

Vergleich verschiedener Verfahren zur Herstellung von Holzfasern als Torfersatz

Zukunft Torfersatz – Alternative Substratausgangsstoffe

Online-Informationsveranstaltung am 28.09.2023

Forschungsprojekt

Projektpartner

Hochschule
Weihenstephan-Triesdorf
Institut für Gartenbau



Technische Hochschule
Rosenheim
Labor für Holzwerkstofftechnik

Forschungsschwerpunkte

- Evaluierung neuer Torfersatzstoffe
- Methodenentwicklung zur Beurteilung der Qualität von Kultursubstraten
- Erarbeitung nachhaltiger Düngestrategien
- Training und Unterstützung für Gartenbauer in ihrer Umstellung zum torffreien Anbau

Forschungsschwerpunkte

- Prozessoptimierung und -entwicklung
- Verbesserung der Rohstoff- und Energieeffizienz
- Erweiterung der Rohstoffbasis
- Faserherstellung und -analyse

Forschungsprojekt

Problem- und Zielstellung



Holzfaserstoffe als regional verfügbarer, nachwachsender Torfersatzstoff mit dem Problem der Stickstoffimmobilisierung

→ Fehlende Untersuchungen hinsichtlich des Einflusses der Herstellungsparameter



Analyse und Optimierung der Herstellungskette von Holzfaserstoffen

→ Erreichung einer möglichst geringen bzw. kalkulierbaren N-Immobilisierung

→ Erweiterung der Rohstoffbasis durch Nutzung nicht berücksichtigter Holzsortimente

Teilprojekt A

Rohstoffbeschaffung
und -aufbereitung



Teilprojekt B

Holzfaserherstellung mittels
Refiner- und Retrudertechnologie



Teilprojekt C

Pflanzenbauliche Prüfung
der Holzfaserstoffe



Holzfaserstoffherstellung

Herstellungskette



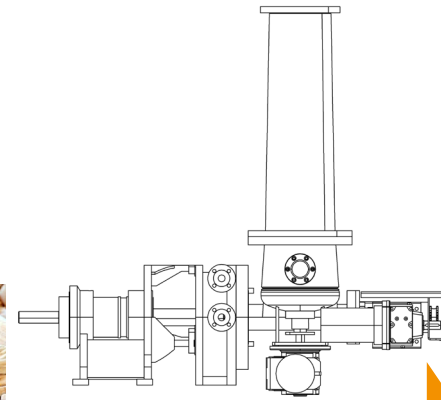
Rohstoff



Zerspanung



Hackschnitzel



Zerfaserung



Holzfaser

Holzfaserstoffherstellung

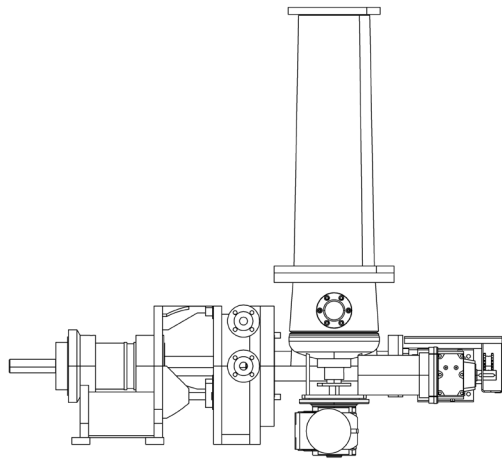
Zerfaserung

Zerfaserungstechnologien

für Kultursubstrate

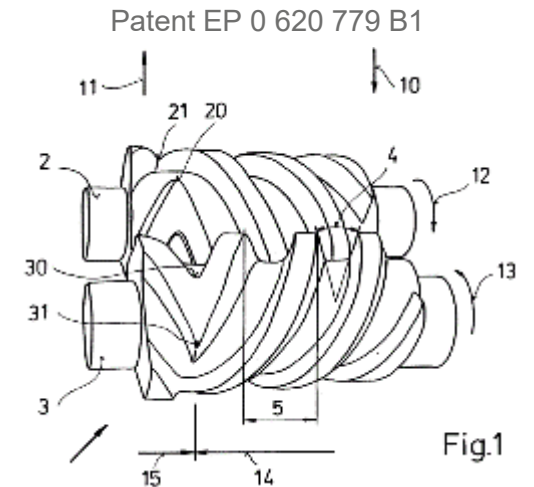
Refiner

- Thermo-mechanical pulping (TMP) (Druckzerfaserung)
- Refiner mechanical pulping (RMP) (Atmosphärische Zerfaserung)



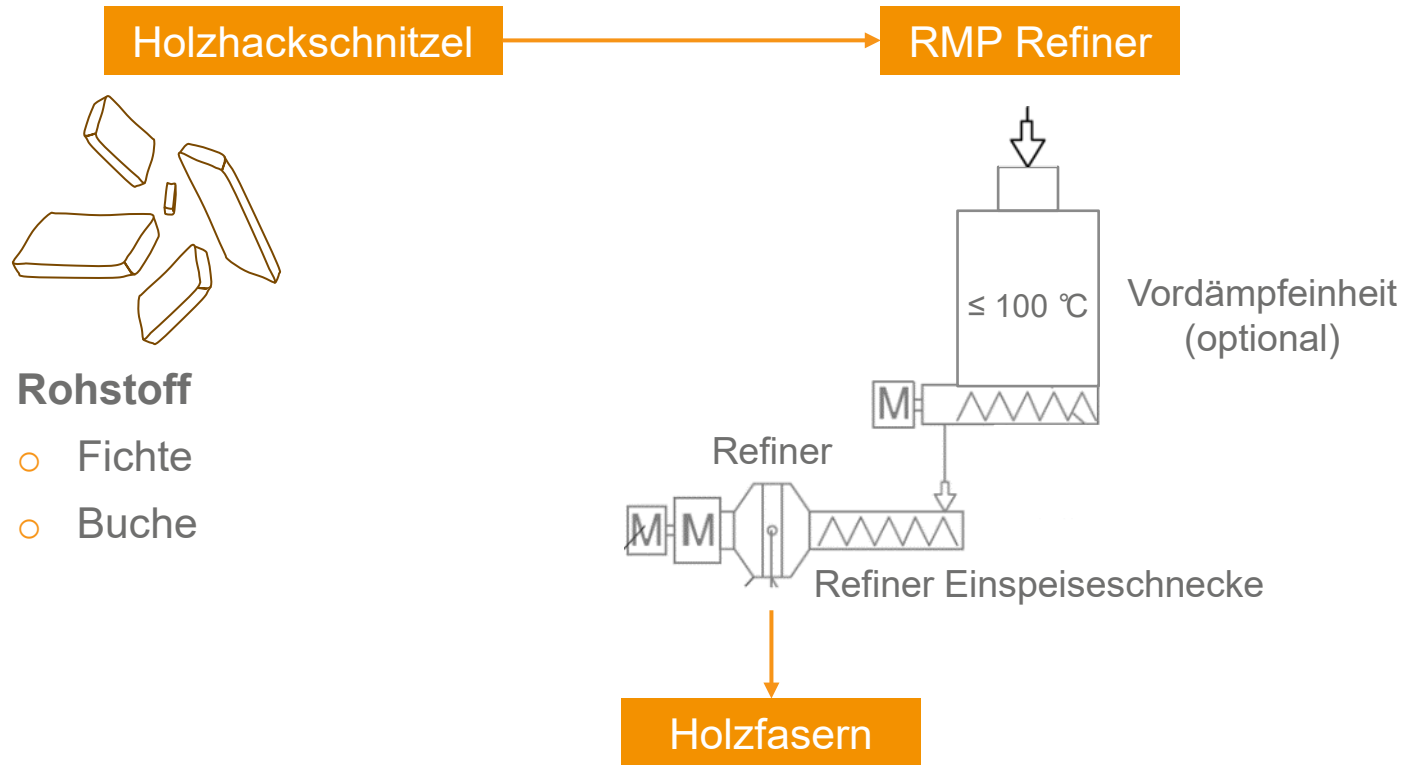
TMP Laborrefiner

Ex- / Retruder



Holzfaserstoffherstellung im RMP-Verfahren

Systematische Untersuchung der Zerfaserungsparameter



Variable Prozessparameter

- Vordämpfung (ja/nein)
- Einspeisegeschwindigkeit (langsam/schnell)
- Mahlscheibenmuster (Spiral/Bidirektional)
- Mahlsplatt (0,2/0,5 mm) (0,4/0,9 mm)

