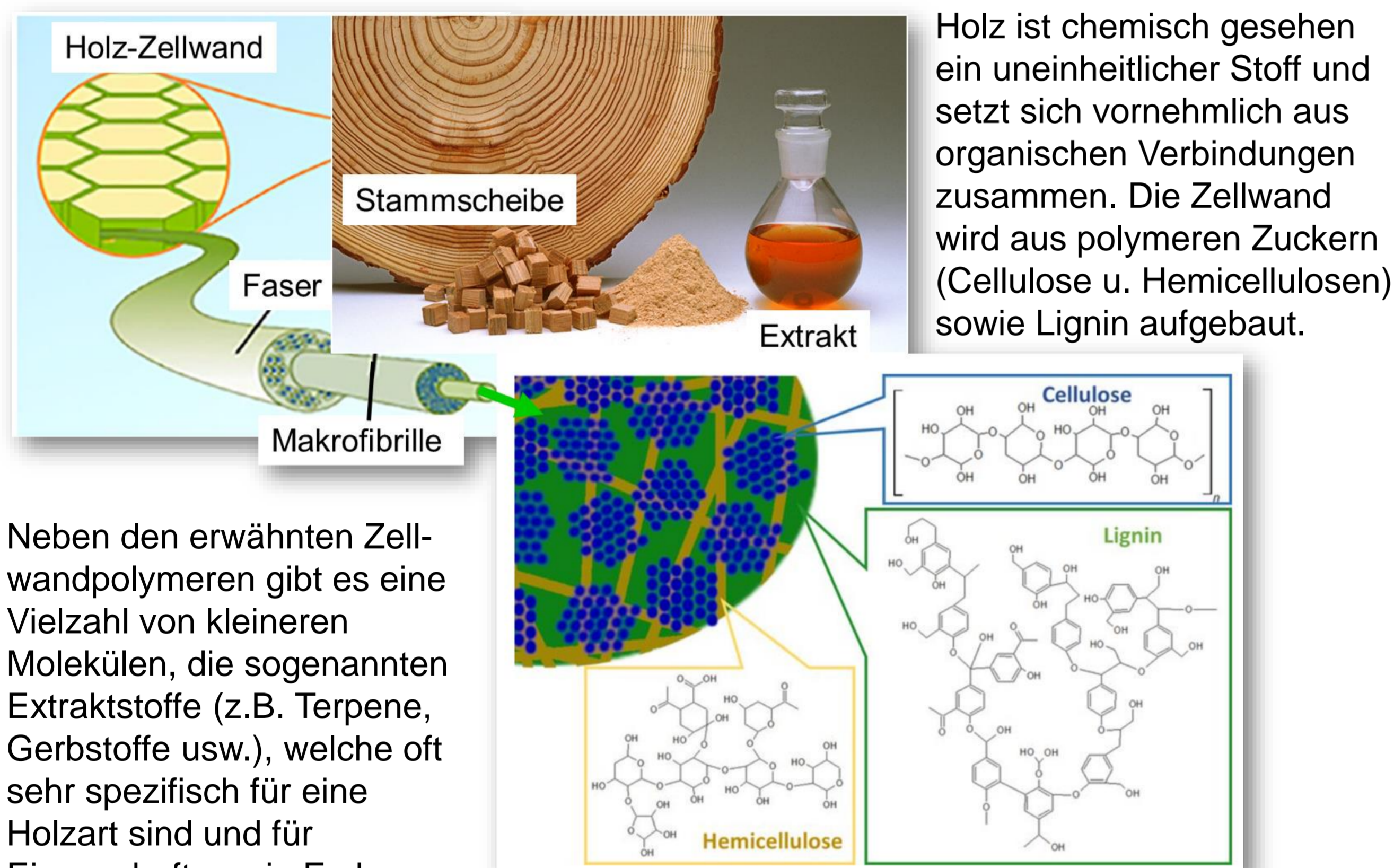


# Entdecke die Chemie des Holzes: Einblicke in den Arbeitsbereich Rohstoff- und Produktchemie

Dr. Elisabeth Windeisen-Holzhauser, Dr. Merve Özparpucu

## Einleitung

- Holz als organisches Material und mengenmäßig wichtigster nachwachsender Rohstoff wird vor dem Hintergrund der schwindenden fossilen Ressourcen auch in der chemischen Nutzung weiter an Bedeutung gewinnen.



