

CSP 4.0

Digitalisierung von Solarturmanlagen

04.07.2018

Patrick Hilger, M.Sc.

Dipl.-Ing. Mani Yousefpour



HELIOKON

Gliederung

Kapitel 1	Heliokon GmbH
Kapitel 2	CSP 4.0 – Die Vision
Kapitel 3	Digitalisierungsschwerpunkte im Heliostatenfeld
Kapitel 4	F&E mit Schwerpunkt Digitalisierung

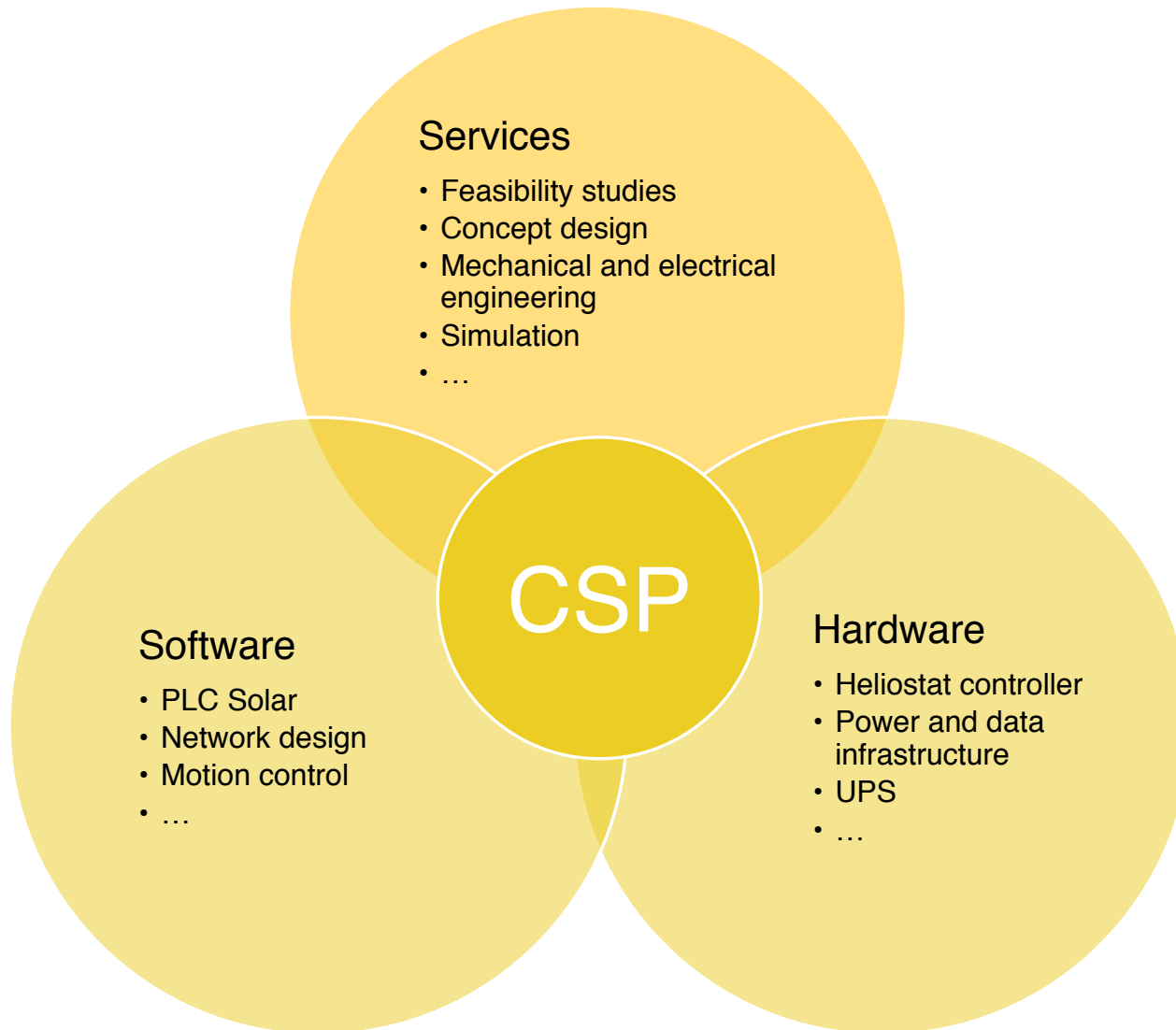
Kapitel 1

Heliokon GmbH

Experten für die Digitalisierung von
CSP- Anlagen

Heliokon GmbH

Experten für die Digitalisierung von CSP-Anlagen



