

Sektorkopplung im Gebäude: Aktive Fassaden und hausinternes Energiemanagement

Dr. Martin Vehse,

DLR-Institut für

Vernetzte Energiesysteme;

Dr. Federico Giovannetti,

Institut für Solarenergieforschung Hameln;

Dr. Werner Siemers,

CUTEC Forschungszentrum, TU Clausthal

Hannover, den 06. September 2018

Motivation

Dezentrale Energiewandlung im Gebäude

- In großen Städten bietet lediglich die Gebäudehülle Fläche für Energiekonverter
- Die Gebäudehülle muss ein aktives Element sein, dass zur Energieversorgung des Gebäudes



Aufgaben

- Energiekonversion von solarer Strahlung durch Fassadenelemente und Baumaterialien
- Energetische Aktivierung der Gebäudehülle
- Entwicklung von Technologien zur Sektorenkopplung (thermische, elektrische und chemische Energie) auf Konverter-Ebene

Gliederung

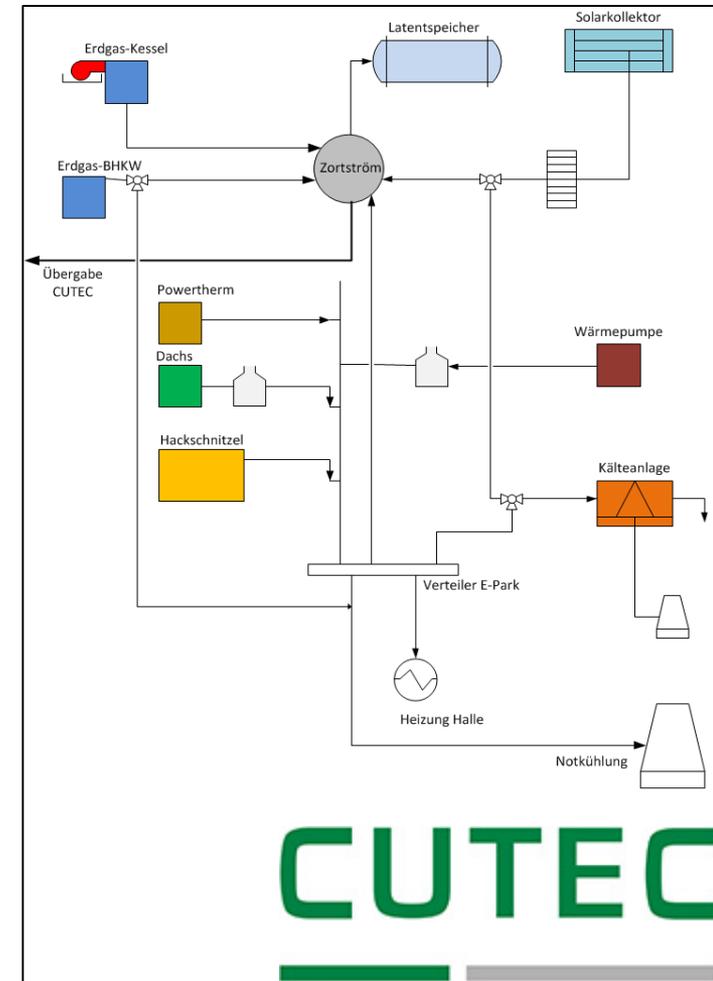
Aktivitäten in den EFZN-Knoten:

- Profilerfassung und sektorkoppelnde Regelungsstrategien im Reallabor
- Komponententests und Optimierung von Managementstrategien im Labor
- Neue Technologien für die Sektorenkopplung am Gebäude (4 Beispiele)

