

# Mais vom Dach und Kälte aus der Wand

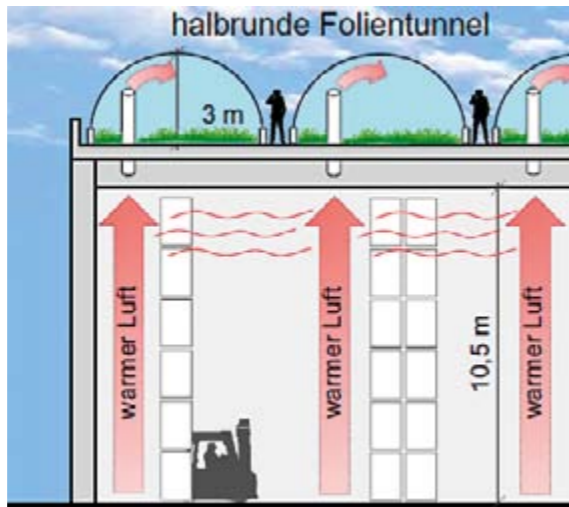
EnEV 2016 oder 2020 wird um die Berücksichtigung nicht herum kommen

Erstaunliches und Informatives hörten die Architekten und Planer auf dem Kreilac-Symposium „Energieeffizienz in Logistik- und Industriehallen“ Mitte November vergangenen Jahres in Düsseldorf. Informatives, was die Änderungen in der EnEV-Novelle 2014 gegenüber der vorherigen Ausgabe in Bezug auf „Sonderbauten“, zu denen hohe Hallen gehören, angeht. Erstaunliches in Form von zwei Megatrends in der Nutzung von Hallen, nämlich zusätzlich als Kraftwerk und als Gemüsefeld.

Die EnEV 2014 gestattet ab 1.1.2016 für Wohn- und für Nichtwohngebäude nur noch einen Wärmebedarf von 75% gegenüber der Ausgabe 2009. Wie ist der zu bestimmen? Zunächst ganz einfach, nämlich indem man den Primärenergiebedarf für das entsprechende Referenzgebäude nach EnEV 2009 berechnet und den mit dem Faktor 0,75 multipliziert. Allerdings sind die Kennwerte der DIN 18599, Ausgabe 2011, einzusetzen. Änderungen im Detail, die letztlich zu ausschweifenden politischen Diskussionen mit den Lobbyisten aus Baubranche und Bauindustrie geführt hätten – etwa Verschärfung von u-Werten und anderes – hat sich damit der Verordnungsgeber erspart. Faktor 0,75 und Schluss.

## Keine wirklich gravierenden Änderungen

„Wenn Sie jetzt ein Gebäude haben, das überwiegend über elektrischen Strom beheizt wird, etwa mit einer elektrischen Wärmepumpe, stellt sich die Verschärfung in dieser Intensität gar nicht dar, weil für den Strom ein neuer Primärenergie-Bewertungsfaktor gilt. Wir fingen ehedem mit 3,0 an, senkten auf 2,6 ab und sind nun nach neuer Norm und damit ab EnEV 2014 bei 2,4 für den sogenannten nicht-



Industrial Farming – Das Dach der Logistikhalle zum Nahrungsmittelanbau (Bild: Michael Jahr, Wuppertal)

erneuerbaren Strom.“ Weil den immer mehr CO<sub>2</sub>-neutrale Wind- und PV-Anlagen liefern. In zehn Jahren dürfte der Kennwert wahrscheinlich unter 2,0 gerutscht sein.



Referent Michael Jahr (links) und Veranstalter Günter Kreitz, Kreilac GmbH

Da die Pumpen auch noch mit einem immer besseren COP arbeiten, ist bei deren Einsatz demnach nicht viel nachzubessern, um die 75% zu erreichen. Auf dem Symposium „Energieeffizienz in Logistik- und Industriehallen“ der Kreilac GmbH, Mönchengladbach, ein führender europäischer Anbieter von Flächenheizungen für Lager- und Industriehallen, am 14. November in der Universität Düsseldorf nahm Professor Dr. Gerd Hauser, Uni München, den etwa fünfzig Architekten und Planern die Besorgnis vor größeren „mathematischen“ Umstellungen. „Am Referenzgebäude ändert sich nichts. Setzen Sie einfach bessere Lösungen, bessere Bauteile ein“.

