



Konzentrierende Solarsysteme mit IR-PV-Modul für solare Photobioreaktoren der nächsten Generation

Markus Sauerborn, Joachim Götsche

Solar-Institut Jülich

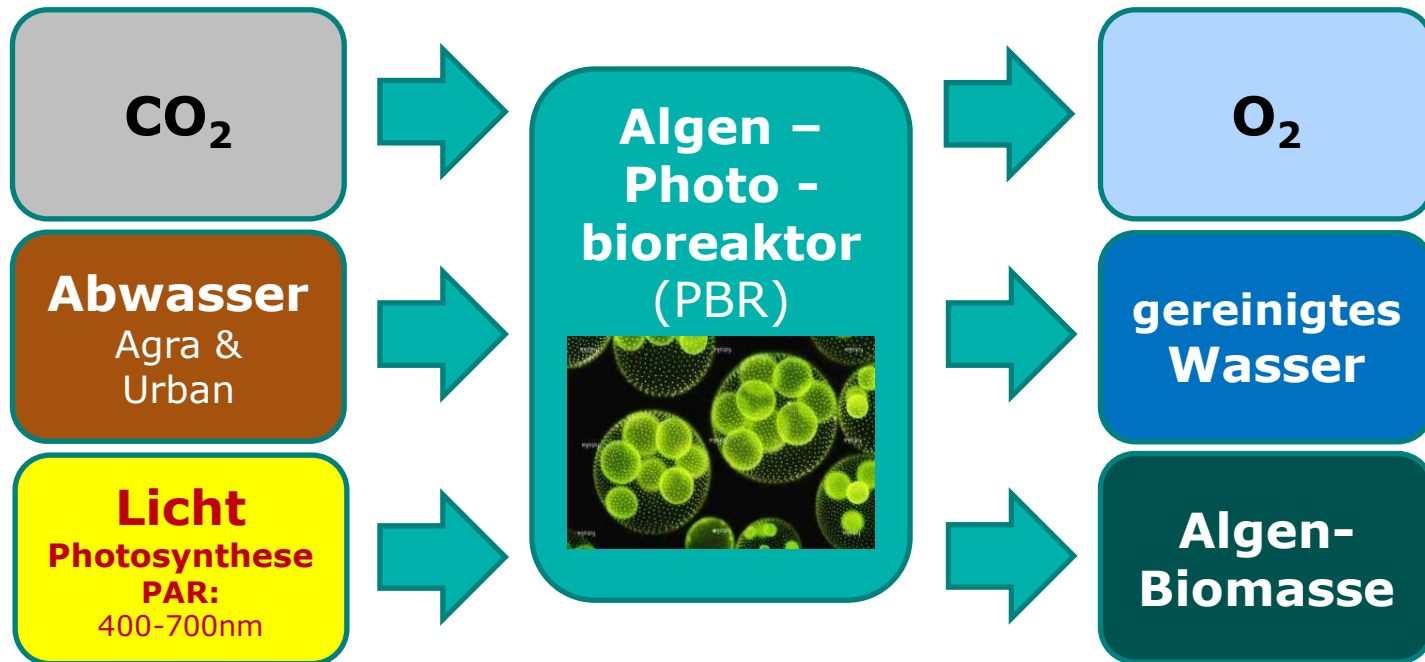


Konzentrierende Solarsysteme mit IR-PV-Modul für solare Photobioreaktoren der nächsten Generation

Übersicht

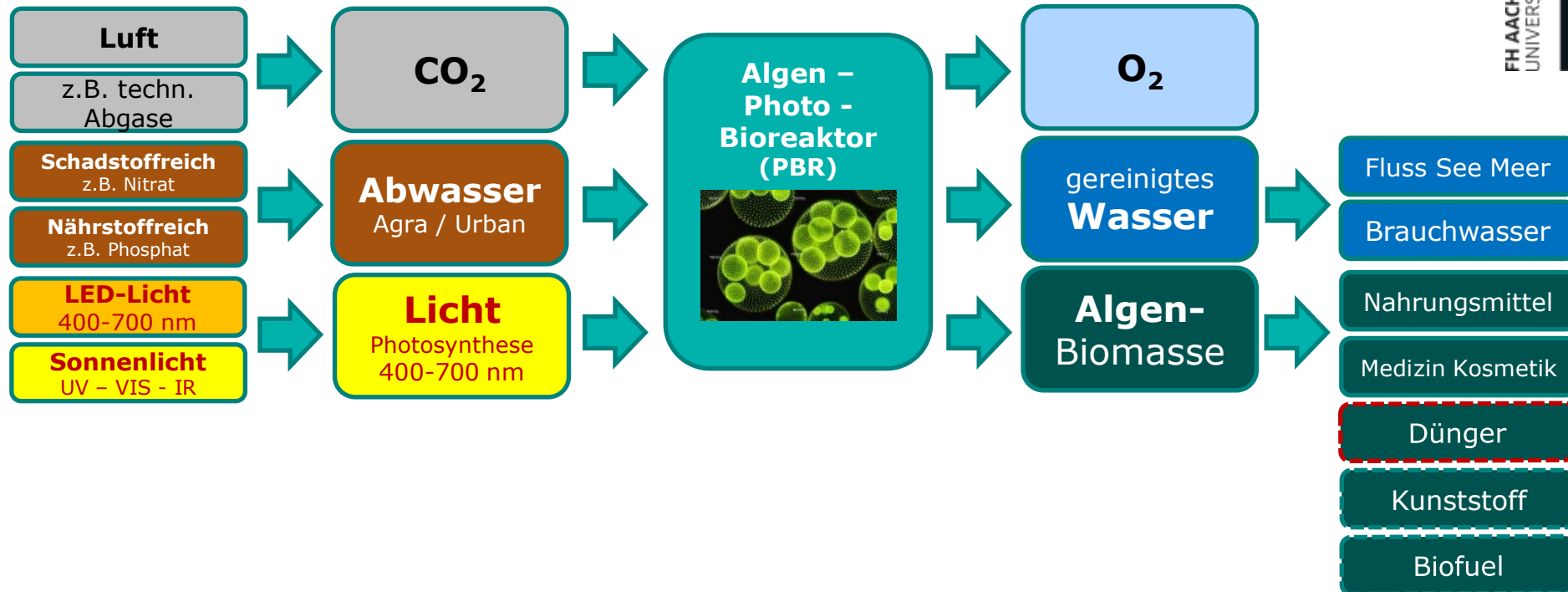
- Potential von Algen-Photobioreaktor (PBR) für Abwasserreinigung
- Projekte
 - 1. AlgNutrient: Abbau von Schadstoffen (Nitrat)**
 - > Problemstellung / Lösungsansatz: solarer PBR als Großanlage
 - 2. AlgaeSolarBoxes: Rezyklierung von Nährstoffen (Phosphat/Düngung)**
 - > Problemstellung / Lösungsansatz: solarer PBR als mobile Container-Einheit
- Spektrale Wechselwirkung: Photosynthese – Photovoltaik
 - 3. Übergreifendes Teilprojekt: Nutzung Photosynthese & Photovoltaik**
 - > Problemstellung: Separierung und Nutzung von IR-Licht bei PBR
 - > Lösungsansatz: Entwicklung IR-PV-Modul
- Zusammenfassung/Weitere Entwicklung

