

Die Pilotanwendung der weltweit größten künstlichen Sonne in der solarthermischen Wasserstofferzeugung im Technikumsmaßstab

K.-H. Funken, K. Wieghardt, H.-G. Dibowski, C. Raeder, M. Roeb, J.-P. Säck, M. Wullenkord, C. Spenke

DLR, Institut für Solarforschung, Köln

14. Jahrestreffen des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, Düsseldorf, 20. November 2014



Wissen für Morgen



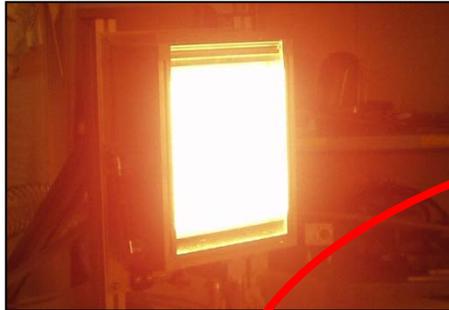
Vision Solarforschung

- **Konzentrierende Solarsysteme** erzeugen kostengünstig erneuerbaren **Strom** (und entsalztes Wasser) im Sonnengürtel der Erde und versorgen damit die schnell wachsenden Metropolen
- **Deutsche Industrie** ist als Entwickler, Systemlieferant und Hersteller von Schlüsselkomponenten signifikant an der Wertschöpfung beteiligt
- Ein Teil des europäischen Strombedarfs wird durch den **Import von Solarstrom** (HGÜ) gedeckt
- **Speicherung von Sonnenenergie** in thermischer und chemischer Form erlaubt flexiblen und bedarfsgerechten Einsatz



Geschlossener Innovationszyklus (Solar Tower)

2kW Lampentest



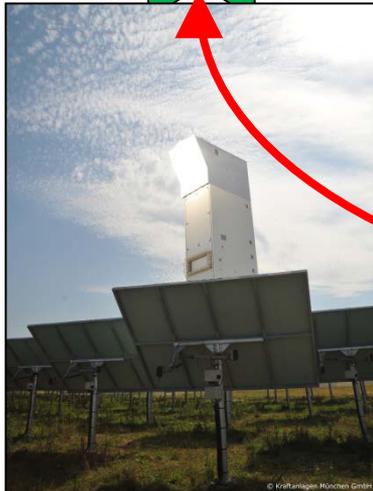
10kW Lampentest



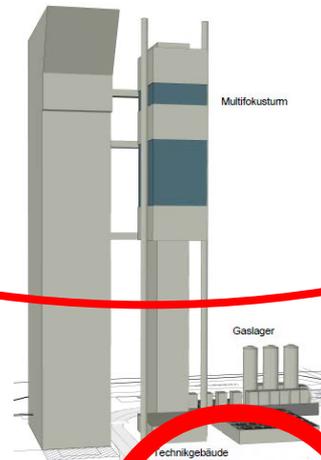
10kW Solartest



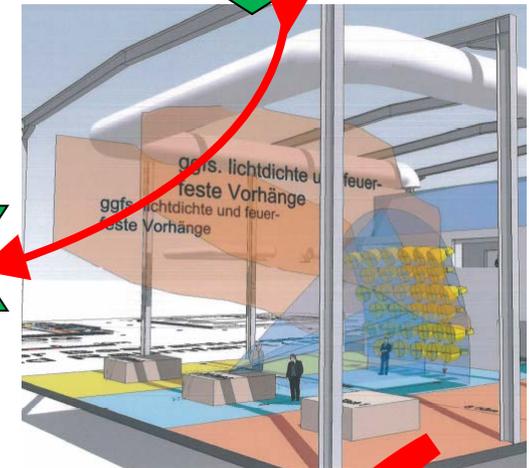
10000kW Pilot Anlage



1000 kW Solartest



200kW Lampentest



Hochleistungsstrahler, Köln-Porz



- Elektrische Anschlussleistung: 60 kW
- Maximale Strahlungsleistung: ca. 20 kW
- Künstliches sonnenlichtähnliches Spektrum