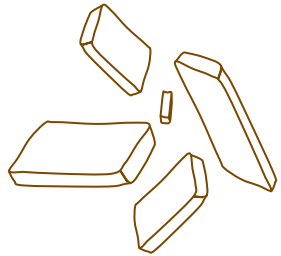
Zielgrößen

- Gartenbauliche Eignung
- Spezifischer elektr. Energieverbrauch
- Fasermorphologie

Holzfaserstoffherstellung im TMP-Verfahren

Systematische Untersuchung der Zerfaserungsparameter

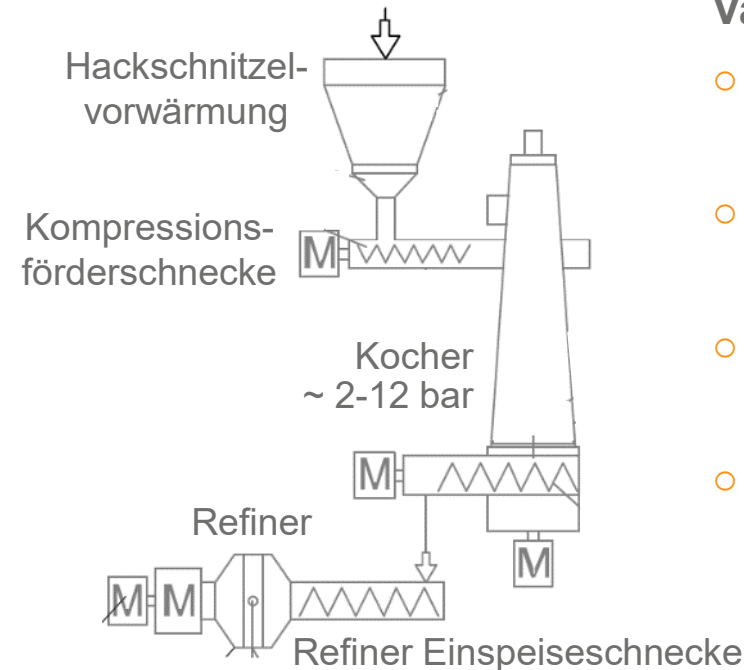
Holzhackschnitzel



Rohstoff

- Fichte
- Buche

TMP Refiner



Variable Prozessparameter

- Kochertemperatur
(135/170 °C)
- Kochzeit
(1/10 min)
- Mahlscheibenmuster
(Spiral/Bidirektional)
- Mahlspalt
(0,1/0,5 mm) (0,2/0,9 mm)

Holzfaser

Zielgrößen

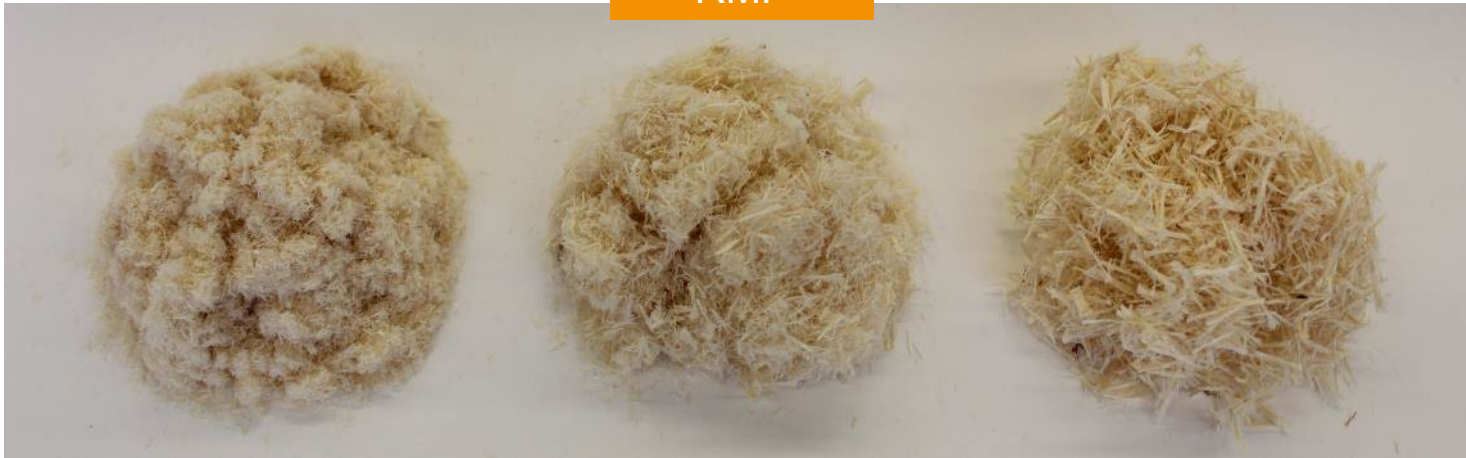
- Gartenbauliche Eignung
- Spezifischer elektr. Energieverbrauch
- Fasermorphologie



Holzfaserstoffherstellung

Faserqualitäten

RMP



TMP



Faserqualität

- Breites Spektrum an Faserqualitäten produzierbar
- Farbveränderungen indizieren die Intensität der thermischen Vorbehandlung
- Erhöhter Anteil an Splintern bei RMP-Faserstoffen

Holzfaserstoffherstellung

Energiebedarf

RMP

Min. SEL Buche:	22,6	kWh/t _{atro}
Max. SEL Buche:	119,2	kWh/t _{atro}
Min. SEL Fichte:	65,7	kWh/t _{atro}
Max. SEL Fichte:	478,1	kWh/t _{atro}



TMP

Min. SEL Buche:	19,6	kWh/t _{atro}
Max. SEL Buche:	157,8	kWh/t _{atro}
Min. SEL Fichte:	75,1	kWh/t _{atro}
Max. SEL Fichte:	269,9	kWh/t _{atro}

Einfluss Prozessparameter

Mahlscheibe	⚡	⚡		
Mahlspalt	⚡	⚡	⚡	⚡
Vordämpfung	⚡	⚡	⚡	
Einspeisegeschw.	⚡			

Einfluss Prozessparameter

Mahlscheibe	⚡	(⚡)		
Mahlspalt	⚡	⚡	⚡	⚡
Kochtemp.	⚡	(⚡)		
Kochzeit	⚡	⚡	⚡	

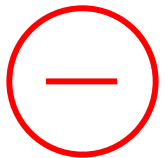
Holzfaserstoffherstellung

Refinerverfahren im Vergleich

RMP-Verfahren

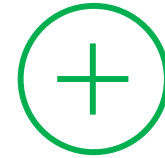


- Weitreichende Beeinflussung der Fasermorphologie und des Energieverbrauchs möglich
- Weitestgehend abwasserfreier Prozess
- Anlagentechnik und Prozessführung deutlich einfacher als beim TMP-Verfahren
- Die maximale Prozesstemperatur von 100°C für die Kategorie CMC 2 (EU 2019/1009) wird nicht überschritten (Prozess ohne Dampfeinsatz möglich)
- Deutlich geringere Investkosten als bei TMP-Anlagen

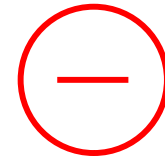


- Erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf hinsichtlich Energieaufwand und Verhalten im Dauerbetrieb

TMP-Verfahren



- Weitreichende Beeinflussung der Fasermorphologie und des Energieverbrauchs möglich
- Weniger Splitter als bei RMP-Faserstoffen



- Erheblich höherer thermischer Energiebedarf als beim RMP-Verfahren (bis zu 500 kg Dampf/t_{atro} Fasern)
- Die maximale Prozesstemperatur von 100 °C für die Kategorie CMC 2 (EU 2019/1009) wird deutlich überschritten

Thermische Modifikation

Versuchsaufbau und Modifikationsstufen



Vorgehensweise

- Thermische Modifikation von Fichten-Hackschnitzeln mittels Hochdruck-Autoklav
- Anschließende Zerfaserung im RMP-Verfahren mit gleichen Maschineneinstellungen

Modifikationsstufen

- Temperatur: 160 – 180 – 200 °C
- Behandlungsdauer bei Zieltemperatur: 30 – 135 – 240 min