Infrastrukturbeispiel für Sektorkopplung und Energiemanagement am CUTEC

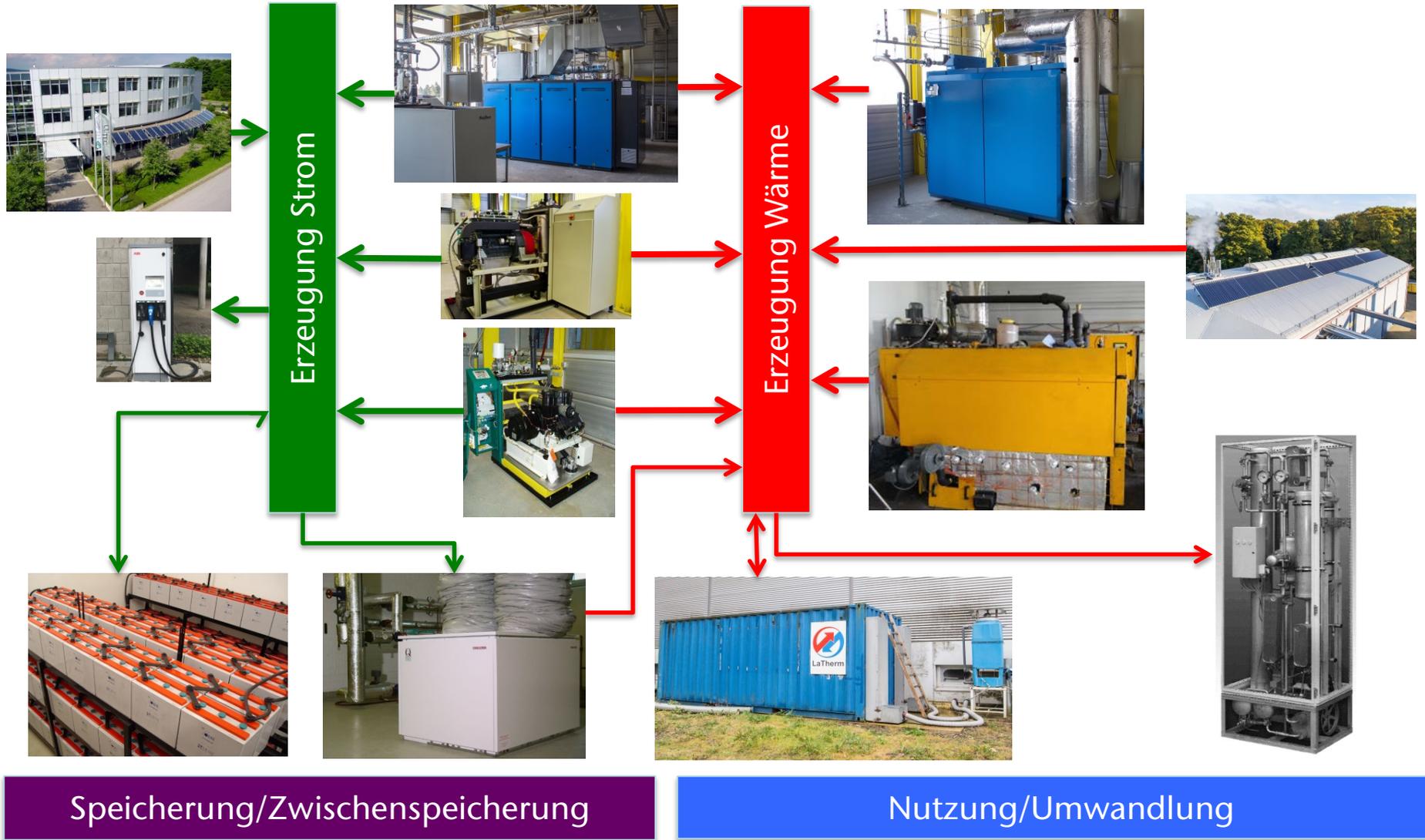
Bestehende Infrastrukturen aus Energiepark-Projekten:

- Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte (BHKWs, PV, ST, Gaskessel, Wärmepumpe, Absorptionskälteanlage für Kühlwasser)
- Verbrauch von Strom, Wärme und Kälte sowie Elektromobilität, Ladesäule 20 kW
- Speicherung von Strom und Wärme (Bleibatterie, Redox-Flow Bat., Latentwärmespeicher, Pufferspeicher, Notkühlung)
- Steuerung und Energiemanagement durch Leitstand

