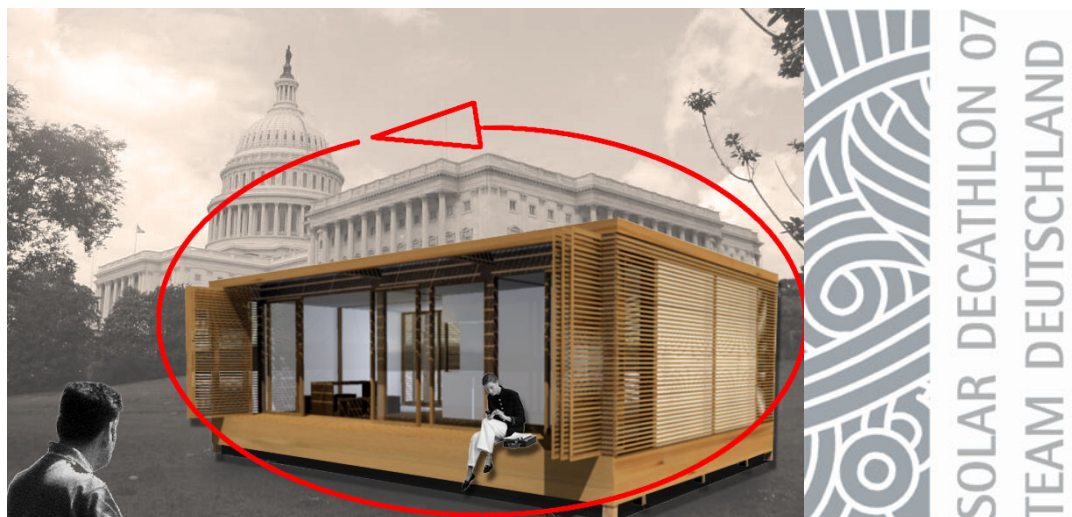


Zu F 2721

**Forschungsprojekt energy-label
– Ganzheitliche Bewertung eines
Plusenergiehauses
Solar Decathlon 2007**

**Anlage 5 – Forschungsprojekt
energy:monitoring**



Forschungsprojekt energy:label

Ganzheitliche Bewertung eines Plusenergiehauses

Anhang 5

Monitoring und Betriebsoptimierung SDH

Anhang 6 - Forschungsprojekt energy:monitoring

Energiekonzept, Betriebsoptimierung und Systemstabilität

Aus den Überlegungen und Untersuchungen zu den Themen Energieverbrauch, Energieeffizienz von Haus, Haustechnik und Haushaltsgeräten sowie Zusammenspiel von passivem und aktivem Energiekonzept haben sich drei Themenfelder für ein Monitoring und eine damit im Zusammenhang stehende Betriebsoptimierung ergeben: Der Langzeit-Vergleich mit den Gebäuden der anderen Wettbewerbs-Teilnehmer, die Verifizierung/Kalibrierung der Simulationen und Simulationsprogramme, und das Thema des Energie- und Lastmanagements.

Langzeit-Vergleich mit Solar Decathlon Häusern

Das National Renewable Energy Laboratory (NREL), das vom U.S. Department of Energy mit der Organisation des Solar Decathlon Wettbewerbs betraut ist, lädt die Teams aus den USA und Kanada ein, die Häuser im Anschluss an den Wettbewerb einem Monitoring zu unterziehen. Das Monitoring der beiden europäischen Häuser ist zwar erwünscht (s. Anlage Schreiben von Michael Wassmer), es kann jedoch aufgrund der großen Distanz und aus Kostengründen nicht in das Förder-Programm des NREL aufgenommen werden.

Durch die Durchführung eines Monitorings in Darmstadt ergibt sich die einzigartige Möglichkeit, die Messergebnisse in internationalem Rahmen mit den Ergebnissen der am Monitoring des NREL teilnehmenden amerikanischen Häuser zu vergleichen, dabei wird sowohl der Vergleich des Gesamtsystems Haus und der jeweils unterschiedlichen Konfigurationen, als auch der einzelnen Technologiekomponenten ermöglicht.