Vergleich verschiedener Verfahren zur Herstellung von Holzfasern als Torfersatz

Prüfung der pflanzenbaulichen Eigenschaften

Elena Beuth, Elke Meinken, Dieter Lohr

28.09.2023

*Applied Sciences
for Life*

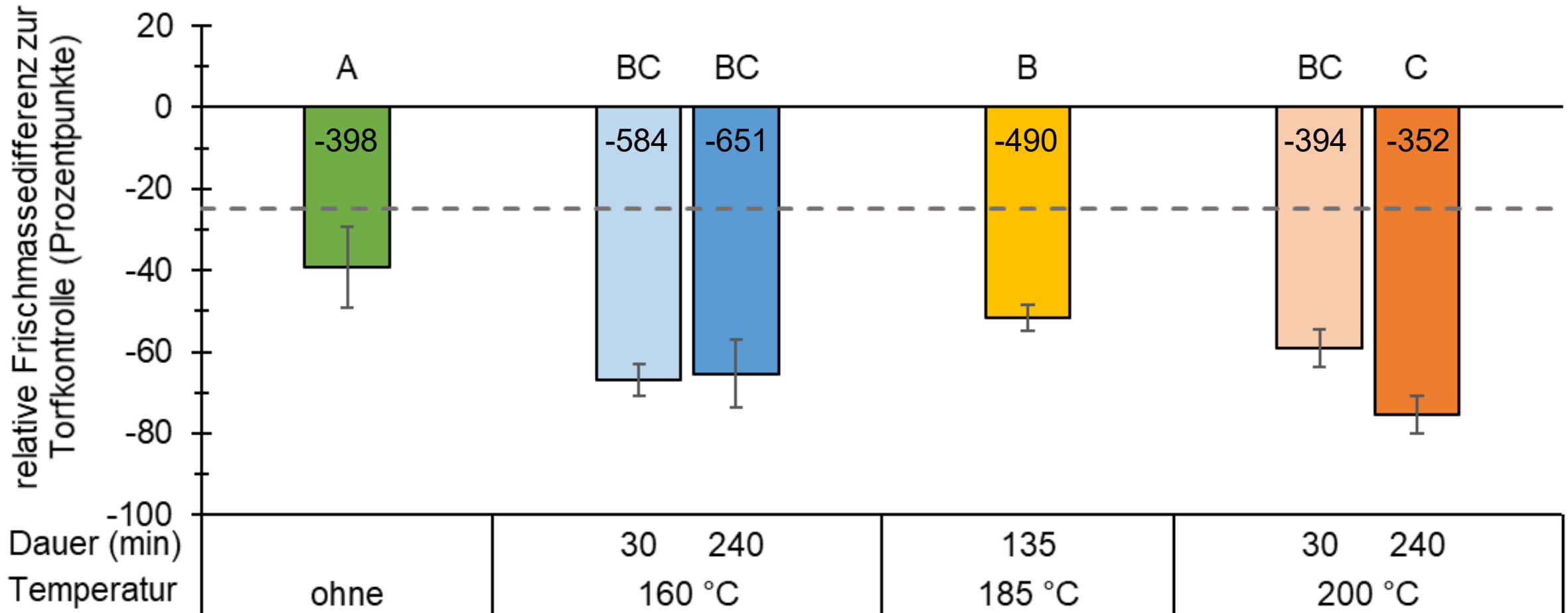
Referenzverfahren – Modifizierter Keimpflanzentest

- Substrate aus jeweils 50 Vol.-% Holzfaser und Weißtorf (gemäß Rohdichte)
- Geschlossene Gefäße mit 750 ml Volumen
- N-Düngung (auf 200 mg N/Topf) appliziert je Topf
- Aussaat von 30 Korn Chinakohl/Topf und Kultur für ca. 4 Wochen
- 3-fach wiederholt
- Torfkontrolle



Thermische Modifikation

*Applied Sciences
for Life*



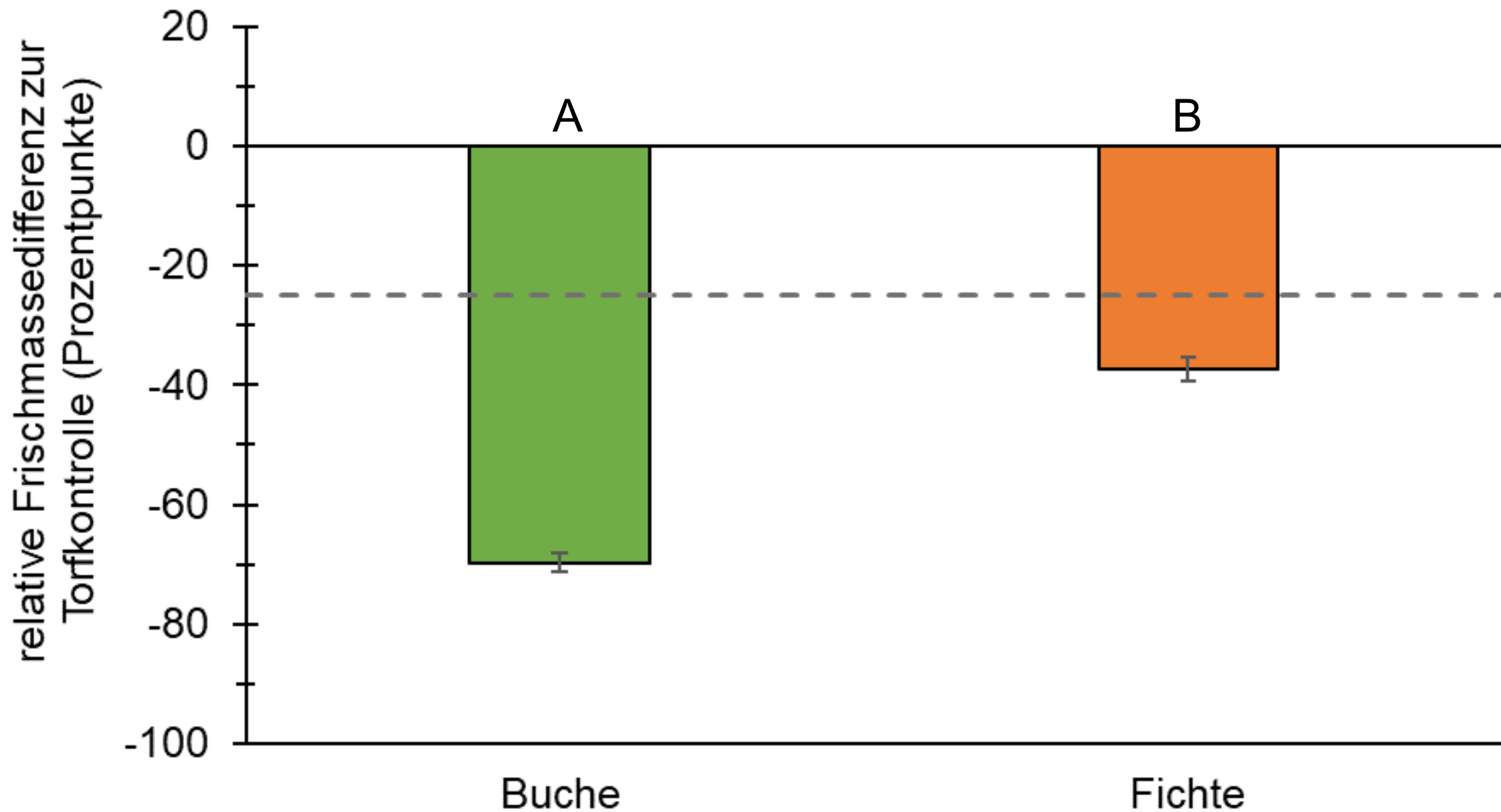
Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl in mittels RMP hergestellten Holzfasern aus Fichtenholz bei unterschiedlichen Temperaturbehandlungen der Hackschnitzel (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)

