

Simulation solarthermisches Kraftwerk



Dish / Stirling-
System am
Standort
Hamburg

Ileana Weber
Tonja Lerche
Thomas Kempf
Matthias Gehling

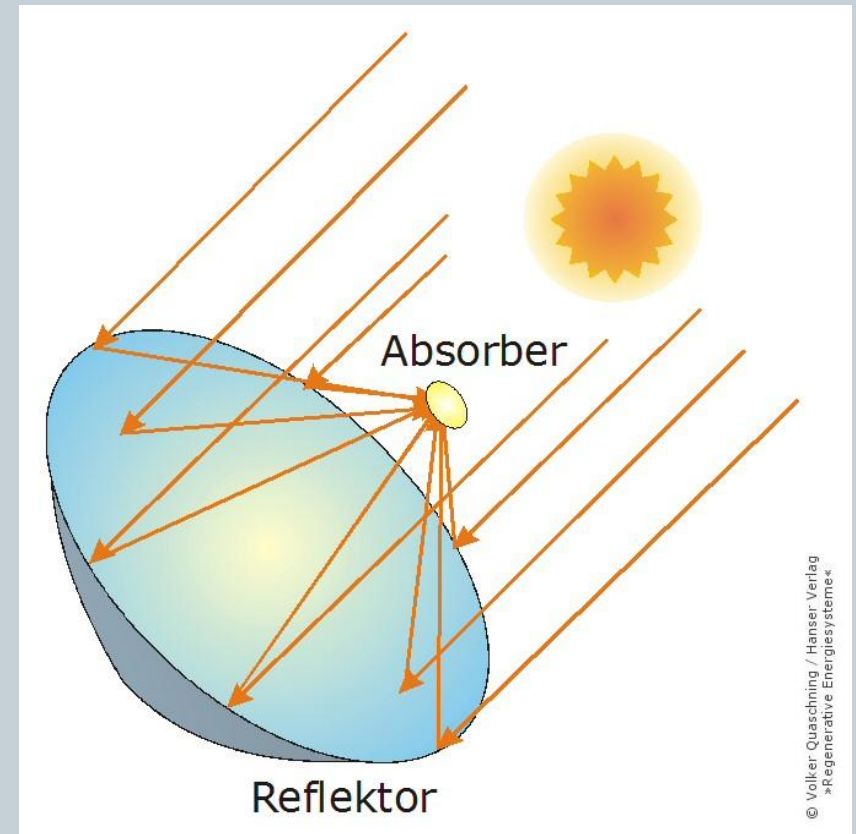
10.07.2010

Prof. Dr.-Ing. Heike Frischgesell
**Akademie für
Erneuerbare Energien
Lüchow-Dannenberg**

Funktionsweise und Aufbau

2

- Nur direkte solare Normalstrahlung nutzbar
- Sonnenlicht wird durch einen Reflektor auf einen Absorber konzentriert
- Umwandlung Wärmeenergie in elektrische Energie mit Stirlingmotor (Heißluftmotor)



Quelle: V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme

Technische Daten Modell: „EuroDish“

3

Konzentrator Durchmesser	8,5 m
Reflektierende Fläche (Aperturfläche)	56,7 m ²
Fokuslänge	4,5 m
Mittlerer Konzentrationsfaktor	2500
Elektrische Bruttoleistung (Stirling)	9 kW
Elektrische Nettoleistung	8,4 kW
Reflexionsgrad	94 %
Arbeitsgas	Helium
Gasdruck	20...150 bar
Receiver Gastemperatur	650 °C
Stirling Einheit	SOLO Stirling 161

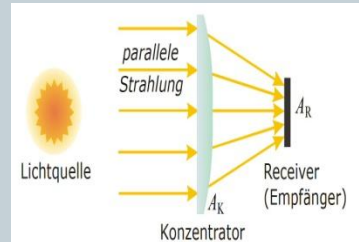
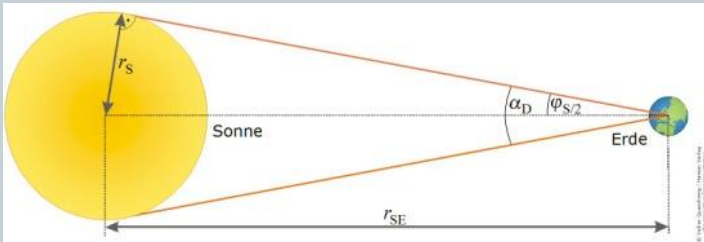