Verifizierung Simulation/Kalibrierung Simulationsprogramme

Die Planung des Gebäudes wird durch statische und dynamische Simulationen begleitet. Dies betrifft zum einen die Auslegung und Ausrichtung der Photovoltaik und Solarthermie, zum anderen die Konfiguration der Gebäudetechnik und des passiven Energiesystems. Die Erträge der Photovoltaik und der Solarthermie wurden in Simulationen mit INSEL, unter Berücksichtigung von Wetterdatensätzen sowohl für den Jahreszeitraum, als auch für den Wettbewerbszeitraum, für die Standorte Washington D.C. und Darmstadt berechnet.

Zu Gunsten der Maximierung der Energie gewinnenden Fläche und der Architekturintegration wurde auf eine optimale Ausrichtung der Photovoltaikmodule (ca. 40°) verzichtet.

Um sowohl gegenseitige Verschattung, als auch optimalen Abfluss von Regenwasser zu ermöglichen, werden die Module auf dem Dach im Winkel von 3° in Reihen abwechselnd süd- bzw. nordorientiert eingesetzt. Über der Loggia werden dabei entweder kristalline Glas-Glas-Module oder Semi-Transparente CIS-Module eingesetzt, die gleichzeitig der Verschattung dienen. Im Bereich des opaken Gebäudedaches werden monokristalline Hochleistungs-Module zum Einsatz kommen.

Ein Einsatz der Photovoltaikmodule als wasserführende Schicht und der Einsatz von Hybridmodulen (Strom- und Warmwasserbereitung) wurde überprüft. Die am Markt erhältlichen Hybridmodule sind im Wirkungsgrad noch zu gering. Von einer vollständigen Dachintegration wurde abgesehen, da dies durch die Überhitzung der Module entweder zu Einbußen im Wirkungsgrad oder die Ausbildung eines Kaltdaches erfordert und damit zu einem höheren Dachaufbau geführt hätte. Auch die Erträge der Photovoltaik-Elemente im Bereich der Fassaden wurden mit INSEL simuliert. Dabei war nicht abschließend zu bestimmen, ob die Ausbildung als feststehende oder nachgeführte Module die wirtschaftlichere Variante ist.

Im Rahmen des Monitorings des Photovoltaiksystems soll dabei sowohl die Leistungsfähigkeit des Systems auf dem Dach, hinsichtlich der Ausrichtung, im Vergleich der unterschiedlichen Technologien überprüft, wie auch die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Lamellensystems bezüglich Orientierung und Nachführung untersucht werden.

Das energetische Verhalten des Gebäudes und seiner Bauteile wurde durch Simulationen in TRNSYS, Dämmwerk und PHPP berechnet. In diesem Zusammenhang wurde offenbar, dass z.B. die Abbildung des Verhaltens und des Einflusses von Phase-Change-Materials (PCM) aufgrund fehlender Referenzwerte bislang nicht möglich ist.

Im Rahmen des hier beantragten Monitoring soll deshalb auch das Temperaturverhalten des PCM im Verhältnis zur Außen- und Innenraumtemperatur und unter Erfassung des Einsatzes und Betriebszustands der aktiven Klimatechnik aufgenommen und untersucht werden. Dadurch wird eine Bewertung der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit dieser neuen Materialtechnologie ermöglicht.

Die Erfassung der Innenraumtemperaturen, der Stellungen der Fassade und der Betriebszustände der Klimatechnik erlaubt des weiteren Rückschlüsse auf Behaglichkeit und Nutzerverhalten, sowie eine Verifizierung des vorab berechneten Energieverbrauchs für Heizung, Lüftung, Kühlung und Warmwasserbereitung.

Energie- und Lastmanagement

Die Teilwettbewerbe des Solar Decathlon erfordern den Einsatz verschiedener Verbraucher - (Haushaltsgeräte, Beleuchtung, Haustechnik). Um die Auslegung der Photovoltaik, der Wechselrichter und des Batteriespeichers zu bestimmen und weiterhin den optimalen Energieeinsatz zu bestimmen, wurden Simulationen der Lastfälle unter Berücksichtigung der gerätespezifischen Lastprofile, soweit diese bekannt waren bzw. von den Herstellern zugänglich gemacht wurden, vorgenommen.