Fazit

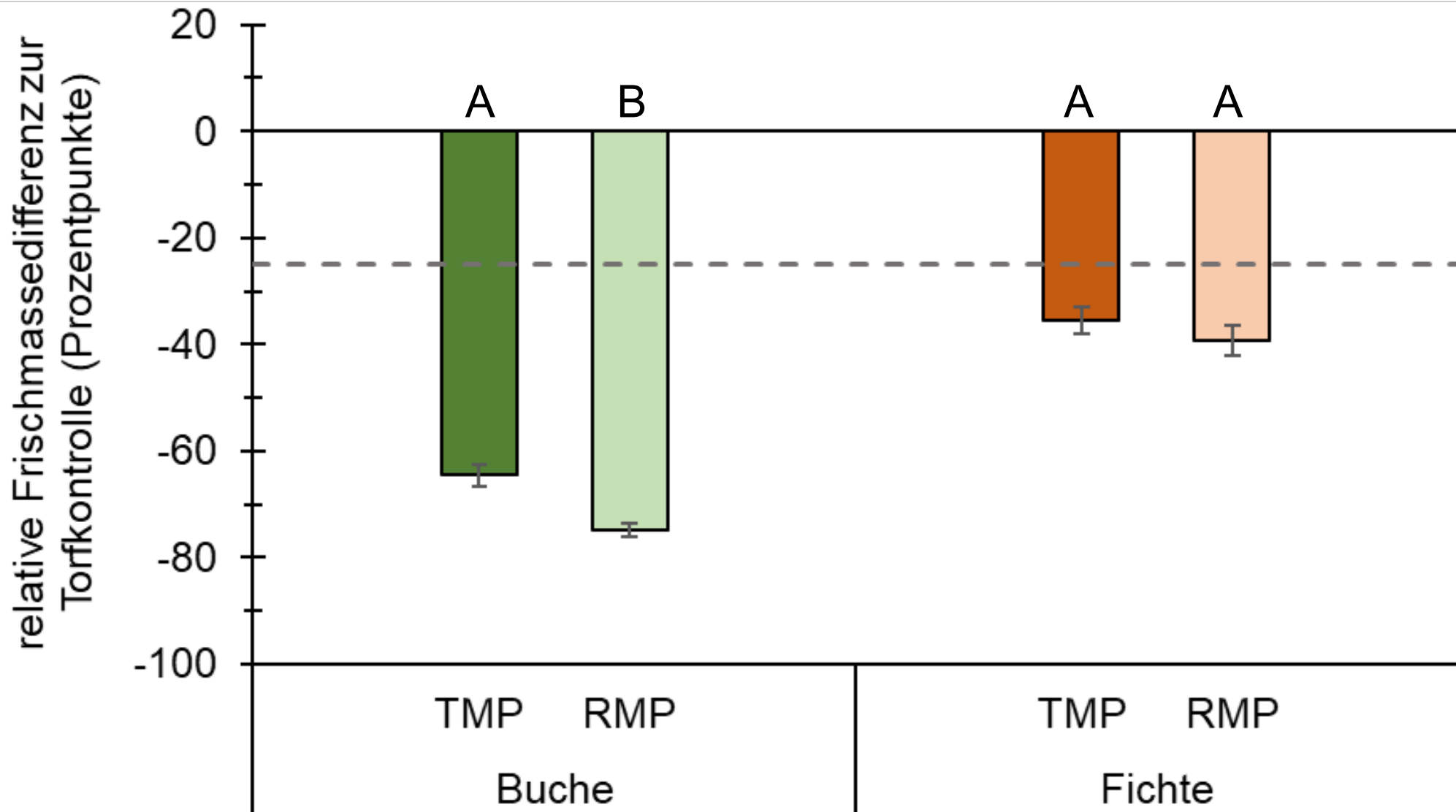
- Thermische Modifikation ohne eindeutig positive Wirkung auf die N-Immobilisierung; signifikant negative Wirkung im Keimpflanzentest

Verfahrensvergleich TMP vs RMP

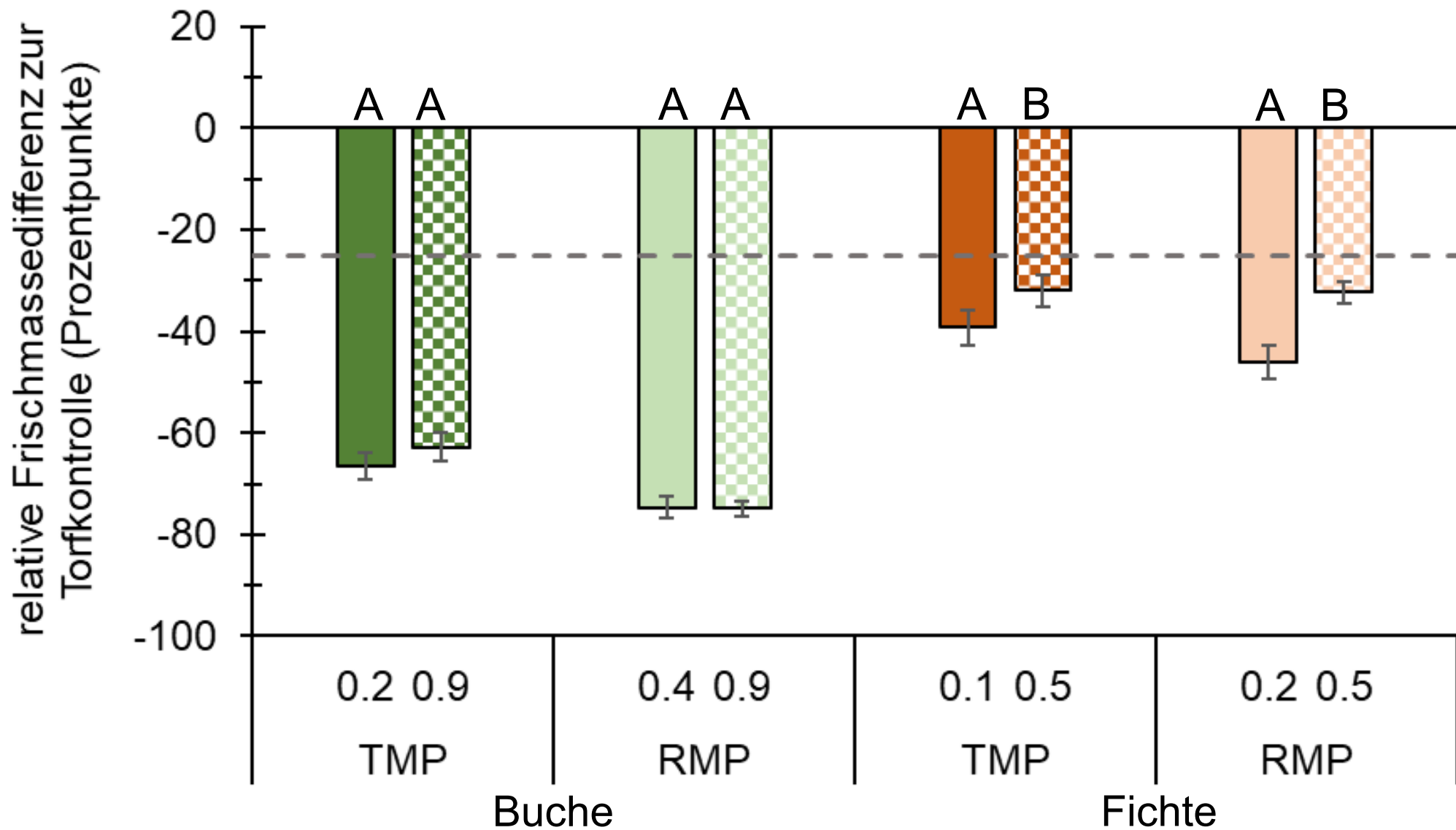
*Applied Sciences
for Life*



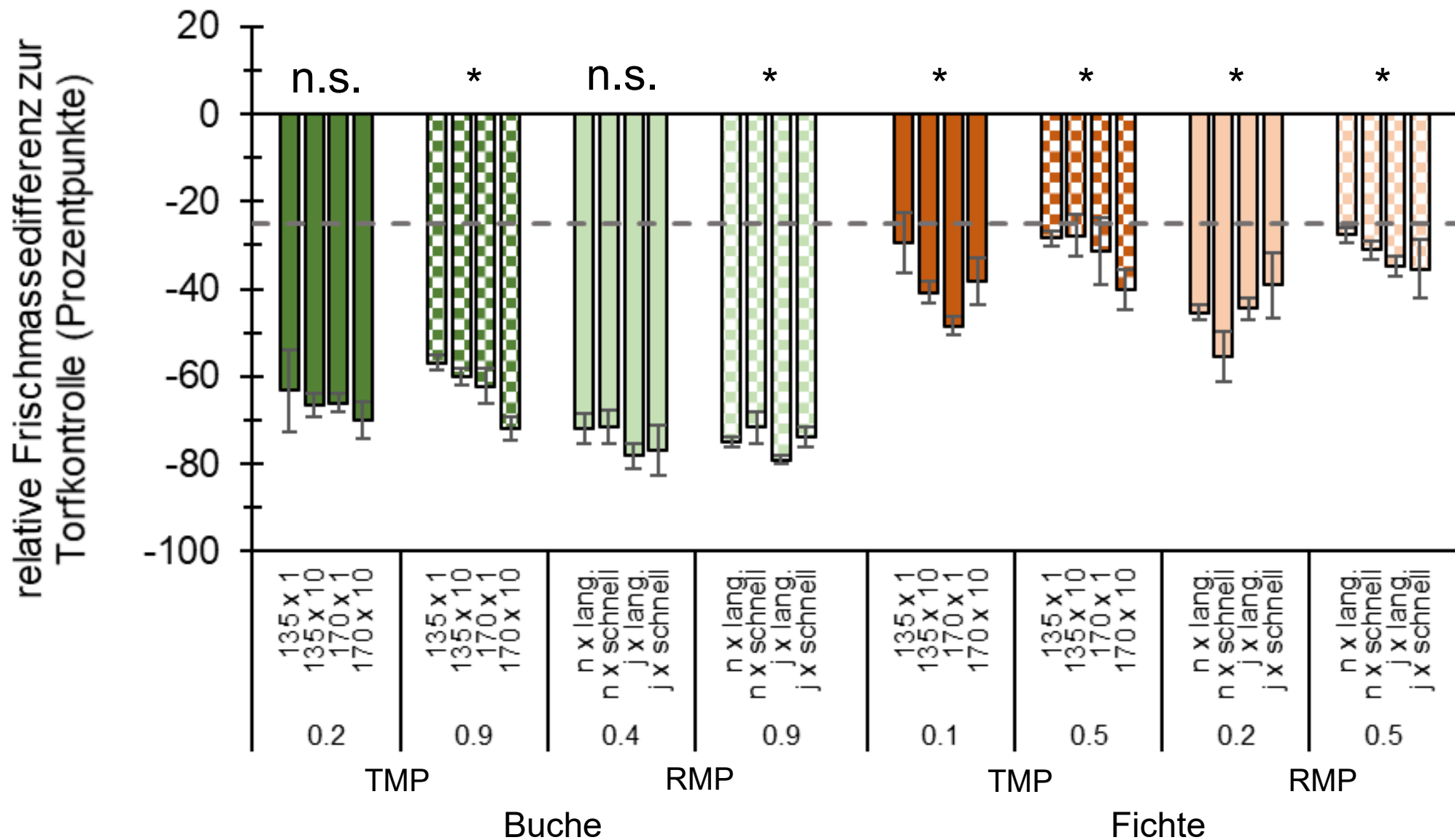
Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl in mittels Refinertechnologie (TMP bzw. RMP) hergestellten Holzfasern aus Buchen- bzw. Fichtenholz (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)



Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl Holzfasern aus Buchen- bzw. Fichtenholz in Anhängigkeit von der Refinertechnologie (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)



Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl in mittels RMP bzw. TMP-Verfahren hergestellten Holzfasern aus Buchen- bzw. Fichtenholz in Abhängigkeit vom Mahlspalt (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)



Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl in Holzfasern aus Buchen- bzw. Fichtenholz in Abhängigkeit vom Mahlpalt sowie der Kochereinstellungen (Temp. x Zeit) beim TMP- bzw. der Vorbehandlung und Zuführung (Vordämpfung x Geschwindigkeit) beim RMP-Verfahren (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)

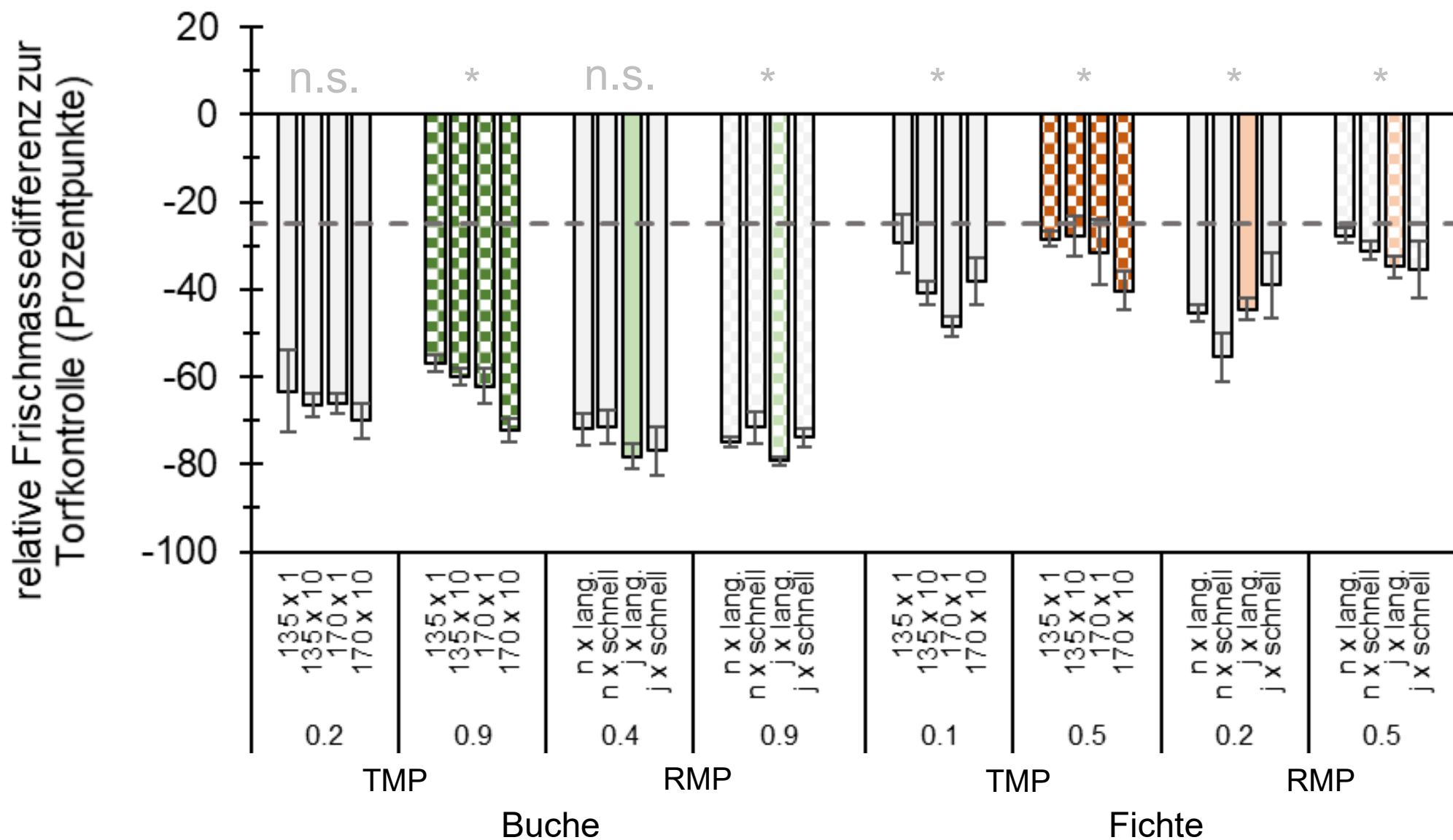
Fazit

- Thermische Modifikation ohne eindeutig positive Wirkung auf die N-Immobilisierung; signifikant negative Wirkung im Keimpflanzentest
- Holzart (Buche/Fichte) mit großem Einfluss auf die N-Immobilisierung
- Auffaserungstechnik pflanzenbaulich von nachrangiger Bedeutung
 - TMP tendenziell besser als RMP
 - breiter Mahlpalt tendenziell besser als schmaler
 - Intensivierung der thermischen Behandlung im Kocher bei TMP eher negativ

Exaktversuch mit Tagetes – Material und Methoden

Durchführung:

- Holzfaser-Torf-Mischungen (40:60 Vol.-%) und Kontrolle mit 100% Weißtorf



Pflanzenwachstum im Keimpflanzentest mit Chinakohl in Holzfasern aus Buchen- bzw. Fichtenholz in Abhängigkeit vom Mahlspalt sowie der Kochereinstellungen (Temp. x Zeit) beim TMP- bzw. der Vorbehandlung und Zuführung (Vordämpfung x Geschwindigkeit) beim RMP-Verfahren (N-Düngung mit 200 mg N/Topf; n = 3)

Exaktversuch mit Tagetes – Material und Methoden

Durchführung:

- Holzfaser-Torf-Mischungen (40:60 Vol.-%) und Kontrolle mit 100% Weißtorf
- Grunddüngung mit 250 mg N/l als Ammoniumnitrat
- Nachdüngung angepasst auf Basis wöchentlicher Substratanalysen

Auswertung:

- 6 Auswertetermine (10, 17, 24, 31, 38 und 45 Tage nach dem Pikieren)
- je Termin 12 Pflanzen pro Variante (3 Wdh. x 4 Pflanzen/Wdh.)
- Frisch- und Trockenmasse sowie Gesamt-N-Gehalte der Pflanzen
- CAT-löslicher Stickstoff im Substrat

