

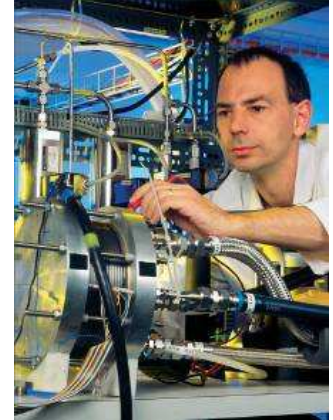


Kompetenzzentrum für Energie und Mobilität

Competence Center Energy and Mobility - CCEM

Motivation und Ziele

Unsere Aufgabe ist die Förderung technischer Innovationen in Forschungs- und Entwicklungsarbeit, zur Etablierung einer nachhaltigen Energieversorgung und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz. Die Reduktion der CO₂-Emissionen im schweizerischen Energiesystem und die Unabhängigkeit von importierten fossilen Energieträgern sind wesentliche Elemente in der Gestaltung zukünftiger Energie- und Mobilitätsstrategien. Eine möglichst grosse Wirkung auf die Gesellschaft wird durch die Zusammenarbeit mit Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft erzielt.



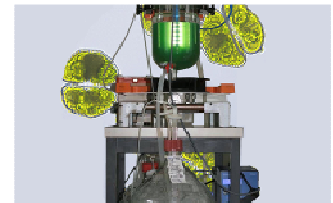
Geballte Kompetenz

Das Zentrum bündelt Forschungskompetenzen der Institutionen des ETH-Bereichs – namentlich des PSI, der ETH Zürich und Lausanne, der Empa, Eawag und WSL. Projektbezogen wird eng mit Fachhochschulen zusammengearbeitet. Mit den beteiligten Partnern aus Industrie, Verwaltung und Politik, konzentriert sich um das CCEM ein gesamtschweizerischer Schwerpunkt für Forschung im Bereich Energie und Mobilität.

Forschungsbereiche

Energie

- Effizienzsteigerung bei der Energieumwandlung
- Steigerung der Nachhaltigkeit von CO₂-neutralen Energiequellen



Mobilität

- Saubere Antriebssysteme (z.B. Brennstoffzellen, Null-Emissions-Motoren)
- Treibstoffe mit niedrigen Kohlenstoffanteilen (z.B. Methan aus Biomasse, CO₂-frei produzierter Wasserstoff)



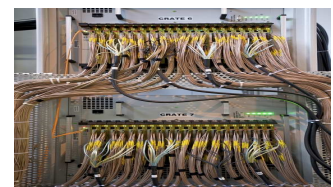
Wärme und Gebäude

- Innovative Gebäudetechnik (z.B. ohne fossile Energien für Heizung/Kühlung)
- Fortgeschrittene Gebäudesanierungsstrategien (z.B. mit Minergie- oder Passivhaus-Standard)



Elektrizität

- Strom aus erneuerbaren Energien (z.B. wettbewerbsfähige Fotovoltaik, Biomasse, Wasserkraft)
- Sicherheit der Elektrizitätsnetze (z.B. Leistungselektronik zur Reduktion von Verlusten)





Projekte

Mobilität



NO_x- Reduktion im Dieselmotor

(Vermeidung durch optimierte Einspritzung im Zylinder)

Saubere und effiziente Dieselerverbrennung

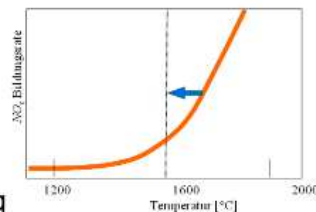
Durch Anwendung einer frühen Einlassventil-Schliesszeit (*Miller EV-Timing*) in Kombination mit erhöhtem Ladedruck resultiert eine tiefere Temperatur zum Einspritzbeginn. Die kältere Verbrennungsluft reduziert die thermische NO_x Bildungsrate während der Verbrennung durch die Verminderung der Flammtemperatur.

Da die thermische NO_x Bildungsrate oberhalb von 2000 K zunächst exponentiell mit der Temperatur anwächst, erreicht man schon mit einer Reduktion der absoluten Ladelufttemperatur bei Einspritzbeginn um ca. 10% eine Halbierung des leistungs-spezifischen NO_x. Der Nutzung dieser formidablen Empfindlichkeit ist jedoch eine Grenze gesetzt, da mit den kälteren Bedingungen nicht nur der Zündverzug zunimmt, sondern auch der Zündbeginn- und Ort instabiler und (bei Mehr-Loch-Düsen) inhomogener wird.

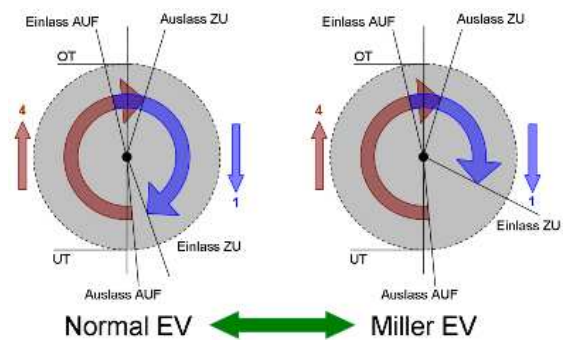
Ansatz

- Reduktion der Thermischen NO_x Bildungsrate [mol/m³s]
 - T_{adiab} ↓
- Bei gleicher Effizienz
 - T₄ - T₁ → (Max)
 - T₁ → (Min)
 - Reduziere T@SOI
- Grenze! Selbstzündung

$$\frac{d(NO)}{dt} = k \exp\left\{\frac{-319 \text{ kJ/mol}}{RT}\right\} [O][N_2]$$

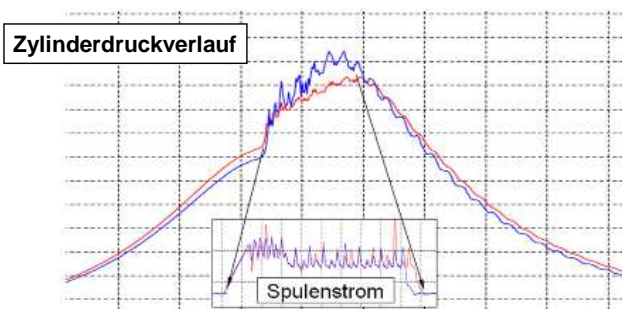


Miller EV Schliesszeit



Zündgrenze

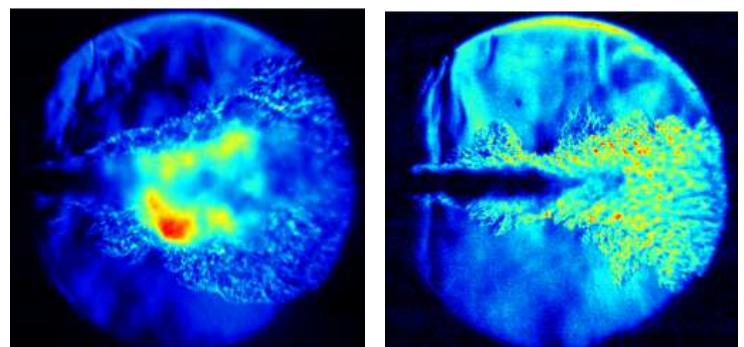
- Variation der Ladeluft-Temperatur



Mehr Vormischverbrennung und „klingelnde“ Verbrennung bei zu kalten Anfangsbedingungen (blau). Die entstehenden Druckwellen führen zu schnellerer Wärmefreisetzung und höherem Spitzendruck und damit zu mehr NO_x.

Injektions-Strategie

- Vor- und Haupteinspritzung



Links: Geringer Lift-Off und kurzer Zündverzug mit Vor/Haupt Einspritzung
 Rechts: Langer Zündverzug mit viel Vorverdampfung bei Einzel Einspritzung (noch nicht gezündet)

Klaus Hoyer (PSI), James Mannekutla (PSI), Rolf Bombach (PSI), Peter Jansohn (PSI), Panagiotis Kyrtatos (ETHZ), Peter Obrecht (ETHZ), Konstantinos Boulouchos (ETHZ)

Industriepartner: ABB Turbo Systems, Wärtsilä Finland



NO_x Reduktion in Dieselmotoren NADIP

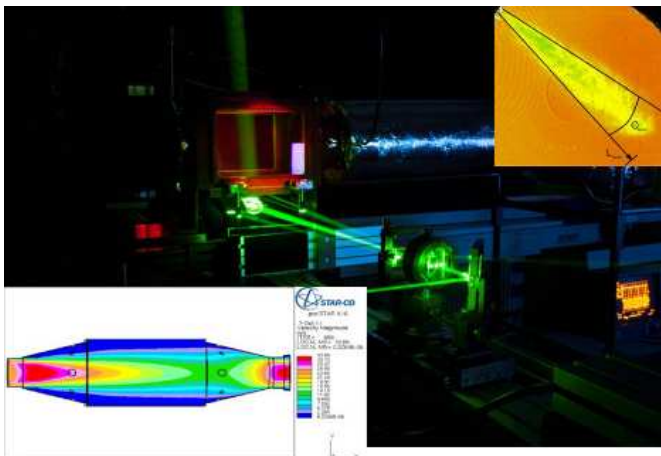
Prozessanalyse, Optimierung und Auswirkungen

(Abgasnachbehandlung durch Beigabe von Harnstoff)

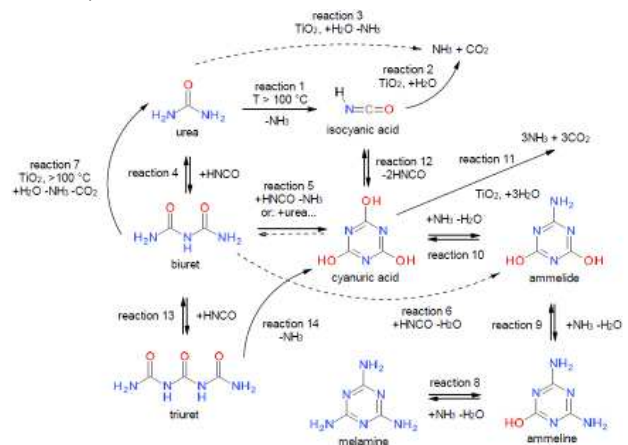
Übersicht

Die Reduktion von Stickoxiden (NO_x) mittels Einspritzung einer wässrigen Harnstofflösung im Abgas hat sich bei Lastwagenmotoren durchgesetzt und ist auch für Schiffmotoren in Diskussion. Obwohl solche Systeme in der Lage sind die aktuellen Abgasgrenzwerte einzuhalten, sind sie noch nicht optimiert. Insbesondere der Harnstoffzerfall in Ammoniak ist mit Risiken verbunden, kann er zu Ammoniaküberproduktion und/oder unerwünschte Beiprodukte führen.

Fokus dieses Projektes ist die Erhöhung des NO_x Abbaus solcher Systeme über die Optimierung der Einspritzung und des chemischen Zerfalls der Harnstofflösung, aller Prozesse also, die vor dem eigentlichen SCR Katalysator stattfinden. Fokussiert wird auf die Fluidynamik der Einspritzung (Empa) und die chemischen Reaktionen für die Ammoniakbildung (PSI EGA). Verständnis der Elementarreaktionen wird mit modernster Analytik gewonnen (PSI LRC). Zusätzlich liefert numerische Simulation (ETHZ) Hinweise für die besten Optimierungswege. Der Beitrag solcher Systeme für die Luftqualität wird detailliert beurteilt (PSI LAC).

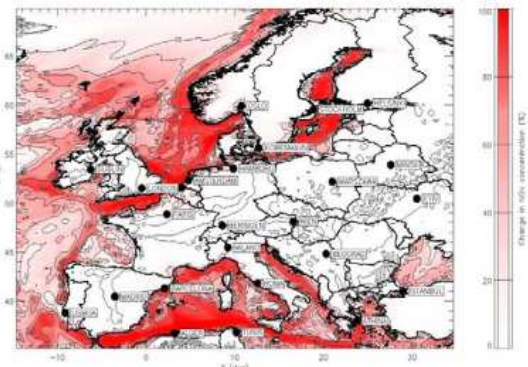
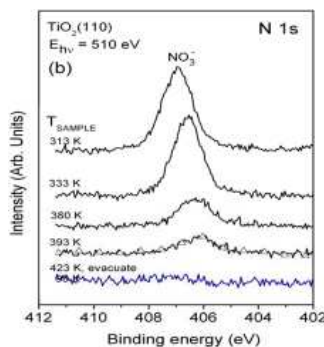


Der Strömungskanal bei PIV Geschwindigkeitsmessungen und Schattenaufnahmen der Einspritzung (kleines Bild oben rechts). Simulation der Vorgänge im Kanal der ETHZ (kleines Bild unten).