Hinsichtlich der zu erwartenden Zunahme des Anteils regenerativ erzeugter Energie sind diese Überlegungen in einen größeren Zusammenhang zu stellen, um die darin liegenden Potentiale zu Einsparung und Effizienzsteigerung zu nutzen:

Da die regenerativen Energien nicht kontinuierlich erzeugt werden, müssen die Energieversorgungsunternehmen (EVUs) zunehmend mehr Regelenenergie durch Spitzenlastkraftwerke vorhalten, um die fehlende regenerative Energieerzeugung insbesondere in Spitzenlastzeiten auszugleichen. Grundlegend gibt es zwei Möglichkeiten.

Eine Möglichkeit besteht in der Speicherung von in Schwachlastzeiten erzeugter Überschussenergie in Speichersystemen. Die gespeicherte Energie kann wiederum in Spitzenlastzeiten als Regelenenergie bereitgestellt werden. Die zweite Möglichkeit besteht in der Anpassung der Last an die durch das EVU bereitgestellte Energie. Im beantragten Forschungsprojekt soll durch ein geschicktes Lastmanagement berechnet werden, wie viel Regelenenergie auf diese Weise eingespart werden kann.

Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Ziel des Solar Decathlon Wettbewerbs ist die Förderung und Umsetzung von Innovationen im Bereich solarer Energieerzeugung und des energieeffizienten Bauens.

Die TU Darmstadt ist, gemeinsam mit dem am Projekt beteiligten Unternehmen und Förderern bestrebt, dieses Ziel durch die mit dem Projekt zusammenhängende Forschung und die Anwendung von Innovationen im Haus auch in Deutschland umzusetzen und in der Realisierung ein öffentlichkeitswirksames, funktionales Anwendungsbeispiel zu schaffen. Deutschland und deutsche Unternehmen sind führend in der Entwicklung und Produktion von Energie- und Energieeffizienztechnologie – sowohl im In- und im Ausland ist, aufgrund der aktuellen Entwicklungen – für die Zukunft ein starkes Wachstum des damit zusammenhängenden Marktes zu erwarten.

In dem im Rahmen des beantragten Monitoring- und Betriebsoptimierungsprojekts zu untersuchenden Solar Decathlon Gebäude der TU Darmstadt kommen sowohl bereits auf dem Markt befindliche, innovative Produkte, als auch erstmalig zum Einsatz kommende, neue Produktprototypen und neue Technik-Kombinationen zum Einsatz. Die Prototypenentwicklung geschah dabei entweder durch den Antragsteller selbst oder in Zusammenarbeit mit bzw. durch die das Solar Decathlon Projekt unterstützenden Firmen.

Die serielle Anwendbarkeit ist dabei sowohl für das Gebäude als „Kit“ an sich, als auch für einzelne Teile der Energie- und Gebäudetechnik möglich – durch den Kontakt zu Unternehmen in der Erstellung des Hauses und der Prototypenentwicklung ist der Bezug zur realen Anwendung direkt gegeben.

Bezüglich der einzelnen Produkte und Bauteile lassen sich folgende wirtschaftliche Erfolgsaussichten darstellen:

- PCM – Phase Changing Materials
(Eingesetztes Produkt: „Micronal“, Hersteller BASF)

Das Produkt (und andere PCM-Produkte) ist in Deutschland bereits am Markt erhältlich, allerdings noch nicht weit verbreitet und in den diversen Simulationsprogrammen noch nicht direkt abbildbar. Die hiermit getätigten Forschungen können der Beurteilung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit des Materials und damit auch der besseren Vermarktung dienen.

