

Entzündung von ökologischen und biogenen Dämmstoffen durch Blitzströme

Inflammation of ecological and biogenic thermal insulation materials caused by lightning currents

Stefan Jugelt*¹, Michael Rock*², Fachgebiet Blitz- und Überspannungsschutz, Technische Universität Ilmenau, Deutschland

Thomas Engel, Haya Olabi, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, TUM School of Engineering and Design, Technische Universität München, Deutschland

Björn Maiworm, Branddirektor, Kreisverwaltungsreferat Branddirektion, Einsatzvorbeugung, Stabstelle Forschung, Innovation im Vorbeugenden Brandschutz, Landeshauptstadt München, Deutschland

Josef Birkel, Normung und Standards, DEHN SE, Neumarkt i.d.OPf., Deutschland

*¹stefan.jugelt@tu-ilmenau.de, *²michael.rock@tu-ilmenau.de

Kurzfassung

Blitzschutz ist Brandschutz, diese Annahme ist insbesondere für moderne Wohn- und Geschäftsgebäude in ökologischer Bauweise von zunehmender Bedeutung. Es soll daher die Frage geklärt werden, wie sich moderne Baustoffe, insbesondere ökologische und biogene Dämmstoffe in den Dächern, Außenwänden und Fassaden von Gebäuden, bei Einwirkung energiereicher Blitzströme verhalten. Zur Untersuchung des Entzündungsverhaltens von Dämmstoffen wurden Testanordnungen aufgebaut, um zu ermitteln, ob die durch den Blitzstrom eingebrachte Energiemenge zum Glimmen oder zur Entzündung der Dämmstoffproben führt. Als typische ökologische bzw. biogene Dämmstoffe wurden Holzweichfaser, Hanf, Zellulose, Kork und Schafwolle in verschiedenen Einbauformen betrachtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Entzündungsgefahr bei Blitz maßgeblich von den Eigenschaften des Dämmstoffs und der Art des Fehlerfalls abhängt. Im Test äußere Lichtbogeneinwirkung erwies sich Hanf als leicht entzündlich, während Zellulose, Kork und bestimmte Formen der Holzweichfaser widerstandsfähig waren. Der besonders hervorzuhebende Testfall unterschrittener Trennungsabstand bzw. fehlender äußerer Blitzschutz verdeutlicht, dass die unzureichende Einhaltung des Trennungsabstandes das Brandrisiko bei Holzweichfaser, Hanf und Schafwolle signifikant erhöht. Zudem wurde gezeigt, dass ein schon geringer Blitzstrom diese Dämmstoffe in Hohlräumen mit Brandschutzbekleidung potentiell von innen entzünden kann. Der Testfall Schmelzwirkung ergab eine erhöhte Entzündungsgefahr für alle Dämmstoffe außer Kork.

Die gezielte Auswahl von Dämmstoffen und deren Einsatz in verschiedenen Gebäudebereichen besitzt demnach eine große Bedeutung für den effektiven Brandschutz bei Blitzschlag. Wirksamer Blitzschutz ist auch beim Einsatz von ökologischen, biogenen Dämmstoffen unerlässlich.

Abstract

Lightning protection is fire protection. This assumption is becoming more important, especially for modern residential and commercial buildings constructed using ecological designs. The question of how modern building materials, especially ecological and biogenic thermal insulation materials in roofs, exterior walls, and facades of buildings, behave when exposed to high-energy lightning currents therefore needs to be clarified. Test arrangements were set up to investigate the ignition behavior of insulation materials in order to determine whether the amount of energy introduced by the lightning current leads to smoldering or inflammation of the insulation samples. Soft wood fibers, hemp, cellulose, cork, and sheep's wool in various forms were considered as typical ecological and biogenic insulation materials.

The results show that the risk of ignition in the event of lightning depends largely on the properties of the insulation material and the type of fault. In the test, hemp proved to be highly flammable when exposed to external arcing, while cellulose, cork, and certain forms of soft wood fiber were resistant. The test case of insufficient separation distance or lack of external lightning protection, which is particularly noteworthy, illustrates that insufficient compliance with the separation distance significantly increases the fire risk for soft wood fiber, hemp, and sheep's wool. It was also shown that a lightning current can ignite these insulating materials from the inside even with low energy inputs in encapsulated cavities. The melting effect test case revealed an increased risk of ignition for all insulation materials except cork.

The targeted selection of insulation materials and their use in different parts of buildings is therefore of great importance for effective fire protection in the event of lightning strikes. Effective lightning protection is also essential when using ecological, biogenic insulation materials.

1 Einleitung

Eine Blitzschutzanlage hat u.a. die Aufgabe, Gebäude vor direkten Blitzeinschlägen und einem daraus resultierenden Brand zu schützen. Blitzschutz ist somit auch Teil des (vorbeugenden) Brandschutzes. Gebäude, bei denen nach Lage, Bauart oder Nutzung Blitzschlag leicht eintreten kann oder zu schweren Folgen führt, sollten mit wirksamen Blitzschutzsystemen ausgestattet sein. Blitzschutz verhindert einerseits gefährliche elektrische Stromeinwirkungen auf Menschen, Folgebrände oder Explosionen als auch den Ausfall kritischer Anlagen (z.B. Krankenhaus).

