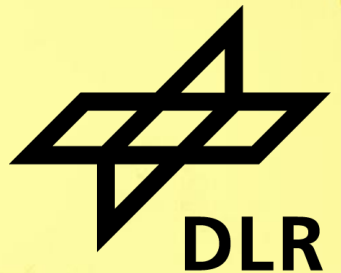


Einführung in **greenius**

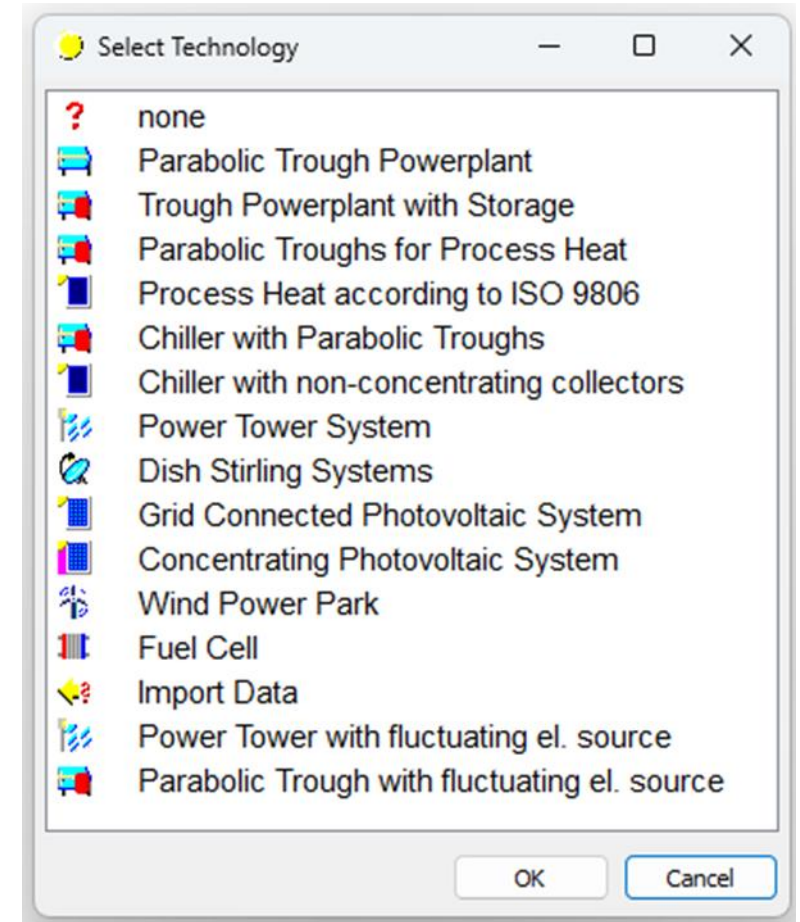
Webinar ProSolNetz 08.10.2025: Planung solarthermischer Anlagen bis 400 °C

Javier Inigo Labairu und Jürgen Dersch



Die Software **greenius**

- Kostenlos und einfach zu bedienen
- Simulation verschiedener erneuerbarer Energiesysteme
- Ausgelegt für schnelle und unkomplizierte Berechnungen
- Basiert auf einer stündlichen Ertragssimulation eines typischen Jahres (minimale Zeitschrittlänge: 10 Minuten)
- Ursprünglich entwickelt für die Simulation erneuerbarer Stromerzeugung mit Schwerpunkt auf konzentrierender Solarthermie
- Einsatzmöglichkeiten: z. B. Machbarkeitsstudien oder Technologievergleiche
- Verfügbar unter: <https://www.dlr.de/en/sf/research-and-transfer/research-services/simulation-and-profitability-assessment/greenius>



greenius bietet:

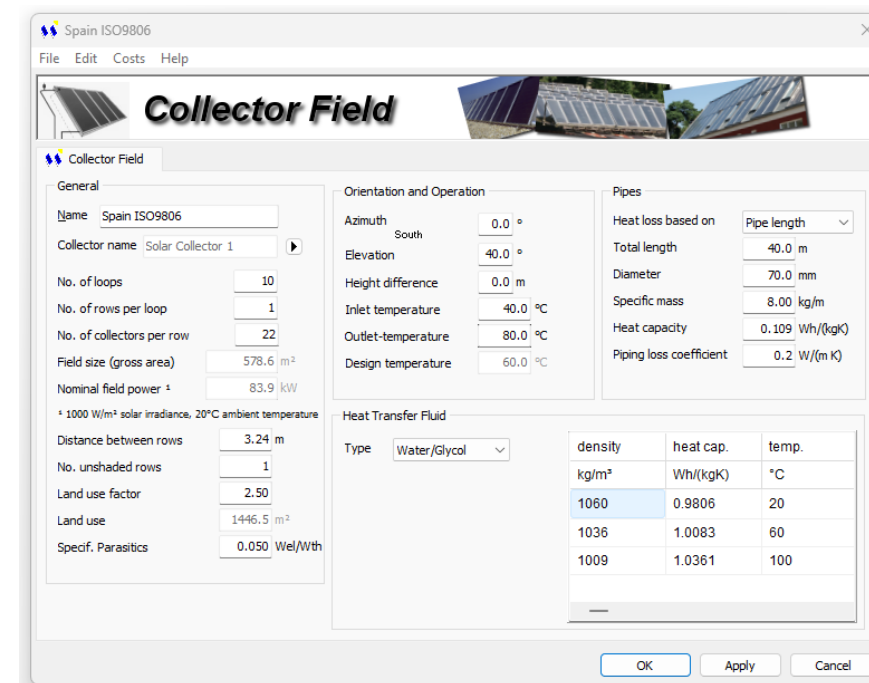
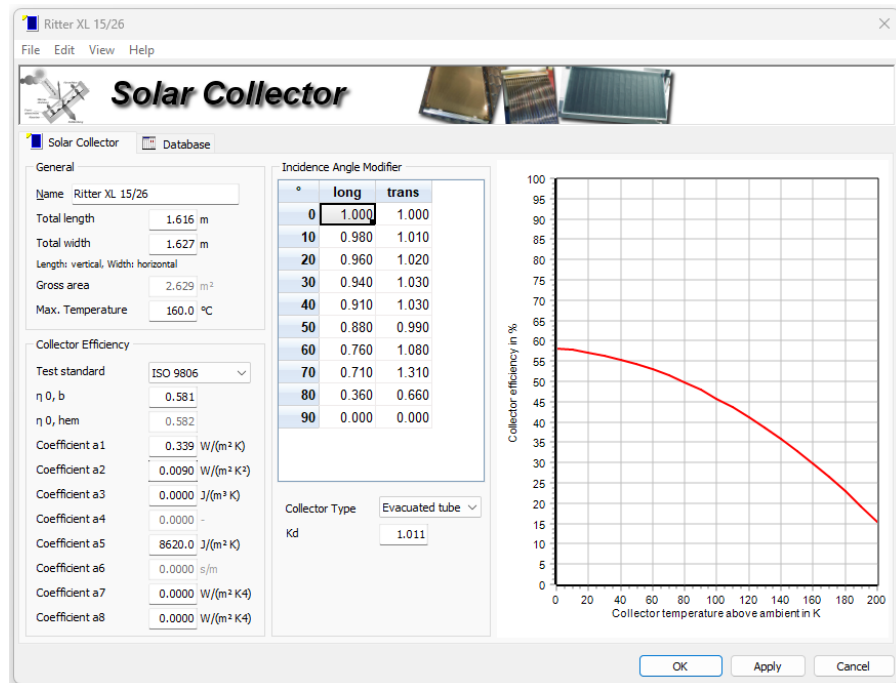


