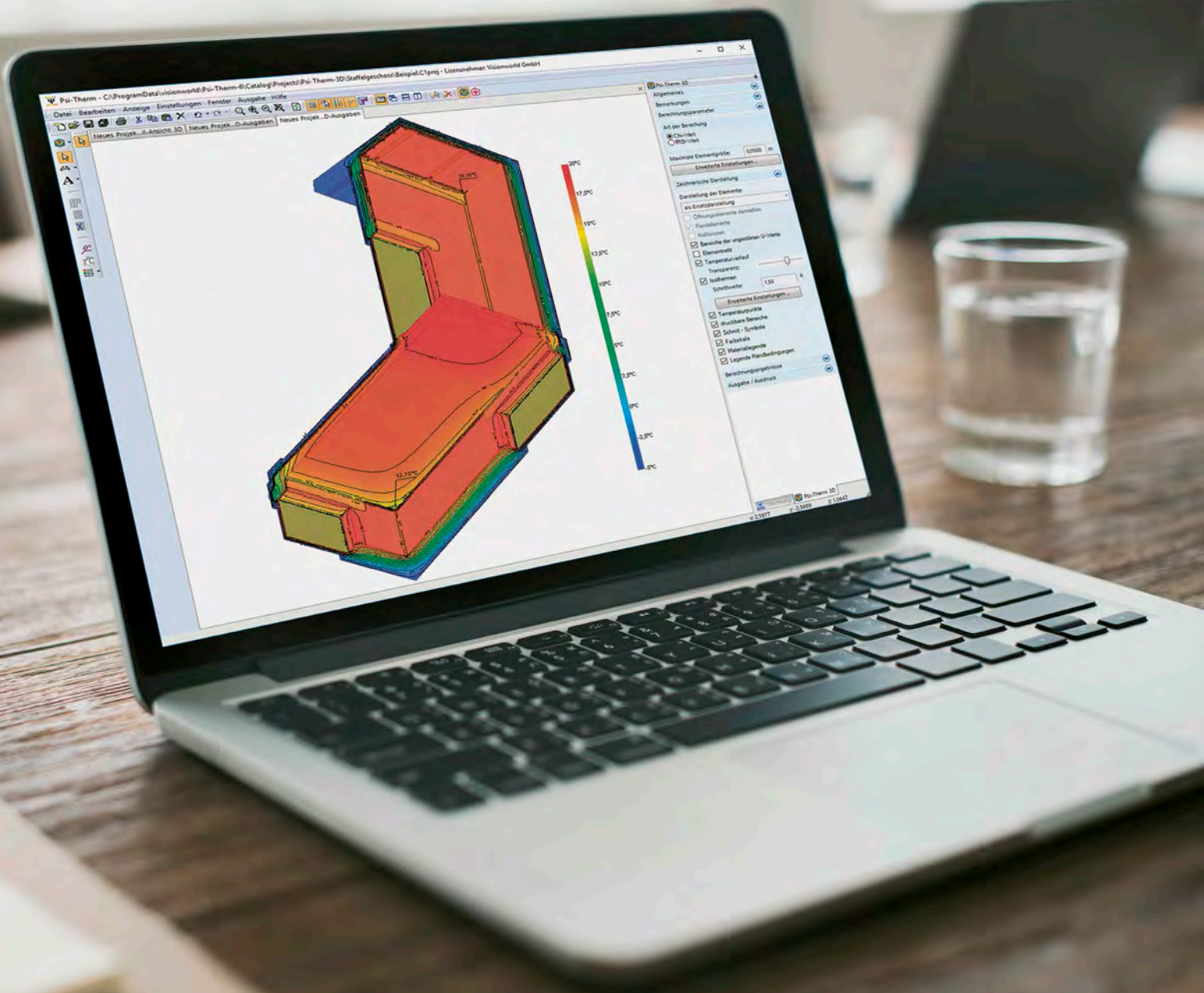


# bauplaner

## Software 2



## Psi-Therm 2D und 3D

# Berechnung von Wärmebrücken

Die Berücksichtigung von zusätzlichen Wärmeverlusten über Wärmebrücken gehört heute schon zu den wichtigsten Aufgaben des planenden Ingenieurs. Um hier möglichst effektiv Auskunft darüber geben zu können, ob die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden, kann der Ingenieur auf verschiedene Instrumente zurückgreifen. Wärmebrückenkataloge sind hier in gleichem Atemzug zu den Rechenprogrammen zu nennen, die eine objektweise genaue Erfassung der Wärmeverluste und der Oberflächentemperaturen ermöglichen. | [Torsten Schoch](#)

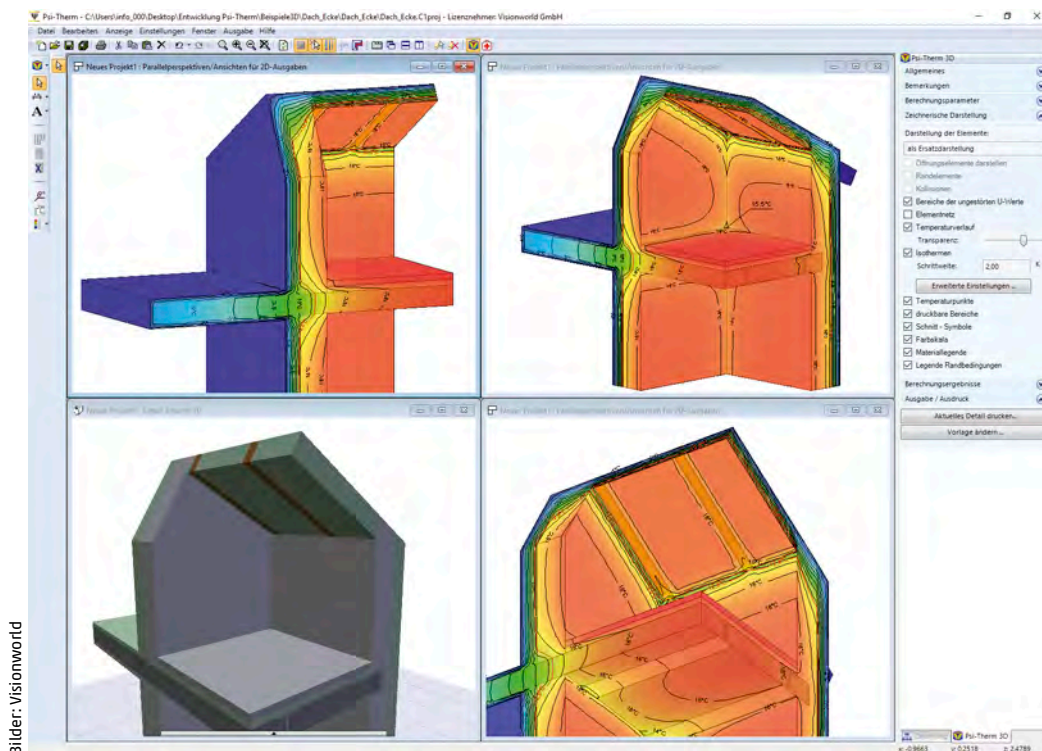


Abb. 1: Psi-Therm – 3D Beispiele einer Dachecke.

Bilder: Visionworld

➤ Mit der Einführung der EnEV 2002 und der damit verbundenen Verordnung einer detaillierteren Berücksichtigung von Wärmebrücken nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 ist vor allem die Herausforderung verknüpft, eigene Details als gleichwertig auszuweisen, um einen geringeren Wärmebrückenzuschlag bei der Berechnung der Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle nutzen zu können. Der Wärmebrückennachweis ist daher schon längst keine Ausnahme mehr. Überdies sind

die Anforderungen, die Oberfläche von Konstruktionsteilen möglichst trocken zu halten, mit der zunehmend luftdichten Ausführung der Gebäudehülle gestiegen. Die nach DIN 4108-2 nachzuweisende Mindestoberflächentemperatur an der ungünstigsten Stelle der wärmeübertragenden Gebäudehülle ist ohne Einsatz eines geeigneten numerischen Berechnungsprogrammes schier aussichtslos – sieht man mal von den wenigen Beispielen ab, bei denen die Ausführung mit den Kon-

struktionsvorschlägen aus dem Beiblatt 2 oder aus Wärmebrückenprogrammen in Übereinstimmung gebracht werden kann.

