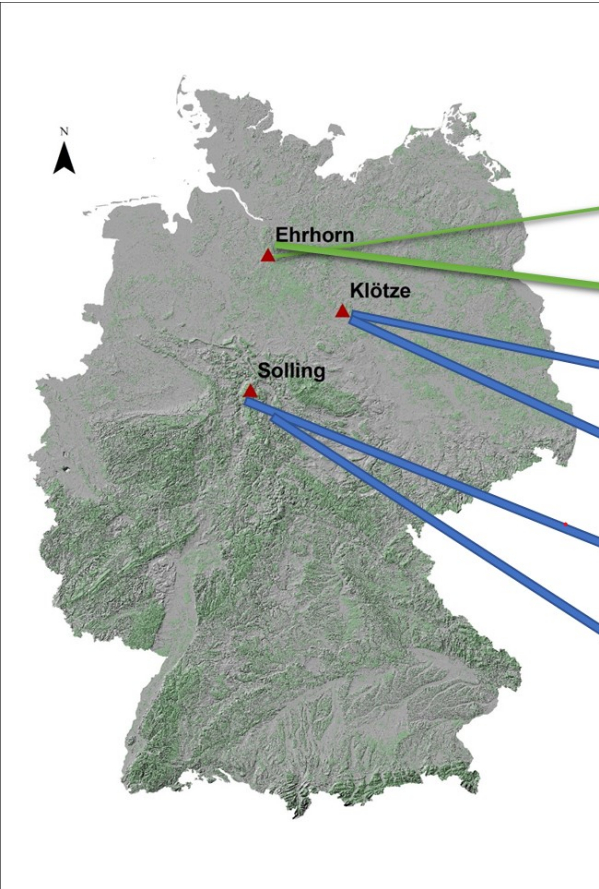


# Vergleich des Wasserverbrauchs von Baumartenpaaren: Roteiche und Stieleiche, Douglasie und Kiefer, sowie Fichte und Buche

Saftflussmessungen auf Level II-Flächen im Projekt KliBW-GW

Stefan Fleck, Bernd Ahrends, Ivan Sopushynskyy, Birte Scheler, Henning Meesenburg

„Auswirkungen einer klimaangepassten Baumartenwahl auf die Grundwasserneubildungsmenge“



## Versuchsflächen

*Quercus robur* L.

*Quercus rubra*

*Pinus sylvestris* L.

*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

*Picea abies* (L.) Karst.

*Fagus sylvatica* L.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektpartner:



GEOZENTRUM HANNOVER



Wasser- und Stoffhaushalt von Wäldern unter Stress, 24.-26.4.2024



# Abschätzung der Transpiration mit Xylemsaftflussmessungen

- Näherungsweise Bestimmung der Bestandes-Transpiration
- Beitrag zur Validierung von Berechnungen der Grundwasserspende:

$$GW = Ni + kA - Ev - Tr - \text{Abfluss} - \Delta\text{Speicherung}$$

i.d.R. größter Verbrauchsterm

- Vergleichende Charakterisierung des Wasserbedarfs von Baumarten



HFD-8 Sensor: 10 Bäume je Bestand

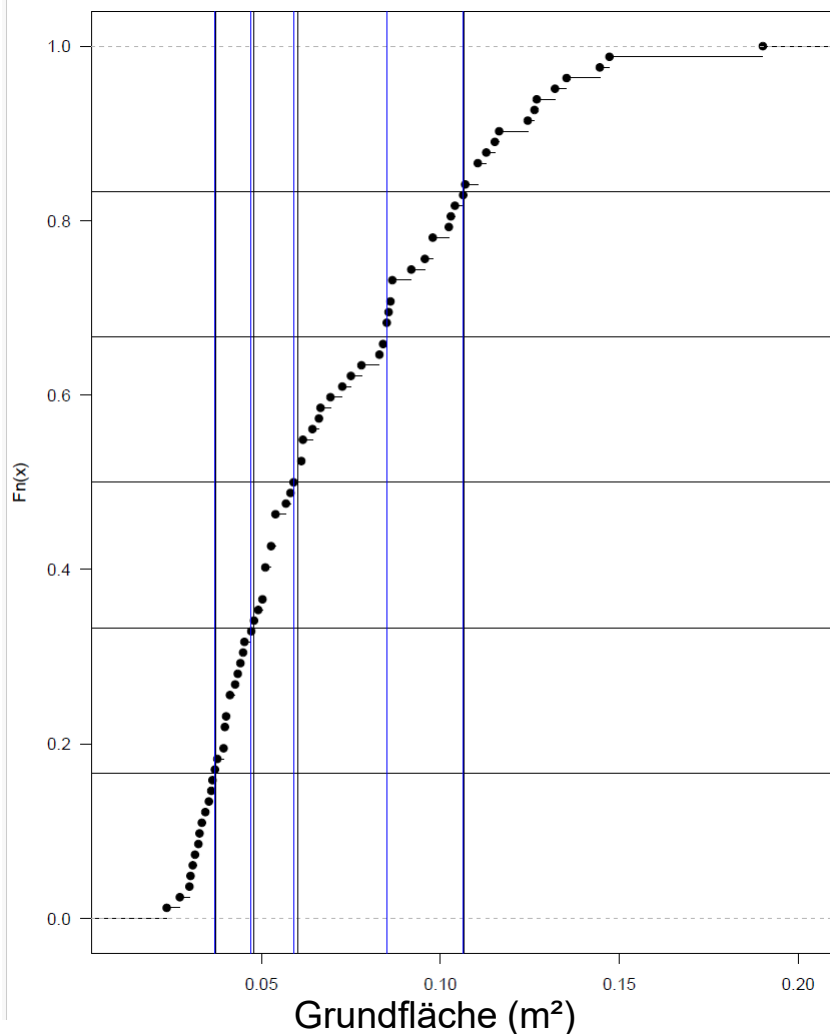


Sapflowmeter und Implexx/SFM4: 5 Bäume je Bestand



# Auswahl der Messbäume, Holzanalysen

Je Grundflächen-20%-Quantil ein repräsentativer Messbaum



Entnahme von 2 übereinanderliegenden Bohrkernen.

Bestimmung von  
Holzfrischvolumen  
Holzfrischgewicht  
Holztrockengewicht  
in 1cm-Abschnitten



Bestimmung von  
Frühholz- und  
Spätholzanteilen  
der Jahrringe.

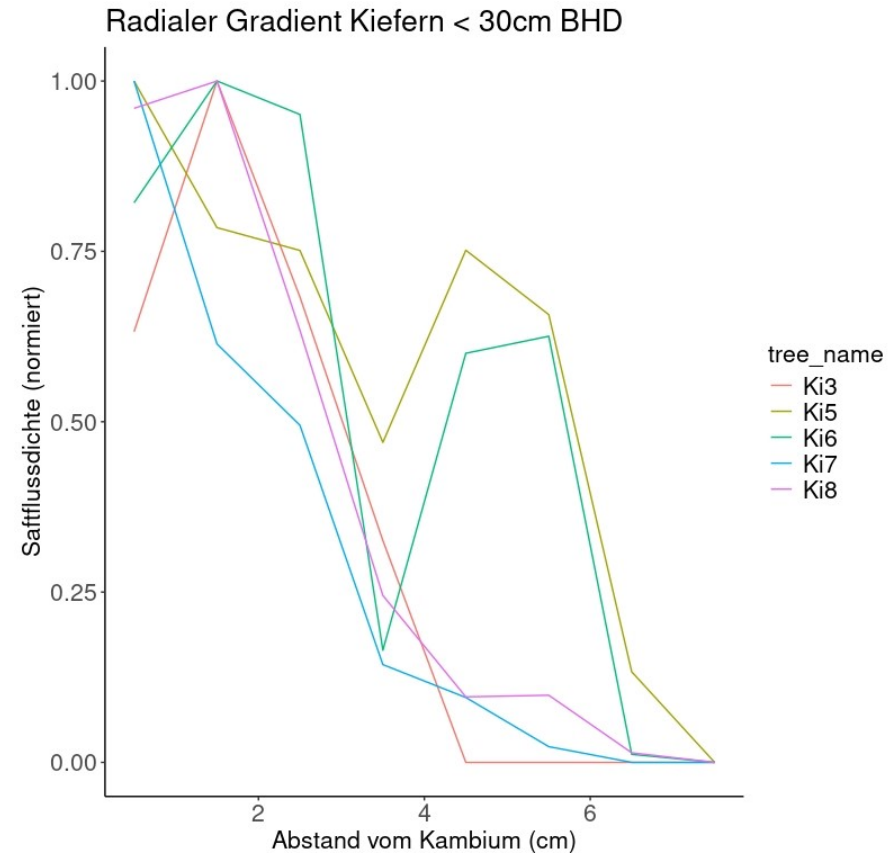
# Heat Field Deformation: Radialer Saftflussgradient im Stamm