Die Brandausbreitung entlang einer Fassade stellt grundsätzlich und weltweit eines der kritischsten Brandszenarien dar. Wie katastrophal die Brandausbreitung über die Fassade von Geschoss zu Geschoss sein kann, zeigen Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit wie der Brand des Grenfell Towers 2017 in London oder der Brand in Valencia 2024. [1]

Es ist daher unerlässlich, insbesondere den Einfluss von Blitzeinwirkungen auf brennbare Baustoffe an der Fassade zu untersuchen [1], [2]. Mit den nachfolgend vorgestellten Labortests wurde daher untersucht, ob die Entzündung von Dämmstoffen, selbst bei kurzzeitiger thermischer Blitzeinwirkung, möglich ist und ob sich dabei die verschiedenen Dämmstoffe bei unterschiedlichen möglichen Mechanismen der Blitzstromeinwirkung verschieden verhalten.

Bei Standardbauten im Sinne der Bauordnungen der Länder mit in der Regel nicht hoheitlich geforderten Blitzschutz ist bei biogenen Dämmstoffen nach einem Blitzeinschlag in oder nahe einem Gebäude von mehreren Brandstellen in Hohlräumen auszugehen. Brennende Dämmstoffe in Hohlräumen nach Entzündung durch Blitzstrom stellen damit eine weitergehende Herausforderung für Einsatzkräfte dar [3].

2 Nachbildung von Fehlerfällen im äußeren Blitzschutz

Basierend auf den Installationsvorschriften für äußere Blitzschutzmaßnahmen, wie sie beispielsweise in [4] beschrieben sind, wurden vier mögliche Fehlerfälle bei vorhandenem Blitzschutzsystem abgeleitet, bei denen der abzuleitende Blitzstrom direkt mit den Dämmstoffen interagiert.

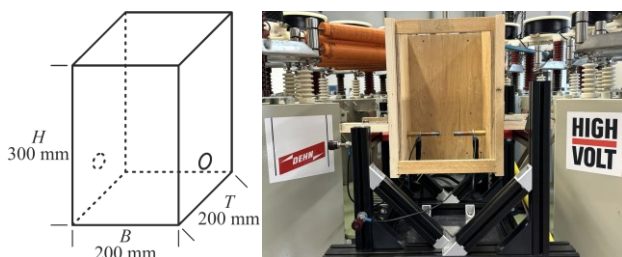


Bild 1: Testanordnung am Blitzstoßstrom-Generator (hier mit Wolfram-Elektroden)

Hierfür wurde eine einheitliche Testanordnung definiert (**Bild 1**), mit der die Fehlerfälle untersucht werden können.

Anhand dieser Tests wird ermittelt, ab welcher Energieabgabe der Blitzstromeinwirkung eine Entzündung erfolgt oder ausbleibt. Die Energiemenge wird dabei aus den gemessenen Zeitverläufen von Strom und Spannung berechnet.

2.1 Fehlender Blitzschutz / unterschrittener Trennungsabstand – Lichtbogen innen

(Versuchsbezeichnung: TA)

Beim Durchgang eines Blitzstoßstroms hoher Stromsteilheit durch einen Ableitstab tritt aufgrund von elektromagnetischer Induktion eine Potentialdifferenz zu leitfähigen Installationen in der Umgebung auf, welche ausgehend vom Potentialausgleich bzw. der gemeinsamen Erdung mit der Länge (Höhe) des Ableitstabs zunimmt. Wird der notwendige höhenabhängige Trennungsabstand zwischen Ableitstab und Installationen unterschritten, kommt es zu einem elektrischen Durchschlag dieser Isolationsstrecke, die hier aus Luft und Dämmstoff besteht. Der dann auftretende Lichtbogen geht durch den Dämmstoff hindurch und wirkt mit thermischer Strahlung und Konvektion [5], [6] innerhalb des Dämmstoffs.

Ist kein äußerer Blitzschutz installiert führt ein Blitzeinschlag zum gleichen "Fehlerfall", d.h. zum elektrischen Durchschlag der Dämmstoffschicht und damit zu einem Blitzstromlichtbogen innerhalb des Dämmstoffs. Dies ist als bislang nicht berücksichtigte Zündquelle in ansonsten durch Brandschutzbekleidungen geschützten Hohlräumen von Bedeutung – insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Brandentstehung im Hohlraum.

Die Dämmstoffproben sind für diesen Test mit einem kleinen Loch versehen, durch die ein Kupferdraht geführt wird. Dieser verdampft unmittelbar nach der Beaufschlagung mit dem Blitzstrom, wodurch ein Blitzstromlichtbogen entsteht.

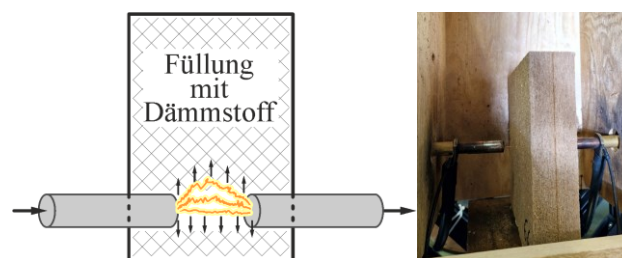


Bild 2: Nachbildung der Wirkung bei unterschrittenem Trennungsabstand bzw. fehlendem äußeren Blitzschutz – Lichtbogenwirkung im Dämmstoff

Das Prinzip und ein Beispielaufbau sind in **Bild 2** dargestellt. Als Teststrom wird der Blitzstoßstrom 10/350 μ s (positiver Erstblitzstoßstrom) genutzt. Der Scheitelwert wird so lange erhöht bis eine Entzündung auftritt.

