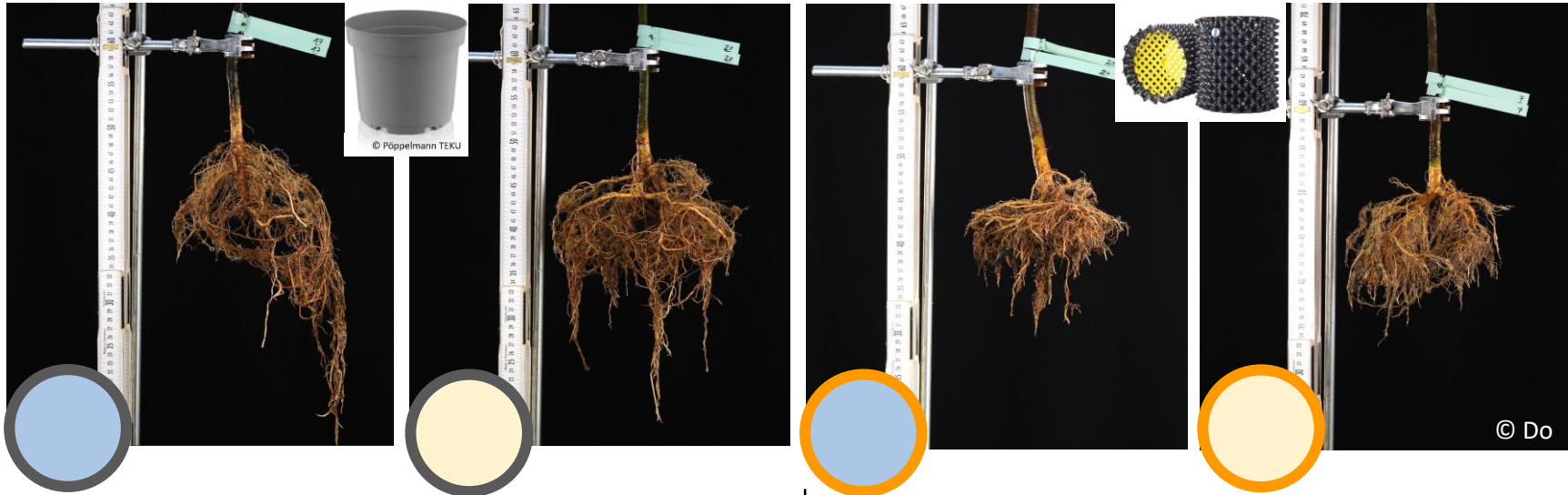
- **Wurzelinventur** (Febr 24 u. Jan 25)
- **Triebzuwachs, Vitalität**
- **Photosynthese- u. Transpirationsrate,**
Stomatäre Leitfähigkeit
- **Blatt-Chlorophyll**
- Blattproben: **Prolin** (Aminosäure),
Abscisinsäure (Pflanzenhormon),
Isotopen, C/N
- Wurzelproben: Isotopen, C/N,
Wurzelscan, RNA



Stomata eines gut-bewässerten (a) und trockengestressten (b) 'Bittenfelder Sämlings'

Bitten.
Säml.

Trockenstress-Topfversuch: Beispiele Wurzelbild



Standardtöpfe: längere Wurzeln,
an Topfwand kreiselnd

Air-Pots: kompakteres Wurzelsystem,
mehr Feinwurzeln?

Bitten.
Säml.