Die Anrechnung von Strom sei allerdings doch noch ein Thema. „Das wird uns noch beschäftigen. Es ist momentan Folgendes vorgesehen: Die Eigenerzeugung von erneuerbarem Strom muss letztendlich in unmittelbarem Zusammenhang zu dem Gebäude stehen, um den Bonus abzuschöpfen. ‚Zusammenhang‘ ist von der Definition her nicht so ganz einfach. Die angebaute Garage mit einer PV-Anlage oben drauf dürfte unkritisch sein, wenn die aber fünfzehn Meter entfernt auf einer anderen Garage liegt? Da ist Skepsis angebracht. Wir hatten dieses Thema bereits bei der Definition des Plusenergiehauses.“

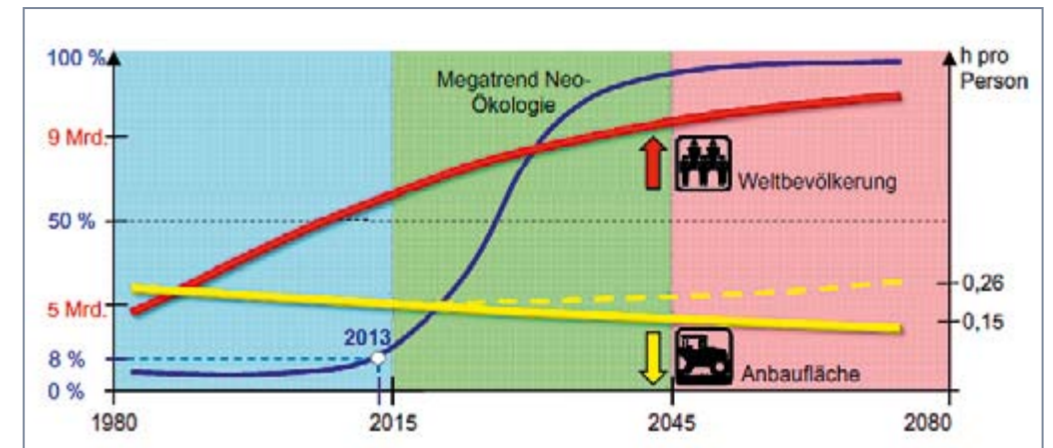
## Sonderhalle per Norm-Definition

Da kamen laut Gerd Hauser Wünsche auf, nicht das einzelne Gebäude sondern das Ganze quartiersweise zu sehen. Bei einem eventuellen Stromüberschuss und vollem Speicher könne man ja den Warmwasserpuffer des Nachbarn aufheizen. Doch kam es auch hier bisher zu keiner eindeutigen Regelung, weil wohl auch das Baurecht eine hemmende Rolle spielt.

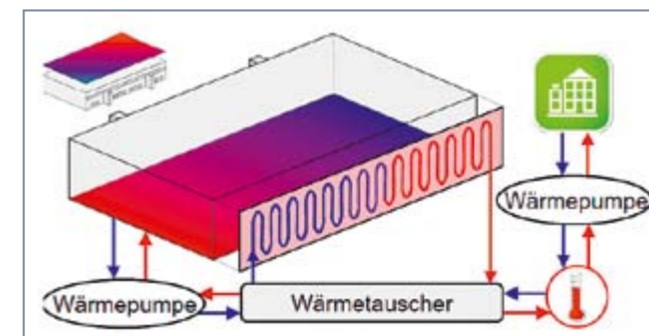
Lager- und Industriehallen sind aus der Sicht der Norm DIN EN 12831 Sonderfälle, da sie Raumhöhen von 5 m überschreiten und damit die Annahme einer gleichmäßigen Temperaturschichtung – wie beim Standardfall – nicht mehr zutreffend ist. Die Norm empfiehlt – man beachte: empfiehlt – die zusätzlichen Verluste am besten über die Ergebnisse einer objektbezogenen dynamischen Simulation zu bestimmen. Für Gebäude, deren Norm-Wärmeverlust unter 60 W/m<sup>2</sup> beheizter Nutzfläche liegt – und darunter fallen fast alle Distributions- und Produktionshallen – sollte bei hohen Räumen der gesamte Norm-Wärmeverlust mit einem Raumhöhenfaktor  $f_{hi}$  korrigiert werden. Bei Fußbodenheizungen darf bis zu Raumhöhen von 15 m laut Normtabelle als  $f_{hi}$ -Wert 1,0 angesetzt werden. Bei allen anderen Heizungsarten klettern die Verluste.