Die anstehende Überarbeitung des Beiblatts und die damit einhergehende weitere Unterscheidung von pauschalen Zuschlägen für die Wärmebrückenverluste ( $0,05$  und  $0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) wird sicherlich dazu beitragen, dass die Berechnung stärker in den Vordergrund rückt. Schlussendlich geht es um die Möglichkeit, mit einer relativ einfach zu hand-

habenden Berechnung die Kosten des Objektes zu verringern.

In diesen Kontext sind auch die Anforderungen an Rechenprogramme zu stellen, um die Planungsaufgaben schnell und fehlerfrei zu realisieren. Schnell vor allem deshalb, weil heute kaum ein Bauherr bereit ist, die zusätzlichen Planungsleistungen zu vergüten. Und fehlerfrei sollte es arbeiten, weil eine Kontrolle der Ergebnisse mit üblichen analytischen Mitteln nur selten möglich ist.

Mit den Programmen Psi-Therm 2D und Psi-Therm 3D stehen zwei Programme zur Verfügung, die sich vor allem durch ihre einfache Bedienbarkeit, ihren schnellen Rechenkern und einen beispielgebenden Ausdruck von anderen Programmen deutlich unterscheiden. Auswertetools wie zum Beispiel die Wärmestromdarstellung helfen dem Nachweisführenden beim richtigen Erfassen und Behandeln von Problempunkten innerhalb von Konstruktionen.

### Psi-Therm 2D

Mit dem Programm Psi-Therm 2D können die wichtigsten Alltagsaufgaben zur Beurteilung von Wärmebrücken und Oberflächentemperaturen gelöst werden. Das Programm setzt auf eine einfache Modellierung mittels einer übersichtlich gestalteten graphischen Eingabeoberfläche, die ergänzt wird mit den notwendigen Eingabedaten für die Berechnung von Wärmebrücken. CAD-Kenntnisse des Nutzers sind förderlich, aber nicht Bedingung, um nach kurzer Einarbeitung auch komplexe Wärmebrücken zu modellieren und zu berechnen. Das Programm setzt auf die Methode der finiten Elemente, was zu einem hohen Freiheitsgrad bei der Modellierung beiträgt, da auch schräge Bauteilsituationen ohne Zusatzaufwand bedienerfreundlich modelliert werden können (Abb. 2 u. 3). Berechnet werden können Wärmebrücken und Oberflächentemperaturen mit allen erdenklichen Randbedingungen der heute in Deutschland anzuwendenden Normen DIN 4108 und DIN EN ISO 10211.

Die Abfragen an den Benutzer sind auf wesentliche Randbedingungen beschränkt und beinhalten bereits sehr viele dynamische Vorschläge auf der Grundlage der vorgenannten Normen. Ein komfortables Feature zur Berechnung der U-Werte der an der Modellierung beteiligten Konstruktionen ermöglicht eine stete Konzentration auf das Wesentliche. Müßig anmutende Aufgaben wie die Netzgenerierung und erforderliche Netzverfeinerungen werden vom Programm automatisch übernom-

Abb. 2: 2D Dachdetail - Übersicht der Baustoffe und Randbedingungen.

