

# Nutzen von Schimmelpilzanalysen



## Die Autorin

Dipl.-Ing. Adriane  
Aust, BiolytiQs  
GmbH, Düsseldorf

## Schimmel

Neben Pollen und Milben sind Schimmelpilze für den Menschen drittichtigstes Allergen. Schimmelpilze können, je nach Empfindlichkeit der Personen die mit ihnen in Kontakt kommen, verschiedene gesundheitliche Probleme auslösen (Atemwegserkrankungen, Allergien, Infektionen etc.). Generell ist die von Schimmelpilzen ausgehende gesundheitliche Gefährdung nicht zu verallgemeinern. Ähnlich wie bei allen anderen Infektionsformen (Salmonellose, Grippe etc.) werden meist Menschen mit einem stark geschwächten Immunsystem ernstlich betroffen.

Schimmelpilze werden durch deren Dauerformen, den Sporen, von Ort zu Ort getragen und sedimentieren auf Oberflächen. Überall dort, wo sie auf akzeptable Lebensbedingungen treffen, kann es zu Wachstum kommen. Selbst von einem kleinen Schimmelpilzfleck an der Wand können, durch Luftzug beim Vorbeigehen, Millionen von Sporen in die Raumluft aufgewirbelt werden.

Sporen und andere Schimmelpilzbestandteile, wie Sporenträger oder Myzelbruchstücke, können nicht nur Allergien auslösen. Je nach Art des Schimmelpilzes und den zum Wachstum vorhandenen Nährstoffen, enthalten sie auch Gifte (Mykotoxine).

Gasförmige Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die sogenannten MVOC's (microbial volatile organic compounds), sind wahrnehmbar als fruchtiger, modriger bis muffiger Geruch.

Schimmelpilzsporen sind durch Ihre Zellwand sehr stabil gegen äußere Einflüsse. Eine Behandlung eines Schimmelpilzbefalls mit 70 bis 80%igem Alkohol bewirkt nicht das Zerstören der Sporen, sondern lässt das Myzel und die Sporenträger eintrocknen und hemmt so vorläufig das weitere Wachstum. Sporen sind im Baubereich nur durch chlorhaltige (Chlorbleichlaug) oder oxidierende Substanzen (10%ige Wasserstoffperoxid-Lösung) erfolgreich zu zerstören. Dadurch ist die Keimfähigkeit der Sporen nicht mehr gegeben. Alle Schimmelpilzbestandteile, ob keimfähig oder nicht, bleiben allergierelevant.

## Was können Schimmelpilzanalysen bieten?

Zur erfolgreichen Beseitigung von Schimmelpilzen im Innenraum gehört an erster Stelle die Suche nach Ursachen und dem Ausmaß des kompletten Schadens.

Von vielen Fachleuten wird Schimmelpilz grob in schwarzen und sonstigen Schimmel eingeteilt, wobei die wahrgenommene Farbe dann über den Sanie-

rungsaufwand entscheidet. Der so bezeichnete »schwarze Schimmel« wird oft als eine eigene Schimmelpilzgattung verstanden. Wenn ein dunkler Fleck im Innenraum auf Oberflächen auftritt, reicht die Beobachtung »schwarzer Schimmel« nicht aus, um die notwendigen weiteren Maßnahmen festzulegen. Es ist erforderlich, mindestens die Schimmelpilzgattung zu bestimmen. Ursächlich für die dunkle Farbe bei Schimmelpilzen ist die Einlagerung von Melanin in die Zellwand, wodurch sich der Schimmelpilz vor UV-Licht schützt, ähnlich des Melanins in der Haut des Menschen. Das Melanin ist schwer abbaubar, was die Sporen widerstandsfähiger gegen äußere Einflüsse macht. Es gibt eine Reihe von dunkelbraun bis schwarzen Schimmelpilzen die im Innenraum wachsen können. Gesundheitlich relevante Vertreter sind hier beispielsweise Stachybotrys, Chaetomium und Alternaria, eher unbedenklich ist das Cladosporium, welches als ubiquitärer Umweltkeim gilt.

