



Planung einer solarthermischen Anlage für eine Forschungsstation auf Spitzbergen

Lukas Emele, Matthias Georgii
13. Juli 2010

Gliederung



1. Aufgabenstellung
2. Klimatische Randbedingungen
3. Dimensionierung
4. Wirtschaftlichkeit

Aufgabe

- ▶ Eine Forschungsstation auf Spitzbergen wünscht sich solare Unterstützung bei der Trinkwarmwasserbereitung und Raumheizung
- ▶ Bisher wird eine Heizungsanlage mit Ölkessel verwendet; 300l TWW-Speicher vorhanden
- ▶ Ziel ist es, den Ölverbrauch um 25% zu senken
- ▶ Es handelt sich um ein Pilotprojekt
 - 20 000 € Fördermittel werden bereitgestellt
 - Keine Gewinnabsichten

Station

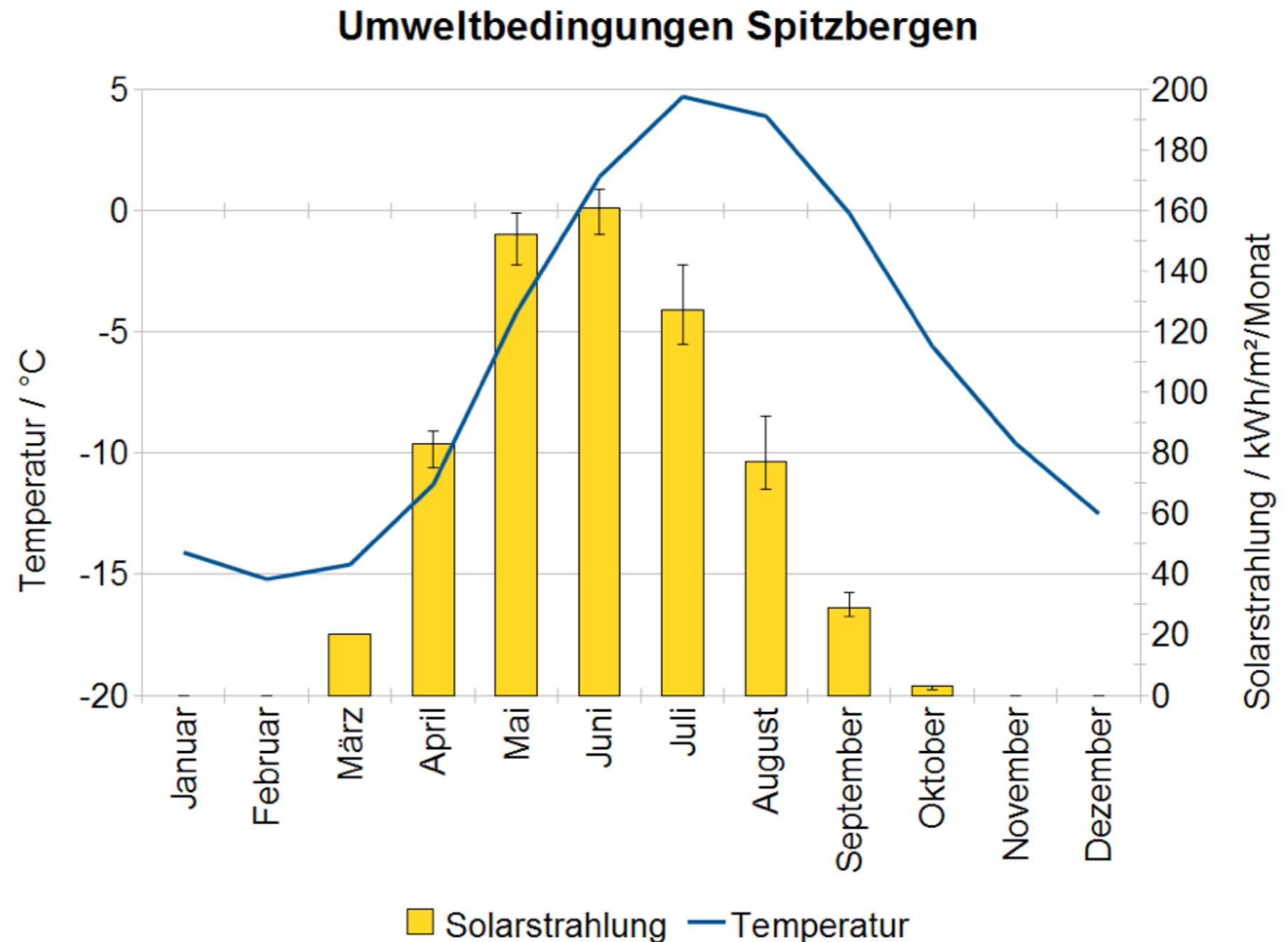
- ▶ Lage: Ny Ålesund (78° 55' N, 11° 57' O)
- ▶ Belegung: maximal 10 Personen
- ▶ 300 m² beheizte Fläche (Wohn-/Schlafbereich und Labore)
- ▶ Heizwärmebedarf $Q_h = 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$



