

# 12 | SOLAR DECATHLON EUROPE 2010

## Solar Decathlon Europe 2010 Die Kühlkonzepte

Beim „Solaren Zehnkampf“ treten 21 ausgewählte Hochschulteams aus der ganzen Welt an, um bis Juni 2010 ein 75 m<sup>2</sup> großes und ausschließlich mit solarer Energie versorgtes Wohnhaus zu entwerfen und zu bauen. Dann werden die Häuser aller Teams eine Woche lang in Madrid einer breiten Öffentlichkeit präsentiert und die Sieger gekürt.

Neben hohen Anforderungen an die Energieeffizienz und die Einbindung solarer Energiegewinnung in das Konzept, stellen auch der Transport und die schnelle und zuverlässige Montage in Madrid eine große Herausforderung dar, die es zu meistern gilt. Darüber hinaus werden auch architektonische Qualitäten des Gebäudes, die Kommunikation der Ideen und Konzepte und ihre Marktfähigkeit bewertet.

xia berichtet an dieser Stelle fortlaufend über die Entwicklung des Solar Decathlon Europe, bis die Sieger gekürt werden. Nach der allgemeinen Vorstellung des Wettbewerbs in xia 67 und der Vorstellung der deutschen Teilnehmer und ihrer Projekte in xia 68, in dieser Ausgabe ein näheres Eingehen auf die unterschiedlichen Kühlkonzepte der Deutschen Beiträge.

Weitere Informationen zum SD Europe 2010 finden Sie unter: [www.sdeurope.org](http://www.sdeurope.org)

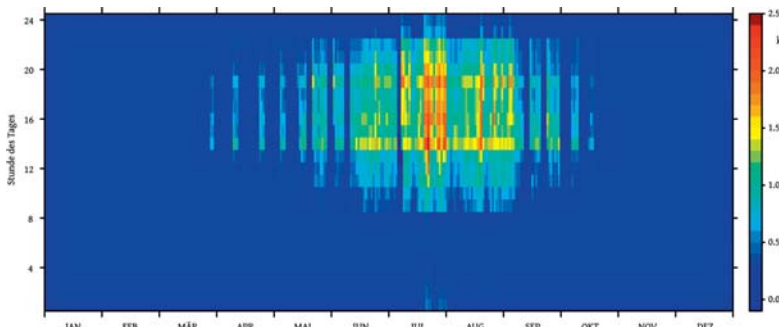
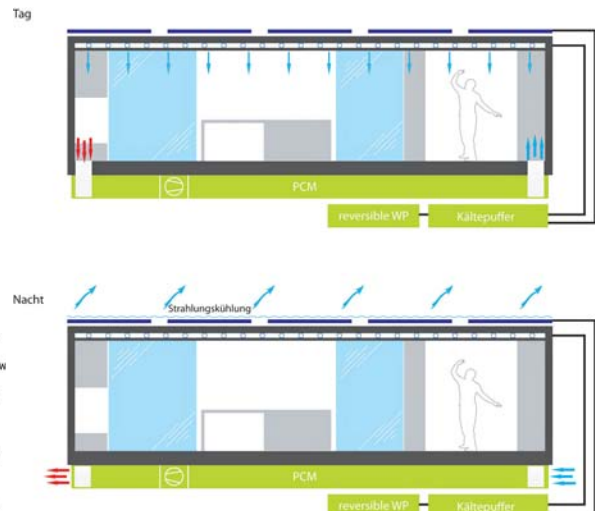
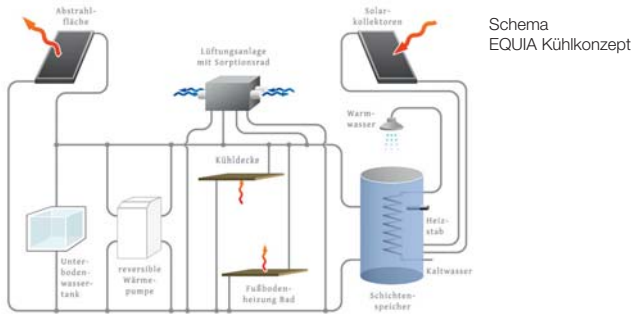
## Beitrag HTW Berlin

