

# Entwicklung eines ökologischen Fungizids auf Rindenbasis für Fasergussformteile im Verpackungsbereich

A. Luka<sup>1</sup>, J. Oktae<sup>1</sup>, D. Einer<sup>1</sup>, M. Bremer<sup>2</sup>, A. Wagenführ<sup>1</sup>

## Über das Projekt

Dendromass4Europe (D4EU) hat das Ziel nachhaltige, auf Kurzumtriebsplantagen (KUP) basierende Anbausysteme für Dendromasse auf Grenzertragsflächen zu etablieren. Die dort produzierte Dendromasse fließt in biobasierte Wertschöpfungsketten ein, welche zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten in ländlichen Gebieten schaffen. Ziel ist die Entwicklung neuartiger Produkte auf Basis der Baumart Pappel im Sinne einer stofflichen Nutzung. Hierbei ist es von entscheidender Bedeutung das Potenzial der Ressource „Baum“ weitgehend auszuschöpfen. Das bedeutet, dass nicht nur das Holz Verwendung findet, sondern auch der Rinde eine höhere Wertigkeit verliehen wird. Die Rinde wurde bisher hauptsächlich der energetischen Nutzung zugeführt. D4EU möchte einen neuen Weg gehen und sowohl Holz als auch Rinde für die Entwicklung innovativer biobasierter Produkte einsetzen.



## Aufgabenstellung

Eine der Wertschöpfungsketten des Projekts basiert auf der Verwendung von Pappelrinde als Rohstoffquelle für die Entwicklung neuartiger Produkte. Wir untersuchen hierbei die innovative Anwendung von fungizid wirksamen Rindensubstanzen verschiedener Pappel-Hybride. Ziel ist die Identifizierung dieser Substanzen. Deren fungizide Eigenschaften sollen auf Faserguss-Verpackungsmaterial übertragen werden. Das finale Produkt soll für einen Nutzungszeitraum von sechs Monaten eine Resistenz gegen Schimmelpilze bieten.

## Lösungsstrategie

Zur Verwirklichung dieses Ziels werden 3 Aspekte untersucht:

- (1) Identifizierung einzelner potenziell fungizider Rindenbestandteile
- (2) Aufbringung von Rindenextrakten auf Verpackungsmaterial
- (3) Direkte Einbringung von Rindenmaterial in das Verpackungsmaterial bei Herstellung

## Methodisches Vorgehen

Für die Studie wird die Rinde der Pappel-Hybride AF2 (aus Polen, Deutschland und Ungarn) sowie AF16 und AF18 (aus Polen) betrachtet. Das Verpackungsmaterial wird durch Laborblätter analoger Zusammensetzung (30 % Miscanthusfasern, 70 % Wellpappe) imitiert. Die Identifizierung und Abtrennung potenziell fungizider Rindenbestandteile erfolgt durch Rindenextraktion mit verschiedenen Lösungsmitteln (z.B. Ethanol, Aceton) im Soxhlet- und Batch-Verfahren. Die Rindenextrakte werden mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) analysiert, wobei potenziell fungizide Verbindungen der Terpene, Phenole und Aromaten im Fokus stehen. Die Aufbereitung des Rindenmaterials (für direkte Einbringung) erfolgt durch Mahlung der Rinde des AF2 Klons (Ungarn) in einer Schlagkreuzmühle; anschließende Siebung (4 mm Siebweite) um Rindenpartikel zu erhalten. Die Schimmelpilze liegen als Mischkultur fünf verschiedener Pilzarten (*Aspergillus niger*, *Paecilomyces variotii*, *Chaetomium globosum*, *Trichoderma virens*, *Penicillium pinophilum*) in Suspension vor.

