**Transparentes Holz als Alternative zu Glas?**

Holz weist als nachwachsender Rohstoff eine Vielzahl unterschiedlicher Eigenschaften auf, welche ihn vor allem als Bau- und Werkstoff interessant machen.

Aufgabe 1: Nenne Eigenschaften von Holz und Glas.

Holz ist ein braunes, relativ leichtes Material (geringe Dichte). In Holz ist oft noch Wasser enthalten. Holz lässt sich teilweise biegen. Holz kann unterschiedlich hart/fest sein. Glas ist durchsichtig und spröde.

Aufgabe 2: Vergleiche die Eigenschaften von Holz und Glas

Holz ist weniger spröde und leichter als Glas (Dichte). (Transparentes Holz ist schwerer als normales Holz.) Durch Glas kann man durchschauen, durch Holz nicht.

Aufgabe 3: Stelle eine Hypothese auf, wie Holz transparent gemacht werden kann.

Es werden Stoffe, die das Holz farbig machen, entfernt. Es werden Stoffe, die das Holz farbig machen, verändert. Dem Holz wird ein neuer Stoff hinzugefügt.

Aufgabe 4: Diskutiert in Kleingruppen, welche Vor- und Nachteile im Rahmen der Nachhaltigkeit die Nutzung von transparentem Holz gegenüber Glas haben könnte.

Transparentes Holz wird größtenteils aus Holz, einem nachwachsenden Rohstoff, hergestellt. Sand ist kein nachwachsender Rohstoff. Bei der Herstellung von transparentem Holz wird weniger Energie benötigt. (Transparentes) Holz ist leichter als Glas und weniger spröde, es kann also mehr davon und sicherer transportiert werden. Glas kann recycelt werden.

### **Theoretischer Input**

Holz ist ein vielseitig einsetzbarer Rohstoff, der zu 40-50 % aus dem Vielfachzucker Cellulose (Polysaccharid), zu 25-30 % aus den Vielfachzuckern Hemicellulosen und zu 30 % aus den Makromolekülen, Moleküle aus mehr als 1000 Atomen, Ligninen besteht. Cellulose bildet dabei eine Art Gerüstsubstanz, die durch Hemicellulosen verbunden wird. Lignine lagern sich im Prozess der Verholzung in die Zwischenräume und sorgen für zusätzliche Stabilität. Die pflanzlichen Zellwände bestehen aus Makrofibrilleinheiten, welche aus Mikrofibrilleinheiten bestehen, welche wiederum aus Elementarfibrillen bestehen. Diese können der folgenden Abbildung entnommen werden.