Kapitel 2

CSP 4.0 – Die Vision

Smarte Produkte für Digitalisierung
und Vernetzung von CSP- Anlagen

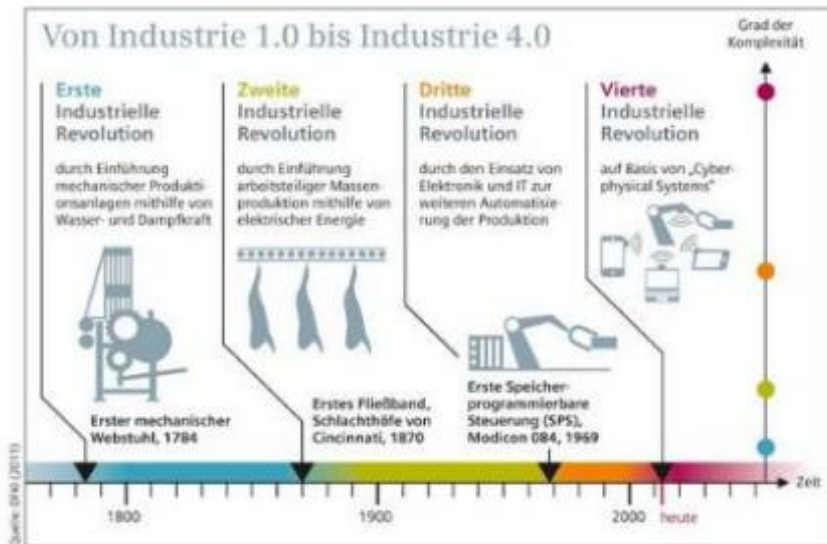
Industrie 4.0

Digitalisierung und Vernetzung durch cyber-physische Systeme

Industrie 4.0 umfasst die **intelligente Vernetzung** innerhalb der Wertschöpfungskette und die vollständige **Digitalisierung relevanter Informationen** (Quelle: SG 2015)

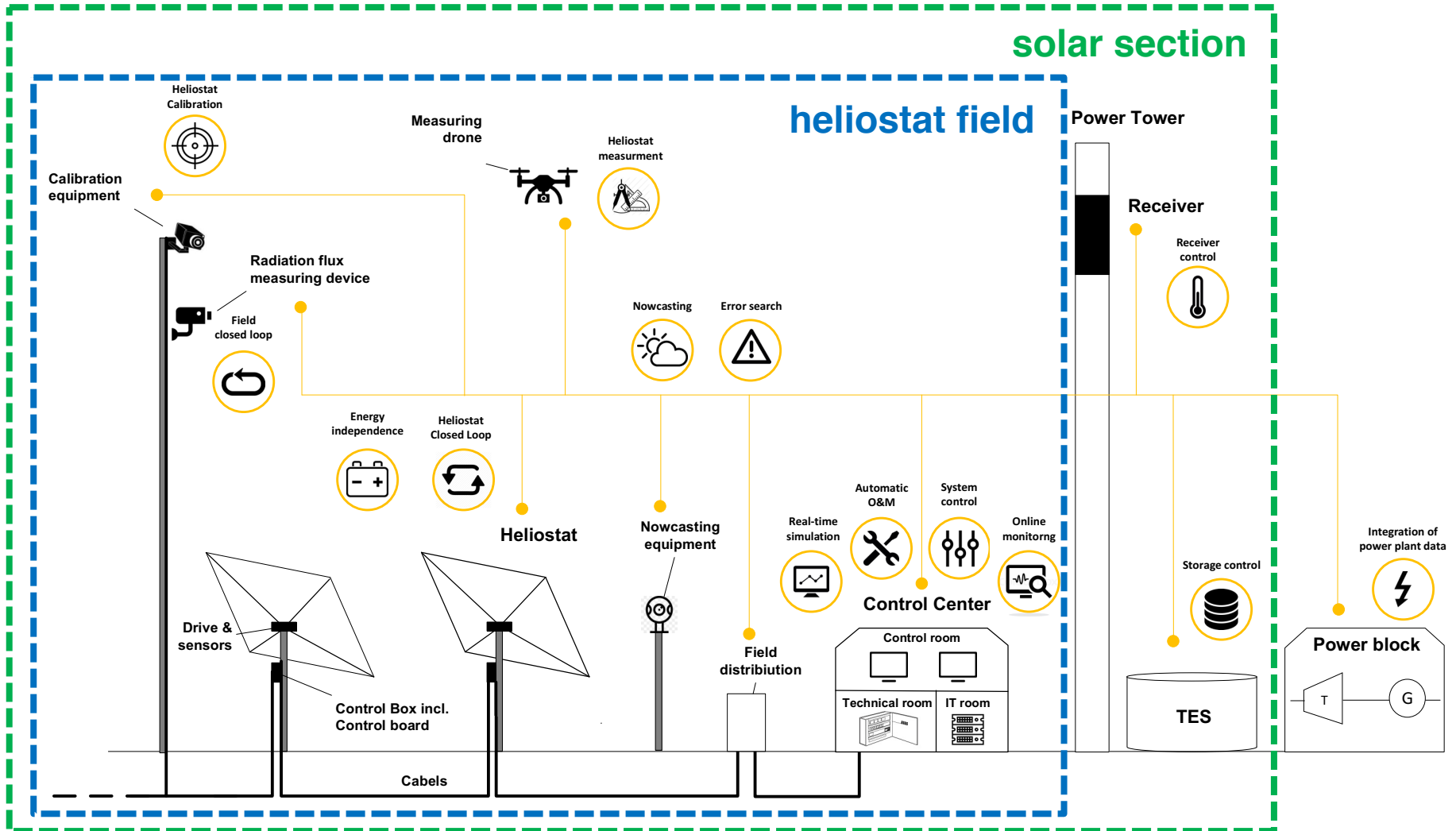
Aspekte und Merkmale von Industrie 4.0:

- **Vernetzung** von Mensch und Maschine
- **Informationstransparenz** durch Schaffung eines virtuellen Abbildes der realen Welt mittels digitaler Produkte und Dienstleistungen
- **Technische Assistenz** durch Schaffung von Assistenzsystemen zur Unterstützung des Menschen durch aggregierte, visualisierte Informationen
- **Dezentrale Entscheidungen** durch Schaffung autonomer cyber-physischer Systeme



CSP 4.0 – Digitalisierung von Solarturmanlagen

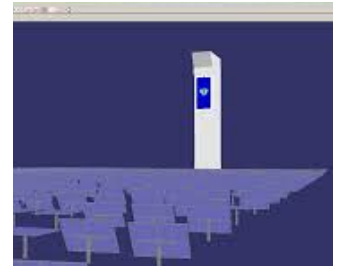
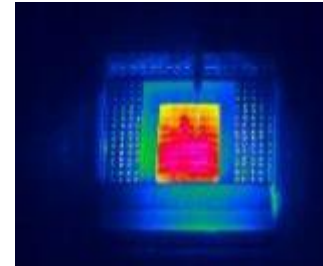
Das cyber-physische Leitsystem für den solaren Anlagenteil



Motivation

Kostensenkung und Mehrertrag durch CSP 4.0

- **Senkung von Investitionskosten**
 - Auf CSP zugeschnittene Hard- und Software
 - Kostenoptimierte Netzwerke
 - Einsatz von Funktechnologien
 - ...
- **Effizienz erhöhen**
 - Closed Loop
 - Online Kalibrierung
 - Nowcasting
 - ...
- **Verringerung O&M**
 - Automatisierte Störungsmeldung und Fehlersuche
 - Automatisierte Reinigung
 - Automatisierte Überwachung
 - ...
- **Schnellere Inbetriebnahme**
 - Standardisierte und automatisierte Verfahren
 - Onlineverfahren für Erstkalibrierung
 - ...



Kapitel 3

Digitalisierungsschwerpunkte im Heliostatenfeld

Herausforderungen und
Entwicklungsbedarf für CSP 4.0

Autonome und autarke Heliostaten

Autonom ist nicht zwangsläufig autark

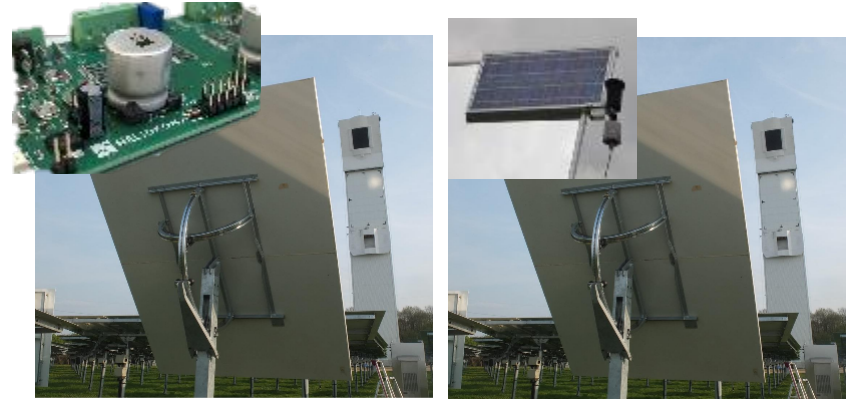
Autonom: intelligent – Analyse- und Entscheidungsfähig (Zukunft: lernfähig – KI)

