

Prozessoptimierung und Prozess- entwicklung für die Herstellung von Holzfaserdämmstoffen und anderen holzfaserbasierten Materialien

Prof. Dr. Andreas Michanickl
Technische Hochschule Rosenheim,
Labor für Holzwerkstofftechnik,
bayerischer Forschungsschwerpunkt holzbasierte Bioökonomie
Rosenheim, Deutschland



Prozessoptimierung und Prozessentwicklung für die Herstellung von Holzfaserdämmstoffen und anderen holzfaserbasierten Materialien

1. Einleitung

Holzfaserbasierte Werkstoffe haben in den vergangenen Jahren eine zunehmende Bedeutung erlangt. Holzfasern werden weit verbreitet zur Herstellung von Mitteldichten Faserplatten (MDF), Holzfaserdämmstoffen wie z. B. Holzfaserdämmstoffmatten, Holzfaserdämmstoffplatten und Einblasdämmung, holzfaserbasierten Vliesstoffen, Wood Plastic Composites (WPC), holzfaserbasierten Hybridwerkstoffen aber auch zur Herstellung von Papieren, Verpackung und Kultursubstraten eingesetzt.

Ein wesentlicher Vorteil von Holzfasern liegt darin, dass nahezu alle holzbasierten Rohstoffe zu ihrer Herstellung eingesetzt werden können. Holzfasern haben darüber hinaus eine große Vielseitigkeit in der Verarbeitung. Sie können in verschiedenen Nass- und Trockenverfahren verarbeitet werden. Sie erlauben es besonders dünne und hochfeste Strukturen, aber auch sehr dicke und leichte Strukturen herzustellen.

Der hohen Vielseitigkeit von Holzfasern stehen teure, energieintensive und aufwendige Herstellungsverfahren gegenüber, die sich in den letzten zwei Jahrzehnten kaum weiterentwickelt haben. Die zunehmende Nachfrage nach Holz führt zudem zu einer steilen Verknappung und Preissteigerung des Rohstoffs Holz. Dadurch kommen Holzfasern und daraus hergestellten Produkten eine besondere Bedeutung zu.

2. Forschungsansätze zu Holzfasern im Labor für Holzwerkstofftechnik der THR

Im Labor für Holzwerkstofftechnik der THR wurden in den vergangenen sechs Jahren verschiedene Versuchsanlagen errichtet, die es erlauben, die bestehenden Verfahren zur Herstellung von Fasern zu untersuchen und gezielt weiterzuentwickeln sowie auch neue Prozesse und darauf basierend weiterentwickelte sowie auch neue Materialien zu entwickeln.

In diesem Zusammenhang spielen auch Rohstoffe eine große Rolle. Der Fokus liegt dabei auf den bestehenden Rohstoffsortimenten (Holz und Klebstoffe) aber auch auf der Erweiterung der Rohstoffbasis durch Sekundärfasern und der Entwicklung und Untersuchung neuer biobasierter Klebstoffsysteme.

2.1. Rohstoff Holz und andere lignocellulosehaltige Biomasse

Bedingt durch die Folgen des Klimawandels, die steigende Nachfrage nach Holz durch andere Industrien und den steigenden Konsum sind Holz und andere lignocellulosehaltige Biomasse eine zunehmend knappe und teurer werdende Ressource.

In Zukunft wird somit weniger Holz als heute zur Verfügung stehen. Wir werden aus weniger Holz mehr machen müssen und die zur Verfügung stehende Menge wird überwiegend von schlechterer Qualität sein.

Der effizienten Nutzung von Holz, insbesondere auch von qualitativ eher schwierigen Holzarten sowie der Erschließung neuer Rohstoffquellen kommt daher eine große Bedeutung zu. Im Rahmen des Projektes «Faserkreis» wurde ein Verfahren zur Wiedergewinnung von Fasern aus Altholz entwickelt.

Mit diesem lassen sich aus MDF-haltigem Altholz wie z. B. Altmöbeln, Laminatfußboden und Produktionsresten Fasern wiedergewinnen und für verschiedene Einsatzbereiche wieder aufbereiten.

