



Verbesserung der Bankability
solarthermischer Kraftwerksanlagen durch
standardisierte Ertragsprognoseverfahren

Kostenreduktion durch Standardisierung von Ertragsberechnungsverfahren

19. Kölner Sonnenkolloquium 19. Mai 2015
Tobias Hirsch, DLR



Wissen für Morgen

Inhaltsübersicht

Motivation: Grundlagen der Projektfinanzierung

Ertragsprognose-Standardisierungsprojekte CSPBank/guiSmo

Inhalte des Handbuchs

Status und Ausblick



Projektfinanzierung

Corporate lending

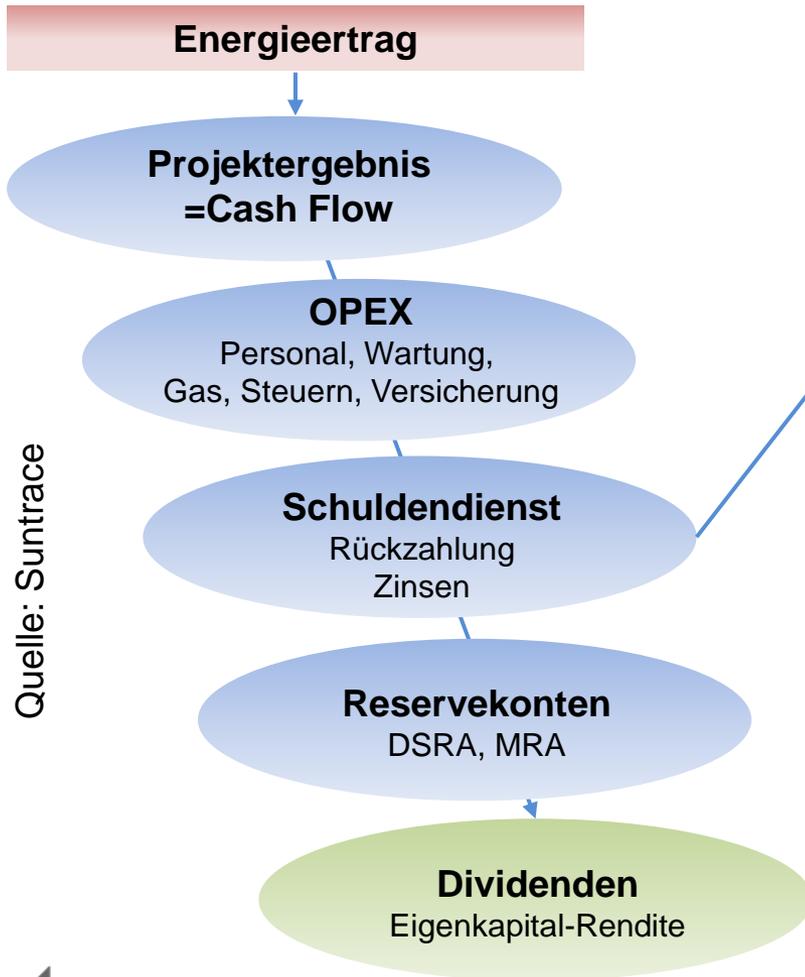
Project finance

Quelle: Suntrace

- Kommerzialisierung von CSP-Projekten erfordert Projektfinanzierungsschemas.
- Finanzierungsbedingungen hängen direkt von den Projektrisiken ab.



Der *Cash-Flow Wasserfall* in der Projektfinanzierung



Quelle: Suntrace

Finanzierer verwendet als zentrale Kennziffer für seine Kreditdimensionierung den *Debt Service Coverage Ratio (DSCR)*:
Verhältnis aus mindestens vorhandenem Cash-Flow zu dem für Schuldendienst benötigten Cash-Flow.