Holz ist chemisch gesehen ein uneinheitlicher Stoff und setzt sich vornehmlich aus organischen Verbindungen zusammen. Die Zellwand wird aus polymeren Zuckern (Cellulose u. Hemicellulosen) sowie Lignin aufgebaut.

- Neben den erwähnten Zellwandpolymeren gibt es eine Vielzahl von kleineren Molekülen, die sogenannten Extraktstoffe (z.B. Terpene, Gerbstoffe usw.), welche oft sehr spezifisch für eine Holzart sind und für Eigenschaften wie Farbe, Geruch und Dauerhaftigkeit verantwortlich sind.

Abbildung 1. Die hierarchische Struktur von Holz mit den Polymeren, die als Verbundstoff miteinander vernetzt sind sowie die Probenvorbereitung für chemische Analysen (nach [1-2]).

- Chemische Verwertungslinien von Holz sind vielseitig, z.B. Papierprodukte oder Textilfasern (u.a. Viscose), chemische Produkte im Lebensmittelbereich (z.B. Xylitol), biomedizinische Anwendungen (z.B. Cellulose-Nanofibrillen-Hydrogele für die 3D-Zellkultivierung) u.v.m..

## Methoden



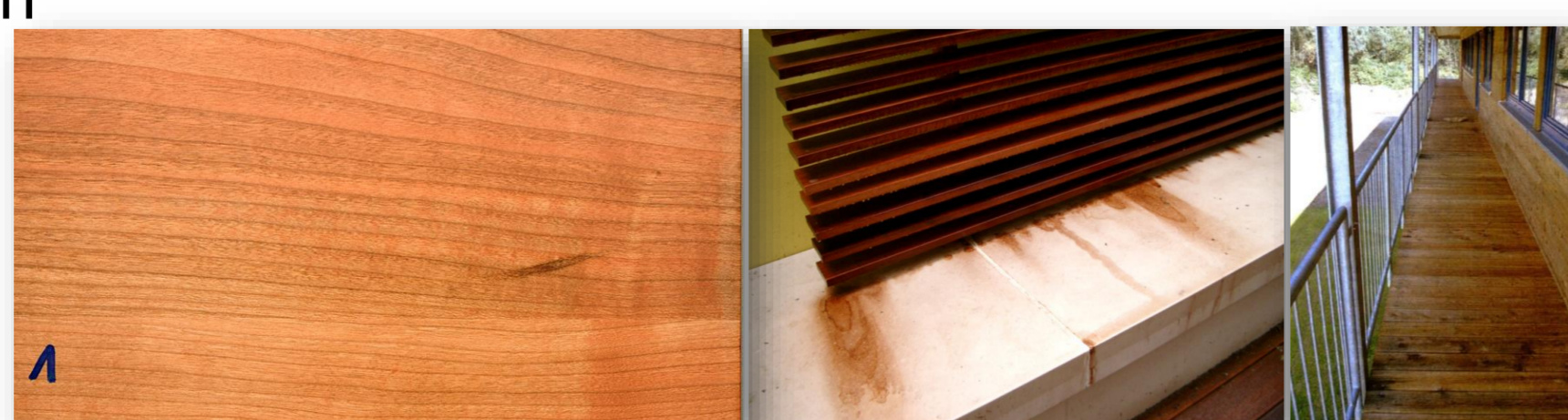
- Bei den sogenannten nasschemischen Analysen handelt es sich um Verfahren, die z.B. ein Herauslösen (Extraktion) oder chemische Reaktionen von Holzinhaltstoffen beinhalten, um spezifisch Bestandteile zu isolieren und mit hoher Genauigkeit qualitativ und quantitativ zu bestimmen.
- Mittels chromatographischer, meist instrumenteller Verfahren (z.B. HPLC oder GC) werden Zucker, Lignin und Extraktstoffe getrennt und analysiert, oft kombiniert mit spektroskopischen Methoden.
- Die Infrarot-Spektroskopie im mittleren und nahinfraroten Bereich (MIR/NIR) ermöglicht zudem die Analyse der Zellwandpolymere in ihrem nativen Zustand, d.h. zerstörungsfrei.
- Anwendung chemometrischer Werkzeuge zur Spektralauswertung oder schnellen Bestimmung chemischer Eigenschaften.

