

Entwicklung von Verfahren und Additivkombinationen zur Herstellung VOC-minimierter Faserplatten

Development of Processes and Additive Combinations for the Production of VOC-minimised Fibreboards

Projektleiter

Project leader:

Dr. Martin Fischer

Projektbearbeiter

Persons in-charge:

Dr. Martin Fischer

Fördermittelgeber

Co-funded by:

BMW i (INNO-KOM-OST)

Holzfaserdämmstoffe werden als ökologische Bauprodukte vor allem für die Wärmedämmung eingesetzt. Die Herstellung erfolgt vorwiegend aus Kiefernholz, untergeordnet kommen auch andere Holzarten, z. B. Pappel- und Fichtenholz, zum Einsatz. Die Herstellung des Faserstoffes geschieht durch Holzaufschluss bei Temperaturen um 160 °C und einer Zerfaserung der plastifizierten Hackschnitzeln im Refiner. Danach wird der Faserstoff getrocknet, beleimt und zur Dämmstoffmatte verpresst.

Das Trockenverfahren kommt gegenüber dem Nassverfahren mit ca. 40 % an thermischer Energie aus, führt jedoch zu höherer Retention an niedermolekularen, teils flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Dominierend ist hierbei das Zuckerabbau-Produkt Furfural, das als toxisch und kanzerogen (EU: carc. 2; Gefahrenhinweis: Kann vermutlich Krebs erzeugen) eingestuft ist.

Als Richtwert I (Vorsorgerichtwert) für Innenräume gelten 0,01 mg/m³ (Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 4 2011), was dem NIK-Wert des AgBB-Schemas (Stand 2016 und 2018) von 10 µg/m³ entspricht.

Ziel des Projektes war es zunächst, das Auftreten und damit die Emission von Furfural im Endprodukt durch inhibierende Zusatzstoffe abzusenken. Weiterhin sollte untersucht werden, inwieweit eine chemische oder physikalische Bindung des Furfurals im Endprodukt zu einer zusätzlichen Emissionsminderung führt.

Wood fibre insulating materials are used as ecological building products, especially for thermal insulation. They are mainly manufactured from pine wood, but other wood species, such as poplar and spruce, are also used to a lesser extent. The fibre material is produced by pulping the wood at temperatures at around 160 °C and defibrating the plasticized wood chips in the refiner. The pulp is then dried, glued and pressed into an insulating mat.

Compared to the wet process, the dry process requires about 40 % of thermal energy, but leads to higher retention of low-molecular, partly volatile organic compounds (VOC). The dominant product is the sugar degradation product furfural, which is classified as toxic and carcinogenic (EU: carc. 2; hazard warning: may probably cause cancer).

The guideline value I (precautionary guideline value) for indoor rooms is 0.01 mg/m³ (Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 4 2011), which corresponds to the NIK value of the AgBB scheme (as per 2016 and 2018) of 10 µg/m³.

The aim of the project was initially to reduce the occurrence and thus the emission of furfural in the end product by inhibiting additives. Furthermore, it was to be investigated to what extent a chemical or physical binding of furfural in the final product leads to an additional emission reduction.