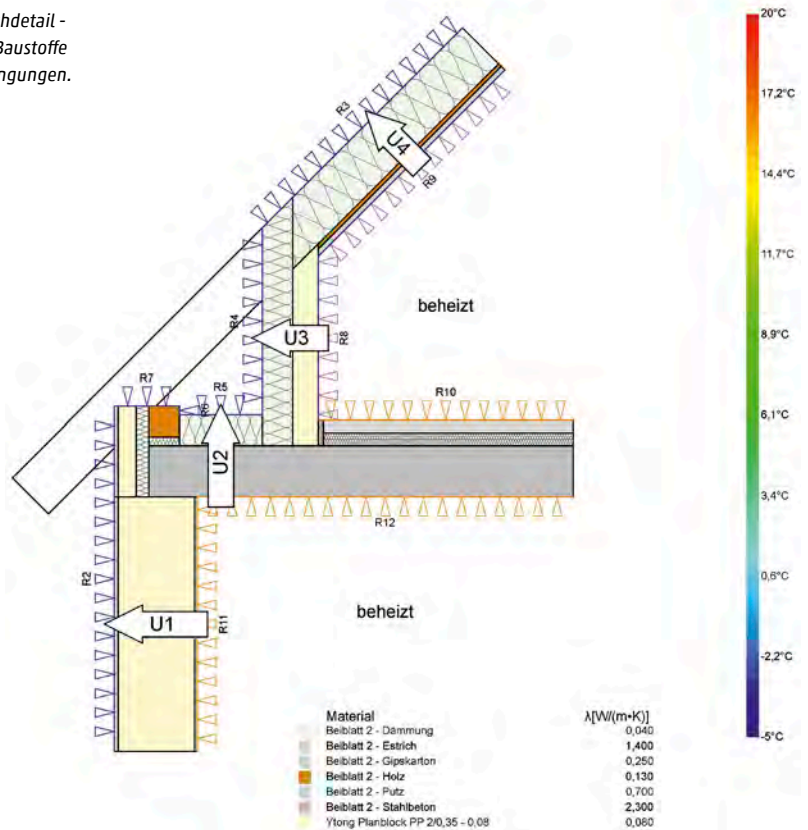
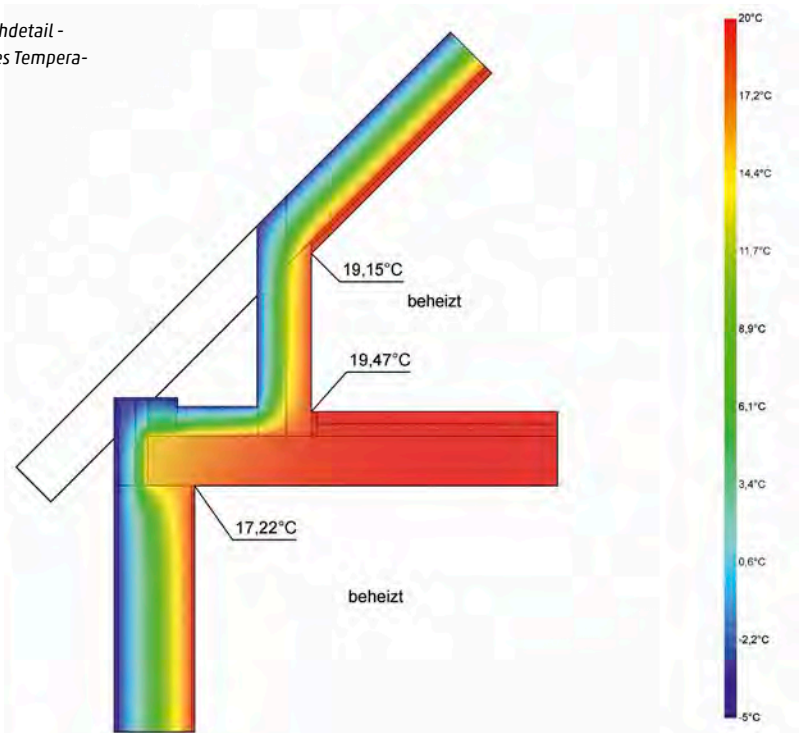


Abb. 3: 2D Dachdetail - Berechnung des Temperaturverlaufes.