und viele weitere  
Analysemöglichkeiten

## Beispiele Forschung und Dienstleistungen:

- Überwachung industrieller Qualität (z.B. Bestimmung des Acetylierungsgrades in Accoya-Holz®)
- Analyse von Prozessströmen (z.B. Laubholz-basierte Bioraffinerie)
- Analyse von Holzklebstoffen und Bindemitteln
- Verwertung von Holzresten (z.B. Nutzung von Hackschnitzel- und Rindenpresswasser für chemische und biologische Zwecke)
- Analyse von Schadensfällen (z.B. Verfärbungen)

Abbildung 2. Beispielfallen von Schadensfällen



## Ausgewählte Projekte

- Holzgeruch - Einfluss von Herkunft, klimatischen Bedingungen und Trocknung auf Geruch und generelle Emissionsprofile von Zirbenkiefer (Pinus cembra L.)** (DFG zusammen mit Lehrstuhl für Aroma- und Geruchsforschung FAU)

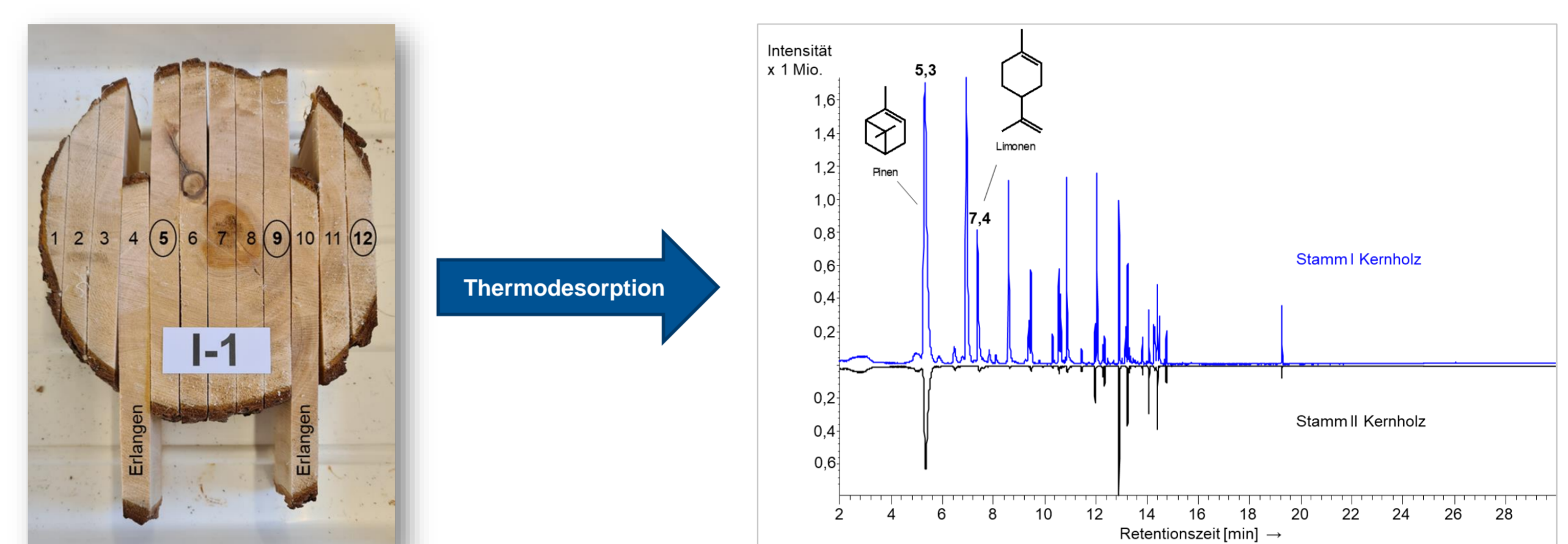


Abbildung 3. Zirbenstammescheibe und Probenentnahme. Vergleich GC/MS-Chromatogramme von zwei Bäumen.

- Wechselwirkungen zwischen der Holzchemie und Klebstoffen** (IGF 19314)

Die Qualität von Holz-Klebeverbindungen hängt in hohem Maße von den Wechselwirkungen zwischen dem Holz und den Klebstoffen ab [2-5].

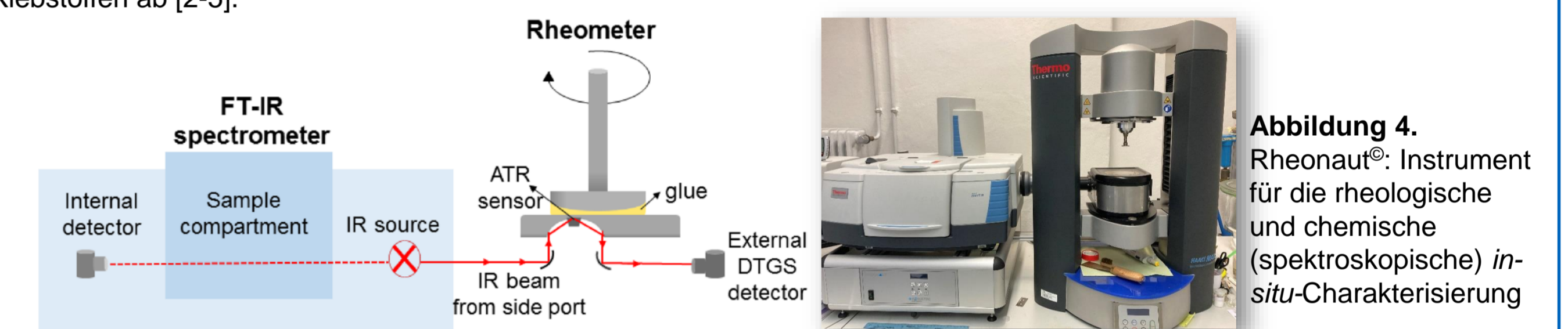


Abbildung 4. Rheonaut® Instrument für die rheologische und chemische (spektroskopische) in-situ-Charakterisierung