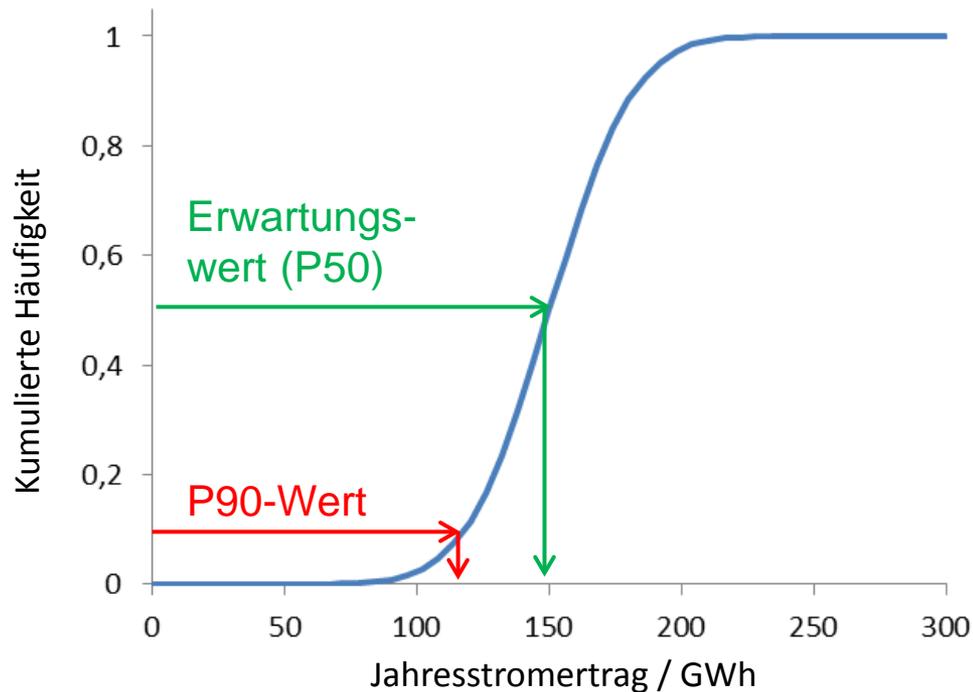
Hoher DSCR

- hoher Eigenkapitalanteil
- hohe Finanzierungskosten

Üblich für CSP: DSCR=1.2 ... 1.3
basierend auf P90-Ertragsberechnung!



Unsicherheiten als Kostentreiber in Finanzierung



Unsicherheiten müssen in Ertragsberechnung systematisch berücksichtigt werden.

Mögliche Einteilung der Unsicherheitsquellen:

- Modellunsicherheit
- Unsicherheit der Parameter
- Unsicherheit in Meteo-Daten

Alle Ertragsberechnungen unterliegen einer Unsicherheit. Diese ist entscheidend für die Finanzierungsbedingungen.



Beispiel für Einfluss auf Finanzierungsbedingungen

Konfiguration: Parabolrinnenkraftwerk mit Öl, 100 MW_{el},
Zwei-Tank-Salzspeicher, Standort Spanien

Basis-Finanzierungsparameter:

70% Fremdkapitalanteil
17 Jahre Kreditlaufzeit
4,8% Zinssatz

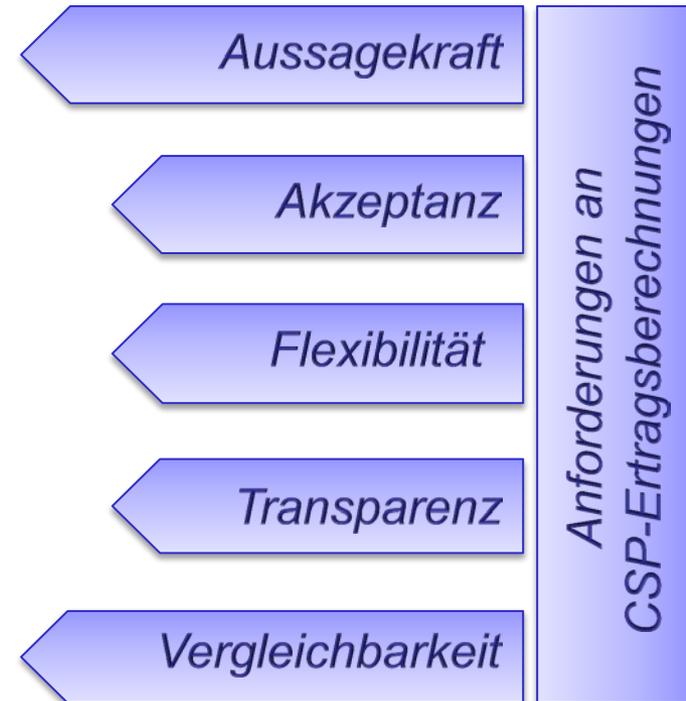
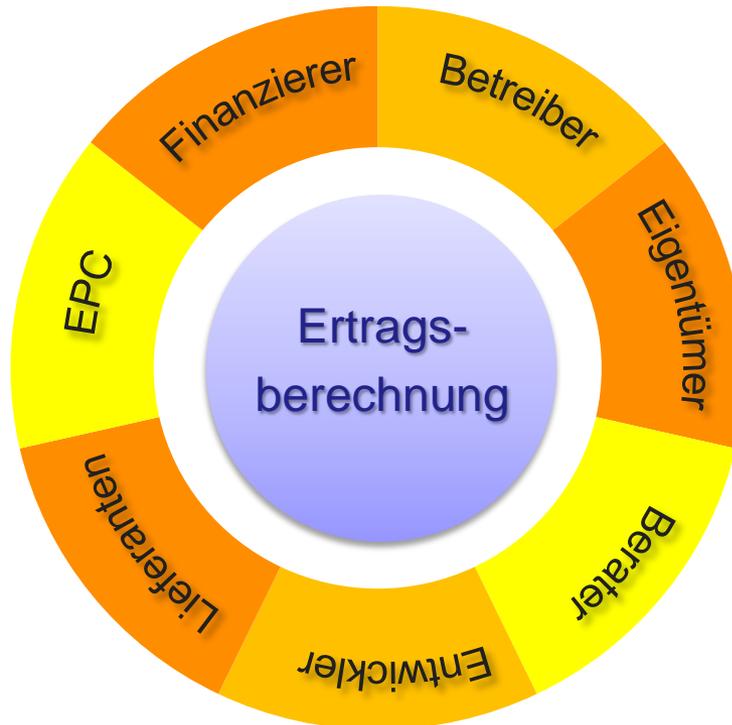
Reduktion des Projektrisikos führt zu verbesserten Finanzierungsbedingungen:

80% Fremdkapitalanteil	→ LCOE sinken um 6.3%
19 Jahre Kreditlaufzeit	→ LCOE sinken um 2,5%
3,75% Zinssatz	→ LCOE sinken um 4,2%