Potential von Algen-Photobioreaktoren für Abwasserreinigung



PAR: “photosynthetically active radiation” (Teil des VIS: 380-780nm)

Potential von Algen-Photobioreaktor für Abwasserreinigung



Ziel aktueller Projekte am SIJ mit Partnern der Mikrobiologie:

Abwasserreinigung / Biomasseerzeugung mit PBR

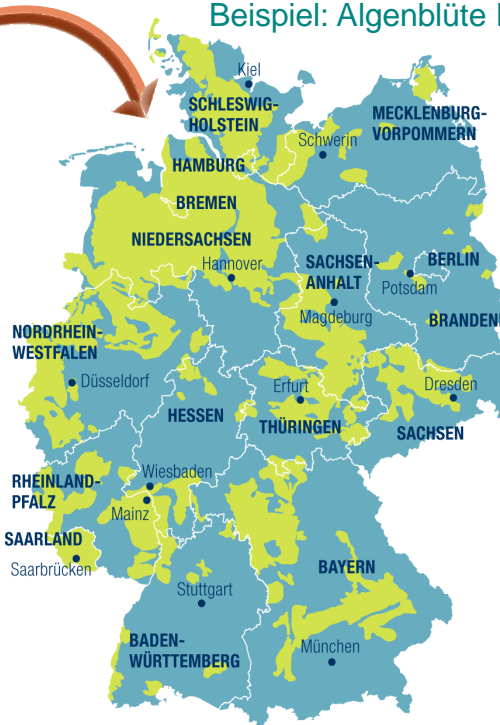
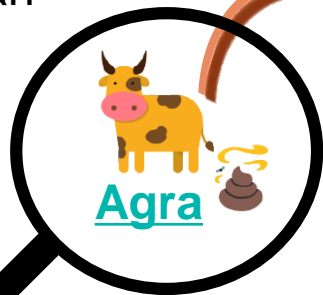
=> energieeffiziente & wirtschaftliche solare Nutzung

1. AlgaeSolarBoxes: Oberflächen- & Grundwasserbelastung

Status quo



Beispiel: Algenblüte Mosel, 2018



Folgen Schadstoffbelastung

Nitratbelastung des Grundwassers

- Guter Zustand (bis zu 50 mg Nitrat / Liter)
- Schlechter Zustand (über 50 mg Nitrat / Liter)

DVGW-Grafik; Quelle: Umweltbundesamt, 11/2017 dvgw.de

⇒ **Belastung im Agrarbereich erfordert nachhaltige Lösungsansätze**

1. AlgaeSolarBoxes – Aufgabe/Lösungsansatz

Vorgabe:

- **verschärfte Grundwasserschutz-Auflagen**
 - Reinigung von mit Nitrat belasteten Abwässern im Agrar- & Lebensmittelbereich
 - geeignet wirksames Reinigungssystem für oft schwankende Abwassermengen (d.h. Option für zeitlich begrenzten, lokalen Einsatz z.B. günstiger durch Verleih über Agrargenossenschaften)

Lösungsansatz:

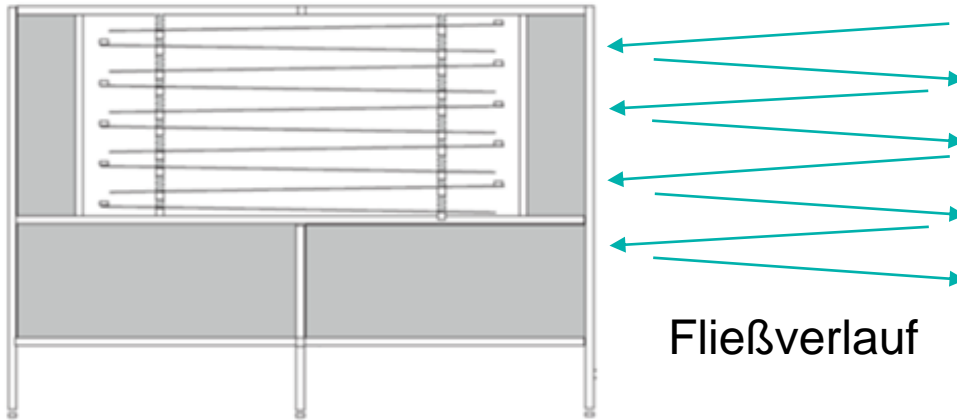
- **Abwasserreinigung in Containerlösung**
 - mobile Lösung (vorinstalliert, Transport & Aufstellung einfach => schnell einsetzbar)
 - gezielt auf Verschmutzung und erforderliche Wasserqualität ausgelegt (Systemauswahl: z.B. Algensorten, Vorfilterung etc.)
 - energetisch effizientes System (ideal: autark)
- **Innovative Projektaufgabe**
 - **Photobioreaktor** auf Algen basierte Hauptreinigungsstufe
 - **Sonnenlichtsystem** nachgeführt mit effizienter Nutzung durch Lichtseparation (**PAR (VIS)** mit **PBR** + **IR** mit **PV**)
 - Abwärmenutzung z.B. zur Biomassetrocknung

1. AlgaeSolarBoxes – Design: Photobioreaktor (IBG-2)

Partner: IBG-2 im FZJ
(Institut für Bio-Geowissenschaften
/Pflanzenwissenschaften)

Photobioreaktor Funktionstyp: Algae Turf Scrubber (ATS)

- Fließwasserreinigung durch Algenflor über leicht abfällige „Zickzack-Etagen“



ca. 2m

(im Bild mit 10 Stufen = 20 m Fließstrecke)