Zu Aspekt (1): Basierend auf GC-MS-Analysen erfolgt die Auswahl potenziell fungizider phenolischer Substanzen: Phenol, 2-Benzoyloxyphenol, Brenzcatechin, Salicylalkohol; Untersuchung deren fungizider Wirksamkeit in Flüssigkultur; dazu Dokumentation des Schimmelpilzwachstums unter dem Einfluss verschiedener Substanz-Konzentrationen (0,05 %; 0,15 %; 0,25 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %); Auswertung visuell sowie Massebestimmung gewachsener Pilzformationen (siehe Abb. 1)

Zu Aspekt (2): Wasser-Extraktion als vorgeschaltete Extraktionsstufe vor Extraktion mit Ethanol und Hexan (Entfernung reduzierender Zucker); Acton-Extrakte hergestellt ohne vorherige Wasser-Extraktion mit dem Ziel, den Prozess effizienter zu gestalten. Nach Extraktion Einengung des Lösungsmittel-Extrakt-Gemischs mittels Rotationsverdampfer und Trocknung; im Anschluss Dispergierung der Extrakte mit Ethanol (70%ig) auf Konzentrationen 0,05 g/ml und 0,1 g/ml. Aufbringung der verschiedenen Rindenextrakte auf Fasergussproben (siehe Abb. 2); vierwöchige Inkubation auf Malzextrakt-Agarplatten (MEA); Dokumentation des Pilzwachstums von 0 (kein Wachstum) bis 5 (sehr starkes Wachstum, Probe vollständig mit Pilz bedeckt)

Zu Aspekt (3): Herstellen eines „Rinden-Fasergusses“: Einbringung von Rindenpartikeln (bark particles - BP) in den Faserguss mit daraus folgender Veränderung ursprünglicher Zusammensetzung des Probenmaterials; Einbringung verschiedener Anteile BP: 30 %, 50 %, 80 %; angefangen mit vollständigem Ersatz der Miscanthusfasern und steigendem Ersatz des Wellpappenanteils; Inkubation und Dokumentation wie bei (2)