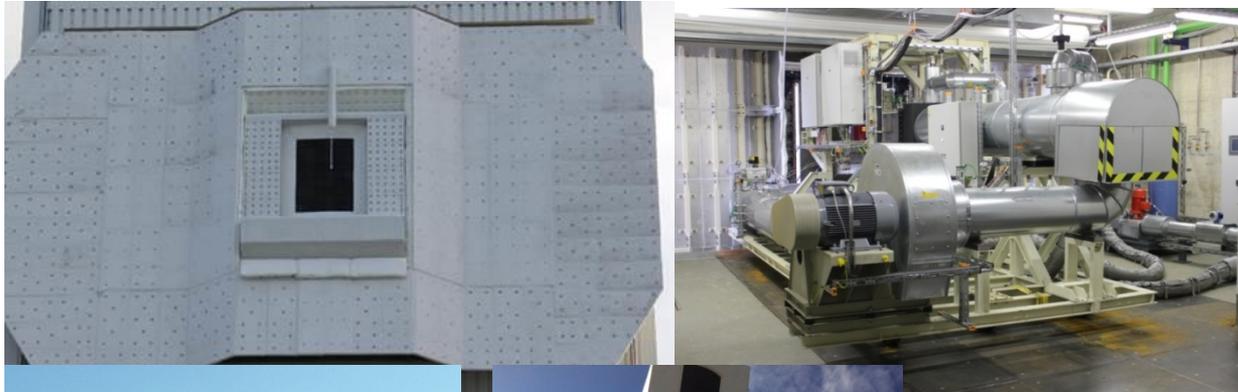
Hochflussdichte-Sonnenofen, Köln-Porz



- **Maximale Strahlungsleistung: bis zu ca. 25 kW**
- **Maximale Bestrahlungsstärke: bis zu 5 MW/m² (peak)**
- **Natürliches sonnenlichtähnliches Spektrum**
- **20 Jahre Betriebserfahrung, 200 Messkampagnen, 80% Auslastung**



Tests auf der Forschungsebene des STJ: z. B. volumetrischer Testreceiver



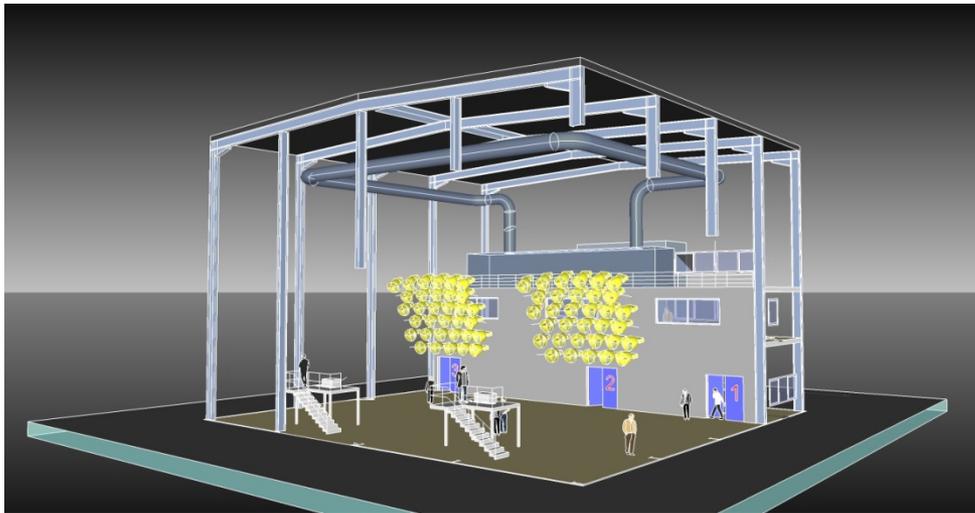
Für 2015 Nachfrage > Kapazität

Gefördert durch:

- **Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW**
- **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Bundestags**



Modularer Hochleistungsstahler – die größte künstliche Sonne in Jülich



- **Stärkung der F+E-Infrastruktur in Jülich**
- **Geplante Strahlungsleistung: bis zu 200 kW**
- **Geplanter Projektabschluss: 2018**