Trockenstress-Topfversuch: Beispiele Wurzelbild



Standardtöpfe: längere Wurzeln,
an Topfwand kreiselnd

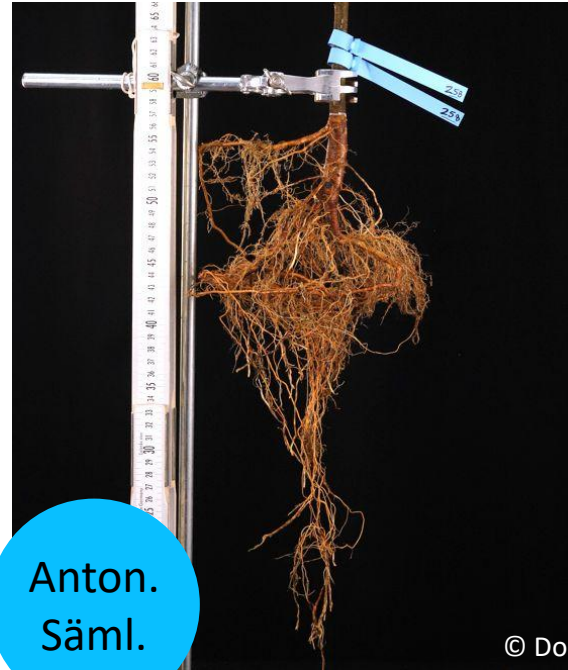
Air-Pots: kompakteres Wurzelsystem,
mehr Feinwurzeln?

P1
X
D1

Trockenstress-Topfversuch: Beispiele Wurzelbild



Bitten.
Säml.



Anton.
Säml.