1. Prototyp mit LED-Beleuchtung



Quelle: IGB-2 / FZJ

Quelle: IGB-2 / FZJ

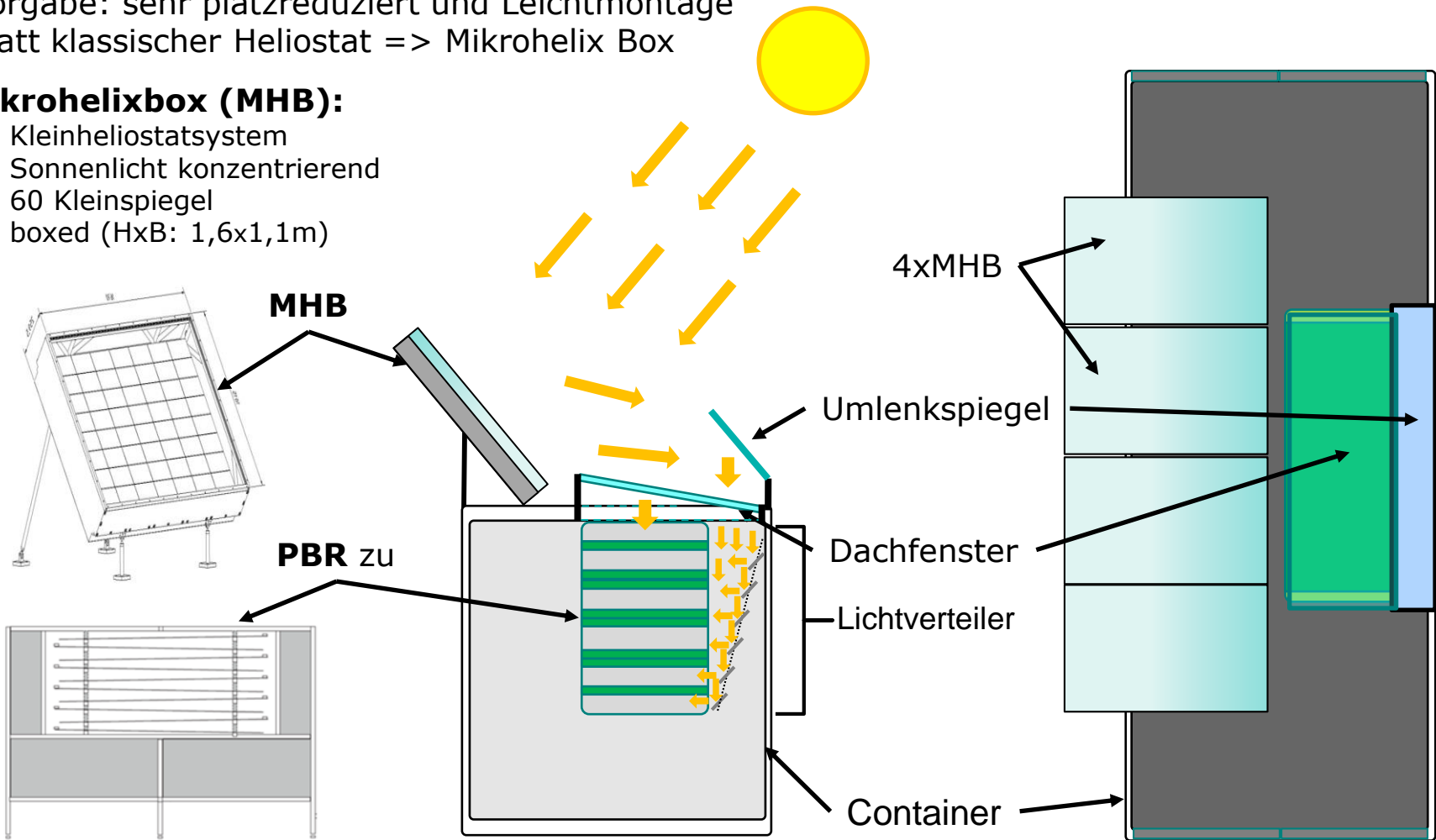
1. AlgaeSolarBoxes – Design: Mikrohelixbox-Solarsystem

Solarsystem für Container (SIJ)

Vorgabe: sehr platzreduziert und Leichtmontage
statt klassischer Heliostat => Mikrohelix Box

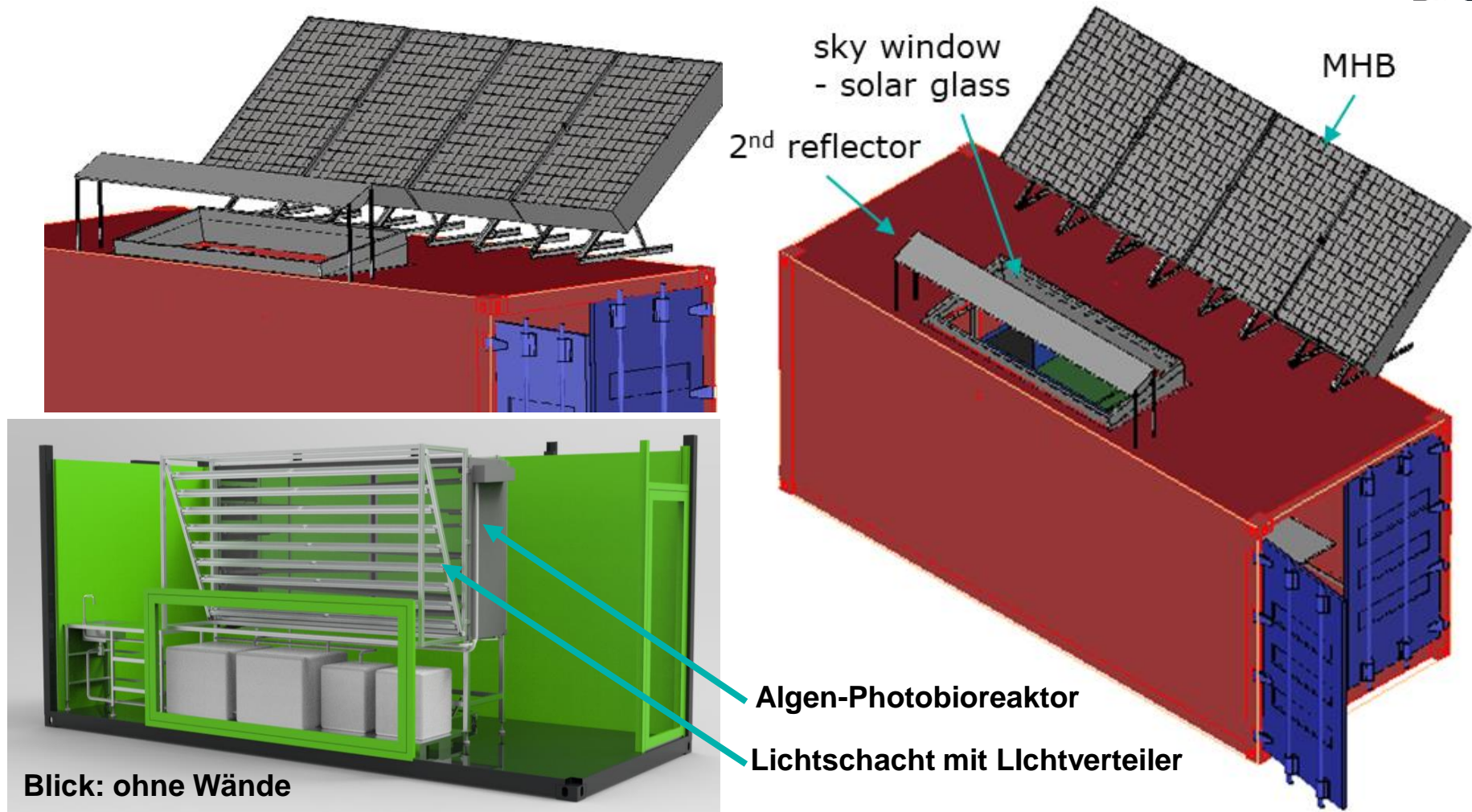
Mikrohelixbox (MHB):