Ein Beispiel für die Erschließung der stofflichen Nutzung bisher ungenutzter Biomasse ist Eukalyptusrinde. Diese fällt auf der iberischen Halbinsel und besonders auch in Südamerika in großen Mengen beim Anbau von Eukalypten an. Bisher wird diese in der Regel verbrannt. Auf Basis der in der Zusammenarbeit mit einem südamerikanischen Partner gewonnenen Erkenntnisse konnte ein Verfahren zur Gewinnung von Fasern aus Eukalyptusrinde und darauf die Herstellung von Faserdämmstoffmatten entwickelt werden.



Abbildung 1: Fasern aus Eukalyptusrinde nach mechanischer Zerkleinerung ohne Druckbeaufschlagung. Aus Eukalyptusrinde lassen sich sehr stark verzweigte Fasern herstellen, die sich sehr gut auch ohne Bindemittel verarbeiten lassen.

2.2. Klebstoffe und Bindemittel

Ein wesentlicher Fokus der bisher durchgeführten Arbeiten waren Untersuchungen zur Wirkungsweise von Bindefasern in Holzfaserdämmstoffmatten und holzfaserbasierten Vliesstoffen. Hierbei wurde insbesondere das Zusammenwirken von Holzfasern und Bindefasern analysiert und optimiert. Versuche mit ersten biopolymer-basierten Bindefasern wurden durchgeführt. Mit der Firma AUTEFA aus Friedberg, Bayern, konnten zunächst erste leistungsfähige holzfaserbasierte Vliesstoffe hergestellt werden. Darauf basierend wurde die Entwicklung und Erprobung einer biopolymerbasierten BicoFaser für die Herstellung von Holzfaserdämmstoffmatten und Holzfaservliesstoffen vorangetrieben. Im Rahmen dieser Untersuchungen konnte das Wirkprinzip von Bicofasern in Holzfaserdämmstoffmatten genau nachgewiesen werden. Es zeigte sich, dass in der Produktion von Holzfaserdämmstoffen bisher falsch eingestellte Bicofasern verwendet werden, die zu einem sehr hohen Verbrauch dieser Fasern führen. Der Verbrauch an Bicofasern im industriellen Maßstab konnte dadurch um zum Teil mehr als die Hälfte reduziert werden. Eine biopolymerbasierte BicoFaser mit guter Performance konnte entwickelt werden.

Die neue BicoFaser lässt die Herstellung von Holzfaserdämmstoffmatten mit gleichem Bindefasergehalt und gleichen Eigenschaften zu wie mit herkömmlichen Fasern. Damit können Holzfaserdämmstoffe vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden.