Quelle: Schlaich Bergemann und Partner, Stuttgart

Nutzbare Wärme - Nutzleistung

4

$$Q_{KN} = D_{NI} A_K E (\cos \theta_i) \rho \phi \tau \alpha - A_R [U(T_R - T_U) + \sigma F (T_R^4 - T_U^4)]$$



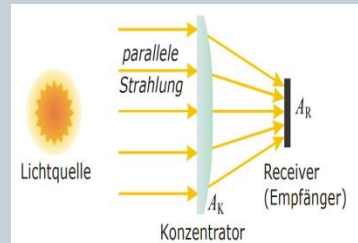
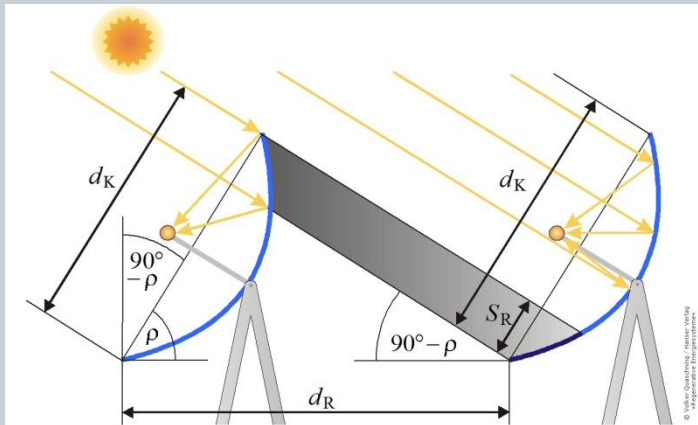
Quelle: W.B.Stine, California State University, Compendium Solar/Dish Stirling Technology
V. Quaschnig, Regenerative Energiesysteme

Q_{KN}	Kollektornutzleistung [kW]
D_{NI}	Direkte normale Bestrahlungsstärke [W/m ²]
A_K	Projizierte Spiegelfläche Konzentrator [m ²]
A_R	Fläche der Receiver Fenster Öffnung [m ²]
E	Effektive Spiegelfläche (nicht verschattete Fläche, geht ein in Abschattungsfaktor) [m ²]
θ_i	Einfallswinkel (zwischen Sonnenstrahlen und Normale auf Konzentratorfläche ist 0° für Dish/Stirling)
ρ	Reflektionsgrad Spiegel (Spiegel-Reflektivität [%])

Nutzbare Wärme - Nutzleistung

5

$$Q_{KN} = D_{NI} A_K E (\cos \theta_i) \rho \phi \tau \alpha - A_R [U(T_R - T_U) + \sigma F (T_R^4 - T_U^4)]$$



ϕ	Interceptfaktor (Teil der Energie, die den Reflektor verlässt und den Receiver erreicht)
τ	Transmission (opt. Durchlässigkeit zwischen Reflektor und Absorber)
α	Receiver Absorptionsgrad, Absorptionsvermögen
U	konvektive Ableitung, Wärmeverlustkoeffizient für Receiver, Kühlerkonstante [$^{\circ}\text{C m}^2/\text{W}$]
T_R	Receiver Arbeitstemperatur Obere Stirling Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]
T_U	Normaltemperatur [$^{\circ}\text{C}$] Umgebungstemperatur
σ	Stefan-Boltzmann Konstante (Strahlungsenergie Transfer Konstante)
F	Äquivalentleitwert auf die Strahlung bezogen (Äquivalentstrahlungsleitwert)

Greenius Parameter

6

$$Q_{KN} = D_{NI} A_K E (\cos \theta_i) \rho \phi \tau \alpha - A_R [U(T_R - T_U) + \sigma F (T_R^4 - T_U^4)]$$

E

Φ

A_K

ρ

U

T_R

T_U

D_{NI}

Parallele Einheiten:

Gesamtleistung: kW

Spiegel und Konzentrator:

Abschaltfaktor:

Interceptfaktor:

Projz. Spiegelfläche: m²

Spiegel-Reflektivität: %

Konzentr.-Wirkungsgri.: %

Konzentrationsfaktor:

Leistungs-Modell

Nennleistung: kW

Spitzenleistung: kW

Start bei DNI: W/m²

Betriebsverluste: kW

Nachtverluste: kW

Konstante a: m²

Konstante b: kW

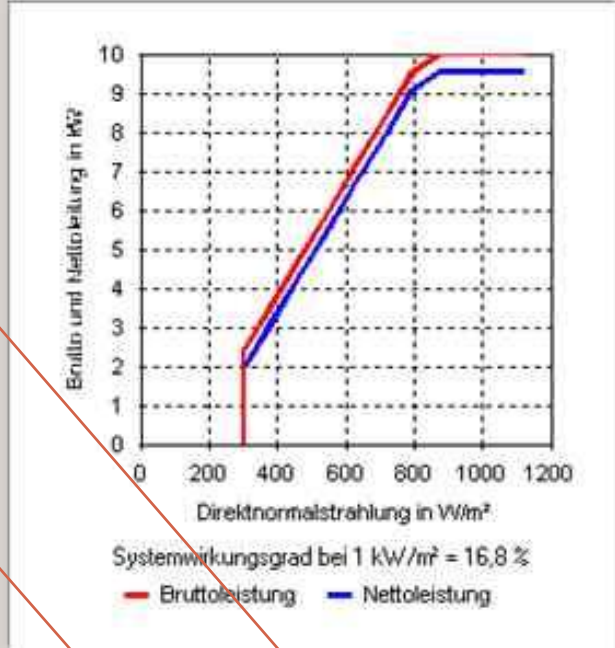
Norm. Temperatur: °C

Obere Stirling Tem.: °C

Kühlerkonosnate: °C·m²/W

Verfügbarkeit: %

Temperaturmodell:



Greenius Parameter

7

Standard Einstellungen

Theoretisches Optimum



Allgemein

Name: Standard

Parallele Einheiten: 1000

Gesamtleistung: 10000.0 kW

Spiegel und Konzentrator

Abschattungsfaktor: 0,950

Interceptfaktor: 0,940

Projiz. Spiegelfläche: 56,70 m²

Spiegel-Reflektivität: 92,0 %

Konzentr.-Wirkungsgr.: 82,0 %

Konzentrationsfaktor: 2000

Leistungs-Modell

Nennleistung: 10,00 kW

Spitzenleistung: 10,00 kW

Start bei DNI: 300 W/m²

Betriebsverluste: 0,45 kW

Nachtverluste: 0,05 kW

Konstante a : 17 m²

Konstante b : -2 kW

Norm. Temperatur: 15,0 °C

Obere Stirling Tem.: 600,0 °C

Kühlerkonosnate: 0 °C m²/W

Verfügbarkeit: 95,0 %

Temperaturmodell: reciprocal

Dish/Stirling-Systeme

Dish-Anlage

Allgemein

Name: Standard

Parallele Einheiten: 1000

Gesamtleistung: 10000.0 kW

Spiegel und Konzentrator

Abschattungsfaktor: 1

Interceptfaktor: 1

Projiz. Spiegelfläche: 56,70 m²

Spiegel-Reflektivität: 92,0 %

Konzentr.-Wirkungsgr.: 82,0 %

Konzentrationsfaktor: 2000

Leistungs-Modell

Nennleistung: 10,00 kW

Spitzenleistung: 10,00 kW

Start bei DNI: 150 W/m²

Betriebsverluste: 0,45 kW

Nachtverluste: 0,05 kW

Konstante a : 17 m²

Konstante b : -2 kW

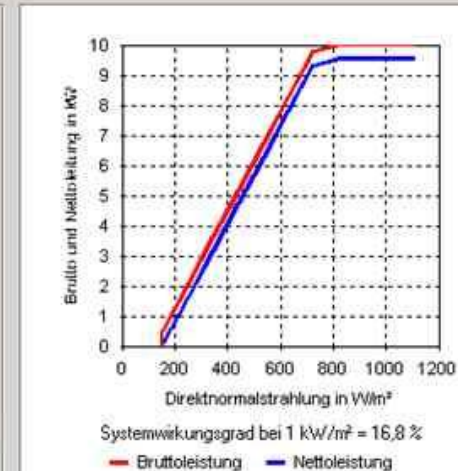
Norm. Temperatur: 15,0 °C

Obere Stirling Tem.: 600,0 °C

Kühlerkonosnate: 0 °C m²/W

Verfügbarkeit: 95,0 %

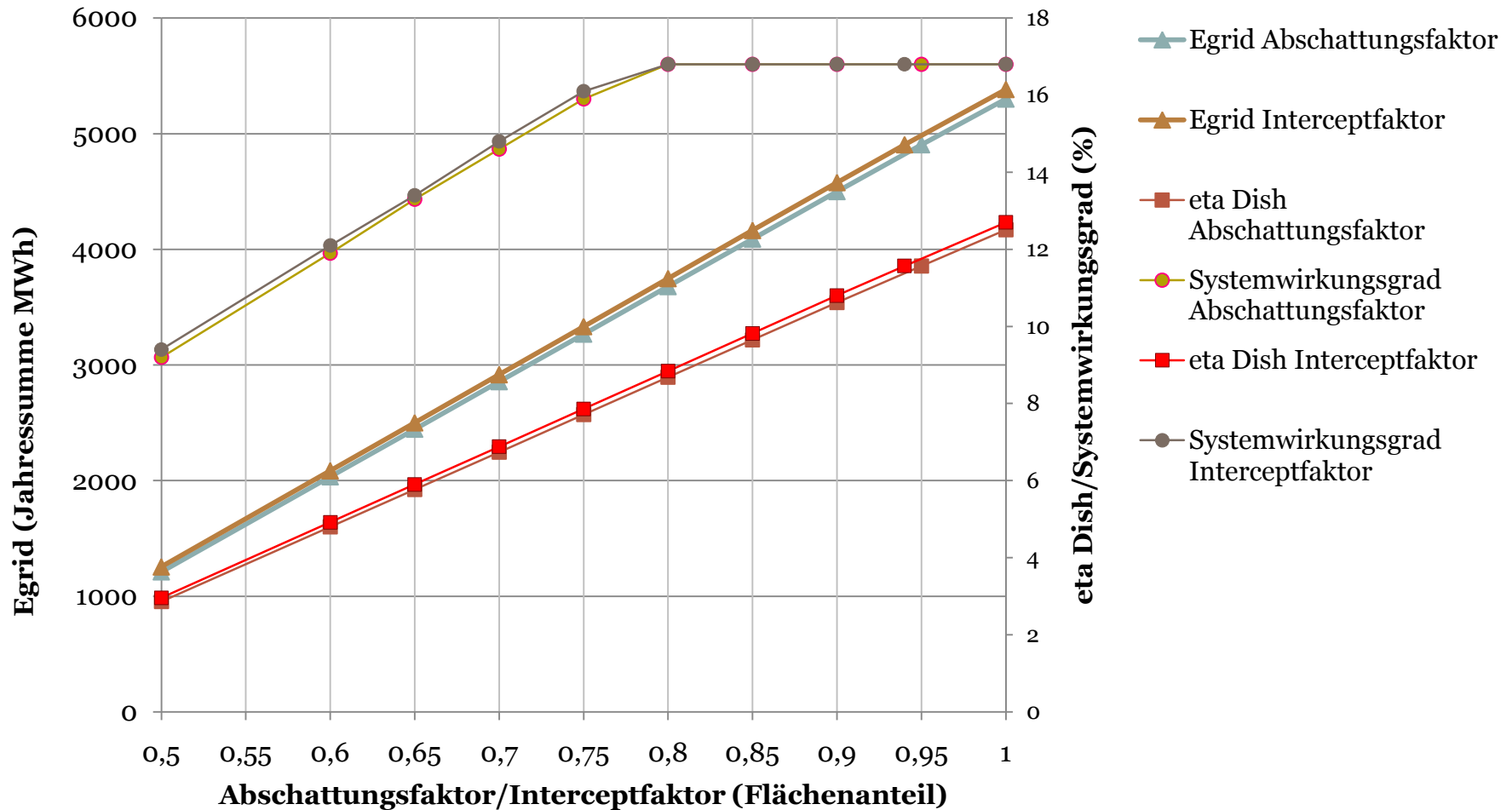
Temperaturmodell: reciprocal



Greenius Simulation

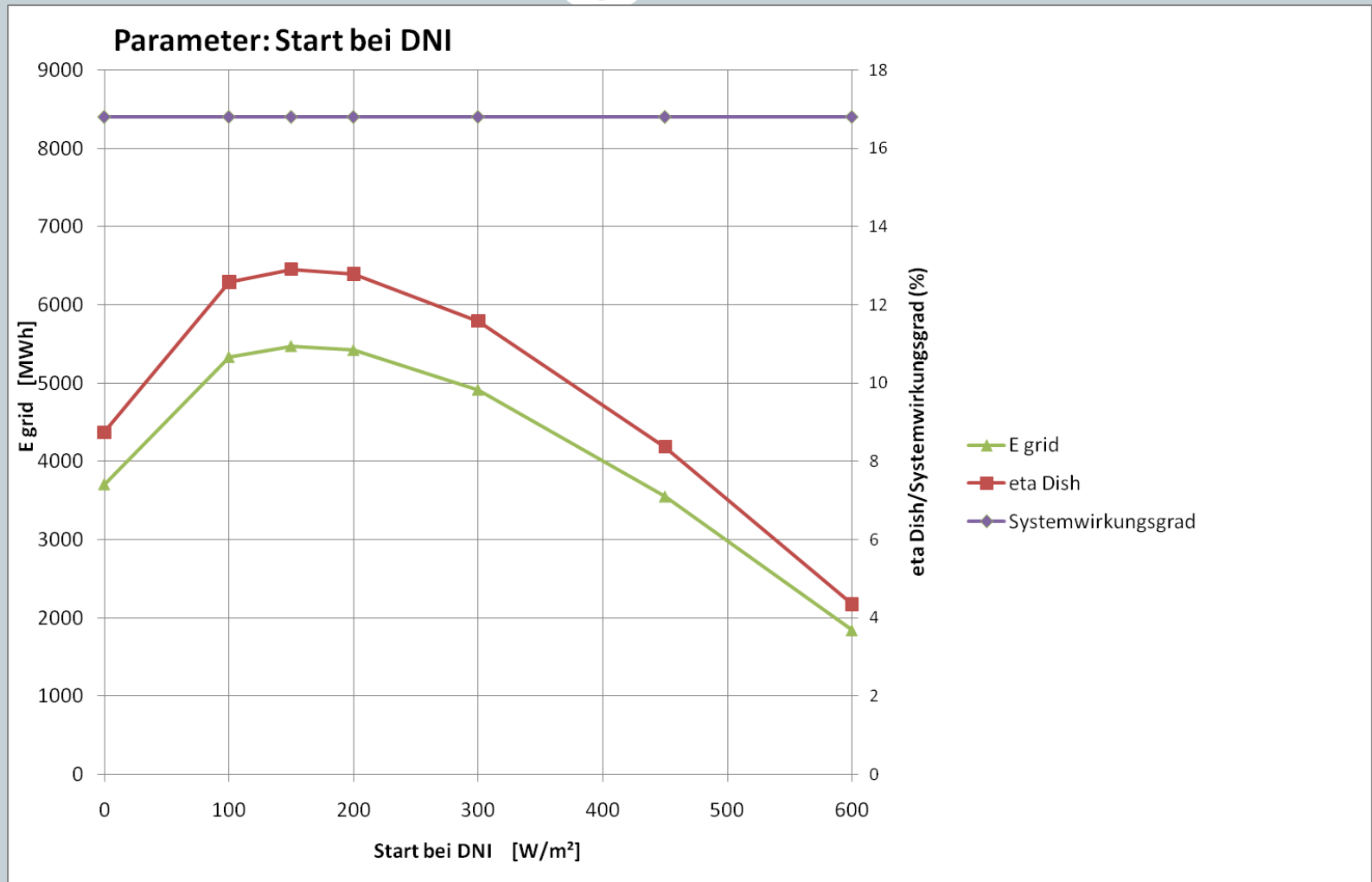
8

Veränderung von eta Dish und Systemwirkungsgrad bei Modifikation des Abschattungs- und Interceptfaktors



