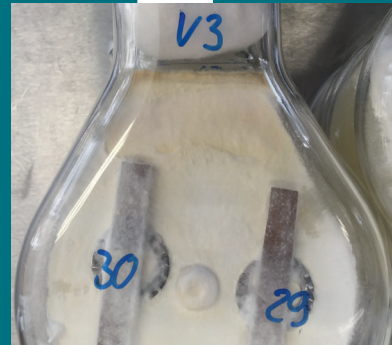


# Einfluss der Bewitterung auf die biologische Alterung von WPC



Christian Brischke, Holger Miltz, Kim Christian Klein, Thomas Kilian, Johann Erath,  
Thomas Hochrein, Martin Bastian

SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Herausgeber)

# **Einfluss der Bewitterung auf die biologische Alterung von WPC**

1. Auflage



SKZ – Forschung und Entwicklung

**SKZ – Das Kunststoff-Zentrum (Hrsg.)**

**Einfluss der Bewitterung auf die biologische Alterung  
von WPC**

Shaker Verlag  
Düren 2021

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Autoren:

Dr. Christian Brischke  
Prof. Dr. Holger Militz  
Dr. Kim Christian Klein  
Thomas Kilian  
Dr. Johann Erath  
Dr. Thomas Hochrein  
Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7873-2

ISSN 2364-754X

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren  
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9  
Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Danksagung**

Das Vorhaben 18950 N der Forschungsvereinigung Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e.V. (FSKZ) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die Forschungsstelle SKZ – KFE gGmbH sowie die Abteilung Holzbiologie und Holzprodukte der Georg-August-Universität Göttingen danken dem BMWi und der AiF für die Förderung sowie der Forschungsvereinigung und den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses für die Unterstützung bei der Durchführung des Forschungsvorhabens.

Allen beteiligten SKZ Wissenschaftlern, den Mitarbeitern der SKZ Labore und Technika sowie den studentischen Mitarbeitern sei für Ihren großen Einsatz und Ihr Engagement gedankt.



## **Kurzfassung**

Das Alterungsverhalten von WPC ist bisher noch nicht vollständig verstanden. Unter beschleunigten Laborbedingungen ergeben sich andere Alterungsauswirkungen als unter realen Einsatzbedingungen im Freien. Es wird vermutet, dass bei der Alterung im Freien eine biologische Belastung durch Pilze zum Tragen kommt. Ziel des Projekts war deshalb eine Labormethode zu entwickeln, mit welcher eine realistische und beschleunigte Alterung von WPC-Werkstoffen realisiert werden kann.

Es wurden verschiedene kommerzielle sowie selbst hergestellte WPC-Werkstoffe im Freiland bodennah und -fern für bis zu 18 Monate in Göttingen exponiert und in 6 Monats-Intervallen nachfolgenden unterschiedlichen Prüfungen zur Bestimmung der biologischen Dauerhaftigkeit gegenüber holzzerstörenden Pilzen unterzogen.

Mit Voralterungsmethoden im Labor sollte versucht werden Schädigungen zu erzeugen, mit denen ein Pilzbefall ermöglicht wird und eine Freibewitterung realitätsnah nachgestellt werden kann. Es wurden 4 verschiedene Alterungsmethoden untersucht, bei denen der Klima-Wechsel-Test mit vorgeschalteter Wasserlagerung die realistischsten und größten Alterungseffekte erzeugte.

Anschließend an die Freibewitterung und die Laborvoralterung wurde die Beständigkeit gegen braun- und weißfäuleerregende Pilze sowie gegen Moderfäulepilze geprüft. Es wurde festgestellt, dass sich der Feuchtegehalt im WPC negativ auf die Mechanik auswirkte und den Einfluss eines Pilzbefalls überwog. Es wurde deutlich, dass ein Abbau von Holzsubstanz im WPC stattfand, dieser wirkte sich aber weniger stark auf die Mechanik aus als durch die Feuchteerhöhung. Es zeigte sich zudem, dass die Voralterungen im Labor und im Freien keinen signifikanten Einfluss auf Masseverluste und mechanische Kennwerte bei der biologischen Prüfung bewirkten. Zusätzlich wurde die Resistenz gegen Schimmelbewuchs vergleichend nach zwei Prüfverfahren untersucht. Die Inkubationskammer-Methode war dabei der Agarplattenmethode vorzuziehen.