TMP



135_1

170_10

135_1

170_10

RMP



0,4 mm

0,9 mm

0,2 mm

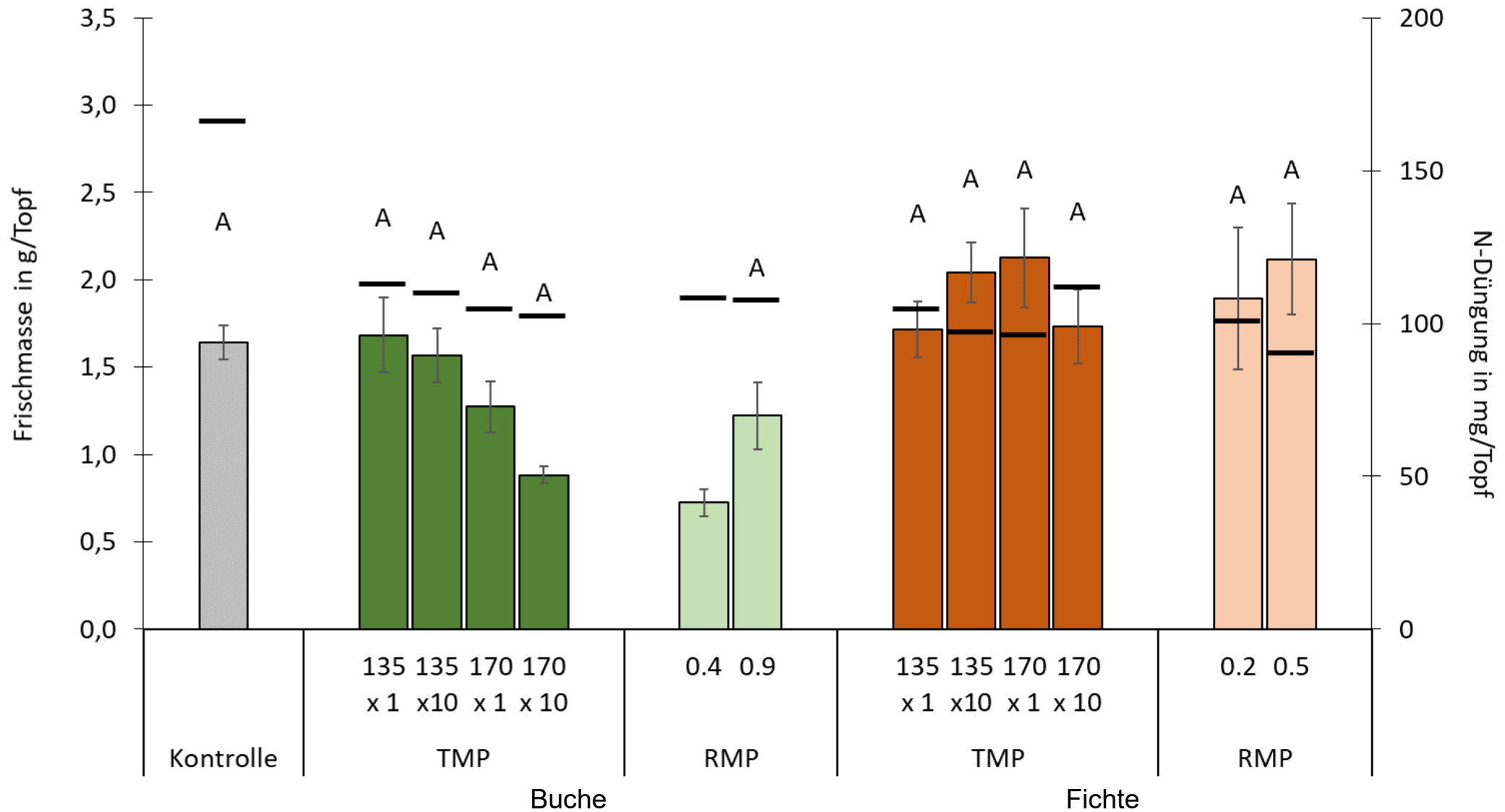
0,5 mm

Buche

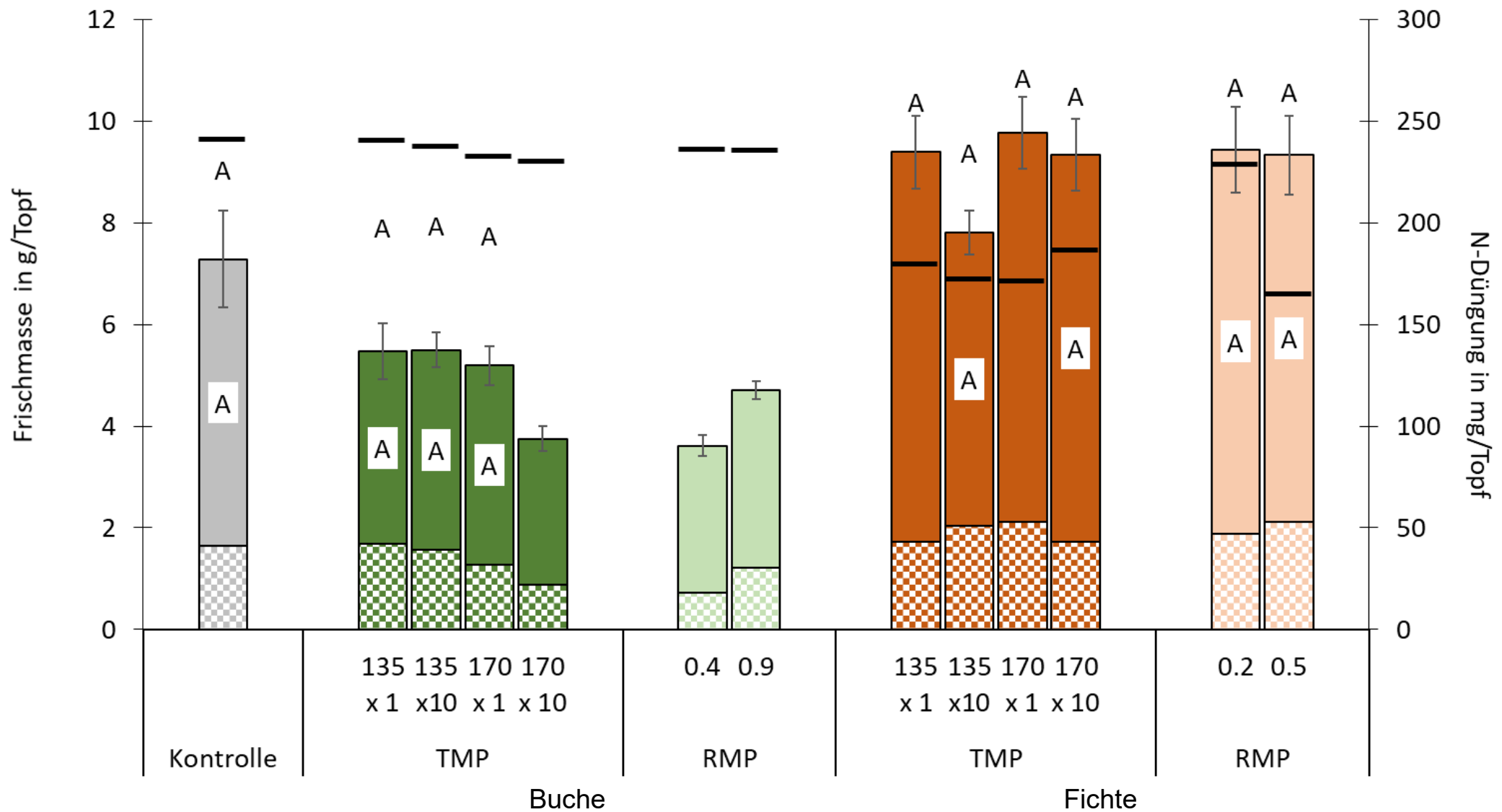
Fichte

Torf

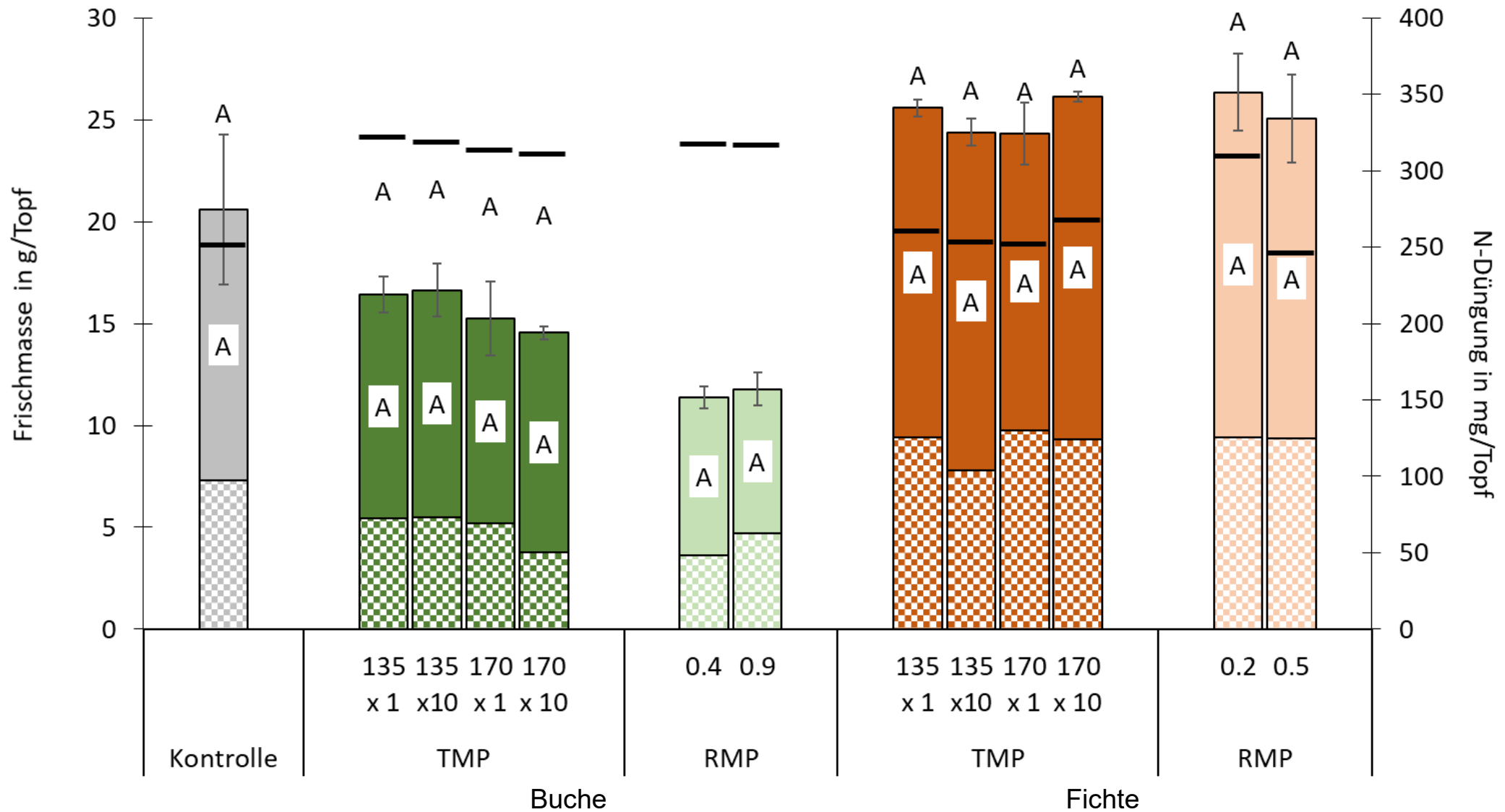
