

Leseprobe

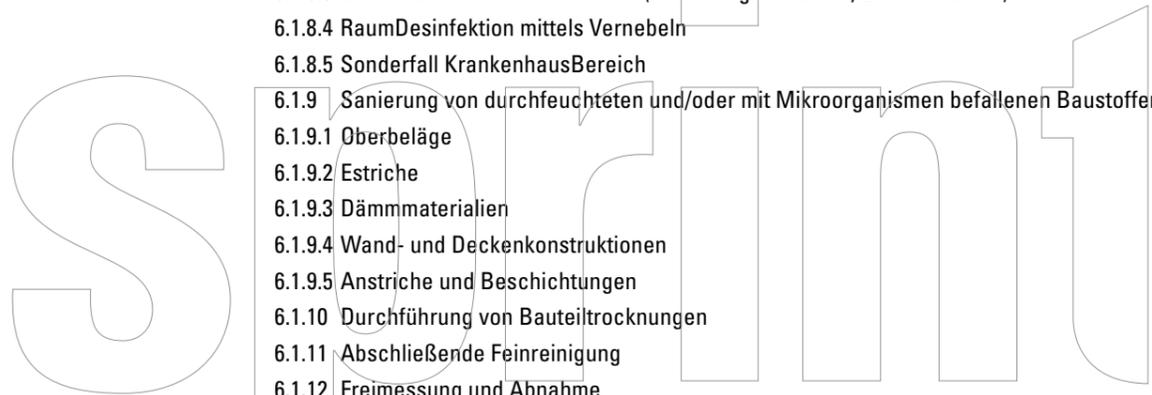


RICHTLINIE ZUR ERKENNUNG, BEDEUTUNG
UND SANIERUNG MIKROBIELLEN BEFALLS IN
INNENRÄUMEN

sprint.

Einleitung	7	3.3 Ursachen für feuchtigkeitsbedingte mikrobielle Schäden	46
Mikrobiologische Grundlagen und gesundheitliche Aspekte	8	3.3.1 Baubedingte Ursachen	48
Thematische Einleitung	8	3.3.1.1 Taupunktunterschreitung	48
2.1 Voraussetzungen für das Wachstum von Mikroorganismen in Innenräumen	10	3.3.1.2 Eindringen von Feuchtigkeit in das Gebäude	51
2.2 Schimmelpilze	13	3.3.2 Nutzerbedingte Ursachen	52
2.2.1 Wachstum und Vermehrung	13	3.3.2.1 Heizverhalten	52
2.2.2 Verbreitung und Vorkommen	15	3.3.2.2 Lüftungsverhalten	54
2.2.3 Gesundheitliche Aspekte	15	3.3.2.3 Feuchteproduktion	56
2.2.3.1 Allgemeines	15	3.3.2.4 Mangelnde Luftzirkulation hinter Einrichtungsgegenständen	57
2.2.3.2 Infektionen durch Schimmelpilze (Mykosen)	16	3.3.2.5 Havarien	57
2.2.3.3 Vergiftungen (Mykotoxikosen)	17	Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsschutzmaßnahmen	58
2.2.3.4 Wirkungen von 1,3-β-Glucan	18	4.1 Gefährdung durch Mikroorganismen	58
2.2.3.5 Allergien	18	4.2 Gefährdung durch Desinfektionsmittel	58
2.2.3.6 Wirkungen von MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds)	20	4.3 Arbeitsschutzmaßnahmen	59
2.2.3.7 Epidemiologische Untersuchungen	20	4.3.1 Beurteilung der Gefährdung bei Tätigkeiten mit mikrobiellen Kontaminationen	59
2.2.4 Schimmelpilze als Materialzerstörer	21	4.3.2 Erstellung einer Betriebsanweisung und Unterweisung der Beschäftigten	60
2.3 Holzzerstörende Pilze	22	4.3.3 Sicherheitstechnische Maßnahmen	61
2.3.1 Gesundheitliche Aspekte	22	4.3.4 Organisatorische Maßnahmen	62
2.3.2 Holzzerstörende Pilze als Materialzerstörer	23	4.3.5 Persönliche Schutzausrüstung	62
2.4 Bakterien	25	4.3.6 Hygienemaßnahmen	64
2.4.1 Wachstum und Vermehrung	25	4.3.7 Arbeitsmedizinische Vorsorge	64
2.4.2 Vorkommen und Verbreitung	26	4.3.8 Beschäftigungsbeschränkungen	65
2.4.3 Gesundheitliche Aspekte	27	Aufnahme und Beurteilung mikrobieller Schäden	66
2.4.4 Bakterien als Materialzerstörer	28	5.1 Schimmelpilzähnliche Schadenbilder	66
2.5 Milben, holzerstörende Insekten und andere Schädlinge	29	5.1.1 Fogging-Effekt	66
2.6 Gesundheitlich besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen	31	5.1.2 Salzausblühungen	67
2.6.1 Kinder	31	5.2 Messverfahren	68
2.6.2 Kranke und alte Menschen	32	5.2.1 Bauphysikalische Messverfahren	68
2.6.3 Atopiker	32	5.2.1.1 Temperaturmessung	68
2.6.4 Zusammenfassende Risikoanalyse	33	5.2.1.2 Messung der Luftdichtheit (Blower-Door)	69
2.7 Aufnahme biologischer Arbeitsstoffe in den menschlichen Körper	34	5.2.1.3 Feuchtigkeitsmessverfahren	71
Gründe für die Entstehung von mikrobiellen Schäden	36	5.2.1.4 Durchführung von Leckortungen	74
3.1 Feuchtigkeit in Gebäuden	36	5.2.2 Biologische Untersuchungsmethoden	75
3.1.1 Luftfeuchtigkeit (relative, absolute)	36	5.2.2.1 Untersuchung von Schimmelpilzen	75
3.1.2 Feuchtekonvektion	37	5.2.2.2 Untersuchung von Fäkalschäden (coliforme Keime)	77
3.1.3 Oberflächenfeuchte	38	5.2.2.3 Untersuchung von holzerstörenden Pilzen	77
3.1.4 Feuchtegehalt von Baustoffen (Baufeuchte, Ausgleichsfeuchte)	39	5.2.2.4 Nachweis von MVOC	78
3.1.5 Feuchtetransport durch Diffusion/Kapillarwirkung	39	5.2.2.5 Nachweis holzerstörender Insekten	78
3.1.6 Tauwasserausfall	41	5.2.2.6 Nachweis von Milbenbefall	78
3.1.7 Hygroskopische Feuchte	41	5.3 Bewertung von Analyseergebnissen	78
3.2 Lüftung	42	5.4 Richtwerte zur Beurteilung von mikrobiologischen Belastungen	79
3.2.1 Luftwechselzahl	43	5.4.1 Raumluft	79
3.2.2 Luftströmung in Gebäuden	44	5.4.2 Materialproben	80
3.2.3 Lüftungstechnik	46	5.4.3 Oberflächenproben	82

