

Bauphysik – Aufgaben und Ziele im Schwimmbadbau

Grundlage zum schadenfreien und energieoptimierten Bauen

Dipl.-Ing. Architekt Thomas Duzia, Bergische Universität Wuppertal

Mit der Einführung der Wärmeschutzverordnung erlangten die Betrachtungen zum energiesparenden Wärmeschutz im Rahmen der Gebäudeplanung eine immer bedeutendere Rolle, die durch die Ziele der Energieeinsparverordnung (EnEV) weiter angehoben wurden. Bei den notwendigen bauphysikalischen Analysen muss der Wärmeschutz im Zusammenhang mit dem Feuchteschutz gesehen werden. Dabei geht es nicht nur um die energetische Qualität eines Bauwerks, sondern auch um die hygienischen Bedingungen im Innenraum und die Vorbeugung vor konstruktiven Baumängeln. Da bauli-

che Mängel häufig aus Fehlern resultieren, die einen bauphysikalischen Ursprung haben, ist für den Planer sowohl die Grundkenntnis von den Eigenschaften der Baustoffe als auch von den klimatischen Prozessen aus Wärme und Feuchte eine Notwendigkeit für die Planung und Ausführung.

Anforderungen im Schwimmbadbau

Schwimmbäder und Saunananlagen stellen mit ihren besonderen klimatischen Verhältnissen in den Innenräumen eine Herausforderung für die bauphysikalische Bewertung dar. Da diese Bedingungen deutlich von den normativen

Grundbedingungen zur wärme- und feuchtetechnischen Beurteilung abweichen, müssen für Schwimmbäder die Randbedingungen für die Berechnungen immer auf den Einzelfall bezogen und mit dem Nutzer abgestimmt werden. Auf diesen Grundlagen aufbauend kann erst die bauphysikalische Bewertung und Auslegung der Außenbauteile erfolgen. Tabelle 1 zeigt vergleichend die vereinfachten Klimabedingungen, wie sie nach DIN 4108-3¹⁾ für eine normale Wohn- oder Büronutzung für den Feuchteschutz im Winter anzusetzen sind, und wie die tatsächlichen Klimabedingungen in einem Schwimmbad sind.

Vereinfachte Klimarandbedingungen nach DIN 4108-3; Juli 2001				
	Normale Wohn-, Büronutzung			
Tauperiode / Winter	Temperatur in °C	relative Luftfeuchte ø	Wasserdampf- gehalt relativ g/m ³	Wasserdampf- gehalt max. g/m ³
innen	20 °C	50 %	≈ 8,65	17,3
außen	-10 °C	80 %	≈ 1,7	2,15
Klimabedingungen nach VDI 2089; Januar 2010				
	Schwimmhalle			
Tauperiode / Winter	Temperatur in °C	relative Luftfeuchte ø	Wasserdampf- gehalt relativ g/m ³	Wasserdampf- gehalt max. g/m ³
innen	30 - 34 °C	40 - 64 %	≈ 12,14 - 24,1	30,35 - 37,65
außen	-10 °C	80 %	≈ 1,7	2,15

■ Tabelle 1: Gegenüberstellung der normativen klimatischen Randbedingungen zur Planung von Schwimmhallen und Gebäuden mit Wohn- oder Büronutzung

Zu beachten ist dabei, dass in einem Schwimmbad keine homogenen klimatischen Verhältnisse vorliegen, und dass nicht nur die Außenbauteile bauphysikalisch betrachtet werden müssen, sondern die Bewertungen ebenso für Innenbauteile geführt werden müssen, wenn z. B. warme Schwimmbadbereiche an niederbeheizte Treppenhäuser oder benachbarte Sporthallen grenzen. Nach VDI 2089 Blatt 2²⁾ bzw. den KOK-Richtlinien³⁾ werden folgende Raumlufttemperaturen empfohlen:

- 18 °C Treppenhäuser
- 22 °C Foyer
- 22 - 28 °C Umkleidebereich

- 22 - 26 °C Schwimmmeisterraum / Erste-Hilfe-Raum
- 26 - 34 °C Vorreinigungen und WCs
- 30 - 34 °C Schwimmhalle

Aus dieser Besonderheit der Schwimmbadnutzung resultiert, dass die Anforderungen, die an den Feuchte- und Wärmeschutz gestellt werden, für Konstruktion im Schwimmbad viel höher sind. Dieser Umstand wurde bei der Formulierung der DIN 4108-3, normativer Anhang A⁴⁾, erkannt. Die Einleitung zum Thema der Tauwasserbildung im Inneren der Bauteile weist auf den besonderen Sachverhalt hin. Die bauphysikalischen Nachweise müssen damit auf der Grundlage des tatsächlichen Raumklimas erfolgen.