## Mindestluftwechsel und Infiltration

Transmissionsverluste sind das eine, Lüftungsverluste das andere. Was ist hier zur Heizlastbestimmung anzusetzen? Üblicherweise geht der TGA-Planer so vor: Er berechnet zunächst einmal die Lüftungsverluste durch Infiltration, also die Verluste durch Bau-



Die landwirtschaftliche Fläche nimmt ab (gelbe Linie) und die Weltbevölkerung zu (rot). Ein Ausweg aus dieser unter Umständen dramatischen Gegenläufigkeit könnte die Nutzbarmachung der Gebäudehülle sein. Im Moment verschenkt die Architektur noch 92% des Potenzials (Bild: Michael Jahr, Wuppertal)



Die Fassade als Wärme- und Kälteerzeuger (Bild: Michael Jahr, Wuppertal)

tigung des hygienisch erforderlichen stündlichen Luftwechsels an und vergleicht den mit den Infiltrationsverlusten. Für Wohngebäude liegt die Luftwechselrate nach wie vor bei 0,5 1/h, für Industrie und Lagerhallen bewegt sie sich je nach Raumluftbelastung zwischen 0,1 und kurz unter unendlich. Zur Heizungsdimensionierung ist das schlechtere der beiden Ergebnisse heranzuziehen.

fugen, Türen und Tore und geschlossene Fenster: Was strömt an kalter Luft herein und muss aufgeheizt werden? Parallel dazu schaut er sich zum Zweiten den Lüftungswärmebedarf unter Berücksich-

Prof. Dr. Klaus Sommer vom Institut für Technische Gebäudeausrüstung der Fachhochschule Köln verwies darauf, wie wesentlich deshalb für große Hallen mit 50 000 m<sup>3</sup> Hallenvolumen und mehr die

Randbedingungen		Ausgabe 2009		Ausgabe 2011		
		22	22.1	22.2	22.3	41
Beleuchtung	Lfd.-Nr.					
	Nutzungen	Werkstatt, Montage, Fertigung	schwere Arbeit	mittelschwere Arbeit	leichte Arbeit	Lager-, Logistikhallen
	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	500	300	400	500	150
	Höhe der Nutzebene	0,8	0,8	0,8	0,8	0
	Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe	0,88	0,85	0,85	0,85	1
	Relative Abwesenheit	0	0,1	0,1	0,1	0,6
	Raumindex	2	2,5	2,5	2,5	2,4
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit	1	0,9	0,9	0,9	0,4	

Mathematische Basis der EnEV 2014 ist unter anderem die DIN 18599, Ausgabe 2011. Sie enthält gegenüber der Ausgabe 2009 zusätzliche Einflussfaktoren auf den Primärenergiebedarf. So spielt neuerdings die relative Abwesenheit eine Rolle. Die macht sich in Logistikhallen ganz besonders in Bezug auf den Primärenergiebedarf für die Beleuchtung bemerkbar, wie der grüne Balken ganz rechts ausdrückt

**Die Vorträge**

Das Symposium „Energieeffizienz in Logistik- und Industriehallen“ am 14. November in der Uni Düsseldorf behandelte unter anderem den Primärenergiebedarf von Logistik-, Lager- und Produktionshallen unter Berücksichtigung der Bestimmungen der EnEV 2014. Veranstalter war einer der europäischen Spezialisten der Betonkerntemperierung für Großhallen, die Firma Kreilac GmbH, Mönchengladbach. Themen: Auswirkung der EnEV auf den Großhallenbau (Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser, Uni München), Heizlastberechnung nach EnEV (Prof. Dr.-Ing. Klaus Sommer, Fh Köln), Generierung von ökologischen Zusatznutzen von Industriehallen (Architekt Michael Juhr, Architekturbüro Juhr, Wuppertal). Die Vorträge können angefordert werden unter [www.info@kreilac.de](http://www.info@kreilac.de)

genaue Bestimmung der notwendigen hygienischen Luftwechselrate einerseits und der Lüftungswärmeverluste durch Infiltration andererseits ist. „Im Wohnungsbau mit den fugendichten Türen und Fenstern muss man sich dazu keine Gedanken machen. Da liegt das hygienisch notwendige Luftvolumen immer



Prof. Dr.-Ing. Klaus Sommer

oberhalb des bauphysikalisch bedingten Einströmvolumens. Das gilt aber nicht für Hallen. In einer automatisierten Halle befinden sich ja kaum Leute. Wer da salopp mit 1,0 statt mit 0,3 herangeht, überdimensioniert unter Umständen enorm die Technik.“