- Heiznadel erwärmt kontinuierlich das Splintholz (50mA).
- Das elliptische Wärmefeld um die Heiznadel verformt sich in Abhängigkeit von der Saftflussrate.
- 3 Nadeln mit jeweils 8 Thermistoren messen die Veränderung des Wärmefelds in Flussrichtung und quer zur Flussrichtung (tangential) in verschiedenen Splintholztiefen (1cm bis 8cm).

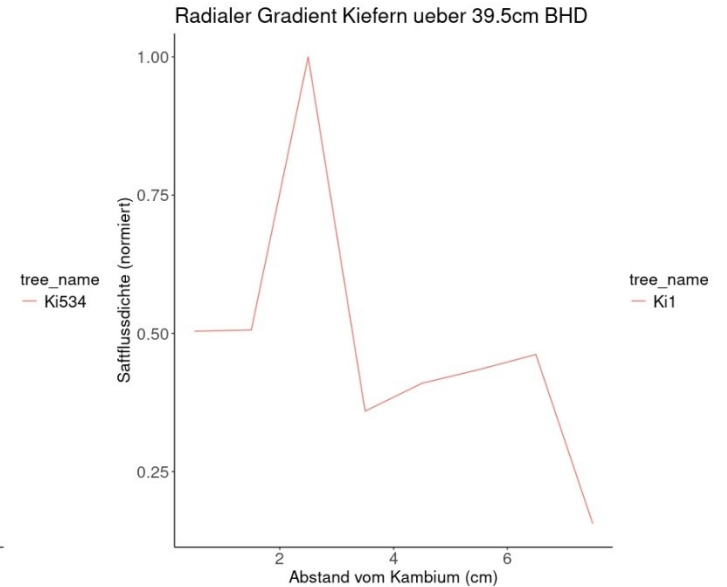
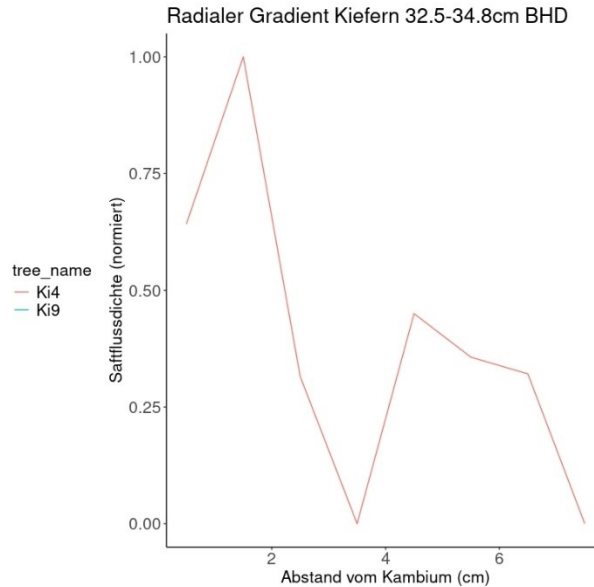
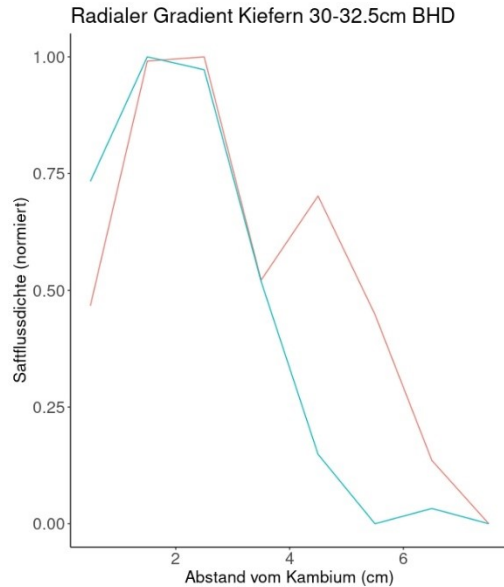


Foto: ICT International, Armidale AU

$$\text{SFD} \sim \frac{d_{\text{Null}} + dT_{\text{sym}} - dT_{\text{asym}}}{dT_{\text{asym}}}$$



# Muster der radialen Saftflussgradienten bei Kiefer



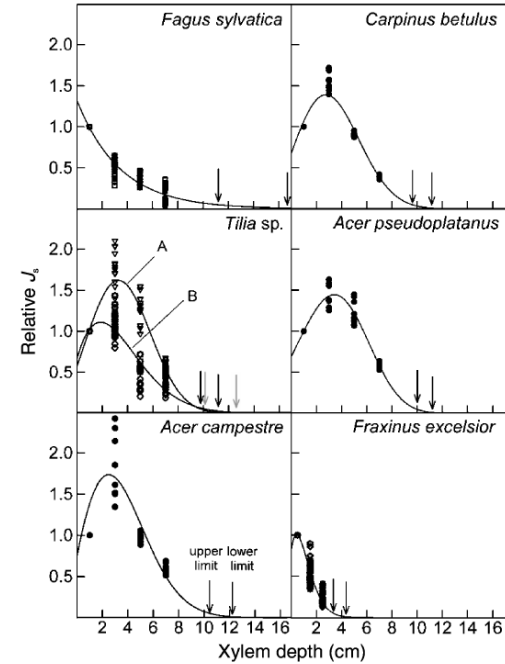
Interpretation:

Nicht-wasserleitendes Gewebe im Stamminneren zwischen wasserleitenden Abschnitten

# Modellierung des Gradienten mit vereinfachter Weibull-Funktion

$$\text{SFDnorm} \sim (c - 1)/c + a * ((c - 1)/c)^{((1 - c)/c)} * \exp(-((cm - d)/b + ((c - 1)/c)^{(1/c))^c) * ((cm - d)/b + ((c - 1)/c)^{(1/c))^c * (c - 1)$$