- Die Kombination aus schnellen technischen Ertragsberechnungen und wirtschaftlichen Analysen
- Umfassende Visualisierungsoptionen zur grafischen Auswertung der Ergebnisse
- Benutzeroberflächen zur Parametereingabe und Ergebnisanalyse
- Integration von meteorologischen Daten und Ertragskennfeldern aus Drittsoftware
- Export der Ergebnisdateien im Microsoft-Excel-Format zur weiteren Verarbeitung
- Einbindung der Solar Keymark-Datenbank zur Nutzung zertifizierter Kollektordaten

- **Keine** detaillierte Berechnung von Wärmebilanzdiagrammen für Kraftwerksblöcke
- **Keine** Auslegung von Rohrleitungen und Hydrauliksystemen der Anlage
- **Keine** aktuellen Kostendatenbanken für Komponenten

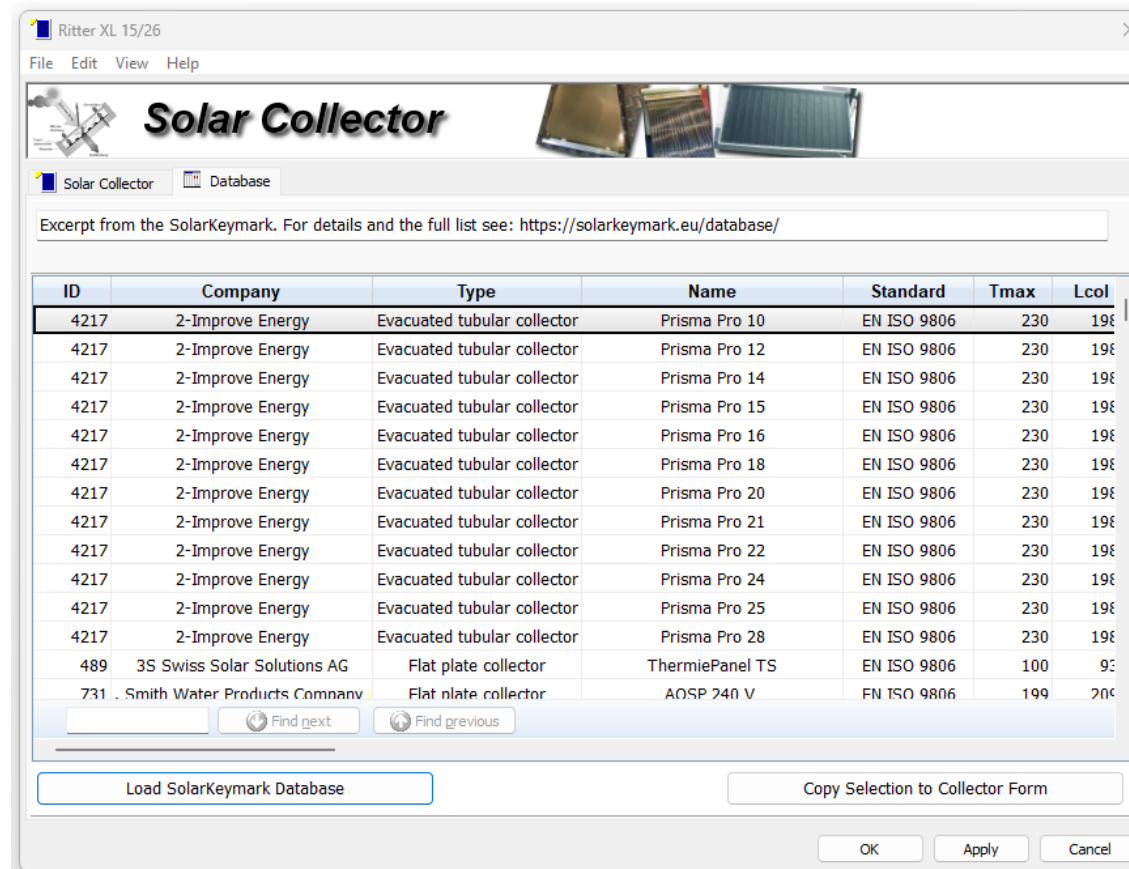
Neueste Aktualisierungen

- Implementierung der ISO-9806-Norm für konzentrierende und nicht-konzentrierende Solarkollektoren
- Detaillierte Berechnung der Verschattungsverluste und verschiedene Methoden für Rohrwärmeverluste



Neueste Aktualisierungen

- Integration der Solar-Keymark-Datenbank zur Simulation von konzentrierenden und nicht-konzentrierenden Solarkollektoren gemäß ISO 9806

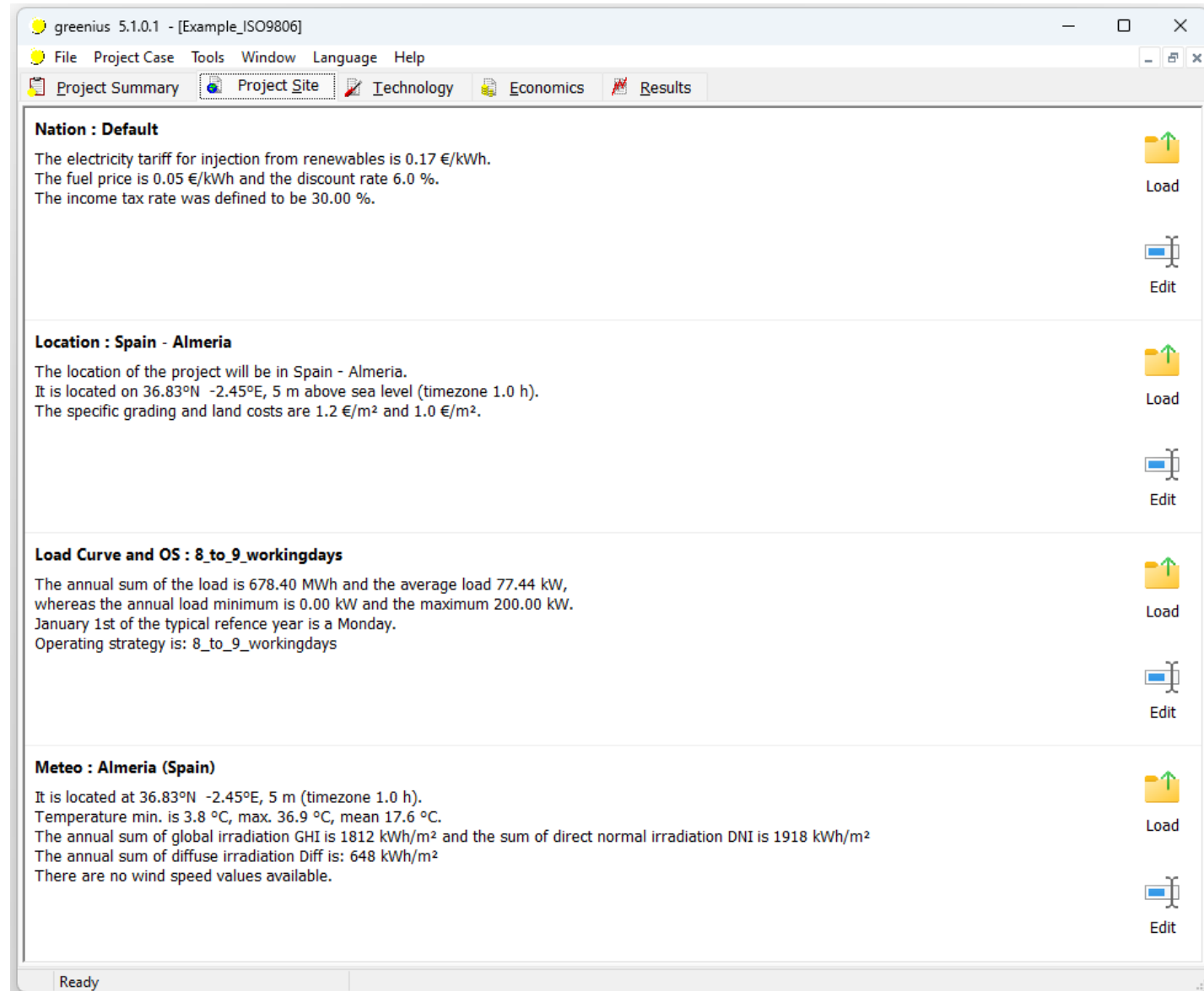


Voraussetzungen und erforderliche Eingabedaten



- Standort (Länge, Breite, Höhe)
 - Anlagengröße (Nennleistung)
 - Meteorologischer Datensatz
 - Lastkurve
 - Technologie
-
- **greenius** kann auch verwendet werden, um verschiedene Technologien und/oder Standorte miteinander zu vergleichen.