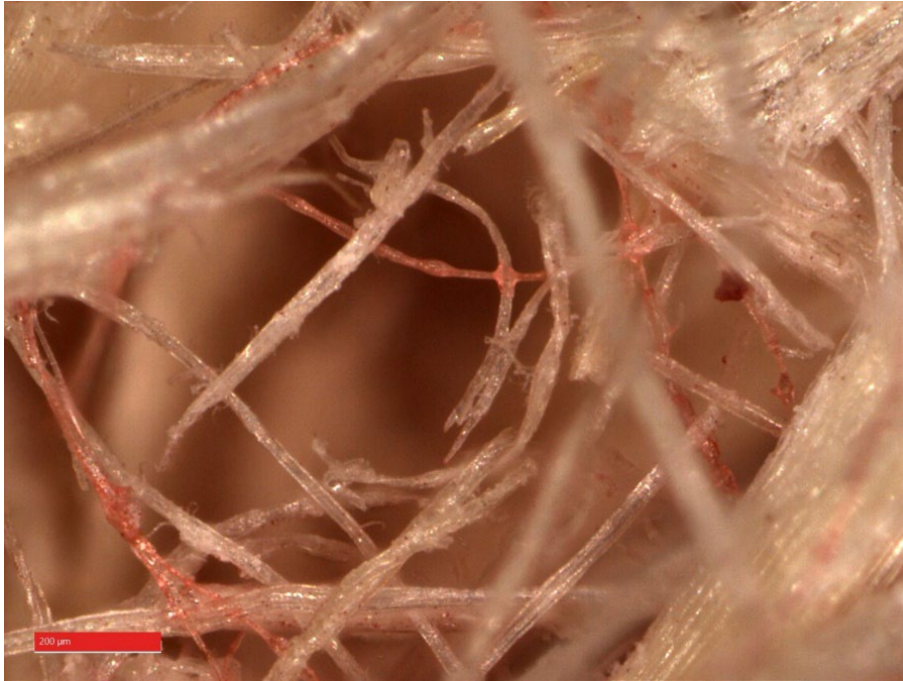


Abbildung 2: Holzfaservliesstoff mit rot eingefärbten Bindefasern (Bicofasern). In der Mitte der Abbildung ist ein Verklebungspunkt zwischen Holz- und Bicofaser erkennbar. Der Mantel der Bicofaser ist geschmolzen und hat an der Holzfaser gebunden. Der Kern der Bicofaser ist nicht geschmolzen.

2.3. Mechanisch verstellbare Kompressionsförderschnecke

Beim thermo-mechanischen Holzaufschluss (TMP-Verfahren) müssen die Hackschnitzel bzw. das für den Mahlprozess zerkleinerte Material so in den Kocher geführt werden, dass der Druck aus diesem nicht entweicht. Dies geschieht durch eine so genannte kontinuierliche Kompressionsförderschnecke. Bisher ist diese nicht verstellbar. Die Materialverdichtung erfolgt unabhängig vom den Eigenschaften des eingesetzten Rohstoffs.

Die Versuchsanlage im Labor für Holzwerkstofftechnik wurde nun mit einer mechanisch verstellbaren Kompressionsförderschnecke ausgestattet, die es erlaubt, den Kompressionsdruck besonders in Abhängigkeit vom zugeführten Material zu verstellen. Ziel dabei ist es zu untersuchen, welche Einstellung im Hinblick auf Leistungsaufnahme des Antriebsmotors, Faserkompression, erzeugter Faserqualität und abgequetschtem Wasser optimal ist.

2.4. Entwicklung von Mahlscheiben

In enger Zusammenarbeit mit der Firma Andritz konnten in den letzten Jahren Mahlscheiben für die Herstellung von Fasern für die Produktion von MDF (Mitteldichte Faserplatten) entwickelt werden, die zu einer deutlichen Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs geführt haben. Diese Mahlscheiben lassen heute die Herstellung von Fasern z. B. für Standard-MDF aus Nadelholz mit ca. 90 kWh bis ca. 120 kWh pro Tonne atro Fasern und aus Laubholz mit ca. 80 kWh bis 100 kWh pro Tonne atro Fasern zu. Vor 15 Jahren lagen diese Werte noch doppelt so hoch.

Das vom BMEL geförderte Projekt «Faseroptimierung» hat zur Entwicklung von ersten, auf die Faserdämmstoffproduktion abgestimmten Mahlscheiben geführt, die bereits in mehreren Werken im industriellen Maßstab getestet werden. Das Projekt hat gezeigt, dass für die Produktion von Holzfaserdämmstoffen ganz andere Mahlscheiben benötigt werden als für die Produktion von MDF. Es konnte nachgewiesen werden, dass durch speziell auf die Faserdämmstoffproduktion abgestimmte Mahlscheiben der Energieverbrauch reduziert und die Faserqualität signifikant verbessert werden können.