© Do

P1
X
D1

Trockenstress-Topfversuch: Beispiele Wurzelbild



P1
X
D1

Trockenstress-Topfversuch: Beispiele Wurzelbild



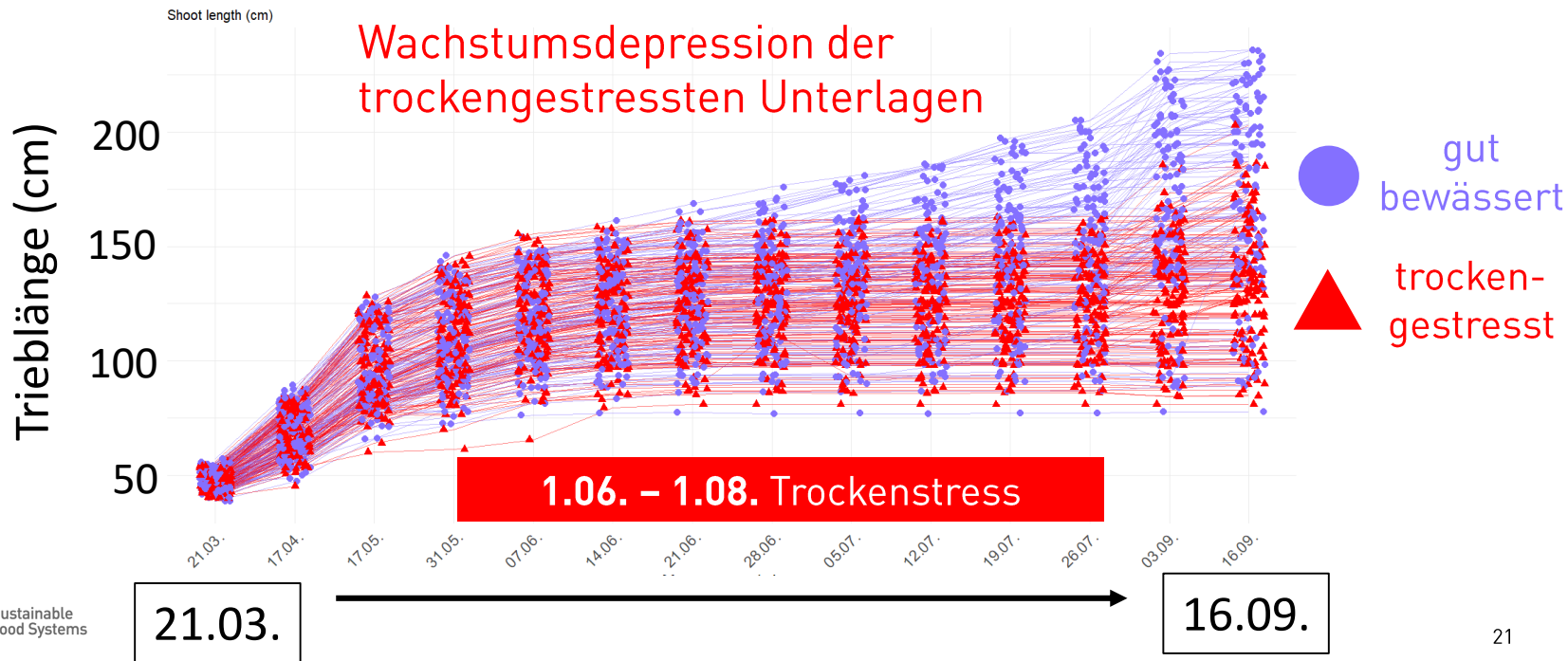
M9
T337



G214

© Do

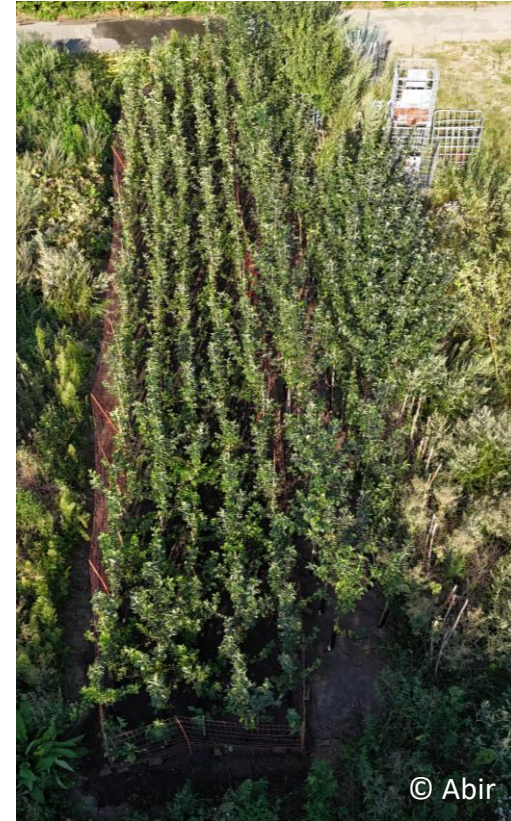
Länge des Haupttriebs im Laufe der Vegetationsperiode 2024



Veredelung und Verschulung Jan 2025



© Rottes



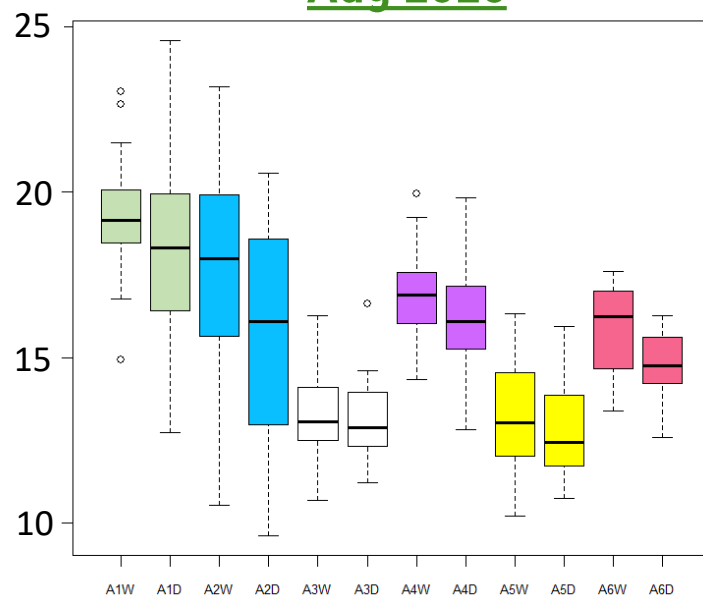
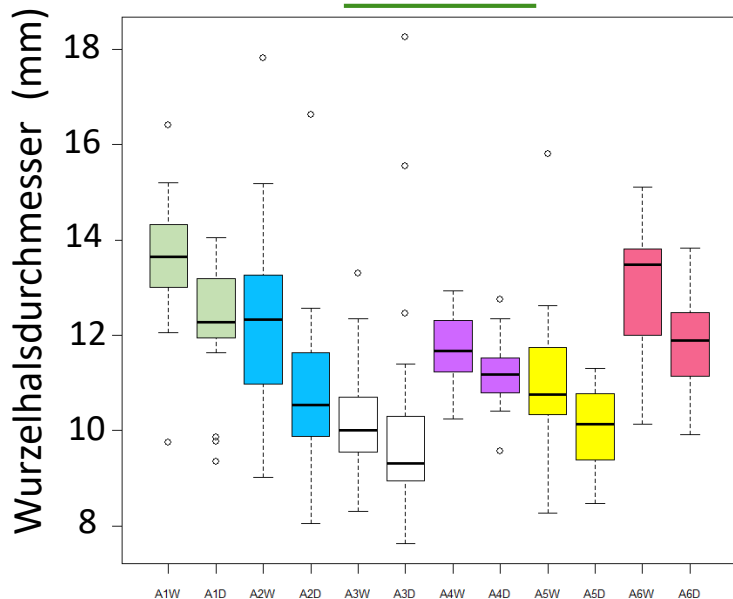
© Abir