Definition des Projektstandorts (1)



Definition des Projektstandorts (2)

Spain

File Edit Help

  **Nation**  

National Economics

General

Name Spain

Remuneration Tariffs

Electricity 0.150 €/kWh flat variable

Heat/Cooling 0.080 €/kWh

Tariffs valid for 2024

Fix fossil fuel usage 0.0 %

Prices of Delivery

Fuel price 0.050 €/kWh

Water price 0.050 €/m³

Purchased from the grid 0.150 €/kWh

Prices valid for 2024

Specific Reference Values

	Electricity	Heat
Levelized generation costs	0.100 €/kWh	0.000 €/kWh
CO ₂ emissions	0.600 kg/kWh	0.300 kg/kWh

Taxes

Income tax rate 30.00 %

Property tax rate 0.00 %

Tax holidays 0.00 years

Loss forwarded 0.00 years

Discount Rate

for investment costs 6.00 %

for running costs 6.00 %

Escalation Rates

Tariff escalation 0.00 %

O&M price escalation 0.00 %

Replacement escalation 0.00 %

Fuel price escalation 1.80 %

OK Apply Cancel

Spain - Almeria

File Edit Tools Help

 **Location**  

Location

Geographical Location

Name Spain - Almeria

Latitude 36.83 °N Altitude 5 m

Longitude -2.45 °E

Timezone +1 (Middle European Time)

Solar Angles for this Location

Date 24.07.2025 Day Length: 14:10 h

Sunrise at 06:10:37 (Azimuth 64.48°)

Sunset at 20:21:37 (Azimuth 295.35°)

Solar noon at 13:16:16 (Elevation 72.92°)

Properties of Ground

Ground structure Sand

Roughness length 0.03 m

Albedo factor 0.2

Average slope 3 °

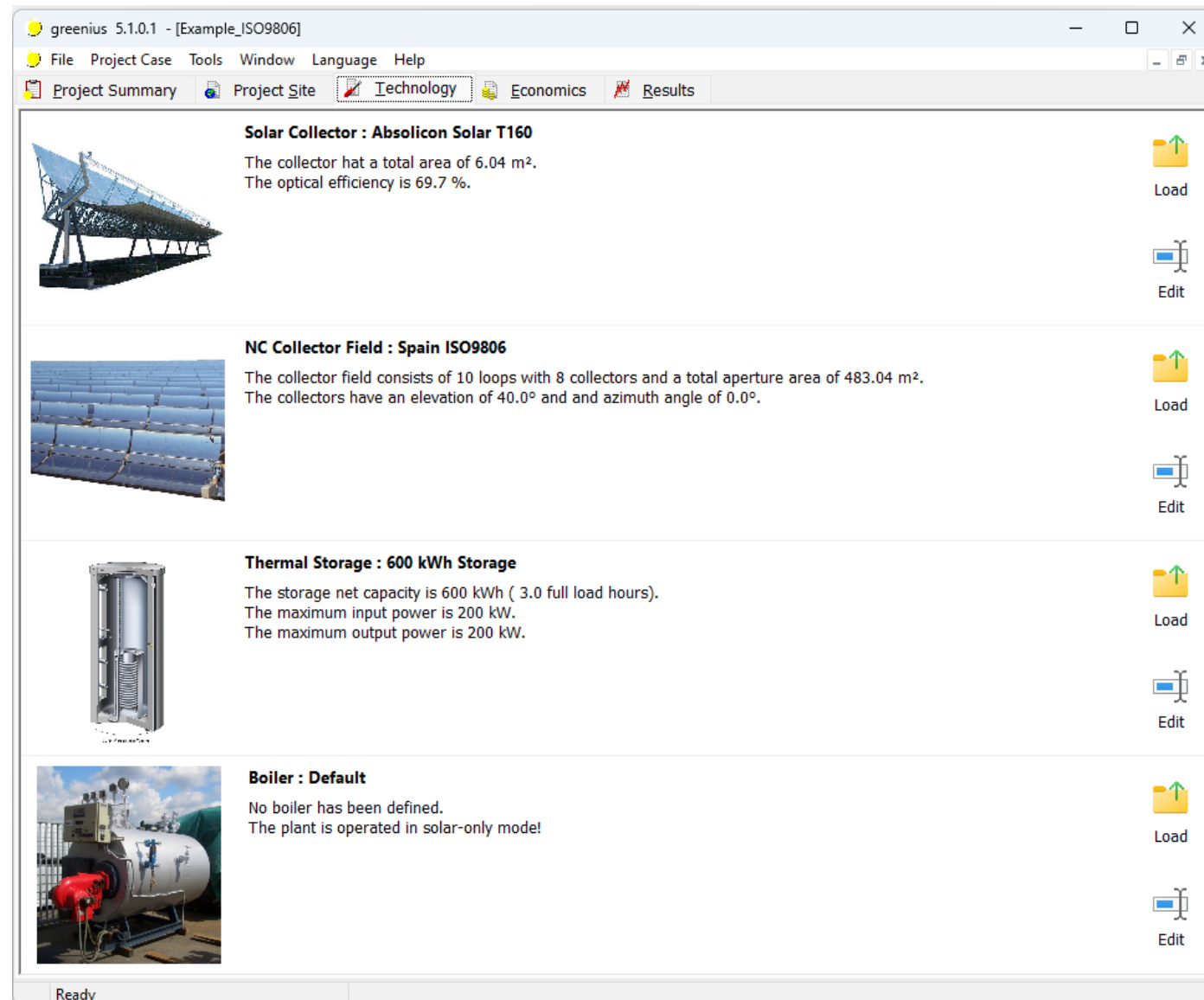
specific Land costs 1 €/m²

Image of Location



OK Apply Cancel

Definition der Technologie (1)



Definition der Technologie (2)

Absolicon Solar T160

File Edit View Help

Solar Collector

Solar Collector Database

General

Name: Absolicon Solar T160

Total length: 1.095 m

Total width: 5.514 m

Length: vertical, Width: horizontal

Gross area: 6.038 m²

Max. Temperature: 180.0 °C

Collector Efficiency

Test standard: ISO 9806

η_0, b : 0.697

η_0, hem

Coefficient a1: 0.730 W/(m² K)

Coefficient a2: 0.0000 W/(m² K²)

Coefficient a3: 0.0000 J/(m³ K)

Coefficient a4: 0.0000 -

Coefficient a5: 1483.0 J/(m² K)

Coefficient a6: 0.0000 s/m

Coefficient a7: 0.0000 W/(m² K⁴)

Coefficient a8: 0.0000 W/(m² K⁴)