Schäden, die ein Wachstum von Stachybotrys zeigen, sind besonders problematisch und sehr sensibel zu behandeln. Wenn der Schaden noch feucht ist, befinden sich die Sporen des Stachybotrys in einer Schleimkapsel und sind nahezu nicht flugfähig. Bei Trocknung kommt es zum Austrocknen der Kapsel und die Sporen

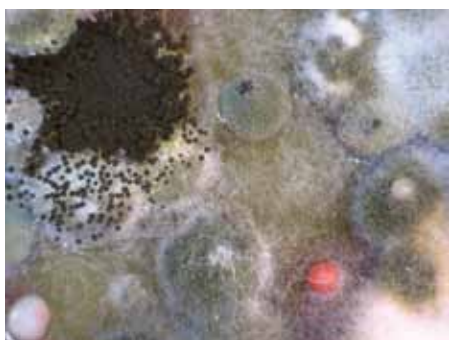


Abb. 1: Bewachsener Nährboden

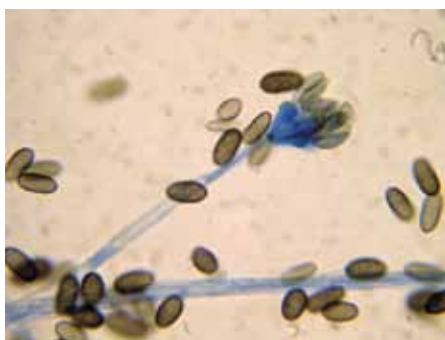


Abb. 2: Mykotoxin-Bildner Stachybotrys

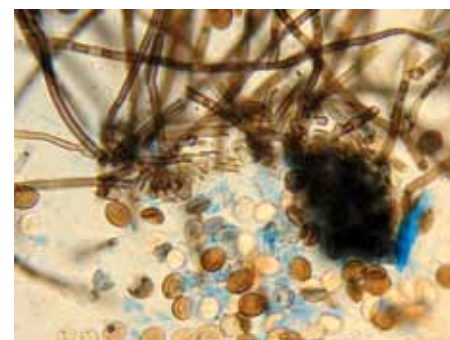


Abb. 3: Schwärzepilz Chaetomium

werden freigesetzt. Durch Hautkontakt mit *Stachybotrys chartarum* können dessen Toxine aufgenommen werden.

Cladosporium kommt überall in der Umwelt reichlich vor und ist in jeder Außenluftmessung zu finden. Selten wird über eine Beeinträchtigung der Gesundheit berichtet.

Die Bestimmung der Befall verursachenden Schimmelpilzgattung (z.B. *Aspergillus* spp.) bzw. Art (z.B. *Aspergillus versicolor*) und die Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen (Umfang der Abschottung, Feinreinigung) bei der Sanierung, sind somit untrennbar verknüpft. Der Istzustand wird vor der Sanierung dokumentiert, es kann eine erforderliche, baustellenbezogene Gefährdungsbeurteilung erstellt werden. Je nach Situation vor Ort können folgende Proben ohne größeren technischen Aufwand entnommen werden:

- Folienkontaktproben (von sichtbarem Schimmel/nach Desinfektion von befallenem Material/zur Kontrolle der Feinreinigung)
- Abklatschproben (von sauberen Oberflächen/Desinfektion von befallenem Material)
- Abstrichproben (von schwerer zugänglichen Stellen)
- Materialproben (zur Mengenbestimmung, indirekte Methode)
- Dip-Slides (Wasserproben/Abklatschersatz)
- Holzzerstörende Pilze

Des Weiteren sind sehr aussagekräftige Standardmethoden:

- Luftkeimsammlungen (Analyse keimfähiger Sporen/Sanierungskontrollen »Freimessungen« /Quellensuche)
- Luftpartikelsammlungen (Sanierungskontrolle keimfähige und nicht keimfähige Sporen, andere Bruchstücke/Kontrolle nach Fungizideinsatz zur Desinfektion)

Analysenergebnisse von Schimmelpilzen müssen immer im Gesamtzusammenhang mit den örtlichen Gegebenheiten

betrachtet werden. Welche Probenahmemethode in einem speziellen Fall angewandt wird, entscheidet sich häufig erst vor Ort, je nachdem ob sichtbarer Schimmelbefall erkennbar ist oder nur die Vermutung besteht, ein Befall könnte vorliegen (bedingt durch Wasserschaden, Geruchbildung, gesundheitliche Probleme).