Chemische Reaktionsmechanismen beim Harnstoffzerfall.

In situ Messungen des thermischen Zerfalls von NO₃⁻ bei höheren Drücken.



Unterschiede der NO_x Konzentrationen in der Luft in Europa bei Berücksichtigung der Schiffsemissionen.

Panayotis Dimopoulos Eggenschwiler (EMPA), Markus Ammann (PSI), Prof. Konstantinos Boulouchos (ETHZ), Oliver Kröcher (PSI), André Prévôt (PSI)
 Industriepartner: Liebherr Machines Bulle SA, Total

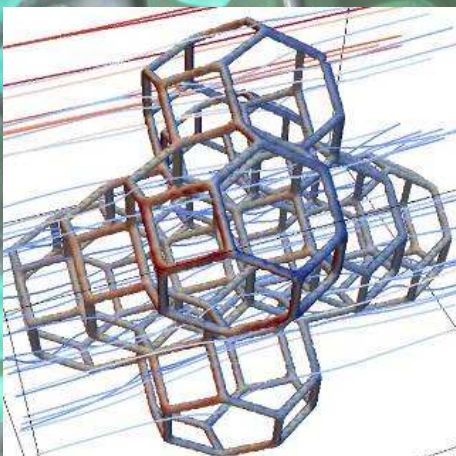


Katalyse in porösen Materialien für Schadstoffreduktion in automobilen Anwendungen

CatPor

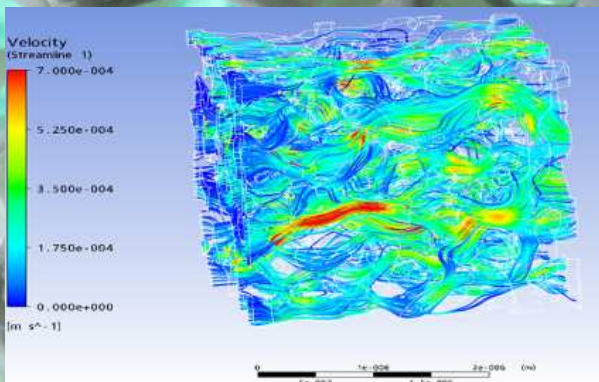
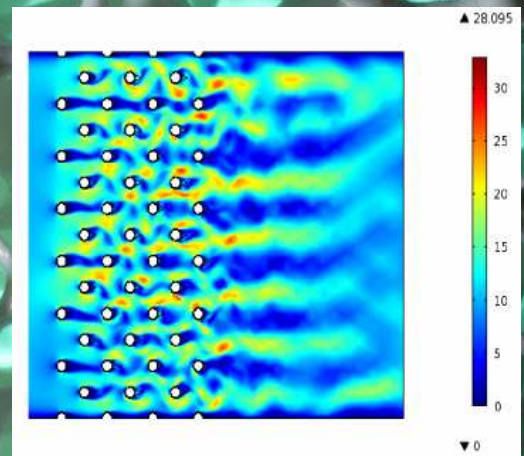
Die Abteilung für Verbrennungsmotoren der Empa hat keramische Schäume entwickelt, die sehr gute Eigenschaften für den Einsatz als Substrate für automobiler Katalysatoren aufweisen. Eingehende Untersuchungen bestätigten ähnliche Schadstoffkonversion wie herkömmliche Katalysatoren. Dafür benötigten die Schaumkatalysatoren 1/3 weniger Edelmetalle (Platin, Palladium, Rhodium).

Tieferes Verständnis der Vorgänge auf der Katalysatoroberfläche ist essentiell für die weitere Optimierung sowie die industrielle Anwendung. Dieses soll im Rahmen des Projektes CatPor auf der Basis von numerischer Simulation und ausgewählten Experimenten gewonnen werden.



Die unreguläre Struktur der Schaumoberfläche (Hintergrundbild) kann in erster Approximation durch reguläre, hohle Polyeder angenähert werden (Bild links).

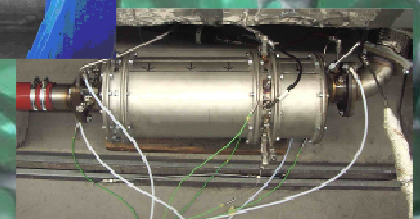
Strömung und chemische Reaktionen an den Stegen kann mit Hilfe von Erkenntnissen aus querangeströmten Zylindern erfasst werden (Bild rechts).



Die Simulation der Vorgänge auf tomographierte Schäume ist komplexer, dafür aber genauer.



Entscheidend sind schliesslich die (Schadstoff-) Konversions-eigenschaften am realen Fahrzeug.



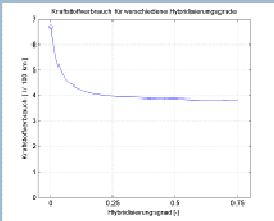
Panayotis Dimopoulos Eggenschwiler (EMPA, Internal Combustion Engines Laboratory),
 Dimos Poulikakos (ETHZ, Laboratorium für Thermodynamik in Neuen Technologien)
 Industriepartner: Ascomp GmbH, Sasol Germany GmbH



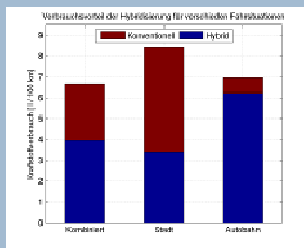
Hybridelektrische Fahrzeuge

Customized hybrid powertrain - Cohyb

Optimale Konfiguration und Regelung von Hybridfahrzeugen¹



- Der Hybridisierungsgrad ist das Verhältnis der maximalen Leistung des Elektromotors dividiert durch die maximale Leistung des Verbrennungsmotors plus die maximale Leistung des Elektromotors.
- Das Potential der Hybridisierung ist bereits ab einem Hybridisierungsgrad von 25% vollständig ausgeschöpft.
- Höhere Hybridisierungsgrade (größerer Elektromotor) bringen keine weiteren Verbrauchsvorteile.
- Die optimale Konfiguration eines Mittelklassefahrzeuges mit einer maximalen Leistung von 100kW, besteht aus einem Elektromotor mit 25kW und einem Verbrennungsmotor mit 75kW.



- Das Potential zur Verbrauchsreduktion mittels Hybridisierung hängt stark von der Fahrsituation ab.
- Die grösste Verbrauchsreduktion wird in der Stadt erreicht, wo der Verbrauch um mehr als 50% gesenkt werden kann.
- Auf der Autobahn ist der Verbrauchsvorteil von Hybridfahrzeugen sehr gering.
- Konventionelle Fahrzeuge weisen in der Stadt den höchsten Verbrauch auf. Hybridfahrzeuge dagegen weisen in der Stadt den geringsten Verbrauch auf.



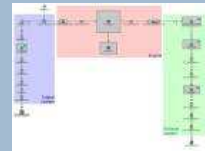
Ausblick

- Validierung der Simulationsresultate auf dem Motorenprüfstand
- Untersuchungen zur optimalen Regelung von Verbrennungsmotoren für den Betrieb in Hybridfahrzeugen

Optimale Motoren und Verbrennungsverfahren für Hybridfahrzeuge^{2,3}

In einem Hybridfahrzeug kann der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors freier als im konventionellen Fahrzeug gewählt werden. Dies öffnet Perspektive für das Design vom Verbrennungsmotor. Dieses Subprojekt versucht die optimale Auslegung eines Verbrennungsmotors mit flüssigen Kraftstoffen (Benzin und Ethanol) für den Einsatz im Hybridfahrzeug zu finden.

Flüssige Kraftstoffe²



- Detailliertes 3D Simulationsmodell des Motors
- Messungen werden für die Kalibrierung des Modells benutzt
- Bereit für Optimierungsrechnungen

Daten zur Standardkonfiguration des Motors

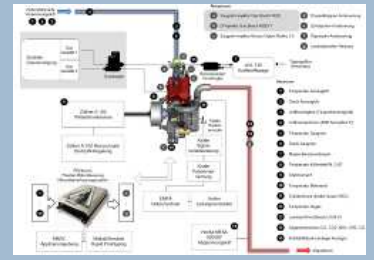
2500cc, Einzylinder, 4-takt, fremdgezündeter Motor von Swissauto Wenko
12.5:1 Verdichtungsverhältnis
Saugrohr eingespritzt

- Die Basisanforderung des Motors ist auf dem Prüfstand montiert
- Bereit für Messungen

Gasförmige Kraftstoffe

Stand der Dinge

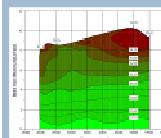
- Der Motorenprüfstand inklusive Motor von Swissauto Wenko, Wirbelstrombremse, Kühlsystem, Kraftstoffversorgung mit Benzin, externer Übersorgung und Indiziersystem für Zylinderdruck wurden aufgebaut.
- Die Messelektronik ist installiert und funktioniert.
- Ein Funktionsmodell für die frei programmierbare Motorsteuerung (PRTronic) wurde mittels Matlab/Simulink entwickelt.



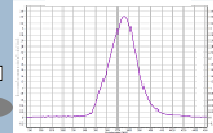
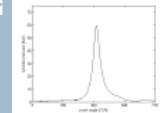
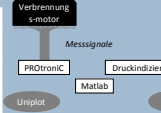
Aufbau des Motorenprüfstandes und der Messelektronik (zukünftige Entwicklungen sind grau unterlegt)

Resultate

Auswerte-Strategie mittels Matlab, Unipilot und WEG



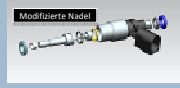
Wirkungsgrad-Kennfeld [%] für stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnisse und verbrauchs-optimierten Zündwinkel. Gemessene Wirkungsgrade von bis zu 35% konnten in der Basisvermessung erreicht werden.



Die Verbrennungsanalyse mittels der Software „WEG“ (LAV/ETH) zeigt den Brennstoffumsatz, welcher durch die Zylinderdruck-Daten berechnet wurde.

Ausblick

- Auswertung der Messungen
- Aufbau der Gasversorgung für Erdgas und Wasserstoff (betriebsliche Mischverhältnisse sollen einstellbar sein)
- Umbau des Zylinderkopfes für die Direkteinblasung
- Modifizierung der Nadel des Direkteinblasventils für die Verwendung mit gasförmigen Kraftstoffen



Direkteinblas-Ventil

Thermoelektrische Konverter⁴

Messapparat



- P_{max} Charakterisierung bis zu 800°C
- Effizienzmessung
- Messungen in verschiedenen Atmosphären

Heusler Materialien

- Neue Materialien mit $ZT_{max} = 1$
- Rechnung: $\eta_{ZT,1} \sim 16\%$ ($T_c=900K, T_h=300K$)

- Module mit einer Energiedichte von: $P_{max} = 250 \text{ mW/cm}^2$ (10x höher als bei Solarzellen)

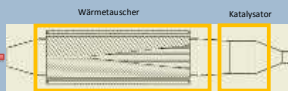


Wärmefluss



$Q_{max} = 3 \text{ kW}$
(3000 ppm bei einer Drosselapertur von 30%)
höhere Werte sind im Moment nicht möglich.