Incidence Angle Modifier

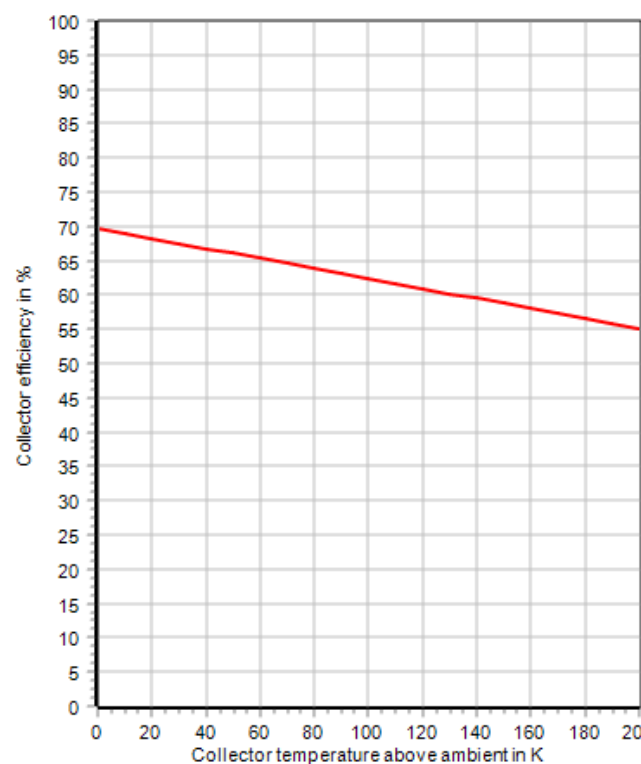
°	long	trans
0	1.000	1.000
10	0.990	1.000
20	0.990	1.000
30	0.980	1.000
40	0.960	1.000
50	0.910	1.000
60	0.770	1.000
70	0.530	1.000
80	0.180	1.000
90	0.000	0.000

Collector Type: Concentrating

Test method: quasi-dynam

Kd: 0.120

Collector efficiency in %



OK Apply Cancel

Definition der Technologie (3)

Spain ISO9806

File Edit Costs Help

Collector Field

Collector Field

General

Name: Spain ISO9806

Collector name: Solar Collector 15

No. of loops: 10

No. of rows per loop: 1

No. of collectors per row: 8

Field size (gross area): 483.0 m²

Nominal field power ¹: 324.3 kW

¹ 1000 W/m² solar irradiance, 20°C ambient temperature

Distance between rows: 3.24 m

No. unshaded rows: 1

Land use factor: 2.50

Land use: 1207.5 m²

Specif. Parasitics: 0.050 W_{el}/W_{th}

Orientation and Operation

Azimuth: South 0.0 °

Elevation: 40.0 °

Height difference: 0.0 m

Inlet temperature: 40.0 °C

Outlet-temperature: 80.0 °C

Design temperature: 60.0 °C

Pipes

Heat loss based on: Pipe length

Total length: 40.0 m

Diameter: 70.0 mm

Specific mass: 8.00 kg/m

Heat capacity: 0.109 Wh/(kgK)

Piping loss coefficient: 0.2 W/(m K)

Heat Transfer Fluid

Type: Water/Glycol

density	heat cap.	temp.
kg/m ³	Wh/(kgK)	°C
1060	0.9806	20
1036	1.0083	60
1009	1.0361	100

OK Apply Cancel

Definition der Technologie (4)

600 kWh Storage

File Edit Costs Help

 **Storage** 

Storage

General Information

Name 600 kWh Storage

Type Single Tank

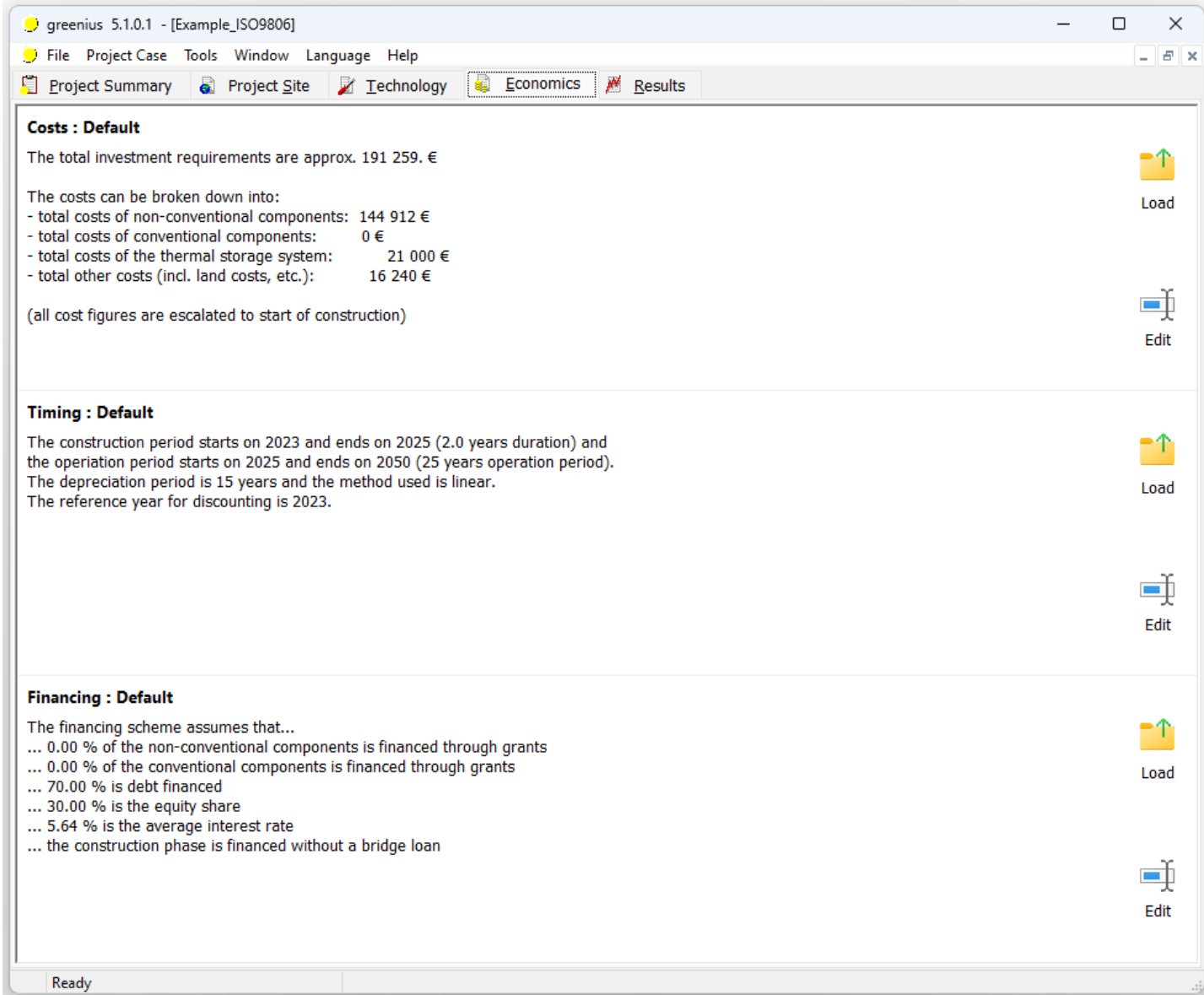
Technical data

Net Capacity	600 kWh
Consumer design demand	200 kW
Full load hours	3.0 h
Nominal field excess	138 kW
Maximal charging	200 kW
Maximal discharging	200 kW
Time constant	70.00 h
50 % loss in	48.5 h
Input temp. difference	11.0 °C
Output temp. difference	11.0 °C
Pumping parasitics	0.003 Wcl/Wth



OK Apply Cancel

Definition der Wirtschaftlichkeit (1)



greenius 5.1.0.1 - [Example_ISO9806]

File Project Case Tools Window Language Help

Project Summary Project Site Technology **Economics** Results

Costs : Default

The total investment requirements are approx. 191 259. €

The costs can be broken down into:

- total costs of non-conventional components: 144 912 €
- total costs of conventional components: 0 €
- total costs of the thermal storage system: 21 000 €
- total other costs (incl. land costs, etc.): 16 240 €

(all cost figures are escalated to start of construction)

Timing : Default

The construction period starts on 2023 and ends on 2025 (2.0 years duration) and the operation period starts on 2025 and ends on 2050 (25 years operation period). The depreciation period is 15 years and the method used is linear. The reference year for discounting is 2023.