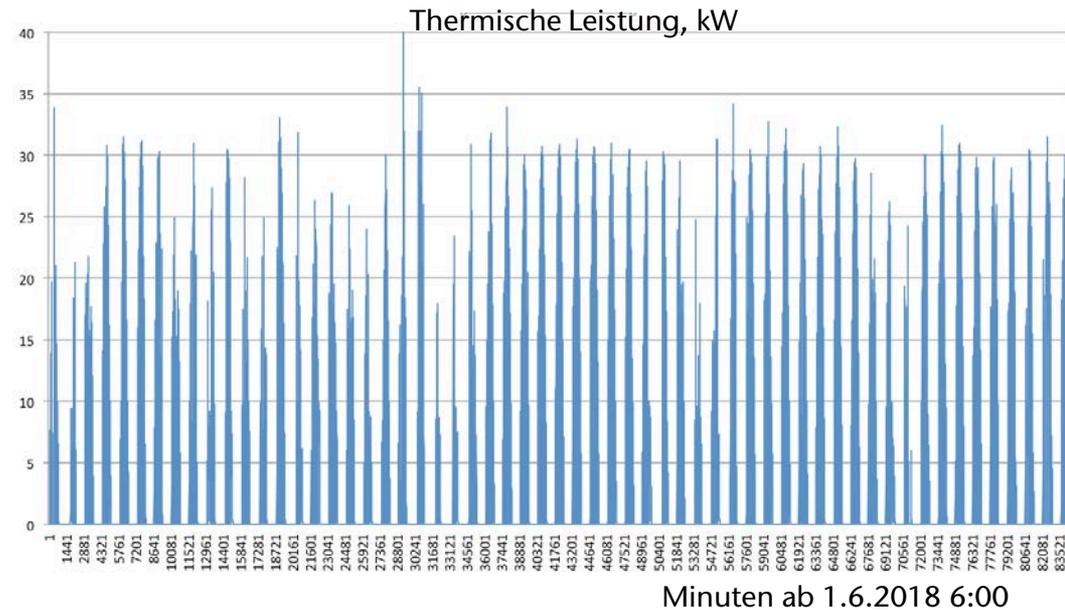


CUTEC

Derzeitiger Stand am CUTEC



Auswertung der Solarthermieanlage

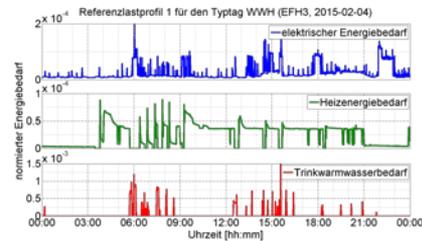


- Direkte Nutzung
 - Im Heizwassernetz inkl. Warmwasserversorgung
 - Niedrige Vorlauftemperaturen möglich durch Ultrafiltrationsanlage (Legionellenschutz)
- Einleitung in Latentwärmespeicher
 - Als Zwischenspeicher, Überschussanteil
- Einsatz für Absorptionskälteanlage
 - Hohe Vorlauftemperaturen möglich über Röhrenkollektoren

Komponenten-Optimierung und Management im Test-Laboren des DLR



 Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt
Institut für
Vernetzte Energiesysteme



Ansatz

- In Reallaboren erfasste Erzeuger- und Verbraucherprofile werden im Labor technisch nachgebildet
- „Hardware in the Loop“-Tests können im Labor durchgeführt werden

Vorteile

- Vergleiche und Tests finden unter fest definierten Bedingungen statt (z.B. vergleichbare Wetterbedingungen)
- Zeitraffer-Tests sind möglich
- Unabhängig vom Labor-Standort

Projektbeispiel: BuildHeat

Sektorenkopplung Strom-Wärme im Altbau

Projektziel

- Entwicklung von innovativen Technologien zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden im Bestand
- Umsetzung und Evaluierung ausgewählter Technologien in drei Demonstrationsobjekten (Rom, Manchester & Zaragoza)

F&E in Oldenburg

- Entwicklung eines Teststands zur Evaluierung einer Luft/Luft-Wärmepumpe mit integriertem Wechselrichter und direkt gekoppelter PV
- Anpassung der Betriebsführung zur Optimierung der Energienutzung im Gebäude



EURAC

www.infobuildenergia.it



www.archiproducts.com



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 680658.

