

# Forschungsbericht: Langzeitverhalten Epsilon

## Allgemeine Zusammenfassung

Untersuchung des Langzeitverhaltens der Degradation des Emissionsvermögens von Baustoffen mit vermindertem Emissionsvermögen aufgrund von künstlicher und natürlicher Alterung



## Langzeitverhalten Epsilon – Abschlussbericht

<b>Thema</b>	Untersuchung des Langzeitverhaltens der Degradation des Emissionsvermögens von Baustoffen mit vermindertem Emissionsvermögen aufgrund von künstlicher und natürlicher Alterung
<b>Kurztitel</b>	Langzeitverhalten Epsilon
<b>Auftraggeber</b>	Deutsches Institut für Bautechnik Kolonnenstr. 30 L 10829 Berlin
<b>Forschungsstellen</b>	Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München Lochhamer Schlag 4 82166 Gräfelfing  ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim
<b>Projektleitung</b>	Dr.-Ing. Martin H. Spitzner (FIW München) Dipl.-Phys. Norbert Sack (ift Rosenheim)
<b>Bearbeitung</b>	Dipl.-Ing. (FH) Holger Simon (FIW München) Dipl.-Phys. Johannes Cammerer (FIW München) Dipl.-Phys. Christine Lux (ift Rosenheim)

Gräfelfing, März 2012



## Zusammenfassung

In letzter Zeit drängen zahlreiche Bauprodukte auf den Markt, die zur Verbesserung der wärmeschutztechnischen Eigenschaften niedrigemittierende Folien oder Beschichtungen einsetzen, je nach Produkt an der Produktoberfläche und/oder im Inneren des Produkts. Die Alterung der niedrigemittierenden Eigenschaft, die „Abdeckung“ z.B. durch Staub und der Einfluss dieser Effekte auf den Emissionsgrad, sowie die geeigneten Prüfverfahren sind noch nicht ausreichend bekannt, um Bemessungswerte für den langjährigen Zustand angeben zu können.

Im Rahmen des Vorgängervorhabens „Alterung Epsilon“ wurde der Einfluss einiger Effekte auf die Dauerhaftigkeit des verminderten Emissionsgrades von Baustoffen ermittelt. Dabei wurden im Labor Alterungen durch UV-Belastung, Wechselklima und nach den Beurteilungsgrundlagen der EOTA durchgeführt. Des Weiteren wurden Probekörper in einem Freibewitterungsstand eingebaut. Die Messergebnisse zeigen, dass nur extreme Belastungen zu einer Änderung des Emissionsgrades führen.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde im Speziellen der Einfluss von unterschiedlichen künstlichen Alterungsverfahren über einen längeren Zeitraum untersucht, um abhängig von der Einbausituation ein möglichst realitätsnahes Alterungsverfahren beschreiben zu können.

Die Alterung im Wechselklima wurde in dieser Arbeit gegenüber dem Vorgängervorhaben verschärft, indem die Anzahl der 12-stündigen Temperaturzyklen von 70 im Vorgängervorhaben auf 336 in dieser Arbeit fast verfünffacht wurde. Die untersuchten Probekörper zeigten trotz der erhöhten Belastung keine messbare Änderung des Emissionsgrades, während im Vorgängervorhaben 5 Proben mit einem erhöhten Emissionsgrad auf die Belastung reagiert haben.

Die Alterung nach den Beurteilungsgrundlagen der EOTA wurde in dieser Arbeit gegenüber dem Vorgängervorhaben verschärft, indem die Belastungsdauer von 28 Tage im Vorgängervorhaben auf ca. 7 Monate in dieser Arbeit verlängert wurde. Bei drei von 24 Proben hat die extreme Belastung eine Erhöhung des Emissionsgrades bewirkt. Bereits im Vorgängervorhaben hat sich gezeigt, dass die IR-aktiven Folien einer Belastung nach den Beurteilungsgrundlagen der EOTA standhalten.