Wärmetauscher für ein Abgassystem



- Ziel:
 - Möglichst geringer Gegendruck
 - Maximale Energieentnahme aus dem Abgas
 - Genügend grosse Oberfläche zum anbringen der thermoelektrischen Module

Ausblick

- Experimente mit dem Wärmetauscher → Bestimmung des maximalen P_{max} aus dem Abgas
- Bestimmung von P_{max} für verschiedene Modulkombinationen
- Überprüfung mit Messungen am Motor

Cohyb

Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Servicefreundlichkeit,

Sicherheit von Batteriepaketen 1000 Lithium Mangan Zellen BMZ18650BCT1



Passed Safety Tests: UL 1642	
External / Internal short circuit	✓
Abnormal charge	✓
Forced discharge	✓
Crush	✓
Impact	✓
Shock	✓
Vib. random	✓
Heating	✓
Temperature cycling	✓
Low pressure	✓
Projectile	✓



Zuverlässigkeits- und Sicherheitsfeatures von Batteriemangagementsystemen (BMS)

- Messung der Einzelzellenspannung V_{max}, V_{min}
- Temperaturmessung im Paket (10S2P)
- Messung der Hochvoltisolation
- Sicherungen, hochvolt-Relais, Notstopps

Ausblick: Verbesserung des BMS

- Maximale Lade-, Entladeraten
- Limitierung von hohen Stromspüßen
- Ladestand (SOC)
- Alterungsstand (SOH)
- Ausgleich der Einzelzellenspannungen (Balancing)
- Das BMS testet sich selber

Dr. Chris Onder¹, Prof. Lino Guzzella¹, Tobias Ott¹, Dr. Alois Amstutz¹, Prof. Kostas Boulouchos², Karel Steurs², Peter Obrecht², Dr. Patrik Soltic³, Hannes Biffiger³, Prof. Dr. Anke Weidenkaff⁴, Dr. Sascha Populoh⁴, Oliver Brunko⁴, Matthias Trottmann⁴, Dr. Urs Sennhauser⁵, Dr. Veronica Berdinas⁵, Marcel Held⁵





Wasserstoffbetriebenes Kehrfahrzeug Hy.muve

Projektziele

Entwicklung eines wasserstoffbetriebenen Kehrfahrzeuges und 2-jährige Praxiserprobung in verschiedenen Städten.



Energieverbrauch

Der Energieverbrauch des Fahrzeuges konnte um 65% gesenkt werden. Zudem stösst das Fahrzeug lokal keine CO₂- und keine Schadstoffemissionen mehr aus und ist wesentlich leiser.

Weshalb ein Kehrfahrzeug?

Kehrfahrzeuge können aufgrund des lokalen Einsatzgebietes bereits mit einer einzigen H₂-Tankstelle sinnvoll betrieben werden. Sie arbeiten oft im Teillastbetrieb, wo Verbrennungsmotoren einen niedrigen und Brennstoffzellen einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

Der ursprüngliche diesel-hydraulische Antrieb

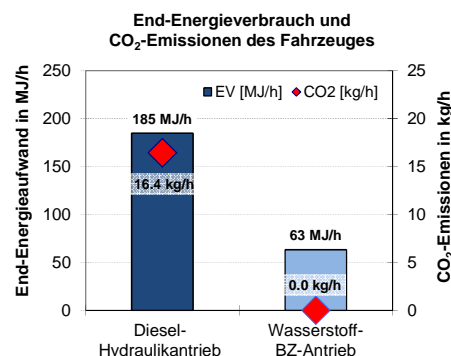
Heutige Kehrfahrzeuge weisen einen Dieselmotor mit hydraulischer Leistungsverteilung auf.

Brennstoffzellen (BZ)-Hybridantrieb

Um den Wirkungsgrad des Antriebs zu erhöhen, wurden folgende Komponenten ersetzt:

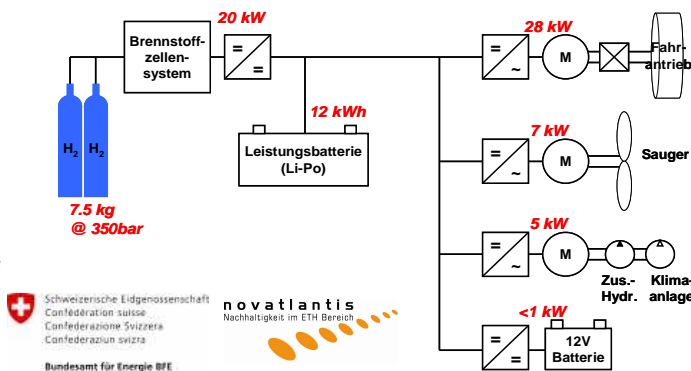
- hydraulisches Antriebssystem durch elektrische Leistungsverteilung mit 12 kWh Lithiumionenbatterie
- Dieselmotor mit 55 kW durch 20 kW Brennstoffzellensystem mit 7.5 kg Wasserstoff-Druckgas-speicherung bei 350 bar

Das BZ/Batterie-Hybridkonzept erlaubt einen gleichförmigeren Betrieb, im Gegensatz zum reinen BZ-Antrieb, was sich positiv auf die Lebensdauer des BZ-Systems auswirkt und die Rekuperation von Bremsenergie erlaubt.



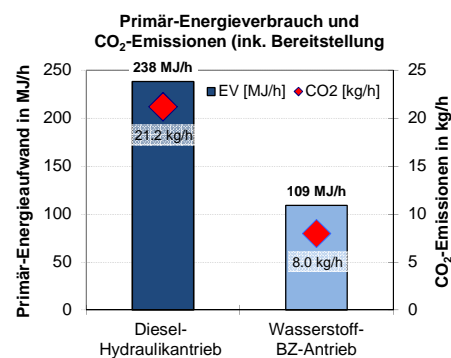
Berücksichtigt man die Erzeugung von Wasserstoff, so resultiert bereits bei heutiger fossiler Produktion eine CO₂-Reduktion von über 60% und eine Halbierung des Primärenergieverbrauchs.

Projektpartner:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Bundesamt für Energie BFE

novatlantis
Nachhaltigkeit im ETH Bereich



Christian Bach (Empa), Simon Tischhauser (Empa), Felix Büchi (PSI), Silvia Ulli-Beer (PSI), Stephan Walter (PSI)
Website: www.empa.ch/hy.muve



Langlebige Katalysatoren für Brennstoffzellen

DuraCAT

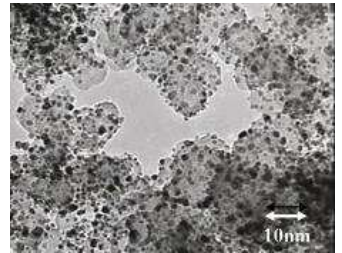


Vom PSI zusammen mit der Belenos Clean Power Holding realisiertes Brennstoffzellenfahrzeug

Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (PEFCs) als alternative Stromquellen waren Gegenstand umfangreicher Untersuchungen während der letzten 10 Jahre. Besonders im Bereich der Mobilität kommt der Brennstoffzelle als umweltfreundlicher Antrieb mit hohem Wirkungsgrad eine grosse Bedeutung zu.

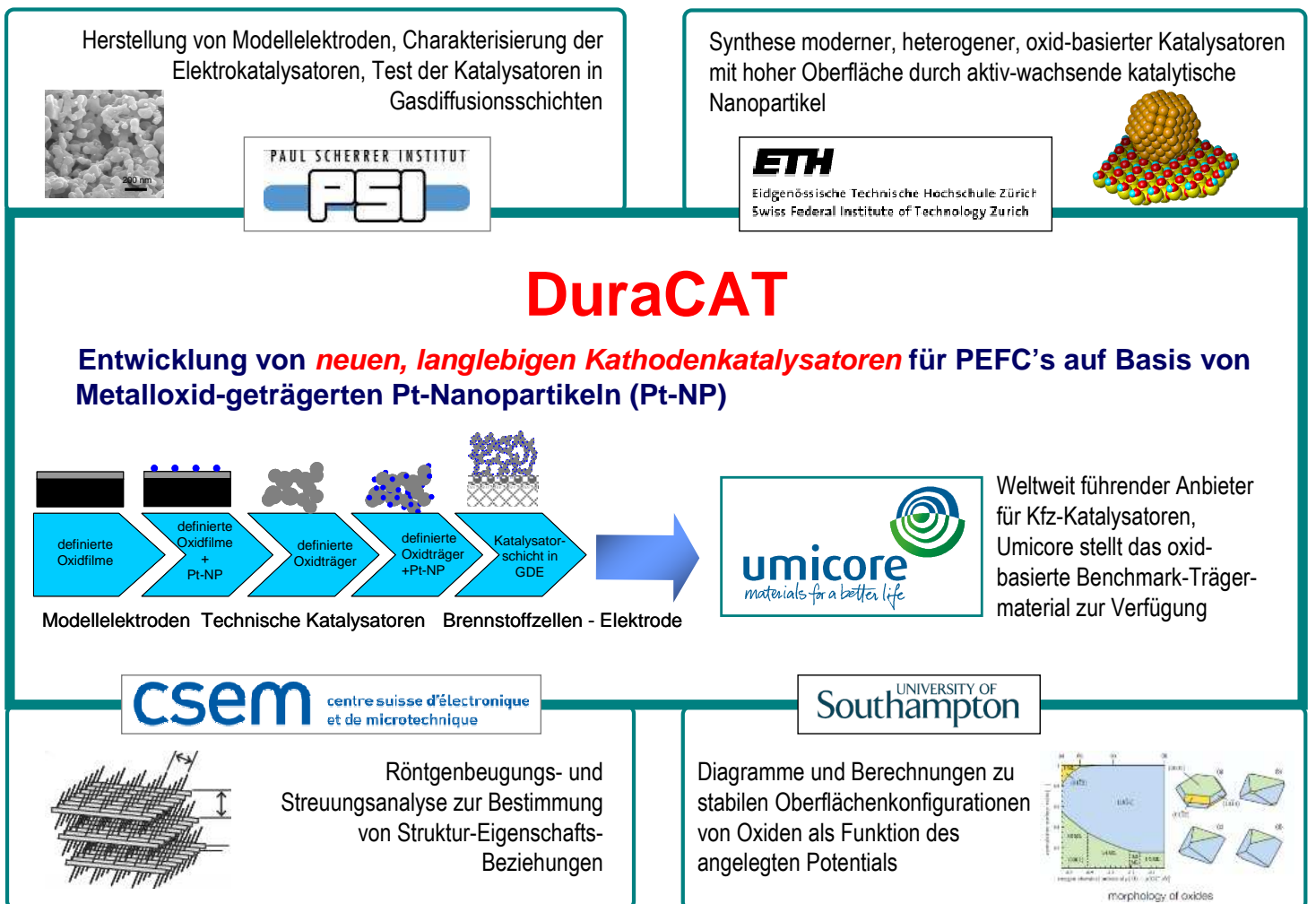
Hindernisse, welche eine weitverbreitete Kommerzialisierung der PEFC behindern, sind die langsame Geschwindigkeit der Sauerstoff-Reduktions-Reaktion (ORR) an der Kathode und deren Korrosionsanfälligkeit.

Das CCEM Projekt DuraCat befasst sich mit der Verbesserung der ORR im Hinblick auf Reaktionsgeschwindigkeit und Stabilität. Hierzu werden neuartige Träger auf Oxid-Basis für den Katalysator untersucht.



Kohlenstoff-geträgertes Platin

Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen: vielseitig und umweltfreundlich



Thomas J. Schmidt (PSI), Christophe Copéret (ETHZ), Antonia Neels (CSEM), Denis Kramer (University of Southampton)
 Industriepartner: Michael Lennartz (Umicore AG & Co)

Recharge ultra-rapide de véhicules électriques – UFCEV

But principal

Réduire le temps de recharge par rapport au temps de marche.
Selon les études, la plupart des trajets quotidiens en Europe n'excèdent pas 50 km. Quelles sont les possibilités existantes pour répondre aux problèmes potentiels d'autonomie restreinte sur les véhicules électriques ?

Introduction

- ▶ Deux mots-cés :
 - ▷ Autonomie – la distance qu'un véhicule électrique (VE) peut parcourir avec une batterie rechargée au maximum en conditions standards.
 - ▷ Débit d'autonomie – l'autonomie gagnée par minute de rechargement.
- ▶ Pour que l'autonomie et le débit d'autonomie soient comparables à une voiture diesel moderne, la capacité de la batterie doit être d'environ 135 kW-h et la puissance de chargement ~6.3 MW.