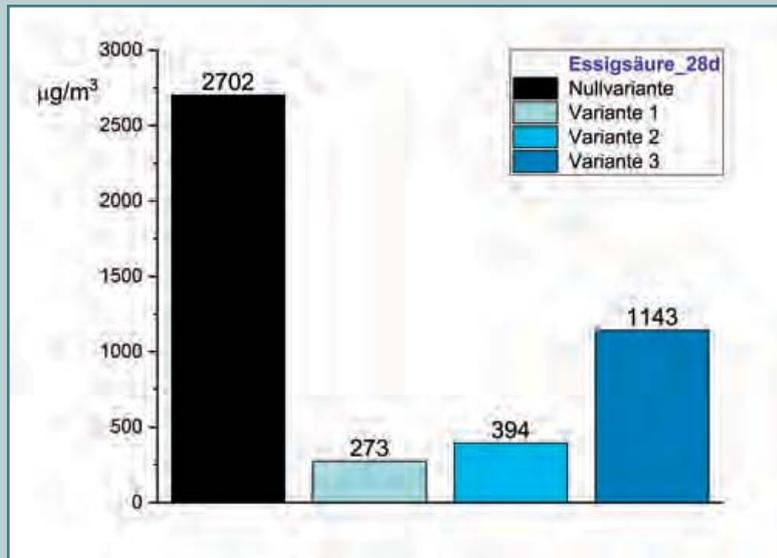


Abb. 1: Ausgleichskonzentration an Essigsäure bei Kammerprüfung gemäß DIN EN 16516 (01/2018)

Fig. 1: Equilibrium concentration of acetic acid in chamber test according to DIN EN 16516 (01/2018)

Eine wichtige Bedingung ist, dass keiner der verwendeten Zusatzstoffe zu gesundheitlichen Risiken bei der Verwendung des Produktes führen sollte. Ebenso dürfen bei industrieller Anwendung keine technologischen Risiken entstehen.

Im Projekt wurden verschiedene Säure bindende Zusätze beim Holzaufschluss erprobt. In Abhängigkeit von Art und Mengen führte dies zu abnehmenden Gehalten und Emissionen an Furfural, aber auch zunehmender Freisetzung von Essigsäure sowie Aldehyden und Säuren aus der Fettsäureoxidation. Durch Erhöhung des pH-Wertes wird aus Acetylgruppen zunehmend Essigsäure abgespalten, andererseits auch als Acetat an der Emission gehindert, so dass sich ein Optimum in der Ausgleichskonzentration bei Kammerprüfung gemäß DIN EN 16516 (01/2018) zeigt (Abb. 1). Formaldehyd wird dagegen unter basischen Bedingungen

An important condition is that none of the additives used should lead to health risks when using the product. Likewise, no technological risks must arise in industrial applications.

In the project, various acid-binding additives were tested during wood pulping. Depending on the type and quantities, this led to decreasing contents and emissions of furfural, but also to increasing releases of acetic acid as well as aldehydes and acids from fatty acid oxidation. By increasing the pH value, acetic acid is increasingly split from acetyl groups, on the other hand it is also prevented from emitting as it is fixed as acetate salt, so that an optimum is shown in the equilibrium concentration in chamber tests according to DIN EN 16516 (01/2018) (Fig. 1). Formaldehyde, on the other hand, is effectively removed under alkaline conditions by disproportionation, which led to a reduction of the

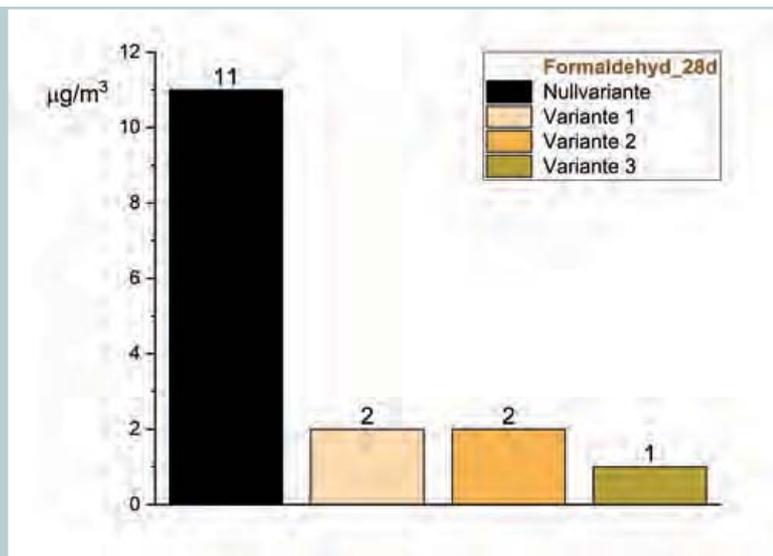


Abb. 2: Ausgleichskonzentration an Formaldehyd bei Kammerprüfung gemäß DIN EN 16516 (01/2018)