Gebäudeintegrierte Solartechnik

Bild: Carsten Grobe Architektur



Bild: Robin Sun



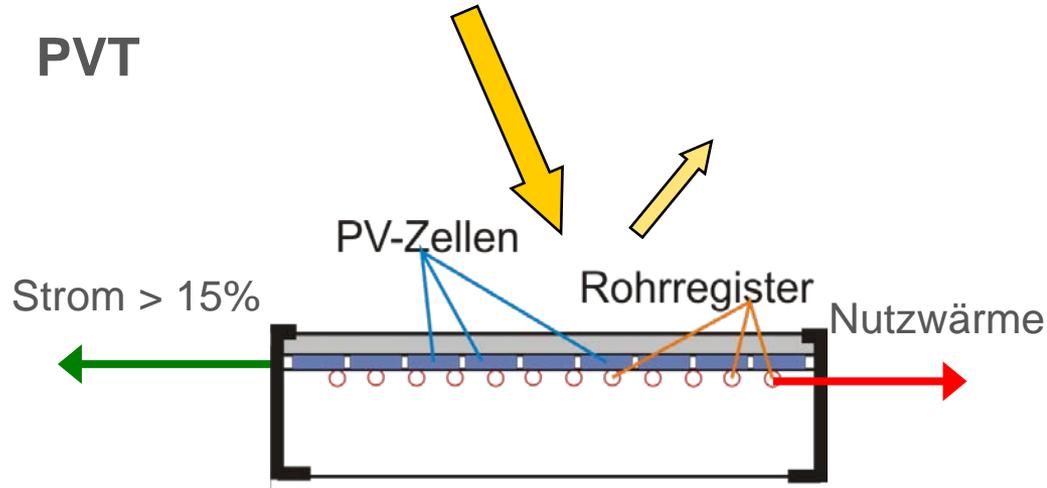
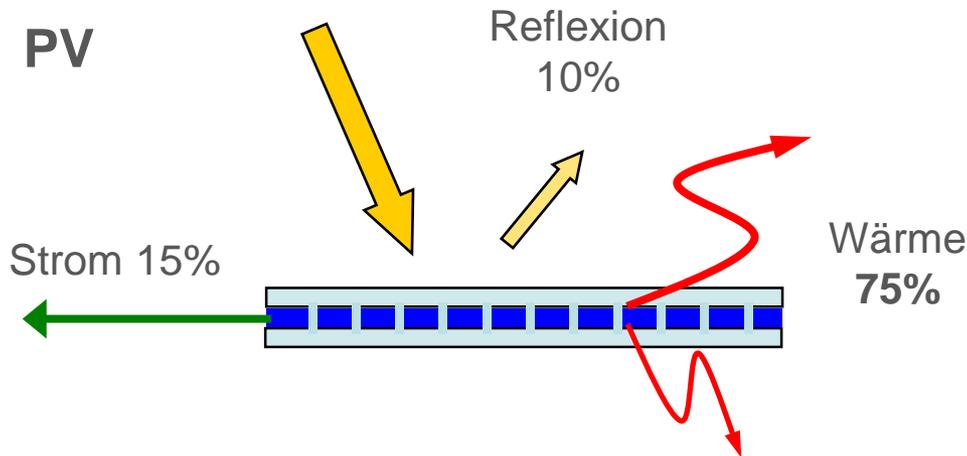
Ansatz

- Solarpaneele (PV / ST) als Komponenten der Gebäudehülle
- Verwendung bestehender Unterkonstruktionen von Dach und Fassade

Vorteile

- Hohe architektonische Qualität und Akzeptanz
- Potential für Kostensenkung durch Synergieeffekte (Material und Installation)

Photovoltaisch-thermische (PVT) Kollektoren



Ansatz

- Erzeugung von Strom (PV) und Niedertemperatur-Wärme (ST) mit einem Modul

Vorteile

- Sehr effiziente Flächennutzung
- Sinnvolle Kombination mit der Komponente Wärmepumpe
- Einheitliches Erscheinungsbild
- Steigerung der jährlichen PV-Erträge bis zu 5-10% möglich

Entwicklungsbeispiel 1: Photovoltaisch-thermisches Indachsystem



Bild: Testanlage ISFH

S. Brötje, M. Kirchner and F. Giovannetti,
Solar Energy **170**, 406 – 418 (2018).

Neuartiges Konzept

- Wärmeübertrager als PV-Aufständerung
- Modularer Systemaufbau
- Klebefrei Verbindung PV/WÜ

Ergebnisse ISFH-Testanlage

- Sehr effiziente Wärmeabgabe:
Therm. Konversionsfaktor $\eta_{0,OC} = 0.74$
- Gebrauchstauglichkeit nach einem Jahr Betrieb nachgewiesen



Entwicklungsbeispiel 2: Solaraktive vorgehängte, hinterlüftete Glasfassade



Bild: Testanlage ISFH

Neuartiges Konzept

- Solarmodul (PV, ST, PVT) als Fassadenverkleidung
- Nicht sichtbare, plug-and-play Modulverbindungen