Durchführung der Sanierung mikrobieller Kontaminationen	83
6.1 Sanierung von Schäden durch Schimmelpilze und Bakterien	83
6.1.1 Ablaufschema einer Sanierung	84
6.1.2 Erstbegehung	85
6.1.3 Feststellung und Beseitigung der Schadenursache	86
6.1.4 Sofortmaßnahmen	86
6.1.5 Baustelleneinrichtung	87
6.1.6 Feinreinigungsmaßnahmen	88
6.1.7 Geruchsbehandlung von Hausrat	89
6.1.8 Desinfektionsmaßnahmen	90
6.1.8.1 Desinfektion von Oberflächen mit Schimmelbefall	90
6.1.8.2 Desinfektion von EstrichDämmschichten	91
6.1.8.3 Desinfektion von Fäkalschäden (fäkalhaltiges Wasser, Brauchwasser)	91
6.1.8.4 RaumDesinfektion mittels Vernebeln	92
6.1.8.5 Sonderfall KrankenhausBereich	92
6.1.9 Sanierung von durchfeuchteten und/oder mit Mikroorganismen befallenen Baustoffen	92
6.1.9.1 Oberbeläge	93
6.1.9.2 Estriche	94
6.1.9.3 Dämmmaterialien	95
6.1.9.4 Wand- und Deckenkonstruktionen	96
6.1.9.5 Anstriche und Beschichtungen	98
6.1.10 Durchführung von Bauteiltrocknungen	98
6.1.11 Abschließende Feinreinigung	101
6.1.12 Freimessung und Abnahme	102
6.1.13 Häufig auftretende Probleme bei der Abwicklung von Schimmelpilzsanierungen	102
6.2 Sanierung von Fäkalschäden	103
6.3 Sanierung von Schäden durch holzerstörende Pilze und Insekten	103
6.4 Maßnahmen bei Milbenbefall	104
6.5 Maßnahmen zur Beseitigung der schwarzen Staubablagerungen (Fogging-Effekt)	105
Literaturverzeichnis	106
Glossar	114
Anhang 1: Datenblätter Mikrobiologie	121
Anhang 2: Maßnahmen bei Schimmelpilzbefall aus medizinischer Sicht	125
Anhang 3: Taupunkttemperatur der Luft in Abhängigkeit zur relativen Feuchte und Lufttemperatur	130
Anhang 4: Übersicht bauphysikalischer Messverfahren	132
Anhang 5: Gefährdung durch Desinfektionsmittel	133
Anhang 6: Tabelle zur Einstufung der Gefährdungsklasse	138
Anhang 7: Vor- und Nachteile biologischer Untersuchungsmethoden	139
Stichwortverzeichnis	140



ZWECK DER RICHTLINIE

Eine Schimmelpilzsanierung ist eng verbunden mit der Sanierung von Wasserschäden und den damit einhergehenden Trocknungsmaßnahmen. Gleiches gilt auf Grund von Löschwassereintrag auch für die Sanierung von Brandschäden. Bereits bei der Schadenmeldung muss kompetent und qualifiziert entschieden werden, welche Maßnahmen entsprechend den geltenden Richtlinien und Normvorschriften zu ergreifen sind, um eine fachgerechte Sanierung des Schadens durchführen zu können.