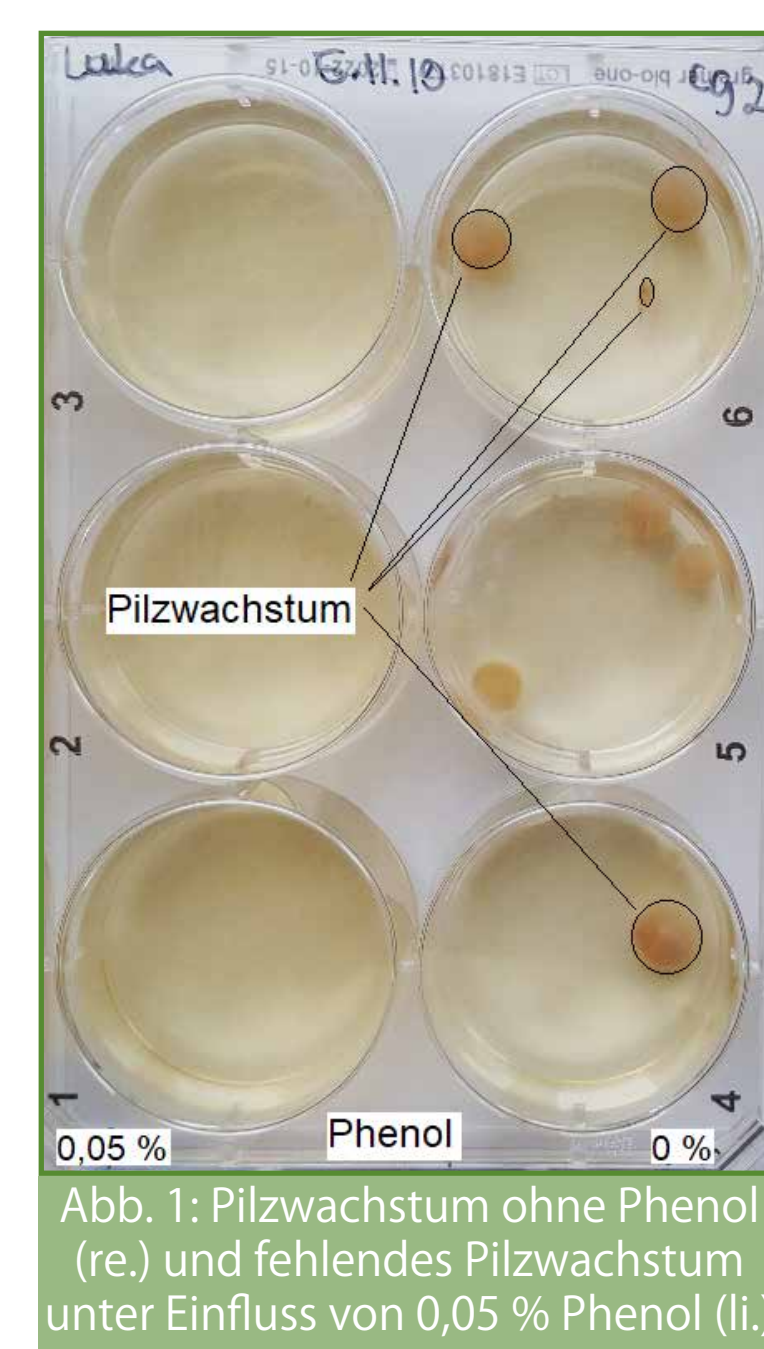


Abb. 1: Pilzwachstum ohne Phenol (re.) und fehlendes Pilzwachstum unter Einfluss von 0,05 % Phenol (li.)