- Kleinheliostatsystem
- Sonnenlicht konzentrierend
- 60 Kleinspiegel
- boxed (HxB: 1,6x1,1m)



1. AlgaeSolarBoxes: Stand – Containersystem

Aufbau des Containersystems mit Solarlichtanlage und PBR



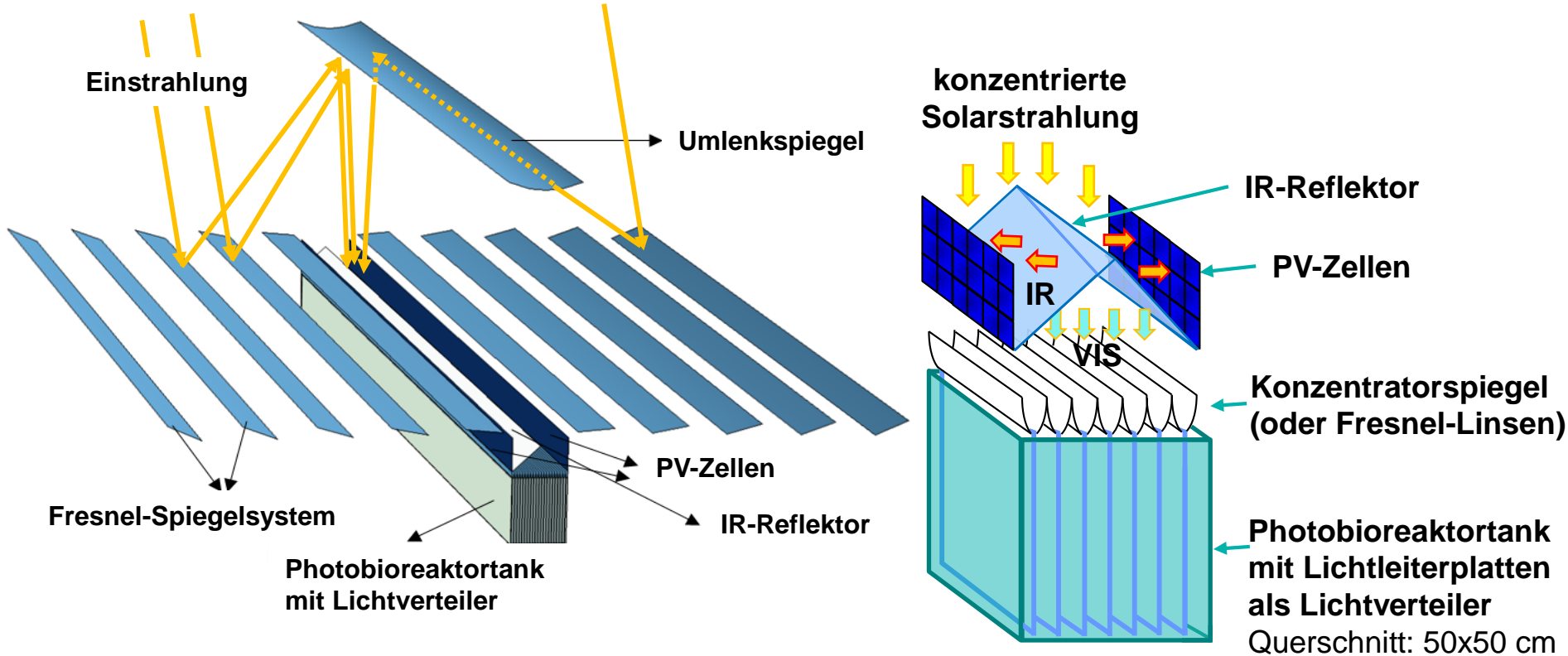
Blick: ohne Wände

2. AlgNutrient - Design: Solarer Algen-PBR als Großanlage

Designziel: konzentriert-solarbestrahlter Photobioreaktor als Großanlage mit PBR-Tank

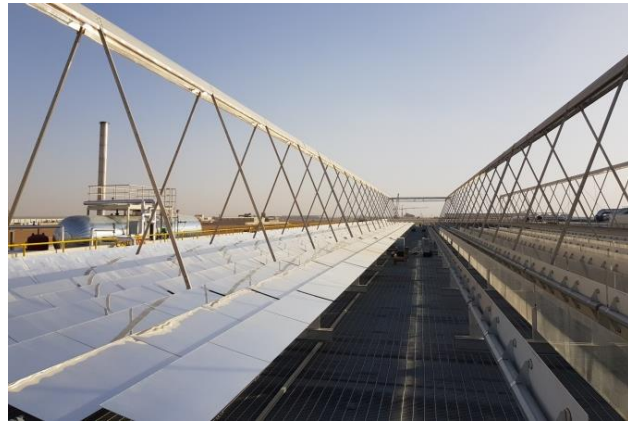
Ergebnis:

Fresnel-Spiegelanlage mit Umlenkspiegel (Top-to-Bottom)

