

213 Aufsparrendämmung

Bei der Aufsparrendämmung, auch Aufdachdämmung genannt, liegt die Dämmung oberhalb der Sparren, in der Regel mit einer Innenschalung als nach innen sichtbarem Raumabschluss. So liegt eine durchlaufende Dämmhülle auf der Dachkonstruktion. Die Aufsparrendämmung kommt sowohl in Verbindung mit einem Sichtdachstuhl aber auch mit einer Zwischensparrendämmung zum Einsatz. Sie kann aber auch zur energetischen Sanierung eingesetzt werden, z.B. um bauliche Eingriffe von innen in einem bereits ausgebauten Dachraum zu vermeiden.

	Polyurethan [1]	Polyurethan alukaschiert [2]	Steinwolle-Dämmplatte [3]	Holzfaserdämmplatte [4]	EPS-Platten [5]	Phenolharzschaumplatte [6]
Abbildung						
Wärmeleit-gruppe WLK [7]	≥ 026	≥ 023	≥ 035	≥ 040	≥ 035	≥ 021
Baustoffklasse nach DIN 4102-1 [8]	B1	B1	A1	B1	B1	B2
Spezifische Wärmekapazität c [9]	1500	1500	ca. 1000	2100	1500	
Recycling/ Kompostierung	Nein / Nein	Nein / Nein	Bedingt/ Nein	Ja/ Ja	Bedingt/ Nein	Nein / Nein
Hersteller und Produktbeispiel	► Bauder PIR SDS	► Bauder PIR SWE	► Knauf Insulation Schrägdachdämmplatte SDP 035 ► Rockwool Masterrock 035 ► Isover Integra AP Basic	► Pavatex Pavatherm ► Steico Steicotherm	► Isover EPS Aufsparrendämmplatte 035 DAD	► Braas Klima Comfort ► Klöber Permo® therm

[1] Polyurethan-Hartschaumplatten (PUR/PIR) zählen zu den organischen Dämmstoffen aus synthetischen Rohstoffen und gehören zur Gruppe der Schaumkunststoffe. Polyurethan wird aus Erdölprodukten sowie z.T. aus nachwachsenden Rohstoffen wie Kartoffeln und Mais hergestellt. Durch die chemische Reaktion flüssiger Grundstoffe und die Zugabe von Treibmitteln entsteht ein Hartschaum, der seine Dämmwirkung durch den Einschluss von Luft bzw. Treibgasen in den aufgeblähten Zellen erhält. Polyurethan ist alterungsbeständig und resistent gegen Schimmel, Fäulnis und Verrottung. Es hat eine geringe Rohdichte, was sich in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz wie auch auf den Schallschutz vergleichsweise nachteilig auswirkt. Die Herstellung ist sehr energieintensiv und, obwohl teilweise aus Naturprodukten bestehend, kann das Material nicht recycelt oder kompostiert werden. Bei der Verbrennung können toxische Gase freigesetzt werden. Polyurethan wird vor allem wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit oft verwendet und ist als formstabile Platte in den Dicken 20 - 300 mm erhältlich.

[2] Polyurethan- Hartschaumplatten (PUR/PIR) zählen zu den organischen Dämmstoffen aus synthetischen Rohstoffen und gehören zur Gruppe der Schaumkunststoffe. Polyurethan wird aus Erdölprodukten sowie z.T. aus nachwachsenden Rohstoffen wie Kartoffeln und Mais hergestellt. Durch die chemische Reaktion flüssiger Grundstoffe

und die Zugabe von Treibmitteln entsteht ein Hartschaum, der seine Dämmwirkung durch den Einschluss von Luft bzw. Treibgasen in den aufgeblähten Zellen erhält. Polyurethan ist alterungsbeständig und resistent gegen Schimmel, Fäulnis und Verrottung. Es hat eine geringe Rohdichte, was sich in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz wie auch auf den Schallschutz vergleichsweise nachteilig auswirkt. Die Herstellung ist sehr energieintensiv und, obwohl teilweise aus Naturprodukten bestehend, kann das Material nicht recycelt oder kompostiert werden. Bei der Verbrennung können toxische Gase freigesetzt werden. Polyurethan wird vor allem wegen der sehr guten Wärmedämmeigenschaft oft verwendet, die durch die Alukaschierung noch weiter verbessert wird. Alukaschierte Dämmplatten sind jedoch diffusionsdicht und können daher nicht für diffusionsoffene Dachaufbauten verwendet werden. Die formstabilen Platten sind in den Dicken 20 - 300 mm erhältlich.