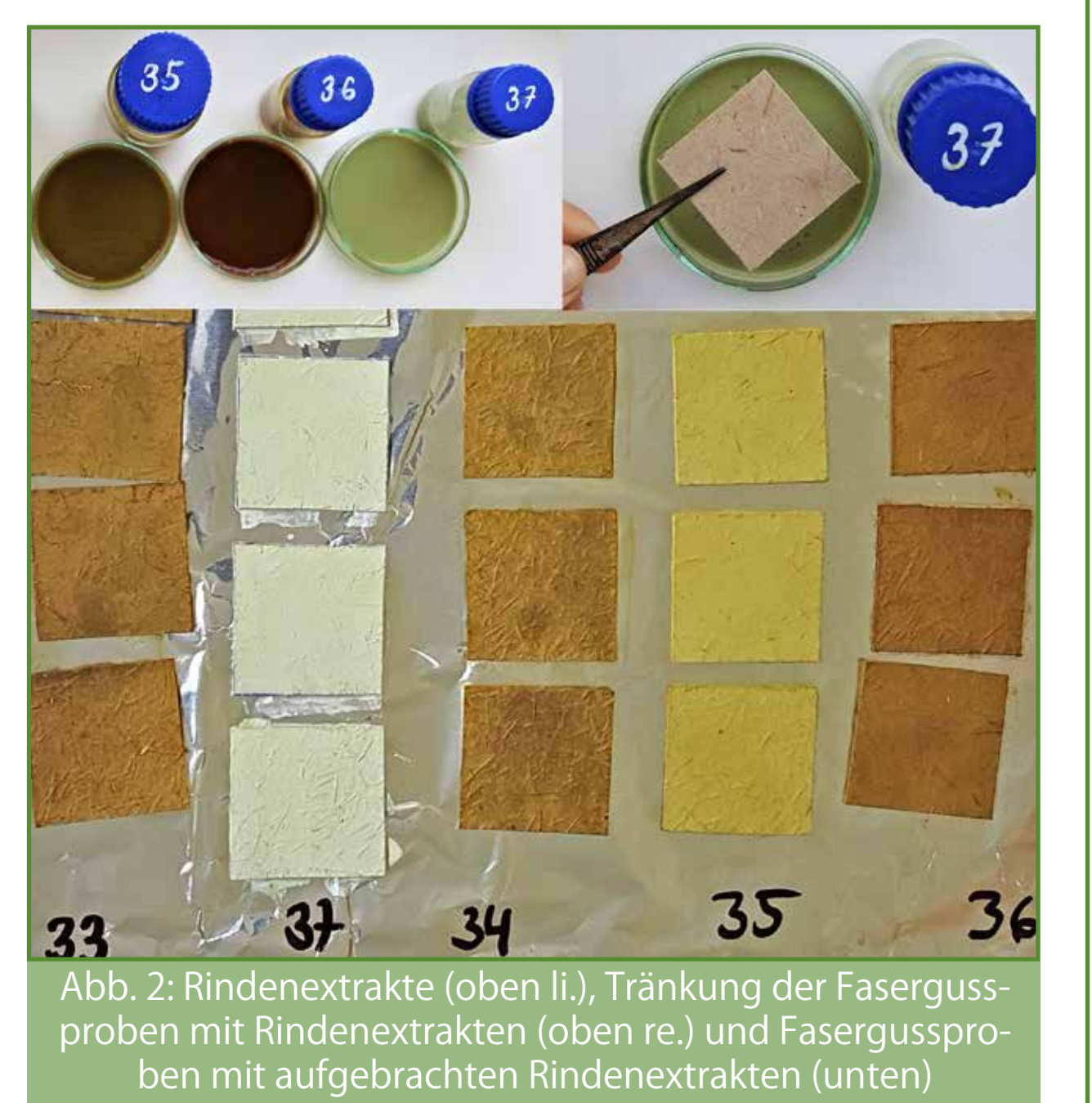


Abb. 2: Rindenextrakte (oben li.), Tränkung der Fasergussproben mit Rindenextrakten (oben re.) und Fasergussproben mit aufgetragten Rindenextrakten (unten)

## Erste Ergebnisse

Zu Aspekt (1)

- alle Substanzen zeigen fungiziden Effekt folgender Rangfolge (beginnend mit höchster fungizider Wirksamkeit): **Phenol = 2-Benzoyloxyphenol > Brenzcatechin > Salicylalkohol**
- Phenol und 2-Benzoyloxyphenol bereits bei geringster Testkonzentration 100 % fungizid wirksam (siehe Abb. 3)