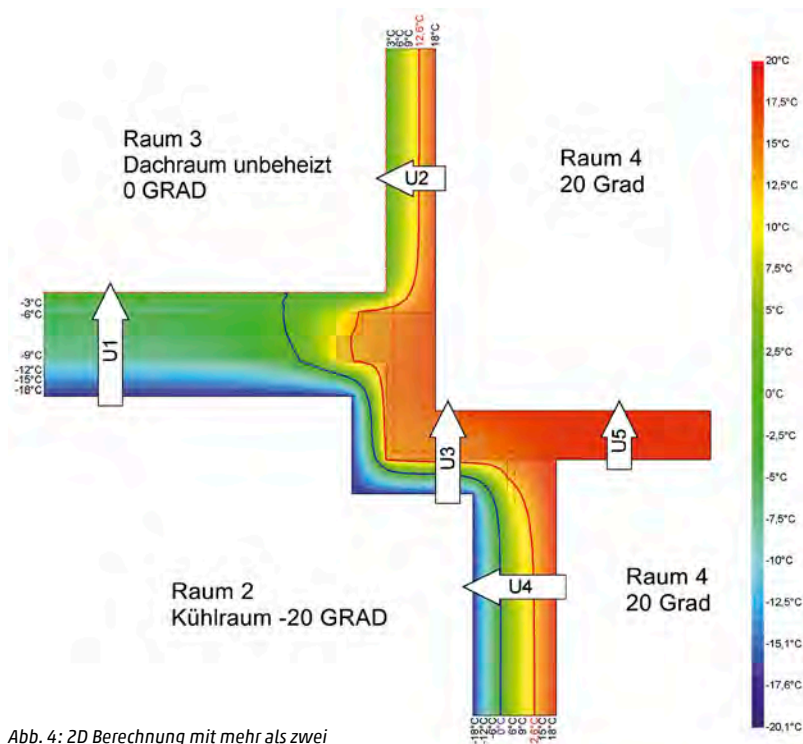


Abb. 4: 2D Berechnung mit mehr als zwei Temperaturrandbedingungen.

men. Basierend auf einem schnellen Rechnern werden die Ergebnisse auch komplexer Details in Sekundenschnelle ausgegeben. Der Nutzer bekommt das, was er braucht, um die Ergebnisse beurteilen zu können: Alle Eingaben, die Wärmeströme, die gewählten Randbedingungen und eben den Psi-Wert. Damit sind die Zeiten vorbei, in denen der Nutzer nach erfolgter Berechnung noch per Excel oder Taschenrechner das eigentlich für ihn interessante Ergebnis herausfinden musste.

Bei Bedarf können die Isothermen und Wärmeströme angezeigt und ausgegeben werden. Hervorzuheben ist die Möglichkeit, schon einmal berechnete Wärmebrücken in ein neues Projekt integrieren zu können, sodass immer projektbezogen kalkuliert und ausgedruckt werden kann. Bekanntermaßen werden in Deutschland für die Berechnung von Wärmeströmen durch Wärmebrücken und die Ermittlung von Oberflächentemperaturen unterschiedliche Randbedingungen gesetzt. Um den Aufwand gering zu halten, verfügt Psi-Therm 2D über eine einfache Kopierfunktion, um ein bereits modelliertes Modell sowohl für die eine als auch für die andere Randbedingung zu verwenden. Es ist möglich, die kritische 12,6 °C-Isotherme im Detail und an der Oberfläche sichtbar zu machen. Ferner ermöglicht eine spezielle Programmfunktion die korrekte Berechnung des Temperaturfak-

tors fRSI in Abhängigkeit tatsächlich anliegender Temperaturdifferenzen.

Im Ausdruck werden alle für den Bauherrn und einen Prüfer notwendigen Angaben zur Berechnung aufgeführt, die Gestaltung des Prints kann über einen Nutzereingriff gesteuert werden. So gelingen sowohl Gleichwertigkeitsnachweise nach Beiblatt 2 als auch Detailnachweise von Wärmebrücken nach DIN EN ISO 10211 in kurzer Zeit am Rechner und über den Drucker in übersichtlicher und anschaulicher Art und Weise.