Bilder: maps.google.com, wikipedia.de

Klimatische Bedingungen

- ▶ arktisch, aber verhältnismäßig mild (Golfstrom)
- ▶ Heizbedarf auch im Sommer
- ▶ mittlere jährliche Globalstrahlung ca. 650 kWh/m^2



Quellen: Temperatur: Statistics Norway, Strahlung gemittelt aus: NASA SSE, Kupfer et al., Meteonorm

Klimatische Bedingungen

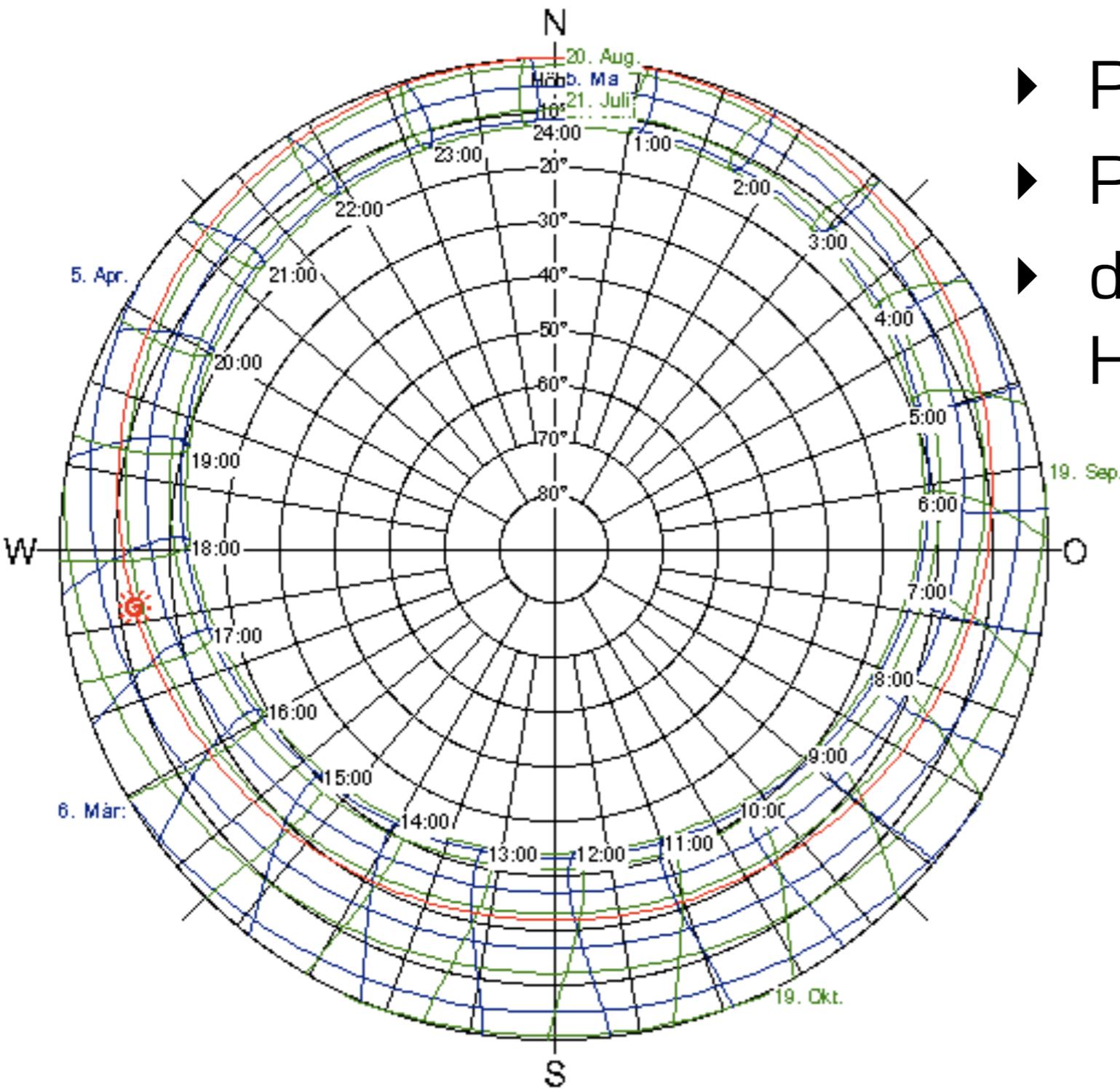
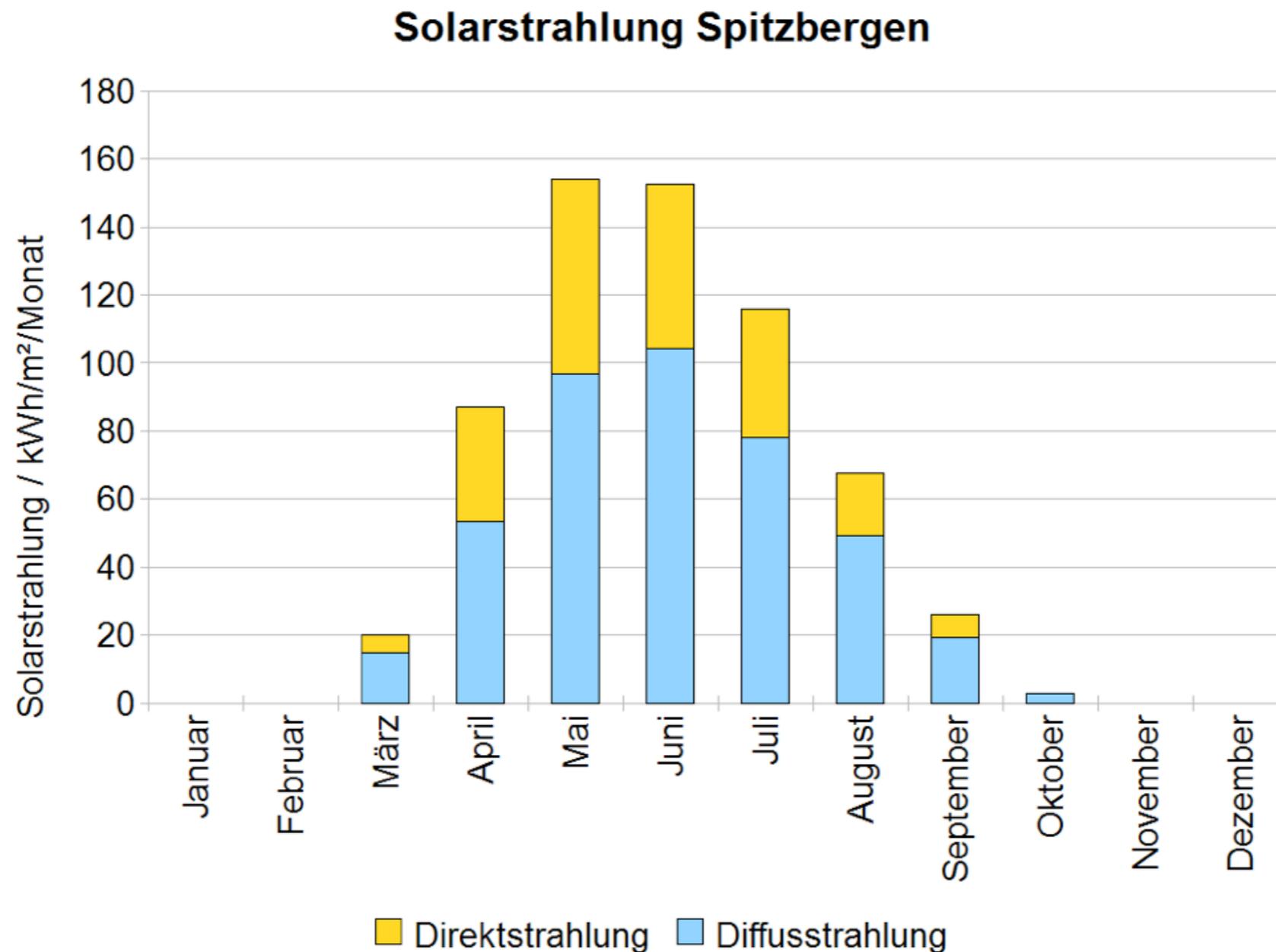