Comparaison

Paramètre	Véhicule diesel	Véhicule électrique
Consommation	5 L / 100 km	15 kW-h / 100 km
Réservoir	45 L	24 kW-h
Autonomie	900 km	120 km
Débit de carburant	35 L/min	50 kW
Débit d'autonomie	700 km/min	4 km/min
Rapport recharge/marche	1 : 400	1 : 2 (état de l'art pour la recharge)

Problème

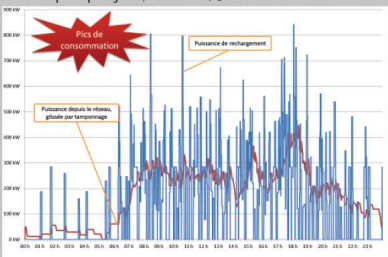
- ▶ A cause des gabarits et poids des véhicules, les chargements rapides ont besoin d'un chargeur externe, connecté au réseau de distribution triphasé
- ▷ Problème :

$$\text{Puissance de rechargement} = \frac{\text{énergie transférée}}{\text{temps de rechargement}}$$
 - ▷ Par ex., pour recharger un VE en 5 min → puissance ≈ 220 kW.
- ▶ Puissances disponibles ⇒ Exigences sur l'infrastructure d'électricité (câbles, disjoncteurs, transformateurs etc.)

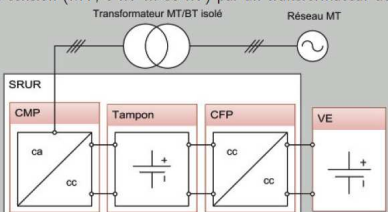
Prise de courant domestique monophasée	1.2 kW ... 2.3 kW
Prise de courant 16 A triphasée	11 kW
Prise de courant 32 A triphasée	22 kW

Station de recharge ultra-rapide

- ▶ Puissance estimée d'une station de recharge ultrarapide, rechargeant ≈200 véhicules électriques par jour, dont 75% en 5 min ou moins

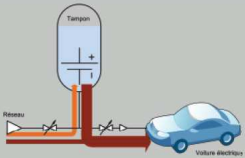


- ▶ Une station de recharge ultrarapide "classique" consiste en :
 - ▷ Chargeur de moyenne puissance (CMP)
 - ▷ Tampon intermédiaire, chargé à faible puissance
 - ▷ Chargeur de forte puissance (CFP)
- ▶ Pour diminuer les courants d'entrée, la station est souvent couplée au réseau moyenne tension (MT, 6 kV ... 35 kV) par un transformateur de puissance.



Tamponnage

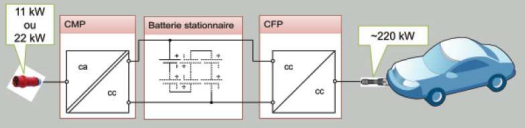
- ▶ Le principe de tamponnage
 - ▷ Tamponnage = emmagasinement = stockage intermédiaire de l'électricité
- ▶ Pour découpler un VE du réseau, on utilise un système de stockage intermédiaire par analogie avec les hydrophores et compresseur
- ▶ Moyens de tamponnage à grande échelle
 - ▷ air comprimé;
 - ▷ piles d'oxydoréduction;
 - ▷ batteries électrochimiques.



Défi : le démonstrateur

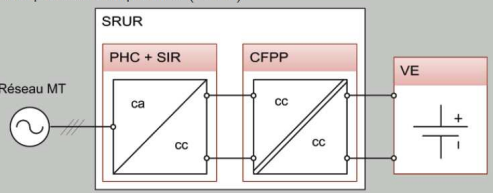
- ▶ Les partenaires du projet UFCEV ont l'intention de construire un démonstrateur, alimenté depuis une prise de courant triphasée de 16 A ou 32 A et capable de transférer l'énergie de traction nécessaire pour effectuer 100 km en 5 min
- Autonomie 100 km - débit d'autonomie 20 km/min - rapport recharge/marche ~1 : 10**

Courant d'entrée nominal, 3φ, 400 V	Puissance du réseau disponible	Intervalle de rechargement
16 A	11 kW	1 h
32 A	22 kW	2 h

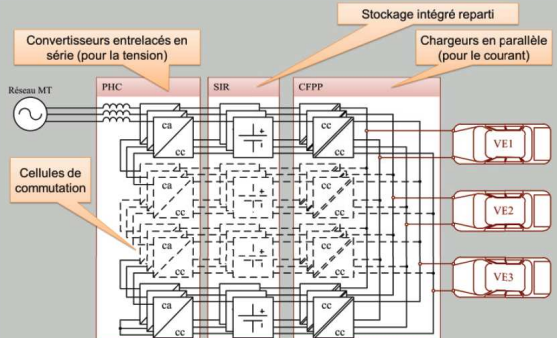


Solution alternative proposée par l'équipe de recherche de l'EPFL

- ▶ Connexion directe au réseau MT basée sur une topologie de "ponts en H cascades" (PHC), du stockage intégré réparti (SIR) et des chargeurs de forte puissance en parallèle (CFPP).



Conclusion



EPFL, EMPA, BFH-TI, ETHZ

Partenaires: Leclanché S.A., EOS Holding, ESORO A.G., PSA Peugeot Citroën

Website: <http://ufcev.epfl.ch>



Multi-Kriterien Analyse der Elektromobilität

Technology-centered Electric Mobility Assessment



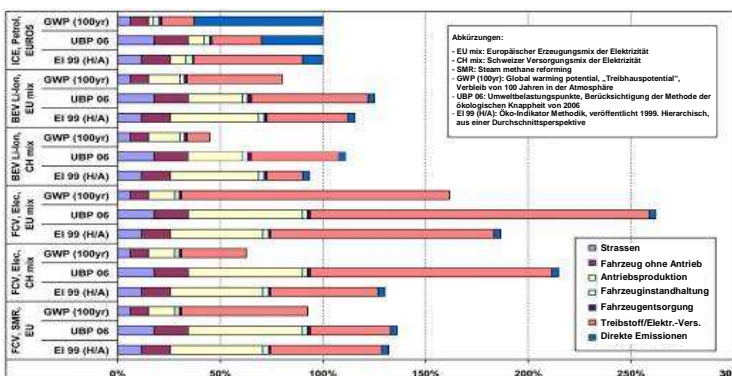
Weshalb eine Analyse?

Der Autoverkehr steht heute vor zwei grossen Herausforderungen. Zum einen wird Erdöl immer knapper, und geopolitische sowie ressourcenbedingte Unsicherheiten treiben die Preise in die Höhe. Zum anderen belasten CO₂ und andere Emissionen die Umwelt und Gesundheit. Der CO₂-arme Strommix der Schweiz bietet einen attraktiven Weg, das Klima und die Umwelt zu schonen und gleichzeitig die Verfügbarkeit und Erschwinglichkeit elektrischer Mobilität zu gewährleisten.

Ziele:

- Beurteilung der Umweltauswirkungen von elektrischen Fahrzeugtechnologien und Vergleich mit Verbrennungsmotoren und verschiedenen Treibstoffen.
- Untersuchung der Rolle des Stromnetzes und der Anforderungen an dieses durch die verschiedenen elektrischen Mobilitätsoptionen.
- Durchführung von Fallstudien bezüglich Umweltauswirkungen auf regionaler und lokaler Ebene.
- Kosten-Nutzen Analyse basierend auf umweltbezogenen und wirtschaftlichen Faktoren verschiedener Mobilitätsoptionen.
- Nachhaltigkeitsbewertung der Mobilitätsoptionen mittels Multi-Kriterien Analyse und Stakeholdereinbezug.

Resultate der Lebenszyklusanalyse:



Lebenszyklusanalyse für die Umweltverträglichkeit von batteriebetriebenen elektrischen (BEV) und brennstoffzellenbetriebenen Fahrzeugen (FCV) relativ zum kraftstoffbetriebenen Fahrzeug mit internem Verbrennungsmotor (ICE). Dargestellt sind verschiedene Elektrizitätsmixe und Wasserstoffherstellungsmethoden (Bauer & Simons, 2011).

Vergleich der Produktion und Nutzung von Fahrzeugen mit verschiedenen Antriebssystemen: Brennstoffzellenfahrzeuge (FCV), batterie-betriebene (BEV) und konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (ICE).

Die Analyse zeigt eine starke Abhängigkeit von der Art des verwendeten Energieträgers und den Produktionswegen des verwendeten Wasserstoffs und der Elektrizität.

Partner

Kooperation von Instituten des ETH-Bereichs: PSI, EMPA und ETH Zürich

THELMA wird unterstützt von:



Kontakt: Dr. Stefan Hirschberg (PSI), THELMA Projektleiter: stefan.hirschberg@psi.ch

Website: www.thelma-emobility.net



Projekte

Wärme & Gebäude



Neue Lösungen bei der Integration von Photovoltaikmodulen

Motivation und Ziele

Architektonische Aspekte werden bei der Installation von Photovoltaik Modulen oftmals vernachlässigt. Dabei ist die Berücksichtigung von Oberflächentextur und Farbe ein ganz wesentlicher Bestandteil für eine grössere Akzeptanz und erfolgreiche Integration neuer Solaranlagen.



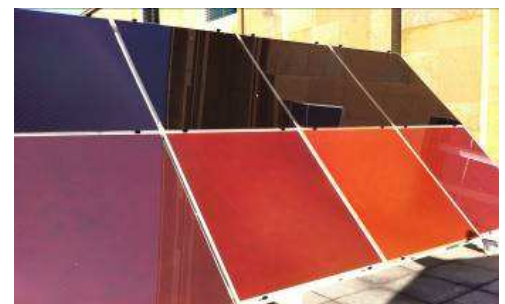
Ästhetisch wenig zufriedenstellende Installation kristalliner Solarmodule

Herausforderungen

- Entwicklung einer neuen Generation von Silizium Dünnschicht-Modulen die in puncto Zuverlässigkeit herausragen
- Gewährung von optimiert multifunktionaler, architektonischer Integration
- Bereitstellung einer breiteren Farbpalette für Architekten und Endkunden
- Entwicklung eines vereinfachten Installationssystems

Architektur und Ästhetik von Photovoltaikmodulen

Die wenigen bislang erhältlichen Farbvariationen reichen vom typischen Braun amorphes Siliziums (a-Si) bis hin zum Schwarz mikromorpher Module. Dies bedeutet in ästhetischer Hinsicht bereits einen kleinen Fortschritt gegenüber monokristalliner Technologie, bekannt durch die typisch bläulich-graue, stark reflektierende Oberfläche. Die im Rahmen des Archisolar-Projekts entwickelten Lösungen gehen weit über das Bekannte hinaus und halten erstmalig a-Si Module im Farbspektrum traditioneller Tonziegel mit dezent mattem Oberflächenfinish bereit. Dies begünstigt eine gesamtheitliche Eindeckung von Dächern sowohl im urbanen wie ländlichen Lebensraum und trägt hierdurch, wie Umfragen eindeutig bestätigen, zu einer signifikant höheren Käuferakzeptanz bei.



Links: konventionelle Integration (3-S, System Megaslate).
Rechts: Integration neuartiger a-Si Module, entwickelt am Institute of Microengineering (IMT) der EPF Lausanne (Simulation).

Farbpalette: Ziegelrot/Terakotta

Christophe Ballif (EPFL), Patrick Heinsteint (EPFL), Laure-Emmanuelle Perret-Aebi (EPFL), Christian Roecker (EPFL), Andreas Schüler (EPFL), Jean-Louis Scartezzini (EPFL), Yves Leterrier (EPFL), Jan-Anders Manson (EPFL), Jan Carmeliet (EMPA), Hansjürg Leibundgut (ETHZ)

Diese Arbeit wird unterstützt vom Kompetenzzentrum für Energie und Mobilität (CCEM), Swisselectric Research (SER), Bundesamt für Energie (BFE) und den Services Industriels de Genève (SIG).



Nachhaltige Renovation historischer Gebäude - SuRHiB

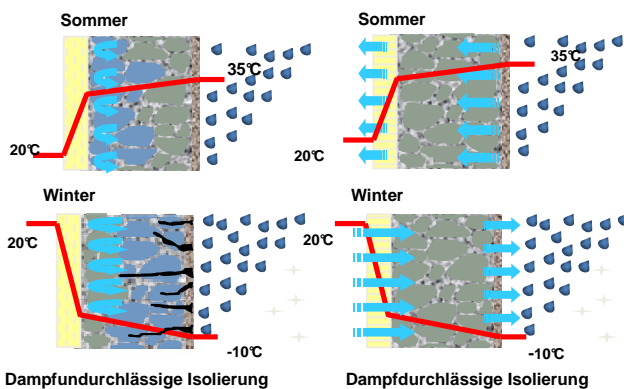
Sustainable Renovation of Historical Buildings

Das Projekt SuRHiB geht auf die spezifischen Bedürfnisse historischer Gebäude bei der energetischen Verbesserung ein (Ende 19. – Anfang 20. Jahrhundert). Ziel ist es, Technologien und Materialien für die Renovation zu entwickeln, um die Energieeffizienz zu verbessern. Ein wichtiger Teil des Projekts ist die Entwicklung des unten beschriebenen Aerogel Dämmputzes.