**Schwachstelle Torluftwechsel**

Angaben zur Infiltration muss der Architekt beziehungsweise sind bei ihm zu erfragen. Die Luftwechselrate demgegenüber hängt nicht von der Bauphysik sondern von der Nutzung ab. Sie zu erkunden, ist Sache des TGA-Planers. Sie kann sich aus arbeitsschutzrechtlichen Bestimmungen ergeben, aus den eingelagerten Materialien, aus den aufgestellten Verarbeitungsmaschinen, aus der Personenzahl und der Aufenthaltszeit im Objekt. Sie ist jedenfalls keine Konstante, sondern eine Variable mit großem Einfluss auf die Heizlastberechnung. Doch gibt es ausreichend dokumentierte personen- und quadrometerbezogene spezifische Mindestvolumenströme in Abhängigkeit von der Produktion, den Produktionsmitteln und anderem.

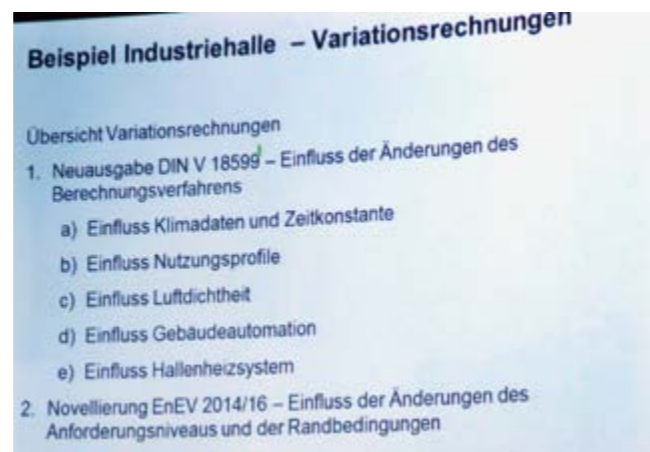
Eine Schwachstelle nach wie vor seien allerdings fehlende Anhaltspunkte zur Abschätzung der Außenlufteinträge aus Toröffnungsvorgängen. Je nach Frequenz könnten sie von wesentlicher Bedeutung für den Energiebedarf und -verbrauch von Hallenbauten sein. Die Bestimmung des Torluftwechsels und die Einarbeitung eines entsprechenden Beiwerts in die DIN V 18599 dürfte indes aus Anwendersicht eine Energiebedarfsberechnung über die Maßen verkomplizieren.

„Zwar ist das Fehlerpotenzial nicht unerheblich, doch darf davon ausgegangen werden, dass der Torluftwechsel den effektiven Luftwechsel, der sich aus den

hygienischen Nutzungsanforderung ergibt, in der Regel nicht erhöht“ (Studie „Hallenheizungen“, BMVBS 2011). Was allerdings nach Klaus Sommer wirklich nur als Regelfall angenommen werden sollte. In jedem Fall sei es empfehlenswert, sich zu diesen Luftschleusen des konkreten Projekts detaillierte Informationen einzuholen.

**Falsche Formel**

Häufig wüssten ferner die Fachingenieure auch nicht so genau, was eigentlich ein  $n_{50}$ -Wert bedeute. Das sei die theoretische Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz zwischen innen und außen von 50 Pascal. Klaus Sommer: „Diese Angabe wird häufig mit der hygienischen Notwendigkeit, den genannten 0,5 1/h im Wohnungsbau wechselt und deshalb in die falsche Formel



In Industriehallen nimmt nach EnEV 2014 beziehungsweise der integrierten DIN V 18599 (Ausgabe 2011) auch das Hallenheizsystem Einfluss auf die Heizlastberechnung

eingesetzt. Den  $n_{50}$ -Wert entnimmt man korrekt der DIN V 18599 und setzt ihn die Heizlastberechnung ein. Mit ihm erfasst man den Mindestlüftungswärmebedarf in Bezug auf die Dichtheit des Gebäudes, wie sie die Bauphysik vorgibt.“

Dass eine Logistikhalle in Zukunft weit mehr als ein luftdurchströmtes Warenlager sein dürfte, prognostizierte auf dem Kreilac-Symposium der Wuppertaler Architekt Michael Juhr. Seine Kernkompetenz liegt im Designen von Logistikzentren und Industriebauten; darin hat sein Büro mittlerweile 30 Jahre Erfahrung. Michael Juhr skizzierte zwei spannende

Megatrends: die Logistikhalle/das Produktionsgebäude als Kraftwerk und die Logistikhalle/das Produktionsgebäude als Farmland. Die Ökologen sprächen bereits von „Industrial Farming“.