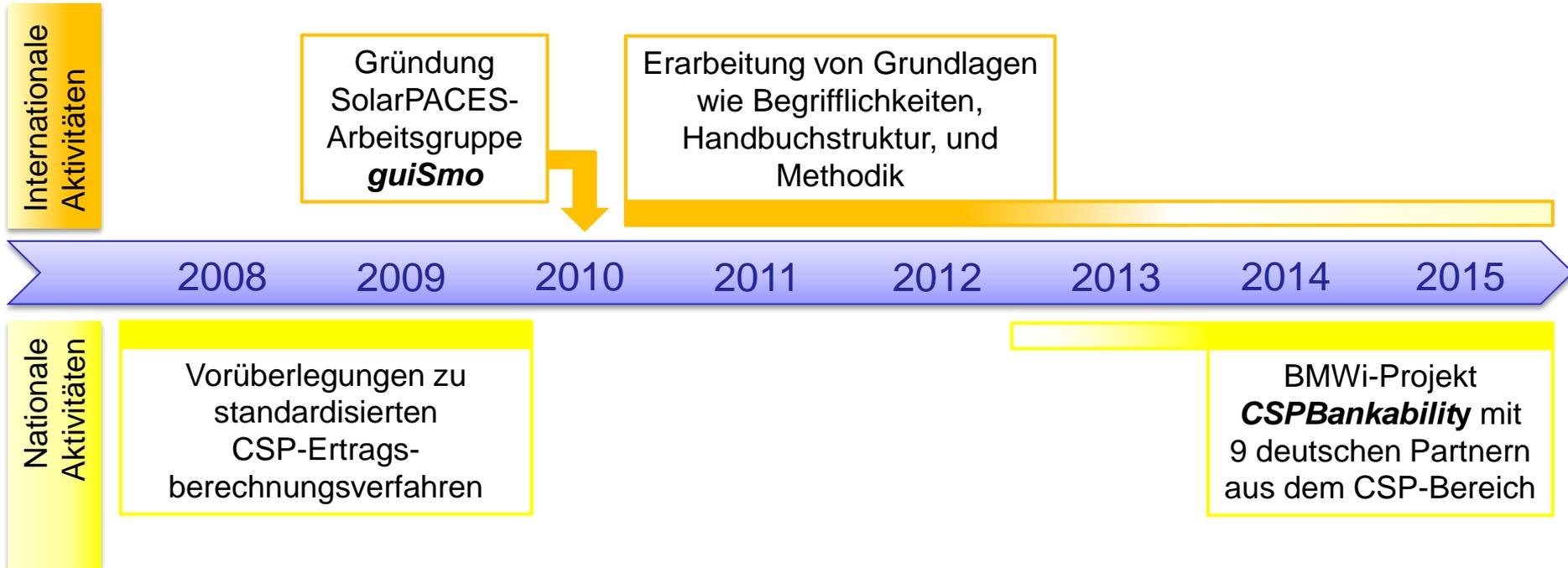
**→ Gut aufgestellte Projekte mit geringen Risiken können
ca. 10% niedrigere LCOE realisieren als Projekte mit höheren Risiken.**