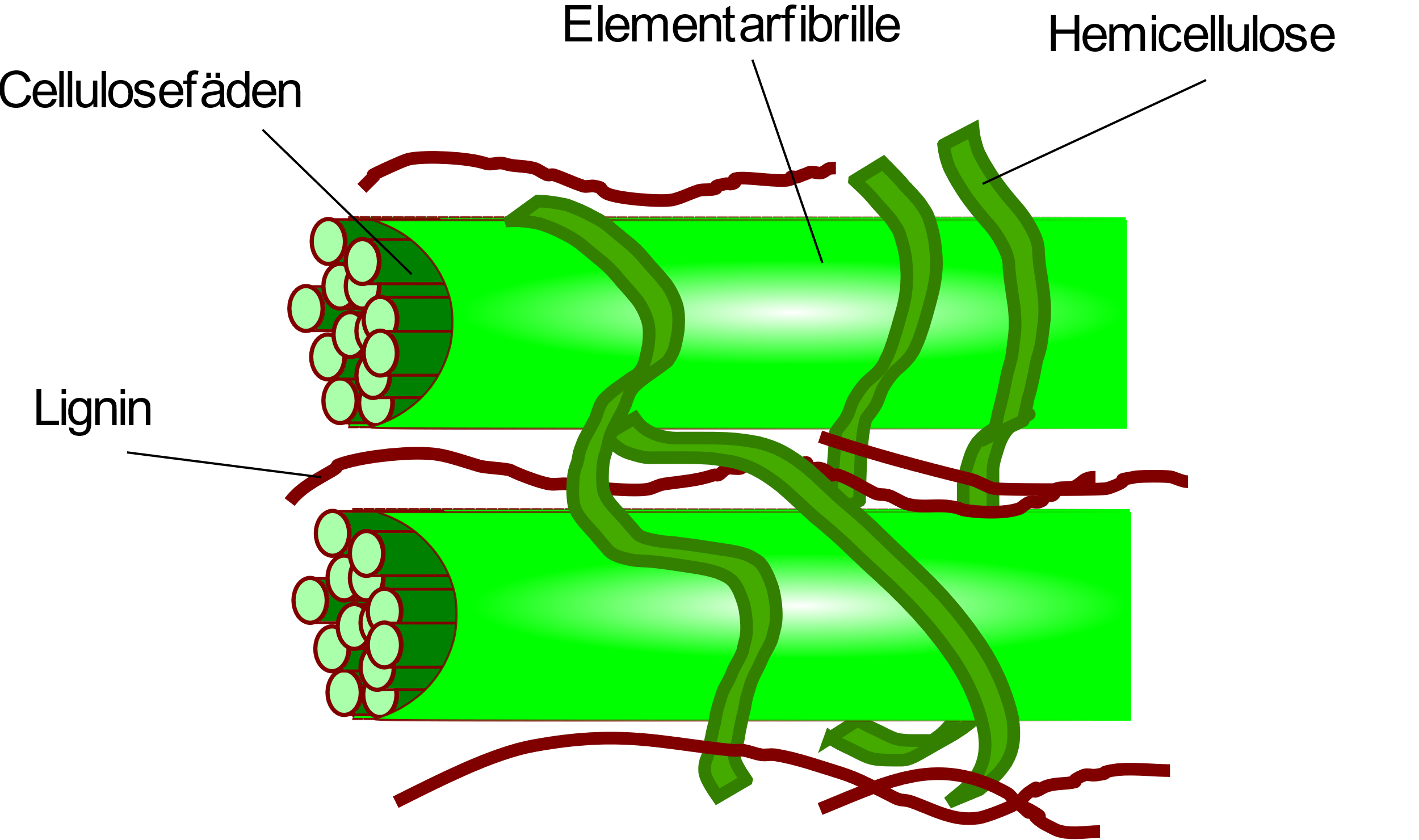


Abbildung 1: selbsterstellte vereinfachte Abbildung von Elementarfibrillen aus Cellulose, Lignin und Hemicellulose nach Alonso et al. (2012)

Lignine sind farbgebend (Fachwort: Chromophor) für das Holz. Weiterhin besitzt Holz Porengrößen zwischen 2 und 50 Nanometern und wird deshalb als mesoporös bezeichnet. In Wachstumsrichtung entstehende mikrometergroße Hohlräume im Holz werden als Lumen bezeichnet. Die Schnittarten von Holz sowie die dazugehörige Faserrichtung sind Abbildung 2 zu entnehmen.

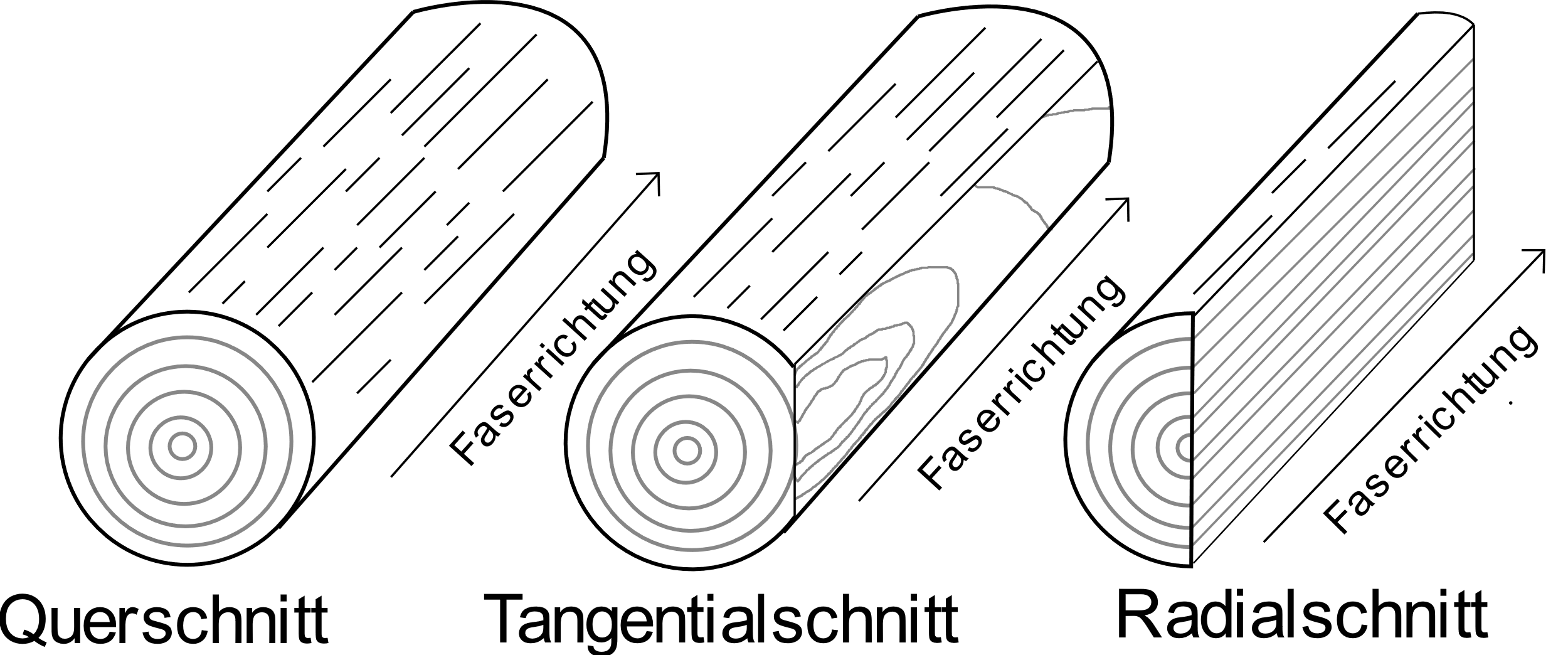


Abbildung 2: selbsterstelle Grafik der Schnittrichtungen von Holz

# Literaturverzeichnis

Alfvin, G. (2019). The killers of sand: A case study on how a shortage of sand is breaking down India from within.