Entwicklungszustand der Tagetespflanzen am zweiten Auswertetermin (17 Tage nach dem Pikieren)



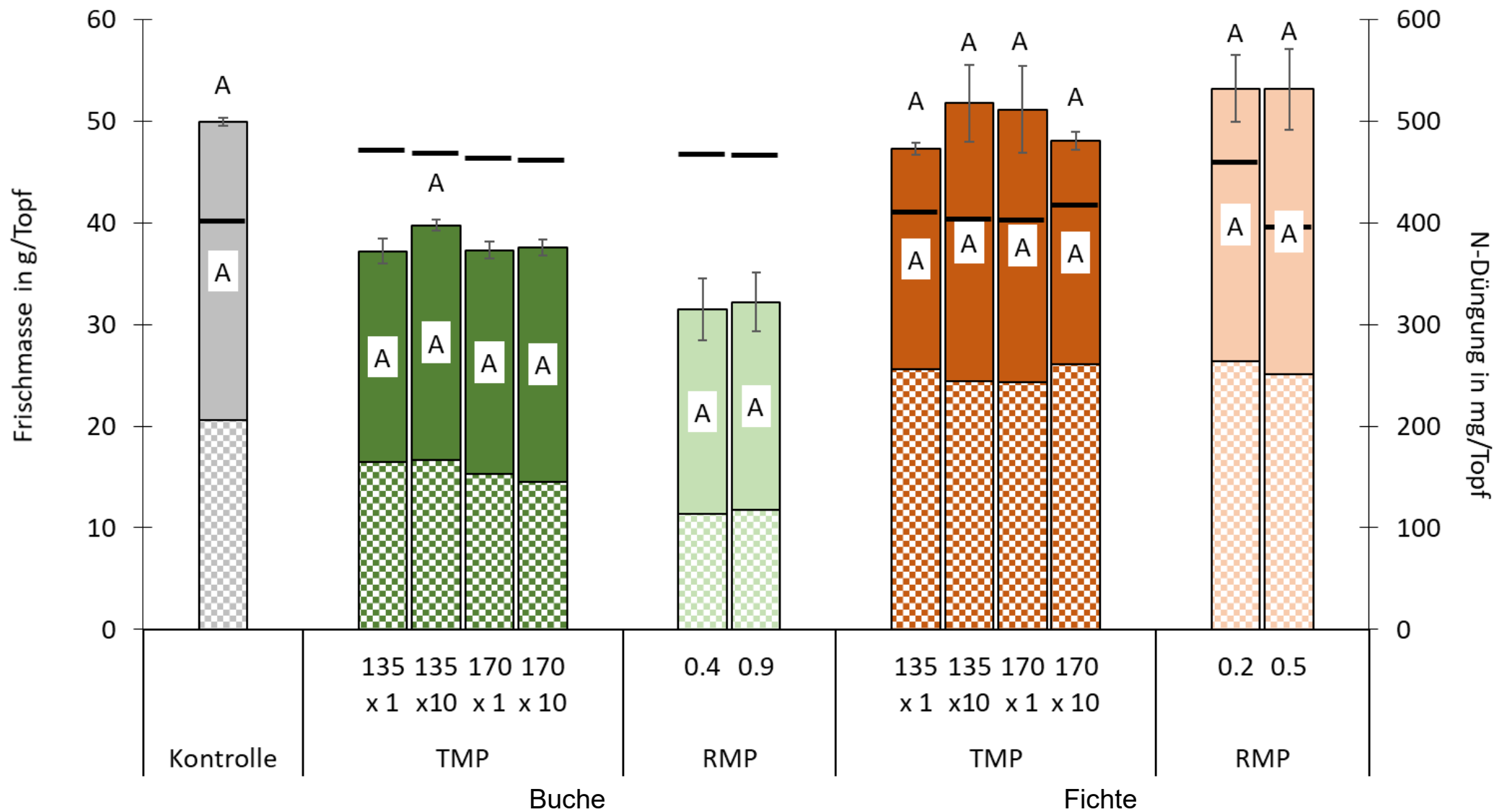
Wachstum der Tagetespflanzen (10 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)