Finanzierung: NRW [2,4 M€] BMWi [1,1 M€]

F&E Tool für:

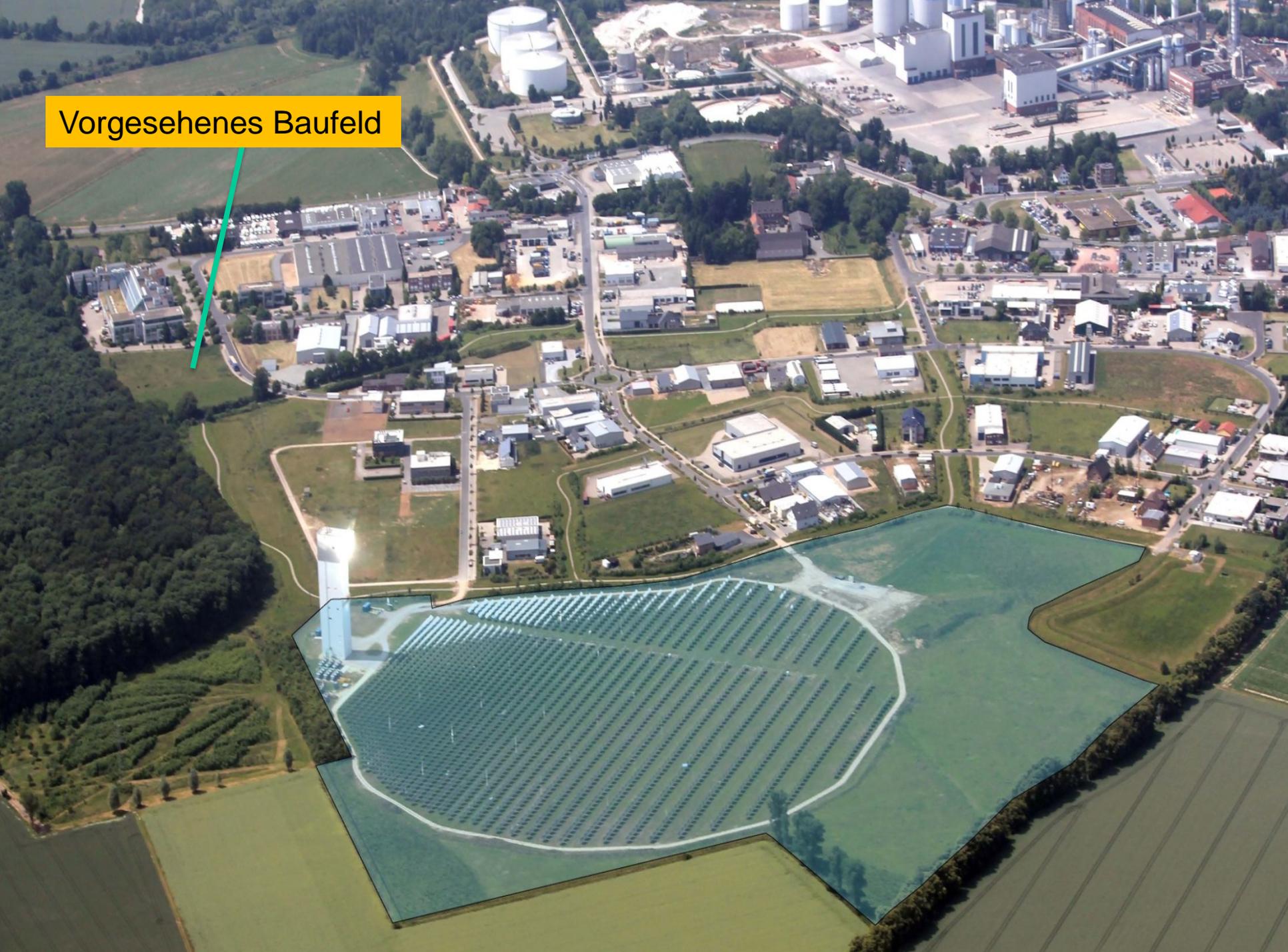
- **Direkte Thermochemische Wasserstofferzeugung im Technikumsmaßstab**
- **Reproduzierbare Untersuchung des Betriebsverhaltens von Anlagen zur Erzeugung von solaren Brennstoffen**
- **Test und Qualifizierung von Komponenten und Prototypanlagen der solare Turmtechnologie, insbes. Materialien und Receiver**