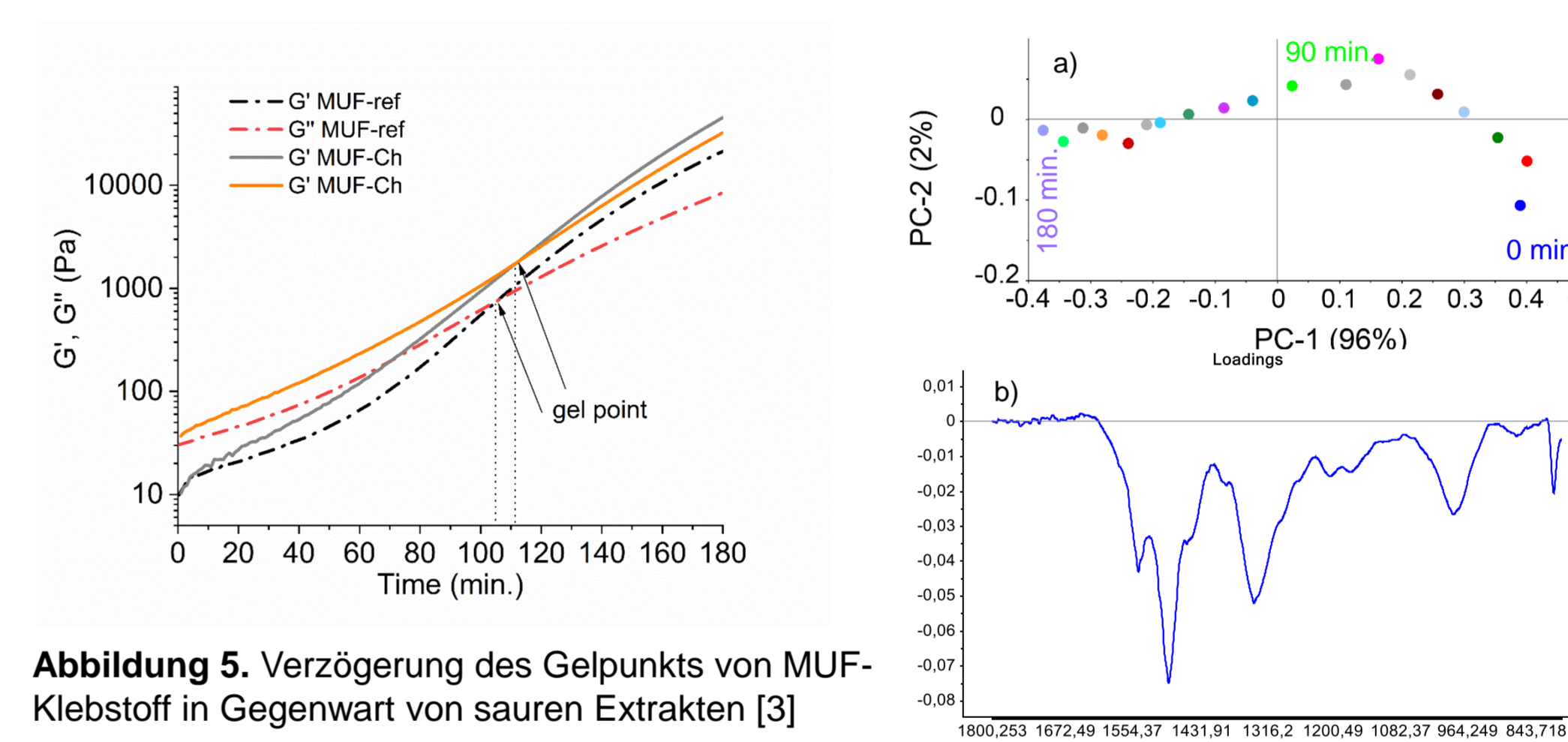


Abbildung 5. Verzugung des Gelpunkts von MUF-Klebstoff in Gegenwart von sauren Extrakten [3]

Abbildung 6. Verfolgung der chem. Reaktionen im MIR als Funktion der Zeit durch Hauptkomponentenanalyse (PCA). a) PC Scores, b) Loading 1

- Verwendung von Lignin als proteinseitiges Stabilisierungsmittel für die Getränkeindustrie** (IGF 21979 zusammen mit Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie TUM)

Komplexe enzymatische Quervernetzung des Lignins soll die selektive Bindungsfähigkeit zu Prolaminproteinen im Bier erhöhen und damit zu einer Verringerung der Trübung führen.