## Weibull-Funktion

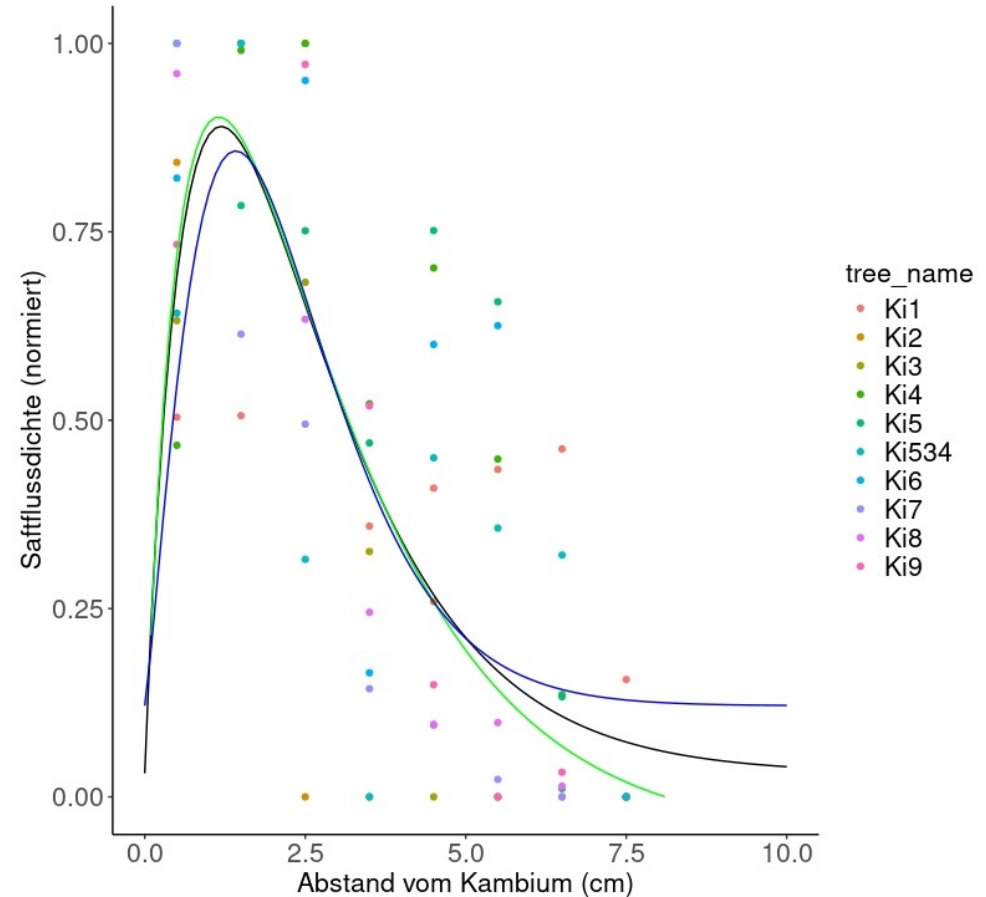


aus: Gebauer et al. (2008)

## Vereinfachte Weibullfunktion:

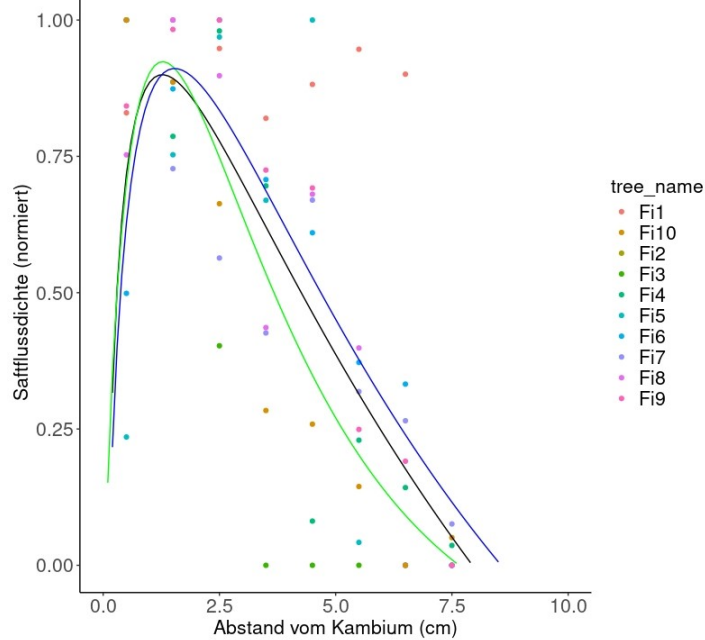
$$\text{SFDnorm} \sim a + b * cm^p * \exp(c * cm^p)$$

## Radialer Gradient Kiefer (Klötze)

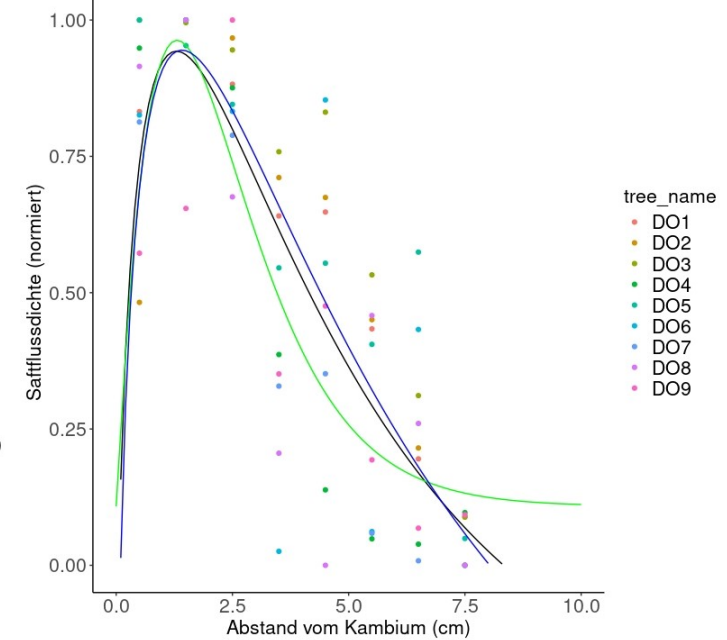


# Saftflussgradienten bei Douglasie, Fichte, Stieleiche

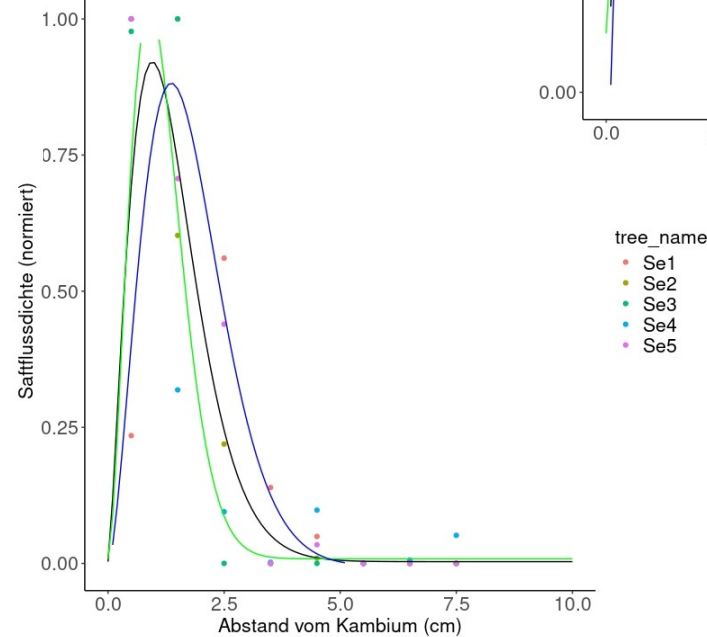
Radialer Gradient Fichte (Solling)



Radialer Gradient Douglasie (Klötze)