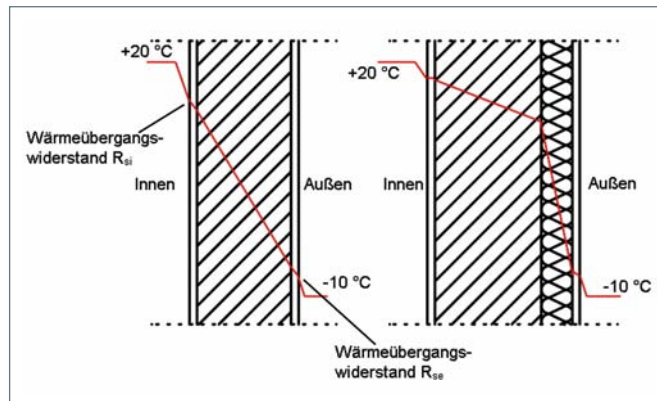
Welche Ziele verfolgt der Wärmeschutz?

Obwohl das ressourcenschonende und energiesparende Bauen heute eindeutig als ökonomisches und ökologisches Ziel im Vordergrund steht, sind unterschiedliche vorbeugende Bewertungen für Konstruktionen notwendig. Der Wärmeschutz lässt sich nach den folgenden Themen unterteilen:

- energetischer Wärmeschutz zur Einsparung von Energieverbräuchen nach EnEV 2009,
- Mindestwert für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen nach DIN 4108-2, Tabelle 3⁵⁾,
- hygienischer Wärmeschutz zur Verhinderung eines Befalls mit Schimmelpilz im Innenraum,
- Vermeidung von Wärmebrücken,
- sommerlicher Wärmeschutz zur Verhinderung von Überhitzung eines Innenraums.

Damit liegt der Schwerpunkt des Wärmeschutzes in der Reduzierung des Energieverbrauchs, ganz gleich ob die Betrachtungen zum winterlichen oder sommerlichen Wärmeschutz geführt werden.

Beim winterlichen Wärmeschutz, wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt,



■ Abbildung 1: Schematische Temperaturverläufe in einer nicht gedämmten und einer außenseitig gedämmten Außenwand

steht die Reduzierung der Wärmeverluste durch die Außenhaut eines Gebäudes im Vordergrund. Dazu müssen hochgedämmte Außenbauteile und die Luftdichtheitsebene aufeinander abgestimmt werden. Allerdings hat auch die Art und Weise des Hochbautentwurfs Einfluss auf die Transmissionswärmeverluste. Durch den Entwurf von kompakten und wenig zerklüfteten Gebäuden können die wärmeübertragenden Hüllflächen und damit auch die energetischen Verluste reduziert werden. Ebenso deutlich ist jedoch auch der Einfluss von Glasflächen bei den Wärmeverlusten zu sehen. Selbst eine hochgedämmte Glaskonstruktion, bei der Glastafeln mit einem heute üblichen U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2K)$) von 1,1 verbaut wurden, besitzt einen nahezu fünffach schlechteren U-Wert gegenüber einer herkömmlichen Wandkonstruktion. Der proportionale Anteil von Glasflächen in einem Gebäude ist daher für die energetische Bilanz prägend.

Die Vorgaben zu den Dämmwerten bzw. Wärmedurchgangswiderständen R der Bauteile basieren auf den Regelungen der Energieeinsparverordnung und der DIN 4108-2⁶⁾ zum Wärmeschutz und zur Energieeinsparung in Gebäuden.