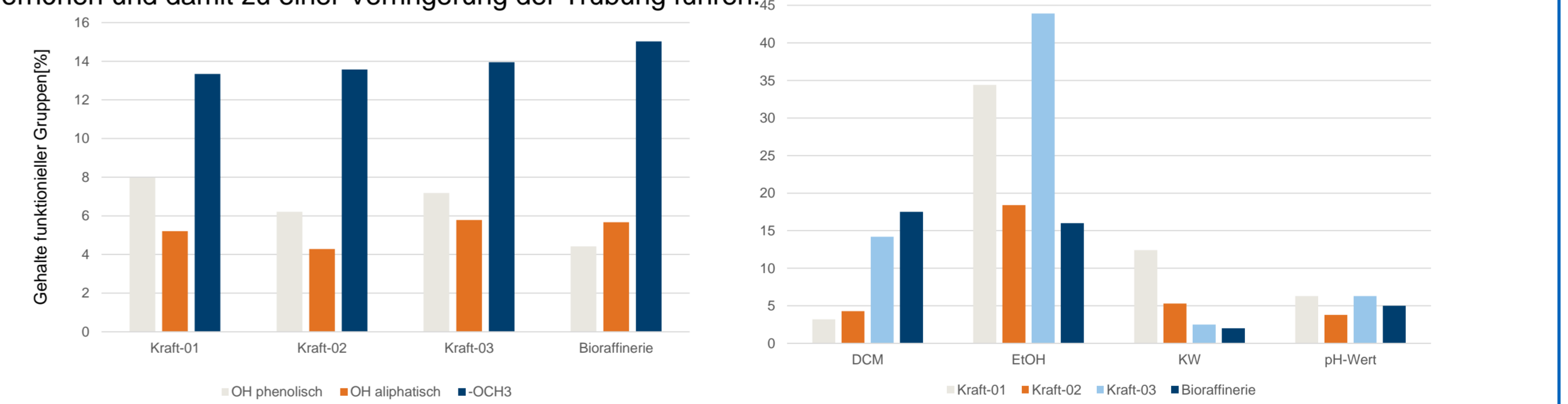


Abbildung 7. Funktionelle Gruppen verschiedener technischer Lignine

Abbildung 8. Löslichkeit von technischen Ligninen in verschiedenen Lösungsmitteln