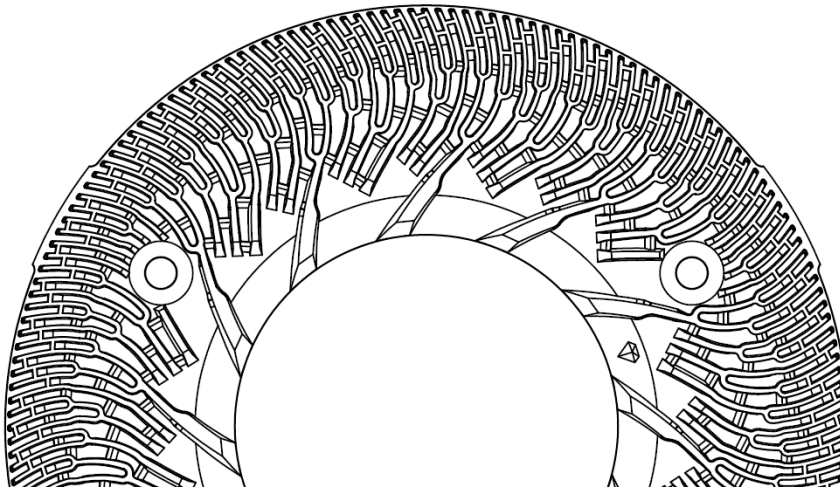


Abbildung 3: 12''-Mahlscheibenmuster einer von der Arbeitsgruppe neu entwickelten Mahlscheibengeometrie.

2.5. Vergleich verschiedener Verfahren zur Herstellung von Holzfasern

Zur Herstellung von Holzfasern kommen neben dem mit Druck und erhöhter Temperatur arbeitenden TMP-Verfahren (Thermo-Mechanical-Pulp) teilweise auch das drucklos arbeitende RMP-Verfahren (Refiner-Mechanical-Pulp) und auch das Retruder-Verfahren zum Einsatz.

Derzeit stattfindende Untersuchungen zielen darauf ab, diese Verfahren im Hinblick auf ihren Einsatz zu evaluieren und darauf basierend ggf. weiterzuentwickeln.

2.6. Entwicklung eines modifizierten Verfahrens zur druckfreien Zerfaserung von Holz und anderer lignocellulosehaltiger Biomasse

Die Erkenntnisse aus der Untersuchung und Optimierung bestehender Verfahren zur Herstellung von Holzfasern haben zur Entwicklung eines modifizierten drucklosen Zerfaserungsverfahrens geführt.

Mit diesem Verfahren lassen sich Fasern für verschiedenste Einsatzzwecke mit im Vergleich zum TMP-Verfahren deutlich geringerem Aufwand herstellen.

2.7. Fraktionierung von Holzfasern

Bisher können Holzfasern aufgrund ihrer Morphologie außer mit aufwändigen Analyseverfahren im trockenen Zustand nicht in verschiedene Fraktionen getrennt werden. Da Holzfasern anders als Späne nicht rieselfähig sind, neigen sie sehr stark zur Bildung von Faseragglomeraten.

Besonders beim Recycling von aus MDF hergestellten Produkten kommt der Abtrennung von Störstoffen und der Trennung von Faserfraktionen eine große Bedeutung zu um wiedergewonnene Fasern einer optimalen Verwendung zuzuführen. Besonders die Abscheidung von kleineren Beschichtungsbestandteilen und noch vorhandenen Faseragglomeraten war bisher nicht möglich.



Abbildung 4: Fraktionierte, aus Altmöbeln und Laminatfußboden wiedergewonnene Fasern nach Abscheidung von Störstoffen.

2.8. Herstellung von mikrofibrillierter und nanofibrillierter Cellulose

Die Herstellung und der Einsatz von mikrofibrillierter Cellulose (MFC) und nanofibrillierter Cellulose (NFC) werden seit Jahren weltweit intensiv erforscht. In der Herstellung von Holzwerkstoffen haben diese bisher aber kaum Eingang gefunden. Mit einer so genannten Low-Consistency-Refiner Anlage (LC-Anlage), bei der druckfrei in Wasser suspendierter Zellstoff bei Stoffdichten zwischen 2 und 4 Prozent gemahlen wird, soll nun der Einsatz gezielt auf die Anforderungen in der Holzwerkstoffherstellung eingestellte MFC und NFC entwickelt werden, um die Eigenschaften von biobasierten Klebstoffsystemen zu verbessern.