Wurzelhalsdurchmesser

Geringerer Wurzelhalsdurchmesser der im Sommer 2024 trockengestressten Unterlagen noch ein Jahr später

Jan 2025

Aug 2025



Unterlagen (A1-A6) und Bewässerungsniveau (W = 70 % WHK, D = 20 % WHK)

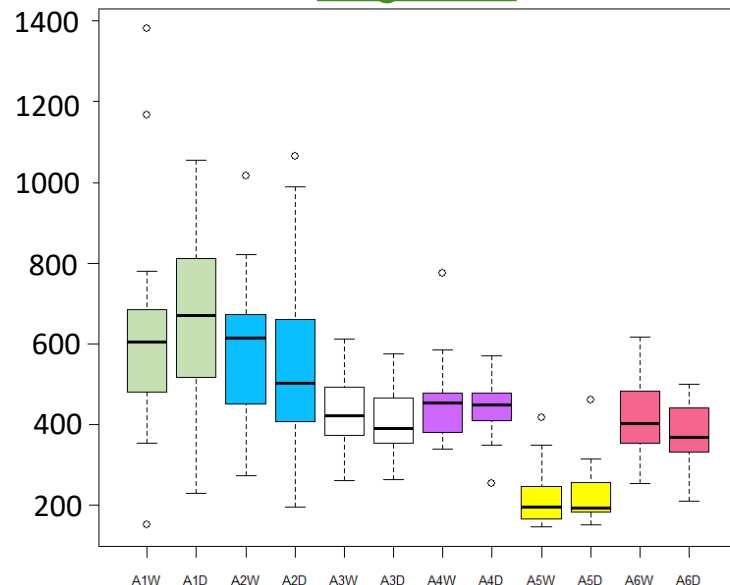
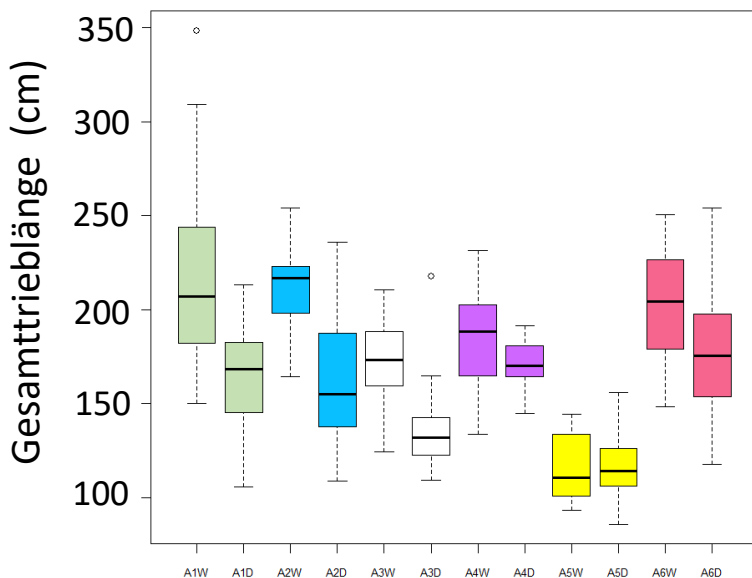