Financing : Default

The financing scheme assumes that...

- ... 0.00 % of the non-conventional components is financed through grants
- ... 0.00 % of the conventional components is financed through grants
- ... 70.00 % is debt financed
- ... 30.00 % is the equity share
- ... 5.64 % is the average interest rate
- ... the construction phase is financed without a bridge loan

Ready

Definition der Wirtschaftlichkeit (2)

Default

File Edit Help

Costs

€ Investment Costs € Additional Running Costs

General

Name: Default *) given at start of construction
2) escalated to start of construction

Major Equipment Costs (EPC)

Non-conventional components *) 144 912 € ▶

Conventional components *) 0 € ▶

Storage *) 21 000 € ▶

I. Total major equipment costs (EPC) 165 912 €

Other Costs

Land Costs 2) 1 308 € ▶

Infrastructure Requirement Costs *) 0 €

Project Development 5.0 % of I. 8 296 €

Insurance during Construction 1.0 % of I. 1 659 €

Supervision and Startup 3.0 % of I. 4 977 €

II. Total Other Costs 16 240 €

Contingencies 5.0 % of I. +II. 9 108 €

Total Investment Costs 191 260 €

OK Apply Cancel

Technology Specific Costs

General

Collector Field 8

*) Reference year 2024

Land Use *) 1 208 m²

Investment Costs 2)

Field Size 483 m²

Specific costs 300.0 €/m²

Total investment costs 144 900 € 2) given at start of construction

O&M Costs *)

Specific O&M costs 4.00 €/m²·yr

Total O&M costs 1 932 €/a

Specific replacement costs 0.20 %/a

Total replacement costs 290 €/a

Guarantee period 0.00 yr

Specific insurance costs 1.00 %/a

Total insurance costs 1 449 €/a

Costs allocation for LEC calculation of co-generation systems

Annual efficiency ratio ▼ Electricity: % Heat: 100.0 %

OK Apply Cancel

Definition der Wirtschaftlichkeit (3)

Default

File Edit Help

Timing

Project Schedule

General

Name Default

Reference year of discounting 2024

Construction Phase

Construction Period 2 years

Start of Construction 2023

Operation Phase

First Operation Year 2025

Operation Period 25 years

End of Operation 2050

Depreciation Phase

Methods of Depreciation

☒ Linear ☐ Degressive

Depreciation Period 15

Cost Distribution during construction:

year	share
0.5	0.2500
1.0	0.2500
1.5	0.2500
2.0	0.2500

OK

Apply

Cancel

Default

File Edit Help

Financing

Financing Sources

Debt Financing

General

Name Default

Minimum req. IRR 12 %

Sources of Financing

Grant Funding

0.0 % of non-conventional parts 0 €

0.0 % of conventional parts 0 €

Total grant payment 0 €

Debt Funding

70.0 % 170 394 592 € (*)

Equity Funding

30.0 % 73 026 254 € (*)

Total Funding 243 420 846 € (*)

(*) without banking fees and interest during construction

OK

Apply

Cancel

Default

File Edit Help

Financing

Financing Sources

Debt Financing

Debt Financing

A

Add

Delete

Terms of Credit:

Share 60.00 % within loan portfolio 102 236 755 €

Interest rate 5.40 % p.a.

Debt term 10 years

Upfront fee 0.00 % of amount drawn 0 €

Commitment fee 0.40 % of amount drawn 408 947 €/a

Grace period 0 years for repayments

Special Debt Financing during Construction

☒ No Bridge Loan available

☐ Special Bridge Loan during construction

Terms of Credit:

Initial capital requirements 243 420 846 €

Upfront fee 2.00 % of amount above 4 868 417 €

Commitment fee 1.00 % of amount above 2 434 208 €/a

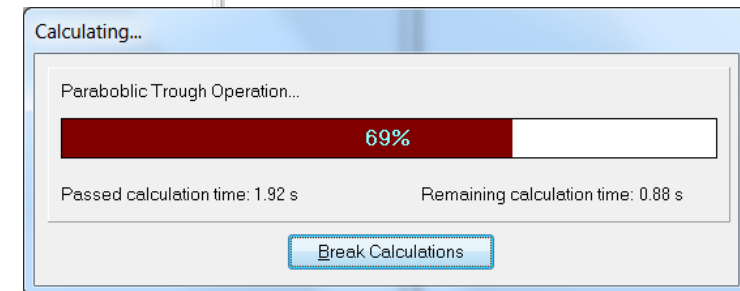
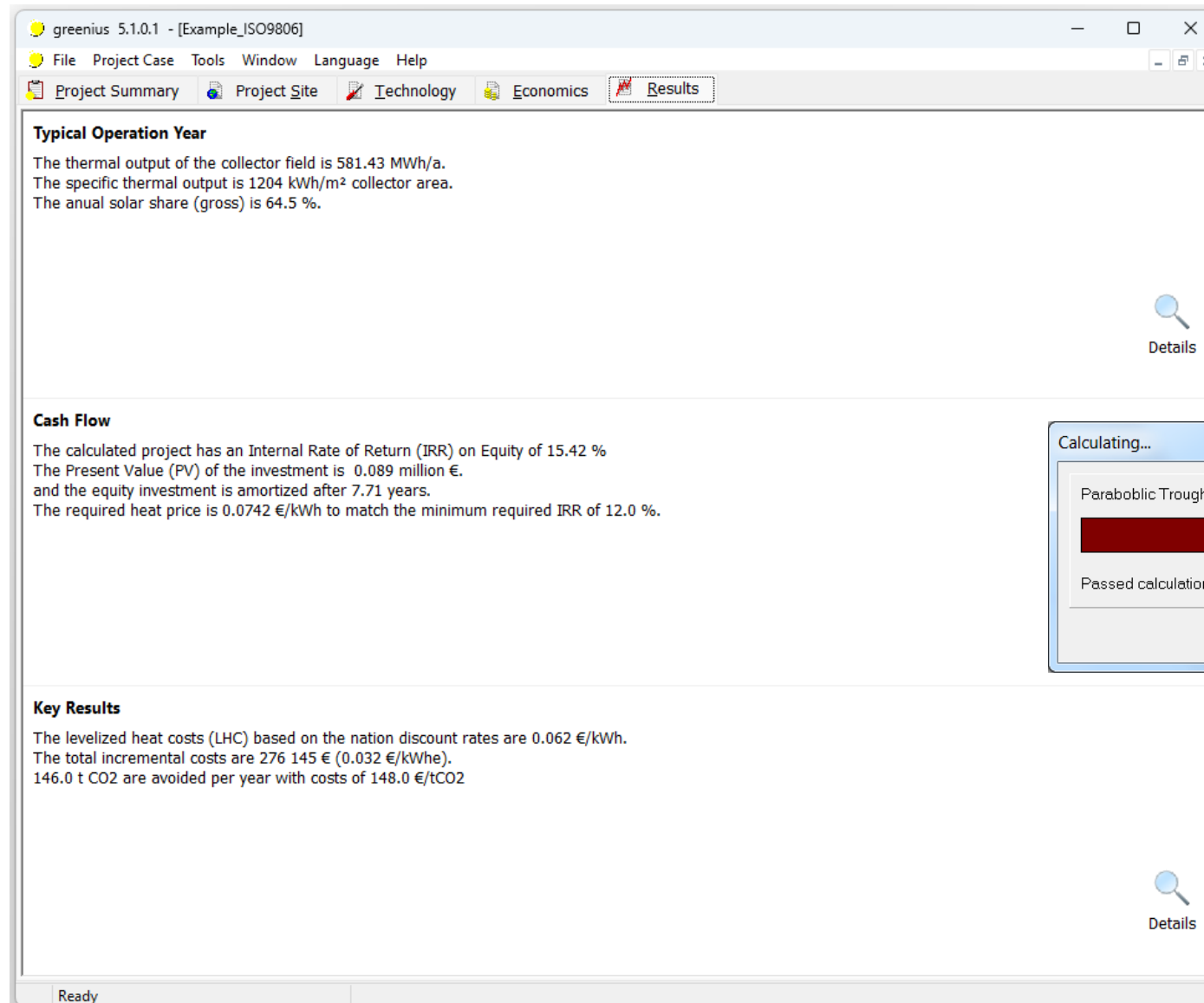
Interest rate 8.00 % p.a.