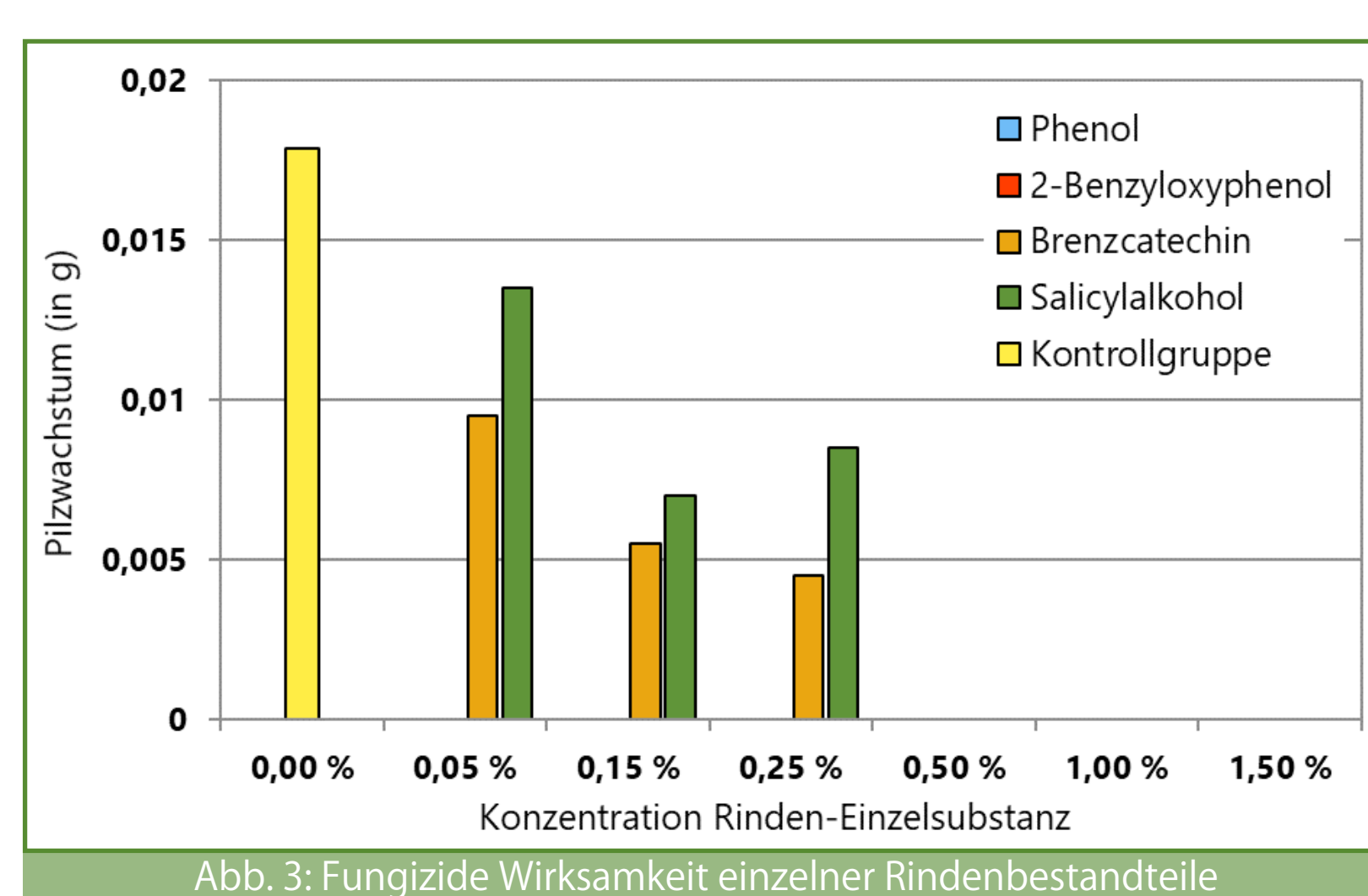


Abb. 3: Fungizide Wirksamkeit einzelner Rindenbestandteile

Zu Aspekt (3)

- mittels **Wasserextraktion** gewaschene Rindenpartikel zeigen bessere fungizide Wirkung wegen Auswaschung enthaltener Zucker (siehe Abb. 6)
- Ersatz von **Miscanthusfasern** mit Rindenpartikeln zeigt Verbesserung der Pilzbeständigkeit des Probenmaterials
- Anteil von **30 % bis 50 % Rindenpartikel** hat beste biologische Beständigkeit; sehr hoher Anteil Rindenpartikel und zunehmender Ersatz der Wellpappe bewirkt geringere mechanische Festigkeit des Fasergusses und Abnahme fungizider Wirksamkeit