2.2 Lichtbogeneinwirkung von außen

(Versuchsbezeichnung: LB)

Tritt innerhalb eines Ableitstabs eine Unterbrechung auf, beispielsweise durch Bruch oder durch eine lose Verbindungsklemme, so wird beim Durchgang des Blitzstroms an dieser Stelle ein Lichtbogen entstehen. Dieser Lichtbogen

wirkt, hauptsächlich durch thermische Strahlung und Konvektion [5], [6], von außen auf das Dämmstoffelement ein. Zur Nachbildung werden feststehende Elektroden mit einem Abstand von ca. 40 mm eingesetzt. Zum Zünden des Lichtbogens wird ebenfalls ein dünner Kupferdraht zwischen die Elektroden gespannt, welcher unmittelbar nach Beaufschlagung mit dem Blitzstrom verdampft. Der dann entstehende Lichtbogen wirkt von außen auf die Dämmstoffprobe, siehe **Bild 3**. Zur Stromeinprägung wird die Blitzstoßstromform 10/350 μ s (positiver Erstblitz) genutzt. Der Blitzstrom-Scheitelwert wird variiert bis eine Entzündung auftritt, jedoch maximal bis 50 kA.

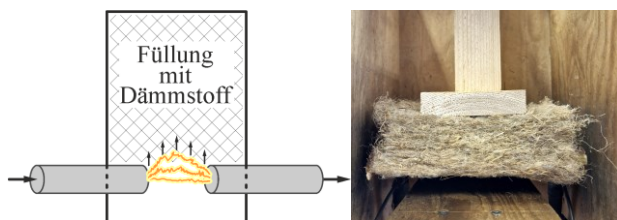


Bild 3: Nachbildung der Wirkung von Blitzstrom-Lichtbogen außen auf den Dämmstoff

2.3 Schmelzerwärmung

(Versuchsbezeichnung: SW)

Erfolgt ein Blitzeingschlag nicht wie vorgesehen in eine Fangstange, sondern in das Blech einer Bedachung oder Verkleidung, so wird das Blech am Fußpunkt des Lichtbogens (Plasmakanal des Blitzes) ggf. aufgeschmolzen. Dies tritt insbesondere bei lang andauernden Blitzströmen niedriger Amplitude, bei Blitzlangzeitströmen, auf, da hier die umgesetzte Ladungsmenge, welche zur Erwärmung des Fußpunktes führt, wesentlich höher ist als bei Blitzstoßströmen. Das aufgeschmolzene Metall kann dann als flüssige Tropfen auf den Dämmstoff treffen und dort aufgrund der gespeicherten Wärmeenergie zur Entzündung führen, siehe **Bild 4**.

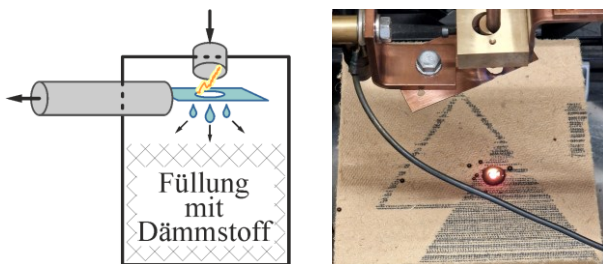


Bild 4: Nachbildung der Wirkung beim Abschmelzen eines Metallblechs und zu testendem Dämmstoff darunter

Für die Nachbildung dieses Fehlerfalls wird in den Tests ein Kupferblech (0,8 mm) verwendet, an dem durch Aufliegen einer Schweißelektrode ein Lichtbogen erzeugt wird, welcher das Blech punktuell aufschmilzt. Für die

Stromeinprägung wurde ein Gleichstrom von 400 A genutzt. Durch das Abschmelzen des Blechs verlässt der Lichtbogen nach einigen hundert Millisekunden von selbst. Der Energieeintrag wird im Nachgang aus dem Gewicht der Schmelzperlen berechnet, wobei davon ausgegangen wird, dass das Metall bis zur Schmelztemperatur erwärmt wurde und während des Abtropfens keine Energie an die Umgebung abgab.

2.4 Erwärmung des Ableitstabs

(Versuchsbezeichnung: HT)

Aufgrund des Durchgangs eines Blitzstroms durch einen Ableitstab wird dieser erwärmt. Die Erwärmung des Ableitstabes ist zunächst nicht allgemein als Fehler anzusehen. Mit diesem Test wird jedoch untersucht, ob die Endtemperatur der Leitererwärmung ausreicht, um einen biogenen Dämmstoff zu entzünden. Dieser Fall liegt vor, wenn der Ableitstab direkt durch den Dämmstoff verlegt ist, wenn die Ableitungen des äußeren Blitzschutzes verdeckt in oder hinter der Fassade installiert sind.