Dieses Alterungsverfahren ist mittlerweile auch in den Normenentwurf DIN EN 16012 eingearbeitet worden. Das Verfahren stellt ein einfach durchzuführendes Belastungs- bzw. Alterungsverfahren dar. Mit Hilfe dieses Verfahrens soll ein Mindestmaß an Dauerhaftigkeit beim Emissionsgrad IR-aktiver Produkte sichergestellt werden. Die Untersuchungen dieser und der vorangegangenen Forschungsarbeit haben gezeigt, dass die getesteten Produkte der Belastung widerstehen und der Emissionsgrad weitgehend stabil bleibt. Um an die Dauerhaftigkeit des Emissionsgrades auch bei zukünftigen Produkten eine Mindestanforderung zu stellen, scheint dieses einfach zu handhabende Testverfahren, auch unter praktischen Aspekten, geeignet.

Im Rahmen der aktuellen Forschungsarbeit wurden auch Proben in zwei reale Dächer eingebaut, um eine Vergleichsmöglichkeit zu erhalten, in wie weit sich die Alterung in einem realen Dach und der „geschützten“ Freibewitterung aus den Untersuchungen ähneln. Die Staubablagerung, die auch in „geschützter“ Freibewitterung aufgetreten ist, führte nach einem Jahr im realen Dach zu keiner Veränderung des Emissionsgrades. Wie auch schon im Vorgängervorhaben festgestellt, wird durch eine dünne Staubschicht der Emissionsgrad im Rahmen der Messunsicherheit nicht beeinflusst. Der Einfluss von dickeren Ablagerungen wurde hier nicht untersucht. Es ist aber zu vermuten, dass mit zunehmender Dicke der Ablagerungen diese einen Einfluss auf den Emissionsgrad der Folien erlangen.

Wie bereits im vorangegangenen Forschungsvorhaben wurden die Probekörper aus der aktuellen Arbeit einer UV-Belastung ausgesetzt. Die Belastungsdauer wurde von 14 auf 27 Tage verlängert. 4 von 16 Proben zeigten unter dieser starken Belastung eine Erhöhung des Emissionsgrades. Eine Probe wurde durch die UV-Bestrahlung stark beschädigt.

Mit Hilfe der ATR-Spektroskopie wurden die Proben aus beiden Forschungsvorhaben untersucht. Die ATR Spektroskopie bietet bei bekannten Referenzspektren eine geeignete Messmethode, um die Schutzschichten oberhalb der IR-aktiven Schicht zu charakterisieren und die Probekörper in Gruppen entsprechend ihrer Schutzschichten und Emissionsgrade zusammenzufassen. Es hat sich gezeigt, dass eine Gruppe Probekörper aus dem vorangegangenen Forschungsvorhaben nicht für Anwendungen in der Kategorie I (Außenbereich, z. B. unter Dacheindeckung) geeignet ist bzw. mit einem erhöhten Emissionsgrad auf die Belastung durch Feuchte und Temperaturwechsel reagiert.



Die Auswirkung einer Erhöhung des Emissionsgrades auf den R- bzw. U-Wert einer Konstruktion wurde an vier Beispielen untersucht. Es wurden der Wärmedurchlasswiderstand (R) bzw. der Wärmedurchgangskoeffizient (U) für zwei Dächer mit Foliendämmung, der zusätzliche Wärmedurchlasswiderstand ( $\Delta R$ ) eines geschlossenen Rollladens mit Luftschicht zwischen Rollladen und Fenster und der U-Wert eines Rollladenkastens mit IR-reflektierender Kaschierung jeweils mit einem neuwertigen und gealterten Emissionsgrad bestimmt.

Die Erhöhung des Emissionsgrades der Foliendämmung führt bei den Bauteilen Dach zu einer Verringerung des Wärmedurchlasswiderstandes der Konstruktionen. Die Höhe der Änderung ist abhängig vom Dämmniveau des Bauteils. Bei einem, z. B. durch Zusatzdämmung, besser gedämmten Dach fällt die Änderung des Emissionsgrades der Foliendämmung wenig ins Gewicht. Bei einem Dach hingegen, dessen Dämmung weitgehend auf einer Reduktion des Strahlungswärmeverlustes basiert, wirkt sich eine Änderung des Emissionsgrades deutlicher auf den Wärmedurchlasswiderstand oder U-Wert der Konstruktion aus. Im untersuchten Fall betrug die Verringerung des Wärmedurchlasswiderstandes 6 Prozent bei einem nach außen gerichteten Wärmestrom (Winter) und 11 Prozent bei umgekehrtem Wärmestrom (Sommer).