Autark: unabhängige Energieversorgung

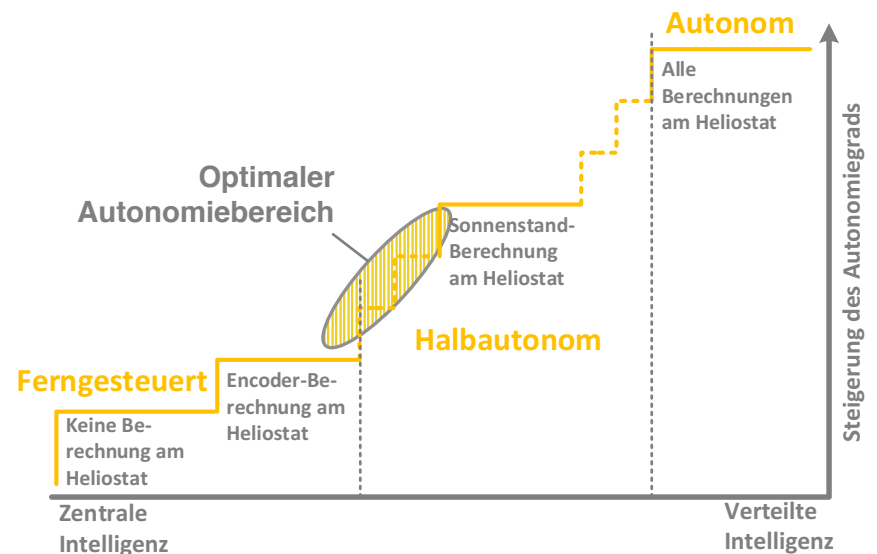
Der **Autonomiegrad** eines einzelnen Heliostaten ist **begrenzt**, hinsichtlich:

- Zielpunktstrategie
- Wetterbedingter Fahrweise (Nowcasting)
- Closed Loop (Flussdichte-Messung)
- Automatisierte O&M

→ **Zentrale Intelligenz und leistungsfähiges Netzwerk unverzichtbar**



Autonomiegrad (links), Autarkie (rechts) [Quelle DLR]



Funkbasierte Heliostaten(feld)steuerung

Die Umsetzung von CSP4.0 erfordert geeignete Funktechnologien

Motivation

I. Kostensenkung durch den Wegfall von Kabeln:

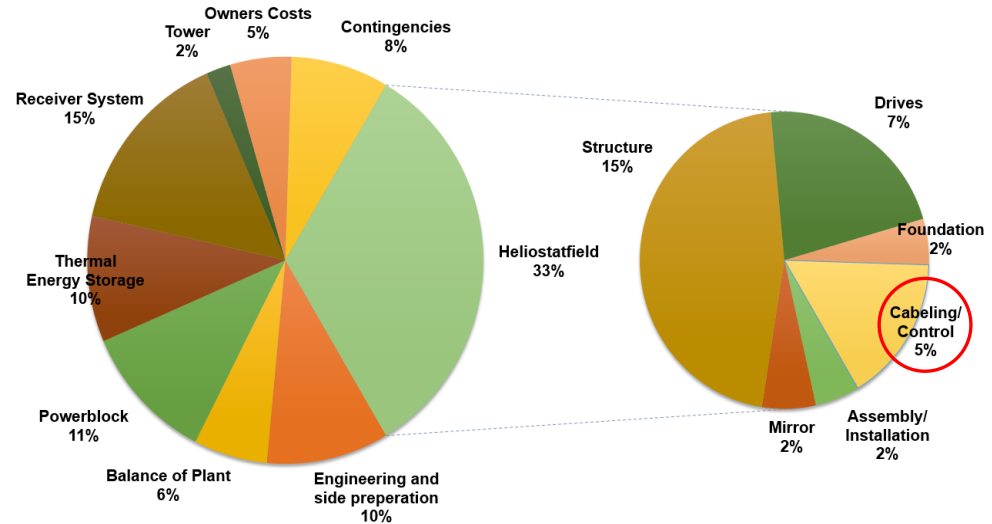
- Signifikante Kostenreduktion erst durch Wegfall aller Kabel und zuverlässige Funktechnologie möglich

II. Anwendung neuer Produkte und Funktionen:

- Mobile Roboter (Flurfahrzeuge)
- Flugdrohnen
- Mobile Assistenzsysteme
- ...