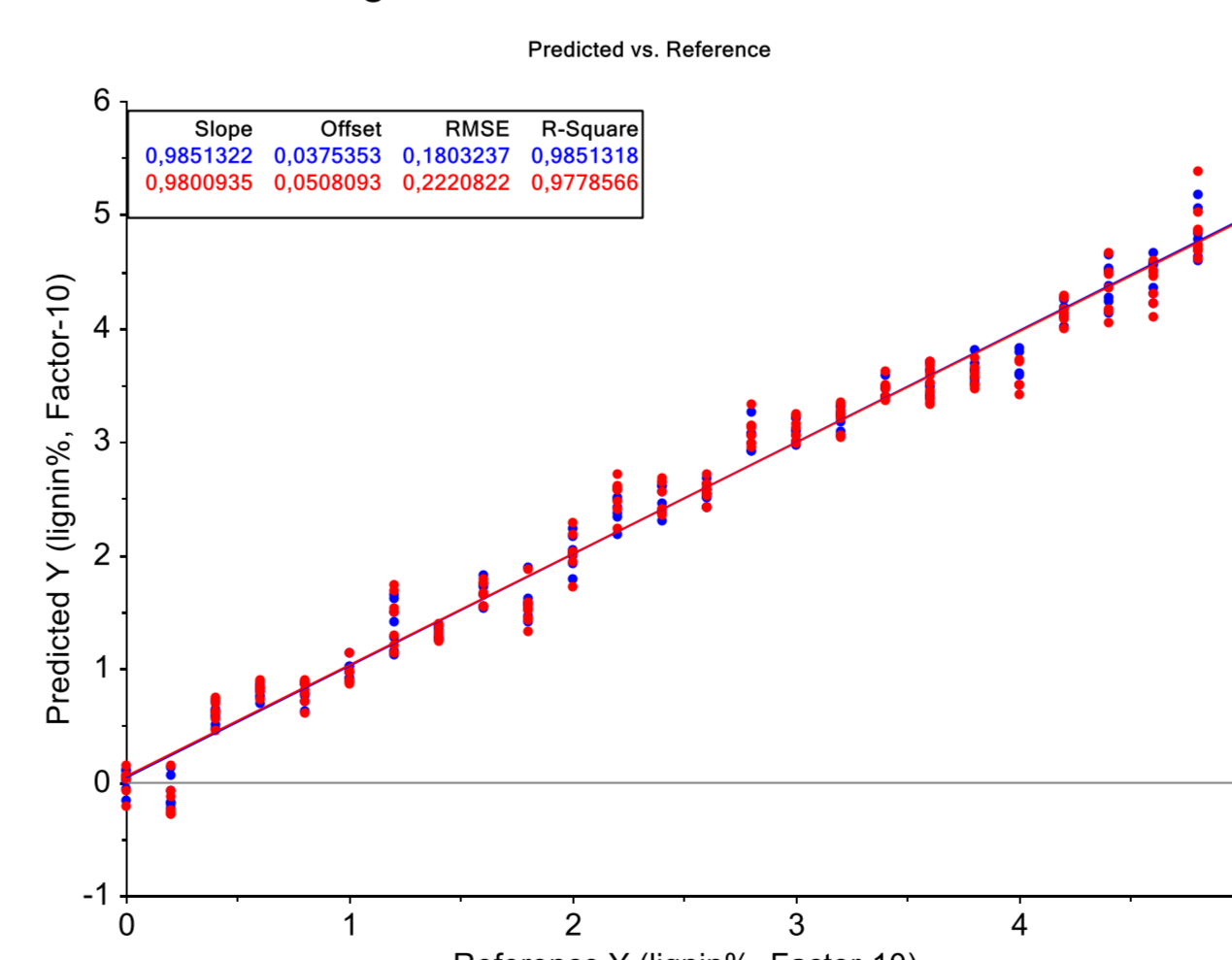


Abbildung 9. Schnelle Bestimmung des Ligningehalts in Bier mittels Partial Least Square Regression (PLSR)

