

«Blowin' in the Wind»

Städte sind deutlich wärmer als ihr ländliches Umland. Durch die globale Erwärmung und die fortschreitende Urbanisierung wird sich dies weiterhin verstärken. Um unsere Städte vor Überhitzung zu bewahren, müssen die Wechselwirkungen zwischen Meteorologie und dem städtischen Klima genauer untersucht werden. Jan Carmeliet, seit Juni 2008 an der ETH Zürich und an der Empa tätig, will dies tun, um so mitzuhelfen, Komfort und Luftqualität und damit die Lebensqualität in den Städten zu erhöhen, bei gleichzeitiger Reduktion des Energieverbrauchs der Gebäude.

TEXT: Beatrice Huber, Simon Berginz

Jan Carmeliet und sein Bild «Under the cross» (Akryl auf Leinwand): Dies ist eine freie Interpretation des Werks «Descent from the Cross» des flämischen Malers Roger van der Weyden (ca. 1435, Museo Prado in Madrid) und zeigt die ohnmächtige Jungfrau Maria (in blau), den heiligen Johannes (in orange) und zwei Halbschwestern Marias. (Fotos: Andreas Rubin)

Professor zu sein ist normal im «Carmeliet-Clan». Jan Carmeliet verliess 2008 die Katholieke Universiteit im belgischen Leuven, um die Doppelposition als Professor für Bauphysik an der ETH Zürich und als Leiter der Empa-Abteilung «Bautechnologien» zu übernehmen. Es sind jedoch noch einige Carmeliet in seiner akademischen Heimat verblieben. Sowohl sein Bruder Peter als auch seine Schwester Geert haben eine Professur an der medizinischen Fakultät, folgen also den Fussstapfen ihres Vaters, Edward Carmeliet.

Statt die Medizinertradition weiter zu führen, studierte Jan Carmeliet Architektur-Ingenieurwissenschaften. «Ich tat dies, weil mir die Kombination von Kunst und Wissenschaft sehr zusagte», erklärt er. Nach dem Abschluss standen verschiedene Möglichkeiten offen. Nachdem er einen Monat bei einem Architekten gearbeitet hatte, wurde ihm klar, dass dies nichts für ihn war. Er hatte jedoch grosses Interesse an Bauphysik. Darum wurde er zum Architektur-Ingenieur-Wissenschaftler – eine Entscheidung, die er nicht bereut hat.

Insbesondere nicht nach seinem Wechsel in die Schweiz. Seine derzeitige Anstellung vereint das «Beste aus beiden Welten». «Einerseits legt die Empa einen starken Fokus auf angewandte Forschung und den Technologietransfer und verfügt zudem über erstklassige Forschungseinrichtungen – kurz: der ideale Ort, um unseren Windkanal zu bauen», so Carmeliet. Zudem könnten seine Forscher und DoktorandInnen vom ausgezeichneten Expertenwissen der Empa-Techniker profitieren. «Andererseits bietet mir meine Position an der ETH die Freiheit, «riskantere» Grundlagenforschung zu betreiben, was mir zusagt.» Jan Carmeliet kann dank seiner Doppelfunktion direkt mitverfolgen, wie seine Forschungsergebnisse zu Anwendungen in der Praxis für einige der heute dringendsten Probleme führen.

Obwohl Jan Carmeliet bereits seit Sommer 2008 in der Schweiz arbeitet, hatte er im vergangenen Jahr noch seine sechs in Leuven verbliebenen Doktoranden dort zu betreuen. Denn für Carmeliet gehört die Ausbildung von Studierenden nicht nur zu einer seiner wichtigsten Aufgaben, sie ist ihm auch eine Bereicherung. Deshalb brachte er auch bereits Bachelor- und Masterstudierende der ETH in seine Empa-Labors, um ihren Horizont zu erweitern und sie Baumaterialien «spüren» zu lassen. «Sie waren begeistert; die Mischung aus Kursen an der ETH und Praktika an der Empa war für sie sehr spannend.»

Forschungsschwerpunkt «Urban Physics»

In seiner neuen Position hat Jan Carmeliet schon ambitionierte Pläne. Der neue Forschungsschwerpunkt seiner Abteilung liegt auf dem Gebiet der «Urban Physics». Unsere Welt verstädtert zunehmend; heute lebt bereits die Hälfte der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten, bis 2050 dürften es 70 Prozent sein. Carme-



liet ist daher überzeugt, dass «Urban Physics» zunehmend wichtiger wird. Ein Beispiel ist die Nachhaltigkeit von Städten. «Alle sprechen von nachhaltigen Städten und über die Ziele des Kyoto-Protokolls, obwohl immer noch riesige Lücken im Verständnis der zugrunde liegenden physikalischen Phänomene bestehen», bemerkt Carmeliet. So untersuchen etwa Meteorologen, wie sich das Wetter durch den zu erwartenden Klimawandel generell verändern wird; und Bauingenieure streben danach, einzelne Gebäude energieeffizienter zu machen. Doch

WIE all diese Veränderungen die Städte beeinflussen, sei zum grössten Teil noch «Terra incognita».