Bei einem mit einer IR-reflektierenden Beschichtung versehenen Rollladen verringert sich der zusätzliche Wärmedurchlasswiderstand durch eine Erhöhung des Emissionsgrades der Beschichtung. Der auch als „temporärer Wärmeschutz“ bezeichnete zusätzliche Wärmedurchlasswiderstand des geschlossenen Rollladens mit der Luftschicht zwischen Rollladen und Fenster verringert sich im untersuchten Fall um 12 bzw. 14 Prozent, abhängig von der Luftdurchlässigkeit des Abschlusses.

Auf den U-Wert des Rollladenkastens hat die Kaschierung der Dämmung im Rollraum und deren Emissionsgrad einen verhältnismäßig kleinen Einfluss, da der Wärmeverlust des Kastens im wesentlichen von seiner Geometrie und den Wärmeleitfähigkeiten seiner Komponenten bestimmt wird. Im untersuchten Fall führte die Erhöhung Emissionsgrades zu einem um zwei Prozent größeren U-Wert des Kastens.

Im Folgenden werden die wesentlichen Erkenntnisse für die untersuchten Produkte stichpunktartig zusammengefasst:

- Änderungen im Emissionsgrad durch die durchgeführten Alterungen treten wie auch schon im vorangegangenen Forschungsvorhaben nur vereinzelt auf.
- Eine starke Alterung des Emissionsgrades, bis hin zur Zerstörung der Proben, ergäbe sich aus der „ungeschützten“ Freibewitterung. Diese Belastung entspricht aber nicht der regelmäßigen Verwendung der getesteten IR-reflektierenden Produkte.
- Der Einfluss einer dünnen Staubschicht auf den Emissionsgrad ist vernachlässigbar.
- Ein allgemeingültiges Schnelltestverfahren, das eine exakte Vorhersage über die Alterung des Emissionsgrades erlaubt, wurde nicht gefunden. Allerdings gibt die durchgeführte ATR-Spektroskopie Hinweise, dass eine Einteilung der Eigenschaften der untersuchten Produkte über die Art der äußeren Schutzschicht möglich wäre. Hier besteht noch Klärungsbedarf.
- Der Emissionsgrad der getesteten Produkte hat sich als sehr robust erwiesen. Nur sehr starke Belastungen haben zu einer Erhöhung desselben geführt. Daher sind die Verfasser der Meinung, dass ein allgemeingültiges Schnelltestverfahren zur exakten Vorhersage des Alterungsverhaltens IR-reflektierender Produkte nicht notwendig ist und geben folgende Empfehlungen:
  - Das in prEN16012 genannte Verfahren zur Konditionierung / Alterung stellt ein einfach durchzuführendes Belastungs- bzw. Alterungsverfahren dar. Mit Hilfe dieses Testverfahrens werden Mindestanforderungen an die Dauerhaftigkeit des Emissionsgrades IR-aktiver Produkte gestellt. Es wird empfohlen an dieser Mindestanforderung festzuhalten.
  - Die in prEN 16012, Tabelle 2, genannten Nennwerte für die gealterten Produkte sind, mit Ausnahme der Aluminiumfolie, erheblich zu niedrig. Die genannten Werte in Höhe von  $\epsilon = 0,05$  entsprechen Produkten mit einem sehr niedrigen Emissionsgrad. Die Verfasser schlagen vor, die Tabelle zu streichen.
  - Der Bemessungswert für den Emissionsgrad eines Produktes mit IR-reflektierender Eigenschaft kann in Anlehnung an DIN V 4108-4 aus dem 1,2-fachen des Nennwertes ermittelt werden.





**Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München**

Lochhamer Schlag 4

82166 Gräfelfing

Telefon +49 (0) 89 8 58 00-0

Telefax +49 (0) 89 8 58 00-40

E-Mail: [info@fiw-muenchen.de](mailto:info@fiw-muenchen.de)

<http://www.fiw-muenchen.de>



**ift** Rosenheim

Theodor-Gietl-Str. 7-9

83026 Rosenheim

Telefon +49 (0) 8031 261-0

Telefax +49 (0) 8031 261-290

E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)

<http://www.ift-rosenheim.de>