Der Wärmeübergang vom Ableitstab in den Dämmstoff erfolgt dabei hauptsächlich durch Konvektion. Der Strahlungsanteil ist hier aufgrund der niedrigen Temperatur ($\sim 200^\circ\text{C}$) zu vernachlässigen. Für die Versuche wird ein durchgehender homogener Rundleiter 8 mm $\varnothing$ aus V4A-Stahl eingesetzt und der Dämmstoff direkt daran anliegend bzw. umgebend befestigt, siehe **Bild 5**. Zur Erwärmung wird wieder der positive Erstblitzstoßstrom 10/350 μ s mit einem Scheitelwert von 50 kA genutzt. Entsprechend DIN VDE 0185 [7] wird davon ausgegangen, dass der Erstblitzstoßstrom den höchsten Scheitelwert (200 kA) aufweist und sich auf mindestens vier Ableitstäbe aufteilt.

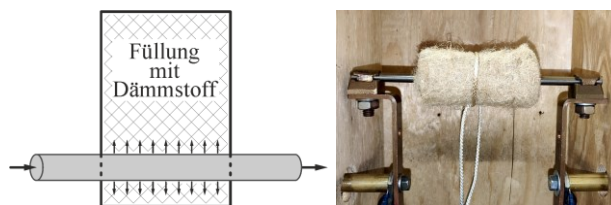


Bild 5: Nachbildung der Wirkung bei Blitzstromerwärmung eines Ableitstabs im Dämmstoff

3 Untersuchte Dämmstoff-Proben

Die nachfolgende **Tabelle 1** listet die untersuchten Proben auf. Die Auswahl erfolgt nach Materialart (Holzfaser, Hanf, etc.) und der jeweiligen Aufbereitungsform (Platte, lose, etc.) [8], [9], [10]. Je nach Testanordnung/Fehlerfall wurden ausgewählte Proben untersucht. Die Auswahl erfolgte entsprechend der real möglichen Einbaupositionen der Dämmstoffe. Für die Plattenproben wurden Muster der Größe 20 cm $\times$ 20 cm verwendet.

Tabelle 1: Untersuchte Materialproben (BK = Brandklasse) ([8] [9] [10])

Kurzbezeichnung	Produktbezeichnung	Material	Form	Dämmstoffdicke	Rohdichte	BK
HO.4	STEICO protect H dry	Holzfaser	Platte	60 mm	180 kg/m ³	E
HO.5	STEICO FLEX WLS 036	Holzfaser	Platte	40 mm	60 kg/m ³	E
HO.6	STEICO THERM WLS 040	Holzfaser	Platte	40 mm	160 kg/m ³	E

HO.7	STEICO protect H	Holzfaser	Platte	40 mm	265 kg/m ³	E
HO.8	Naturheld Wand 180 UDP-A	Holzfaser	Platte	60 mm	180 kg/m ³	E
HO.9	Naturheld Einblasdämmung	Holzfaser	Lose	—	55 kg/m ³	E
HA.1	Thermo Hanf Premium Plus	Hanf	Klemmfilz	140 mm	37 kg/m ³	E
HA.2	Hanffilz	Hanf	Steifen	10 mm	133–175 kg/m ³	E
ZE.1	Climacell "S"	Zellulose	Lose	—	55 kg/m ³	E
JU.1	Thermo Hanf Combi Jute	Jute (+ Hanf)	Klemmfilz	180 mm	39 kg/m ³	E
SA.1	Isolena Optimal	Schafwolle	Klemmfilz	30 mm	18 kg/m ³	D
KO.1	Cellco Korkdämm-Platte	Kork	Platte	60 mm	120 kg/m ³	E

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die für die unterschiedlichen durchgeführten Tests ermittelten Energiemengen dargestellt. Dabei repräsentieren schwarze Balken die maximale Energiemenge, bei der sich die jeweilige Probe nicht entzündet hat.

Rote Balken beschreiben hingegen die minimale Energiemenge, bei welcher sich eine Dämmstoffprobe entzündete.

4.1 Trennungsabstand – Lichtbogen innen

In Vorbereitung dieser Untersuchungen wurde für einzelne Proben die Durchschlagfeldstärke ermittelt. Diese liegt im Bereich von 10 kV/cm – 20 kV/cm (vgl. Luft 30 kV/cm) was sich gut mit dem Materialfaktor k_m nach DIN VDE 0185-1 [7] deckt. Beispielsweise wurden folgende Durchschlagspannungen gemessen:

Kugel-Kugel-Elektrodenanordnung: negative Blitzstoßspannung	
40 mm dicke Holzfaserplatte	74 kV – 80 kV
60 mm dicke Holzfaserplatte	76 kV – 84 kV
Spitze-Platte-Elektrodenanordnung: negative Blitzstoßspannung	
40 mm dicke Holzfaserplatte	38 kV – 59 kV
60 mm dicke Holzfaserplatte	54 kV – 67 kV

Für einen auftreffenden Blitzkanal mit einigen Megavolt am Leaderkopf stellt der Dämmstoff also keine elektrische Isolation dar. In gleicher Weise können die durch Induktion bei steilen Blitzstoßströmen auftretenden Spannungen zwischen Ableitstäben und Installationen bis zu vielen 100 kV zum Durchschlag eingebrachter Dämmstoffe führen, wenn der Trennungsabstand nicht eingehalten ist.