Bei der Sanierung mikrobiologischer Schäden in Gebäuden sind, abhängig von der jeweiligen Schadenursache, vielfältige Schadenbilder wie z.B. Schimmelpilzbildung, Bildung holzerstörender Pilze und Wachstum von Bakterien zu beobachten. In der Praxis erfolgt die Begutachtung von mikrobiologischen Schäden oft rein sensorisch und optisch. Aufgrund des unsicheren Befundes werden häufig ohne Notwendigkeit Einrichtungen, Lagervorräte und Baumaterialien entsorgt. Ein besserer Kennt-

nisstand würde künftig sicher zu zielgerichteter und damit wirtschaftlicherer Sanierung und möglicher Weiternutzung von Inventar führen.

Die vorliegende Richtlinie gilt der Beurteilung und Durchführung von Sanierungen mikrobieller Schäden in Innenräumen. Zweck ist die Darstellung von theoretischen Hintergründen und dem Stand der Technik im Umgang mit mikrobiellen Kontaminationen. Zudem schreibt sie eine einheitliche Vorgehensweise vor, die speziell auf die Sprint Sanierung GmbH angepasst ist, und dient in diesem Zusammenhang der Qualitätssteigerung in der Ausführung von Sanierungsarbeiten.

GELTUNGSBEREICH

Der Geltungsbereich dieser Richtlinie bezieht sich auf die Sanierung mikrobieller Kontaminationen von Innenräumen durch die Sprint Sanierung GmbH. Gesetzliche Vorschriften sowie ergänzende Richtlinien und Leitfäden öffentlicher Einrichtungen werden weiterhin beachtet.

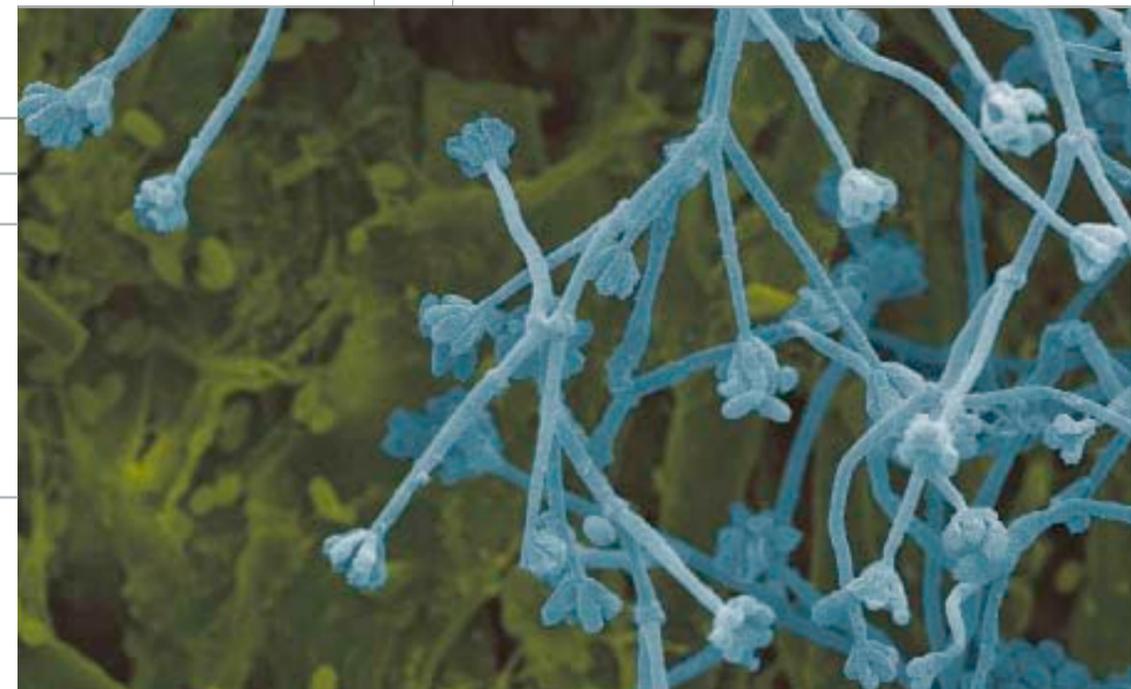


Abb. 1.1. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von *Stachybotrys chartarum* (Quelle: Blei-Institut).

Bei Schimmelpilzen und Hefen ist zu beachten, dass einzelne Vertreter noch bis zu einer Temperatur von $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ Stoffwechselaktivitäten zeigen können, im Gegensatz kennt man auch Vertreter, die bei bis zu $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ wachsen können. Auch verschiedene Bakterien zeigen Wachstumsoptima über weite Temperaturbereiche.

SAUERSTOFFBEDARF

Wie auch die Menschen benötigen die meisten Mikroorganismen Sauerstoff für ihr Wachstum. Ein kleinerer Teil ist in der Lage, auch unter Abwesenheit von Sauerstoff zu leben. So werden Mikroorganismen in aerobe (Sauerstoff benötigende) und anaerobe (keinen Sauerstoff benötigende) Organismen unterteilt, manche sind fähig, unter beiden Bedingungen ihr Wachstum aufrechtzuerhalten. Pilze wachsen in der Regel unter aeroben Bedingungen, kommen jedoch mit vergleichsweise niedrigen Sauerstoffkonzentrationen zurecht. So reicht ihnen ein im Vergleich zu normaler Atmosphäre um etwa 50% geminderter Sauerstoffanteil zum Wachstum und zur Vermehrung. Dies ist mit ihren eigentlichen Lebensräumen wie z.B. tieferen Bodenschichten oder Laubstreu zu erklären, die durch intensive Tätigkeit von Mikroorganismen einen verminderten Sauerstoffgehalt aufweisen. Bakterien sind unter aeroben und anaeroben Verhältnissen anzutreffen.