**Die Hülle als Energieerzeuger**

Gebäudehülle als Kraftwerk: Die ersten Schritte mit Photovoltaik auf dem Dach seien zwar schon gemacht, aber „eine Logistikhalle mit einer Grundfläche von 50 000 m<sup>2</sup> und einer Hüllfläche von knapp 120 000 m<sup>2</sup> verschenkt weitere 60 000 m<sup>2</sup> Fläche mit Zusatznutzen: etwa für PV- und thermische Solarpaneele in der Fassade oder zur Bauteilaktivierung“, bemängelte der Hallen-Spezialist die heutige Nachhaltigkeitsarmut. Man vernachlässige etwa die Solarstrahlung auf Wände. Wärme lässt sich nach seinem Modell zum Bei-

tungsanlage eingefangen werden. Nach Berechnungen entlastet das die Lüftungsanlage von 30 % Stromverbrauch. Die Technologien dafür seien vorhanden.

Industrial Farming: Eine Zahl vorweg, die Dächer Shanghais sollen ausreichen, das haben Neo-Ökologen ausgerechnet, um, als landwirtschaftliche Anbaufläche genutzt, die Bevölkerung der 15-Millionen-Stadt vollständig satt zu bekommen. Die Aussage beeindruckt. Nun betritt die Architektur aber auch hier nicht völlig unbekanntes Terrain. Dachbegrünungen gehören bereits aktuell zum Aufgabenkatalog der Baumeister:

Die Gärten sorgen für ein deutlich besseres Stadtklima – vor allem im Sommer, wenn es in Städten aufgrund des höheren Anteils versiegelter Bodenfläche bis zu



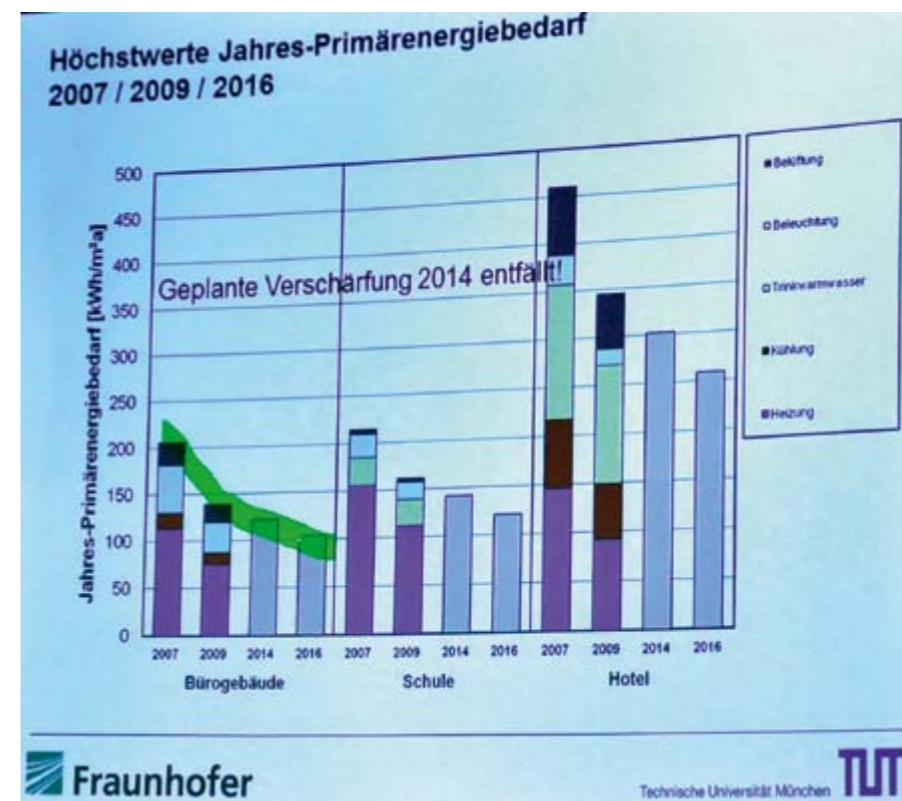
Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser, TU München

Jahr etwa 0,2 kg Schadstoffe aus der Luft. Hinzu kommt, die Erde ersetzt zwar keine Wärmedämmung, senkt jedoch zusätzlich den Energieverbrauch.