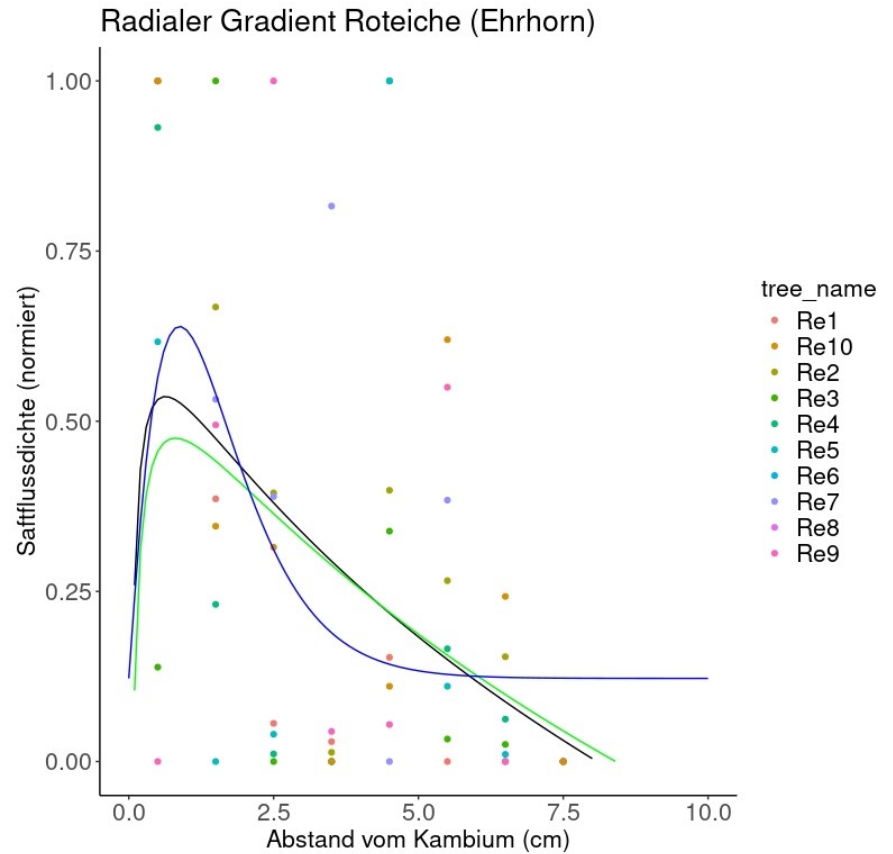
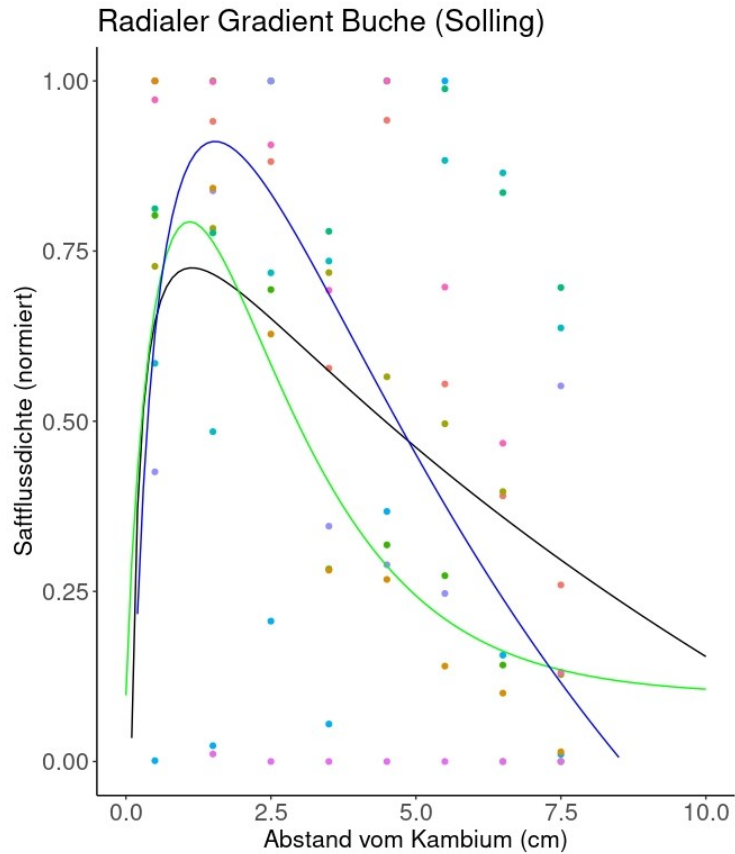
Radialer Gradient Stieleiche (Ehrhorn)



Subdominante (grün) und codominante Bäume (blau) nicht grundsätzlich verschieden. Codominante Bäume mit breiterem wasserleitenden Bereich.

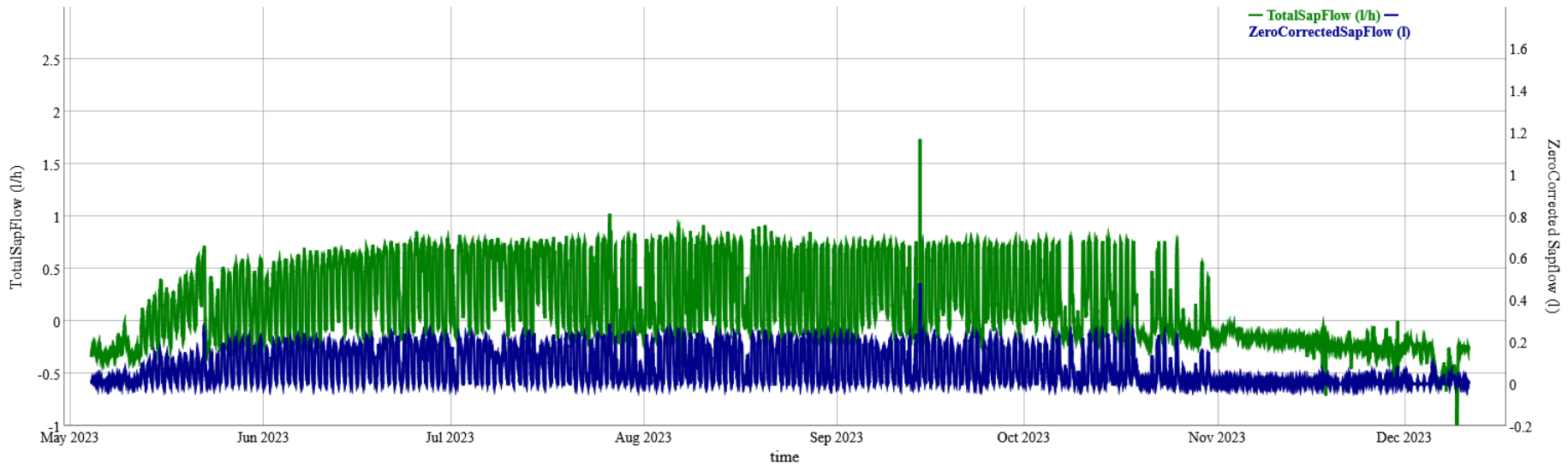


# Saftflussgradienten bei Buche und Roteiche



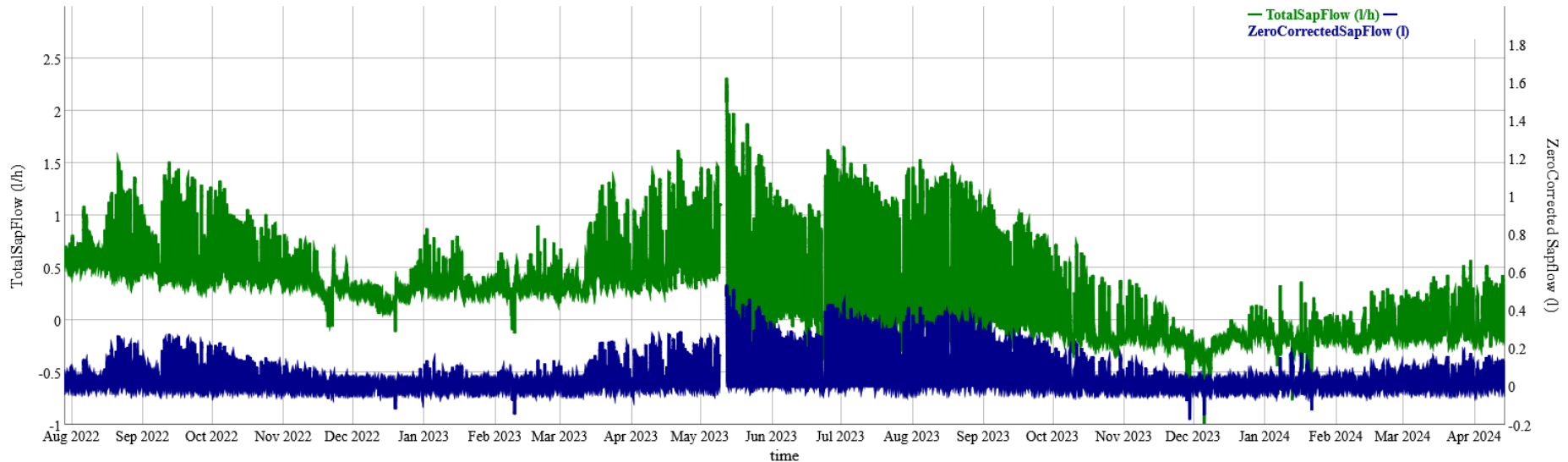
Subdominante und Codominante Bäume etwas unterschiedlich, bei Buche zwei Funktionen (<50cm bzw. >50cm BHD)