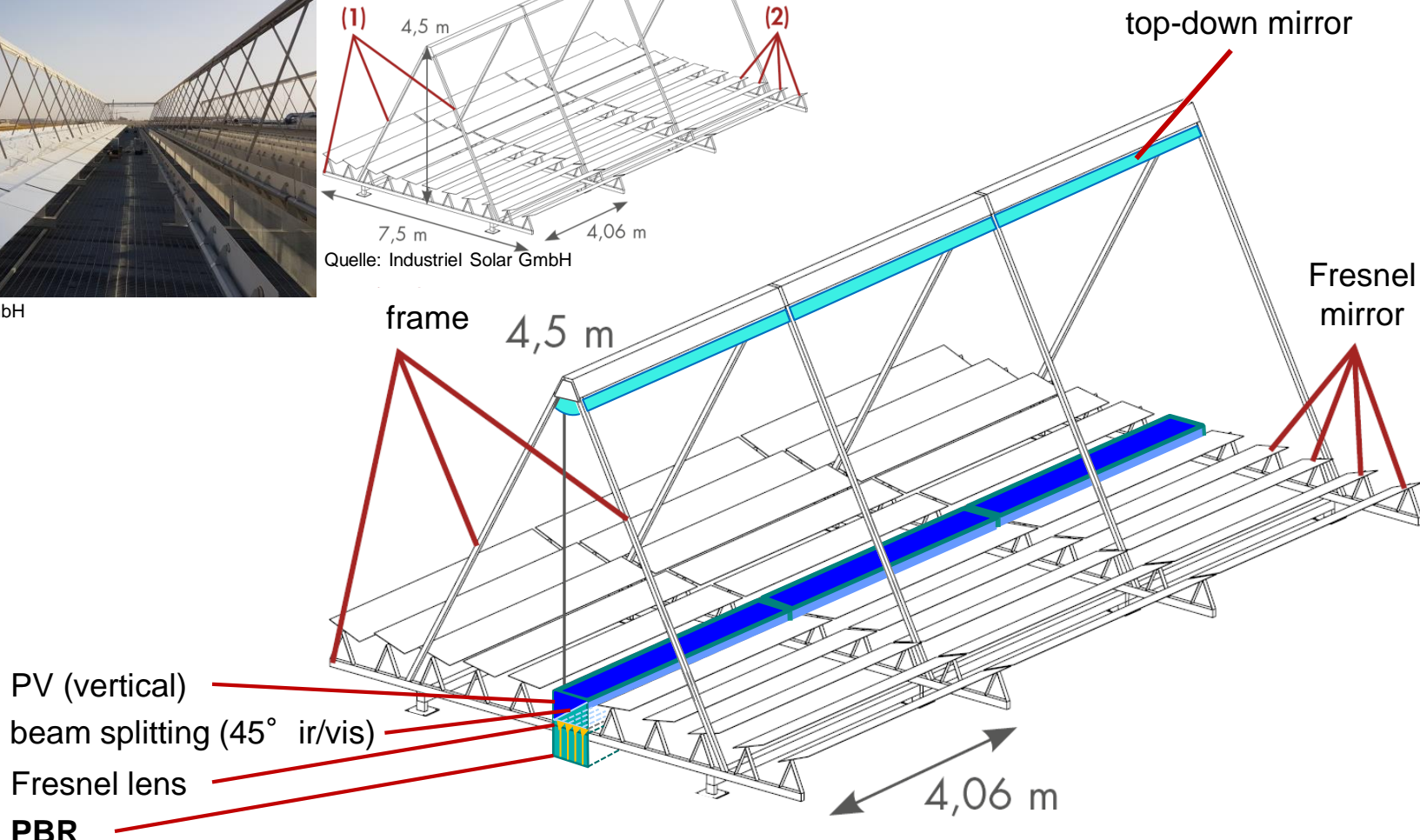
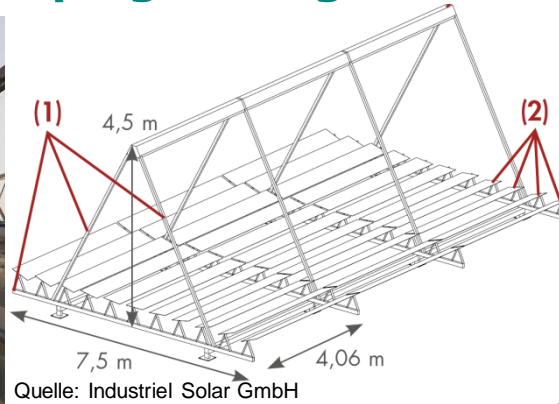