Gesamtrieblänge der trockengestressten Apfelunterlagen am Ende des Trockenstresses 2024 geringer, ein Jahr später deutlich geringere Unterschiede

Gesamtrieblänge

Juli 2024

Aug 2025



Unterlagen (A1-A6) und Bewässerungsniveau (W = 70 % WHK, D = 20 % WHK)



Anna Ziegler



Hasin-Raihan Abir

Agroforst-Feldversuchspflanzung Nov 2025

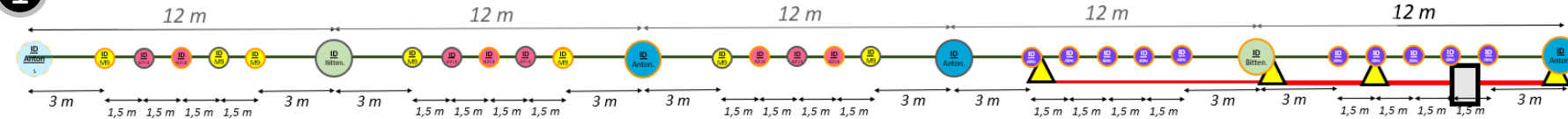
- 4 Apfelunterlagen (U)
x 2 Apfelsorten (Zabergäurennette, Rheinischer Winterrambur)
x 2 Standorte → Wiederholung des Designs
- Agroforst-Baumstreifen mit Kombi- und Einfachpflanzung:
 - ① Hochstämme auf starkwüchsiger U + Niederstamm-Spindeln auf schwachwüchsiger U
 - ② Hochstämme auf starkwüchsiger U
 - ③ ~~Mittelstamm auf mittelstarkwüchsiger U~~



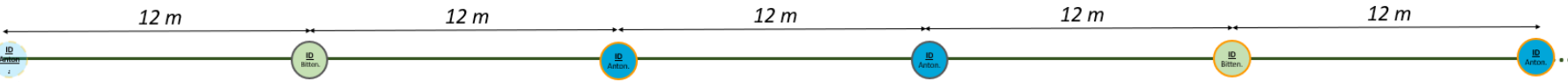
Anna Ziegler Hasin-Raihan Abir

Agroforst-Feldversuch: 2 Baumstreifenvarianten

1 Bleiber-Weicher



2 Hochstamm



Rheinischer Winterrambur

- starkwüchsig
- erntereif: Ende September – Mitte Oktober

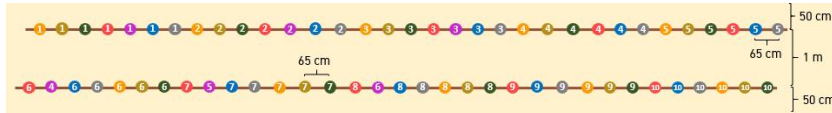
Zabergäurenette

- mittel - bis starkwüchsig
- erntereif: Mitte – Ende Oktober



Yanick Hubers

Exkurs: Hilswurzelprojekt



Pojnik

Goldrenette von Blenheim

Schwaikheimer Rambour

Aargauer Jubiläumsapfel

Friedberger Bohnapfel

- Schnabelapfel (10)
- Pojnik (10)
- Goldrenette von Blenheim (10)
- Roter Ziegler (10)
- **Trockenheit** (10)
- Friedberger Bohnapfel (10)



März 2024 tief
gepflanzt

Edelreiser von **sehr alten**, teils
wurzelechten Apfelbäumen auf **schlechtem**
Standort, veredelt auf M9 (=Hilswurzel)