# Saftflussmessungen im Jahresgang: Roteiche 71



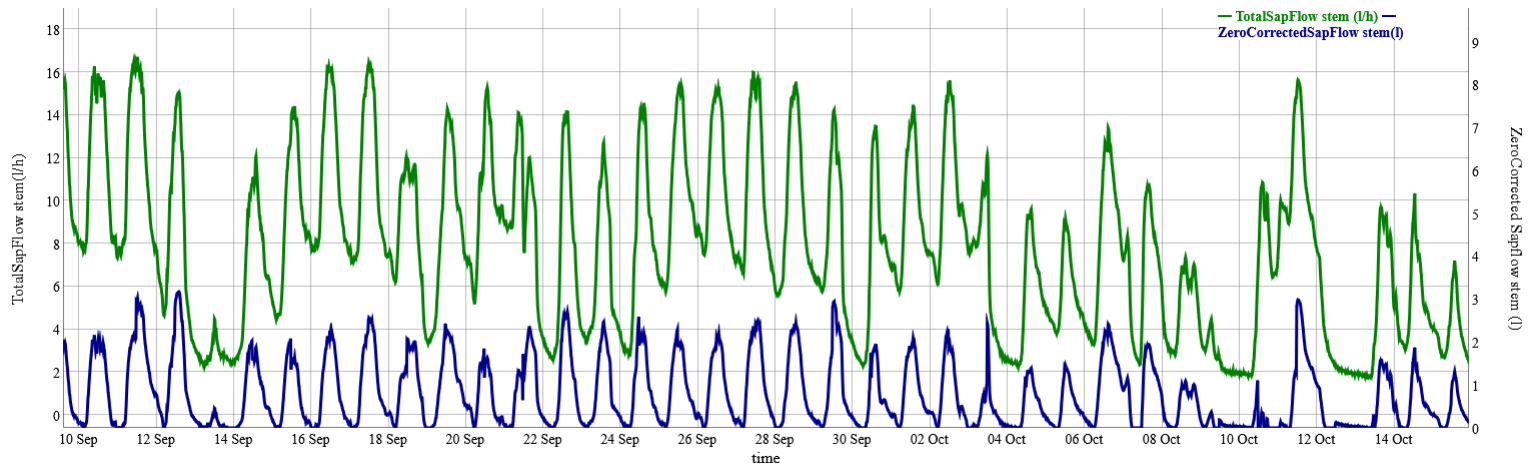
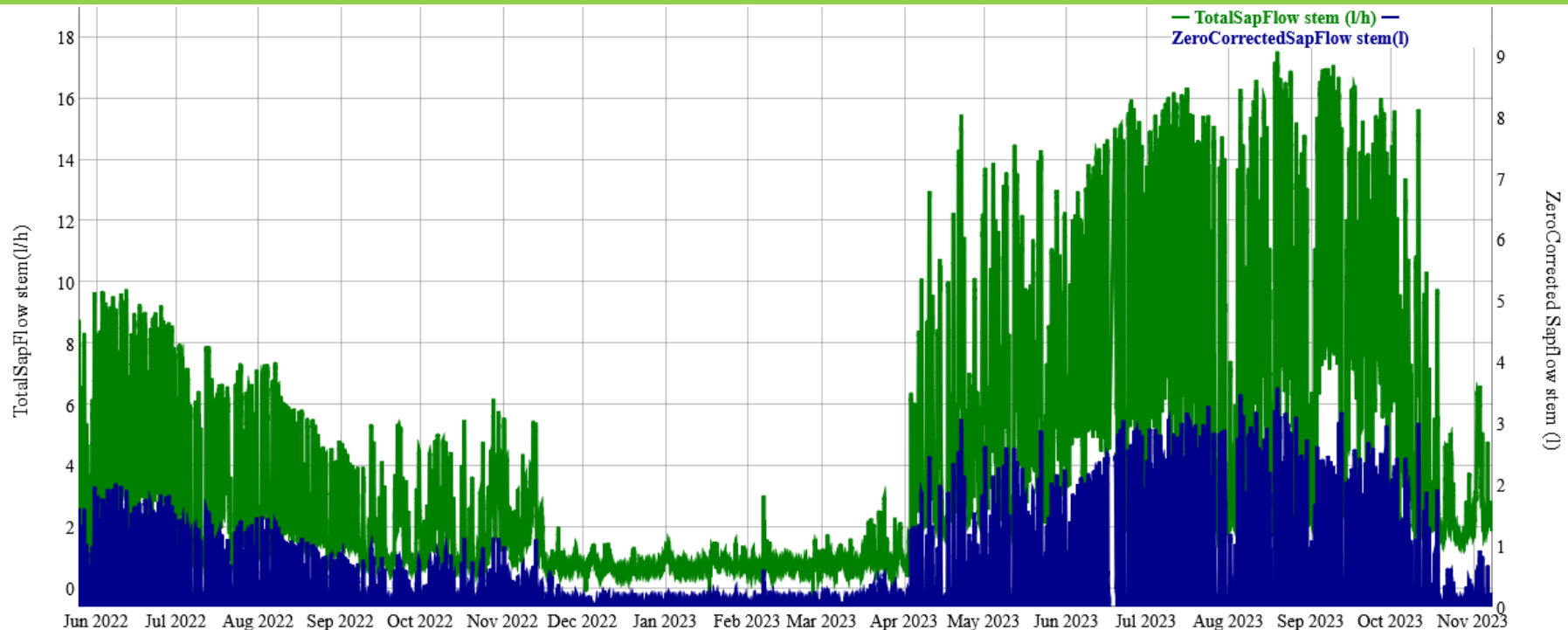
- Im Frühjahr z.T. negative Saftflussraten.
- Im Sommer und Herbst können nachts positive Saftflussraten auftreten.
- Der Nullpunkt verschiebt sich z.T. im Jahresverlauf.
- Einzelne Ausreißer.
- Zugehörige Auswertungs-Software betrachtet nur die äußersten 2cm des Splintholzes (dort findet die Messung statt).

# Saftflussmessungen im Jahresgang: Douglasie 410

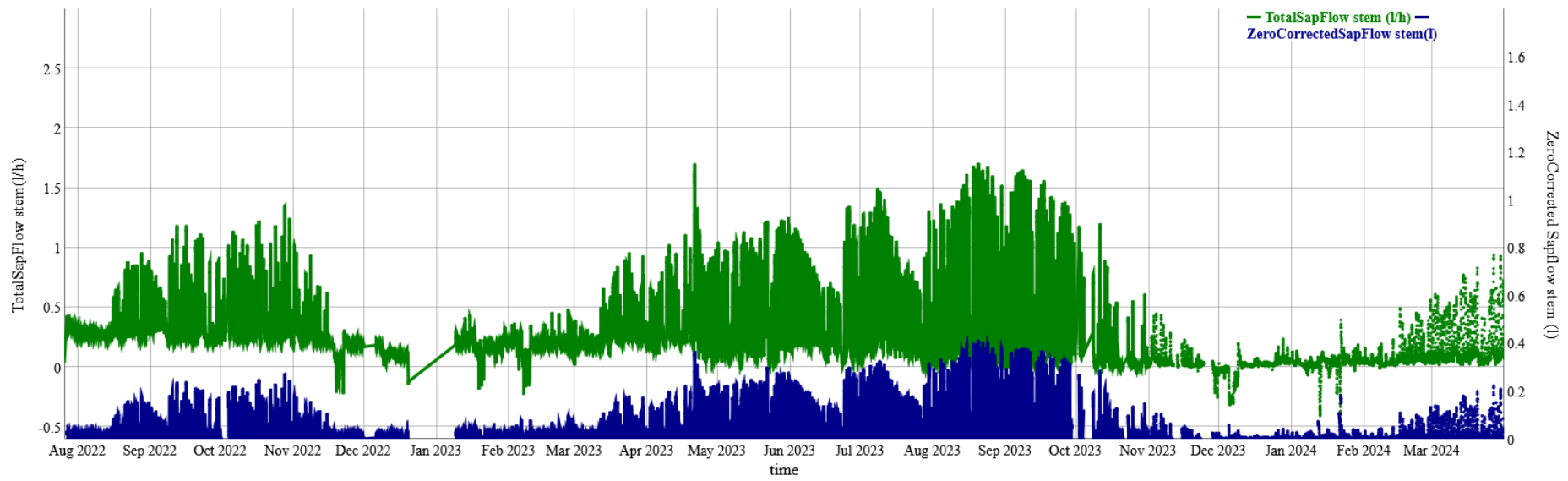


- Der Nullpunkt verschiebt sich im Jahresverlauf.

