

Berechnung von Wärmebrücken mit den Programmen Psi-Therm 2D und 3D

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.

Seit Einführung der EnEV 2002 und der damit verbundenen Verordnung einer detaillierteren Berücksichtigung von Wärmebrücken nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 ergibt sich vor allem die Herausforderung, 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 den die Praxis mit den Konstruktionsvorschlägen aus dem Beiblatt 2 oder aus Wärmebrückenprogrammen in Übereinstimmung gebracht werden kann.

Dreidimensionale Betrachtung

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

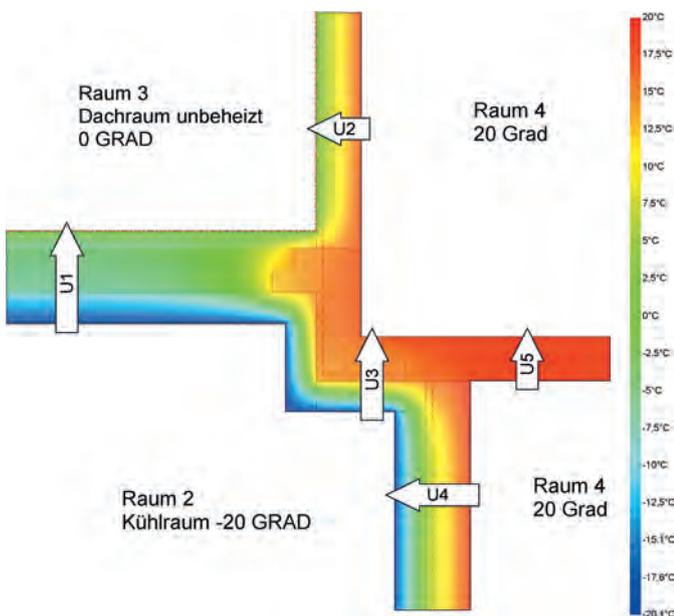


Bild 1. 2D Berechnung mit mehr als zwei Temperaturrandbedingungen

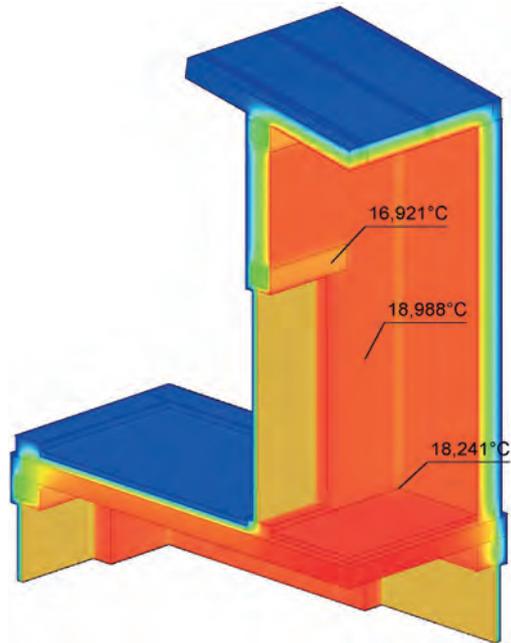


Bild 2. 3D Berechnung eines Staffageschosses

In diesem Kontext ist auch die Anforderung zu sehen, die an Rechenprogramme zu stellen ist, eine Planungsaufgabe 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 unterscheiden. Beide Programme sind in enger Zusammenarbeit zwischen der Xella Technologie und Forschungsgesellschaft mbH und der Softwarefirma Visionworld GmbH entwickelt worden.

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. 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 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 übernommen. Basierend auf einem schnellen Rechenkern werden die Ergebnisse auch komplexer Details in Sekundenschnelle ausgegeben. Der Nutzer bekommt das, was er braucht, um die Ergebnisse beurteilen zu können: Alle Ein-

gaben, 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.