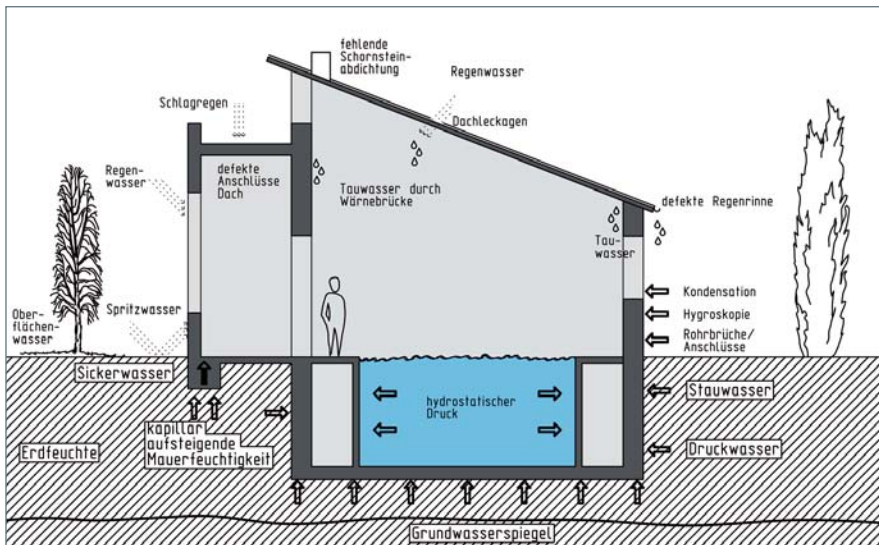
Mit der Einführung der EnEV 2009 wurde zusätzlich der Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz für Wohn- und Bürogebäude verpflichtend. Schwimmbäder sind danach, bis auf deren Büroräume, von dem Nachweis ausgenom-

men. Aufgrund der im Hochbau üblichen großen Glasflächen gelangen hohe solare Einstrahlungen durch die Fassaden in den Raum, was je nach Bauweise zu thermischen Problemen durch Überhitzung im Innenraum führen kann. Um in den Sommermonaten trotzdem ein akzeptables Raumklima gewährleisten zu können, werden auf der Grundlage der DIN 4108-2, Pkt. 8, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz⁷⁾, Berechnungen durchgeführt, die eine Prognose zum Aufheizverhalten eines Raumes und dem sommerlichen Raumklima ermöglichen. Das Ziel dieser Betrachtungen zum sommerlichen Wärmeschutz ist neben der Gewährleistung der Aufenthaltsqualität die Reduzierung des Kühlbedarfs und damit auch des Stromverbrauchs.

Der bauliche und bauphysikalische Feuchteschutz

Feuchte- und Wärmeschutz können aufgrund der bauphysikalischen Abhängigkeiten nicht voneinander losgelöst betrachtet werden. Ein funktionierender Feuchteschutz bildet zugleich die Grundlage für einen effektiven Wärmeschutz. Damit haben beide Bewertungen ein ähnliches Schutzziel. Nur eine trockene Wärmedämmung ist eine funktionierende Wärmedämmung.

Auf die Konstruktionen von Gebäuden wirkt Feuchtigkeit verschiedensten Ursprungs ein (siehe Abbildung 2) und kann zerstörerischen Einfluss nehmen, durch z. B. Korrosion, Frostschäden oder Holzfäule. Daher müssen unsere Gebäude vor sehr verschiedenen Erscheinungsformen



■ **Abbildung 2:** Auf die Gebäudekonstruktionen einwirkende Feuchtigkeitsarten



■ **Abbildung 3:** Wasserspeicher mit Tauwasserausfall auf der Betondecke

des Wassers geschützt werden. Der Feuchteschutz hat damit neben der bauphysikalischen Bewertung auch eine konstruktive Seite, die zwingend beachtet werden muss.

In einem Bauwerk kann Feuchtigkeit aus unterschiedlichen Ursachen auftreten. Zu den Zielen des Feuchteschutzes zählen:

- Erhalt der Dämmeigenschaften,
- Tauwasserschutz im Inneren von Bauteilen,

- Schutz der Konstruktionen vor Korrosion und/oder Holzfäule,
- Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen, um einen mikrobiellen Befall zu verhindern,
- Schutz vor Regenwasser,
- Verhinderung von aufsteigender Feuchtigkeit aus den erdberührenden Bauteilen.

Kernstück der bauphysikalischen Betrachtungen bildet dabei das nach Helmut Glaser benannte Berechnungsverfahren.