2.9. Entwicklung neuer Werkstoffe

Im Rahmen des Projektes «LFWC» wurden grundlegende Erkenntnisse zur Herstellung und Verarbeitung von holzfaserbasierten Compounds erarbeitet. Gemeinsam mit einem Automobilzulieferer wurde ein Kabelkanal aus Holzfasern entwickelt, der zeigt, dass sich mit Holzfasern Bauteile herstellen lassen, die zugleich hochfeste und sehr dünne Strukturen aufweisen und damit sehr ressourceneffizient sind. Dieser Kabelkanal aus einem Holzfaser-Kunststoff-Compound für den Automobilbau hat sehr dünne Wandstärken von 1,5 mm bis 2,5 mm und eine sehr komplexe Geometrie. Das Bauteil hat klapp- und einrastbare Halterungen für Kabel und Schnapphaken zur Fixierung des gesamten Bauteils. Der Holzanteil liegt bei ca. 40 % und besteht aus sehr feinen TMP-Fasern (kürzer als 1 mm) aus Fichtenholz.

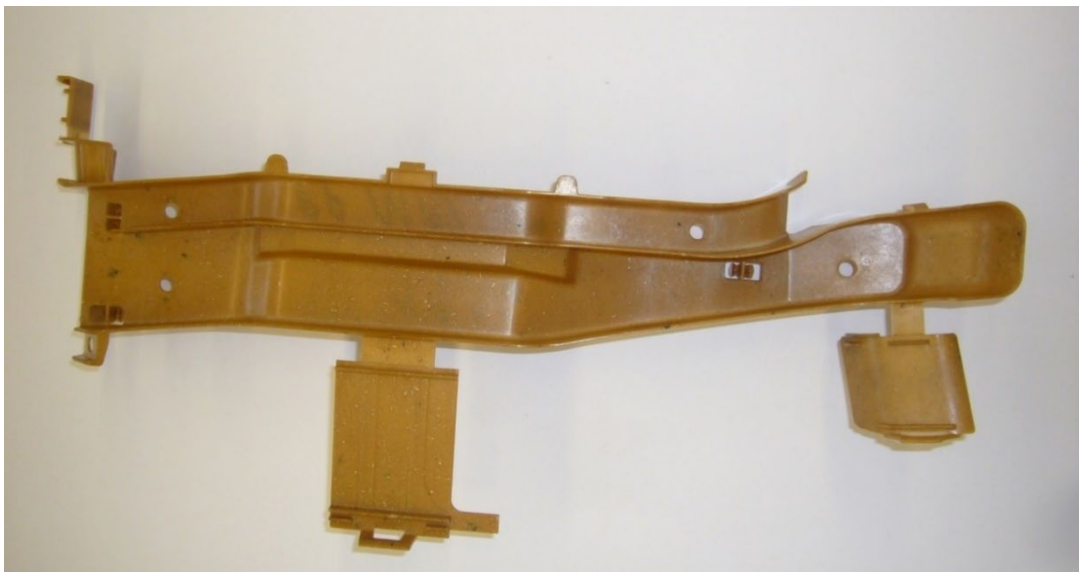


Abbildung 5: Ressourceneffizienter Kabelkanal aus Holzfaser-Kunststoff-Compound für den Automobilbau mit sehr dünnen Wandstärken von 1,5 mm bis 2,5 mm und komplexer, dreidimensionaler Geometrie. Das Bauteil verfügt über klapp- und einrastbare Halterungen für Kabel sowie Schnapphaken zur Fixierung des gesamten Bauteils. Holzanteil ca. 40 % feine Fasern (kürzer als 1 mm) aus Fichtenholz.



Abbildung 6: Erste hergestellte holzfaserbasierte Vliesstoffe.

Erstmals wurde im «One-Shot»-Verfahren ein werkzeugfertig fallendes Bauteil hergestellt, das aus einem konsolidierten großtechnisch hergestellten Holzfaservliesstoff und aus angespritzten Verstärkungs- und Verbindungsstrukturen auf Basis eines Holzfasercompounds besteht. Die Arbeiten haben gezeigt, dass Holzfaservliesstoffe für solche Bauteile prinzipiell gut geeignet sind, aber noch nicht optimal hergestellt werden können. An der Optimierung der Herstellung solcher Holzfaservliesstoffe arbeitet die Gruppe in verschiedenen Projekten und mit verschiedenen Partnern.