Standardisierung der Ertragsprognose als ein Baustein zur Reduzierung der Projektrisiken



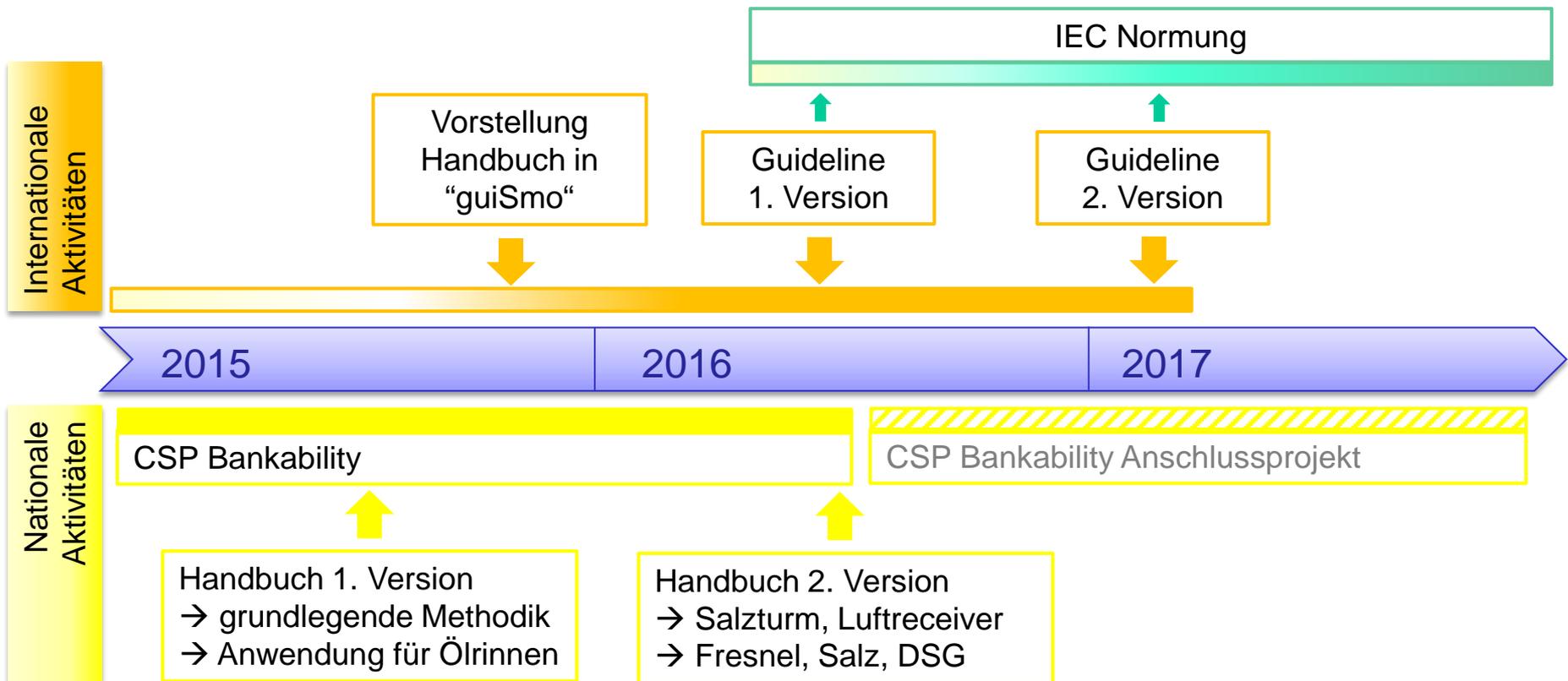
Historie der Standardisierungsaktivitäten