In dieser Berechnung werden die klimatischen Randbedingungen mit Innen- und Außentemperatur, den Partialdrücken und dem Sättigungsdruck der Luft gegenübergestellt. Der Sättigungsdruck stellt dabei den Zustand der Luft mit 100 % Luftfeuchtigkeit dar, der mit dem Teildruck (Partialdruck) nach den normierten Bedingungen mit 50 % relativer Luftfeuchtigkeit innen und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit außen und dem Temperaturgefälle in der Konstruktion verknüpft wird.

Die Berechnung wird als rechnerischer und grafischer Nachweis für die geplante Konstruktion geführt. Bewertet werden die Tauwasserfreiheit und das Trocknungsverhalten durch Verdunstung im Sommer. Werden im rechnerischen Nachweis die möglichen zulässigen Tauwassermengen eingehalten, bzw. kann das Tauwasser nach dieser Berechnung in den Sommermonaten verdunsten, gelten Konstruktionen als zulässig.

Die normativen Grenzwerte der vereinfachten klimatischen Randbedingungen aus der DIN 4108-3⁸⁾ sind jedoch nicht ohne eine Anpassung der Randbedingungen auf Hallenbäder übertragbar, da sie nur für Wohnungen und Büronutzung (siehe Tabelle 1) gelten. In Hallenbädern herrschen jedoch nicht nur in den Aufenthaltsbereichen besondere klimatische Bedingungen, sondern auch, wie Abbildung 3 zeigt, in den Funktions- und Technikräumen.

Warum bilden Wärme- und Feuchteschutz eine Einheit bei den Betrachtungen? Im Mittelpunkt der Planung steht nicht nur die Anforderung an den Dämmstandard einer Konstruktion und den daraus resultierenden energetischen Verlusten und Verbräuchen. Durch die Verknüpfung der Betrachtungen wird ein ganzheitliches Schutzziel erfüllt. Die Berechnungen dienen im Nachweisverfahren dazu, Konstruktionen zu planen, bei denen nicht das Risiko eines Tauwasserausfalls im Inneren oder auf den Oberflächen besteht.

DIN EN 12 524 - Juli 2000 (zurückgezogen)			Baustoffe und Bauprodukte
Wärme- und feuchtschutztechnische Eigenschaften			tabellierte Bemessungswerte
Gegenüberstellung von trockener Luft und Wasser bei 0 °C			
Material	Rohdichte ρ kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit λ W/(mK)	spez. Wärmekapazität c_p J/(kgK)
trockene Luft	1,23	0,025	1008,00
Schiefer	2000 - 2800	2,20	1000,00

■ Tabelle 2: Vergleich der Stoffeigenschaft λ Wärmeleitfähigkeit von Luft und Wasser

Kommt es zu einem Ausfall von Tauwasser in den Konstruktionen, können daraus unterschiedliche Risiken für ein Bauwerk resultieren. Unmittelbar im Zusammenhang zum Wärmeschutz muss gesehen werden – wie die Werte in Tabelle 2 zur Wärmeleitfähigkeit zeigen –, dass eine feucht gewordene Dämmung ihre Dämmwirkung verloren hat, da Wasser eine 24-fach höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft besitzt.

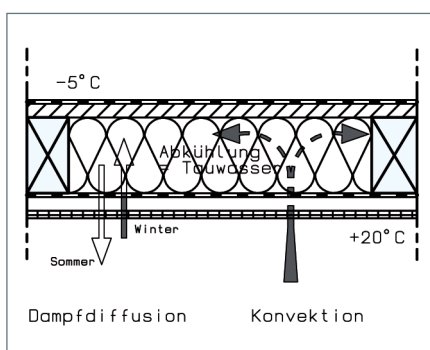
Zum Tauwasserausfall kann es kommen, wenn raumseitig warme und feuchte Luft in die Konstruktion bzw. Dämmung gelangt. Da in der Dämmebene der Temperatursturz stattfindet, kühlt hier die warme und feuchte Luft schlagartig ab. Als Folge der Abkühlung reduziert sich das Wasseraufnahmevermögen der Luft, und die eingelagerte Feuchtigkeit wird an die angrenzenden Bauteile abgegeben (siehe Abbildung 4). Dieses freiwerdende Wasser befüllt nach und nach die Poren oder Kapillare des Dämmstoffes. Mit der Befüllung wird die weniger wärmeleitende Luft gegen den guten Wärmeleiter Wasser ausgetauscht. Die Konstruktion verliert damit ihre energetische

Qualität, und der Heizwärmebedarf steigt. Um diesen physikalischen Vorgang zu verhindern, müssen Dämmschichten durch Folien oder ähnliche Materialien geschützt werden, die eine Luftdichtheit innenseitig der Dämmung sicherstellen.