## **Abstract**

The aging behavior of WPC is not yet fully understood. There are different aging effects under accelerated laboratory conditions than under real outdoor conditions. It is assumed that aging in the open air is influenced by biological stress caused by fungi. The aim of the project was therefore to develop a laboratory method with which a realistic and accelerated aging of WPC materials can be realized.

Various commercial and self-manufactured WPC materials were exposed outdoors near and far from the ground for up to 18 months in Göttingen and subjected to different tests at 6-month intervals to determine their biological durability against wood-destroying fungi.

Pre-aging methods in the laboratory were used in an attempt to produce damage that would allow fungal attack and to simulate outdoor weathering. Four different aging methods were investigated, in which the climate change test with upstream water storage produced the most realistic and greatest aging effects.

After the outdoor weathering and laboratory pre-aging, resistance to brown rot, white rot and mildew fungi was tested. It was found that the moisture content in the WPC had a negative effect on the mechanical properties and outweighed the influence of fungal attack. It became clear that there was a degradation of wood substance in the WPC, but this had less effect on the mechanics than the moisture increase. It was also found that pre-aging in the laboratory and outdoor did not significantly affect mass loss and mechanical properties in the biological test. In addition, the resistance to mold growth was comparatively investigated after two test procedures. The incubation chamber method was preferred to the agar plate method.



**Inhaltsverzeichnis**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                                       | <b>I</b>  |
| <b>1 Einleitung.....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1 Anlass für Forschungsvorhaben.....                                | 3         |
| 1.2 Problemstellung.....  | 3         |
| 1.3 Zielsetzung.....  | 3         |
| <b>2 Stand der Technik.....</b>                                       | <b>5</b>  |
| 2.1 Biologische Alterung von WPC .....                                | 6         |
| 2.1.1 Einfluss der WPC-Rezeptur und der Verarbeitung .....            | 6         |
| 2.1.2 Einfluss der Bewitterung .....                                  | 7         |
| <b>3 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels .....</b>          | <b>12</b> |
| <b>4 Durchgeführte Arbeiten und Diskussion der Ergebnisse .....</b>   | <b>14</b> |
| 4.1 Materialauswahl, Profil- und Probekörperherstellung.....          | 14        |
| 4.1.1 Compoundieren und Profilextrusion .....                         | 15        |
| 4.1.2 Spanende Herstellung der Probekörper .....                      | 18        |
| 4.2 Grundcharakterisierung .....                                      | 18        |
| 4.2.1 Drei-Punkt-Biegeversuch .....                                   | 19        |
| 4.2.2 Farbmessung.....  | 23        |
| 4.3 Freilandbewitterung .....   | 26        |
| 4.4 Beschleunigte Alterung im Labor.....                              | 27        |
| 4.4.1 Nass-Trocken-Zyklus-Test.....                                   | 27        |
| 4.4.2 Klima-Wechsel-Test mit vorgeschalteter Kochwasserlagerung ..... | 34        |
| 4.4.3 Klima-Wechsel-Test mit vorgeschalteter Wasserlagerung .....     | 41        |
| 4.4.4 Laborbewitterung .....  | 48        |
| 4.4.5 Vergleich der Labor-Alterungs-Methoden .....                    | 55        |
| 4.5 Untersuchung der biologischen Dauerhaftigkeit .....               | 63        |
| 4.5.1 Zielsetzung .....   | 63        |
| 4.5.2 Material und Methoden .....                                     | 64        |
| 4.5.3 Ergebnisse.....   | 85        |

---

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.5.4    | Folgerungen .....                                      | 138        |
| 4.6      | Einsatzpunkt der biologischen Alterung .....           | 139        |
| 4.6.1    | Zielsetzung .....                                      | 139        |
| 4.6.2    | Material und Methoden .....                            | 141        |
| 4.6.3    | Ergebnisse .....                                       | 147        |
| 4.6.4    | Folgerungen .....                                      | 155        |
| 4.7      | Verfolgen und Bewerten der biologischen Alterung ..... | 156        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                           | <b>159</b> |
| <b>6</b> | <b>Literatur .....</b>                                 | <b>162</b> |