Fig. 2: Equilibrium concentration of formaldehyde in chamber test according to DIN EN 16516 (01/2018)

effektiv durch Disproportionierung beseitigt, was zu einer Absenkung der Emission in den Bereich der Nachweisgrenze führte (Abb. 2). Durch Optimierung und zusätzliche Maßnahmen wurde letztlich eine Verfahrensmodifikation erarbeitet, die die Gewinnung von Holzfaserdämmstoff im Technikumsmaßstab gestattet, der nach 28 Tagen Prüfdauer das AgBB-Schema erfüllt (Abb. 3). Partikuläre physikalische Additive sind für eine Anwendung im Fertigprodukt ungeeignet, da sie sich nicht hinreichend gut verteilen lassen. Vergleichende Untersuchungen mit einer Gasanalyseapparatur zeigten eine Reduktion der Emission an Furfural bis zu 90 % bei in gelöster Form aufgetragenen Fängersubstanzen.

emission into the range of the detection limit (Fig. 2).

Through optimisation and additional measures, a process modification was finally developed which allows the production of wood fibre insulating material on a pilot plant scale which complies with the AgBB scheme after 28 days of testing (Fig. 3).

Particulate physical additives are unsuitable for use in the finished product because they cannot be distributed sufficiently well. Comparative investigations with a gas analysis apparatus showed a reduction of furfural emission of up to 90% for scavengers applied in dissolved form.

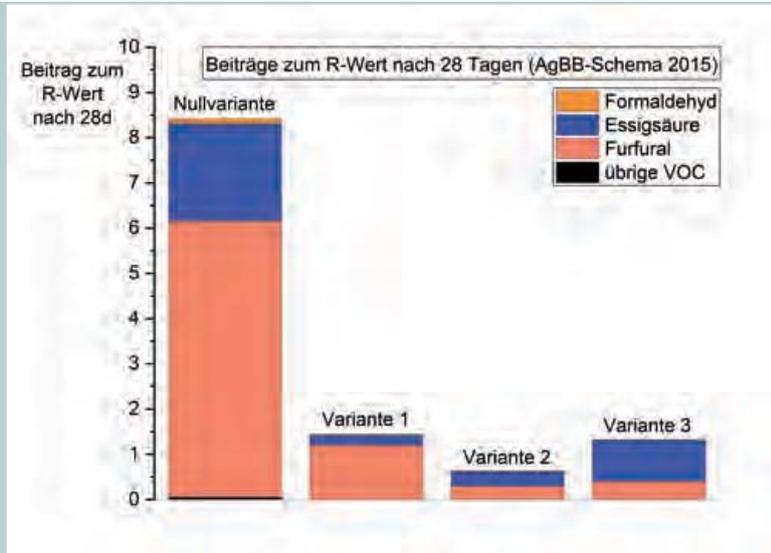


Abb. 3: Mit dem AgBB-Schema (2015) berechnete Beiträge zum R-Wert nach 28 Tagen Kammerprüfung gemäß DIN EN 16516 (01/2018)

Fig. 3: Contributions to the R-value calculated with the AgBB scheme (2015) after 28 days of chamber testing according to DIN EN 16516 (01/2018)

Die oxidative Beseitigung von Furfural gelang dagegen nicht, was vermutlich auf konkurrierenden Reaktionen mit dem Lignin beruht. Es wird erwartet, dass die Projektergebnisse auch zur Lösung auftretender Emissionsprobleme in der industriellen Fertigung anderer Holzwerkstoffe genutzt werden können.

In contrast, the oxidative removal of furfural did not succeed, which is probably due to competing reactions with the excess of lignin.

It is expected that the project results can also be used to solve emission problems occurring in the industrial production of other wood-based materials.