Kommt es jedoch erst einmal zu einem Austritt von Tauwasser in den Konstruktionen, muss überprüft werden, ob die Feuchtigkeit in den Sommermonaten ausdiffundieren kann. Wird die Trocknung während der sommerlichen Verdunstungsperiode behindert, weil auf beiden Seiten der Dämmung sowohl Dampfsperre als auch Dachabdichtung zu hohe sd-Werte besitzen, kann es zum allmählichen „Absaufen“ der Konstruktion kommen.

Mit dem sd-Wert wird die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke bezeichnet, die als Produkt aus der Schichtdicke des Bauteils und der Stoffeigenschaft μ , der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl, gebildet wird. Kann eine Wand oder ein Dach nicht mehr trocknen, folgen Bauschäden, wie z. B. Korrosion oder Holzfäule, welche die Zerstörung des Bauteils beschleunigen können.

Neben dem Ausfall von Tauwasser im Inneren eines Bauteils müssen zum Schutz der Konstruktion ebenso Berechnungen zur Vermeidung von kritischer Feuchte und kritischer Oberflächentemperaturen auf Innenoberflächen geführt werden.



■ Abbildung 4: Diffusionsvorgänge in einem Bauteil und Folgen aus Leckagen

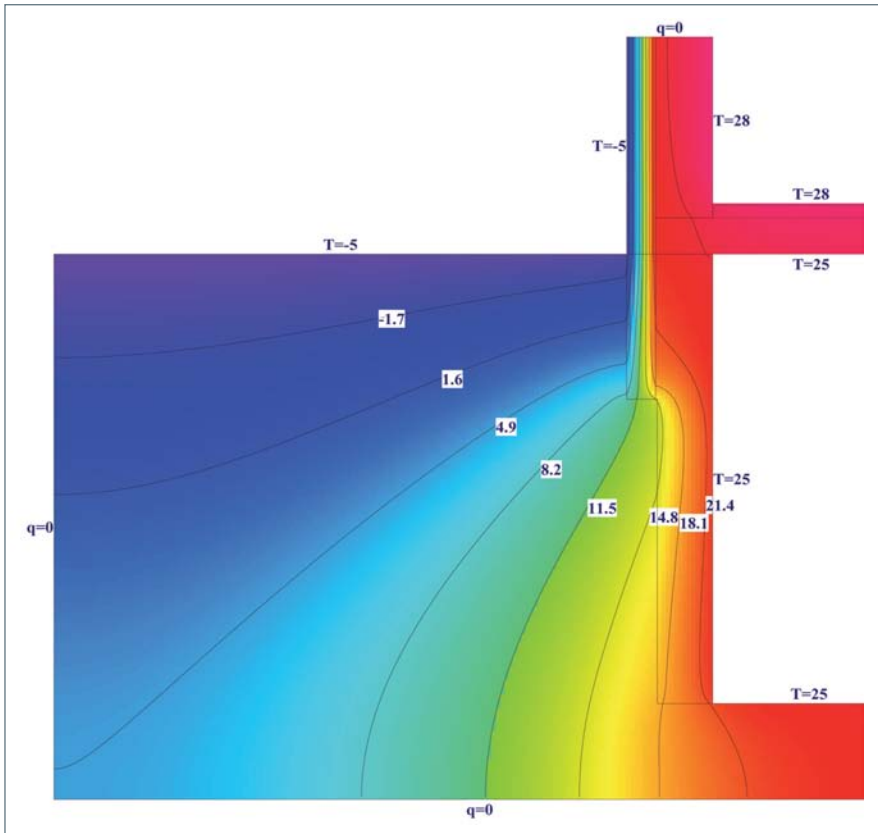
Wärmebrücken und Schimmelpilz

Im direkten Zusammenhang zur raumseitigen Oberflächentemperatur, als Folge der dämmtechnischen Qualität eines Gebäudes, steht die sog. Wärmebrücke. Wärmebrücken sind konstruktive Schwachstellen im Gebäude, die aus unterschiedlichen Ursachen resultieren können. Als „gestörtes“ Bauteil hat die Wärmebrücke deutlichen Einfluss auf die energetischen Verluste eines Gebäudes. Im Bereich von Wärmebrücken stellen sich punktuelle oder linear erhöhte Wärmeströme von innen nach außen ein. Als Folge kommt es auf den raumseitigen Oberflächen zu einer stärkeren Abkühlung der Bauteile. Sinken die raumseitigen Oberflächentemperaturen unter einen bestimmten Grenzwert, fällt auf den Oberflächen von Konstruktionen Tauwasser aus, was für einen Befall mit Schimmelpilz die Grundlage bildet.