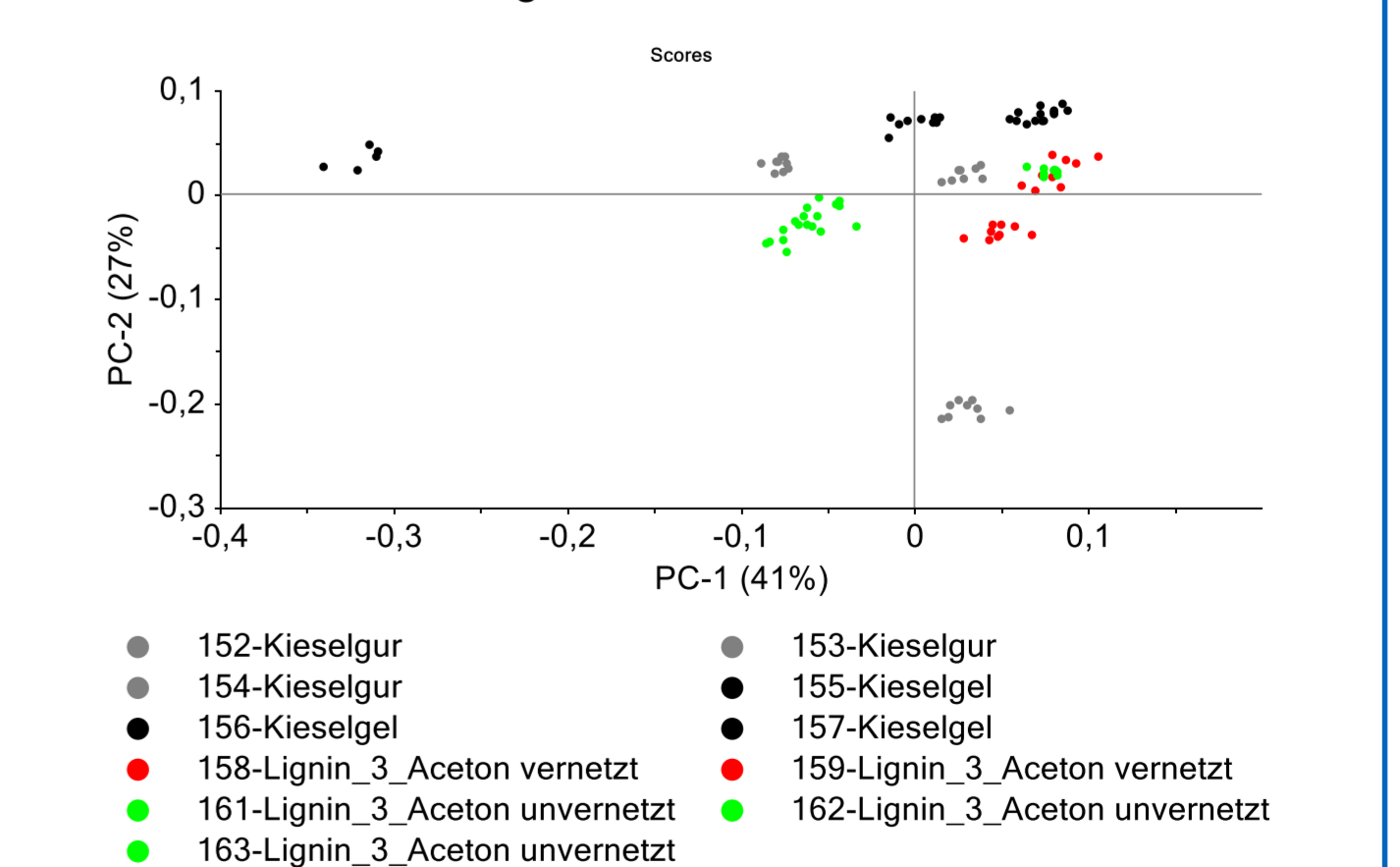


Abbildung 10. Vergleich der chemischen Eigenschaften von Referenzbier (mit Kieselgel/-gur filtriert) mit ligninfiltriertem Bier (vernetzt und unvernetzt) mittels PCA

## Fazit

- Das Verständnis der chemischen Zusammensetzungen von Holzarten und die daraus resultierenden spezifischen Reaktionen und Eigenschaften sind die Basis für die Entwicklung innovativer biobasierter Produkte, für den Ausbau industrieller Anwendungen sowie für eine nachhaltigere Ressourcennutzung.

### References

- [1] Farid, Tanveer, et al. "Transforming wood as next-generation structural and functional materials for a sustainable future." *EcoMat* 4.1 (2022): e12154.
- [2] Dahmen, Nicolaus, et al. "Integrated lignocellulosic value chains in a growing bioeconomy: Status quo and perspectives." *Gcb Bioenergy* 11.1 (2019): 107-117.
- [3] Özparpucu, Merve, et al. "Combined FTIR spectroscopy and rheology for measuring melamine urea formaldehyde (MUF) adhesive curing as influenced by different wood extracts." *European journal of wood and wood products* 78 (2020): 85-91.
- [4] Özparpucu, Merve, et al. "A new analytical approach to investigate the influence of wood extracts on the curing properties of phenol-resorcinol-formaldehyde (PRF) adhesives." *Wood Science and Technology* 56.2 (2022): 349-365.
- [5] Özparpucu, Merve, et al. "Acidic wood extractives accelerate the curing process of emulsion polymer isocyanate adhesives." *Journal of Applied Polymer Science* 139.21 (2022): 52189.