In Gebäuden mit Feuchtigkeitsschäden stellt die Versorgung mit Sauerstoff im Normalfall kein Hindernis für mikrobielles Wachstum dar. Lediglich in Materialien bzw. Baustoffen kann es zu Sauerstoffmangel kommen. Sauerstoffabhängige Mikroorganismen (die meisten Pilze) dringen daher in der Regel nur so weit in die Tiefe von Materialien ein, wie ausreichende O_2 -Konzentrationen vorherrschen.

EINFLUSS VON LICHT AUF DAS WACHSTUM VON MIKROORGANISMEN

■ Pilze

Pilze sind generell unabhängig von Licht bzgl. Wachstum und Vermehrung. Jedoch kann Licht verschiedener Wellenlängen Einfluss auf die Morphogenese (Ausbildung struktureller Merkmale) von Pilzen haben. So kann Licht strukturelle Ausbildungen wie die Fruchtkörperbildung, die Sporenbildung oder die Bildung von Toxinen beeinflussen.

■ Phototrophe Bakterien und Algen

Diese Organismengruppen können wie auch die Pflanzen Energie über lichtgetriebene Reaktionen bereitstellen und auf diese Weise Wachstum und Vermehrung gewährleisten.

OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT VON MATERIALIEN

Die Besiedlung von Materialoberflächen durch Mikroorganismen ist ursächlich mit der Beschaffenheit der Oberflächen verbunden. Neben den Wachstumsfaktoren Nährstoffe, Feuchtigkeit, pH-Wert und Temperatur spielt die Beschaffenheit der Materialoberfläche eine zentrale Rolle. Insbesondere Rauigkeit und Porosität der Oberflächen begünstigen in diesem Zusammenhang das Anhaften von Mikroorganismen bzw. ihr Eindringen in Materialien. Gerade bei porösen bzw. rauen Oberflächen, wie z.B. geschädigten Putzen und Rigipsmaterialien, ist das Wachstum von Mikroorganismen in den Poren und Hohlräumen dieser Materialien möglich. Dies hat zur Folge, dass Desinfektionsmaßnahmen nicht effektiv durchgeführt werden können und eine Kontamination des Werkstoffes verbleibt. Gerade in Gebäuden können diese Organismen bei erneut auftretenden Feuchtigkeitsschäden wieder wachsen und zu Schäden führen.

Daher ist im Einzelfall zu untersuchen, ob eine Desinfektion der befallenen Oberflächen möglich ist oder die Materialien ausgebaut und entsorgt werden sollten.

HAUPTWACHSTUMSFAKTOREN VON MIKROORGANISMEN:

- Wasserverfügbarkeit
- Nährstoffverfügbarkeit
- pH-Wert
- Temperatur

2.2 SCHIMMELPILZE

In der Mikrobiologie befasst man sich wissenschaftlich mit mikroskopisch kleinen Organismen wie Bakterien, Viren und Pilzen. Der Begriff „Schimmelpilz“ besitzt keine klare Definition, da er keine einheitliche systematische Zuordnung erlaubt. Sie werden dem „Reich der Pilze“ zugeordnet und zeigen eine extrem angepasste Lebensstrategie, indem sie kurzlebige Substrate nutzen, die sie schnell besiedeln und abbauen. Man nimmt an, dass über 200.000 Arten existieren.

Die Schimmelpilze lassen sich nicht in einer Abteilung abgrenzen und in das System einordnen, vielmehr ist der Begriff „Schimmel“ eine Trivialbezeichnung, die üblich ist, um ein bestimmtes Bild eines

Befalls für Laien zu beschreiben. Die weltweit bekanntesten Pilzarten lassen sich in fünf Abteilungen einteilen:

- Ständerpilze (Basidiomycota) (z. B. Echter Hausschwamm, *Serpula lacrymans*)
- Schlauchpilze (Ascomycota) (typischer Schwärzepilz: *Chaetomium globosum*)
- Jochpilze (Zygomycota) (z. B. Köpfchenschimmel *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*)
- Imperfekte Pilze (Deuteromycota/Fungi imperfecti) (z. B. *Aspergillus sp.*)
- Planosporen (Mastigomycotina) (typ. Erreger von Pflanzenkrankheiten)



Abb. 2.2.1 a, b: Luftkeimsammlung auf Caso-Agar aus Lüftungskanal mit *Asp. sp.*, Mikrokokken, *Bacillus spp.*, *Staphylokokken*, *Corynebacterium spp.*, *Comamonas acidovorans*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Flavimonas oryzihabitans* (a) und *Konidiophor* von *Asp. fumigatus* (b) (Quelle: Blei-Institut).

2.2.1 WACHSTUM UND VERMEHRUNG

Pilze setzen sich aus drei wesentlichen Bestandteilen zusammen: Sporen (Konidien), Myzel und Fruchtkörper. Die Vermehrung der Pilze erfolgt in der Regel durch Sporulation, d. h., der Pilz gibt eine Vielzahl von Sporen (griech. Sporos = Samen, Keim, Saat) an die Luft ab. Die Entwicklung der Schimmelpilze ist je nach Art unterschiedlich und läuft in zwei Phasen ab.