Die Grafik in **Bild 6** zeigt die ermittelten Energiegrenzwerte, bei denen die untersuchten Proben durch den inneren Lichtbogen entzündet wurden. Dazu wird jeweils die aufgetretene Stromamplitude angegeben.

Für die Proben ZE.1 (lose Zellulose), KO.1 (Korkplatte) und HO.9 (lose Holzfasern) konnte keine Zündenergie ermittelt werden, da die Proben durch die Druckwirkung des Lichtbogens bei dieser Stromamplitude zerstört wurden. Bei kleineren Stromamplituden trat bei diesen Proben keine Entzündung auf.

Aus **Bild 6** ist ersichtlich, dass bereits kleine Energieeinträge von einigen 100 J ausreichen, um im Fehlerfall des unterschrittenen Trennungsabstands bzw. des fehlenden äußeren Blitzschutzes, die Holzfaserdämmstoffe zu

entzünden. Diese niedrigen Energien korrespondieren mit entsprechend kleinen Stromamplituden von nur wenigen Kiloampere.

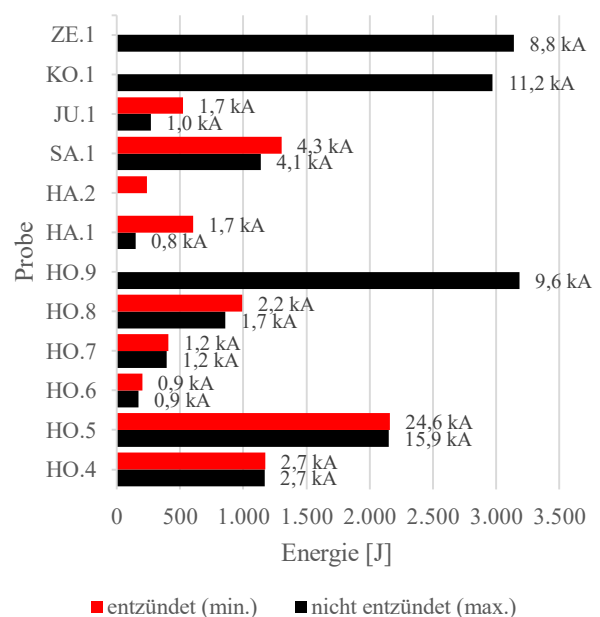


Bild 6: Ermittelter maximaler Energieeintrag (keine Entzündung) und minimaler Energieeintrag (Entzündung) für den Test unterschrittener Trennungsabstand (TA)

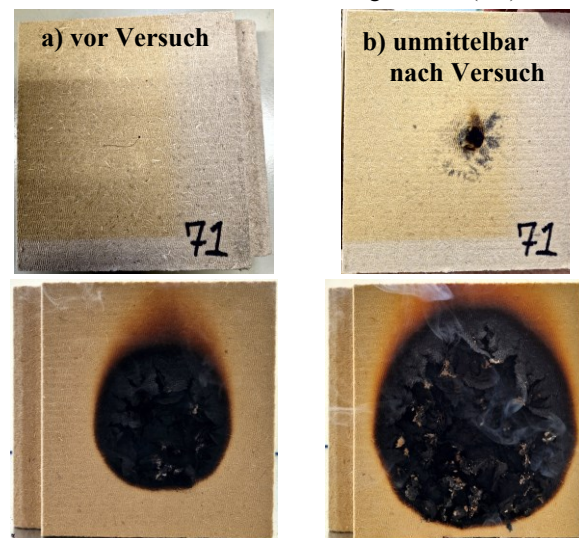


Bild 7: Probe HO.4 (Holzfaserplatte) vor und nach Versuch (Energieeintrag 1362 J 3,5 kA 10/350 µs)

Aus den Ergebnissen in **Bild 6** wird deutlich, dass in diesem Fehlerfall insbesondere Materialien mit hoher Festigkeit (Rohdichte) bereits bei kleinen Energien zur Entzündung neigen. Der Dämmstoff kann aufgrund seiner mechanischen Festigkeit dem Lichtbogendruck nicht ausweichen und der Wärmeeintrag wirkt direkt im Dämmstoff. Aufgrund der gewollt schlechten Wärmeleitfähigkeit der Dämmstoffe kann die vom Blitzstromlichtbogen eingebrachte Wärme nicht abgeführt werden und führt zur Entzündung und zum Glimmvorgang.

4.2 Lichtbogenwirkung außen

Die Auswertung der Tests zur äußeren Lichtbogenwirkung zeigt, dass hier Dämmstoffe mit hoher Festigkeit nicht entzündet werden können, siehe **Bild 8**. Im Gegensatz dazu werden Proben mit geringer Materialdichte bereits bei geringen Energieeinträgen bzw. Blitzstromamplituden entzündet.