Gefördert durch:

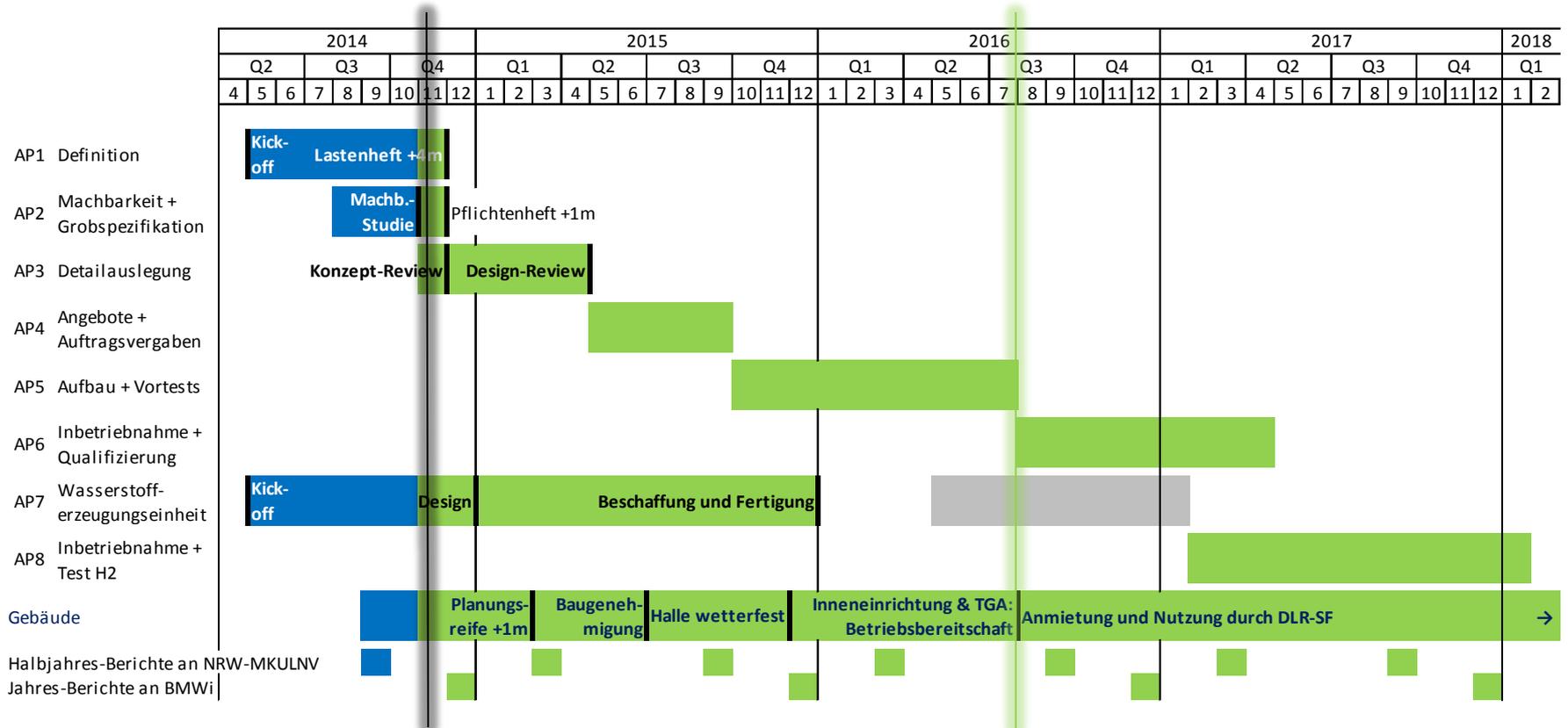
- **Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW**
- **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Bundestags**