«Städte in der Schweiz und in anderen Ländern sind einige Grade wärmer als ihr ländliches Umland», erklärt Carmeliet. Wissenschaftler sprechen deshalb von «Heat Islands». Die globale Klimaerwärmung dazu genommen, wird schnell klar, dass der städtische Energieverbrauch für Kühlung kaum abnehmen wird – genauso wenig wie die steigenden Komfortbedürfnisse der Bewohner. Pro jedes Grad Celsius Erwärmung wird mit einem bis zu acht Prozent höheren Stromverbrauch für die Kühlung gerechnet. Zudem tendieren die urbanen Hitzeinseln dazu, sich auszudehnen und so das regionale Klima und die Windströmungsmuster zu verändern, was wiederum grossen Einfluss auf die Energiebedürfnisse ganzer Regionen hat.

Es ist also keineswegs einfach, eine ganze Stadt zu kühlen. Aktive Kühlungssysteme wie Klimaanlage sind ungeeignet, da sie Abwärme produzieren und so die Umgebung zusätzlich aufheizen. Mehr Erfolg versprechen kühlende Oberflächen, wie aktuelle Studien zeigen. Dazu zählen Grünflächen in Form von Parks oder begrünten Hausdächern, Bepflanzungen im Strassenraum, die durch Verdunstung und Beschattung kühlen, aber auch benutzbare Materialien oder helle Anstriche, die das Sonnenlicht reflektieren.

Alternativ kann der Wind genutzt werden, um kühlere Luft in die Stadt oder heisse hinaus zu transportieren. Unglücklicherweise stellt die dichte Bauweise der meisten Städte ein Hindernis für diese Windkühlung dar. «Es sind noch einige Anstrengungen nötig, damit die Prinzipien der «Urban Physics» in der Städtebauplanung bekannt und auch angewendet werden», sagt Carmeliet.

Neue Versuchsanlage zur Unterstützung

Um das Verhalten von Windströmungen in Städten besser zu verstehen und simulieren zu können – und dadurch die Wissenslücken zumindest teilweise zu schliessen –, wird in der Bauhalle der Empa zurzeit ein mehr als 25 Meter langer und bis zu vier Meter hoher Windkanal eingerichtet. Das Besondere an dieser Anlage ist die Messmethode namens PIV (Particle Image Velocimetry). Damit lassen sich schnelle Luftbewegungen präzise in Raum und Zeit

>>

bestimmen. Mikrometergrosse Partikel werden der Luft im Windkanal beigemischt und mit Laserimpulsen beleuchtet. Aus zwei aufgenommenen Bildern kann mit einer speziellen Software, die die Bilder erfasst, speichert und auswertet, das gesamte Strömungsmuster im Windkanal bestimmt werden.

«Im Moment führen wir noch Vorbereitungs- und Änderungsarbeiten in der Halle durch, damit der Windkanal eingebaut werden kann», so Jan Carmeliet zum Stand der Arbeiten. «Eine derartige Versuchsanlage benötigt einiges an Platz.» Die aus dem Windkanal gewonnenen Daten werden eingesetzt, um die Strömung von Luft und Schadstoffen in Strassenzügen und um Häuserblocks zu untersuchen. Zudem können damit bereits erstellte Computermodelle zur Strömungssimulation validiert werden, um mit diesen die Strömungscharakteristika im Detail analysieren zu können.

Neben Untersuchungen im Windkanal gehen Jan Carmeliet und sein Team weitere Forschungsfelder an. «Letztendlich wollen wir neue und verbesserte Materialien für innovative Bautechnologien entwickeln. Dazu beabsichtigen wir unter anderem, nanoporöses Material, beispielsweise Aerogele, in Baumaterialien einzusetzen, um so gute Isolationsmaterialien zu erhalten», erklärt Carmeliet. Ausserdem müsste die Schweiz, wie auch andere Länder, grössere Anstrengungen unternehmen, um alte Gebäude energieeffizienter zu machen, beispielsweise durch bessere Isolation und die Nutzung von Sonnenenergie.