Bei der Entwicklung der living EQUIA-Kühlstrategie stand das Vermeiden von Kühllasten an erster Stelle. So hat das living EQUIA-Haus keine durchgehende Glasfassade, sondern einzelne, relativ kompakte Fensterflächen, welche sich zudem durch flexible PV-Lamellen vollständig verschatten lassen. Die Lichtachsen, die Dach und Wände in Ost-West und Nord-Süd-Richtung teilen, lassen hierbei stets genug Tageslicht in den Innenraum. Hinzu kommt eine Lüftungsanlage der Firma Enervent, die dank einem Sorptionsrotor nicht nur eine Wärme-, sondern auch Feuchterückgewinnung ermöglicht. Die dann noch vorhandenen Kühllasten werden größtenteils durch thermische Speicher abgepuffert. Dies geschieht zum einen direkt über die an Wänden und Decke angebrachten Lehmbauplatten der Firma Lebast mit integrierten Latentspeichermaterialien (PCM). Zum anderen wird Wasser aus einem isolierten Wassertank unter der Nordterrasse durch in den Lehmbauplatten verlaufende Rohre gepumpt. Mit diesem Wasser wird auch die Zuluft auf einem angenehmen Temperaturniveau gehalten. Dank der Speicher kann die passive Kühlung in den Nachtstunden erfolgen. Neben einer Erhöhung der Luftwechselrate (Nachtlüftung) wird das Wasser aus dem Wassertank durch die Abstrahlfläche auf dem Norddach gepumpt. Dort kühlt es sich durch den vom ZAE Bayern untersuchten Strahlungsaustausch mit der Atmosphäre ab, meist sogar auf unter Umgebungstemperatur. (living EQUIA verwendet ein geschlossenes System, bestehend aus Metallplatten mit rückseitig angeklebten Kapillarrohrrmaten.) So steht das Wasser im Tank zur Kühlung am nächsten Tag bereit.

Erst wenn das Wasser im Tank zu warm geworden ist, um den Raum direkt zu kühlen, kommt die Wasser-Wasser-Wärmepumpe ins Spiel. Diese schaltet sich zwischen Wassertank und die wassergeführten Lehmbauplatten und stellt somit die Kühlung des living EQUIA-Hauses sicher. Dank der Verwendung des relativ kühlen Wassertanks als Wärmesenke kann die Wärmepumpe mit sehr guten Wirkungsgraden und damit minimalem Stromverbrauch arbeiten. Ein besonderer Fokus wird bei living EQUIA auch auf den Feuchtehaushalt gelegt. Schließlich wird in konventionellen Kühlsystemen unnötig Energie verschwendet, um die Zuluft im Sommer durch Taupunktunterschreitung zu entfeuchten. Bei living EQUIA wird durch das Sorptionsrad der Lüftungsanlage ein Großteil der Feuchte von der Zuluft direkt an die Abluft übertragen und kommt so gar nicht erst ins Haus. Die restliche überschüssige Feuchte wird von den Lehmbauplatten aufgenommen und erst bei Bedarf wieder abgegeben. Und sollte die Speicherkapazität des Lehms einmal nicht ausreichen, wird über ein Aufheizen der Abluft das Sorptionsrad getrocknet und damit die Zuluft entfeuchtet. Da das Aufheizen der Abluft über das Solarsystem geschieht, erfolgt auch die Entfeuchtung mit maximaler Energieeffizienz.

## Beitrag Hochschule Rosenheim

Die Leitidee des Rosenheimer Entwurfs für die südlichen Breiten (Madrid) sind in erster Linie eine gute Isolierung, ein Maximum an Luftdichtheit und ein effizienter Sonnenschutz, um zu hohe Kühllasten zu vermeiden. Des Weiteren beruht das Kühlkonzept des Gebäudes auf aktiven sowie passiven/hybriden Systemen. Grundlage des passiven Kühlungssystems ist die Strahlungskühlung über die Dachfläche. Dabei wird in den kühlen klaren Nachtstunden ein kontinuierlicher Wasserfilm über die geneigte Dachebene geleitet. Durch Strahlungsaustausch mit dem klaren Nachthimmel, konvektiver Wärmeabgabe an die Umgebungsluft und Verdunstung wird das Wasser abgekühlt und anschließend in einem gedämmten Speicher gesammelt. Als zweite passive Maßnahme ist die Nutzung eines luftdurchströmten PCM-Puffers vorgesehen. Dieser Speicher nimmt am Tag durch Umluftbetrieb die Wärme der Raumluft auf und gibt diese im Außenluftbetrieb in der Nacht wieder an die kühlere Umgebungsluft ab. Die ventilerte Nachtlüftung wird durch außenlufttemperaturgesteuerte Klappen geregelt, damit wird der Entladungsprozess des PCM Speichers nur bei möglichen Außenlufttemperaturen gestartet und spart somit unnötige Hilfsenergien ein. Die reversible Luft/Wasserwärmepumpe ist der aktive Teil des Kühlkonzeptes. Mit der produzierten Kühlleistung wird die wasserdurchströmte Kühldecke im Wohnraum betrieben. Die Vorkonditionierung des Kältespeichers durch die Strahlungskühlung erfordert den Einsatz der Wärmepumpe nur bei möglichen Spitzenlasten.