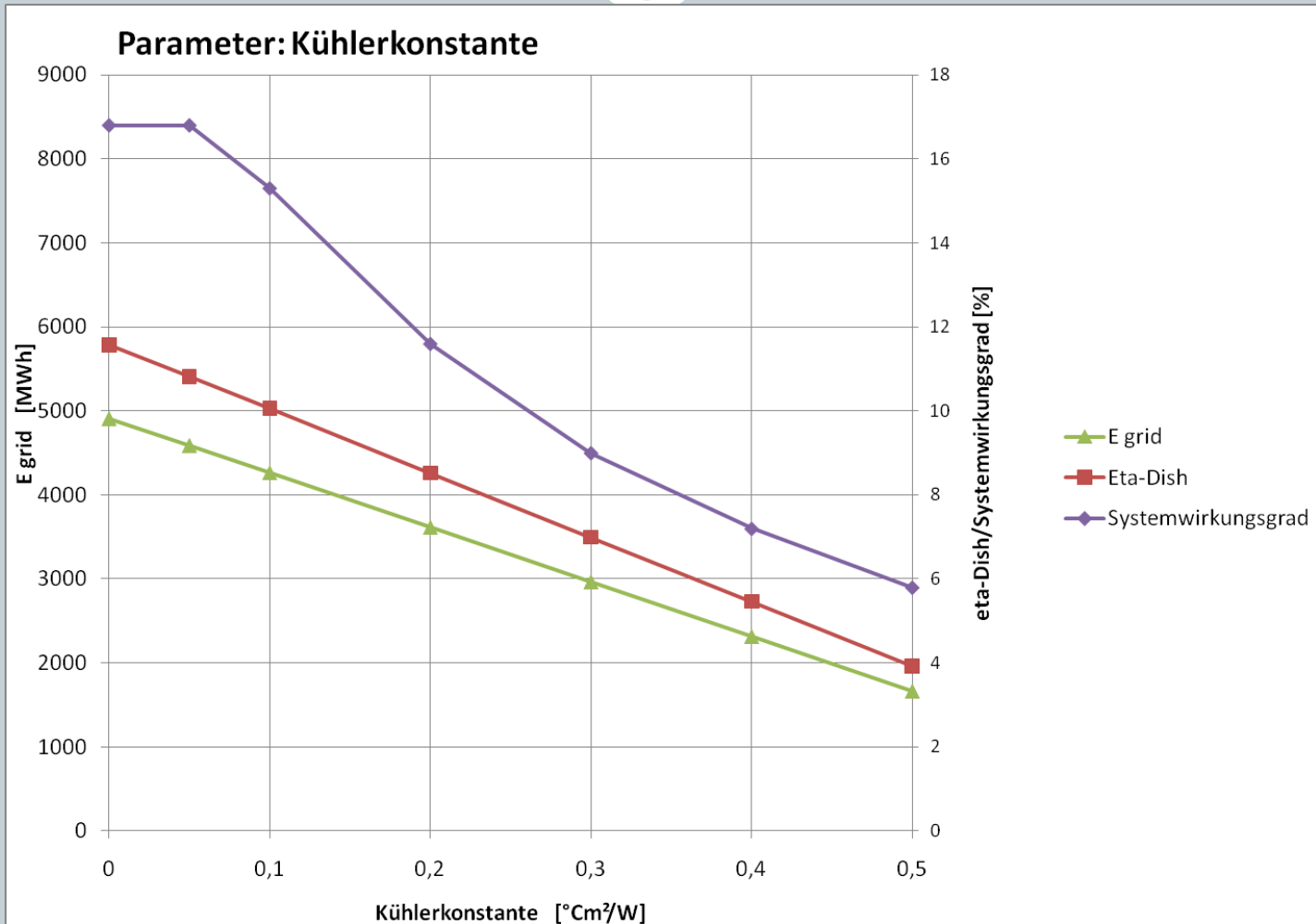
Parameter: Start bei DNI

9



Parameter: Kühlerkonstante

10



Ende

11

Dankeschön