# Saftflussmessungen im Jahresgang: Fichte 622

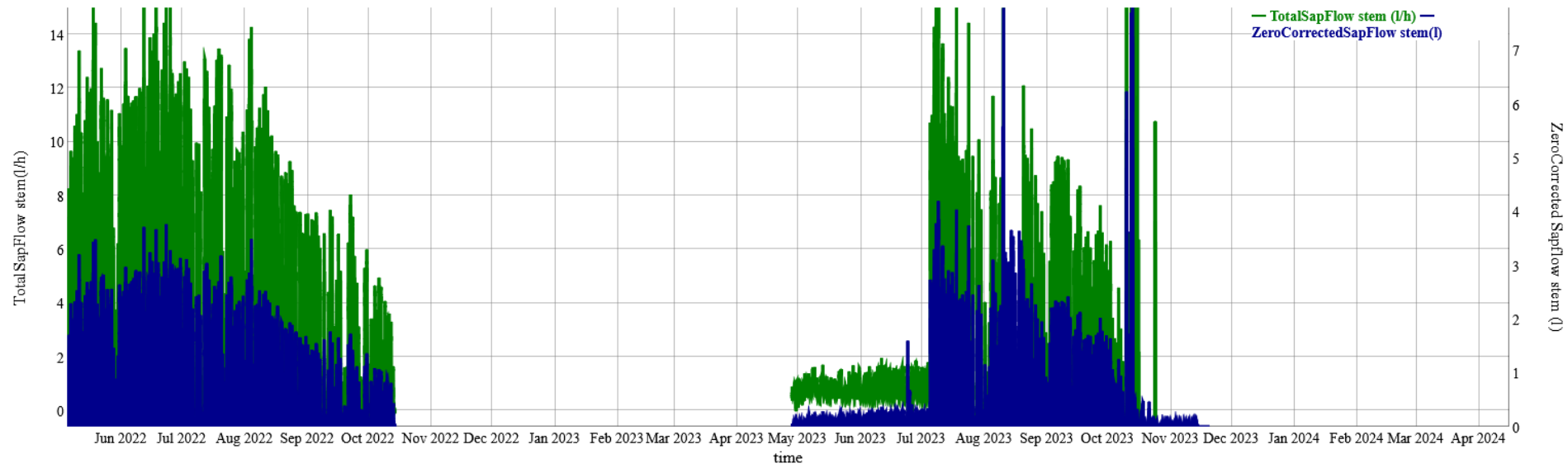


# Saftflussmessungen im Jahresgang: Kiefer 101



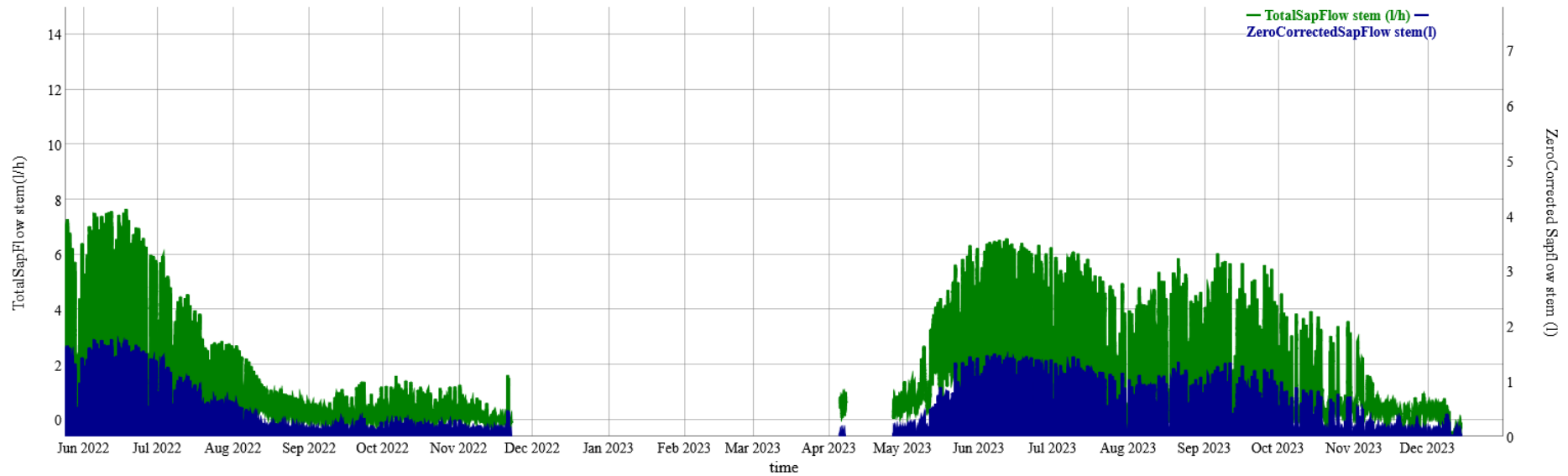
- Der Nullpunkt verschiebt sich im Jahresverlauf.

# Saftflussmessungen im Jahresgang: Buche 66



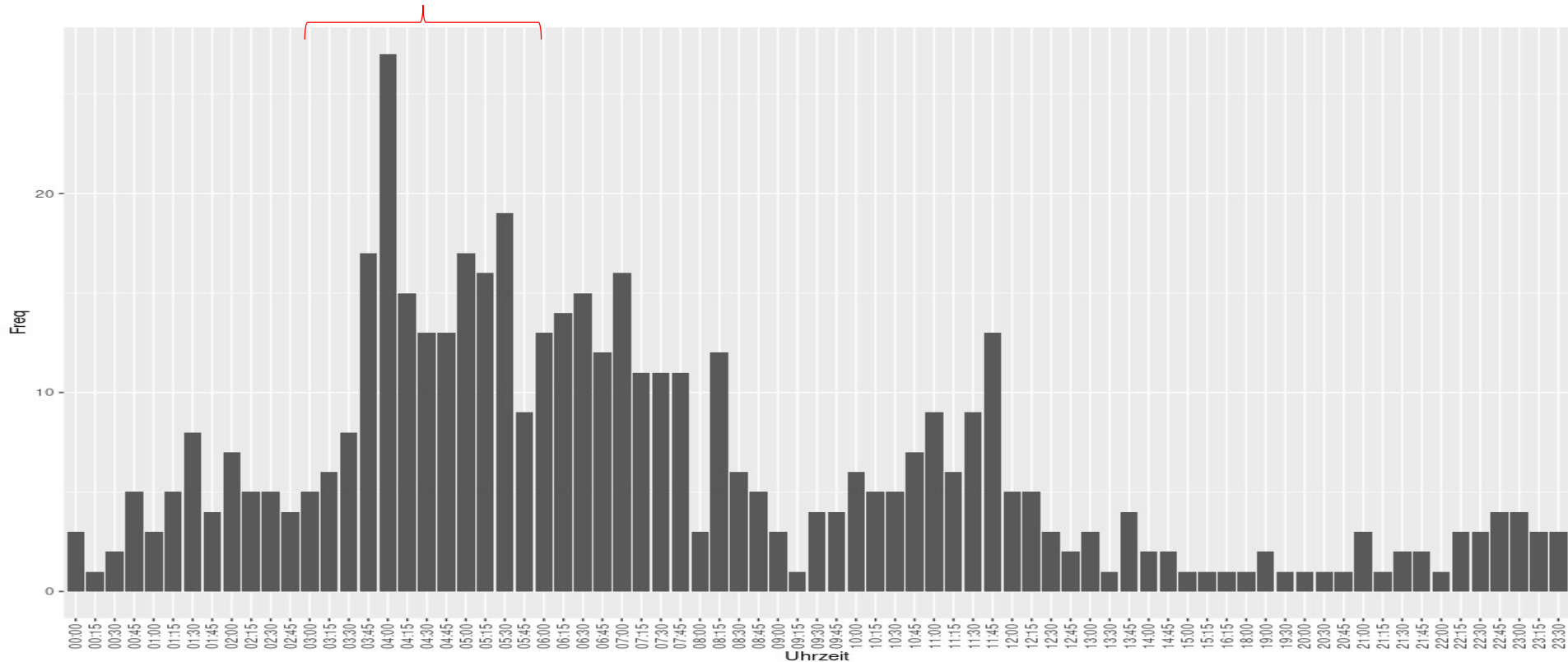
- Erhöhung der Saftflussrate nach Neuinstallation