1. WACHSTUMSPHASE

In dieser Wachstumsphase sind die Pilze oft nicht für das menschliche Auge sichtbar. Die Sporen keimen auf geeigneten Materialien aus und bilden

eine Keimhyphne. Diese verzweigt sich schnell kreisförmig und mit anderen Hyphen zusammen bildet sie ein komplexes Hyphennetz aus fadenförmigen Zellen, das Pilzmyzel (Abb. 2.2.1.1). Das Myzel bedingt eine Materialanhaftung und dient dem Transport von Nährstoffen und der Vermehrung.

2. VERMEHRUNGSPHASE

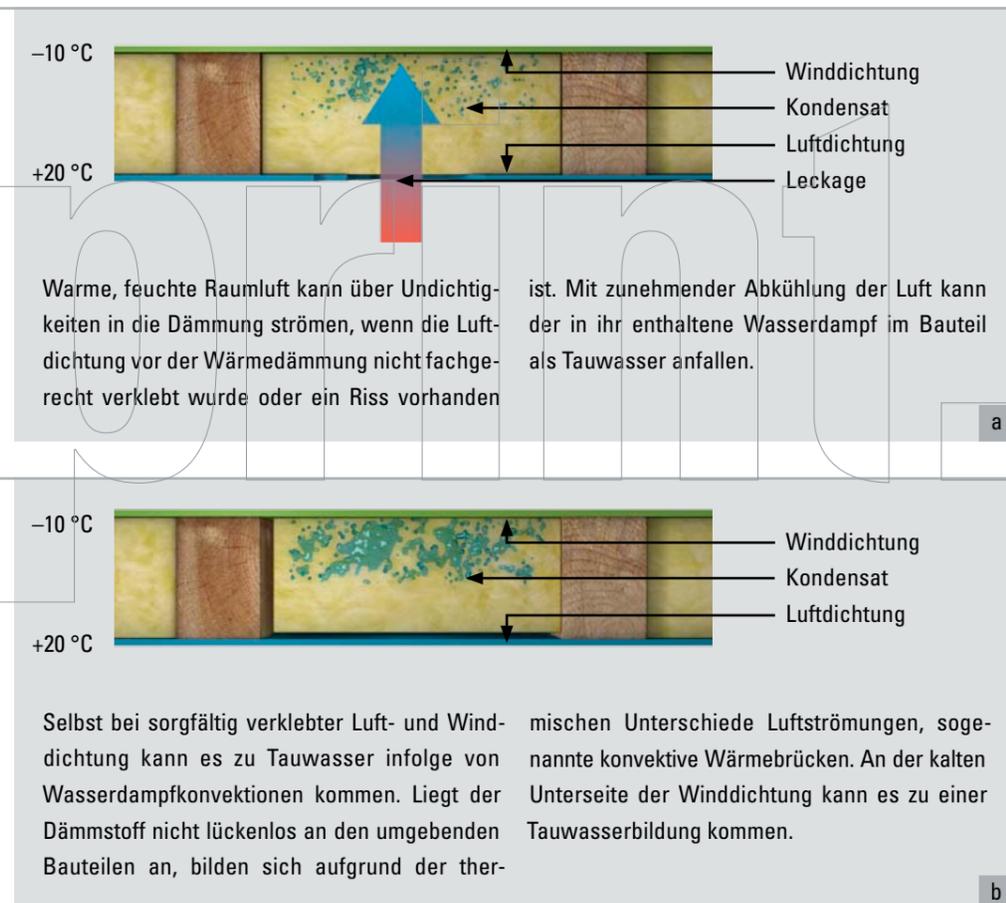
Unter optimalen Bedingungen werden schon nach wenigen Tagen Sporenläger bzw. Fruchtkörper gebildet. Die Fruchtkörper sind bei den Pilzen oft sichtbar (z. B. Schimmel auf dem Brot).

temenge übersteigt den Feuchtestrom infolge von Wasserdampfdiffusion um ein Vielfaches. Dementsprechend hoch ist auch das Gefährdungspotenzial der durch Feuchtekonvektion provozierten Tauwasserbildung im Bauteilinneren.

Wasserdampfkonnektion ist der Transport von wasserdampfhaltigem Gasgemisch (Luft) durch Strömung und entsteht durch örtliche Temperaturgefälle. Durch Wasserdampfkonnektion kann innerhalb kurzer Zeit das 10fache an Dampf gegenüber Wasserdampfdiffusion transportiert werden.

Um Tauwasserbildung in Außenwänden zu vermeiden, darf von der warmen Seite (meist innen) nicht mehr Wasserdampf in das Bauteil eindringen, als auf der kalten Seite wieder zur Außenluft entweichen kann. Insgesamt sollten die Schichten so angeordnet werden, dass die Wasserdampfdiffusionszahlen von innen nach außen zunehmen und dementsprechend die Wasserdampfdurchlasswiderstände abnehmen. Eine weitere Möglichkeit der Verhinderung von Kondensat ist das Anbringen einer Feuchtigkeitssperre, durch die eine Diffusion von Feuchtigkeit in den Baukörper verhindert wird.