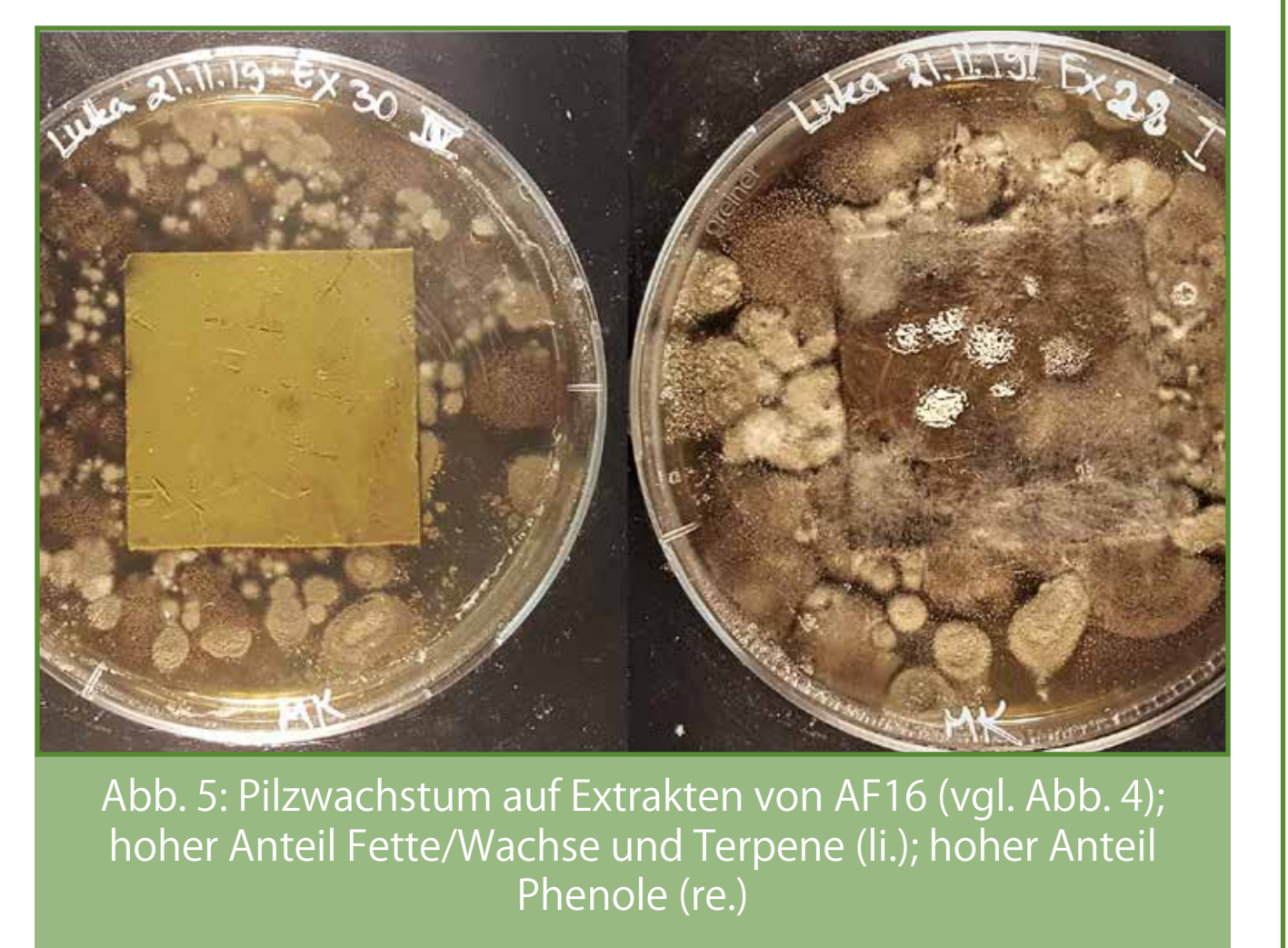


Abb. 5: Pilzwachstum auf Extrakten von AF16 (vgl. Abb. 4); hoher Anteil Fette/Wachse und Terpene (li.); hoher Anteil Phenole (re.)

Zu Aspekt (2)

- Primäre **Wasser-Extraktion** zur Beseitigung reduzierender Zucker notwendig; Aceton-Extrakte (ohne vorherige Wasser-Extraktion) fördern Pilzwachstum, da reduzierende Zucker (Nahrung für Schimmelpilze) enthalten sind
- Rindenextrakte der **Soxhlet-Extraktion** mit Lösungsmittel Ethanol weisen stärksten fungiziden Effekt auf (hoher Anteil Fette/Wachse und Terpene) (siehe Abb. 4 und Abb. 5)
- Rindenextrakte zeigen indirekt fungizide Wirkung durch Effekt der **Hydrophobierung** (hoher Anteil Fette und Wachse)
- Rindenextrakte mit hohem Anteil **phenolischer Substanzen** zeigen bisher keine hohe fungizide Wirksamkeit, obwohl fungizider Effekt phenolischer Verbindungen als Einzelsubstanzen in (1) nachgewiesen werden konnte; in diesen Extrakten aber ebenfalls andere Substanzen vorhanden; außerdem noch reduzierende Zucker in einigen Batch-Extrakten
- Extrakte höheren **Terpen-Anteils** zeigen verstärkten fungiziden Effekt
- Extrakte der Klone **AF2 (Deutschland)** und **AF16 (Polen)** zeigen in allen Testreihen höchste fungizide Wirksamkeit