# Saftflussmessungen im Jahresgang: Stieleiche 755



# Quantitative Auswertung: Annahmen

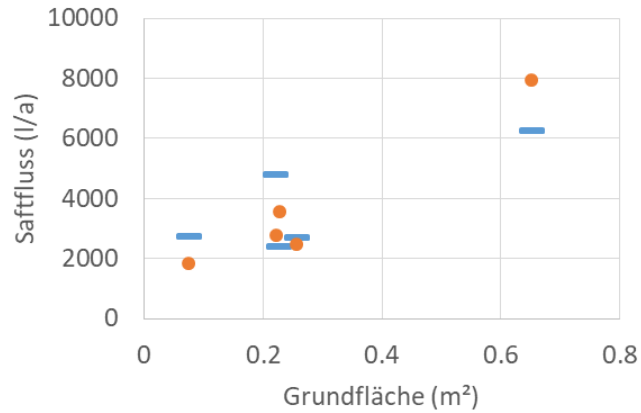
- Negative Saftflussraten tragen nicht zur Transpiration bei.
- Nächtliche Transpiration kann vernachlässigt werden (ca. 0 l/h).
- Zur Transpiration trägt nur bei, was den nächtlichen Minimalfluss überschreitet.
- Maximal 8cm Splintholz sind leitfähig.
- Die radiale Abnahme entspricht den vor Ort gemessenen Gradienten.
- Es gibt artspezifische Maximalraten (Ausschluss von Ausreißern).
- Nächtlicher Minimalfluss: Minimum des Flusses zwischen 3:00 Uhr und 6:00 Uhr





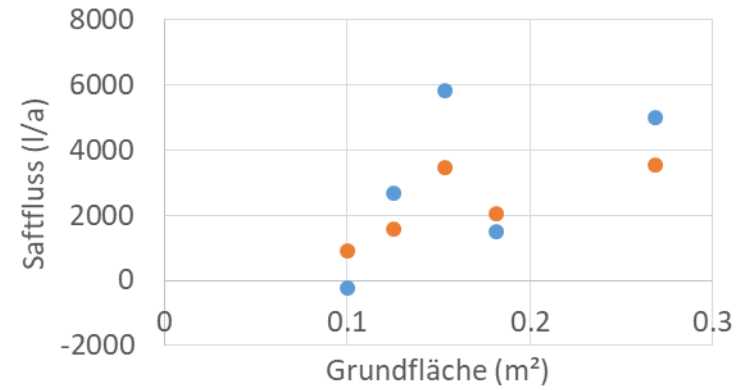
# Saftfluss 8/2022-7/2023 mit und ohne Korrekturen

Buche



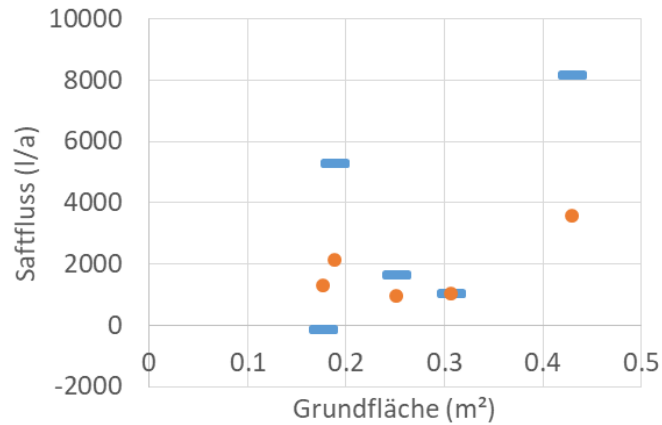
— TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

Douglasie



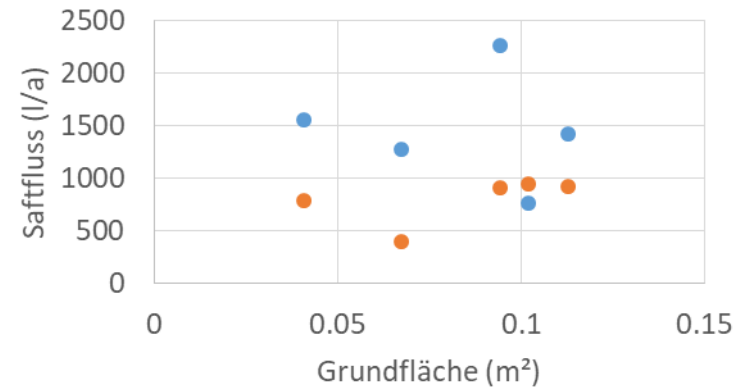
● TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

Fichte



— TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

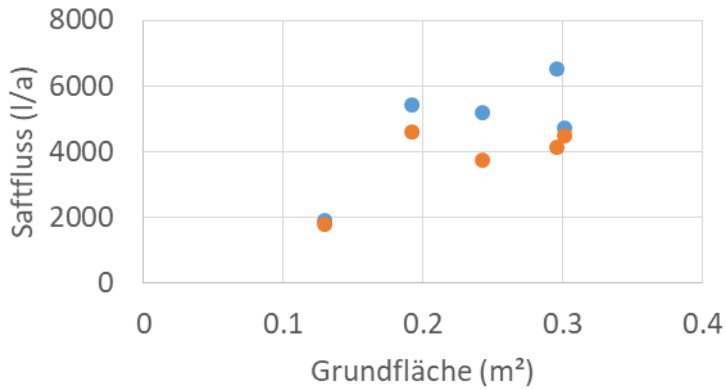
Kiefer



● TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

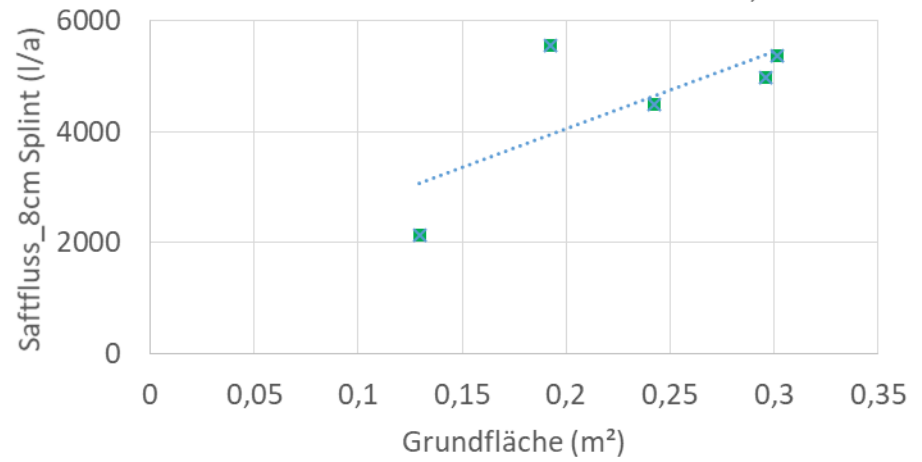
# Saftfluss mit und ohne Korrektur, und für das gesamte Splintholz