**Eier vom Dach**

Ungewöhnlich ist dagegen das Ernten von Mais und Tomaten oberhalb der Regale und Fließbänder unten oder das Einsammeln der Eier von freilaufenden Hühnern. In den New Yorker Stadtteilen Queens und Brooklyn gilt das freilich nicht als ungewöhnlich. Michael Juhr zeigte beeindruckende Bilder vom „City Farming“ am Hudson River. Was zudem einen enormen logistischen Vorteil – abgesehen von den positiven Umwelteffekten – habe: kurze Transportwege zu den Verbrauchern.

„Was steht bei diesen beiden Maßnahmen ‚Kraftwerk‘ und ‚Urban Farming‘ auf der Pro-Seite? Pachteinnahmen für das verpachtete Dach, Wärmelieferung, immense Umweltgewinne unterschiedlicher Art, vereinfachte Logistik, gesparte landwirtschaftliche Fläche, verbessertes Inhaus-Klima, Wärmenutzung des Warmluftpolsters unter dem Hallendach zum Nahrungsmittelanbau und und und. Man muss sich nur einmal die verschiedenen Kreisläufe mit Mehrfachnutzung der Ressourcen vor Augen führen, dann



Vorgaben Jahres-Primärenergiebedarf in den Novellen der EnEV. Die Fassung 2014 schreibt allerdings erst ab 2016 eine Reduzierung vor

spiel von der Fassade abrufen und in den Boden für kühlere Jahreszeiten einlagern oder an anderer Stelle abpuffern, wenn sie nicht sofort verwendet werden kann. Ebenfalls könnte der Winddruck auf den Außenwänden und die Windströmung auf dem Dach als Vordruck für die Lüf-

10 °C wärmer sein kann als im Umland. Bepflanzte Dächer wirken dem entgegen: Sie nehmen Regenwasser auf, das langsamer verdunstet und gleichzeitig für Kühlung sorgt. Darüber hinaus binden sie Kohlendioxid, Staub und Schadstoffe. Ein Quadratmeter Gründach filtert im

Heizverfahren und Art oder Anordnung der Raumheizflächen	f <sub>h,i</sub>	
	5 m bis 10 m	10 m bis 15 m
<b>Überwiegend Strahlung</b>		
Warmer Fußboden	1	1
Warme Decke (Temperaturniveau <40 °C)	1,15	nicht geeignet
Abwärtsgerichtete Strahlung mittlerer und hoher Temperatur aus großen Höhen	1	1,15
<b>Überwiegend Konvektion</b>		
Natürliche Warmluftkonvektion	1,15	nicht geeignet
<b>Zwangskonvektion Warmluft</b>		
Querstrom aus niedriger Höhe	1,3	1,6
Abwärtsgerichtet aus großer Höhe	1,21	1,45
Querstrom mittlerer und hoher Temperatur aus mittlerer Höhe	1,15	1,3

Wärmeverlust-Beiwerte für verschiedene Hallenheizungen. Die Flächenheizung (Betonkernaktivierung) schneidet mit dem Faktor 1,0 – kein Aufschlag – am besten ab

erfasst der Begriff ‚Megatrend‘ das Potenzial nicht mal ausreichend. Das ist die Zukunft im Hallenbau.“

Stichwörter Wärmedämmung und Umweltgewinne: Das heißt nichts anders, als dass sich auch die EEG-, EEWG- und

EnEV-Bearbeiter zur Berücksichtigung dieser Baubiologie und Bauökologie in den anstehenden Novellen Gedanken machen müssen.

## Geschmeidiger Heizbeton

Der Veranstalter, die Firma Kreilac GmbH, Mönchengladbach – einer der europäischen Spezialisten der Betonkerntemperierung für Großhallen – hatte einige Monate zuvor einen eigenen „Heizbeton“ kreiert und sich diese Bezeichnung auch schützen lassen. Den Beton, den der Gastgeber ebenfalls auf dem Symposium vorstellte, zeichnet über einen bestimmten Zusatz eine höhere Geschmeidigkeit aus. Dadurch umschließt er die Heizrohre vollumfänglich, ohne Lufteinschluss, was die Wärmeübergabe verbessern soll.

ng