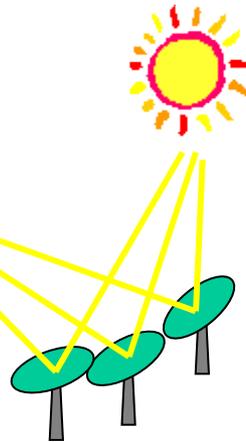
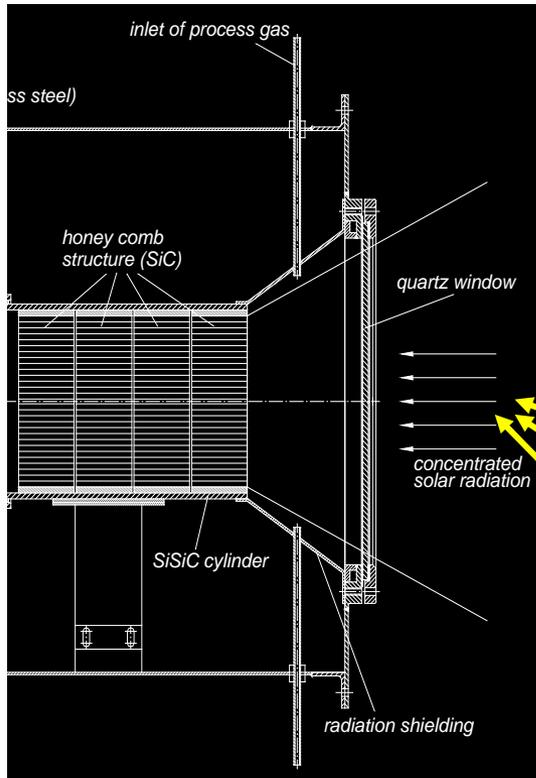
Vorgesehenes Baufeld



Zeitplan



HYDRSOL + HYDROSOL 2 (EU FP5, FP6)



2-stufiger Redox-Zyklus basierend auf ferritischen Materialien

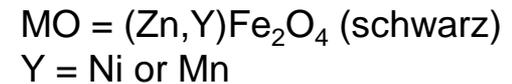
1. Endothermer Schritt (1000-1200° C)



2. Wasserspaltung (700 - 1000° C)



Redox-System:



Kostenschätzung:

- Batch-Prozess 7 €/kg
- Konti-Prozess 3,5 €/kg



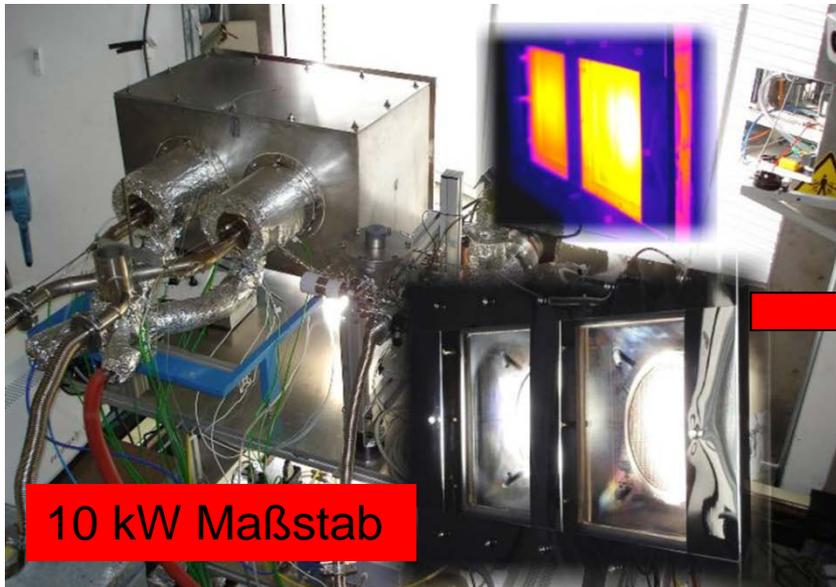
Efficiency comparison for solar hydrogen production from water (Siegel et al., 2013)*