Abb. 3.1.2.1 a, b:
Ausfall von Tauwasser
infolge fehlerhafter
Bauteilkonstruktion.



3.1.3 OBERFLÄCHENFEUCHTE

Mit Oberflächenfeuchte bezeichnet man die relative Luftfeuchte unmittelbar an der Oberfläche eines Materials, z.B. eines Baustoffes. Ist der Baustoff kälter als die Raumluft (wenn es sich um ein Außenbauteil handelt z.B. wegen schlechter Wärmedämmung), kommt es unmittelbar an seiner

Oberfläche zu einer Abkühlung der Luft, wodurch die Oberflächenfeuchte höher werden kann als die Raumluftfeuchte. Steigt die Oberflächenfeuchte für einen längeren Zeitraum auf einen Wert oberhalb von 70 %, kann sich mikrobieller Befall einstellen.

3.1.4 FEUCHTEGEHALT VON BAUSTOFFEN (BAUFEUCHTE, AUSGLEICHSFEUCHTE)

Ein hygroskopisches Material (Hygroskopie ist die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Umgebung aufzunehmen) ist stets bestrebt, mit der umgebenden Luft ein Feuchtegleichgewicht einzustellen. Jeder Baustoff besitzt seine ihm eigene Ausgleichsfeuchte, die in Gewichtsprozent angegeben wird. Das Vorhandensein von Wasser im Material bewirkt einen Wasserdampfdruck auf der Materialoberfläche. Wenn dieser Wasserdampfdruck dem Dampfdruck der umgebenden Luft entspricht, steht das Material im Feuchtegleichgewicht mit seiner Umgebung. Jeder Unterschied im Wasserdampfdruck zwischen Material und umgebender Luft bewirkt einen Wasseraustausch und damit eine Änderung des Wassergehalts des betreffenden Materials, bis das Feuchtegleichgewicht wieder erreicht ist. Diese Ausgleichsfeuchte erreicht der Baustoff bei gleichbleibenden klimatischen Bedingungen über eine längere Zeitspanne.

Ein Hilfsmittel zur Bestimmung der Ausgleichsfeuchte des Baustoffs sind die Sorptionsisothermen. In

einer Sorptionsisotherme sind die jeweiligen Werte der Ausgleichsfeuchte eines bestimmten Baustoffs in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte grafisch dargestellt. Das sorptive Gleichgewicht (Ausgleichsfeuchte) zwischen dem Baustoff und seiner Umgebung stellt sich mit der Zeit auf natürliche Weise ein.

Wasser hat in jedem Baustoff eine andere Wirkung. Deshalb ist jeder Baustoff und jedes Bauteil des Bauwerks gesondert zu betrachten. Jedes der miteinander kombinierten Materialien im Bauteil reagiert unterschiedlich auf Feuchtigkeit. Einige Baustoffe nehmen eindringendes Wasser sehr gut auf, andere haben eine sperrende Wirkung. Gleichzeitig verlieren einige Baustoffe ihre ursprünglichen Eigenschaften, wie z. B. Tragfähigkeit, Dämmung und Schallschutz. Sofern die Baustoffe z. B. wegen eines Wasserschadens eine erhöhte Feuchtigkeit aufweisen, ist eine durchgängige Trocknung aller betroffenen Bauteile dringend erforderlich.

3.1.5 FEUCHTETRANSPORT DURCH DIFFUSION/KAPILLARWIRKUNG

Unter Diffusion wird ein physikalischer Prozess verstanden, der zu einer gleichmäßigen Verteilung von Teilchen (gelöste Stoffe und Gase) führt, da diese Stoffe das Bestreben haben, ein Konzentrationsgleichgewicht herzustellen. Diffusion beruht auf der thermischen Eigenbewegung dieser Teilchen.

Wasserdampfdiffusion ist die Bewegung von Wasserdampf aufgrund von Konzentrations- bzw. Dampfdruckgefällen. Der Wasserdampfgehalt und die Temperatur der Luft bewirken einen bestimmten Dampfdruck. Da der Dampfdruck im Freien und im Gebäudeinneren meist unterschiedlich groß ist, hat er das Bestreben, sich zwischen außen und innen auszugleichen. Der Wasserdampf diffundiert durch das Bauteil hindurch. Da jeder Baustoff dem Wasserdampf einen unterschiedlichen Widerstand entgegengesetzt, muss dies in der Betrachtung des Raumklimas berücksichtigt werden. Hierzu wird die Wasserdampfdurchlässigkeit von verschiedenen

Baustoffen gemessen. Diese Messung wird entsprechend den Vorgaben der DIN 52615 bzw. der DIN EN ISO 12572 durchgeführt.

Wird die Feuchtigkeit am Austritt aus dem Bauteil gehindert, können Schäden in Form von Tauwasseranfall auftreten:

- Kondensation in der Hinterlüftungsebene: Dabei schlägt sich feuchte, warme Luft als Kondensat an der kalten Außenfläche der Konstruktion nieder.
- Oberflächenkondensation: Hier wird die kritische Oberflächentemperatur an der Innenseite des Außenbauteils unterschritten, so dass dort Kondensat anfällt.
- Kondensation im Inneren einer Konstruktion: Im Inneren einer Konstruktion fällt Kondenswasser aufgrund der ungünstigen Schichtenfolge (Wärmedämmung zur Rauminnenseite) aus.