Herausforderungen

- **Keine** oder bedingt **fähige Funktechnologien** für Steuerung und Automatisierung
- **Sicherheit und Integrität**
- ➔ **Hoher F&E-Bedarf**



	Gegenwärtig									
	Diagnose & Wartung		Diskrete Fertigung		Lager und Logistik			Prozess-automatisierung	Augmen-ted Reality	Funktionale Sicherheit
	Generell	Condi-tion Monitoring	Generell	Motion Control	Generell	AGV	Kran-szenario			
802.11 (WLAN, IWLAN)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
802.15.1 (Bluetooth, WISA)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
802.15.4 (Zigbee, ISA100.11a, Wireless-HART)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LPWAN (LoRa, Sigfox, NB-IoT)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2G (GSM)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3G (UMTS)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4G (LTE R.13)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● Anforderungen können nicht erfüllt werden
 ● Anforderungen können je nach Anwendungsfall erfüllt werden
 ● Anforderungen können erfüllt werden

Quelle: VDE 2017

Closed Loop im Heliostatenfeld

Closed Loop ist nicht gleich Closed Loop

- **Antriebsregelung**

- Encoder (Absolut/Inkremental)
- Linear-Sensor
- ...

- **Heliostatenregelung**

- Neigungssensor
- Achsen-Drehgeber
- Optische Sensoren am Heliostat
- Kontinuierliche Online-Kalibrierung
- ...

- **Heliostatenfeld-Regelung**

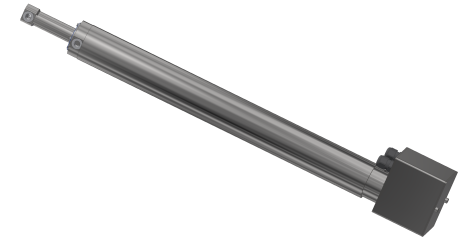
- Modell- bzw. simulationsbasierte Regelung (Quasi-geschlossen)
- Strahlungsfluss-Messung
- ...



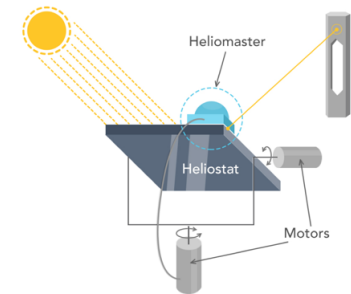
Encoder
[Quelle: Kübler]



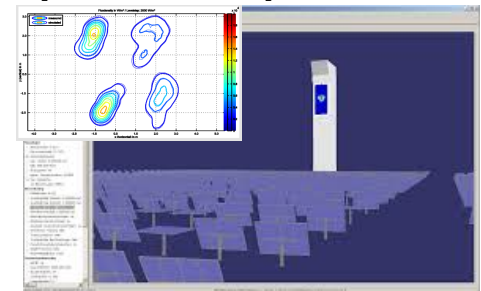
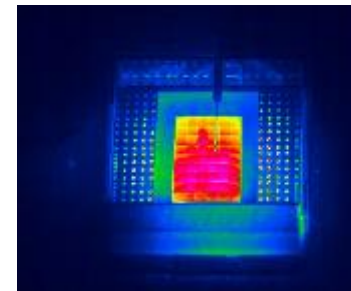
Neigungssensor
[Quelle: Kübler]



Linearaktuator
[Quelle: Heliokon]



Integrierte Kamera am Heliostaten
[Quelle: Solar XY]



Strahlungsfluss-Messung (links), -Simulation (rechts) [Quelle DLR]

Heliostat-Kalibrierung

Der Trend geht Richtung Online-Kalibrierung

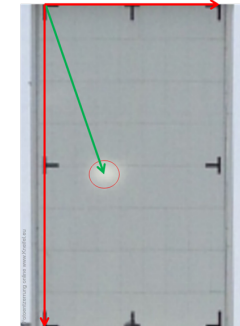
- **Erst-Kalibrierung:** Ausrichtung des Heliostaten nach seiner Installation
- **(Offline-)Kalibrierung:** Heliostat wird zwecks Kalibrierung aus dem Fokus genommen, z.B. Kamera-Target-Methode
- **Online-Kalibrierung:** Kalibrierung während des Betriebs, z.B. laserbasierte Verfahren