[3] Steinwolle zählt zu den anorganischen Dämmstoffen aus künstlichen Mineralfasern (Mineralwolle). Sie wird aus den Fasern geschmolzener Natursteine (z.B. Dolomit, Basalt, Diabas) hergestellt, die mit Kunstharz gebunden werden und denen geringe Mengen an Mineralöl zugefügt werden. Die Dämmwirkung entsteht durch die Lufteinschlüsse zwischen den Fasern. Steinwolle ist resistent gegen Verrottung, Ungeziefer und Pilzbefall, ist diffusionsoffen und leicht zu verarbeiten. Sie verliert bei Durchfeuchtung ihre gute Dämmwirkung. Die Herstellung von Steinwolle ist sehr energieintensiv. Außerdem ist sie durch die organischen Zusatzstoffe nur begrenzt recycelbar. Steinwolle ist in Form von formstabilen, elastischen Dämmplatten oder Rollenware, üblicherweise in den Dicken 80 - 240 mm erhältlich. Die feinen Fasern können aber bei unsachgemäßer Handhabung zu Reizungen von Haut, Augen und Lunge führen. Bei der Verarbeitung von Steinwolle sind Vorkehrungen zu treffen, wie das Tragen von Staubschutzmasken, geeigneter Kleidung und Handschuhen. Genaue Anweisungen werden in der Handlungsanleitung zum Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen gegeben, die die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft herausgegeben hat.

[4] Holzfaserdämmplatten zählen zu den organischen Dämmstoffen aus pflanzlichen Fasern und werden aus Nadelholzabfällen hergestellt. Das zerfaserte Holz wird unter Druck und hohen Temperaturen gepresst, wodurch die Fasern verfilzen und verkleben. Die Dämmwirkung entsteht durch die Lufteinschlüsse zwischen den Fasern. Zur Verbesserung des Brandverhaltens und gegen Schimmelpilzbefall wird meist Ammoniumphosphat o. ä. beigefügt. Holzfaserdämmplatten sind somit resistent gegen Verrottung, Ungeziefer und Pilzbefall, sind diffusionsoffen und leicht zu verarbeiten. Durch die hohe spezifische Wärmekapazität und die hohe Rohdichte erzielen sie einen guten sommerlichen Wärmeschutz und besitzen auch gute Schalldämmeigenschaften. Holzfaserdämmplatten können nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen und quellen bei längerer Durchfeuchtung auf. Die Herstellung erfolgt aus Abfallprodukten, ist aber energieintensiv. Die formstabilen Dämmplatten können kompostiert oder wiederverwendet werden und sind in den Dicken 20 - 240 mm erhältlich.

[5] Expandierter Polystyrolschaum (EPS) zählt zu den organischen Dämmstoffen aus synthetischen Rohstoffen und gehört zur Gruppe der Schaumkunststoffe. EPS ist ein Erdölraffinerie-Produkt und wird aus aufgeschäumtem Polystyrolgranulat hergestellt. Expandiertes Polystyrol erhält seine Dämmwirkung durch die Lufteinschlüsse in den aufgeblähten Zellen. Da für EPS derzeit noch kein anderes Flammschutzmittel bekannt ist wird Hexabromcyclododecan (HBCD) eingesetzt. Dieser Stoff ist jedoch schwer abbaubar und wirkt toxisch. EPS ist zwar resistent gegen Verrottung, Ungeziefer und Pilzbefall, jedoch nicht Lösungsmittel- und UV-beständig. Es hat eine geringe Rohdichte, was sich in Bezug auf den sommerlichen Wärmeschutz wie auch auf den Schallschutz vergleichsweise nachteilig auswirkt. Die Herstellung ist sehr energieintensiv und, obwohl der Rohstoff biologisch neutral ist, sind EPS-Platten nur teilweise recycelbar. EPS ist der kostengünstigste Dämmstoff und vor allem deshalb vielfach eingesetzt. Die formstabilen Platten sind in den Dicken 80 - 200 mm erhältlich.