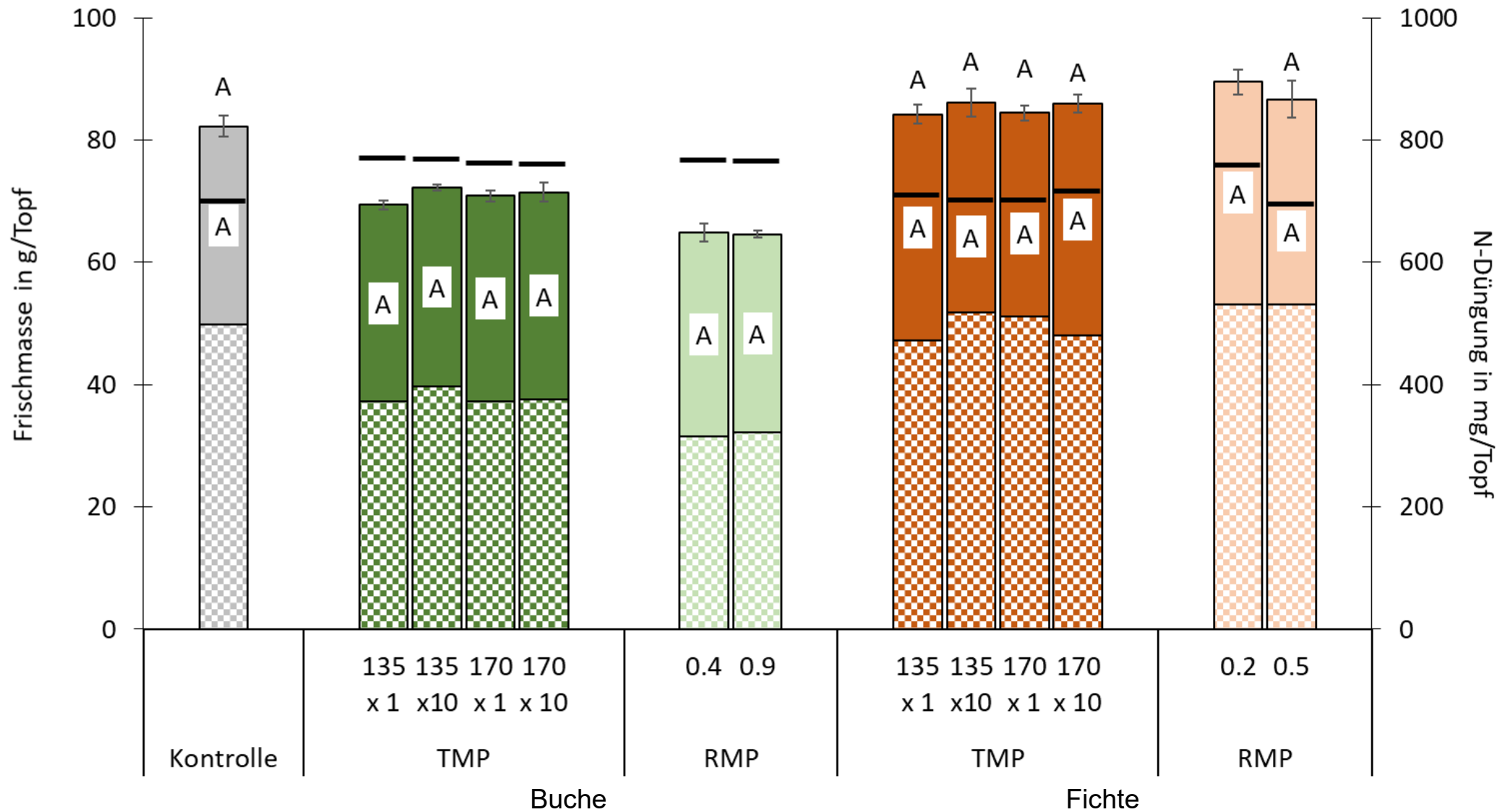
Wachstum der Tagetespflanzen (17 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)



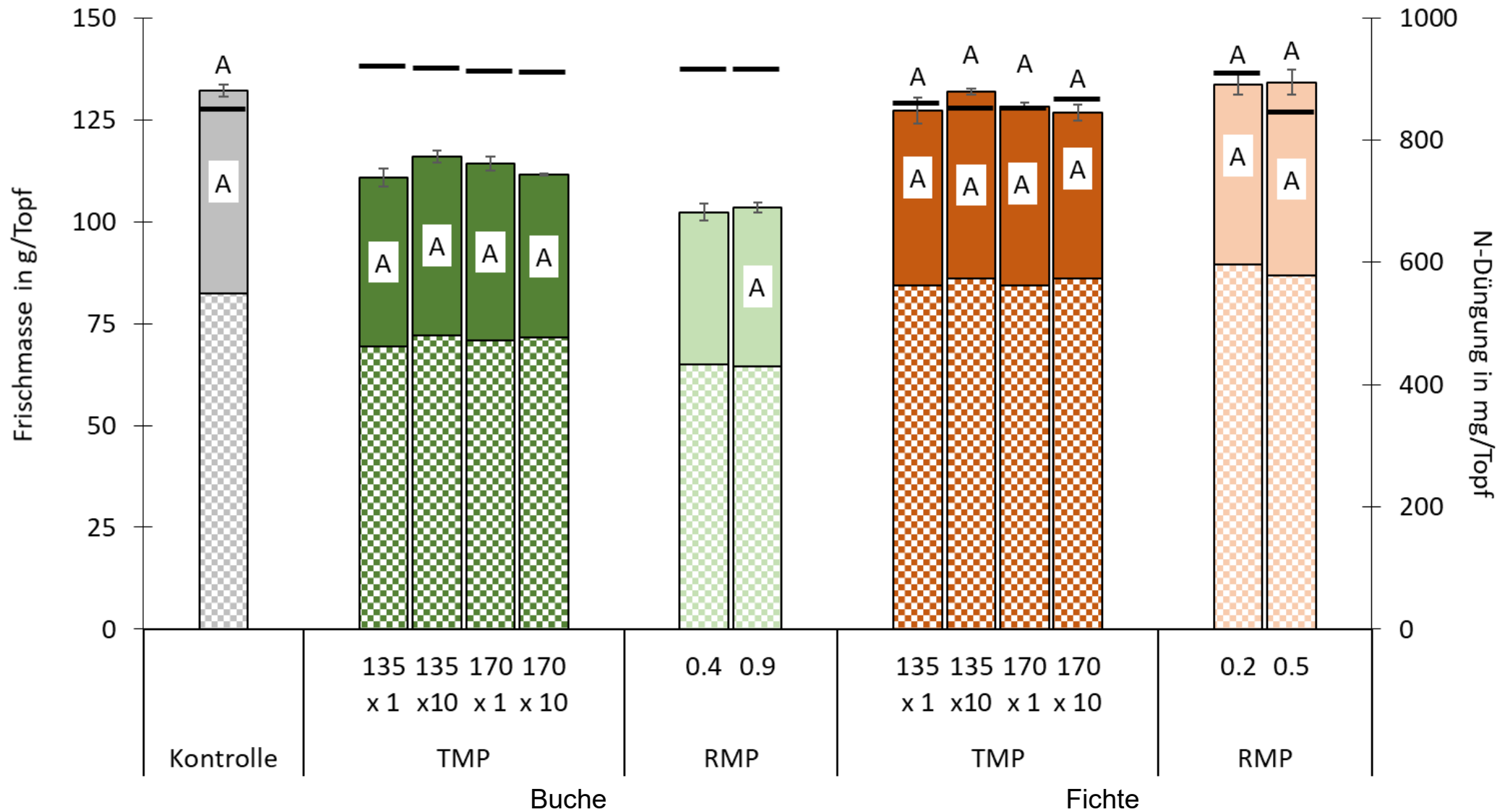
Wachstum der Tagetespflanzen (24 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)



Wachstum der Tagetespflanzen (31 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)



Wachstum der Tagetespflanzen (38 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)



Wachstum der Tagetespflanzen (45 Tage nach dem Pikieren) in Abhängigkeit von der verwendeten Holzfaser (Balken mit dem Buchstaben A unterscheiden sich nicht signifikant von der Torfkontrolle; horizontale Linien kennzeichnen die applizierte N-Düngung)

Fazit

- Thermische Modifikation ohne eindeutig positive Wirkung auf die N-Immobilisierung; signifikant negative Wirkung im Keimpflanzentest
- Holzart (Buche/Fichte) mit großem Einfluss auf die N-Immobilisierung
- Auffaserungstechnik pflanzenbaulich von nachrangiger Bedeutung
 - TMP tendenziell besser als RMP
 - breiter Mahlpalt tendenziell besser als schmaler
 - thermische Behandlung im Kocher bei TMP eher negativ
- Ergebnisse des Keimpflanzentests bestätigen sich
- N-Immobilisierung erfolgt vor allem in den ersten Kulturwochen

Nächste Schritte

Überprüfung der Reproduzierbarkeit von Faserqualitäten:

Zerfaserung diverser Fichtenholzsortimente (junge Fichte, alte Fichte, Borkenkäfer-Fichte, rotfaule Fichte) mit den gleichen Maschineneinstellungen im TMP-und RMP-Verfahren

Vergleich der gartenbaulichen Qualität von Refiner-und Retruderfasern

Reproduktion einer Retruderfaserqualität im TMP-und RMP-Verfahren unter Verwendung desselben Ausgangsmaterials

Bei Fragen kontaktieren sie uns gerne

Gartenbauliche Fragen

Dr. Dieter Lohr

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

E-Mail: dieter.lohr@hswt.de

Telefon: +49 (0) 8161 71-3349

Elena Beuth

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

E-Mail: elena.beuth@hswt.de

Telefon: +49 (0) 8161 71-3302

Prozesstechnische Fragen

Prof. Dr. Andreas Michanickl

Technische Hochschule Rosenheim

E-Mail: andreas.michanickl@th-rosenheim.de

Telefon: +49 (0) 8031 805-2366

Alisa Kehr

Technische Hochschule Rosenheim

E-Mail: alisa.kehr@th-rosenheim.de

Telefon: +49 (0) 8031 805-2864