Herausforderungen:

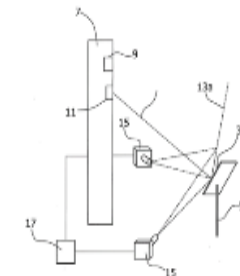
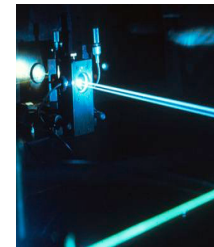
- Automatisierung der Verfahren
- Integration in Steuerungssoftware
- Kostenreduktion für neue Verfahren
- Vermessung während des Betriebs



Erst-Kalibrierung mittels Neigungs- / Lagesensor
[Quelle DLR]



Kamera-Target-Kalibrierung [Quelle DLR]



Online-Kalibrierung durch Laser [Quelle SIJ]

Weitere Produkte und Dienste für CSP 4.0

Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten

- **Nowcasting:** kurzfristige Vorhersagen der solaren Einstrahlung zur dynamischen Anpassung der Betriebsführung
- **Echtzeitsimulation:** realitätsnahe und schnelle Modelle zum Echtzeit-Vergleich zwischen Ist- und Soll-Zuständen
- **Online-Überwachung:** Zustand- und Prozessüberwachung durch den Einsatz neuartiger Technologien, z.B. Drohnen
- **Automatisierte Wartung und Instandhaltung:** automatisierte Reinigung mit Robotern, automatisierte Störungsmeldung, Fehlersuche und -Fehlerbehebung



Nowcasting mit Wolkenkamera [Quelle DLR]



Vermessung der Heliostaten mit Drohnen [Quelle DLR]

Auf dem Weg zu CSP 4.0

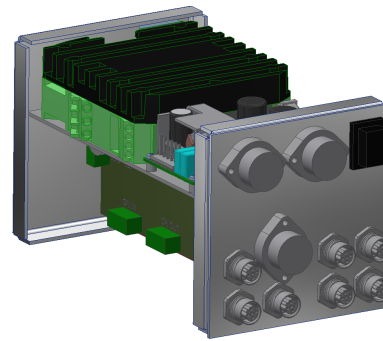
Digitalisierung setzt neue Anforderungen

Durch Digitalisierung ...

- werden **neue Produkte und Services** im Kraftwerk eingesetzt, die in das Leitsystem integriert werden müssen
- stehen **mehr Daten in kürzeren Sequenzen** zur Verfügung
- werden Steuer- bzw. Regelprozesse **komplexer**

Neue Anforderungen

- Integriertes Leitsystem für den gesamten solaren Anlagenteil
- Echtzeitfähiges Netzwerk
- Maßgeschneiderte Hardware
- Leistungsfähige Datenbanken



Kapitel 4

F&E mit Schwerpunkt Digitalisierung

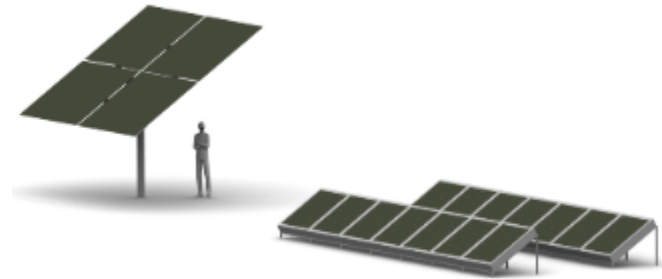
Entwicklungsprojekte zur
Umsetzung von CSP 4.0

Heliokon Forschungsprojekte

...mit Schwerpunkt Digitalisierung

MHF : Mikrohelix-Feldtest

- Maßgeschneiderte Controller für MH
- Autarke Energieversorgung
- Erprobung von Funk
- Anpassung/Erweiterung des Leitsystems



Klassischer Heliostat (links) vs. Mikroheliostat (rechts) [Quelle SIJ]



H2Loop (in Antragsphase):

Quasi-geschlossene Heliostatenfeld-Regelung eines Multi-Kammer-Reaktors zur solaren Wasserstofferzeugung

- Modellbasierte Heliostatfeld-Regelung (Quasi-geschlossen)
- Online-Kalibrierung



HYDROSOL-Anlage mit einem Multi-Kammer-Reaktor [Quelle DLR]



Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



2014

EFRE.NRW
Investition in unsere Zukunft
und Beschäftigung



So long, and thanks for all the attention