FEUCHTEMESSUNG DURCH ELEKTRISCHEN WIDERSTAND

Die Feuchtemessung durch elektrischen Widerstand ist ein Verfahren, bei dem die elektrische Leitfähigkeit des Baustoffes gemessen wird. Möglich ist dies, da sich der elektrische Widerstand eines Feststoffes in Abhängigkeit von seinem Feuchtegehalt verändert. Diese Unterschiede werden als Messergebnis in der Einheit Digits dargestellt. Jedoch muss im Einzelfall immer das jeweilige Baumaterial in die Betrachtung einbezogen werden, die Hersteller dieser Geräte liefern diesbezüglich Umrechnungstabellen. Grundsätzlich dient die Methode der flächenmäßigen Eingrenzung eines Feuchteschadens. Das Verfahren findet insbesondere bei mineralischen Baustoffen wie Putz, Estrich und Mauerwerk und bei Holz Anwendung.

Das Messgerät ist in der Regel mit je zwei unterschiedlich langen Messspitzen (Elektroden) ausgestattet, die entsprechend der Tiefe des zu messenden Bauteils paarweise eingesetzt werden. Für Tiefenmessungen über 40 mm wird die Widerstandsmessmethode mit Elektroden bis 250 mm Länge angewandt. Die Messspitzen werden mit einem Abstand von ca. 5 cm in die zu messende Fläche eingebracht. Ist die Fläche trocken, weist sie einen hohen elektrischen Widerstand auf, d. h., ein angelegter schwacher Strom kann kaum fließen. Durchfeuchtete Flächen hingegen haben aufgrund des enthaltenen Wassers einen geringen elektrischen Widerstand. Ein angelegter Schwachstrom kann im Vergleich somit deutlich fließen.

SONDERFALL HOLZFEUCHTE

Die elektrische Leitfähigkeit des Holzes wird durch

die Holztemperatur und die unterschiedlichen Inhaltsstoffe der einzelnen Holzarten beeinflusst. Zur Erzielung präziser Messergebnisse ist es erforderlich, diese Einflüsse gerätetechnisch zu berücksichtigen. Dafür wurden spezielle Holzfeuchte-Messgeräte mit Holzsorten-Einstellung und Temperaturkompensation entwickelt. Technischer Standard ist eine vierstufige Holzsorten-Korrektur mit Temperaturkompensation von -10 °C bis $+90\text{ °C}$. Eine weitere Verbesserung der Messgenauigkeit wird mit Messgeräten durch Vorgabe einer artspezifischen Eichkurven-Kennziffer für jede Holzart erreicht.

DIELEKTRISCHES FEUCHTEMESSGERÄT, HOCHFREQUENZVERFAHREN

Mit dem Hochfrequenzverfahren ist eine erste Einschätzung der Feuchtigkeit von Baumaterialien als Oberflächenmessung möglich. Es dient ausschließlich zur groben Festlegung von partiellen Durchfeuchtungsbereichen und ist keine Protokollmessung.

Das Messgerät ist mit einer Sonde (dielektrischer Feuchtigkeitssensor) ausgestattet. Die Messung beruht auf dem Messprinzip des kapazitiven Feldes. Das Messfeld bildet sich zwischen der Sonde und der Oberfläche des Baustoffes aus, wenn die Sonde senkrecht auf die Oberfläche trifft. Die Veränderung des elektrischen Feldes durch Material und Feuchte wird erfasst und digital angezeigt (0–199 DG = Digits). Die Einheit Digits beschreibt lediglich grobe Feuchtigkeitsbereiche, wie sie in Tab. 5.2.1.3.1 abgebildet sind.

Die Messung ist eine relative Messung, d. h., es wird der Unterschied zwischen dem trockenen und dem

S

Tabelle 5.2.1.3.1:
Anzeigewerte in Digits
in Abhängigkeit von der
Material-Rohwichte
(Gann Mess- und
Regeltechnik GmbH,
2010).

ROHWICHTE KG/m ³	Entsprechende relative Luftfeuchte					
	30 --- 50 --- 70 --- 80 --- 90 --- 95 --- 100 % r. F.					
	Anzeige in Digits					
	Sehr trocken	Normal-trocken	Halb-trocken	Feucht	Sehr feucht	Nass
bis 600	10–20	20–40	40–60	60–90	90–110	über 110
600–1.200	20–30	30–50	50–70	70–100	100–120	über 120
1.200–1.800	20–40	40–60	60–80	80–110	110–130	über 130
über 1.800	30–50	50–70	70–90	90–120	120–140	über 140

MATERIALFEUCHTIGKEITSGRAD		DIGITS	
Holz	Trocken	25–40	25–40
	Feucht	80–140	
Wohnraum-Mauerwerk	Trocken	100–150	60–80
	Feucht	100–150	

Tabelle 5.2.1.3.2:
Orientierungshilfe zur
Materialfeuchte (Gann
Mess- und Regeltechnik
GmbH, 2010).

feuchten Baustoff angezeigt. Tab. 5.2.1.3.2 zeigt den Feuchtigkeitsgrad in Digits in Abhängigkeit von unterschiedlichen Materialien.