[6] Phenolharzschaum, auch Resol-Hartschaum genannt, ist ein duroplastischer Kunststoff und zählt zu den organischen Dämmstoffen aus synthetischen Rohstoffen. Die Schaumplatten haben eine geschlossene Zellstruktur mit vielen, durch extrem dünne Zellwände getrennten, Zwischenräumen, in welchen das hochdämmende Treibgas aus dem Herstellungsprozess gespeichert wird, wodurch sie eine hervorragende Dämmwirkung erzielen. Sie sind säure- und UV-beständig und resistent gegen Schädlinge, Fäulnis und Schimmel. Resol-Hartschaumplatten sind sehr diffusionsoffen, wodurch eventuell auftretende Feuchtigkeit gut wieder austrocknen kann. Unter Metalldeckungen sollte immer eine Trennlage eingebaut werden, da es durch das Phenolharz zu Korrosion kommen kann. Die Dämmplatten sind zwar FCKW und H-FCKW frei, jedoch entsteht im Brandfall eine erhöhte Konzentration von Kohlenmonoxid. Die formstabilen Platten sind in den Dicken 60 - 160 mm erhältlich.

[7] Der Wert wird auch Wärmeleitfähigkeitsgruppe genannt und steht für die Dämmwirkung eines Stoffes. Er wird aus dem λ -Wert abgeleitet und entspricht dessen ersten drei Ziffern nach dem Komma. Je niedriger der Wert desto

besser die Dämmwirkung. Einheit: keine.

Beispiel: WLG 035 entspricht $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$

[8] Der angegebene Wert beschreibt die Baustoffklasse nach DIN 4102-1.

A1 = nicht brennbar, ohne Anteile von brennbaren Baustoffen

A2 = nicht brennbar, mit geringen Anteilen von brennbaren Baustoffen

B1 = schwer entflammbar

B2 = normal entflammbar

Diese Einteilung nach DIN 4102-1 ist noch bis auf weiteres gültig, auch wenn die Norm nach und nach durch die europäische Norm DIN EN 13501-1 ersetzt wird. Neu auf den Markt kommende Baustoffe und –produkte sind daher zumeist nicht mehr nach DIN 4102 sondern nach DIN EN 13501 klassifiziert.

[9] Die spezifische Wärmekapazität c gibt an, welche Energiemenge (Joule) benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 Kelvin zu erwärmen. Bei einem hohen c -Wert ist das Temperaturverhalten eines Dämmstoffes träge. Das heißt, es dauert länger bis dieser sich z. B. unter Sonneneinstrahlung erwärmt. Dadurch bieten Stoffe mit höherem c -Wert einen besseren sommerlichen Wärmeschutz als Stoffe mit niedrigem c -Wert. Die Einheit ist: J/ kgK (Joule / Kilogramm x Kelvin).

Planung

Allgemein: Das Dach ist durch die Einwirkung großer Temperaturunterschiede, Sonne, Schnee und Hagel ein hochbelastetes Bauteil. Aufsparrendämmungen müssen daher formstabil sein, da sie großen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind und durch Formveränderungen in Folge von Hitze oder Kälte Wärmebrückenfugen entstehen würden. Die Wahl des richtigen Dämmstoffes hat neben der eigentlichen Anforderung an die Wärmedämmung auch große Auswirkungen auf den sommerlichen Wärmeschutz und den Schallschutz. Eine Aufsparrendämmung wird oft auch in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung verwendet, um geforderte Dämmwerte zu erreichen, ohne die Sparrenquerschnitte unnötig zu erhöhen. Aufsparrendämmungen werden als Platten im Verband, mehrlagig und stoßversetzt oder auch mit Nut- und Feder verlegt.