Bild: SunOrb

- ▶ Polarnacht 23. Okt - 19. Feb
- ▶ Polartag 19. Apr - 24. Aug
- ▶ direkte Strahlung aus allen Himmelsrichtungen

Klimatische Bedingungen

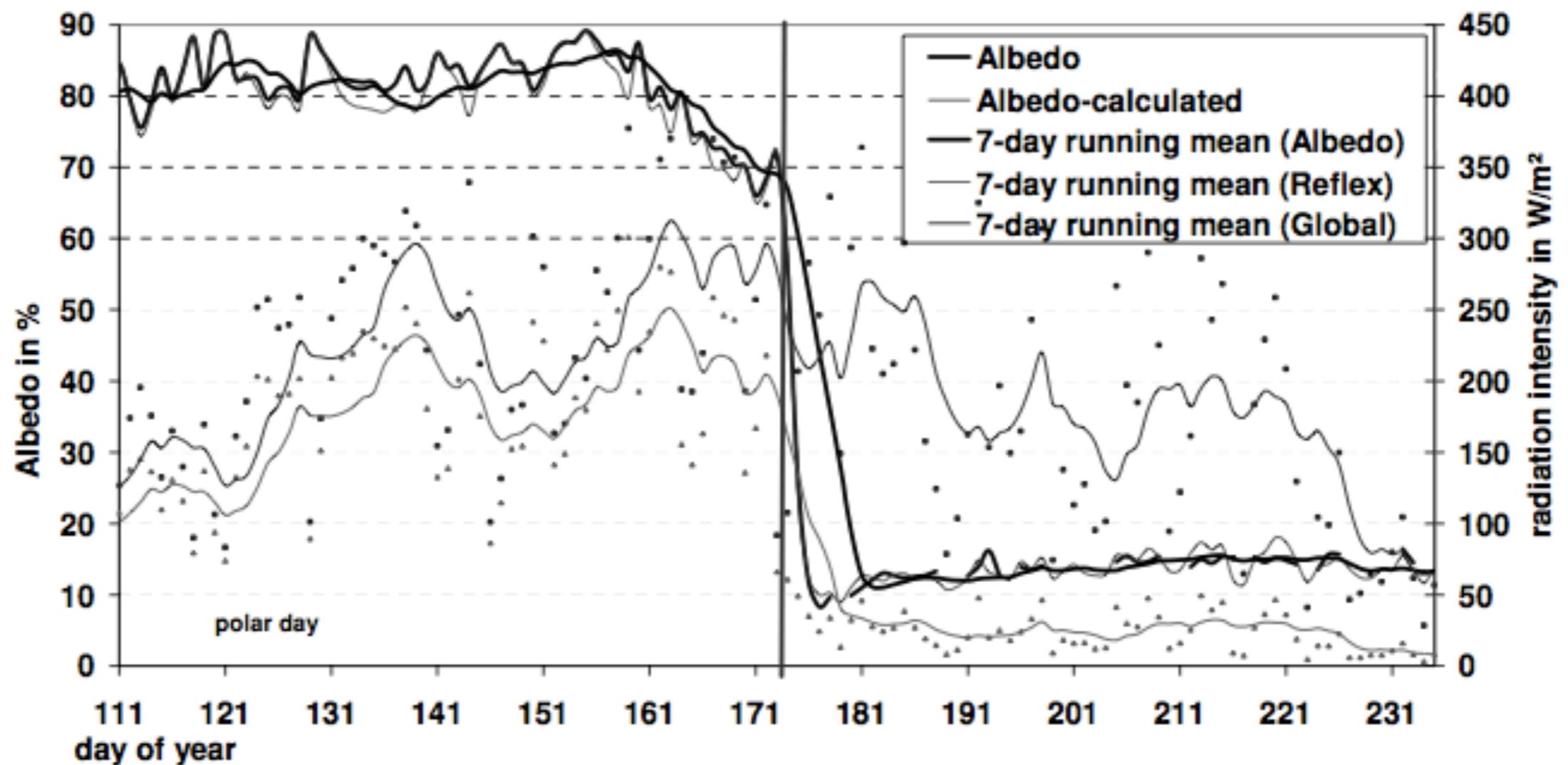
- ▶ hoher Anteil Diffusstrahlung ($G_{d, \text{month}} / G_{\text{month}} \geq 60\%$)



Quelle: Kupfer et al.