2. AlgNutrient - Design: Solarer Algen-PBR als Großanlage

Grundschemata: Fresnel-Spiegelanlage der Industrial Solar GmbH

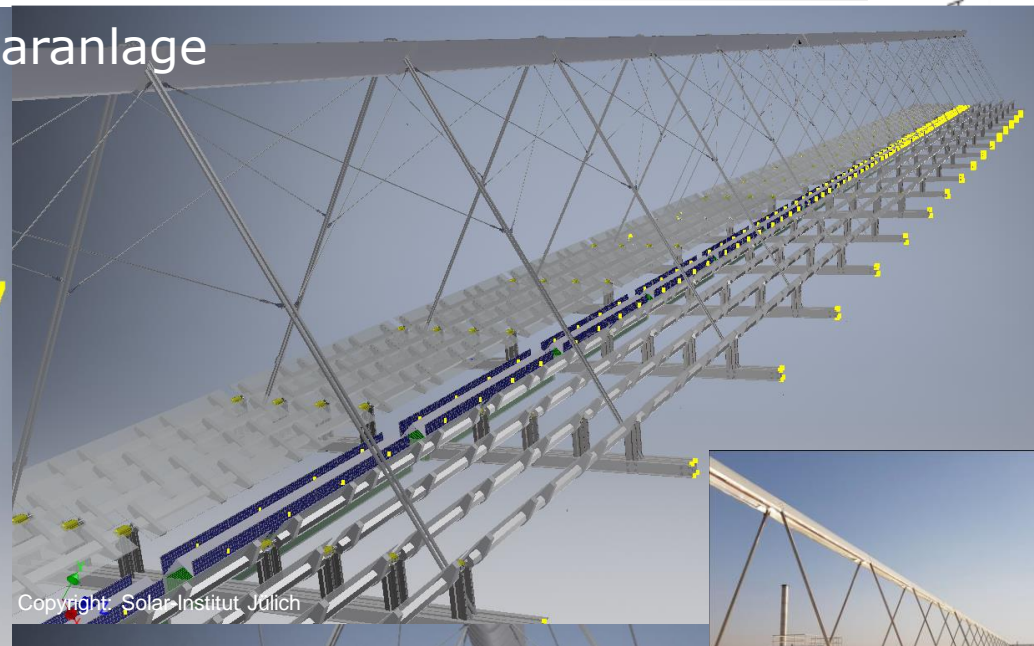
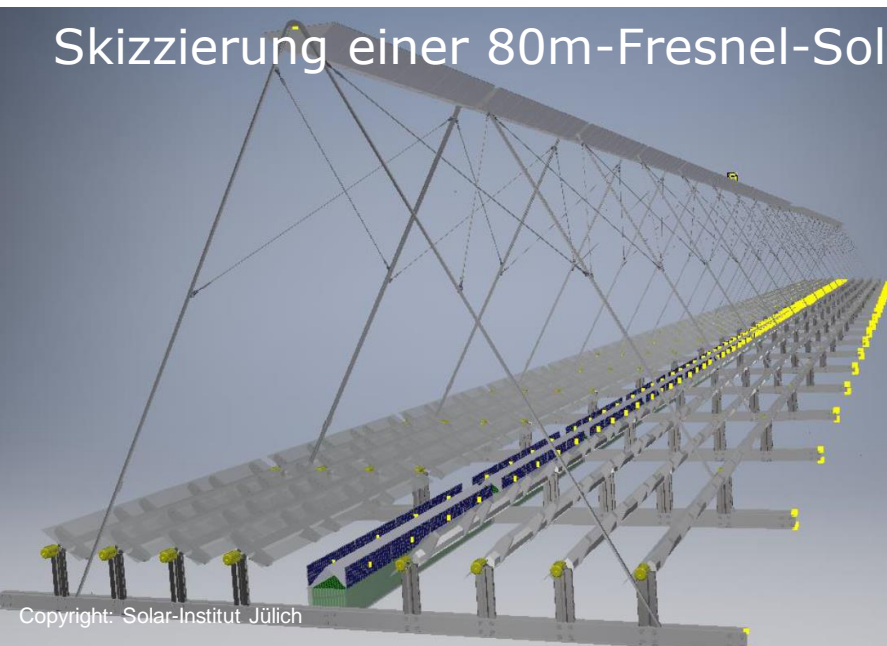


Quelle: Industriell Solar GmbH



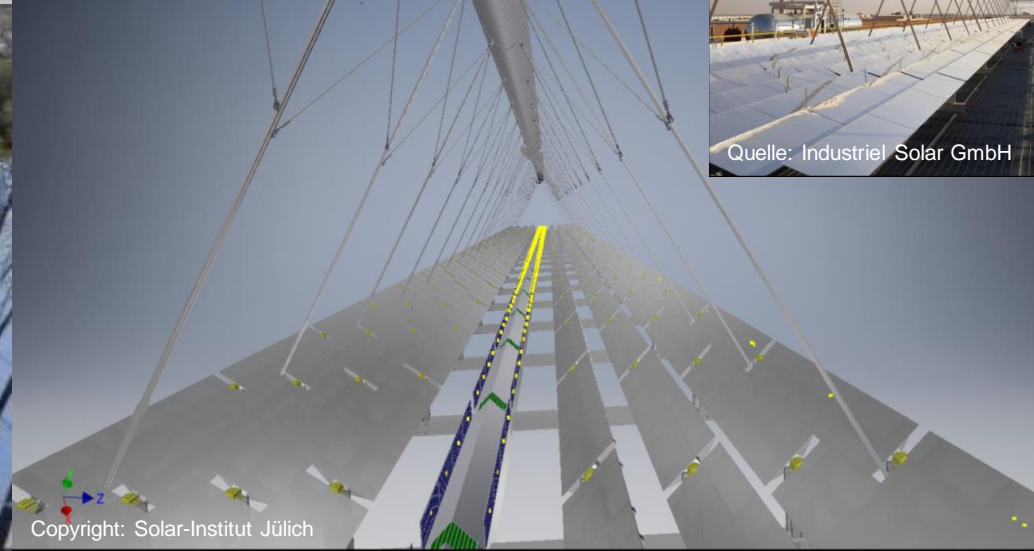
2. AlgNutrient – Design: Solarer Algen-PBR als Großanlage