Damit stehen die Wärmebrücke und alle schlecht gedämmten Bauteile in einem unmittelbaren Zusammenhang zum hygienischen Wärmeschutz. Ein allgemein bekanntes Phänomen hieraus ist der Befall mit Schimmelpilz in Raumecken, die sog. geometrische Wärmebrücken sind. In diesen Raumecken stehen einer kleinen inneren Wandfläche deutlich größere Außenwandflächen gegenüber, was den Wärmefluss von innen nach außen beschleunigt und zu einer starken Abkühlung der innenseitigen Flächen führt.

Um einem Schadenfall vorzubeugen, kann eine Simulation und Bewertung mit computergestützten Programmen erfolgen. Die Abbildung 5 zeigt die Darstellung der Temperaturverläufe in den Bauteilen mittels Isothermen, den Grenzlinien gleicher Temperaturen, und zusätzlich als Farbverlauf, von warm nach kalt.

Wichtig für die Nachweisführung zum hygienischen Nachweis ist dabei ebenso die Anpassung der normierten Randbedingungen an die klimatischen Verhältnisse in einem Schwimmbad.



■ **Abbildung 5:** Isothermenverlauf und Wärmefelder von einem Rohrgang gegen Erdreich bei nachträglicher Dämmung einer Fassade
 q = Wärmestromdichte (W/m^2)
 T = Temperatur

Nach DIN 4108-2, Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelpilz⁹⁾, muss eine raumseitige Oberflächentemperatur von mindestens $\Theta_{si} \geq 12,6 \text{ °C}$, bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C , gewährleistet sein. Diese Anforderung kann für Schwimmbäder nicht übernommen werden. Wesentlich aussagekräftiger ist daher die Kontrolle mittels Berechnung des Temperaturfaktors f_{Rsi} . Als Mindestanforderung an Außenbauteile gibt die Norm $f_{Rsi} \geq 0,7$ vor. Für diese Betrachtungen muss die tatsächliche In-

nentemperatur eines Schwimmbades angenommen werden. Der einheitslose Temperaturfaktor f_{Rsi} wird als unterer Grenzwert nach folgender Formel bestimmt:

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

In die Berechnungen zum hygienischen Nachweis zur Vermeidung eines Schimmelpilzbefalls gehen damit ein:

- Θ_{si} die raumseitige Oberflächentemperatur

- Θ_i die (tatsächliche) Innenlufttemperatur
- Θ_e die Außenlufttemperatur -5 °C (nach DIN)

Der hygienische Nachweis zur Vermeidung eines mikrobiellen Befalls auf den Oberflächen des Innenraums bildet zugleich eine der Schnittstellen zum Feuchteschutz. Da jedoch Schimmelpilze schon bei einer geringeren relativen Luftfeuchtigkeit aktiv werden, und nicht erst freies Wasser durch Kondensatausfall in den Baustoffen vorliegen muss, ist die Ermittlung des Grenzzustandes von Bedeutung. Mit der Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit verschiebt sich das Risiko für einen Befall in Richtung der kritischen Zustände (siehe Tabelle 3).

Man unterscheidet zwischen einem aktiven Befall oder einem trockenen Altbefall. Das Landesgesundheitsamt (LGA) Baden-Württemberg und das Umweltbundesamt schlagen in ihrem sog. „Schimmelpilz-Leitfaden“¹⁰⁾ zur Risikobewertung eine Unterteilung in drei Kategorien vor:

- Kategorie 1: keine bzw. sehr geringe Biomasse
 $< 20 \text{ cm}^2$ Oberflächenschaden
- Kategorie 2: mittlere Biomasse, tiefere Schichten sind nur lokal und begrenzt betroffen
 $< 0,5 \text{ m}^2$ oberflächliche Ausdehnung
- Kategorie 3: große Biomasse, auch tiefere Schichten können betroffen sein
 $> 0,5 \text{ m}^2$ große flächige Ausdehnung