MESSUNG NACH FEUCHTIGKEITSAUSGLEICHSPRINZIP

Die Messung nach dem Feuchtigkeitsausgleichsprinzip ist die Messung der relativen Luftfeuchte im Bauteil, ausgedrückt in einem Prozentwert. Das Messverfahren ist zur Feststellung des Feuchtegehaltes aller Bauteile geeignet. Insbesondere sind Tiefenmessungen im Bauteilquerschnitt üblich. Das Messgerät ist mit einem Feuchtigkeitssensor (stabförmige Elektrode) ausgestattet, der durch ein Bohrloch bis in die gewünschte Tiefe des Bauteils eingeführt wird, um dort die relative Luftfeuchtigkeit zu messen. Die Messung nach dem Feuchtigkeitsausgleichsprinzip erfolgt idealerweise dann, wenn der zu messende Baustoff im Feuchtegleichgewicht mit der umgebenden Luft steht. Das heißt, zwischen Bohren und Messen ist eine Ruhezeit von einigen Minuten einzuhalten, bis sich die beim Bohren erwärmte Bohrlochwandung wieder abge-

kühlt und sich der Gleichgewichtszustand zwischen der Temperatur und der relativen Luftfeuchte im Baustoff und im Sensor eingestellt hat. In der Regel gilt, dass die Sonde in der Luft nach ca. 5 Minuten und in einem Bohrloch nach etwa 15 Minuten den Gleichgewichtszustand anzeigt. Es ist wichtig, dass die relative Feuchte in Innenräumen dort gemessen wird, wo die Temperatur so nah wie möglich an der Durchschnittstemperatur des Raumes liegt.

NEUTRONENSONDE

Die Neutronensonde (Abb. 5.2.1.3.2) wird eingesetzt, wenn die Anwendung einer zerstörungsfreien Messmethode zwingend erforderlich ist bzw. andere Messverfahren keine eindeutigen Ergebnisse liefern. Die Neutronensonde findet Anwendung bei:

- Leckageortung an Flachdächern und Abwasserleitungen
- Leckageortung in Fußbodenkanälen und Schächten
- Analyse der Feuchtigkeitsverteilung in Fußböden und Flachdächern zur Abgrenzung von



Abb. 5.2.1.3.2:
Neutronensonde zur
Leckageortung.

6.1.9.3 DÄMMMATERIALIEN

POLYSTYROL

Polystyrol (PS) ist ein weit verbreiteter thermoplastischer Massenkunststoff. Je nach Herstellungsart wird zwischen dem weißen und eher grobporigen EPS (Expandiertes Polystyrol) und dem feinporigen XPS (Extrudiertes Polystyrol) unterschieden. Polystyrol wird erst nach einer langen Durchfeuchtungsphase von Schimmelpilzen durchwachsen. In der Regel ist eine Trocknung oder Desinfektion mit Mitteln auf Wasserstoffperoxidbasis möglich. Bei einer starken sichtbaren Myzelbildung oder geruchsintensiven Wahrnehmung wird ein Austausch empfohlen.

MINERALFASERN

Mit biologischen Arbeitsstoffen kontaminierte Mineralwolle ist generell staubarm auszubauen und zu entsorgen, da eine Reinigung bzw. Desinfektion dieser Materialien nicht möglich ist.

PERLITE

Wenn es zu keiner starken Verschmutzung der Schüttung und nach anschließender Trocknung zu keiner Überschreitung der Schallschutzwerte kommt, ist eine Sanierung im Unterdruck möglich.

SCHLACKEN

Schlacke ist gut zu trocknen, bei Fehlböden mit Holzbalkenlagen ist auch hier die DIN 68800 zu beachten, aufgrund dessen ein vollständiger Rückbau möglich sein kann.

LEHMSCHÜTTUNGEN, -WICKEL

Bei einem hohen Durchfeuchtungsgrad wird in der Regel eine technische Trocknung des Lehmestoffes nicht möglich sein. Da eine natürliche Trocknung zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde und in Verbindung mit zellulosehaltiger Bausubstanz die Gefahr durch einen Befall mit holzerstörenden Pilzen oder Insekten gegeben ist, wird grundsätzlich ein Rückbau empfohlen.

NATURFASERN

Unterschieden wird zwischen Flocken und Fasern, wobei im Wandbereich ein Ausbau oft kostengünstiger und schneller zum Sanierungsziel führt. Bestimmte Fasern wie Kokos sind resistenter gegenüber Feuchtigkeit und verlieren bei kurzer Durchnässung nicht an Volumen. Eine Imprägnierung durch den Hersteller, z. B. mit Ammoniumsalzen, verstärkt die Haltbarkeit von Dämmmaterialien.

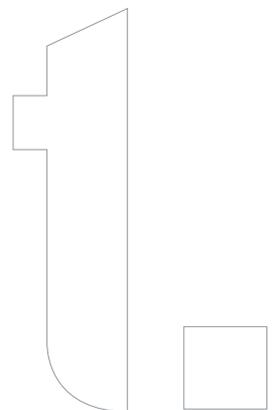


Abb. 6.1.9.3.1:
Demontage befallener
Dämmstoffe.