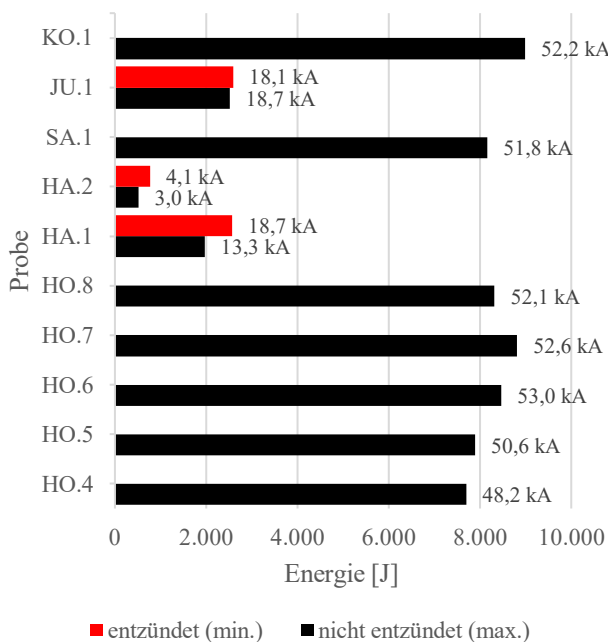


Bild 8: Ermittelter maximaler Energieeintrag (keine Entzündung) und minimaler Energieeintrag (Entzündung) für den Test Lichtbogenwirkung außen (LB)

Bei Dämmstoffen mit hoher Dichte wird der Lichtbogen an der Oberfläche durch die strömungstechnische Stoßwelle reflektiert und dringt nicht in den Dämmstoff ein. Bei Materialien mit geringer Dichte dringt der Lichtbogen jedoch in die Materialstruktur ein und der Energieeintrag führt zur Entzündung der Proben. Im Gegensatz zu den Messungen in **Abschnitt 4.1** werden die Proben jedoch sofort entzündet und brennen unmittelbar ab.

4.3 Schmelzwirkung

Die für den Versuch des abtropfenden Metalls ermittelten Energiewerte sind in **Bild 9** dargestellt. Es konnte keine definierte Energiemenge eingestellt werden, die Energiewerte wurden aus dem Gewicht der Schmelzperlen berechnet. Bei den durchgeführten Tests wurde für alle Proben,

außer KO.1 (Korkplatte), eine Entzündung des Materials im Bereich um die Liegestelle der danach gewogenen Schmelzperle festgestellt, siehe **Bild 10**. Entzündungen traten bereits bei sehr kleinen Energiemengen auf, da das flüssige Metall der Tropfen/Perlen einen zeitlich langen Energieeintrag bei hoher Temperatur hervorruft. Bei den durchgeführten Tests verlöschen die Flammen meist nach wenigen Sekunden wieder. Bei realer Einbaulage einer Dämmschicht unter einer Blechbedachung muss jedoch davon ausgegangen werden, dass durch den Wärmestau ein zerstörender Glimmvorgang eingeleitet wird.

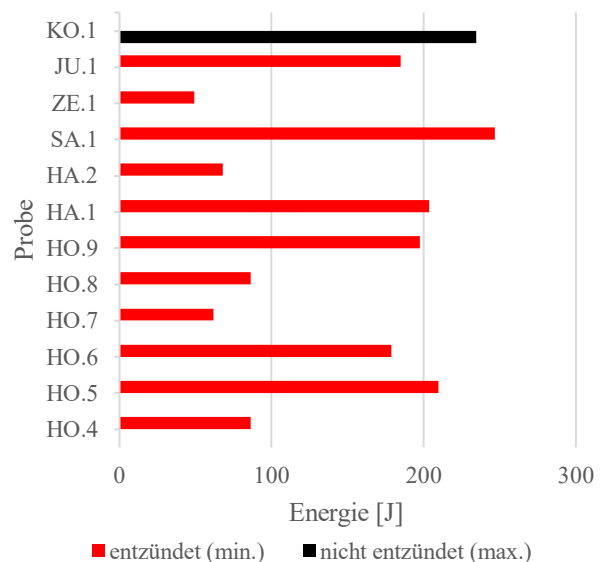


Bild 9: Ermittelter maximaler Energieeintrag (keine Entzündung) und minimaler Energieeintrag (Entzündung) für den Test Schmelzwirkung (SW)

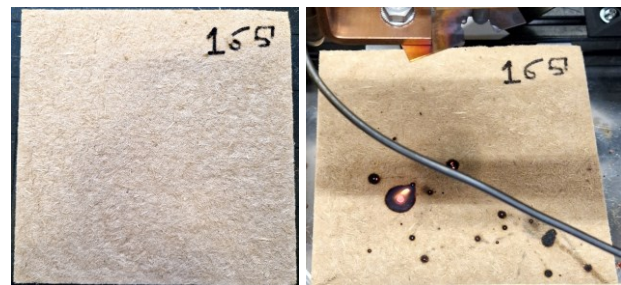


Bild 10: Probe HO.6 (Holfaserplatte) vor und nach dem Versuch (große Schmelzperle mit 178 J Energieeintrag)

4.4 Erwärmung des Ableitstabs

Aus den ermittelten Energiemengen in **Bild 11** geht hervor, dass durch die Erwärmung beim Blitzstoßstromfluss im Ableitstabs kein Dämmstoff entzündet werden kann. An den Proben selbst sind nach dem Versuch keine Veränderungen feststellbar. Die kurze Dauer der Erwärmung und die verhältnismäßig geringe Temperatur, verbunden mit einem hohen Wärmeübergangswiderstand zwischen Ableitstab und Probe, führen zu keiner Materialveränderung oder Entzündung der Proben.