Skizzierung einer 80m-Fresnel-Solaranlage

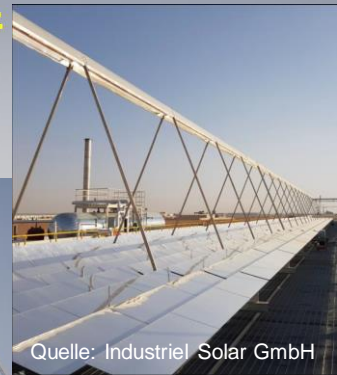


Copyright: Solar-Institut Jülich

Reale 36m-Fresnel-Solaranlage



Copyright: Solar-Institut Jülich



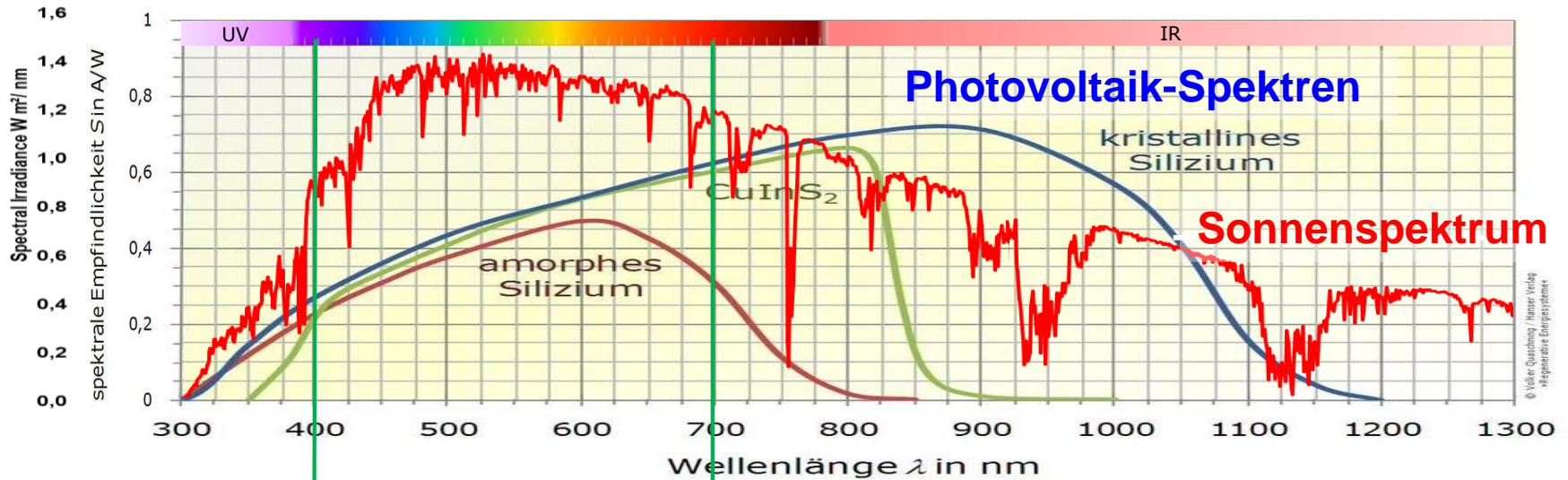
Quelle: Industriel Solar GmbH

Quelle: Industriel Solar GmbH

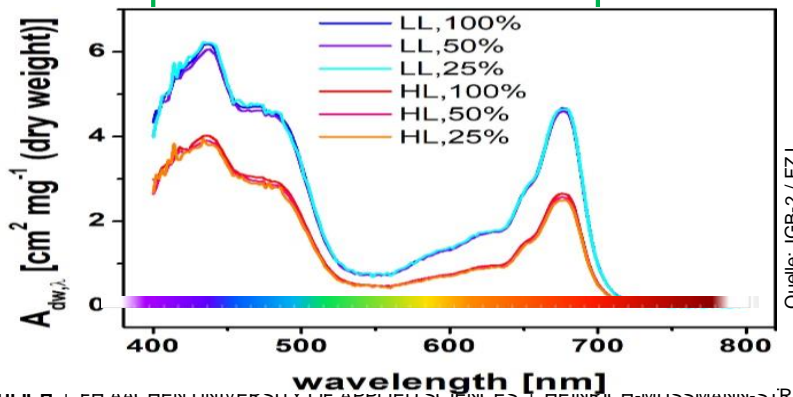
3.Übergreifendes Teilprojekt: Entwicklung IR-PV-Module

Spektrale Wechselwirkung: Photosynthese – Photovoltaik

- Spektrale Empfindlichkeit unterschiedlicher Solarzellen
- Sonnenspektrum AM1,5 (Referenz Spektrum ASTM G173-03)



- Spektren der Absorptions- und Streuquerschnitte, normalisiert auf das **Trockenalgenzellgewicht** ($A_{dw,\lambda}$) der LL- und HL-aklimatisierten Kulturen für die drei verschiedenen Algensuspensionsverdünnungen



Photosynthese-Spektren

3. Übergreifendes Teilprojekt: Entwicklung IR-PV-Module

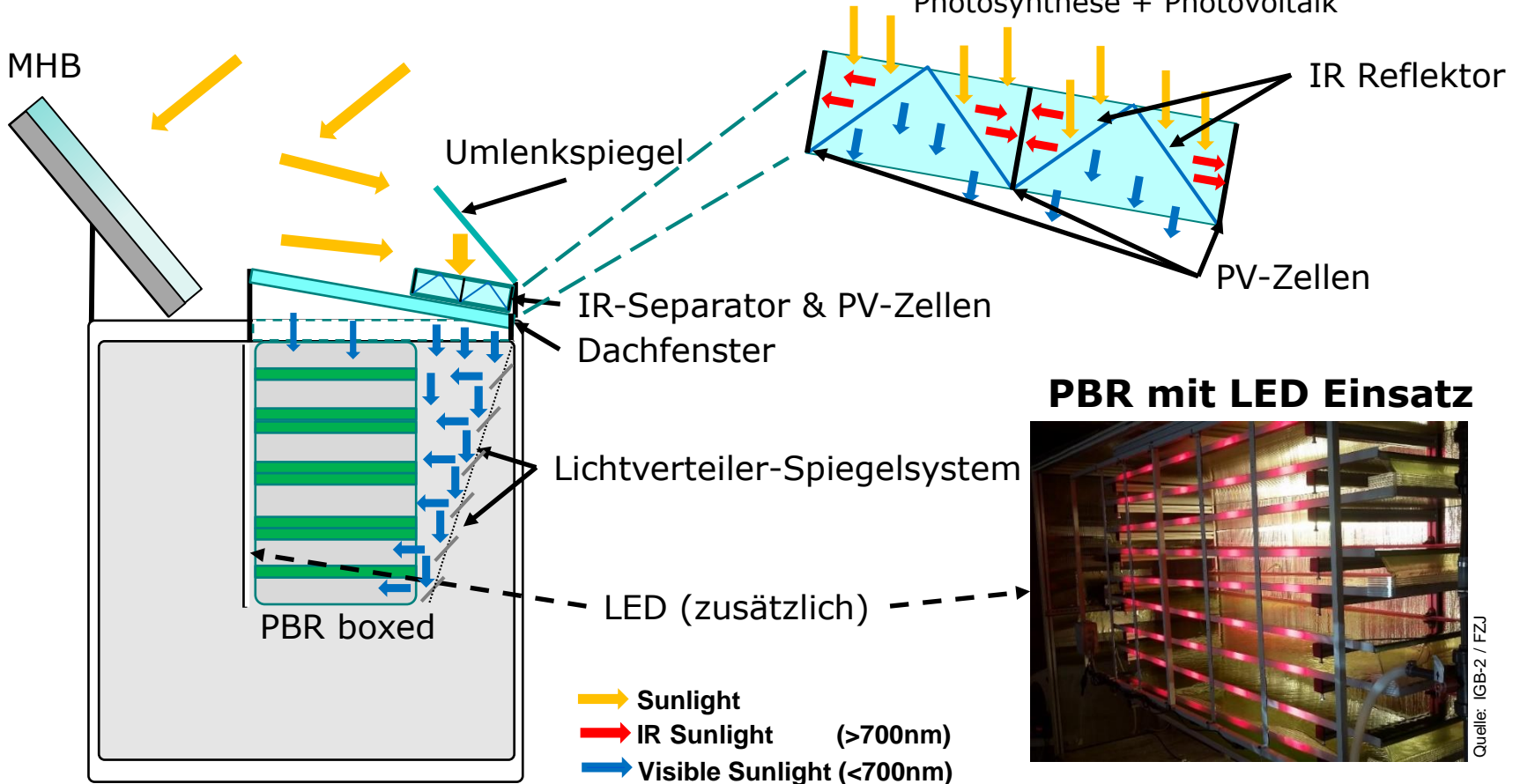
Abtrennung der IR-Strahlung und Nutzung durch PV