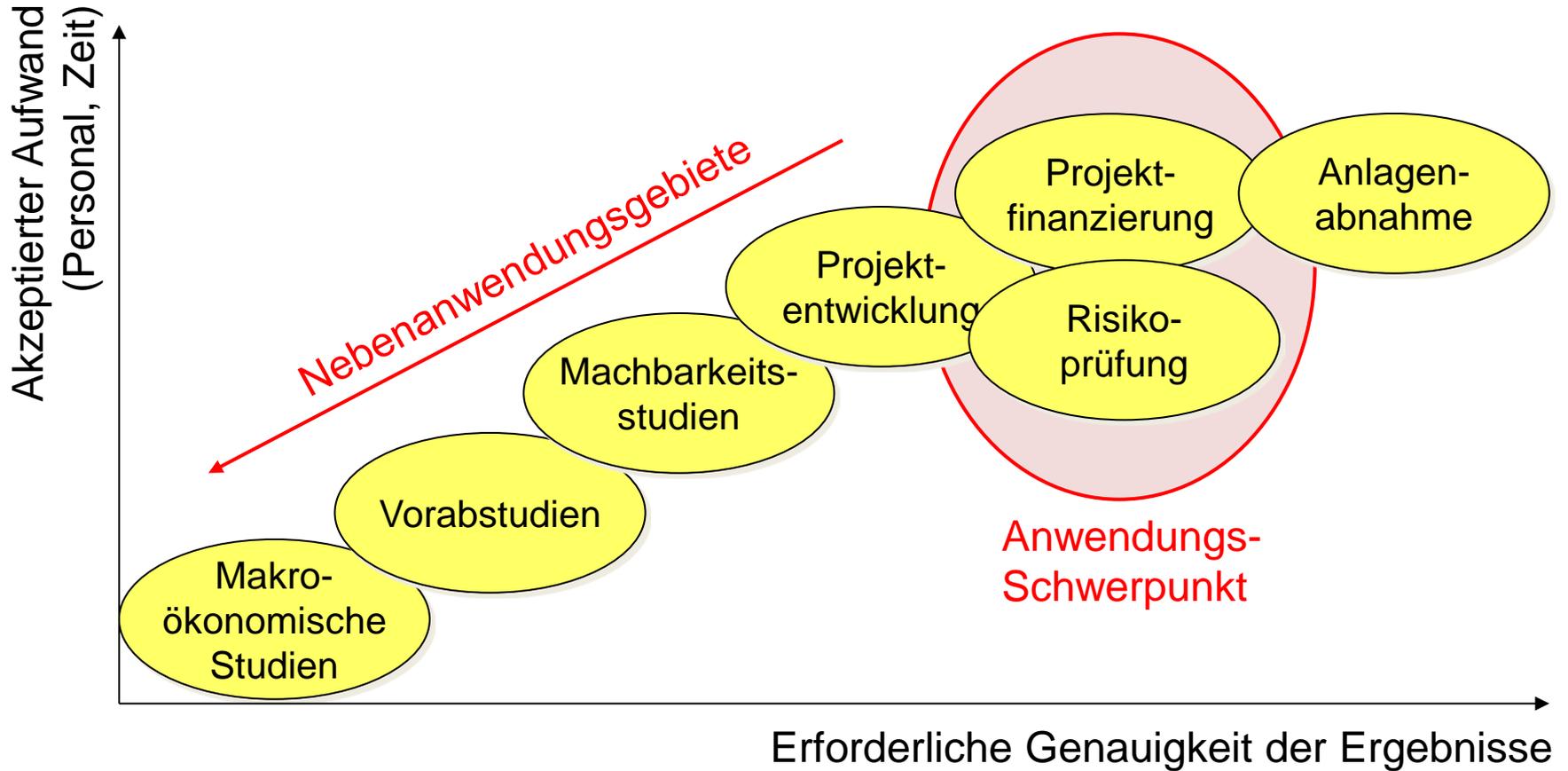
Ziel :
Entwicklung eines Handbuchs zur Ertragsberechnung Solarthermischer Kraftwerke