OK

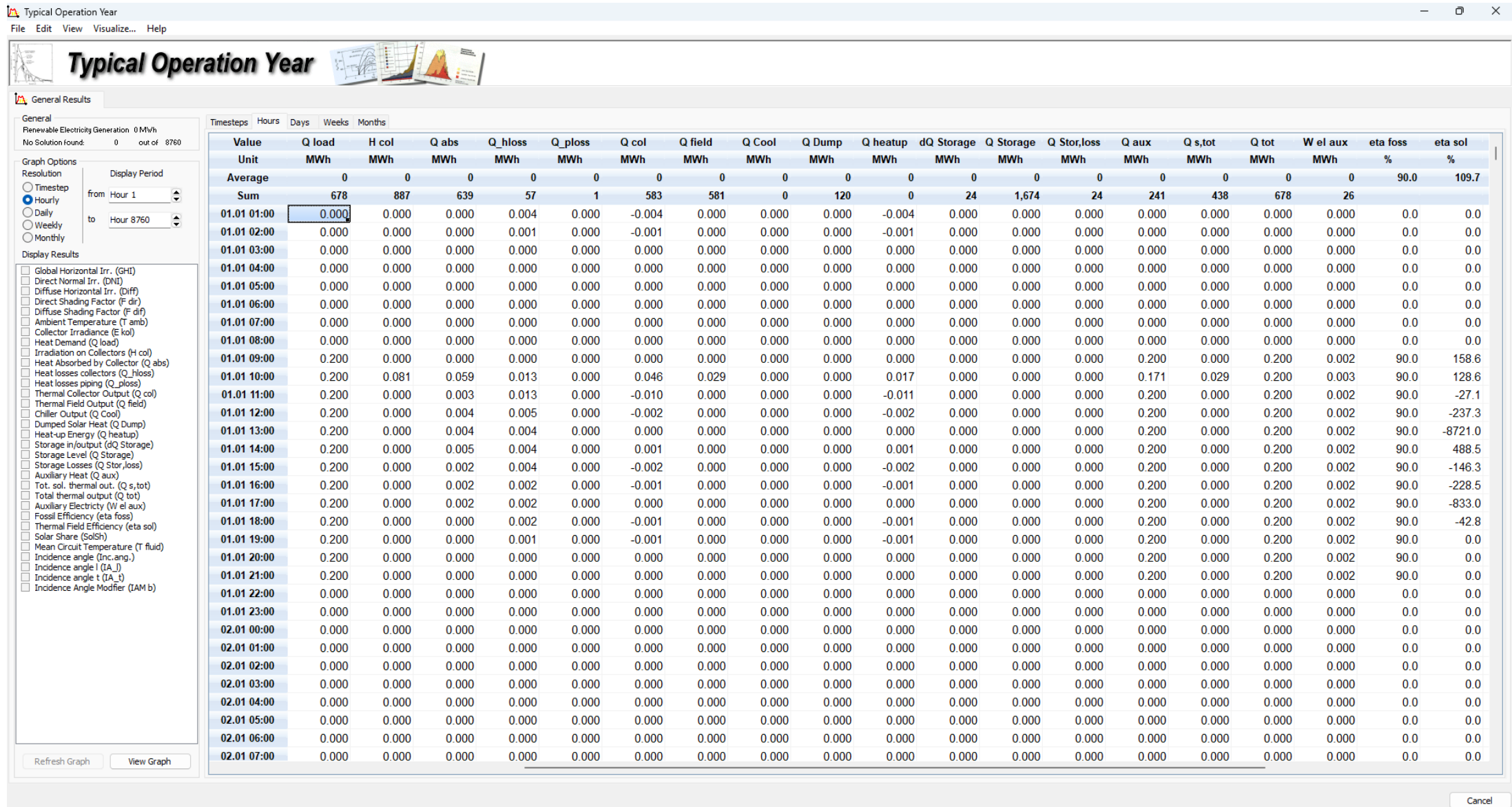
Apply

Cancel

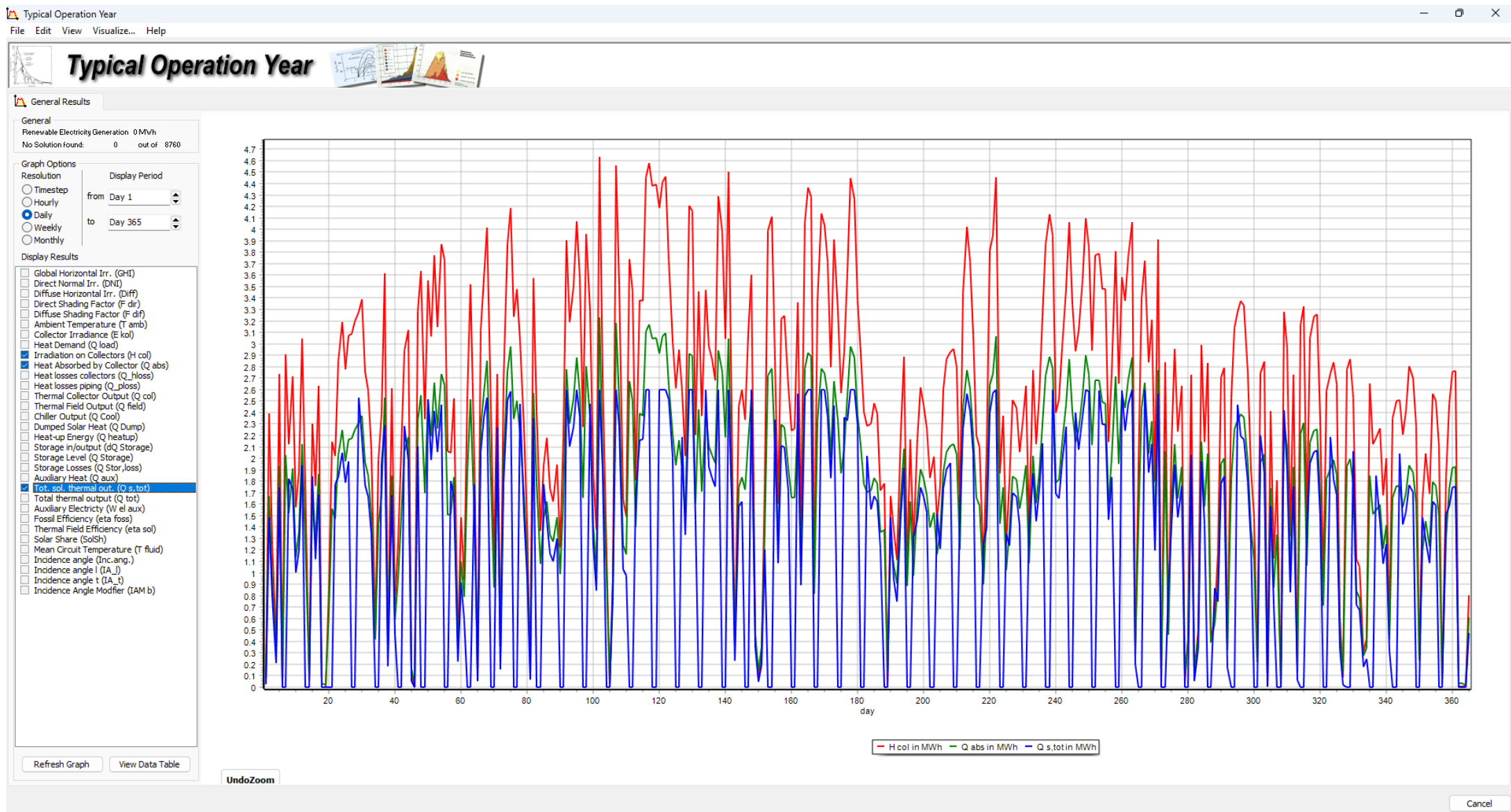
Berechnung und Ergebnisanalyse



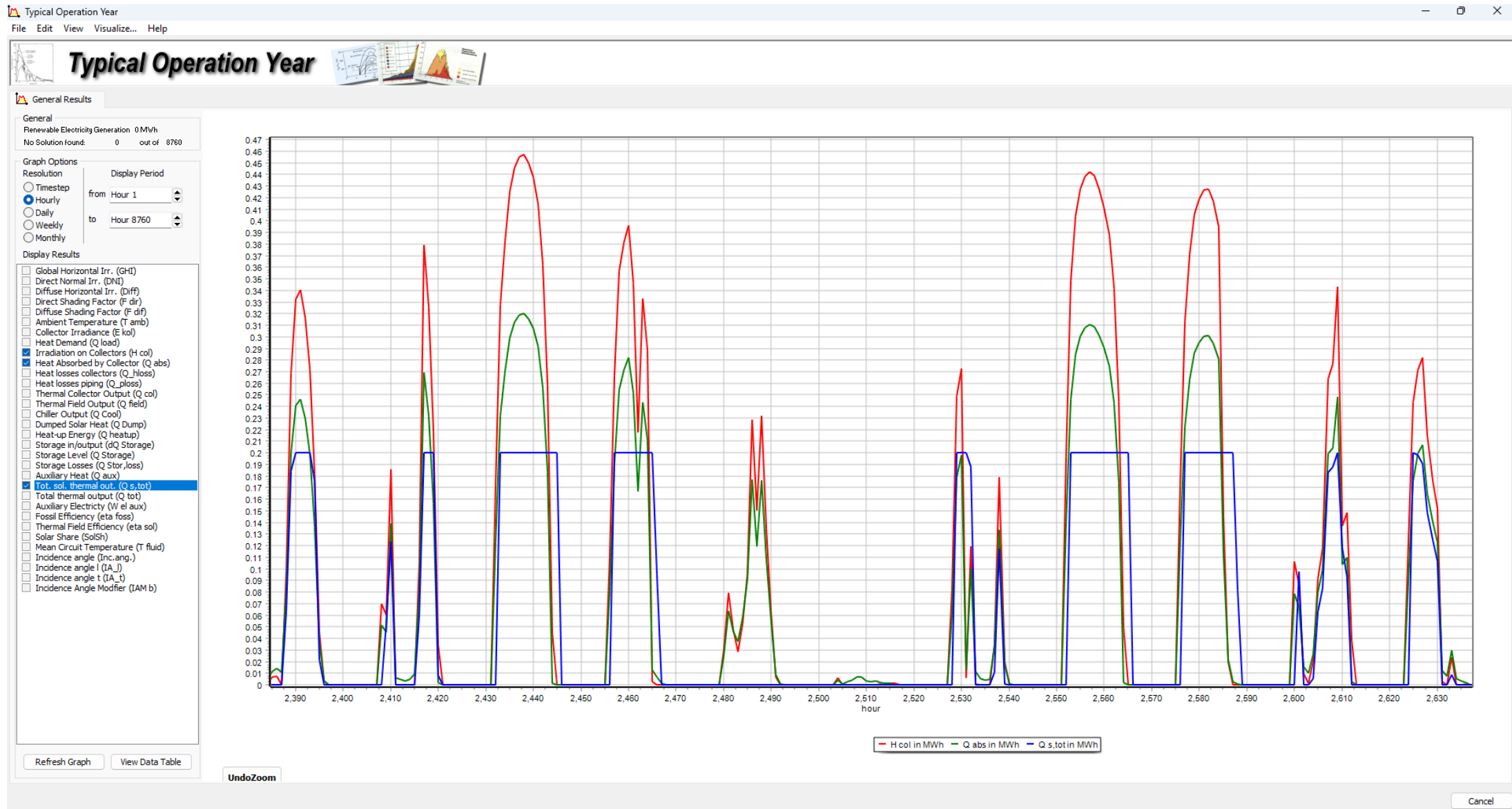
Ergebnisanalyse (1): Tabelle



Ergebnisanalyse (2): Jahresdiagramm mit täglicher Auflösung



Ergebnisanalyse (3): Zoom auf die Stundenauflösung



Ergebnisanalyse (4)

Key Results 24

File Edit Help

Key Results

Technology Economics

Technical Key Results		
Meteorological Data:		
Global horizontal irradiance (GHI)	kWh/(m ² ·a)	1812.42
Diffuse horizontal irradiance (Diff)	kWh/(m ² ·a)	647.57
Direct horizontal irradiance (DHI)	kWh/(m ² ·a)	1164.86
Global irradiation on collector plane	kWh/(m ² ·a)	2673.34
Mean annual ambient temperature	°C	17.56
Diffuse irradiance model		Perez
Site Position and Orientation:		
Site		Spain - Almeria
Latitude	°N	36.83
Longitude	°E	-2.45
Fixed installation (no tracking)		
Azimuth angle	°	0.00
Elevation angle	°	40.00
Collector Field Dimension:		
Collector:		Absolicon Solar
Number of collectors		8
Effective Collector Area	m ²	483.0
Land use	m ²	1307.6
Annual solar heat generation		
Annual fossil heat generation	MWh _{th}	581
Total annual heat generation	MWh _{th}	241
Specific thermal field output	MWh _{th}	678
	kWh _{th} /m ²	1203.69
Mean annual field efficiency	%	109.75
Mean system efficiency	%	109.75
Solar share	%	64.49
CO ₂ emissions	t CO ₂	57.55