Stieleiche

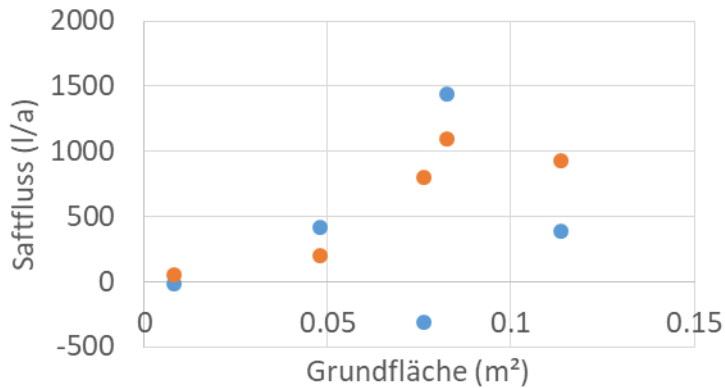


● TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

Stieleiche  $y = 13.879,06x + 1.273,39$   
 $R^2 = 0,53$



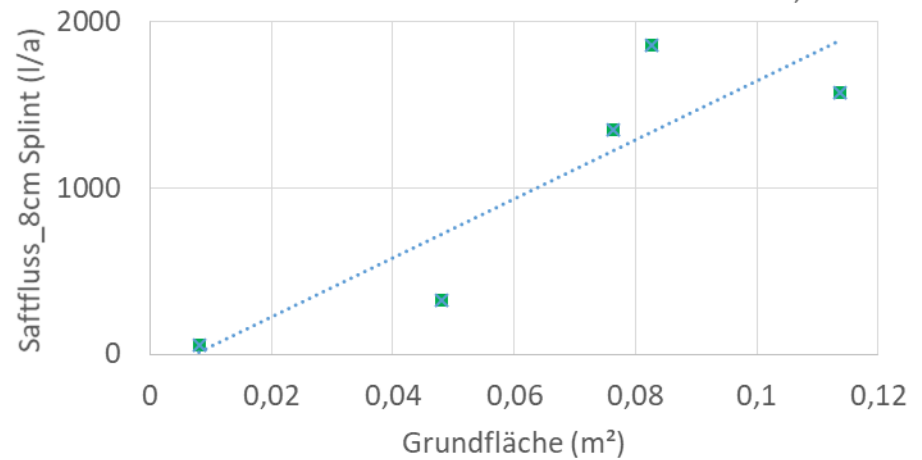
Roteiche



● TotalSapFlow\_2cm ● Zero-corrected Sapflow\_2cm

Roteiche

$y = 17.694,83x - 132,20$   
 $R^2 = 0,78$



# Vergleich der Bestände

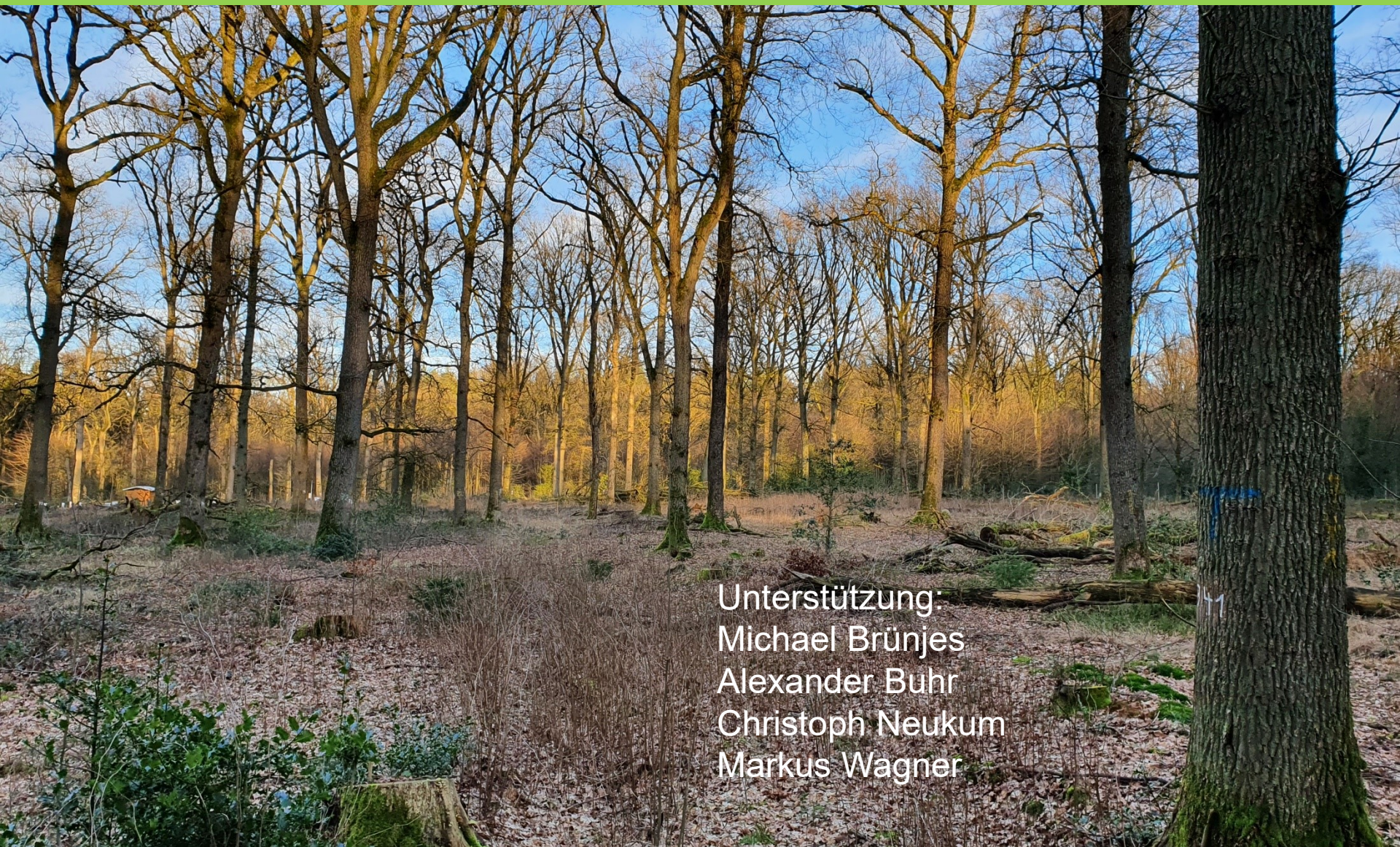
Erste, vereinfachte Abschätzung der Transpiration von 1.8.2022 bis 31.7.2023\*

Ehrhorn	Klötze	Solling
Stieleiche: 53 mm	Douglasie: 109 mm	Buche: 261 mm
Roteiche: 42 mm	Kiefer: 48 mm	Fichte: 71 mm

Ehrhorn	Klötze	Solling
LAI: 2,6 A: 26,2 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 851 mm	LAI: 5,9 A: 38,3 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 593 mm	LAI: 4,0 A: 27,6 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 1138 mm
LAI: 4,3 A: 29,2 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 851 mm	LAI: 4,3 A: 27,7 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 593 mm	LAI: 2,9 A: 46,4 m <sup>2</sup> /ha Nied.: 1000 mm

\*: Bei Solling Fichte 25.5.2022 bis 24.5.2023 wg. absterbender Messbäume

# Dank + Fragen?



Unterstützung:  
Michael Brünjes  
Alexander Buhr  
Christoph Neukum  
Markus Wagner