Aerogel-Hochleistungsdämmputz für traditionelle Bauten

Wärmedämmputze würden besonders bei älteren Gebäuden gegenüber anderen Dämmstoffen grosse Vorteile bieten. Herkömmliche Dämmputze weisen jedoch eine hohe Wärmeleitfähigkeit von ca. 0.067 bis 0.080 W/(m·K) auf. Die Lösung soll ein von der Empa und der Fixit AG entwickelter Aerogel-Hochleistungsdämmputz bringen. Mit Aerogel als Leichtzuschlag ist es gelungen, eine Wärmeleitfähigkeit von weniger als 0.030 W/(m·K) zu erzielen. Zusätzlich weist der Dämmputz einen geringen Dampfdiffusionswiderstand auf.



Im Winter ist üblicherweise der Wasserdampfdruck raumseitig höher als aussen, weshalb Wasserdampf von innen nach aussen strömt. Im Sommer kann sich die Situation aber auch umkehren. Wenn nach einem Regenschauer die Fassade feucht ist und danach besonnt wird, wird die Feuchtigkeit in die Wand transportiert. Bei einer diffusionsdichten Innendämmung kann diese Feuchtigkeit nicht nach innen abtrocknen und es kommt zu einer Feuchteanreicherung in der Wand. Diese kann während der kalten Jahreszeit zu Frostschäden an Aussenputz und Mauerwerk führen. Bei einer diffusionsoffenen Innendämmung wie dem Aerogel-Dämmputz hingegen kann die Feuchte auch nach innen abtrocknen und die Wand bleibt schadenfrei.



Die Empa führt derzeit Feldversuche an einer Riegelwandkonstruktion und Bewitterungsversuche durch. Es soll sich zeigen, unter welchen Bedingungen der Putz eingesetzt werden kann. Vor allem interessiert die Innendämmung, denn eine Dämmung von aussen ist bei historischen Bauten oft nur beschränkt oder überhaupt nicht möglich. Gerade hier muss der Feuchtehaushalt der alten Mauern sorgfältig beobachtet werden. Die Auswirkungen des offenporigen Putzes auf das Austrocknen des Mauerwerks werden mit Feldversuchen und Simulationen abgeklärt. 2012 werden erste Pilotprojekte ausgeführt und wissenschaftlich ausgewertet.

Jan Carmeliet (EMPA/ETHZ), Michela Guizzardi (EMPA/ETHZ), Thomas Stahl (EMPA), Mark Zimmermann (EMPA)
Weitere Partner: EPFL, SUPSI, BFH-AHB



Modellierung urbaner Energiesysteme

Urban Multiscale Energy Modelling - UMEM

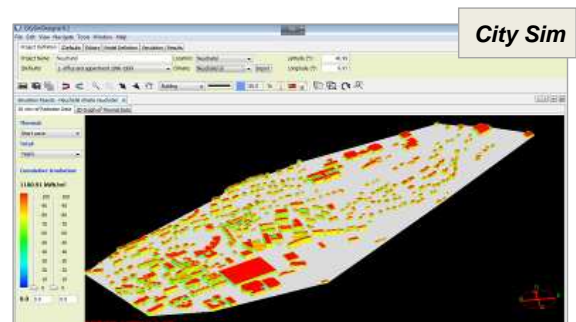
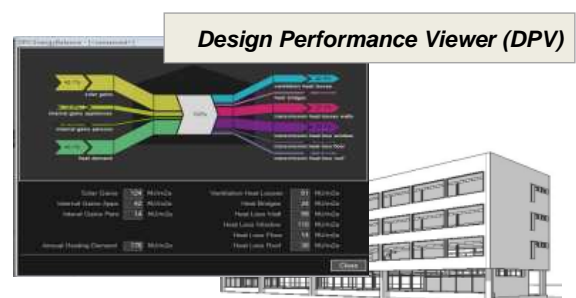
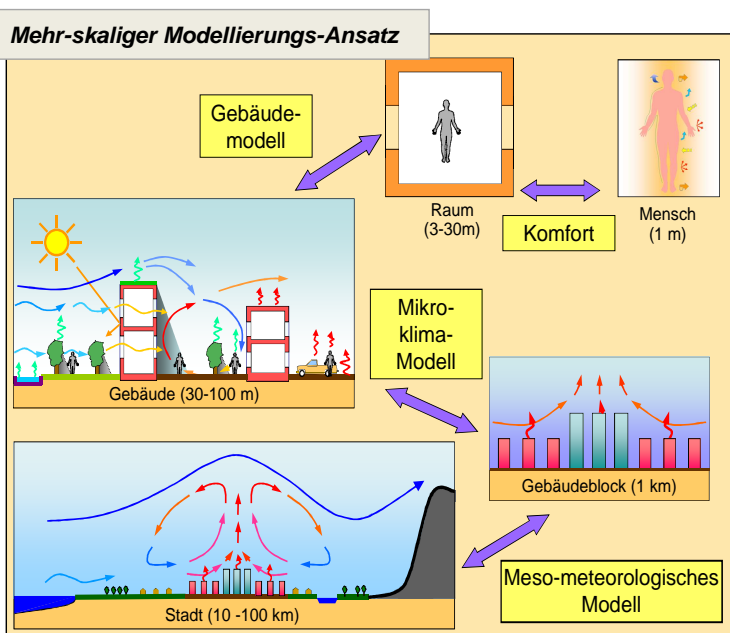
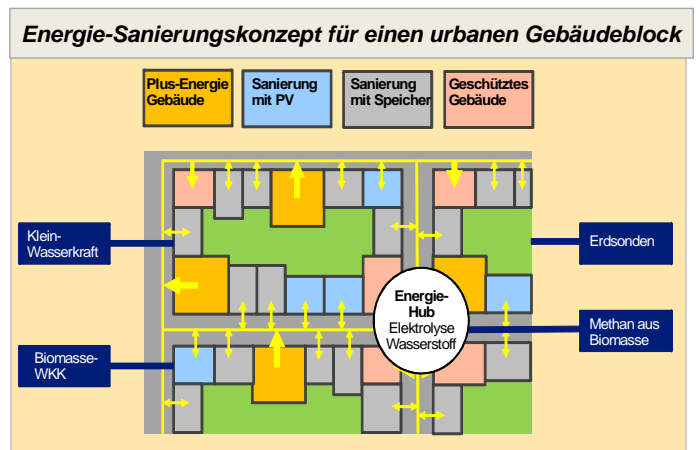
Nachhaltige Städte und zukünftige urbane Energiesysteme

Ein grosser Anteil des Endenergieverbrauchs unserer heutigen Gesellschaft kann Gebäuden und Städten zugeordnet werden. Für die Zukunft müssen wir neue **Konzepte** finden für eine nachhaltige **Energieversorgung** auch auf Stufe Gebäudeblock und Quartier, wo die **Gebäude untereinander verbunden** sind für die Erzeugung, Wandlung und Speicherung von Energie.

Das Ziel ist eine **selbstregulierende Energieversorgung** von Gebäudekomplexen und Quartieren, mit minimaler Zusatzversorgung aus regionalen oder nationalen Netzen. Mit solch innovativen Konzepten kann der Energiesektor signifikant dezentralisiert werden.

In diesem **Projekt** entwickeln wir **Simulationsprogramme** für die **Energie-Planung** und -Analyse von **Gebäuden** sowie von **Städten** und verbinden sie mit entsprechenden **Interfaces**.

Damit entwickeln wir für Gebäude im städtischen Umfeld **dezentrale adaptive Energiekonzepte**, hin zu **selbstregulierenden urbanen Systemen**, unter Berücksichtigung des **urbanen Mikroklimas**, von **Wärmeineffekten** und **Klimawandel-Szenarios** mit stärkeren **Hitzeperioden**. Nebst der Energie werden mit diesem umfassenden Ansatz auch Fragen des Komforts, der Luftqualität, der Gesundheit sowie des menschlichen Verhaltens und der Mobilität berücksichtigt.



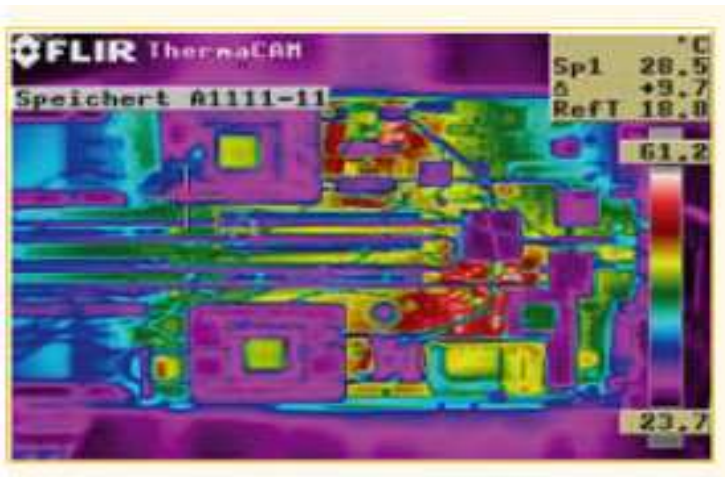
Jan Carmeliet (EMPA/ETHZ), Jean-Louis Scartezzini (EPFL), Jérôme Kämpf (EPFL), Arno Schlüter (ETHZ), Viktor Dorer (EMPA)



Direkte Nutzung von Abwärme aus flüssigkeitsgekühlten Supercomputern

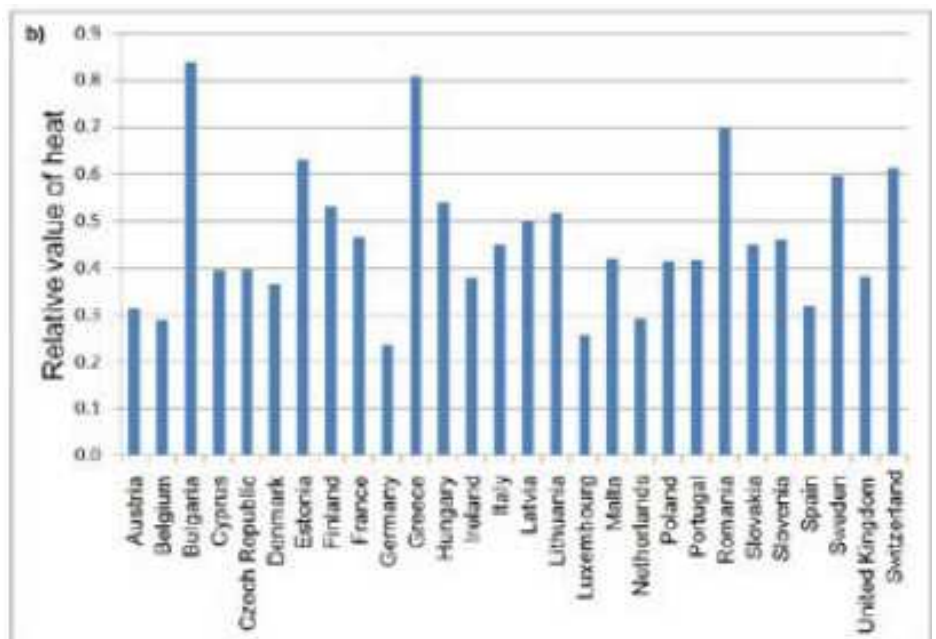
Aquasar

Das Ziel dieses Projektes ist die Erforschung und die Erstellung eines Prototyps mit massiv erhöhter Energieeffizienz durch Nutzung der Abwärme. Mit direkt flüssigkeitsgekühlten Chips hat dieses System gegen luftgekühlte Systeme massiv bessere Wirkungsgrade.