Ziel:

- IR-Strahlung separieren - Wärmeeintrag in PBR verringern
- IR-Strahlung mit PV verstromen zur Nutzung im System

IR-Separator & PV-Zelle

Kombinierte Nutzung von
Photosynthese + Photovoltaik



PBR mit LED Einsatz



Quelle: IGB-2 / FZJ

3. Übergreifendes Teilprojekt: Entwicklung IR-PV-Module

Tests an 2 kleinen Testmodellen des IR-PV-Moduls

je ca. 30x50cm Grundfläche

IR-Separator & PV-Zellen

Mit "Standard" PV-Zellen

(Zellen: bis ca. 160x160mm)

IR-Separator & PV-Zellen

Mit Teil-PV-Zellen

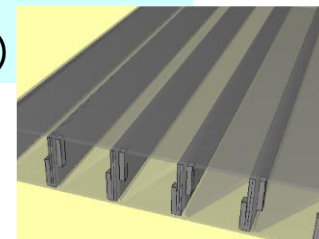
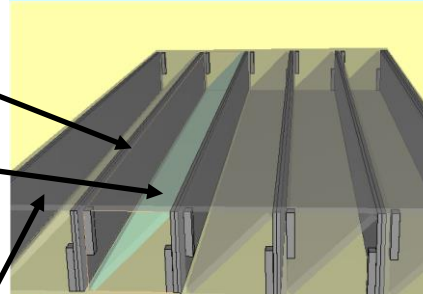
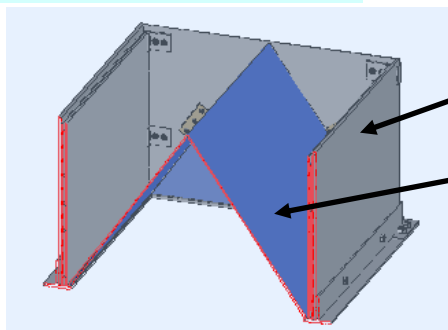
(Zellen: ca. 41x125mm)

Ziel:

- Effizienztests für PV-Zellen und IR-Reflektor

Ziel:

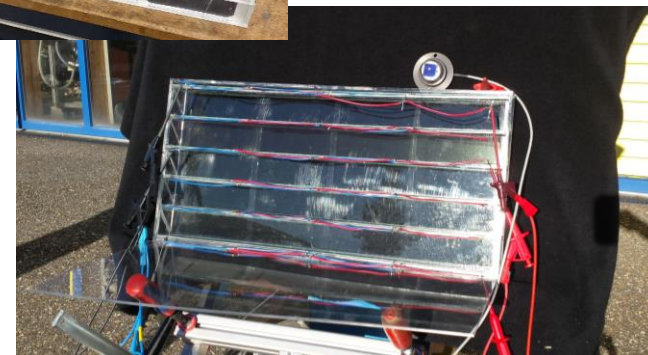
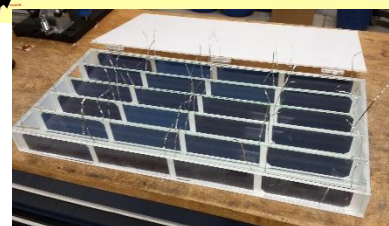
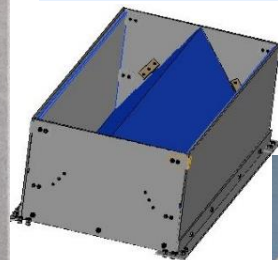
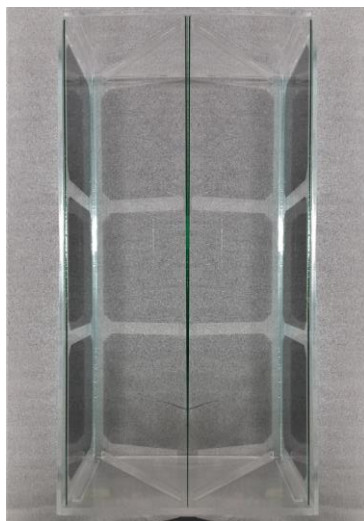
- Real-Life-Tests (inkl. Witterung)
- Optimierung der elektr. Verschaltung



PV-Zelle

IR-Reflektor

Deckglas



Zusammenfassung / Weitere Entwicklung

Zusammenfassung

- Potential von Algen-Photobioreaktoren
 - Weitreichende neue Optionen für Abwasserreinigung & Biomasseerzeugung
- **AlgaeSolarBoxes (Nachfolgeprojekt: AlgaeFertilizerBox)**: solarer PBR (MHB & ATS) in mobiler Container-Einheit
 - Ziel: Abbau von Schadstoffen (Nitrat in der Landwirtschaft)
- **AlgNutrient**: solarer PBR-Tank als Großanlage mit Fresnel-Solaranlage
 - Ziel: Rezyklierung von Nährstoffen (Phosphat/Düngung)
- Entwicklung IR-PV-Modul zur Nutzung Photosynthese & Photovoltaik
 - Nutzung von unerwünschtem IR-Licht im PBR durch spektrale Separierung

Weitere Entwicklung

- Aufbau des Container-Testsystems am FZJ inkl. Spektral-Modul
 - Container Aufbau und Beginn der Eignungstests Ende 2022 vorgesehen
- Test der Solarsystem-Komponenten im SIJ-Labor:
 - MHB ab April 2022
- Untersuchungen zum IR-Modul
 - Aktuell: Optimierung der PV-Zellen
- Raytracing-Analysen zur Auslegung des MHB
 - Positionsoptimierung, Effizienzvorhersage

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Projekt 1: AlgaeSolarBoxes (Nachfolgeprojekt: **AlgaeFertilizerBox**)

Partner: - Institut für Bio- & Geowissenschaften/Pflanzenwissenschaften (IBG-2) im FZJ

Zuwendungsgeber: BMBF Prog.: Modellregion, Phase 1 (und 2), BioRevierPLUS:InnoLa)

FKZ: 031B0918B

Projekt 2: AlgNutrient

Partner: - Institut für Bio- & Geowissenschaften/Pflanzenwissenschaften (IBG-2) im FZJ

- Lomonosov Moscow State University

Zuwendungsgeber: BMBF (Prog.: GER-RUS Bioeconomy International)

FKZ: 031B0453B



Bioökonomie
REVIER