DIN 4108-3; 2001-07 Wärmeschutz- und Energieeinsparung in Gebäuden													Wärmeschutz		
Klimabedingter Feuchteschutz und Anforderungen															
Taupunkttemperatur der Luft in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchte															
Lufttemperatur Θ in °C	Taupunkttemperatur Θ_s bei relativer Feuchte Φ in %														
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2	
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1	

■ **Tabelle 3:** Taupunkttemperatur der Luft in Abhängigkeit zur relativen Luftfeuchte bzw. Lufttemperatur

Sollte der Pilzbewuchs tief in das Material gehen, erfolgt eine Zuordnung in die nächsthöhere Kategorie. Liegt ein aktiver Befall vor, rät das LGA, grundsätzlich einen Sachverständigen einzuschalten, da sich ein aktiver Befall schnell verändert und es zu einer unerwarteten Vermehrung krankheitserregender Schimmelpilzarten kommen kann. Ebenso soll eine Hochstufung trotz geringer Flächen erfolgen, wenn hauptsächlich Pilzarten mit bekannten gesundheitlichen Risiken vorhanden sind, wie z. B. *Aspergillus fumigatus* oder *Stachybotrys chartarum*.

Behaglichkeit

Die durch den Nutzer gefühlte Behaglichkeit in einem Innenraum hängt auch von den Oberflächentemperaturen der umgebenden Bauteile, wie Böden, Wände und Decken, ab. Daher kann die Behaglichkeit des Badegastes als etwas begriffen werden, das mittels bauphysikalischen Betrachtungen beurteilt werden kann.

Mitbestimmt wird die Behaglichkeit von der Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe und den sich daraus einstellenden Oberflächentemperaturen. Die Behaglichkeit bzw. das Wohlempfinden des Badegastes wird in Schwimmbädern maßgeblich von der Raumlufttemperatur, der relativen Luftfeuchte und den Oberflächentemperaturen von Fußböden und Wänden bestimmt. Auf diesen besonderen Zustand nimmt die KOK-Richtlinie¹¹⁾ Bezug und benennt Kriterien an die Behaglichkeit in Schwimmhallen. Nach der KOK-Richtlinie dürfen die Temperaturen von Fußböden im Barfußbereich max. 26 °C betragen.¹²⁾

Sollte aufgrund der baulichen Situation die Oberflächentemperatur des Fußbodens im Barfußbereich unter 22 °C liegen, muss eine Fußbodenheizung vorgesehen werden, um das Niveau der Kontaktwärme für den Fuß anzuheben. Andernfalls stellt sich für den Badegast ein Gefühl der Unbehaglichkeit ein, weil durch den Fuß zu viel Wärme an den gefliesten Boden abgeleitet wird.

In Schwimmbädern resultiert die Unbehaglichkeit häufiger jedoch aus zu hohen Luftgeschwindigkeiten oder aus Strahlungsasymmetrien bei den raumbegrenzenden Oberflächen.

Der Begriff „Strahlungsasymmetrien“ beschreibt eine bauliche Situation, bei der sich Flächen von Bauteilen gegenüberliegen oder aneinandergrenzen, deren Oberflächentemperaturen um mehr als 3 °K voneinander abweichen. Häufig findet man diese Situation an großen Glasfassaden. Der Badegast empfindet diese Glasfassaden als deutlich kälter, wenn die Temperaturdifferenz zum gefliesten angrenzenden Boden zu groß wird und sich zusätzlich noch in den Wintermonaten eine Kaltluftwalze im Innenraum einstellt. Diesen Effekten wirkt man jedoch üblicherweise mit einer Quelllüftung am Fußpunkt der Fassaden entgegen, womit die Kaltluftwalze verhindert wird und Glasflächen kondensatfrei gehalten werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Schwimmbäder stellen in der Planung eine besondere Herausforderung auch für die Bauphysik dar. Durch die energetischen Ziele zur Einsparung von Ressourcen wird derzeit in vielen Bereichen des Bauens der Passivhaus-Standard angestrebt. Bei Schwimmbädern, die einen latent hohen Energiebedarf haben, ist es richtig, die Transmissionswärmeverluste über die Außenbauteile so gering wie möglich und ökonomisch sinnvoll auszuführen. Dabei stehen wärmebrückenfreie Konstruktionen natürlich im Vordergrund. Schwieriger wird es schon, wenn man die energetischen Verluste aus Konvektion reduzieren will, indem man ein luftdichtes Gebäude erstellt. Als Folge einer konsequenten Energieeinsparung dürften dann Außenbecken und Ausschwimmkanäle, die an Innenräume anschließen, kaum noch realisiert werden, wenn sie nicht mindestens in den Nachtstunden mit einer Beckenabdeckung ausgestattet werden. Ebenso sind nicht gedämmte Großbruttschen, die wie überdimensionierte Kühl-