Sanierung: Bei der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden ist die Aufsparrendämmung oft vorteilhaft, da der ausgebauter Dachraum während der Dämmarbeiten bewohnbar bleibt und die vorhandenen Sparrenhöhen oft zu gering sind, um ausreichende Dämmwerte allein durch eine Zwischensparrendämmung zu erreichen. Die Aufsparrendämmung ist dabei etwas aufwändiger als eine Zwischensparrendämmung, sämtliche Dachanschlüsse, Dachfenster und Dachrinnen müssen dabei erneuert werden. Das durch den zusätzlichen Dachaufbau veränderte Bauvolumen ist auch baurechtlich zu prüfen, z.B. hinsichtlich vergrößerter Abstandsflächen. Bei nicht freistehenden Häusern sind zudem die veränderten Anschlusshöhen zur Nachbarbebauung rechtzeitig bei der Planung zu berücksichtigen.

Zusätzliche Funktionen: Viele Hersteller bieten Dämmplatten an, die sogleich als Unterdeckung dienen. Entweder haben diese oberseitig eine Unterdeckfolie mit Überlappung für die Verklebung angebracht (meist bei Produkten aus PUR oder Steinwolle) oder die Platte selbst ist durch ihre Oberfläche und ein Nut- und Federsystem als Unterdeckung geeignet (bei Holzfaserplatten). Es sind auch Platten erhältlich, bei denen eine zusätzliche Dampfbremsschicht überflüssig ist und die durch Klebebänder auch luft- bzw. winddicht sind. Manche Platten können auch den Schall- bzw. Brandschutz zusätzlich verbessern, indem sie Schichten aus anderen Materialien enthalten. Zudem gibt es Dämmplatten mit einer integrierten Lattung, auf die die Dachdeckung direkt montiert werden kann.

Anwendungsgebiete: Bei der Wahl eines Dämmstoffes ist das zulässige Anwendungsgebiet gemäß DIN 4108-10 zu berücksichtigen. Im Fall einer Aufsparrendämmung ist das die Kennzeichnung „DAD“ für "Außendämmung von Dach, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen". Zusätzlich wird bei Aufsparrendämmungen immer noch die Eigenschaft in Bezug auf die Druckfestigkeit angegeben. Dabei wird unterschieden zwischen „dk“ (keine Druckbelastbarkeit), „dg“ (geringe Druckbelastbarkeit), „dm“ (mittlere Druckbelastbarkeit) und „dh“ (hohe Druckbelastbarkeit).

Schallschutz: Neben sommerlichem und winterlichem Wärmeschutz ist auch der Schallschutz ein wichtiges Kriterium bei der Planung eines Dachaufbaus. Anforderungen an den Schallschutz sind in der DIN 4109 und für Wohnungen zusätzlich auch in der VDI 4100 festgelegt. Beim Dach sind neben Luftschallquellen, z.B. Straßen- und Fluglärm, auch Körperschallquellen, z.B. Niederschläge, zu beachten. Zweischalige Konstruktionen sowie eine Hinterlüftungsebene wirken sich positiv auf den Schallschutz aus. Aber auch die Art der Dämmstoffe beeinflusst die Schallübertragung: Stoffe mit hoher Rohdichte, wie z. B. Glaswolle, Holzfasern und Zellulose, haben eine bessere schalldämmende Wirkung als Dämmstoffe mit weniger Masse, wie z. B. EPS.