Direkte Abnahme der Wärme auf den Chips

Potenzial des Ersatzes von fossilen Brennstoffen in Europäischen Ländern mit Abwärme aus Supercomputern



Dimos Poulidakos (ETH)
EPFL, ETHZ, IBM



Projekte

Elektrizität



HydroNET

Consortium suisse de recherche sur l'hydroélectricité

Contexte

Rôle accru de l'hydroélectricité pour:

- Satisfaire un besoin croissant en énergie avec un impact réduit sur l'environnement
- Adapter et suivre la demande en électricité : flexibilité et sécurité de la technologie
- Offrir une solution de stockage des nouvelles énergies renouvelables (éoliennes, solaire...)

→ Émergence de nouveaux défis scientifiques et techniques

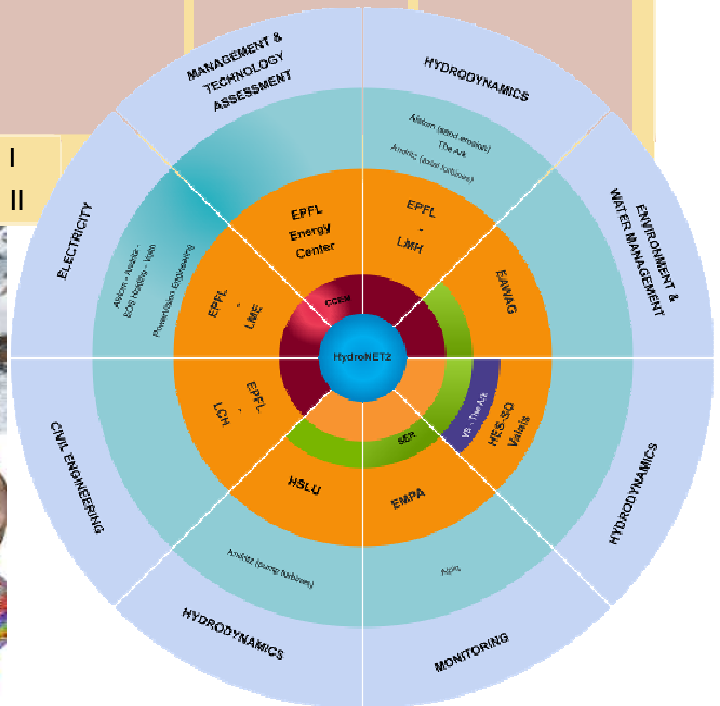
But

- Optimiser la conception, fabrication, opération et le monitoring en temps réel des centrales hydrauliques
- Mettre en place un consortium suisse multidisciplinaire pour la recherche en hydroélectricité, en collaboration avec des industries majeures du secteur

Problématiques

Hydrodynamique	Génie civil	Monitoring	Génie électrique	Environnement	Economie
<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation et monitoring de l'érosion des turbines Pelton par le sable • Cavitation du tourbillon marginal dans les turbines axiales • Instabilités hydrodynamiques dans les pompes turbines 	<ul style="list-style-type: none"> • Tenue mécanique des conduites forcées • Effets de l'activité de pompage-turbinage sur la sédimentation 	Déploiement de stratégie intégrée de monitoring : <ul style="list-style-type: none"> • en temps réel • non-intrusif dans divers types de centrales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pompage-turbinage à vitesse variable • Stabilité de réseau électrique 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact environnemental des particules • Altération des particules via l'activité de pompage-turbinage 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation des techniques et technologies actuelles sur le marché, national et international • Investissement et gestion du risque

2007-2011 – Phase I
2012-2015 – Phase II



EPFL (Energy Center, LME, LMH, LCH), Eawag, EMPA, HES-SO Valais, HSLU

Contact: Mohamed Farhat, mohamed.farhat@epfl.ch, Tel.: +41 21 693 50 86
Website: <http://hydronet.epfl.ch>





Batterien mit hoher Energiedichte

From Advanced Materials to a Safe Device

Energiespeicherung ist eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts, die insbesondere für die Nutzung erneuerbarer Energien und nachhaltige Transportmittel entscheidend sein wird. Vor allem Hochleistungsbatterien werden dabei aufgrund ihrer konkurrenzlosen Energieeffizienz eine entscheidende Rolle bei der Nutzung ökonomisch relevanter und umweltfreundlicher Energie spielen. Keine der heute verfügbaren Batterietechnologien genügt jedoch bisher den Anforderungen und nur wenige haben das Potential auf substantielle Weiterentwicklung.

Ziele

- Entwicklung eines Prototyps für eine finanziell vertretbare Lithium-basierte Hochenergiebatterie
- Steigerung der Energiedichte um einen Faktor 2 und der Lebensdauer um einen Faktor 10 gegenüber bisherigen Zellen

In unserem Projekt werden Expertengruppen eng vernetzt, die die gesamte Entwicklungslinie von neuartigen Elektrodenmaterialien und nanoskopischen Transportprozessen über die Erstellung und das Testen von Prototypen bis hin zur umfassenden Sicherheitsanalyse auf höchstem Niveau bearbeiten können.

Die Synergie bei der notwendigen Optimierung von Batteriekomponenten für die Hochskalierung und Erstellung von Prototypen wird erreicht durch intensive Zusammenarbeit von ETH- und EMPA-Gruppen sowie industriellen Partnern.

Es werden von Anfang an berücksichtigt

- Verfügbarkeit und Kosten von Rohmaterialien und Herstellungsprozessen
- Lebensdaueranalysen
- Formulierung zu kompletten Recyclingmodellen

Faktor 2 in der Energiedichte im Vergleich zu heutigen Li-Ionenbatterien

- Überschreitung einer bedeutenden technologischen Schwelle
- Reichweiten von 400-500 km sind dann mit 250 kg Batteriegewicht für einen normalen PKW zu bewältigen
- Speicherung von ca. 100 kWh
- nicht nur für den Transportbereich sondern auch für zukünftige stationäre Speichertechnologien äusserst attraktiv

Voraussetzungen aus wissenschaftlicher sowie technologischer Hinsicht für eine Batterie der Kategorie 400 Wh/kg wurden geprüft und sind realisierbar. Die technologische Grenze liegt etwa bei 1000-1500 Wh/kg.

Der heutige Stand der Li-Ionentechnologie erreicht im besten Fall 200 Wh/kg und nur 15% der notwendigen Lebensdauer. Im Vergleich dazu hat der Bleiakкумуляtor nur ca. 40Wh/kg und eine noch wesentlich kleinere Lebensdauer.

Reinhard Nesper (ETHZ), Anke Weidenkaff (EMPA), Rainer Zah (EMPA), Urs Sennhauser (EMPA)

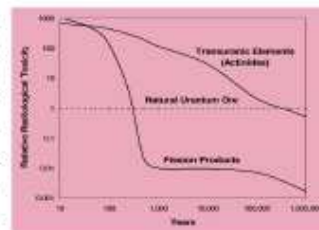
Industriepartner: Michel Willemin (The Swatch Group Research and Development Ltd. Div. ASULAB), Pascal Häring (Renata Batteries AG) Alexandre Closset (Belenos Clean Power Holding AG), Michael Paulus (Swisselectric Research)

PINE - MeAWaT

Platform for Innovative Nuclear Fuel - Methods of Advanced Waste Treatment


Manuel A. Pouchon, Cédric Cozzo, Maria Cabanes, Sebastien Vaucher,
Thomas Graule, Hans-Jürgen Schindler, Ines Günther-Leopold, Jiří Křepel, Konstantin Mikityuk

In den ccem.ch Projekten PINE und MeAWaT werden fortschrittliche Kernbrennstoffe erforscht, welche eine einfache und staubfreie Produktion erlauben. Dies ermöglicht die Verarbeitung von hochaktiven Stoffen, wie sie im heutigen Nuklearabfall vorkommen, zu neuem Brennstoff. Dieser kann in zukünftigen Reaktoren (z.B. ADS, engl.: "accelerator driven system") eingesetzt werden um dabei Plutonium und Minore Actinoide (MA), welche für die Langlebigkeit des Nuklearabfalls verantwortlich sind (siehe Grafik rechts und Illustration ganz unten), umzuwandeln.




Die neue Produktionsmethode und das neue Brennstoffkonzept zielen auf einen Verzicht von unterhaltsintensiven Geräten wie Pressen und Schleifmaschinen und die Minimierung von Staub ab. Beide Aspekte sind für die Fabrikation in Heissen Zellen wichtig, welche bei der Verarbeitung von Minoren Actinoiden unumgänglich ist. Die gewählte Methode ist die interne Gellierung, mit anschließender direkten Verfüllung der erzeugten Brennstoffpartikel in das Hüllrohr (Sphere-pac). Der Verfestigungsschritt, die Gellierung, wird dabei im freien Flug durch Mikrowellen realisiert. Die Grafiken links und unten zeigen den Brennstoffweg im vorgesehenen und hier vorgeschlagenen Szenario.

Heute:



Energiegewinnung in heutigen Reaktoren



Nuklearabfall mit langlebigen Pu und Minoren Actinoiden (MA)

Konzeptentwicklung mit Ersatzstoffen:

Ausgangslösung mit: Pu, MA, ... (hier Ersatzstoffe)

Brennstoffherstellung mit Pu & MA

Mikrowellen Heizung

Interne Gellierung: flüssig → fest

staubfreie einfache Produktion geeignet für Heisse Zellen

Sphere-pac Konzept

MeAWaT

Produktion von Brennstoff mit U und Pu

- Integration in Handschuhboxen
- Transfer von Mikrowellen
- Anpassung an neue Chemie

Neues Brennelement für hohen Abbrand

- bessere Wärmeübertragung
- höhere mechanische Stabilität

Neues Hüllrohrmaterial für höhere Sicherheit

- Keramische Werkstoffe

Umwandlung von Pu und MA mit schnellen Neutronen

Einmalig in einem unterkritischen system (ADS) mit hohen Pu und MA Anteil oder in einem Schnellen Reaktor Zyklus mit mehrfacher Wiederaufbereitung.

Direkte Endlagerung





Projekte

Energie Treibstoffe



Untersuchung und Verbesserung der Lebensdauer von Dünnschicht-Solarzellen

Exploring and Improving Durability of Thin Film Solar Cells – DURSOL

Projektziele

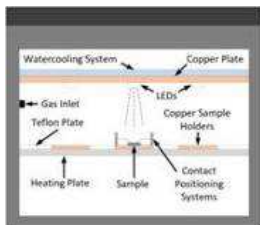
Die Kompetenzen in der Schweizer Dünnschichtphotovoltaik Szene (amorphes Silizium, Verbundhalbleiter, Farbstoffzellen, organische Solarzellen) sollen zusammengebracht werden für

- das Verständnis der fundamentalen Prozesse und mikroskopischen Ursachen der Degradationsphänomene
- die Verbesserung der Lebensdauer durch Modifikation der Materialeigenschaften von Absorber, Elektrodenkontakte, Zwischenflächen und Device-Architektur
- das Ausschliessen von Wasser und Sauerstoff durch geeignete Barrierschichten und Verkapselung
- das Erzielen von Langzeitstabilität mit potentiell günstigen Produktionsprozessen



Installation neuer Prüfungsvorrichtungen (Beispiele)

Beschleunigte Alterung und Testen von Solarzellen und Minimodulen mittels Klimakammer



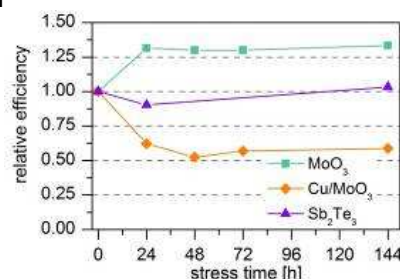
Zyklisches Verbiegen von kleinen, flexiblen Dünnschicht-Solarzellen



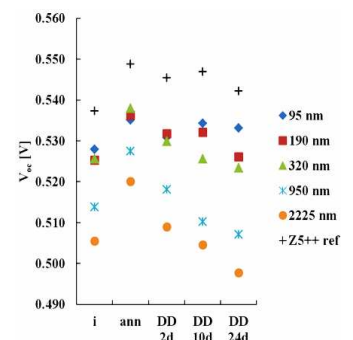
Mechanische Prüfung von flexiblen Solarmodulen

Alterungsstudien

Erste Belastungstests bei einer Einstrahlung von 0.5 Sonnen und einer Temperatur von 40°C zeigen, dass Cu freie CdTe Solarzellen mit MoO₃ und Sb₂Te₃ Pufferschichten stabil sind.