Für den Profi und für wissenschaftliche Betrachtungen enthält die Version „Enterprise“ ein zusätzliches Feature: Die Anwendung von Leitwert-Matrizes bei mehr als zwei Temperaturrandbedingungen angrenzender Räume (Abb. 4).

Alle nach DIN EN ISO 10211 durchzuführende Validierungsprüfungen hat Psi-Therm 2D bestanden.

### Psi-Therm 3D

Mit wachsender Sensibilisierung dieses Problemkreises bei Bauherrn und Mietern steigt die Herausforderung an den Planer, seinen bisherigen Planungsansatz zu überdenken und gegebenenfalls Betrachtungen anzustellen, die über das Maß üblicher Normvorgaben hinausgehen. So erstrecken sich Überlegungen zu den zu erwartenden Oberflächentem-

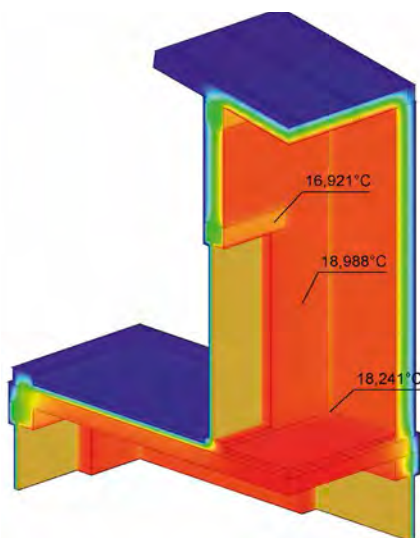


Abb. 5: 3D Berechnung eines Staffelgeschosses.

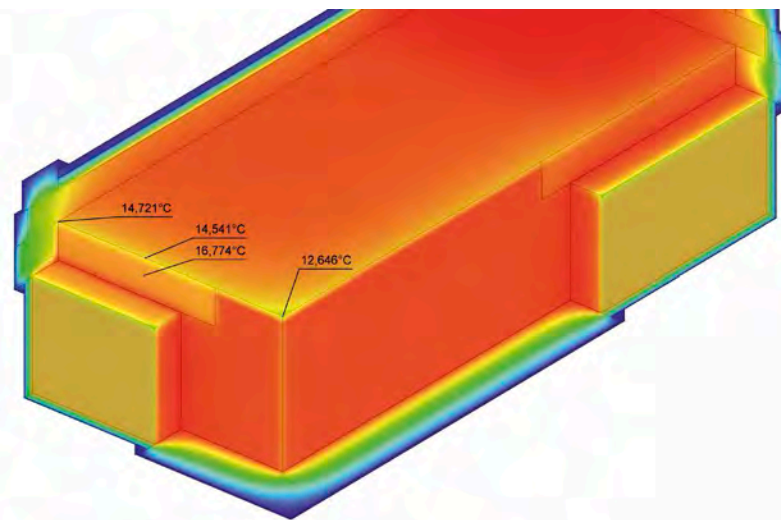


Abb. 6: Detail aus 3D Berechnung eines Staffelgeschosses.

6

peraturen längst nicht mehr ausschließlich auf eine zweidimensionale Berechnung, sondern können für den einen oder anderen Fall auch in eine dreidimensionale Betrachtung hineinragen.

Die Version Psi-Therm 3-D ist eine Weiterentwicklung des 2D-Tools, fungiert selbst aber als eigenständiges Programm. Die nach DIN 4108-2 geforderte Betrachtung kritischer Oberflächentemperaturen zur Vermeidung einer Schimmelpilzbildung auf der Innenoberfläche von Konstruktionen, beschränkt sich nicht allein auf eine 2D-Betrachtung. Zwar kann der Einfluss dreidimensionaler Wärmebrücken bei der Berechnung der Transmissionswärmeverluste vernachlässigt werden, doch diese Vereinfachung gilt eben nicht für den Einfluss auf die Oberflächentemperatur. So sind Planer gehalten, für kritische Situationen auch eine 3-D-Betrachtung anzustreben und somit auszuschließen, dass unter den in DIN 4108-2 genannten Randbedingungen Schimmelpilze zu einem Problem werden können.