Initiatoren:
Christoph Schulz
und Frank Schmid

Ziel: Freiwurzeln der Edelsorten

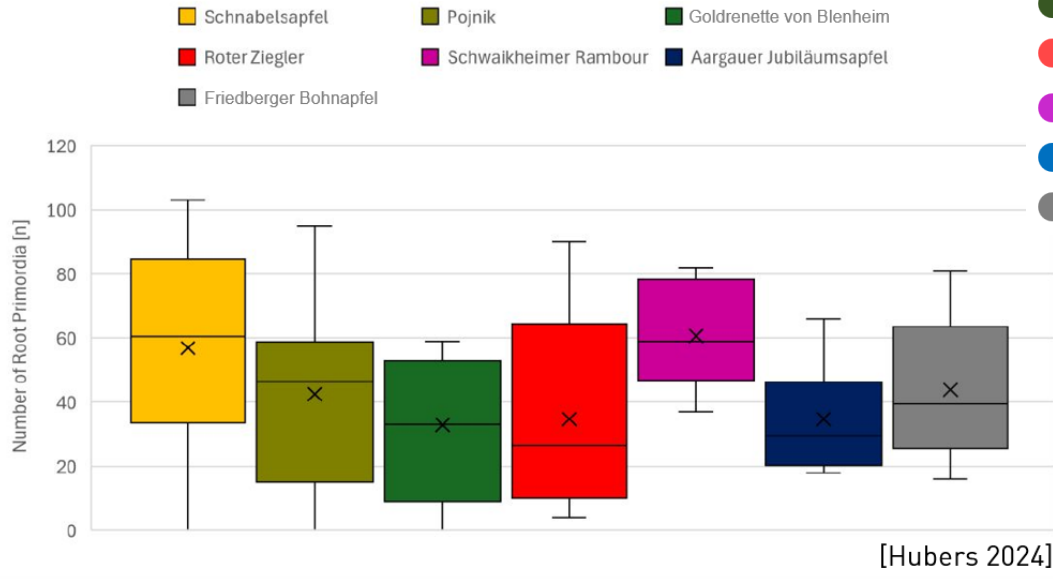


Yanick Hubers

Hilfswurzelprojekt



Number of root primordia above graft line on
Malus domestica scions grafted onto
M9-rootstock after 6 months



- Schnabelapfel (10)
- Pojnik (10)
- Goldrenette von Blenheim (10)
- Roter Ziegler (10)
- Schwaikheimer Rambour (6)
- Aargauer Jubiläumsapfel (10)
- Friedberger Bohnapfel (10)



Mirjana Kunz

Exkurs: Hilfwurzelprojekt



Oktober 2025:

etwa ein **Drittel** der
Hilfwurzelbäume hat
Wurzeln an der
Edelsorte ausgebildet
[Kunz 2025]

Exkurs: Zielsetzungen der Unterlagenzüchtung

- **Pfropfverträglichkeit** mit verschiedenen Edelsorten-Gruppen
 - günstige **Beeinflussung** der **Edelsorte: Fruchtqualität, Vitalität u. Langlebigkeit**
 - **Wurzelsystem widerstandsfähig** gegen **Winterfrost, Staunässe, Trockenheit** sowie **Krankheiten, Virusfreiheit**
 - **Vermehrbarkeit**
 - keine Neigung zu Wurzelschossen
 - optimales **Wasser-** und **Nährstoffaneignungsvermögen** [Hanke & Flachowsky 2017]
- wenige Unterlagenzuchtstationen weltweit, von der Entwicklung einer Unterlage bis zur Zertifizierung u. Markteinführung vergehen 20 Jahre oder mehr