Process	T [°C]	Solar plant	Solar-receiver + power [MW _{th}]	η T/C (HHV)	η Optical	η Receiver	η Annual Efficiency Solar – H ₂
Electrolysis (+solar-thermal power)	NA	Actual Solar tower	Molten Salt 700	30%	57%	83%	13%
High temperature steam electrolysis	850	Future Solar tower	Particle 700	45%	57%	76,2%	20%
Hybrid Sulfur-process	850	Future Solar tower	Particle 700	50%	57%	76%	22%
Hybrid Copper Chlorine-process	600	Future Solar tower	Molten Salt 700	44%	57%	83%	21%
Metal Oxide two step Cycle	1800	Future Solar dish	Particle Reactor < 1	52%	77%	62%	25%

*N.P. Siegel, J.E. Miller, I. Ermanoski, R.B. Diver, E.B. Stechel, *Ind. Eng.Chem. Res.*, 2013, 52, 3276-3286.



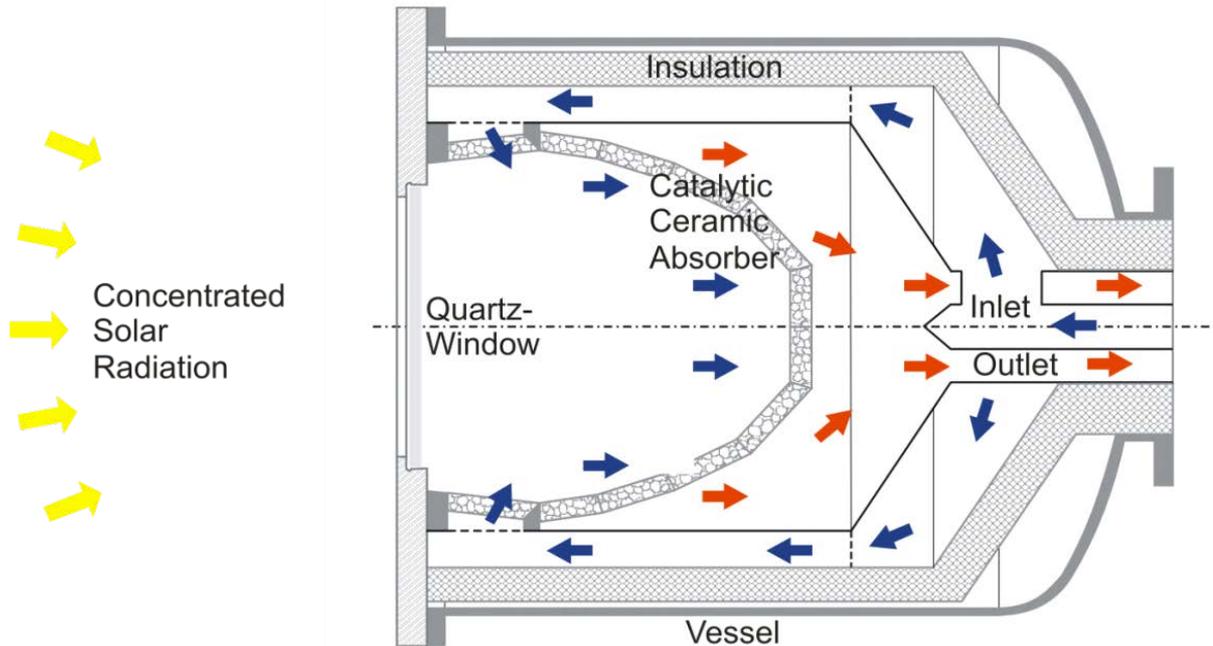
Skalierbare Entwicklungen in der chemischen Sonnenenergiespeicherung



750 kW Maßstab in
Vorbereitung; voraussichtl.
IBN 2016



Konzeptentwurf für ein Reaktorkompartiment der Wasserstoffherzeugungseinheit



Angelehnt an den SOLREF-Reaktor



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