Alterung bei Umgebungsbedingungen von μ -Si:H Dünnschicht-Solarzellen (1 Übergang) für unterschiedliche Dicken der ZnO Frontelektrode (i- as deposited; annealed; 2, 10, 24 DD-dark ambient storage for 2, 10, 24 days)



Aktivitäten und Austausch: DURSOL Workshop

Weltbekannte Experten haben im April 2012 eine Übersicht über die Lebensdauerprüfung von Dünnschicht-Solarzellen gegeben. In der Postersession stellten Doktoranden ihre Poster vor. Der Anlass wurde grosszügigerweise von CCEM, swisselectric research und SLN gesponsert.

DURSOL Durability of Thin Film Solar Cells



Frank Nüesch (Empa), Michael Grätzel (EPFL), Christophe Ballif (EPFL), Ayodhya Tiwari (Empa), Giovanni Nisato (CSEM), Thomas Friesen (SUPSI), Beat Ruhstaller (ZHAW)
Website: www.dursol.ch



Vergasung von trockener Biomasse

Strom, synthetisches Erdgas (SNG) und Treibstoff aus Holz und Gras



Trockene Biomasse



Vergasung



Gasreinigung



Pilotanlage
Methan-Synthese

Hochtemperatur-
Brennstoffzelle

Gasturbine
(Ko-Verbrennung)





Bioenergie aus Mikroalgen



SunCHem - Projekt
eine Schweizer Lösung
für globale Bedürfnisse

Die Herausforderung

Erneuerbare Energie

- für Wärme, Strom und Mobilität
- für zentrale und dezentrale Anwendungen
- für eine saubere Umwelt
- für Industrie und zu Hause
- bei tragbaren Kosten für alle

Die Natur macht es vor

Biomasse - der natürliche Energiespeicher

Algen - die Biomasse

- für Chemikalien, Nahrung und Energie
- mit schnellem Wachstum
- mit beinahe unbegrenztem Potential
- ohne Konkurrenz zu Nahrungsmitteln

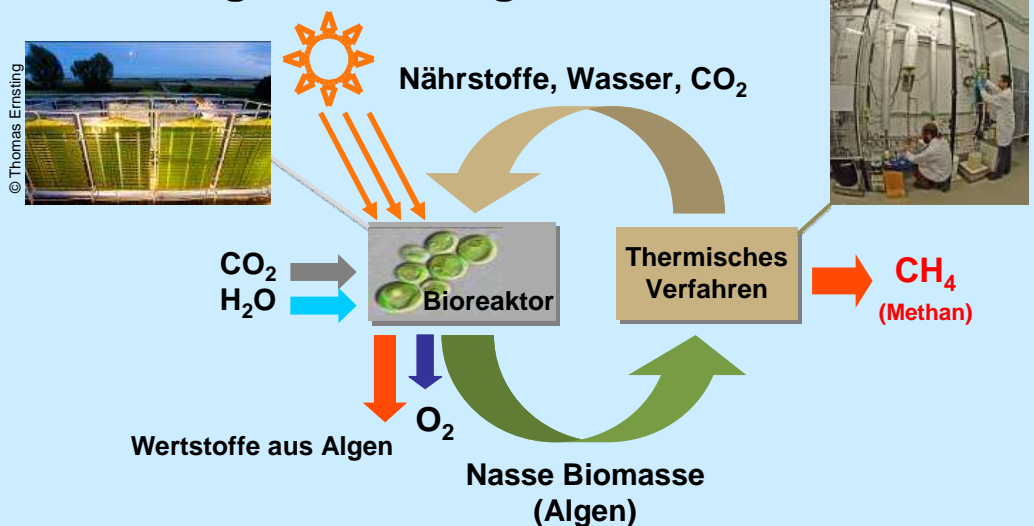
Methan ist

- ein natürliches Produkt aus Biomasse
- der Hauptbestandteil von Erdgas
- vielfältig einsetzbar als Treibstoff im Auto, zur Stromerzeugung oder zum Heizen und Kochen



- Das **SunCHem** Verfahren produziert effizient Methan aus Sonnenlicht, Wasser und CO₂
- ermöglicht kurzfristig marktfähige Lösungen, welche aus Algen auch andere Wertstoffe herstellen und nur die biomassehaltigen Rückstände energetisch verwerten
- könnte langfristig riesige Mengen Methan für die energetische Nutzung bereitstellen.

Die intelligente Lösung



Hauptfinanzierung: swisselectric research, CCEM, Velux-Stiftung, Bundesamt für Energie (BFE), Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF), Axpo Naturstrom-Fonds

CCEM Team: Christian Ludwig (Projektleitung, PSI/EPFL, Kontakt: christian.ludwig@psi.ch), Frédéric Vogel (PSI), Christof Holliger und Jean-Paul Schwitzguebel, Edgard Gnansounou (EPFL), François Maréchal (EPFL), Michael Burkhardt (HSR), Rainer Zah (EMPA)

Forschungspartner: Frauenhofer Institut IGB (D), Universidad de Antioquia (CO), Ecole Polytechnique de Montreal (CA), CEA (F), CANMET (CA), CIRAIG (CA)

Industrie- und andere Partner: Hydromethan AG, Subitec GmbH, SITEC-Sieber Engineering AG, Sulzer, Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB)

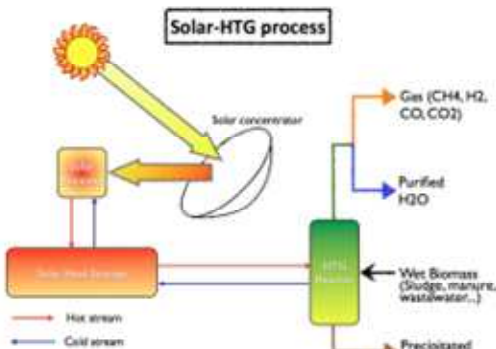




Hydrothormaler Vergasungsprozess mit Solar-Unterstützung (SOLAR-HTG)

Ziele

Demonstration und Test verschiedener Prozessverfahren zur Herstellung von Bio-Treibstoffen aus nasser (Abfall-) Biomasse auf der Basis der hydrothermalen Vergasung mit solarer Hochtemperatur – Wärme.



Preliminary results (E. Lafleur and A. Duret, EPFL report 2011)

Solar heat to SNG marginal efficiency	92 %
Sun to SNG marginal efficiency	33 %
SNG production increase	from 63 % to 80 %

WP1 : system design [LENI (EPFL) - PSI]

System design of solar integrated hydrothermal gasification process

- a) different solar heat integration options
- b) different substrates

WP2 :Pilot plant [STL (PSI) - AirLight]

Design and test of integrated solar and hydrothermal gasification reactor
Integration with

- a) solar heat storage at 500-800°C
- b) integration with waste heat/waste fuel form process

WP3 : System design validation [LENI (EPFL)-BTG-CPE/SWT (PSI)]

Comparison of processing options

- a) catalytic vs non catalytic routes
- b) Liquid/gaseous Fuels

WP4 Applications

[LENI(EPFL)-UNICAMP] Application in the bioethanol process in Brasil : feasibility study

[LENI (EPFL)-RAK] Application for waste water treatment plant

[LENI (EPFL)-SWT (PSI)] Application in microalguae SNG conversion (SUNCHEM)

Coordination: Francois Marechal (EPFL)

Participants: Aldo Steinfeld (PSI)

Associated participants: Frederic Vogel (PSI), Christian Ludwig (PSI), Rubens Maciel Filho (Faculdade de Engenharia Quimica – Brazil), Robbie Vendrebosgh (Biomass Technology Group BV – Netherlands), Andrea Pedretti (Airlight Manufacturing SA – Switzerland)



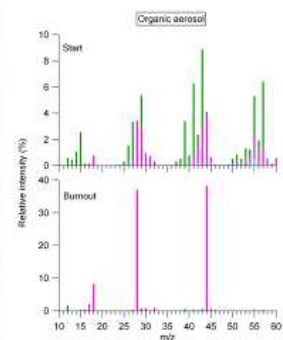
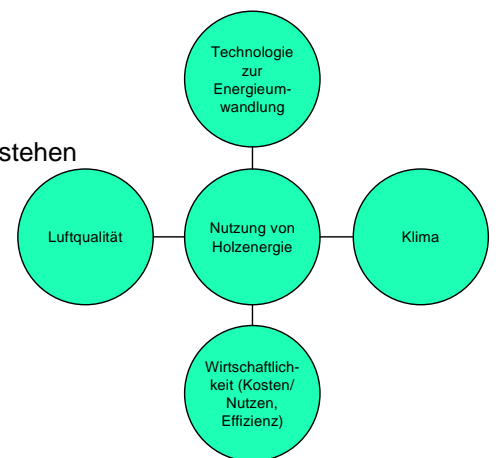
Optimierung der Nutzung von Holz als erneuerbarem Energieträger

OPTimization of the use of Wood As a Renewable Energy Source – OPTIWARES

Als erneuerbare alternative Energiequelle erlauben Holz und allgemeiner gesagt Biomasse die Reduktion der globalen CO₂ Emissionen. Die Verbrennung von Biomasse erzeugt jedoch hohe Emissionen an Feinstaub (insbesondere von Russ, der aus Schwarzem Kohlenstoff (Black Carbon, BC) und organischem Material besteht). Die Aerosolpartikel haben einen grossen Einfluss auf das Klima (z.B. durch Absorption von Sonnenstrahlung), als auch auf die Gesundheit. Atmungs- und Herzkreislaufkrankheiten, als auch Krebs sind nur einige der Erscheinungen, die Krankheits- und Sterblichkeitsraten in der Bevölkerung erhöhen. Deshalb ist die Optimierung der Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen wie der aus Biomasse notwendig, um die schädliche Wirkung von Aerosolpartikeln zu reduzieren. Der Einfluss, den die Verbrennung von Biomasse auf das Klima und andere Faktoren wie die Luftqualität hat, ist zurzeit noch nicht genau bekannt. Ein Grund hierfür ist, dass die Menge, als auch die optischen und chemischen Eigenschaften der durch die Verbrennung von Holz entstehenden Verbindungen noch nicht geklärt sind. Beispielsweise stimmen die gemessenen Emissionsraten von Prüfständen nicht mit denen der Felddaten überein. Des weiteren existieren derzeit noch nicht genügend quantitative Informationen über Vor- und Nachteile verschiedener Szenarien der Holzverbrennung.

Ziele

- Beurteilung des Einflusses der Holzverbrennung auf die Luftqualität
- Verbesserung der Anwendung bei der Energieumwandlung von Holz
- Beurteilung regionaler Klimaeffekte, die aus der Holzverbrennung entstehen
- Berechnung der Kosten beim Einsatz von verschiedenen Verwendungsarten von Holz



Urs Baltensperger (PSI), Isabelle Bey (ETHZ), Serge Biollaz (PSI), Heinz Burtscher (FHNW), Thomas Heck (PSI), Christoph Hueglin (EMPA), Oliver Kröcher (PSI), Ulrike Lohmann (ETHZ), Thomas Peter (ETHZ)

Industriepartner: Beat Müller (OekoSolve AG), Peter Rüegg (Rüegg ECOTEC AG)

OPTIWARES ist ein gemeinsames Projekt von CCES und CCEM.



Carbon management in power generation – CARMA

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
 PAUL SCHERRER INSTITUT
 ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE
 Fachhochschule Nordwestschweiz
 Geological Consulting and Studies Ltd.
 UNIVERSITÄT BERN

Project coordinator: Marco Mazzotti (marco.mazzotti @ipe.mavt.ethz.ch) // Project website: <http://www.carma.ethz.ch>

Projektstrukturierung und Ziele

CO₂ Abscheidung und Speicherung (engl. CCS)

- Die CCS beinhaltet verschiedene Technologien zur CO₂-Abscheidung, den Transport zu den Lagerstätten und die Isolierung von der Atmosphäre.
- Diese Methode bietet eine wirksame Option um den CO₂-Anstieg zu bremsen, während weiterhin fossile Brennstoffe zum Einsatz kommen.
- Die CCS-Technologien sind für einen Einsatz für die nächsten 5-10 Jahren bestimmt. Ihr Beitrag zur CO₂-Reduktion aber zeigt Wirkung für die nächsten 20 Jahre - von heute an.