### Sichtbarer Schimmel

Liegt ein sichtbarer Schimmelpilzbefall im Objekt vor, sind Folienkontaktproben oder Materialproben angeraten. Folienkontaktproben zur Orientierung werden mit klarem Klebefilm, der auf der Oberfläche des Befalls aufgeklebt und wieder abgezogen wird, entnommen. Nach mikroskopischer Analyse kann mindestens die Schimmelpilzgattung bestimmt werden. Ab und an ist Schimmel für Verfärbungen an Wänden gar nicht ursächlich, sondern es liegt das sogenannte Foggingphänomen vor, wobei es sich um die Anlagerung von dunklen Partikeln chemischer Herkunft handelt. Die Unterscheidung lässt sich gut und schnell mit der Folienkontaktprobe klären.

Die Analyse der Folienkontaktprobe ergibt, ob es sich um einen gesundheitlich relevanten Schimmelpilz handelt, so dass zeitnah der Umfang der Arbeitsschutzmaßnahmen abgeschätzt werden kann.

Der nachgewiesene Schimmel der Oberfläche sollte nach abgeschlossener Sanierungsmaßnahme nicht in erhöhten Mengen in der Raumluft vorkommen. Nach Sanierung, Desinfizierung und Feinreinigung sollte der saubere Grundzustand des Objektes wieder hergestellt sein. Folienkontaktproben sollten nie als alleinige Freimessung gelten. Durch sie ist gut zu klären, ob befallenes Material, welches gereinigt wurde, schimmelpilzfrei ist. Es handelt sich um ein kultivierungsunabhängiges Verfahren, bei dem abgetötete wie lebensfähige Schimmelpilzbestandteile erkannt werden können.

Die oberflächliche Größe eines Befalles an der Wand kann unter Umständen

auch über die tatsächliche Größe eines Schadens hinwegtäuschen. Ist auf der Tapete eine Fläche von unter einem halben Quadratmeter befallen, handelt es sich, je nach Schimmelpilzgattung, definitionsgemäß um einen Schaden, der ohne fachmännische Hilfe beseitigt werden kann. Jedoch erkennt das bloße Auge des Betrachters nicht, wie weit sich das Myzel des Pilzes »unsichtbar«, z.B. unter der Tapete, weiter ausgebreitet hat.

Die Größe und Ausbreitung von Schäden muss insbesondere bei gerichtlichen Fällen belegbar eingegrenzt werden. Die Aussage, ob ein aktives Wachstum auf der Oberfläche vorliegt oder es sich um sedimentierte Anflugsporen handelt, kann gut über die Mikroskopie beantwortet werden.

Materialproben können grundsätzlich unterschiedlich im Labor behandelt werden. Es wird zwischen direkten und indirekten Probenansätzen unterschieden. Die direkte Probe wird auf Nährböden aufgegeben, ohne dass am Ende der Analyse die Möglichkeit besteht, eine Mengenbestimmung durchzuführen. Die Bestimmung der Schimmelpilzarten ist durch die Kultivierung möglich. Die Artenzusammensetzung, besonders wenn ein sogenannter Feuchteindikatorpilz gefunden wurde, kann einen Hinweis auf die Ursache des Schadens geben. In Kombination mit der Folienkontaktprobe wird erkannt, ob es sich um ein aktives Wachstum auf der Oberfläche oder sedimentierte Anflugsporen handelt.

Bei der indirekten Materialprobe wird Wert auf die Quantifizierung der einzelnen kultivierten Keime gelegt. Die Mengen werden in KBE (Keimbildende Einheiten)/g angegeben und lassen vergleichende Aussagen zwischen unterschiedlichen Probenahmestellen zu.

Läuft der Schaden auf einen Rechtsstreit hinaus oder werden gesundheitliche Beschwerden angegeben, werden bei sichtbarem Schimmel auch Luftmessungen empfohlen.