Abbildung 7: Unbeschichtetes Testbauteil aus konsolidiertem Holzfaservliesstoff mit angespritzten Strukturen (Versuche mit Industriepartnern u. a. AUTEFA, ANDRITZ Fiedler, FRIMO)

3. Zusammenfassung und Ausblick

Holzfaser haben zur Herstellung von Werkstoffen und Materialien für verschiedenste Anwendungen ein hohes Potential. Bestehende Verfahren zur Herstellung von Holzfasern und holzfaserbasierte Werkstoffe bieten zahlreiche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung. Damit können Holz- und andere lignocellulosehaltige Fasern günstiger aus einer noch größeren Rohstoffbasis hergestellt und noch vielseitiger eingesetzt werden.

4. Literaturverzeichnis

- [1] OBERMEIER, F., SCHUMACHER, M., BARTH, S., KARLINGER, P., MICHANICKL, A., SCHEMME, M., ALTSTÄDT, V.: Verstärkung von Polypropylen mit Holzfasern durch Direkt-Compoundierung; Zeitschrift: Kunststofftechnik / Journal of Plastics Technology; Volume 17; 2021; S. 87-111 (<https://doi.org/10.3139/o999.02022021>)
- [2] MICHANICKL, A.: Nonwovens made from wood, International Wood Days 2020, LAMK, Lahti, Finland, 2020.
- [3] BARTH, S., SCHMID, T., MICHANICKL, A.: Refiner Plates – An Introduction to Wood Fibre Based Materials, International Wood Days 2020, LAMK, Lahti, Finland, 2020.
- [4] SCHMID, T., BARTH, S., MICHANICKL, A.: Wood fiber reinforced composites & nonwovens. New perspectives on the usage of wood fibers., International Wood Days 2020, LAMK, Lahti, Finland, 2020.
- [5] OBERMEIER, F., SCHUMACHER, M., BARTH, S., KARLINGER, P., SCHEMME, M., MICHANICKL, A.: Thermoplastische Hybridverbunde mit Holzfaserverstärkung: Leichtbau mit Naturfasern, Plastverarbeiter 2/2020, S. 34-36, Hüthig GmbH, Heidelberg, 2020.
- [6] SCHUMACHER, M., OBERMEIER, F., BARTH, S., KARLINGER, P., SCHEMME, M., MICHANICKL, A.: Eignung von thermo-mechanischen Holzfasern (TMP) in Vliesstoff-hybridverbunden, 19. Holztechnisches Kolloquium, Technische Universität Dresden, 2020. Veröffentlicht in der Zeitschrift: Holztechnologie; Volume 2; 2020; S. 40-45
- [7] BARTH, S., MICHANICKL, A.: Study of Refiner Plates as a Possibility to Improve the Production of Wood Fibre Insulation Materials. SWST 62nd International Convention, SWST, Fish Camp, California, USA. 2019.
- [8] MICHANICKL, A.: Holzfasern zur Herstellung neuer Werkstoffe, Vortrag anlässlich des Branchentag «Holz», im TiroLignum, Absam, Österreich am 25.06.2019
- [9] MICHANICKL, A.: Hybrid Materials made from wood, International Wood Days 2019, LAMK, Lahti, Finland, 2019.
- [10] SCHMID, T., BARTH, S., MICHANICKL, A.: Wood Fiber Composites for Lightweight Construction, International Wood Days 2019, LAMK, Lahti, Finland, 2019.
- [11] BARTH, S., SCHMID, T., MICHANICKL, A.: Importance of Refiner Plates for Wood Fiber Insulation Materials, International Wood Days 2019, LAMK, Lahti, Finland, 2019.
- [12] BARTH, S., SCHMID, T., MICHANICKL, A.: Bindemiteileinsatz und Mahlplattenentwicklung in der Herstellung von Holzfaserdämmstoffen (The Use of Binding Agents and the Development of Grinding Plates in the Production of Wood Fibre Insulation Materials). 13. Holzwerkstoffkolloquium, IHD Dresden, 12–13 Dec., Dresden, Germany, 2019.
- [13] OBERMEIER, F., SCHUMACHER, M., BARTH, S., KARLINGER, P., SCHEMME, M., MICHANICKL, A.: Thermoplastische Holzfaservliese für Hybridverbunde (Thermoplastic Wood Fibre Fleece for Hybrid Composites), 13. Holzwerkstoffkolloquium, Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD), Dresden, 2019.
- [14] OBERMEIER, F., SCHUMACHER, M., BARTH, S., KARLINGER, P., SCHEMME, M., MICHANICKL, A.: Thermoplastische Hybridverbunde mit Holzfaserverstärkung (Thermoplastic Hybrid Composites with Wood Fibre Reinforcement). Internationale Fachtagung 26. Technomer (International Technomer Symposium), TU Chemnitz, Chemnitz, 2019.
- [15] OBERMEIER, F., SCHUMACHER, M., BARTH, S., KARLINGER, P., SCHEMME, M., MICHANICKL, A.: Thermoplastische Hybridverbunde mit Holzfaserverstärkung, Forschungsbericht 2019, Technische Hochschule Rosenheim, 2019.
- [16] BARTH, S., VEGA, J., FUENTEALBA, C., MICHANICKL, A.: Fiber Insulation Materials from Eucalyptus Bark Fibers – First Results, Pro Ligno, 14, 4, 3-8, 2018.