Motivation für CCS-Forschung in der Schweiz

- Fossilthermische Kraftwerke fanden kürzlich explizit Einzug in die Energiestrategie des Bundes.
- Die Reduktion der CO₂-Emissionen ist ein globales Anliegen und verlangt nach internationalem Einsatz in Bezug auf neue Technologien und Know-How
- CCS wirkt als Übergangslösung bis CO₂-freie/ neutrale Technologien für die Energieerzeugung entwickelt sind - trotz erheblichen Mehrkosten und Energieaufwand

CARMA Projektziele (2009-2013)

- Beurteilung der potentiellen Rolle des CCS in der Schweiz
- Erarbeiten neuer Konzepte für emissionsfreie Energiekraftwerke
- Eignung des Untergrunds für die CO₂-Speicherung in der Schweiz überprüfen
- Weiterentwicklung des Know-how über CO₂-Speicherung
- Untersuchung der gesetzlichen und sozialen Probleme

Figure: modified from Total AG

CARMA key questions

- Welche Rolle kann CCS in der CH spielen?
- Was ist die beste Strategie für CCS in CH?
- Welche gesellschaftlichen und rechtlichen Hürden gibt es für CCS in der CH?

Projektstruktur

CARMA ist unterteilt in 6 verschiedene Teilprojekte (Sub-Projects) und verfolgt eine interdisziplinäre Ansatz; das Team besteht aus 12 Gruppen aus 6 verschiedenen Forschungsinstitutionen in der Schweiz.

Sub-projekt 1 - SP1

Ökologische und wirtschaftliche Beurteilung

- Aufgaben:**
- Identifikation der Schweizer CO₂ Punktquellen
 - Identifikation von CO₂-Senken in der Schweiz und im übrigen Europa
 - Evaluation der Kosten verschiedener CCS-Komponenten
 - Lebenszyklusanalyse und Umweltverträglichkeit von CCS

Performance & Cost Measure	PC (€/t)	SOFC	INCC	Source
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2009/10)	30-41	14-15	12-17	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2010/11)	1-24	1-14	1-16	800-2000
Cost of CO ₂ avoided (2009/10)	30-111	14-111	80-111	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2010/11)	41.9	23.3	23.7	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2010/11)	20.9	2.1	19.7	8000-10,000
Cost of CO ₂ avoided (2010/11)	49.7	32.2	92.3	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture)	88	38	39	Global CCS Institute 2009
Cost of CO ₂ avoided (2010/11)	81	85	122	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2010/11)	23.0	17.0	16.2	
Cost of CO ₂ avoided (2010/11)	19.0	16.0	16.2	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture) (2010/11)	20.0	14.0	14.7	Technological Energy Group
CO ₂ avoided (2010/11)	20.0	14.0	14.7	
CO ₂ avoided (2010/11)	20.0	14.0	14.7	
Process in CO ₂ (pre-CO ₂ capture)	20.0	14.0	14.7	Waste in 2009

Die Tabelle zeigt das Resultat einer Literaturrecherche über verschiedene ökonomischen Analysen der CCS-Technologie.

Sub-projekt 2 - SP2

Pre-Combustion CO₂-Abscheidung

Aufgabe 1: homogene/heterogene (katalytische) Verbrennung von wasserstoffreichem (>80vol.% H₂) Brennstoffgemisch



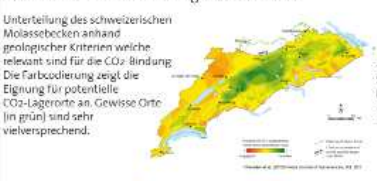
Aufgabe 2: Thermoökonomische Modellierung und Optimierung von Kraftwerksoptionen mit CO₂-Abscheidung (EPFL)



Sub-projekt 3 - SP3

Einschätzung des geologischen Untergrundes in der Schweiz für die Lagerung von CO₂

- Kartierung und Beurteilung von potentiell geeigneten geologischen Formationen in der Schweiz zur CO₂-Lagerung, ausgehend von einem strukturellen, geologischen und hydrogeologischen Standpunkt.
- Abschätzung der seismischen Aktivität und Gefährdung ausgelöst durch die CO₂-Einspeisung, basierend auf bekannten Ereignissen weltweit



Sub-projekt 4 - SP4

Mineral carbonation

Ziel: Entwicklung eines Prozesses zur direkten Mineralisierung von CO₂ in einem Rauchgas



- Experimentelle Charakterisierung der Reaktionskinetik: Auflösung von Silikat (Olivin, Serpentin) und Ausfällung von Karbonaten (Magnesit, Nequehonit).
- die Entwicklung von Modellen zur Beschreibung der Reaktionen
- Prozessoptimierung am Computer mittels dieser Modelle

Sub-projekt 5 - SP5

Öffentliche Wahrnehmung und gesetzliche Aspekte des CCS

- Untersuchung der Ansichten und Zweifel von Laien
- Die Arbeit wird in drei Schritte unterteilt basierend auf dem "Mental Models Approach".

Pre-Study: Expert Model	Study 1: Lay Model	Study 2: Survey
Aim Identify all relevant aspects concerning CCS	Aim Identify concepts, misconceptions and attitudes of laypeople (N=116)	Aim Check for the prevalence of the concepts. What are their influences on risk perception and benefit perception?
Method Literature review Expert interviews Construction of an 'objective' expert model	Method Semi-structured interviews with laypeople Assessing laypeople's concepts	Method Construction of a questionnaire, based on 'Step 1 and 2' Representative survey among laypeople in CH

Aufklärungsgespräche können dann aus dieser Vorarbeit abgeleitet werden



Investitions- Projekte CCEM



Infrastrukturprojekte mit CCEM - Unterstützung

PSI:

- **Combustion research (700 m²) hall**



EPFL/PSI:

- **Nano-indenter**
- **Focused Ion Beam FIB**



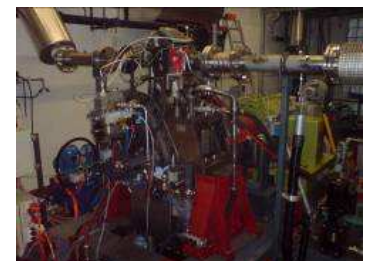
EMPA:

- **Dynamic engine test stand**
- **Up-grade of a nano-indenter**
- **Battery Test-Bench**



ETHZ:

- **1-Cylinder test stand**





Projekte

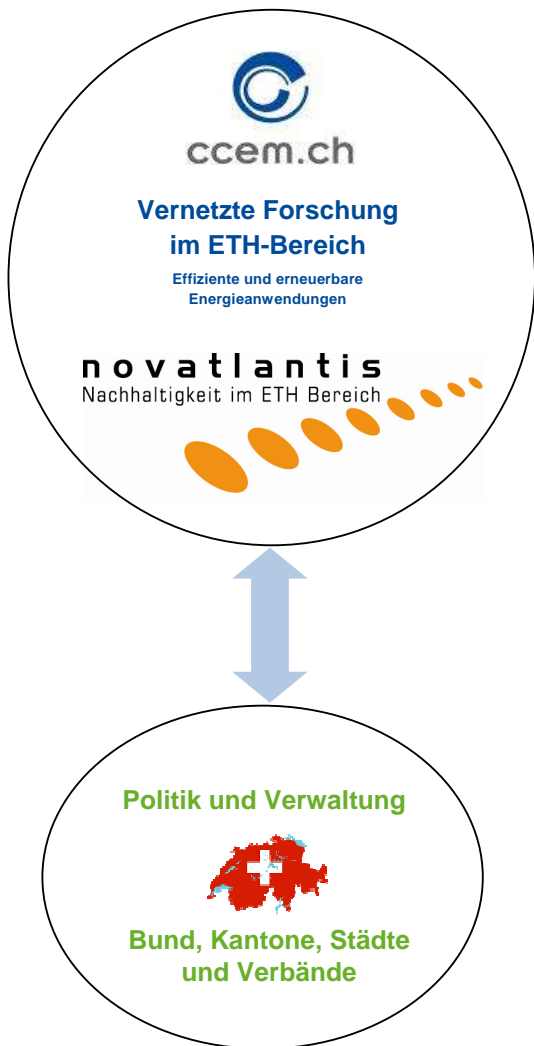
Nachhaltigkeit



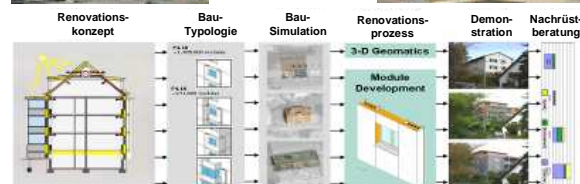
Novatlantis – an der Schnittstelle zwischen Forschung und Gesellschaft

Novatlantis setzt die neuesten Erkenntnisse und Resultate aus der Forschung im ETH-Bereich für eine nachhaltige Entwicklung von Ballungsräumen um.

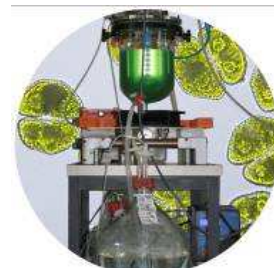
Novatlantis zeigt an praktischen Beispielen auf, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann. Gemeinsam mit dem Kompetenzzentrum für Energie und Mobilität des ETH-Bereichs (CCEM) initiiert Novatlantis transdisziplinäre Projekte.



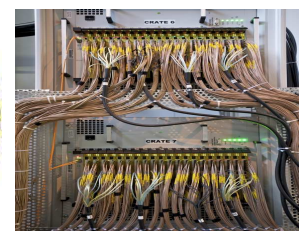
Mobilität



Gebäude/Bau



Energie



Elektrizität

ETH-Bereich – Lösungen für eine bessere Zukunft

Der ETH-Bereich umfasst die zwei Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETH Zürich und EPF Lausanne, sowie die vier Forschungsanstalten PSI, Empa, Eawag und WSL. Projektbezogen wird eng mit Fachhochschulen zusammengearbeitet.



Projekte, die auch 2012 gestartet werden

- **HITTEC**
Effizienzsteigerung von BHKW mit HT - Brennstoffzellen
- **HyTech**
Nachhaltige Technologien zur Herstellung, Speicherung und Umwandlung von Wasserstoff
- **Solar Fuels**
Direkte Gewinnung von Treibstoff aus Sonnenenergie



Abgeschlossene Projekte:

Mobility	2006–2010	CELaDE	Clean and Efficient Large Diesel Engines
	2006–2009	CEMTEC	Computational Engineering of Multi-Scale Transport in Small-Scale Surface Based Energy Conversiona
	2006–2009	HY_Change	Transition to Hydrogen Based Transportation – Challenges and Opportunities
	2006–2010	LERF	Large Engine Research Facility
	2006–2010	NEADS	Next Generation Exhaust Aftertreatment for Diesel Propulsion Systems
	2006–2009	TransEngTesting	Transient Heavy Duty Engine Facility for Engine up to 4000 Nm Peak Torque
Electricity	2008–2010	GTCO ₂	Technologies for Gas Turbine Power Generation with CO ₂ Mitigation
	2007–2011	HydroNet	Modern Methodologies for the Design, Manufacturing and Operation of Pumped Storage Power Plants
	2006–2010	ONEBAT	Battery Replacement Using Miniaturized Solid Oxide Fuel Cell
	2006–2010	PHITEM	Platform for High Temperature Materials
	2007–2010	ThinPV	Cost Efficient Thin Film Photovoltaics for Future Electricity Generation
Heat and Building	2006–2010	ccem-house2000	Innovative Building Technologies for the 2000 Watt Society
	2006–2011	ccem-retrofit	Advanced Energy Efficient Renovation of Buildings
Fuels	2007–2010	2ndGeneration Biogas	New Pathways to Efficient Use of Biomass for Power and Transportation
	2007–2010	WoodGas-SOFC	Integrated Biomass – Solid Oxide Fuel Cell Cogeneration



Forschungsnetzwerk Energie & Mobilität

Urs Elber

Dipl. Ing. FH / MBA HSG

Managing Director

Competence Center Energy and Mobility (CCEM)
Novatlantis

c/o Paul Scherrer Institute (PSI)
OVGA/102A
CH-5232 Villigen PSI
Switzerland

Phone direct +41 56 310 5733
Fax +41 56 310 4416
Mobile +41 79 330 0450
mailto: urs.elber@psi.ch

www.novatlantis.ch
www.ccem.ch
www.psi.ch