Stündliche Darstellung der Kühllasten, um das living EQUIA-Haus in Madrid auf 24 °C zu halten. Der jährliche Kühllastbedarf beträgt rund 1600 kWh.

## Beitrag HFT Stuttgart

Um auch bei hohen Außentemperaturen in Madrid angenehme Innenraumbedingungen zu schaffen, bedient sich home- sowohl passiver wie auch aktiver Komponenten.

Die großflächig verglaste Südfassade wird durch das Terrassenmodul verschattet, ohne dass der Ausblick eingeschränkt wird. Die horizontalen Glasflächen der Fugen werden durch einen feststehenden Sonnenschutz, die vertikalen Glasflächen der Fugen durch einen beweglichen Sonnenschutz vor zu hohem Strahlungseintrag geschützt. Im Innenraum nehmen PCM (Phase Change Materials) in der Deckenkonstruktion tagsüber die Wärme auf. Nachts werden sie mit kühlem Wasser, das durch Rohre an der raumabgewandten Seite der PCM geführt wird, wieder entladen. Das dafür benötigte Wasser wird durch die Abstrahlung gegen den kalten Nachthimmel gekühlt. Dazu wird es nachts in Rohren an der Rückseite der auf dem Dach montierten Photovoltaik-Module entlanggeführt. Die Oberfläche der PV-Module steht im Strahlungsaustausch mit dem Nachthimmel und kühlt stark ab. Es ist dasselbe Phänomen, das auch zur Reifbildung auf den Windschutzscheiben von Autos führt. Die abgekühlten PV-Module entziehen wiederum dem Wasser die Wärme, die dieses aus den PCM aufgenommen hat. Durch die nächtliche Abstrahlung wird wesentlich mehr Kühlenergie generiert, als zur Aushärtung der PCM erforderlich ist. Der Überschuss wird in einen Pufferspeicher eingespeist. Dieser dient tagsüber als Rückkühlspeicher für den Betrieb einer reversiblen Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Diese wird allerdings nur in extrem heißen und feuchten Zeiten zur Kühlung eingesetzt, um die im Wettbewerb eng gesetzten Komfortbedingun-

gen einzuhalten. Die Lufttemperatur im Innenraum muss zwischen 23 und 25 °C, die relative Luftfeuchte zwischen 40 und 55% gehalten werden.

Das Klima in Madrid ist in Zeiten mit hoher Außentemperatur allerdings meist sehr trocken. Dies nutzt der Energieturm, der im Zusammenspiel von Wind und Verdunstungskühlung zur Erzeugung eines angenehmen Innenraumklimas beiträgt. Dabei bedient er sich der Grundprinzipien traditioneller Vorbilder aus heißen und trockenen Regionen, wie der Windtürme im arabischen Raum und der in Spanien weitverbreiteten Patios. In der Kombination mit heute verfügbaren neuen Materialien und Technologien entsteht ein Element, das hohen Komfort bei niedrigem Energieverbrauch ermöglicht und gleichzeitig die gestalterische und räumliche Wahrnehmung des Gebäudes maßgeblich prägt. Der über das Gebäude hinausragende Teil des Energieturms ist so ausgerichtet, dass warme und trockene Außenluft aus der im Sommer am Standort in Madrid vorherrschenden Windrichtung eingefangen wird. Im Inneren des Turms hängen befeuchtete Gewebe, an denen die Luft entlangstreicht und über Verdunstung gekühlt wird. Die abgekühlte Luft fällt nach unten und wird am Fußpunkt des Turmes in das Gebäudeinnere geführt, wo sie sich nach dem Quellaufwindprinzip verteilt. Seitlich neben dem Energieturm befinden sich zwei Solarkamine, die über hochliegende Öffnungen in der Turmfuge verbrauchte Luft aus dem Gebäude abziehen. Energieturm und Solarkamine stellen also eine gute Durchströmung des Gebäudes mit gekühlter Luft sicher, und das ohne den Einsatz mechanischer Energie.