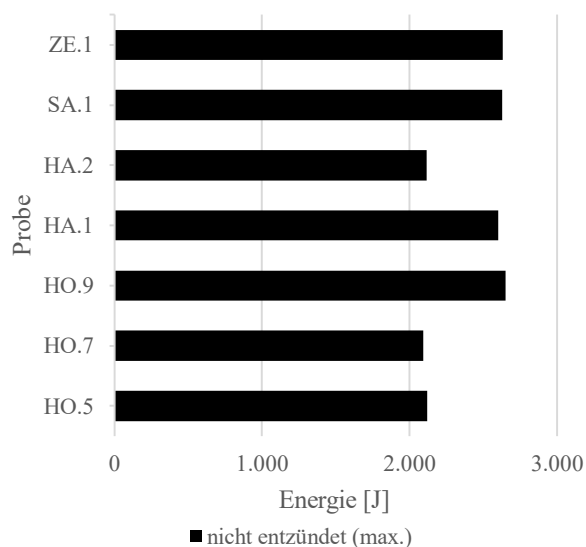


Bild 11: Ermittelter maximaler Energieeintrag (keine Entzündung) und minimaler Energieeintrag (Entzündung) für den Test Erwärmung des Ableitstabs (HT)

5 Zusammenfassung

Mit den durchgeführten Untersuchungen wird die Frage geklärt, ob für Gebäude mit modernen biogenen Dämmstoffen in Fassaden oder Dachkonstruktionen Maßnahmen zum äußeren Blitzschutz notwendig sind oder spezifisch ausgeführt werden müssen. Hierfür wurden vier Fehlerbilder abgeleitet, die im äußeren Blitzschutz prinzipiell auftreten können und bei denen die Dämmstoffe mit dem Blitzschutzsystem in Kontakt kommen. Dies ist zum einen die Stromerwärmung eines im Dämmstoff verlegten Ableitstabs (HT), zum anderen die Unterbrechung eines Ableitstabs und die damit verbundene Lichtbogenwirkung von außen auf den Dämmstoff (LB). Weiterhin wurde der Fall eines abschmelzenden Metallblechs untersucht (SW), wobei heiße Metalltropfen auf den Dämmstoff treffen. Wesentlichster Teil der Untersuchungen waren Betrachtungen zum unterschrittenen Trennungsabstand (TA) bzw. dem gleichwertigen Fehlerfall, dass kein äußerer Blitzschutz installiert ist und beim Blitzeinschlag ein Durchschlag durch den Dämmstoff auftritt.

Für die Versuchsreihe HT wurde keine Entzündung der Dämmstoffe festgestellt. Tritt eine Unterbrechung des Ableitstabs auf (LB), so werden nur Materialien mit geringer Dichte entzündet. Dämmstoffe mit hoher mechanischer Festigkeit werden hierbei nicht geschädigt.

Eine, als Folge eines Blitzlangzeitstroms, abschmelzende Blechbedachung (SW) führt bei allen Dämmstoffen außer Kork zu einer Entzündung des Dämmstoffs.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe TA zeigen insbesondere die Entzündlichkeit biogener Dämmstoffe bei Lichtbögen, die durch den Dämmstoff hindurch gehen. Dabei führen bereits sehr geringe Stromamplituden und damit geringe Energieeinträge bei Dämmstoffen hoher Dichte zur Initiierung eines Glimmvorgangs im Inneren der Dämmstoffe,

welcher über mehrere Stunden zur Zersetzung des Dämmstoffs führt, was von außen – vor allem in Hohlräumen – nicht bemerkt und nicht gestoppt werden kann, und im Allgemeinen einen Gebäudebrand zur Folge hat.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Aussage „Blitzschutz ist vorbeugender Brandschutz“ ([11]) insbesondere für biogene Dämmstoffe zutrifft, jedoch geeignete, angepasste und sichere Blitzschutzmaßnahmen erforderlich sind. Das sind beispielsweise die Verwendung von Fangeinrichtungen zum Schutz von Metalldächern sowie eine konservative Berechnung und sichere Einhaltung des Trennungsabstandes.

6 Ausblick

Im weiteren Vorgehen soll eine Auswertung der Untersuchungen im Hinblick auf weitere Materialeigenschaften der Dämmstoffe wie Zersetzungstemperatur, Zündtemperatur, flammhemmende Zuschlagstoffe, etc. erfolgen.

Hinsichtlich blitzschutztechnischer und baurechtlicher Normung sollten die Ergebnisse der Untersuchungen bei der Fortentwicklung der Standards entsprechend berücksichtigt werden.

Danksagung

Besonderer Dank gilt dem VDE ABB für die Übernahme des Projekts 101 „Zündfähigkeit von Baustoffen bei Blitzeinschlägen“ und die damit verbundene finanzielle Unterstützung der Untersuchungen.