Klimatische Bedingungen

- ▶ viel reflektierte Strahlung (erst im Juni Schneeschmelze)



Quelle: Kupfer et al.

Annahmen zur Dimensionierung

- ▶ Heizwärmebedarf $100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ (sehr gut gedämmtes Gebäude)
 $\Rightarrow Q_h = 30\,000 \text{ kWh/a}$
 - ▶ TWW-Bedarf $30 \text{ l}/(\text{d Person})$ (sparsam) + $100 \text{ l}/\text{d Labore}$ (45°C)
 $\Rightarrow Q_{\text{TWW}} = 6800 \text{ kWh/a}$
 - ▶ 2% Speicher- und Zirkulationsverluste für Solarsystem;
(2% für konventionelles Referenzsystem)
- ➔ **$Q_{\text{ges}} = 37\,500 \text{ kWh/a}$**
- ▶ $f_{\text{sav}} = 25\%$ (gewünschte Brennstoffeinsparung)
 - ▶ $\eta_{\text{Nutz}} = 40\%$ (Großteil der Wärme kann auch im Sommer abgenommen werden)

Kollektor

$$A_{\text{kol}} = \frac{Q_{\text{ges,sol}} - (1 - f_{\text{save}}) \cdot Q_{\text{ges,ref}}}{G_t \cdot \eta_{\text{nutz}}}$$

$$\Rightarrow A_{\text{kol}} = 34 \text{ m}^2$$

- ▶ Vakuumröhrenkollektor mit 90° Neigung
 - ✓ Geringere Wärmeverluste (Wind, geringe Lufttemperaturen)
 - ✓ Absorbieren Strahlung aus fast allen Richtungen (direkte, diffuse und reflektierte Strahlung)
 - ✓ Minimale Schneebedeckung