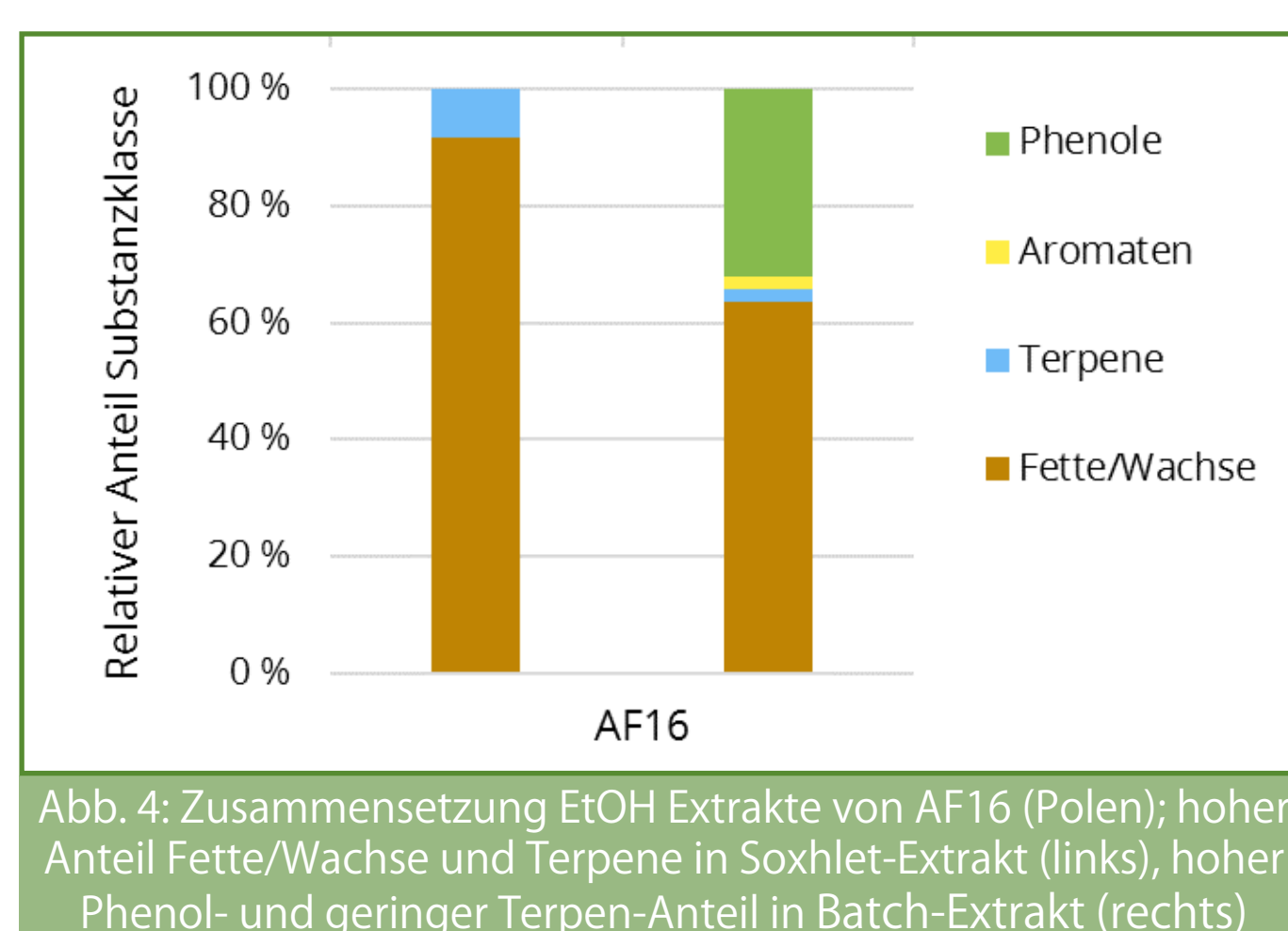


Abb. 4: Zusammensetzung EtOH Extrakte von AF16 (Polen); hoher Anteil Fette/Wachse und Terpene in Soxhlet-Extrakt (links), hoher Phenol- und geringer Terpen-Anteil in Batch-Extrakt (rechts)