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!
Anregungen? Fragen?**

**AGROFORST
REALLABOR
WEBSITE**



Anna-Lea Ortmann

anna-lea.ortmann@hsrw.eu

02821-806739951



- Aras, S., & Keles, H.** (2019). Responses of apple plants to drought stress. *J Agric Stud*, 7(3), 154-160.
- Backes, M., & Blanke, M. M.** (2003). Witterungseinfluss auf den Wasserverbrauch von Apfelbäumen der Sorten 'Braeburn' und 'Golden Delicious' im Sommer. *Erwerbsobstbau*, 45(2), 37-43.
- Bannier, Hans-Joachim und Schuricht, Werner** (2021). Zweite pomologische Bestimmung der Apfelsorten der Deutschen Genbank Obst. Abschlussbericht.
- Detring, C., Müller, A., Schielicke, L., Névir, P., & Rust, H. W.** (2021). Occurrence and transition probabilities of omega and high-over-low blocking in the Euro-Atlantic region. *Weather and Climate Dynamics*, 2(4), 927-952.
- Fazio, G.** (2021). Genetics, breeding, and genomics of apple rootstocks. *The apple genome*, 105-130.
- Feuerhahn, B.** (2000). Regeneration adulter Malus-Unterlagen (Doctoral dissertation, IGR).
- Große-Kleimann, J.** (2023). VIELE FRAGEN –VIELE BÄUME ALS ANTWORT. Den Familienbetrieb mit Agroforstwirtschaft zukunftsfähig machen. Vortrag auf dem 9. Forum Agroforstsysteme 28.09.2023 – Freiburg. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2023/10/0.3_ForumAFS2023_Keynote3_Jan-Grosse-Kleimann.pdf
- Hanke, M. V., & Flachowsky, H.** (2017). Obstzüchtung und wissenschaftliche Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hezema, Y. S., Shukla, M. R., Ayyanath, M. M., Sherif, S. M., & Saxena, P. K.** (2021). Physiological and molecular responses of six apple rootstocks to osmotic stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(15), 8263.
- Hochstamm Deutschland e.V.** (2024): <https://www.hochstamm-deutschland.de/nachricht/was-hilft-gegen-den-birnenverfall-schweizer-initiative-sucht-nach-loesungen>
- Hubers, Yanick** (2024): "Hilfswurzel-Projekt" - Investigation of the free rooting of seven selected Malus domestica varieties obtained by Methusaleh apple trees grafted onto M9. *Bachelorarbeit – Hochschule Rhein-Waal*.
- Hurtig, Florian** (2022). Mündliche Mitteilung.
- Köhler, A., Förster, N., Zander, M., & Ulrichs, C.** (2020). Compound-specific responses of phenolic metabolites in the bark of drought-stressed *Salix daphnoides* and *Salix purpurea*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 155, 311-320.
- Kullaj, E., Thomaj, F., & Kucera, J.** (2017). Rapid Screening of Apple Genotypes for Drought Tolerance by a Simplified Model of Canopy Conductance.
- Levinsson, A.** (2013). Post-transplant shoot growth of trees from five different production methods is affected by site and species. *Arboricult. Urban For*, 39(5), 201-210.
- Liu, B., Cheng, L., Ma, F., Zou, Y., & Liang, D.** (2012). Growth, biomass allocation, and water use efficiency of 31 apple cultivars grown under two water regimes. *Agroforestry systems*, 84, 117-129.
- Nair, P. K. R.** (1993). An introduction to agroforestry.
- Opschroef, Jürgen** (2023). Mündliche Mitteilung.
- Schliebner, S., Decker, P., & Schlitt, M.** (2023). Streuobstwiesen im Klimawandel. Ein Leitfaden.
- Schwärzel, H.** (2000). Untersuchungen zu Kriterien der Standort- und Gehölzauswahl bei extensiven Anpflanzungen von Obstbäumen.
- Tartachnyk, I., & Blanke, M. M.** (2002). Effect of mechanically-simulated hail on photosynthesis, dark respiration and transpiration of apple leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 48(2), 169-175.
- Tworkoski, T., & Fazio, G.** (2015). Effects of size-controlling apple rootstocks on growth, abscisic acid, and hydraulic conductivity of scion of different vigor. *International Journal of Fruit Science*, 15(4), 369-381
- UFZ** (2025): <https://www.ufz.de/index.php?de=47252>
- Vahrenhorst, Nele** (2022). How to initiate transformative research on permaculture in the Lower Rhine valley? A framework developed based on the analysis of previous experiences.
- Van Aken, Hendrik** (2023). Mündliche Mitteilung.
- Weckenbrock, Philipp** (2023). Mündliche Mitteilung.
- Xu, H., & Ediger, D.** (2021). Rootstocks with different vigor influenced scion-water relations and stress responses in Ambrosia™ apple trees (*Malus Domestica* var. Ambrosia). *Plants*, 10(4), 614.