Beispiel aus Grönland

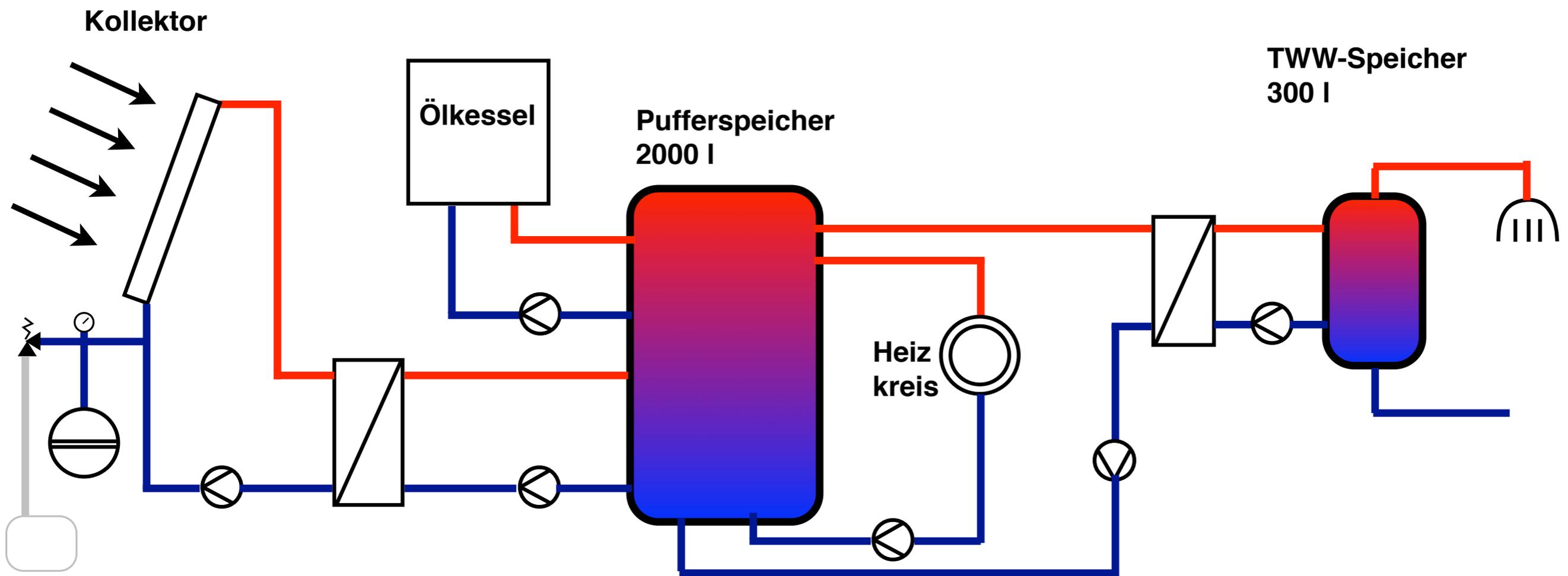


Knud Rasmussen High School, Sisimut

Speicher

- ▶ 60 l/m² Kollektorfläche ⇒ Speichervolumen $V_{Sp}=2000$ l
- ▶ ganzjährig tiefe Außentemperaturen
⇒ Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes
⇒ Speicherverluste heizen Gebäude

Hydraulische Skizze



Anlagenkosten

	Größe	spez. Preis	Preis
Kollektor	34 m ²	635 €/m ²	21 600 €
Speicher	2 000 l	1,20 €/l	2 400 €
Sonstiges (100% Aufschlag)			24 000 €
			Σ 48 000 €

Wirtschaftlichkeit

Variante		Schlecht	Bezug	Gut	Einheit
Solare Einstrahlung	G_t	650	700	750	kWh/m ² a
Kollektorfläche	A_{kol}	36	34	31	m ²
Speichervolumen	V_{sp}	2200	2000	1900	l
Anlagenbetriebsdauer	T_{anl}	25	25	25	a
Anlagenarbeitszahl	a	35	35	35	
Jahresnutzungsgrad der Kesselanlage	η_{konv}	90	90	90	%
Anlagenkosten	K_{anl}	52000	48000	45000	€
Fördergelder	$K_{förd}$	20000	20000	20000	€
Darlehenshöhe	E_{dar}	32000	28000	25000	€
Darlehenszins	i_{dar}	4	4	4	%
Darlehenslaufzeit	T_{dar}	10	10	10	a
Kostensteigerung des konv. Energieträgers	j_{konv}	7	7	7	%
jährliche Wartungskosten	f_{betr}	1	1	1	%
Strombezugspreis	K_{strom}	2,53	2,53	2,53	NOK/kWh(el)
		31,7	31,7	31,7	ct/kWh(el)
Heizölbezugspreis	K_{bk}	8,00	8,00	8,00	NOK/l
		100	100	100	ct/l
Spezifischer Heizwert	H_u	10	10	10	kWh/l
solare Wärmegestehungskosten	K_{sol}	18	16	15	ct/kWh
konventionelle Wärmegestehungskosten	K_{konv}	32	32	32	ct/kWh
Amortisationszeit	T_A	22	21	19	a

Fazit

- ▶ Einsatz scheint erfolgversprechend, allerdings deutlich längere Amortisationszeiten als in Deutschland
- ▶ Solarflüssigkeit mit mind. 50% Propylenglykol-Anteil
- ▶ Sehr ungenau Ergebnisse wegen ungenauer Strahlungsdaten (v.a. in vertikaler Ebene, da Albedowerte je nach Quelle sehr unterschiedlich)
- ▶ Simulation notwendig
 - von Qualität der Strahlungsdaten abhängig
 - PolySun unterstützt Standort nicht

Quellen

- ▶ Dragsted J., **Solar heating in Greenland** (Vortrag), Department of Civil engineering, BYG.DTU, <http://www.arktiskcenter.gl/> am 6.7.2010
- ▶ Kupfer H., Herber A., König-Langlo G. (2003). **Radiation Measurements and Synoptic Observations at Ny-Ålesund**, Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin
- ▶ Schreier N., Wagner A., Orths R., Rotarius T. (2005), **Solarwärme optimal nutzen. Handbuch für Technik, Planung und Montage**. 18. Auflage. Wagner & Co Verlag. ISBN 3-923129-36-X
- ▶ Streicher W., **Sonnenenergienutzung**, 307.036, 2 VO, Institut für Wärmetechnik, TU Graz (online pdf am 06.07.2010)
- ▶ Vajen K., Jordan U., Budig C., (2010) **Vorlesungsunterlagen Solartechnik und Solarthermie SS2010**, Fachbereich Solar- und Anlagentechnik, Universität Kassel
- ▶ Internetseite NASA SSE <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/> am 6.7.2010
- ▶ Internetseite Statistics Norway <http://www.ssb.no> am 6.7.2010
- ▶ Internetseite Kings Bay AS, <http://www.kingsbay.no> am 6.7.2010

Vielen Dank



Gibt es Fragen ?