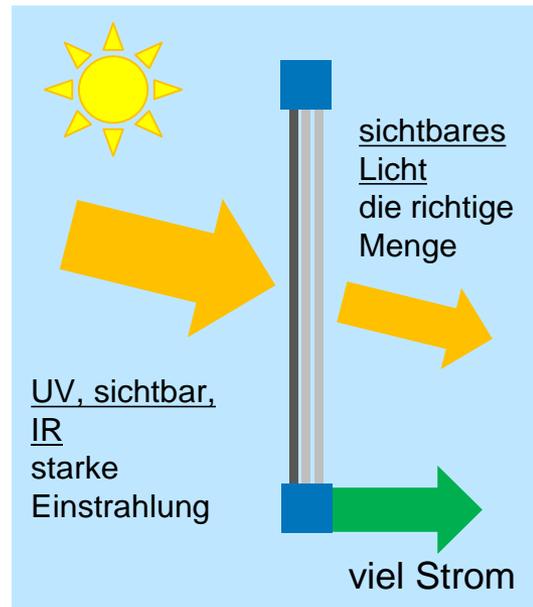
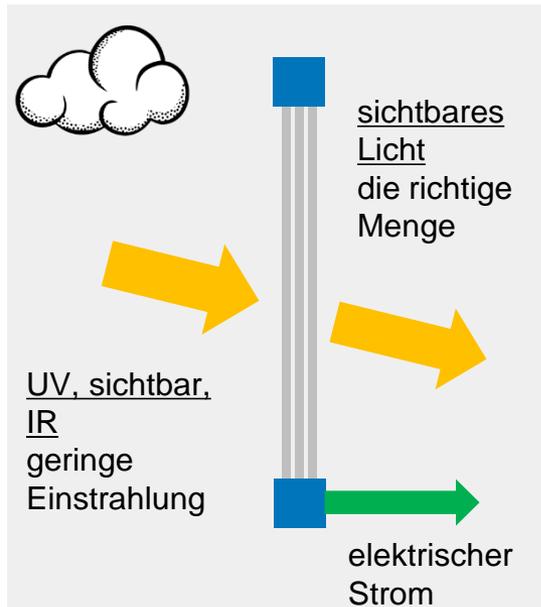
Nachgewiesene Vorteile im Betrieb

- Hohe Gestaltungsfreiheit
- Sehr effizienter Wärmeabgabe:
Therm. Konversionsfaktor
 $\eta_{0,OC} = 0.60 - 0.78$ je nach Design
(Farbe, PV-Technologie, etc.)

F. Giovannetti, M. Kirchner, M. Albert, Proceedings
11th EuroSun Conference, Palma de Mallorca (2016)



Das Multifunktionsfenster als Kollektor



Ansatz

- Erzeugung von Strom (PV) im Fenster und Gebäudeklimatisierung durch Verschattung

Vorteile

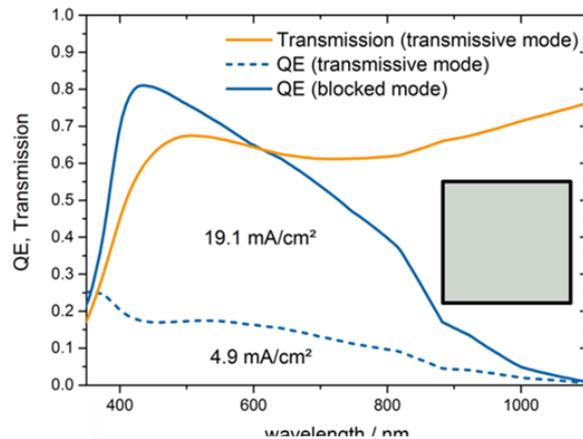
- Nutzung neuer Flächen als Kollektoren
- Dezentral Erzeugung von Strom und Wärme/Kälte im Gebäude
- Energetisches Gebäudemanagement

Entwicklungsbeispiel 3: Schaltbares PV-Fenster



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Institut für
Vernetzte Energiesysteme



V. Steenhoff et al., 35th EU PVSEC, Brussels,
Belgium (2018)

Neuartiges Konzept

- Kombination von schaltbaren Fenstern (gaso- oder elektrochrom) mit semitransparenter PV in Microcavität