- Ilkazell-Kapillarrohrmatten-Kühlsystem
(in Verbindung mit PCM und Verdunstungskühlung)

Die bedingt durch den Klimawandel auch in Deutschland immer extremer werdenden Sommertemperaturen werden auch hierzulande zu einer verstärkten Nachfrage nach Kühlsystemen im Gebäudebereich führen. Das von der Firma Ilkazell angebotene Kapillarrohrmatten-PCM-Decken wird im Rahmen des Solar Decathlon Projektes neu kombiniert mit einem, gemeinsam mit der Hochschule für Technik in Stuttgart entwickelten System der Verdunstungskühlung. Die simulierte Leistungsfähigkeit des Systems kann im Rahmen des Monitoring überprüft werden und als Beispiel für ein einfach umsetzbares System solarer Kühlung dienen.

- Kombination aktiver Systeme
(Kompaktlüftungsgerät und Solarthermie)

Das Energiekonzept des Solar Decathlon Hauses ist darauf ausgelegt, möglichst wenig Energie zur Konditionierung des Hauses zu verwenden. Als aktive Ergänzung wurde aufgrund von Simulationen ein hocheffizientes Kompaktlüftungsgerät gewählt, in dem neben der Luftkonditionierung durch Wärmerückgewinnung und einer reversiblen Wärmepumpe auch Brauchwarmwasser in Kombination mit eigens eingebauter Solarthermie hergestellt wird. Im Sinne der Effizienz ist es von äußerster Wichtigkeit, das Zusammenspiel der passiven und aktiven Systeme optimal zu steuern. Durch das Monitoring kann dieses Zusammenspiel überprüft, optimiert und die Gebäudeleittechnik entsprechend programmiert werden. Aufgrund der zukünftig zu erwartenden Senkung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden, ist für derartige, auf kleine Leistungen ausgerichtete Geräte, eine große Marktsteigerung zu erwarten.

- Hochdämmende Hülle
(Vakuum-Isolationspaneele (Hersteller: Porextherm) und Passivhausfenster – Schiebetüren – Dreifach-/Vierfachverglasung – Hersteller Ludwig Häussler GmbH)

Das Monitoring ermöglicht die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der für das Projekt neu entwickelten Fensterfassade und der Vakuumdämmpaneele – sowohl hinsichtlich der physischen Wirksamkeit als auch der langfristigen Betrachtung der Wirtschaftlichkeit.

Glas-Glas-Module mit perforierten Zellen von Sunways, eingesetzt in neue Gläser mit spezieller Antireflexschicht von Interpane – sind in dieser Kombination erstmals in einem Gebäude integriert – das Monitoring ermöglicht die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Module und Gläser. Im Zuge des Projektes wurden durch den Antragssteller Kontakte zwischen verschiedenen Herstellerfirmen geknüpft (Fa. Scheuten, Fa. Interpane, Fa. Sunways) – die bei erfolgreicher Performance des Produktes fortgesetzt werden können.

- Photovoltaik-Holzlamellenfassade
(Entwicklung TUD mit TUM, Herstellung durch Schindler Fassadenbau, Photovoltaik Firma Schott.)

Hier wurde ein serienreifer Prototyp einer vielfach anwendbaren, ästhetischen Gebäudeintegration von Photovoltaik entwickelt. Die Kosten des Prototyps lagen noch sehr hoch – über das Monitoring wird die langfristige Beurteilung der Leistung und die Überprüfung und Optimierung der Steuerung ermöglicht, die in eine eventuelle serielle Fertigung einfließen wird.

Wissenschaftliche und technische Erfolgsaussichten

Im Rahmen des Monitoring werden auch die Daten gemäß „Leitfaden Monitoring“ für den Forschungsbereich EnBau erfasst. Dies ermöglicht die Einbindung und den Vergleich mit anderen vom Projektträger geförderten Monitoringprojekten. Im an das Intensivmonitoring anschließenden extern durchgeführten Langzeitmonitoring soll diese Verbindung hergestellt werden und stattfinden.

Im Messkonzept werden nicht nur die, sich in der Entwicklung des Hauses ergebenden, aus der Architektur bedingten Fragestellungen berücksichtigt, sondern wird der Umfang der Messungen auf weitere Gebiete, wie die Steuerung und Regelung der Energienutzung erweitert.