Alonso, D. M., Wettstein, S. G., & Dumesic, J. A. (2012). Bimetallic catalysts for up-grading of biomass to fuels and chemicals. Chemical Society Reviews, 41(24), 8075-8098.

Bundesministerium für Bildung und Forschung. Was ist BNE. Verfügbar unter: [https://www.bne-portal.de/bne/de/einstieg/was-ist-bne/was-ist-bne\_node.html;jsessionid=546A0192917DEBBE823FA50F66FB2D6C.live382](http://?) [aufgerufen am 04.09.2021].

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Klimaschutz, Wald und Nutzung von Holz. Verfügbar unter: [https://www.bmel.de/DE/themen/wald/waelder-weltweit/wald-holz-klimaverhandlungen.html](http://?) [aufgerufen am 04.09.2021].

Dinesh, A. C., Kumar, P. P., Shareef, N. M., & Jayaprakash, C. (2014). Marine Sand Resources off Kerala Coast vis-à-vis Acute Shortage of Construction Sand in the State of Kerala. MINERAL RESOURCES OF KERALA, 93.

Fengel, D. & Wegener, G. (1989). Wood - chemistry, ultrastrucutre, reactions. Walter de Gryter, New York, 1989.

Gibson, L. J. (2012). The hierarchical structure and mechanics of plant materials. Journal of the royal society interface, 9(76), 2749-2766.

Li, Y., Fu, Q., Yu, S., Yan, M., & Berglund, L. (2016). Optically transparent wood from a nanoporous cellulosic template: combining functional and structural performance. *Biomacromolecules*, *17*(4), 1358-1364.

Li, Y., Fu, Q., Rojas, R., Yan, M., Lawoko, M., & Berglund, L. (2017). Lignin‐retaining transparent wood. *ChemSusChem*, *10*(17), 3445.

Li, Y., Vasileva, E., Sychugov, I., Popov, S., & Berglund, L. (2018). Optically transparent wood: Recent progress, opportunities, and challenges. Advanced Optical Materials, 6(14), 1800059.

Li, Y., Cheng, M., Jungstedt, E., Xu, B., Sun, L., & Berglund, L. (2019). Optically transparent wood substrate for perovskite solar cells. ACS sustainable chemistry & engineering, 7(6), 6061-6067.

Montanari, C., Li, Y., Chen, H., Yan, M., & Berglund, L. A. (2019). Transparent wood for thermal energy storage and reversible optical transmittance. ACS applied materials & interfaces, 11(22), 20465-20472.

Rosenthal, M. (2012). Der Zellwandbau von Nadelholztracheiden: Die submikroskopische Struktur des Holzes vor dem Hintergrund holztechnologischer Fragestellungen.

D. Fengel & G. Wegener (1989). Wood - chemistry, ultrastrucutre, reactions. Walter de Gryter, New York, 1989.

Samanta, A., Chen, H., Samanta, P., Popov, S., Sychugov, I., & Berglund, L. A. (2021). Reversible Dual-Stimuli-Responsive Chromic Transparent Wood Biocomposites for Smart Window Applications. ACS Applied Materials & Interfaces, 13(2), 3270-3277.

Schwiete HE., Westmark H. (1959) Einfluß der Porosität auf die Wärmeleitfähigkeit (WLF). In: Die Wärmeleitfähigkeit feuerfester Steine im Spiegel der Literatur. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, vol 689. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Weimar, H., & Jochem, D. (2013). Holzverwendung im Bauwesen: Eine Marktstudie im Rahmen der" Charta für Holz" (No. 9). Thünen Report.

Xia, Q., Chen, C., Li, T., He, S., Gao, J., Wang, X., & Hu, L. (2021). Solar-assisted fabrication of large-scale, patternable transparent wood. Science Advances, 7(5), eabd7342.

Yaddanapudi, H. S., Hickerson, N., Saini, S., & Tiwari, A. (2017). Fabrication and characterization of transparent wood for next generation smart building applications. Vacuum, 146, 649-654.

Zhang, L., Wang, A., Zhu, T., Chen, Z., Wu, Y., & Gao, Y. (2020). Transparent wood composites fabricated by impregnation of epoxy Resin and W-Doped VO2 nanoparticles for application in energy-saving windows. ACS Applied Materials & Interfaces, 12(31), 34777-34783

Zhu, M., Song, J., Li, T., Gong, A., Wang, Y., Dai, J., ... & Hu, L. (2016). Highly anisotropic, highly transparent wood composites. *Advanced materials*, *28*(26), 5181-5187.

Die Erstellung dieses Unterrichtsmaterial erfolgte durch Tom Schüler im Rahmen seiner Masterarbeit an der Georg-August-Universität Göttingen und wurde von dem Fonds der chemischen Industrie gefördert.