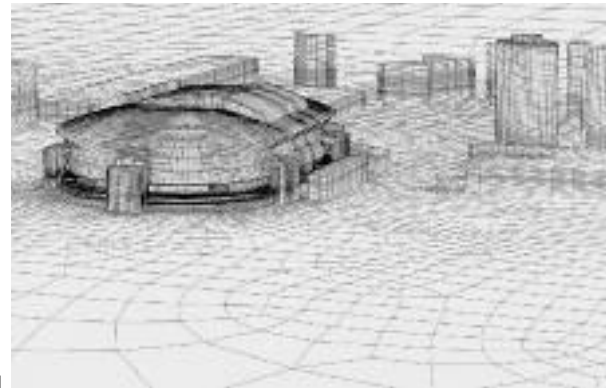
Doch nicht nur der nachhaltige Umgang mit wertvollen Ressourcen liegt Jan Carmeliet am Herzen. So sollen Vakuumverglasungen – bei denen im Scheibenzwischenraum der Luftdruck soweit gesenkt wird, bis der Wärmeverlust signifikant reduziert ist – und andere innovative Bautechnologien zu einer höheren Wohn- und damit Lebensqualität für die Bewohner führen.

Jan Carmeliet ist stets auf der Suche nach neuen Dingen, um ihnen auf den Grund zu gehen. Deshalb lädt er gerne akademische Gäste an die ETH oder Empa ein und besucht seinerseits andere Forschungsinstitute. Im Jahr 2007 verbrachte er seinen Sabbatical an der University of Illinois in Urbana-Champaign und im «Los Alamos National Laboratory», New Mexico. Sein Interesse an neuen Herausforderungen war auch der Grund für seinen Weggang aus Belgien. «Ich wollte etwas Neues und Herausforderndes», sagt er.

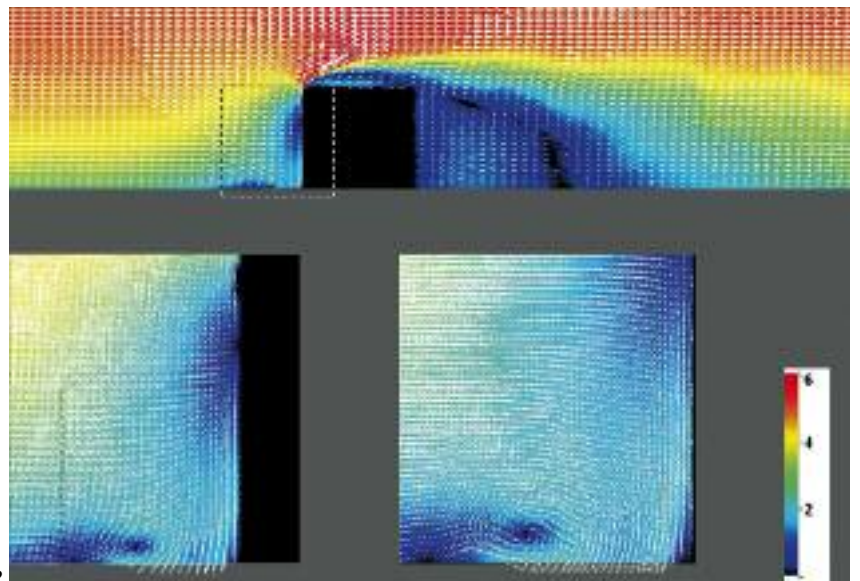
Malerei

Für seine neue Heimat findet Jan Carmeliet nur Lob, vor allem für die hohe Lebensqualität. «Im internationalen Massstab ist Zürich zwar klein, aber es bietet alle Vorzüge einer grossen Stadt», äussert er sich begeistert. Hier in Zürich will er nochmals einen Schritt vorwärts machen – nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht, sondern auch in seinem Hobby, der Malerei. «Für mich ist die Malerei eine Entdeckungsreise in die Welt der Farben, Formen und Kompositionen. Wenn ich male, verliere ich das Zeitgefühl», bekennt Carmeliet.

Kunst und Wissenschaft haben für Jan Carmeliet durchaus Gemeinsamkeiten. «Beim Malen habe ich eine Idee im Kopf. Dann bringe ich Farbe auf die Leinwand und während des Malens entdecke ich immer weitere Ideen und arbeite an diesen, bis sich das Bild herauskristallisiert.» Dieser Erkundungsprozess sei eben auch eines der Kennzeichen wissenschaftlicher Forschung. //



1



2

1 Strömungsanalyse um das Stadion ArenA in Amsterdam: Untersucht werden, wie angenehm der Wind auf dem ArenA Boulevard ist, die Windbelastung auf das bewegliche Dach, die Windbedingungen für Sportanlässe innerhalb der Arena und das natürliche Ventilationspotenzial während eines Konzerts. (© J. Persoon, T. van Hooff, B. Blocken, J. Carmeliet und M. de Wit, 2008)

2 Windgeschwindigkeitsmuster um ein kubisches Gebäude herum, gemessen durch eine hochauflösende PIV (Particle Image Velocimetry). Gut sichtbar ist ein stehender Wirbel vor dem Gebäude. Die Zoombilder (untere Bildhälfte) zeigen den stehenden Wirbel sowie sekundäre Wirbel. (© T. Defraeye und J. Carmeliet)