- [17] MICHANICKL, A., SCHEMME, M.; KARLINGER, P.: Sustainable processes and materials for light-weight construction based on wood, Proceedings of the 5th International Conference on Processing Technologies for the Forest and Bio-based Products Industries (PTF BPI 2018) Freising/Munich, September 20-21, 2018
- [18] MICHANICKL, A., BARTH, S., VEGA, J., FUENTEALBA, C.: Fibre Insulation Materials from Eucalyptus Bark Fibres – First Results. 5th International Conference on Processing Technologies for Forest and Bio-based Industries (PTF BPI 2018), Sept. 20 – 21 September, Freising, 2018.
- [19] BARTH, S., MICHANICKL, A.: Möglichkeiten zur Optimierung der Herstellung von Holzfaserdämmstoffen (Possibilities to Optimize the Production of Wood Fibre Insulation Materials). 3. Kooperationsforum Holz als neuer Werkstoff, Anwendungen und Materialien (Cooperation forum: Wood as a New Material, Uses and Materials), Bayern Innovativ, 22 November, Regensburg (Salzstadel), Germany, 2018.
- [20] MICHANICKL, A.: Neue Ansätze zur Herstellung von holzfaserbasierten Werkstoffen und mögliche Einsatzgebiete, 12. Holzwerkstoffkolloquium – IHD Dresden, 14. und 15. Dezember 2017
- [21] MICHANICKL, A.: HDF-Developments – Ensuring Quality to Meet The Global Standards, China Laminate Flooring Symposium, 6th-7th March. Beijing, China. (2000)
- [22] MICHANICKL, A. und C. BOEHME: Recycling von MDF und daraus hergestellten Produkten. MDF-Magazin. Pages 52 - 59. DRW-Verlag. (1997)
- [23] MICHANICKL, A.: Recycling of Laminated Boards, Tappi Asian International Laminates Symposium. Hong Kong, China. (1997)
- [24] MICHANICKL, A. und C. BOEHME: Wiedergewinnung von Spänen und Fasern aus Holzwerkstoffen. HK Holz und Kunststoffverarbeitung. Pages 50 – 55. (1996)
- [25] MICHANICKL, A. und B. DIX: Refuse Furniture and Waste Paper as Raw Material for Wood Based Panels. International Conference on Progress in Forest Products Research. Göttingen, Germany. (1995)
- [26] MICHANICKL, A.: Recovery of Fibres and Particles from Wood Based Products. IUFRO XX World Congress. Tampere, Finland. (1995)