Cancel

Key Results 24

File Edit Help

Key Results

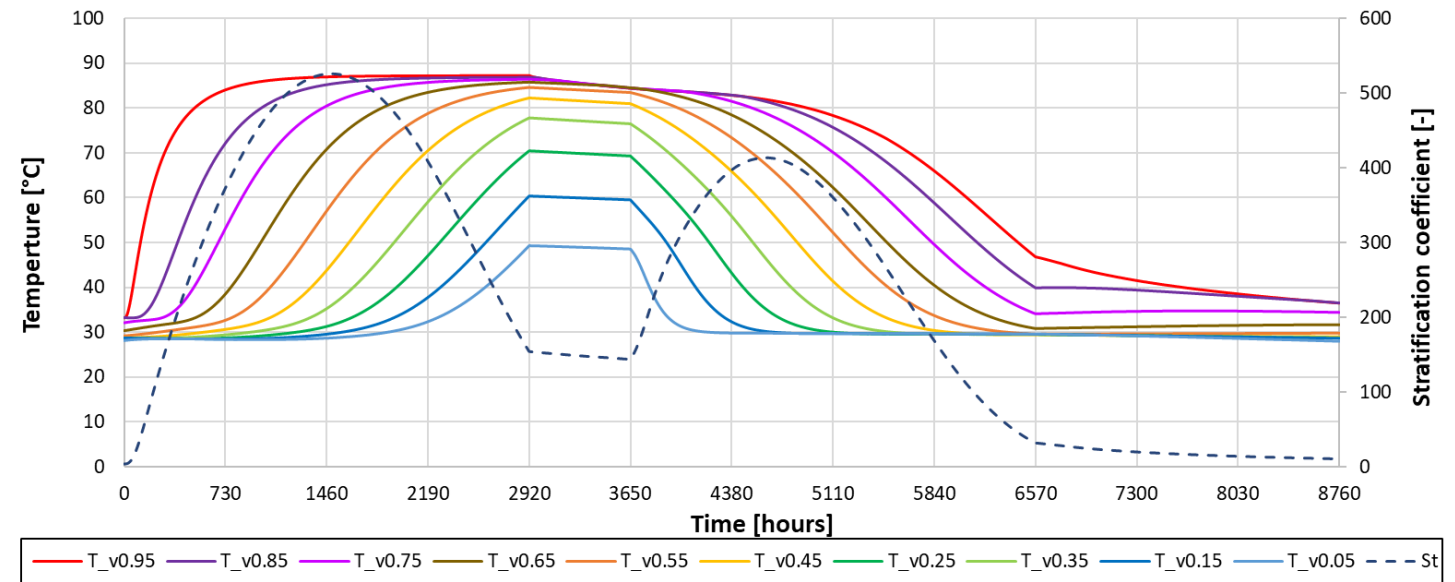
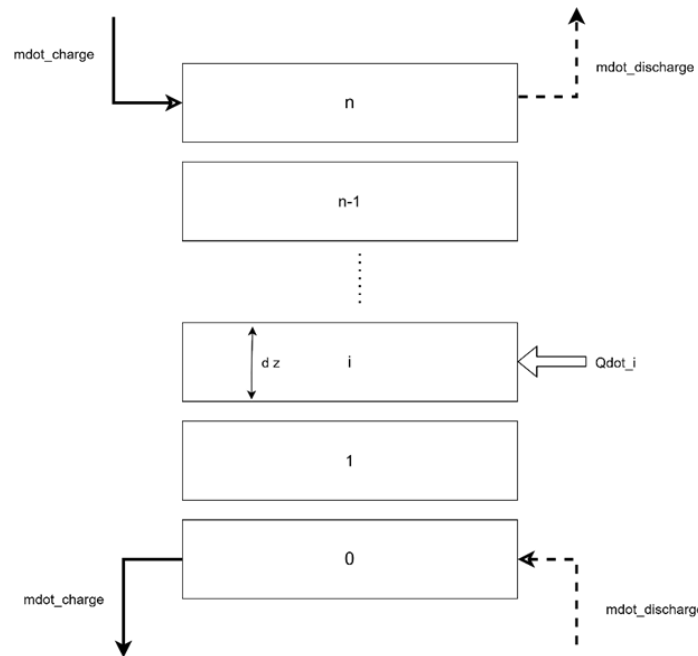
Technology Economics

Economic Key Results		
Financial Input Parameters:		
Heat Tariff	€/kWh _{th}	0.0800
Grant Proportion (Renewable)	%	0.00
Debt-Equity-Ratio	%	70.00
Average Interest Rate	%	5.64
Simulation Results:		
Internal Rate of Return (IRR) on Equity	%	15.42
Net Present Value	€	89,191
Payback Period	yrs.	7.71
Discounted Payback Period	yrs.	10.33
Total Incremental Costs	€	276,145
Minimum ADSCR		1.32
Required Tariff for min. IRR	€/kWh	0.0742
Incremental LHC	€/kWh _{th}	0.0318
Calculation of LHC		
Levelized Heat Costs (LHC)	€/kWh _{th}	0.0618
Total Investment Costs (IC)	€	191,259
Annuity of IC		0.0782
NPV of Running Costs (OC)	€	345,053
Annuity of OC		0.0782
Environmental Aspects:		
Annual CO ₂ Reduction	t CO ₂	145.97

Cancel

Ausblick: Saisonale Speicher

- Implementierung saisonaler Speicher als Schichtspeicher
- Integration mit Wärmepumpen für Prozesswärme und Fernwärmesysteme



Ausblick: Strukturelle Verbesserungen



- Softwarestruktur-Update: Neue Energiesysteme integrieren, Benutzerfreundlichkeit verbessern
- Kraft-Wärme-Kopplungssimulation: Gleichzeitige Modellierung von Strom und Wärme
- Strompreisgestaltung: Stundenbasierte Preisverläufe und Netzintegration
- Parameter-Variationen: Automatisierte Sensitivitätsanalysen für schnellere Auslegung
- Verbreitung von greenius: Schulungen, Webinare, Workshops, Newsletter, Community-Building
- Modellierungsempfehlungen: Standardisierte Dokumentation und Parametersätze für solarthermische Prozesswärmesysteme

- Hybride CSP-Systeme mit Wärmespeicher, Power-to-Heat und Backup-Brennstoffen
- Power-to-Heat-Systeme: Elektrifizierung der Prozesswärme mit PV, Wärmepumpen oder Elektroheizern
- Schichtspeicher & Rohrverluste: Simulation von Schichtspeichern und Wärmeverlusten in der Verteilung
- CO₂-Vermeidung: Direkte Emissionen und Minderungs-Potenzial bewerten
- Aktualisierte Komponentendatensätze: Neueste Technologieparameter für präzise techno-ökonomische Analysen
- Integration mit Industrie und internationalen Organisationen: Nutzerfeedback, Leitlinienbeiträge, Community-Building

Workshop greenius am 06. November 2025



-  **Workshop: Simulationstool *greenius*** – Jetzt Platz sichern!
- Entdecken Sie das kostenfrei verfügbare DLR-Tool *greenius*:
 - ✓ entwickelt für Technologievergleiche und die Auslegung solarthermischer Anlagen
 - ✓ präzise Analyse von Energieversorgungssystemen – von der Planung bis zur Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - ✓ mit Standardwerten & anschaulichen Visualisierungen
-  06. November 2025 |  10:30 – 15:30 Uhr |  DLR Köln-Porz, Gebäude 3E, Raum 103
-  Im Workshop zeigen wir Ihnen, wie Sie *greenius* effektiv einsetzen – von der Ertragsprognose bis zur detaillierten Auswertung. Melden Sie sich jetzt hier an: *Link zur Landingpage!*
- Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme! ✨
- <https://www.dlr.de/de/sf/aktuelles/veranstaltungen/workshop-greenius>

VIELEN DANK!

Webinar ProSolNetz 08.10.2025: Planung solarthermischer Anlagen bis 400 °C

Javier Inigo Labairu und Jürgen Dersch; freegreenius@dlr.de