Nachgewiesene Vorteile

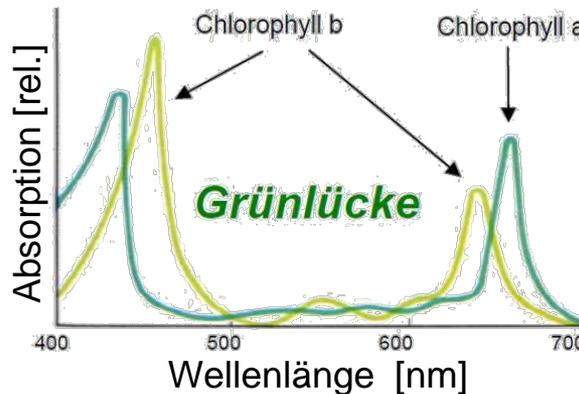
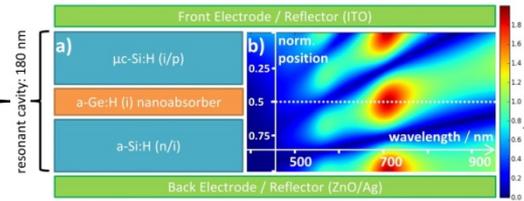
- Hohe Transparenz in abgeschalteten Zustand ($T = 60-70\%$) bei Farbneutralität
- Effiziente Stromerzeugung $\eta = 5 - 10\%$ je nach Design (Transparenz der PV-Technologie)



Hybrider Kollektor für PV und Photosynthese



spektral
selektive PV



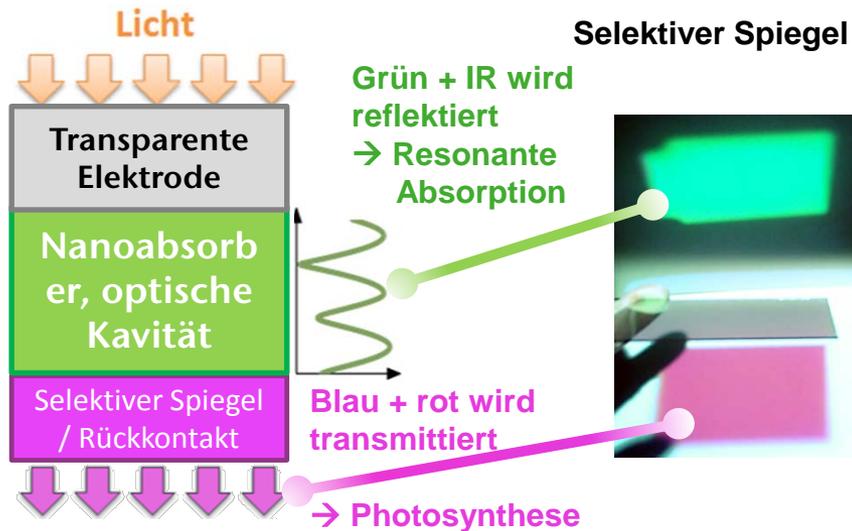
Ansatz

- Erzeugung von Strom mit spektralselektiver PV in Kombination mit Photosynthese zur Algenproduktion

Vorteile

- Kombination von Energieerzeugung und Abwasseraufreinigung
- Ausnutzung des gesamten Sonnenlichtspektrums
- Sinnvolle Kombination mit der Komponente Wärmepumpe

Entwicklungsbeispiel 4: HyPP-System



Neuartiges Konzept

- Spektralselektive PV für gebäudeintegrierte **Hybridsysteme** aus **Photosynthese** und **Photovoltaik** zur komplementären Nutzung des Sonnenspektrums

Nachgewiesene Vorteile

- In Kombination mit Wärmepumpe hohe System-Effizienz
- Steuerung des Algenwachstums durch semitransparente PV

N. Osterthun et al., 35th EU PVSEC, Brussels, Belgium (2018)



Entwicklungsbeispiel 4: HyPP-System



BIQ – Das Algenhaus
(SSC GmbH Hamburg)



Neuartiges Konzept

- Spektralselektive PV für gebäudeintegrierte **H**ybridssysteme aus **P**hotosynthese und **P**hotovoltaik zur komplementären Nutzung des Sonnenspektrums

Nachgewiesene Vorteile

- In Kombination mit Wärmepumpe hohe System-Effizienz
- Steuerung des Algenwachstums durch semitransparente PV



Danke für die Aufmerksamkeit!



DLR

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Institut für
Vernetzte Energiesysteme