### ROOF SYSTEM:

12 mm pointed fixing  
12 mm glass panel with PV  
12 mm profile  
T-shaped steel with threaded rod Ø 12 mm

70 mm air layer

waterproofing  
12 cm insulation with 3% slope  
40 mm vacuum insulation (VIP) with perlite-fill and ballbars  
vapor barrier, fully surfaced  
25 mm OSB panel

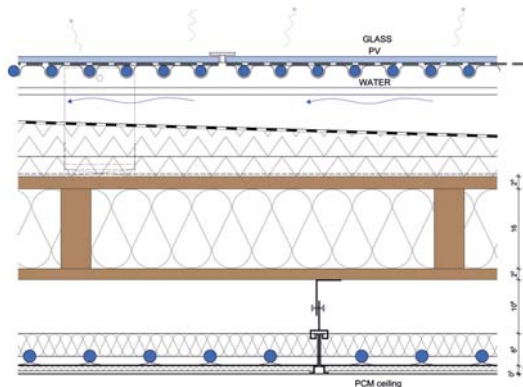
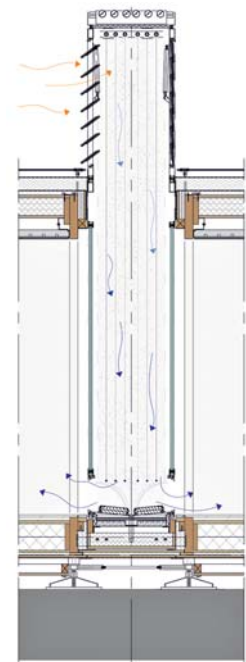
18 cm crossbeam (CNC) B16 with insulation between crossbeams (rafters)

22 mm OSB panel

10 cm taken down ceiling

65 mm cooling ceiling

15 mm PCM ceiling with fleece cover

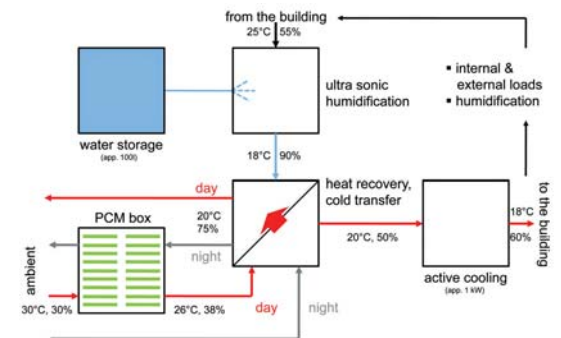


## Beitrag Bergische Universität Wuppertal

Das Team der Bergischen Universität Wuppertal verfolgt mit seinem Beitrag zum Solar Decathlon Europe 2010 die Konzeptidee eines „Europäischen Hauses“. Sowohl im sommerwarmen Klima von Madrid als auch am späteren Nutzungsort in Wuppertal sollen hohe Komfortansprüche ebenso erreicht werden wie eine ausgeglichene Jahresenergiebilanz (Netto-Nullenergiehaus). Während in Madrid der Kühlbedarf dominiert, wird es bei der Nachnutzung in Wuppertal der Heizwärmebedarf sein. Ausgangsbasis für beide Fälle ist die Passivhausbauweise mit hochwertigem Wärmeschutz und aktiver Lüftung. Hohe Energieeffizienz bei der Beleuchtung und sämtlichen Elektrogeräten minimieren den jährlichen Strombedarf ebenso wie die damit verbundenen Wärmelasten. Auffälliges Merkmal zur Reduktion der äußeren Wärmelasten ist das geplante Vorhangsystem. Es dient als konsequenter Sonnenschutz und gleichzeitig als wichtiges architektonisches Element im Kontext der Gestaltung der Gebäudehülle. Die dazu vorgesehenen Behänge besitzen ein hohes Strahlungsreflexionsvermögen und eine sehr geringe, richtungsselektive Lichttransmission. Die durchgeführten Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass für die im Wettbewerb in Madrid angestrebten Innenraumtemperaturen von maximal 25 °C eine Kühlung unverzichtbar ist. Die gewählte Lösung basiert zunächst auf der Kühlung der Zuluft durch indirekte adiabate Kühlung über Befeuchtung der Fortluft. Hierbei kommt eine Sonderentwicklung für den Wettbewerb zum Einsatz (Klingenburg). Aufgrund des geringen Wasserbedarfs erfolgt keine eigene Wasseraufbereitung. Die kühle Fortluft



entzieht über den Wärmetauscher der Wärmerückgewinnung Wärme aus der Zuluft. Außentemperaturspitzen werden durch Latentspeichermaterial im Luftkanal gedämpft (Dörken). Ein Lüftungskompaktgerät mit reversibler Wärmepumpe als zentrales Element der Gebäudetechnik ermöglicht die hydraulische Umschaltung von Heiz- auf Kühlbetrieb (Messmann). Die maximal 1 kW Kälteleistung stehen für die weitere Abkühlung der Zuluft auf minimal 18 °C sowie in Verbindung mit der hydraulischen Anbindung der Fußbodenheizung als Kühlfäche zur Verfügung. Das dargestellte Schema verdeutlicht einen typischen Betriebsfall.



Indirect adiabatic supply air cooling including PCM to reduce the outdoor temperature peaks