7 Literatur

- [1] Engel, Th.; Werther, N.: Structural Means for Fire-Safe Wooden Facade Design, Fire Technology, Vol. 59, 2023, pp. 117 – 151, DOI 10.1007/s10694-021-01174-2
- [2] Engel, Th.: Brandschutz für biogene Fassaden – Experimentelle Untersuchungen als Grundlage brandschutztechnischer Prinzipien, Dissertation, Technische Universität München. 2023. <https://mediatum.ub.tum.de/?id=1715368>
- [3] Festag, S., Esser, J., Maiworm, B. and Hofmann-Böllinghaus, A. (2025), Herausforderungen des modernen Holzbaus: Erste statistische Erkenntnisse aus realen Gebäudebränden in Holzbauweise. Bautechnik. DOI 10.1002/bate.202400078
- [4] DIN EN 62305-3 VDE 0185-305-3:2011-10: Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [5] Berger, F.; Rock, M.; Gonzalez, D.: Abschlussbericht zum ABB-Förderprojekt 29: Lichtbogenfestigkeit von Hölzern und Kunststoffen bei Blitz- und Langzeitströmen, TU Ilmenau, 22.09.2005
- [6] Rock, M.; Berger, F.; Gonzalez, D.: Untersuchungen zur Brandentstehung bei direkter simulierter

Blitzstromeinwirkung, 6. VDE/ABB Blitzschutztagung, Neu-Ulm, 10.–11. November 2005, VDE Verlag, Berlin, Offenbach, 2005

- [7] DIN EN 62305-1 VDE 0185-305-1:2011-10: *Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze*
- [8] Fouad, N.A.: Bauphysik-Kalender 2021: Brandschutz; S. 91 – 116: Kampmeier, B.; Zehfuß, J.: B 3 Brandverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen; Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.
- [9] Schlussbericht zum Verbundvorhaben: Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Dämmstoffe), 03/2021
- [10] Eicke-Hennig, W.: Neue Dämmstoffe - (k)eine Alternative? Zeitschrift für Wärmeschutz Kälteschutz Schallschutz Brandschutz wksb, Heft 39, Jahrgang 42, Juli 1997, S. 47 – 53
- [11] Lange, C.: Vorbeugender Brandschutz in der Gebäudeplanung – Vom Entwurf zum Brandschutzkonzept, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2021, DOI 10.1007/978-3-658-34932-5

Autoren



Stefan Jugelt

Stefan Jugelt, Dr.-Ing., Jahrgang 1991, studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Ilmenau. Seit 2015 ist dort er wissenschaftlicher Mitarbeiter und beschäftigt sich mit Fragestellungen zu Hochspannungsisoliersystemen, der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, Lichtbogenphysik, sowie der Entstehung und den Wirkungen von Blitzentladungen.



Michael Rock

Er hat die Professur für Blitz- und Überspannungsschutz an der Technischen Universität Ilmenau inne. Er war 1997 bis 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Assistent am Institut für Elektrische Energie- und Steuerungstechnik der TU Ilmenau, hat 2002 promoviert, war von 2009 bis 2011 als Projektingenieur bei DEHN SE in Neumarkt/OPf. im Bereich Entwicklung und Konstruktion tätig und hat sich 2012 an der TU Ilmenau habilitiert. Er arbeitet in den Normengremien UK 441.1 und K 251 im DKE mit, ist Mitglied im ABB und im Technischen Ausschuss des ABB und seit 2016 Vorsitzender des ABB im VDE.



Thomas Engel

Thomas Engel, Dr.-Ing., ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und seit 2023 Leiter des Fachbereichs Brandforschung am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München. Zudem ist er geschäftsführender Gesellschafter der Brandschutz-Engel GmbH und der KET Fire GmbH sowie Kommandant einer Abteilung der Freiwilligen Feuerwehr München

Haya Olabi

Haya Olabi ist Masterstudentin am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, TUM School of Engineering and Design der Technischen Universität München. Darüber hinaus ist sie für die Deutsche Bahn AG als Projektleiter tätig.



Björn Maiworm

Björn Maiworm ist diplomierter Physiker der TU Dortmund und seit 2007 bei der Berufsfeuerwehr der Landeshauptstadt München tätig. Dort begleitet er aktuell als Branddirektor die Stabstelle Forschung, Innovation im Vorbeugenden Brandschutz. Er ist Obmann des DKE/E 213. Weiterhin ist er Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Arbeitskreisen bei VDE DKE, CENELEC und DIN, sowie in verschiedenen Projektgruppen zu den Baurichtlinien der Bauministerkonferenz. Am Deutschen Institut für Bautechnik ist er Mitglied im Sachverständigenausschuss „Brandverhalten von Baustoffen“.



Josef Birkel

ist seit 1993 bei der Firma DEHN SE beschäftigt. Er hat fast 30 Jahre lang das bei DAkkS akkreditierte Test Centre von DEHN geleitet und zusammen mit seinem Team zu einem der leistungsstärksten Blitzstromlabore weltweit weiterentwickelt. Herr Birkel engagiert sich seit 20 Jahren in der Normung mit der korrekten Anwendung von Blitzschutz, Überspannungsschutz und Erdung. Seit Ende 2021 koordiniert er die Normungs- und Verbandsaktivitäten von DEHN. Er ist Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Arbeitskreisen bei VDE DKE, CENELEC, IEC und DIN und leitet einige davon. Herr Birkel ist deutscher Sprecher für das internationale Blitzschutzgremium IEC TC 81. Seit 2019 begleitet er federführend den Adhoc-Arbeitskreis zur Neufassung der DIN 18014 im DIN NA Bau.