Abb. 4: Sichtbarer Schimmel – Wand einer Küche



Abb. 5: Aktiver Befall – Sporenträger, Sporen und Myzel zu erkennen

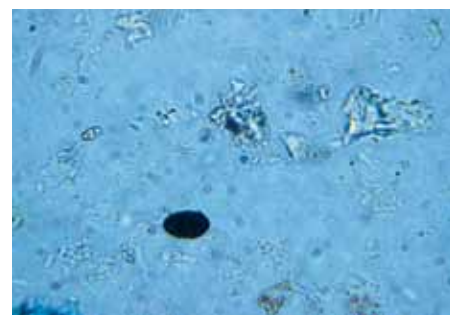


Abb. 6: Sedimentierte Bestandteile u.a. Anflugspore und Partikel

## Verdacht Schimmelbefall – Sanierungskontrollen / Freimessungen

Luftmessungen sind immer Momentaufnahmen der gegebenen Situation, denn nutzungsbedingt und in Abhängigkeit von der Größe des Innenraumes, sind die Sporen im Innenraum nicht gleichmäßig verteilt. Selbst die Zusammensetzung der Sporen in der Außenluft ist jahreszeit-, orts- und temperaturabhängig. Aus diesem Grund wird sie als Referenz zur Innenluft immer unmittelbar vor den Innenraummessungen gesammelt. Eine unauffällige Innenraumluft sollte immer Werte, die im Bereich der normalen Hintergrundkonzentration der Außenluft liegen, aufweisen. Bei Freimessung nach einer Sanierung sollten keine erhöhten Schimmelpilzkonzentrationen mehr vorliegen.

Der Sanierungsverlauf lässt sich ebenfalls durch Luftproben dokumentieren. Der Erfolg von Abschottungsmaßnahmen kann durch das Bestimmen der Ausbreitung der Sporen bewertet werden. Bei

energetisch wirkenden Sanierungsmaßnahmen (Austausch Fenster, Dämmung der Fassade etc.) sollte erst einige Monate nach der normalen Nutzung der Räumlichkeiten zur Kontrolle gemessen werden. Erst nach normaler Nutzung durch die Bewohner hat sich das neue Raumklima abschließend eingestellt.

### Quellen

- [1] Baden-Württemberg, Landesgesundheitsamt -LGA- (Hrsg.): Schimmelpilze in Innenräumen - Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement. Abgestimmtes Arbeitsergebnis des Arbeitskreises »Qualitätssicherung - Schimmelpilze in Innenräumen« am Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg 14.12.2001 (überarbeitet Dezember 2004). Stuttgart, 2004
- [2] Umweltbundesamt -UBA-, Innenraumlufthygiene-Kommission (Hrsg.): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Schimmelpilz-Leitfaden). Berlin, 2002

- [3] Baden-Württemberg, Landesgesundheitsamt -LGA- (Hrsg.): Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen. Stuttgart, 2., überarb. Aufl. 2006
- [4] Umweltbundesamt -UBA-, Innenraumlufthygiene-Kommission (Hrsg.): Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen (Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden). Dessau, 2005 kostenloser Download unter: [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2199.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2199.pdf)

### Kontakt/Information

Dipl.-Ing. Adriane Aust  
 BiolytiQs GmbH  
 Geschäftsführung  
 Merowingerplatz 1a  
 40225 Düsseldorf  
 Tel. 0211/598 50 952  
 Fax 0211/598 50 959  
 info@biolytiqs.de  
 www.biolytiqs.de

## Wärmebrücken schneller berechnen

Als Ergänzung zu der Pressemeldung in Heft 3/2012 hat der BauSV den Geschäftsführer der ZUB-Systems GmbH, Herrn Raimund Käser, zur Energiebilanz und Wärmebrückensoftware Helena und Argos befragt.

*Bei der Erfassung von Gebäuden (zonenweise, raumweise, Gebäude komplett, CAD) wird welche Methode vom Planer bevorzugt und aus welchen Gründen angewandt?*

Hier reden wir im Wesentlichen über die Erfassung von Nichtwohngebäuden mit der notwendigen Unterteilung in Nutzungszonen. Erstaunlicherweise wird nach unserer Erfahrung noch sehr häufig die zonenweise Eingabe benutzt, obwohl dies ein Mehraufwand bei der Zuordnung der Flächenanteile der Bauteile darstellt. Die raumweise Eingabe analog eines Raumbuches hingegen findet noch wenig Beachtung. Zunehmend werden auch CAD Verfahren genutzt.

*Inwieweit werden zur energetischen Bewertung von Gebäuden schon in der Vorplanung CAD-Verfahren eingesetzt?*

Die Nutzung von CAD-Verfahren ist nach unserer Kenntnis sehr unterschiedlich. Im Bereich der Energieberatung naturgemäß sehr wenig, da ja diese zumeist in der Vorplanung kaum eine Rolle spielt. Eher bei Architekturbüros, die bereits auch in der Vorplanung solche Verfahren einsetzen.