Nächste Schritte und mittelfristiges Ziel



Anwendungsschwerpunkt



Aufbau des Ertragsprognose-Handbuchs

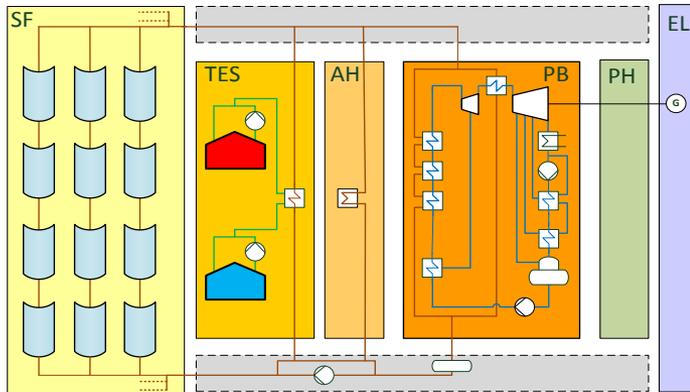


Stand 18.5.2015: - 1 Guidelinedokument und 16 Anhänge im Entwurfsstadium
- Insgesamt mehr als 300 Seiten ausgearbeitet

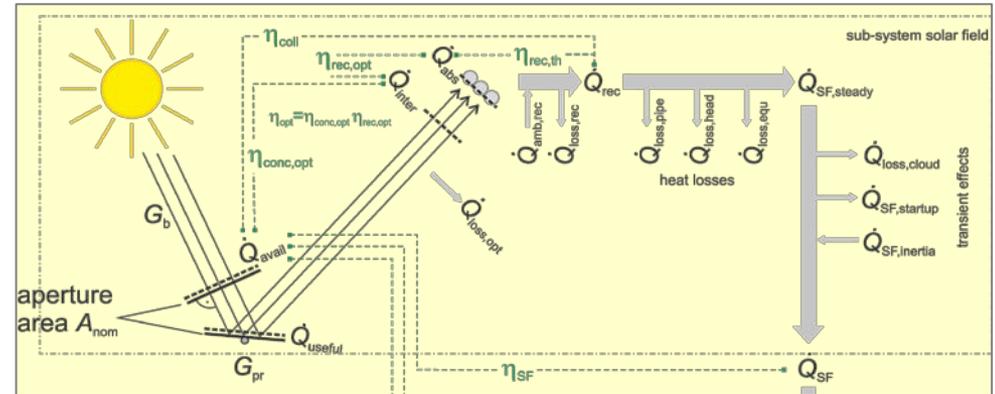


Inhalte des Handbuchs

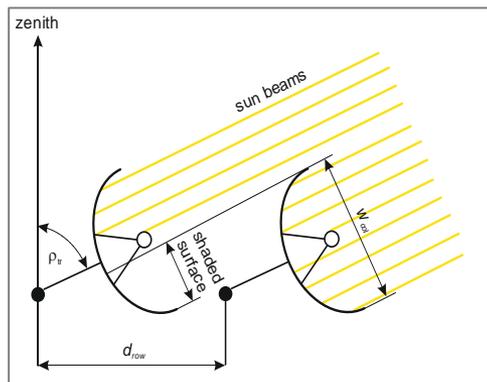
Strukturierungsgrundlagen



Begriffsdefinitionen



Erläuterungen



Gleichungen

$$\eta_{\text{shad,row}} = \frac{d_{\text{row}} \cos(\rho_{\text{tr}})}{w_{\text{col}}} \quad \text{for } 0 \leq \frac{d_{\text{row}} \cos(\rho_{\text{tr}})}{w_{\text{col}}} \leq 1$$

$$\eta_{\text{shad,row}} = 0 \quad \text{for } \frac{d_{\text{row}} \cos(\rho_{\text{tr}})}{w_{\text{col}}} < 0$$

$$\eta_{\text{shad,row}} = 1 \quad \text{for } \frac{d_{\text{row}} \cos(\rho_{\text{tr}})}{w_{\text{col}}} > 1$$

Daten

Parameter	Value	unit
Net aperture area	817.5	m ²
Net optical efficiency	78	%
Collector length	148.5	m
Aperture width	5.77	m
Gross aperture area	856.8	m ²
Gross optical efficiency	74.4	%



Ausarbeitung von Referenzkonfigurationen als Beispielfälle für den Nutzer

Concentrator	Trough	Tower	Fresnel	Tower	Fresnel
Medium	Oil	Molten salt	Water/steam	Air	Molten salt
Site	PSA	South Africa	South Africa	Algeria	Solar village
Turbine gross	100 MW	100 MW	50 MW	50 MW	100 MW
Storage size	8 FLH 2x2 tank salt	12 FLH 2 tank salt	-	10 FLH regenerator	12 FLH 2 tank salt
Steam parameters	100 bar 383 °C	115 bar 550 °C	120 bar 520 °C	120 bar 520 °C (2 pressure)	115 bar 535 °C (Salz 550)
Reheat	yes	yes	no	no	yes
Cooling	Wet cooling tower	Air cooled condenser	Air cooled condenser	Air cooled condenser	Air cooled condenser

Für die 4 Standorte werden typische meteorologische Jahre in einer Auflösung von 10 min bzw. 60 min zur Verfügung gestellt.



CSPBank: Erreichter Stand und Ausblick

Im Rahmen von CSPBank abgedeckt

- Grundlegende Strukturen geschaffen
- Modellierung wichtiger CSP-Systeme ist beschrieben
- Referenzkonfigurationen dargestellt und Meteo-Daten verfügbar
- Methodik zur Behandlung der Unsicherheit erstellt
- Finanzmodell und Kostenstruktur erstellt
- Abstimmung im Rahmen der deutschen Projektpartner



Ausblick

- Überprüfung durch internationale Experten im Rahmen von SolarPACES
- Vertiefung der Unsicherheitsberechnung
- Erweiterung auf andere CSP-Technologien
- Validierung anhand von Betriebsdaten



Ihre Möglichkeit mitzuwirken!
Kontakt: tobias.hirsch@dlr.de