Schon einmal berechnete Wärmebrücken in neues Projekt integrieren

Bei Bedarf können die Isothermen und Wärmeströme (ab Version 2012) angezeigt und ausgegeben werden. Hervorstechend ist die Möglichkeit, schon einmal berechnete Wärmebrücken in ein neues Projekt zu integrieren, 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. Mit der Programmversion 2012 ist es 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 Temperaturfaktors fRSI in Abhängigkeit tatsächlich anliegender Temperaturdifferenzen.

Im Print 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.

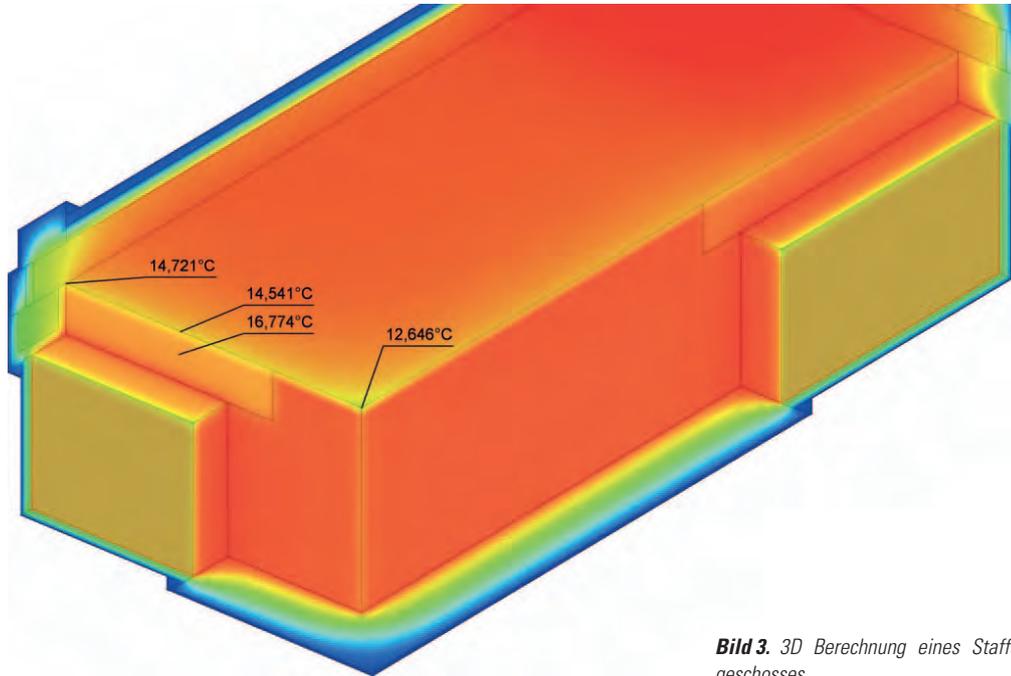
Alle nach DIN EN ISO 10211 durchzuführende Validierungsprüfungen hat PSI-Therm 2D bestanden.

Psi-Therm 3D

Die Version Psi-Therm 3D 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 3D-Betrachtung anzustreben und somit auszuschließen, dass unter den in DIN 4108-2 genannten Randbedingungen Schimmelpilze zu einem Problem werden können.

Aufgeräumte Menüführung

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 Bild auf dem Cover) berechnet werden. Über die Steuerung der Ansicht und einem 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.

Bild 3. 3D Berechnung eines Staffelgeschosses

2D als auch Psi-Therm 3D sind in deutscher und englischer Sprachfassung verfügbar.

Autor: Dipl.-Ing. Torsten Schoch, Geschäftsführer Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH

Weitere Informationen:
 VISIONWORLD GmbH,
 Ringstraße 2B, 24598 Latendorf,
 Fax: 04393/97327, info@visionworld.de, www.psi-therm.de

Da in Deutschland bisher die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste von 3D-Wärmebrücken, ausgedrückt als Chi-Wert, nicht berechnungsrelevant sind, ist die Ausgabe von Psi-Therm 3D auf die Oberflächentemperaturen ausgerichtet. 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. Sowohl Psi-Therm