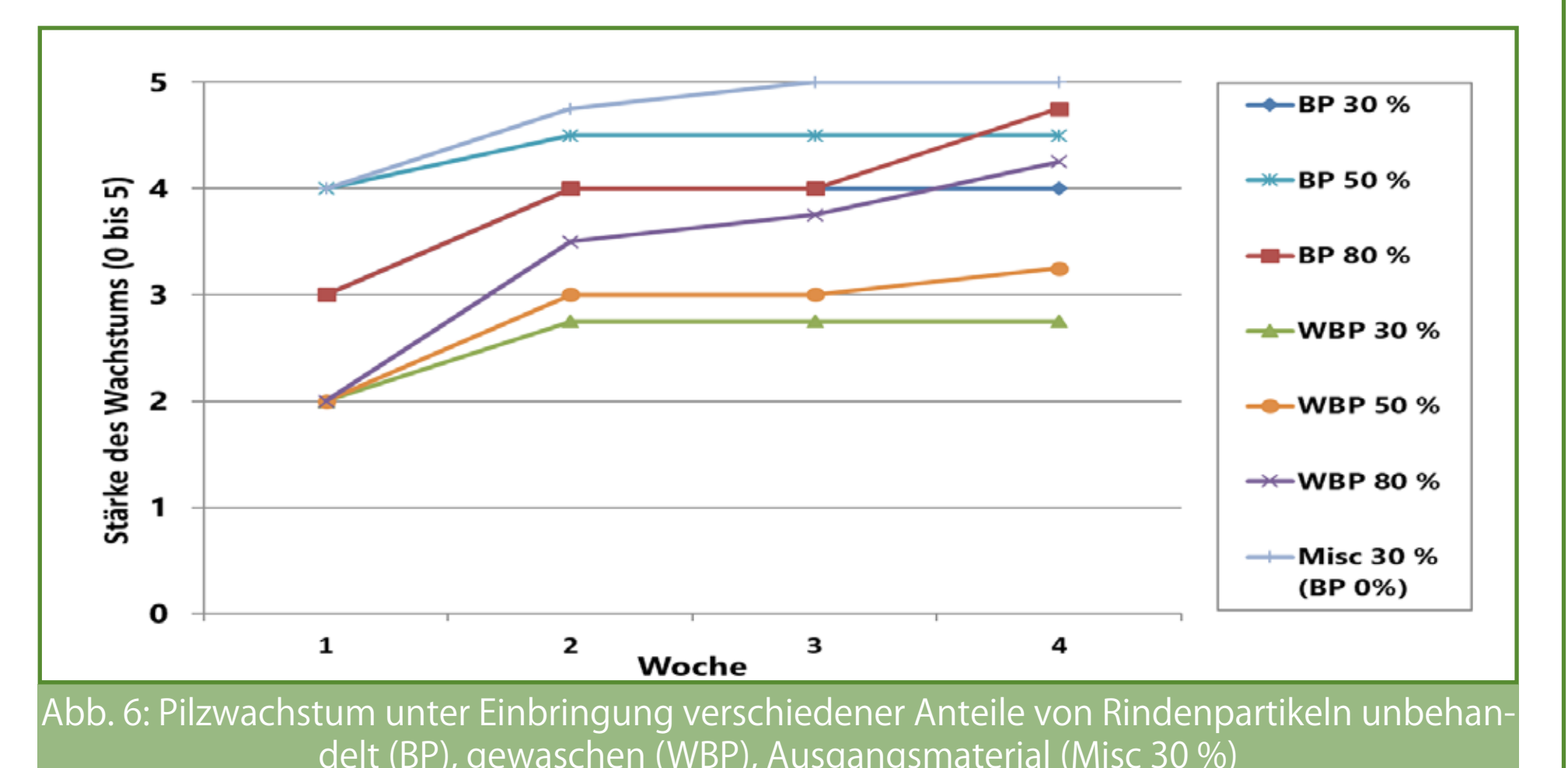


Abb. 6: Pilzwachstum unter Einbringung verschiedener Anteile von Rindenpartikeln unbehandelt (BP), gewaschen (WBP), Ausgangsmaterial (Misc 30%)

<sup>1</sup> Technische Universität Dresden, Institute of Natural Materials Technology, Chair of Wood and Fibre Material Technology

<sup>2</sup> Technische Universität Dresden, Institute of Plant and Wood Chemistry

### Project Coordination:

Technische Universität Dresden  
Forest Policy and Forest Resource Economics  
Pienner Straße 23  
D-01735 Tharandt



Horizon 2020  
European Union Funding  
for Research & Innovation