*Wie sind Wärmebrückenbewertungen korrekt für Bauteile an Keller und Erdreich durchzuführen? (komplexes Zusammenspiel zwischen DIN EN 13370 und DIN EN 10211 oder DIN 4108 Beiblatt 2)*

Nach Kapitel 7 Beiblatt 2 DIN 4108 sind die Randbedingungen einer Wärmebrückenbewertung für Psi-Werte im Zusammenspiel mit dem EnEV-Verfahren korrekt dargestellt, wenn man die gleichen U-Werte, Wirklängen und Fx-Werte (Temperaturreduktionsfaktoren) ansetzt. Etwas spannender wird dies bei Anwendung im EnEV-Verfahren mit der Berechnung für Keller und erdberührte Bauteile nach DIN EN ISO 13370, also ohne Nutzung der Fx-Werte, da hier der Einfluss des Erdreichs schon im U-Wert der Bauteile enthalten ist. Nun ist sorgfältig darauf zu achten, wie dann der Psi-Wert nach DIN EN ISO 10211 Abschnitte 10.4 und 10.5 zu berechnen ist, da dann eine andere Bezugslänge (0,5 x B') und keine Reduktionsfaktoren anzusetzen sind.

*Welche Schwierigkeiten hat der Planer bei der Bewertung komplexer Anlagentechnik wie z.B. mit Wärmepumpen oder*

*Kühltechnik ?*

Die größte Schwierigkeit ist meist die korrekte Zuordnung einer bestimmten Anlagentechnik, insbesondere im Bereich der Kühltechnik, zu den in der Norm vorgegebenen Verfahren. Weiter fehlt häufig auch bei Nutzung des detaillierten Verfahrens, anstelle von Standardwerten der Norm, die konkreten Anlagenkennwerte. Es gibt die Möglichkeit, dies mit einer ähnlichen Technik abzubilden.

*Auf welche Verständnisprobleme beim Kunden trifft ein Berater aufgrund der Vielfalt der Nachweise EnEV, Bafa, KfW und deren unterschiedliche Ausgaben?*

Es ist einem Endkunden kaum begreiflich zu machen, welche verschiedene Verfahren und Anforderungsniveaus der Nachweise z.B. EnEV und KfW-Effizienzstandards es gibt und wie die Unterschiede zu erklären sind. Wichtig ist hier die Deutlichmachung, dass ein baurechtlicher Nachweis sich vom Nachweis für einen Fördergeber unterscheidet. Notwendig ist dann eine klare Gestaltung der notwendigen Darstellungen und Übersichten.

*Welche Verfahren zur Wirtschaftlichkeits-*

*bewertung sind anzuwenden und welche sind am überzeugendsten?*

Alle bekannten Verfahren zu dynamischen, d.h. zeitabhängigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, beruhen auf Grundlagen des Annuitätenverfahrens, internen Zinsfußes, Barwert- oder Kapitalwertmethoden. Bekannt ist unter Anlagentechnikern insbesondere die Vorgehensweise nach VDI 2067 zur Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Maßnahmen. Sehr beliebt ist hierbei auch die Angabe von sogenannten Amortisationszeiträumen. Insbesondere im bautechnischen Bereich kann jedoch die Angabe von vergleichbar langen Amortisationszeiten manchen von notwendigen Investitionen abhalten. Argumentativ besser ist der Vergleich von Verzinsungen des eingesetzten Kapitals bzw. Einsparpotenziale durch Sanierungen.

*Wie gut sind solche Verfahren bei späteren Untersuchungen/Gutachten durch Dritte nachvollziehbar?*

Bei allen Verfahren der bauphysikalischen und auch wirtschaftlichen Bewertung ist es notwendig, dass die Dokumentationen der eingesetzten Parameter und Randbedingungen vollumfänglich sind. Nur so können eventuelle Nachprüfungen auch zu gleichen Ergebnissen führen.

*Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es für eine Nachberechnung/Fehleranalyse durch den Sachverständigen? (eigene Berechnungen anstellen)*

Beispielsweise ist bei Wärmebrückenbewertungen ohne sorgfältige Dokumentation eine Bewertung und Fehleranalyse einer vorliegenden Berechnung eigentlich unmöglich. Meist kann nur eine eigene aufwendige Neueingabe und Berechnung nachweisen, ob ein vorliegendes Ergebnis einer anderen Berechnung plausibel ist. Es ist aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung mit sogenannten Ringversuchen unterschiedlicher Software sehr sicher, dass bei Eingabe von gleichen Details mit gleichen Randbedingungen bei gleicher Qualität des Gitters, auch vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Bei unterschiedlichen Ergebnissen sind immer unterschiedliche Randbedingungen oder Parameter die eigentliche Ursache dieser Differenzen.