Feuchteschutz: Dämmstoffe müssen besonders vor Feuchtigkeit geschützt werden, da diese die Dämmwirkung beeinträchtigt und langfristig zu Bauschäden (z.B. Schimmel) führen kann. Schutz vor Feuchtigkeit von außen ist durch die Deckung in Verbindung mit der Unterdeckung gewährleistet. Allerdings kann auch durch Wasserdampf von innen Feuchtigkeit im Dachaufbau entstehen, und es in der weiteren Folge zum Tauwasserausfall kommen. Dabei schadet durchströmender Wasserdampf diffusionsoffenen Dämmstoffennicht, solange kein Tauwasser ausfällt. Um dies zu vermeiden, ist bei praktisch jedem Steildachaufbau eine spezielle diffusionshemmende Schicht (Dampfbremse/ Dampfsperre) auf der Innenseite des Dachaufbaus erforderlich, die auf den jeweiligen Dachaufbau abgestimmt sein muss. Bei einem diffusionsoffenen Dachaufbau kann so Wasserdampf aus der Raumluft durch die Dämmung nach außen diffundieren. Bei einer dampfdichten Dachhaut ohne Hinterlüftung muss eine Dampfsperre bzw. eine feuchtevariable Dampfbremse eingebaut werden, um Schäden in der Dämmebene zu verhindern.

Rechnerischer Tauwassernachweis: Damit es beim Wasserdampftransport durch die Schichtenfolge des Dachaufbaus nicht zu einem Tauwasserausfall kommt, muss der Diffusionswiderstand der Materialien von innen nach außen abnehmen. Die Dachaußenseite muss also diffusionsoffener sein als die Dachinnenseite. In der DIN 4108-3 wird die Zuordnung der Sd-Werte für die außen- und raumseitigen Schichten festgelegt. Hält man sich an diese Schichtenfolge, muss kein rechnerischer Tauwassernachweis geführt werden. Für alle anderen Außenbauteile sollte ein rechnerischer Nachweis der Tauwassersicherheit erbracht werden.

Tauwasserausfall durch Wasserdampfkonvektion: Um einen inneren Tauwasserausfall durch Wasserdampfkonvektion zu vermeiden, muss eine intakte Luftdichtungsebene gewährleistet sein. Besonders kleine Leckagen an diffusionsdichten Bahnen (Dampfsperren) können starke Feuchteschäden verursachen, da durch die Wasserdampfkonvektion wesentlich mehr Feuchtigkeit transportiert werden kann als bei der Diffusion.

Hinterlüftung: Bei diffusionsoffenen Dachaufbauten mit einer Aufsparrendämmung ist eine Hinterlüftung

unter der Dachdeckung einzuplanen. Diese gewährleistet ein Ablüften anfallender Feuchtigkeit und verbessert den sommerlichen Wärmeschutz des Dachgeschosses.

Ist die nachträgliche Aufsparrendämmung eines bestehenden Daches genehmigungspflichtig? Hierzu enthalten die einzelnen Landesbauordnungen unterschiedliche Vorgaben. So sind beispielsweise in Bayern „Bedachungen einschließlich Maßnahmen der Wärmedämmung ausgenommen bei Hochhäusern“ grundsätzlich verfahrensfrei (Bayerische Bauordnung Art. 57 Abs.1 Nr. 11f).

In jedem Fall ist jedoch die Einhaltung von materiellrechtlichen Anforderungen (z.B. Einhaltung von Abstandsflächen, Maß der baulichen Nutzung) zu beachten. Diese ergeben sich insbesondere aus der Landesbauordnung und aus dem Bebauungsplan, soweit vorhanden.

Das durch die nachträgliche Aufsparrendämmung vergrößerte Gebäudevolumen und die veränderte Lage der Dachränder sollten daher in jedem Fall durch einen Fachmann, z.B. einen Architekten, hinsichtlich baurechtlicher Auswirkungen überprüft werden. Je nach Sachverhalt kann hierdurch die bauaufsichtliche Genehmigung einer Abweichung von der Landesbauordnung und/ oder einer Ausnahme bzw. Befreiung vom Bebauungsplan erforderlich werden.