rippen wirken, hinsichtlich ihrer Transmissionswärmeverluste kritisch zu hinterfragen. Im Sinne der energetischen Ertüchtigung müssen für diese Bauteile neue architektonische Konzepte gefunden werden, um Wärmeverluste aus Transmission auszuschließen.

Problematisch wird es in einem Schwimmbad, wenn man von den Vorgaben der VDI 2089 abweicht und einen Passivhaus-Standard anstrebt, in dem man die relative Luftfeuchte auf 70 % anhebt. Durch die grundlegende Anhebung der Raumluftfeuchte auf konstante 70 % relative Feuchte liegt man dann grundsätzlich in einem kritischen Bereich, der die Bildung von Schimmelpilz auf Oberflächen begünstigt.¹³⁾

Selbst bei absolut wärmebrückenfreien Konstruktionen gelangt man damit schnell in einen klimatischen Zustand, in dem ein Befall mit Schimmelpilz auf den Bauteilen schneller möglich ist und sich daraus ein hygienisches Problem im Innenraum ergibt. Betrachtet man die vorgeschlagenen Grenzwerte von Umweltbundesamt und LGA Baden-Württemberg zur Sanierung eines Pilzbefalls, so liegt man bei einem Befall von nur > 0,5 m² bereits in der höchsten Befallskategorie 3, die besondere Schutzmaßnahmen nach sich zieht.

An diesem Punkt wird einem bewusst, wie komplex der konstruktive, bauphysikalische und hygienische Zusammenhang ist und wie leicht es zu einem Bauschaden kommen kann, wenn man diese Themen in der Planung von Neubauten und Sanierung von Bestandsbauten nur oberflächlich behandelt.

Anmerkungen

- ¹⁾ DIN 4108-3; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung; Beuth Verlag Berlin; 2001-07

- 2) VDI 2089 Blatt 1; Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Hallenbäder; VDI – Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik; Januar 2010; Tab. 2; S. 11
- 3) Richtlinien für den Bäderbau, Hrsg.: Koordinierungskreis Bäder der Verbände, Essen 4. Ausgabe 2002
- 4) Vgl. DIN 4108-3; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung; S. 14; Pkt. 2.2; Beuth Verlag Berlin; 2001-07
- 5) DIN 4108-2; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; S. 13; Pkt. 5; Tabelle 3; Beuth Verlag Berlin; 2003-07
- 6) Siehe Anmerkung 5
- 7) DIN 4108-2; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; S. 19 ff.; Pkt. 8; Beuth Verlag Berlin; 2003-07
- 8) Vgl. DIN 4108-3; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung; S. 15; Tab. A.1; Beuth Verlag Berlin; 2001-07
- 9) DIN 4108-2; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; S. 17 ff.; Pkt. 6.2; Beuth Verlag Berlin; 2003-07
- 10) Vgl. Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“); Hrsg. Umweltbundesamt Berlin 2002; S. 44
- 11) Siehe Anmerkung 3
- 12) Vgl. Richtlinien für den Bäderbau, Hrsg.: Koordinierungskreis Bäder der Verbände, Essen 4. Ausgabe 2002; S. 216
- 13) Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden); Hrsg. Umweltbundesamt Dessau 2005; S. 4

Anzeige

TICKET - CONTROL

Das vollautomatisierte Zugangskontrollsystem von ECS




Besuchermanagement · Ticketautomaten · Abrechnungssysteme · Sonderlösungen

Metallbau Emmeln GmbH & Co. KG
Eichenstraße 58
D-49733 Haren (Ems)

Telefon: 0 59 32 / 72 55-0
Telefax: 0 59 32 / 72 55-20
E-mail: info@ecs-emmeln.de
Internet: www.ecs-emmeln.de