*Kann man mit solchen Programmen kritische Stellen (z.B. Wärmebrücken) vorab identifizieren bzw. im Nachhinein überprüfen?*

Gerade im Bereich von Sanierungsmaßnahmen, z.B. mit Innendämmungen, ist die Kenntnis von kritischen Stellen und

deren bautechnischer Abhilfe eine wichtiger Aspekt von Wärmebrückenbewertungen. Diese zeitunabhängigen Berechnungen haben den Vorteil, dass eine Detailsituation unabhängig und nachvollziehbar mit festen Randbedingungen untersucht wird. Eine punktuelle Vor-Ort-Temperaturprüfung zu einem gewissen Zeitpunkt ist hierbei immer abhängig von den lokalen aktuellen Temperatur- und Wetterverhältnissen und auch den Speichereffekten der Bauteile. Dies kann sich sowohl positiv wie negativ auf Ergebnisse wie z.B. Oberflächentemperaturen auswirken und bietet deshalb nur sehr bedingt Hinweise auf die Qualität des Details. Man müsste dann schon über eine längere Zeitperiode Messungen vornehmen, um verlässliche Aussagen zu machen. Deshalb sind Wärmebrückenberechnungen hier kostengünstiger und bieten verlässliche Aussagen.

*Wie ist die Haftungssituation für Planungen mit solchen Nachweisprogrammen? Ist das als Stand der Technik gerichtsfest?*

Die Grundlagen der Verfahren zu Wärmebrückenbewertungen sind seit Jahrzehnten (80er Jahre) bekannt und die Qualität der Ergebnisse in vielen Untersuchungen in Forschung und Entwicklung nachgewiesen. Auch die darauf aufbauenden Normen werden schon viele Jahre angewandt, z.B. die baurechtlich eingeführte DIN 4108-2 zur Bewertung des Mindestwärmeschutzes fordert die Prüfung des sogenannten f-Wertes zur Sicherstellung der Schimmelfreiheit.

*Sind Nachberechnungen durch den SV im Schadensfall gerichtsverwertbar? Was muss der SV dabei beachten?*

Nach unserer Kenntnis werden diese Verfahren seit Jahren auch in vielen Schadensfällen zum Nachweis herangezogen. Sehr wichtig ist die korrekte Anwendung der Randbedingungen entsprechend den zugehörigen Normen. Dann sind die entsprechenden Berechnungen bei korrekter Anwendung dieser Verfahren ein probates Mittel zur Prüfung des Sachverhalts.

*Die Redaktion dankt Herrn Käser für das Gespräch und die ausführlichen Informationen.*

ZUB Systems GmbH  
Wolfgang Hege, Raimund Käser  
(Geschäftsführer)  
Bettenhäuser Str. 4, 34123 Kassel  
Tel. 0561/57990110

# ZUB Systems

Mit ihrer völlig neu programmierten Wärmebrücken-Berechnungssoftware ZUB Argos® 2012 will die ZUB Systems GmbH, Kassel, neue Maßstäbe setzen. Nach Angaben der Entwickler überzeugt das Programm durch sein Rechentempo und seine echten CAD-Funktionen. Auch die ermittelten  $\Psi$ -Werte (Psi-Werte) können zur detaillierten Erfassung des Wärmebrücken-Korrekturwerts per Mausklick über eine Schnittstelle an die Energieberatersoftware ZUB Helena® übergeben werden. Damit gehören ungünstige EnEV-Pauschalen der Vergangenheit an und der Weg ist frei für die KfW-Förderprogramme oder die Planung von Passivhäusern. Die Software ermittelt auch den f-Wert für den Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2.

ZUB Argos® 2012 bietet eine Gesamtlösung für den Nachweis und die Berechnung von 2D-Wärmebrücken sowie von Bauteiltemperaturen für Feuchteschutzanalysen. Geeignet ist es für EnEV-Nachweise und für die gutachterliche Untersuchung von Tauwasserbildung und Schimmelgefahr. Das Programm ist in zwei Ausführungen erhältlich. ZUB Argos Plus ist für Planer geeignet, die  $\Psi$ -Werte für den EnEV-Nachweis generieren wollen. Die große Schwester ZUB Argos Pro berechnet außerdem die f-Werte. Für beide Programme bietet der Hersteller eine vierwöchige kostenlose Testlizenz an. Weitere Informationen finden Interessierte auf:

[www.zub-systems.de](http://www.zub-systems.de)