Ausführung

Verlegung: Bei Dämmplatten mit geraden Kanten sind die Platten im Verbund und ohne Fugen zu verlegen. Durch eine Aufteilung der vorgesehenen Dämmstärke in zwei Lagen mit zueinander stoßversetzter Verlegung werden Wärmebrücken an den Plattenfugen vermieden, wirtschaftlicher ist jedoch zumeist die Verwendung einlagiger Dämmungen mit Nut- und Federstößen.

Befestigung: Beim Einbau von Aufsparrendämmungen ist die Druckfestigkeit der Dämmplatten (gem. Produktdatenblatt des Dämmstoffherstellers) zu beachten. Bei Platten mit einer Druckfestigkeit < 50 kPa müssen die Drucklasten aus der Dachdeckung durch die Verbindungsmittel übertragen werden (z.B. durch Doppelgewindeschrauben) oder es müssen druckfeste Dämmstreifen eingebaut werden. Um die Schubkraft der Dachdeckung in die Konstruktion abzuleiten, werden die Dämmplatten entweder durch spezielle Schrauben oder Nägel durch die Konterlattung hindurch an der Dachkonstruktion befestigt oder es wird eine sogenannte Schubbohle im Traufbereich eingebaut, die ein Abrutschen der Dämmplatten verhindert. Die meisten Hersteller geben genaue Montagerichtlinien und eine Typenstatik für ihre Produkte vor.

Wichtige Anschlussbauteile

► **210 | Dachstuhl aus Holz** Durch moderne Verbindungstechniken und Abbundverfahren ist der Holzdachstuhl bei Steildächern nach wie vor der Regelfall.

► **211 | Steildach - Dampfbremse und Dampfsperre** Die Wahl des Dämmstoffes einer Aufsparrendämmung hat auch Einfluss auf die Ausführung der Dampfsperrebene.

► **212 | Zwischensparrendämmung** Eine Zwischensparrendämmung kann alternativ oder zusätzlich zu einer Aufsparrendämmung ausgeführt werden.

Normen und Literatur

Hinweis: die **DIN 4108-1** (Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten) wurde zurückgezogen und ersetzt durch die **DIN EN ISO 7345**

DIN 4108 Beiblatt 2, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele

DIN 4108-2, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-10, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

DIN 18334, VOB Teil C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Zimmer- und Holzbauarbeiten

DIN EN 13162, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation

DIN EN 13163, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) - Spezifikation

DIN EN 13165, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation

DIN EN 13166, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschaum (PF) - Spezifikation

DIN EN 13171, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) - Spezifikation

DIN EN ISO 7345 Wärmeschutz - Physikalische Größen und Definitionen

VDI 4100, Technische Regel, Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz

EnEV - Energieeinsparverordnung für Gebäude, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden

Deutsches Dachdeckerhandwerk: Regelwerk, herausgegeben vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH)

Lexikon

Zu nachfolgenden Fachbegriffen sind auf www.bauwion.de auf der Themenseite dieses pdf-Dokuments und im allgemeinen Lexikon weitere Erklärungen verfügbar:

Baustoffklasse nach DIN 4102-1

Dachdämmung, Anwendungsgebiete gem. DIN 4108-10, Tabelle 1

Dachdämmung, Druckbelastbarkeit nach DIN 4108-10, Tabelle 2

Expandierter Polystyrolschaum (EPS)

Feuchtevariable Dampfbremse

Holzfaserdämmplatte

Phasenverschiebung

Polyurethan

Polyurethan, alukaschiert

Phenolharzschaumplatten

Rohdichte

Sd-Wert (Sperrwert)

Spezifische Wärmekapazität c

Steinwolle dämmplatte

Taupunkt

Tauwasser

Tauwasserausfall

Temperaturleitfähigkeit a

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Wärmebrücken

Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert)

Wärmeleitgruppe (WLG)

Wasserdampfdiffusion

Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (μ -Wert)

Wasserdampfkonzentration

ZVDH

Stand: 10.04.2014