Eine dreidimensionale Konstruktion einzugeben und mit den richtigen Randbedingungen zu versehen, ist eine oftmals zeitraubende und irritierende Erfahrung. Das Programm Psi-Therm 3D, von Ingenieuren entwickelt, setzt dabei auf die Erfahrung des Ingenieurs aus ähnlichen Aufgaben wie beispielsweise des Abbundes im Holzbau. So können Details zunächst grob modelliert werden, aufwendige Durchdringungen der Bauteile untereinander werden später vorgenommen. Mittels

einer „aufgeräumten“ Menüführung für die einzelnen Ebenen, können selbst komplexe Details (siehe Titelbild dieser bauplaner-Ausgabe) berechnet werden. Über die Steuerung der Ansicht und einen möglichen Wechsel zwischen Ersatzdarstellungen, Drahtmodellen und Randbedingungs-Modellen kann der Nutzer sehr einfach die Eingaben kontrollieren und korrigieren. Selbst die Modellierung von wärmetechnisch unübersichtlichen Bauteilen gelingt fast spielerisch.

Ausgegeben werden nur die vom Nutzer gewünschten Ansichten eines Details. Damit ist sichergestellt, dass ein Ausdruck in 3D nicht mit irrelevanten Daten überfrachtet wird. Mit der Version Psi-Therm 3D können sowohl die Oberflächentemperaturen als auch die Transmissionswärmeverluste von 3D-Wärmebrücken, ausgedrückt als Chi-Wert ausgegeben werden (Abb. 5 u. 6). Auch die Wärmeströme werden angezeigt, was zur eventuell notwendigen Optimierung von Bauteillösungen beiträgt. Temperaturverläufe, Isothermen und Temperaturpunkte ergänzen die Ausgabe. Wie bereits beim Psi-Therm 2D erläutert, übernimmt das Programm die aufwendige FE-Netzgenerierung nebst notwendigen Adjustierungen selbstständig.

Alle nach DIN EN ISO 10211 durchzuführende Validierungsprüfungen hat Psi-Therm 3D bestanden.

### Weiterentwicklung

Änderungen am Beiblatt 2 zu DIN 4108 werden spätestens mit der Einführung der nächs-

ten EnEV eine noch feinere Betrachtung des energetischen Einflusses von Wärmebrücken nach sich ziehen. Die neuen Wärmebrücken werden ebenfalls in den Gleichwertigkeitsnachweis mit Psi-Therm aufgenommen. Die neue Version von Psi-Therm wird vor diesem Hintergrund auf die neuen Nachweise eingestellt. Dazu werden über 300 Details als dynamische Details angeboten. Dynamisch deswegen, weil mit ein paar wenigen Klicks die Vorgaben aus dem Beiblatt an das Projekt angepasst werden können. Nach KfW-Programmen geförderte Bauvorhaben benötigen in aller Regel einen nach den Richtlinien der KfW aufgestellten Nachweis, der unter Zuhilfenahme eines Formblattes erstellt wird. Diese Formblätter (A – D) können künftig mit Psi-Therm direkt ausgefüllt werden und erleichtern demzufolge enorm die Arbeit der Nachweisführenden.

Beide Programme sind sowohl in Deutsch als auch in Englisch verfügbar. <

### > TORSTEN SCHOCH

Dipl.-Ing., Bauingenieur,  
Geschäftsführer der Xella Technologie-  
und Forschungsgesellschaft,  
Programmentwicklung Psi-Therm  
GmbH  
[www.psi-therm.de](http://www.psi-therm.de)