

Josef Jenni

Das Sonnenhaus

mit hohem solarem Deckungsgrad für Warmwasser und Heizung.
Eine Möglichkeit, dank Eigenversorgung in Zukunft nicht zu frieren.

3. über-
arbeitete und
erweiterte
Auflage



Grundlagen und Rüstzeug
zum Bauen von Solaranlagen
mit hohem Deckungsgrad
aus der Sicht des Praktikers

Erneuerbare Energien.
Sonne, Holz, WRG, Nah-/Fernwärme.



Jenni Energietechnik AG

Lochbachstrasse 22, Postfach
CH-3414 Oberburg bei Burgdorf

Tel +41 (0)34 420 30 00 www.jenni.ch
Fax +41 (0)34 420 30 01 info@jenni.ch

4. Zusammenhänge der Grössen/Optimierung der Solaranlage

Bei der richtigen Auslegung der Solaranlage geht es um die vernünftige Festlegung und gegenseitige Abstimmung der nachfolgenden Grössen an einem gegebenen Standort.

Kollektorfläche	A_k	(m²)
Speichervolumen	V_{Sp}	(m³)
Heizleistungsbedarf	Q_H	(kW)
Deckungsgrad	DG	(%)

Der Deckungsgrad ist unser Ergebnis, das wir mit möglichst kleinem Aufwand an Material (Graue Energie) und Geld optimal hochhalten wollen. Am Standort ist meistens nichts zu verändern; er wirkt als Konstante auf den Heizleistungsbedarf ein. Weiter bestimmen die Bauart und die Grösse des Hauses den Heizleistungsbedarf.

Kollektorfläche, -neigung und -orientierung, Speichervolumen und Energiebedarf für Heizung und Warmwasser definieren unseren Handlungsspielraum beim Auslegen einer Solaranlage. Diese Grössen wirken aufeinander ein und unterliegen für sich verschiedenen, nicht konstanten Einflüssen:

Heizleistungsbedarf des Gebäudes: Berechnungsgüte des Heizleistungsbedarfs, meteorologische und klimatische Schwankungen (Heizgradtage, Passivnutzung), Benutzerverhalten (Lüftung, Raumtemperatur).

Warmwasserbedarf: Ausbaustandard, Anzahl Bewohner, Benutzerverhalten.

Kollektorertrag: Güte der Ertragsberechnung, meteorologische und klimatische Schwankungen (lange Schlechtwetterperioden, Smog).

Speichergösse: Die thermischen Verluste werden als im Gebäude verbleibend angenommen und sind berechenbar. Dieses Verhalten kann relativ genau nachvollzogen werden.

Mehrjahresvergleiche der Meteodaten zeigen zum Beispiel, dass die zur Verfügung stehende Strahlungsenergie sowie die Heizgradtage an einem definierten Standort um mehr als 10% schwanken können.

Ebenso weiss man, dass der Energiebedarf für Brauchwarmwasser zwischen der Hälfte und dem Doppelten des Normverbrauchs betragen kann, wenn sich Bewohner entsprechend verhalten. Dies ist im Niedrigenergiehaus umso mehr von Bedeutung, weil der Energiebedarf für Warmwasser einen bedeutenden Teil des Gesamtwärmebedarfs ausmacht.

Da die wichtigsten Einflussgrössen der Gesamtwärmebedarf und der Kollektorertrag im Winterhalbjahr sind, kann ein ermittelter Deckungsgrad mit einer Unsicherheit im Rahmen der jährlichen Ertragsschwankungen variieren. Resultiert aus der Rechnung ein Deckungsgrad um 100% herum, ist das also keine Garantie für eine Volldeckung, andererseits könnte ein «90%-Haus» über mehrere Jahre ohne Zusatzenergie auskommen, wenn die Umgebungseinflüsse günstig sind.

Verschiedene Überlegungen und eine relativ grosse Zahl von Berechnungen haben uns diese Wirkungsweise fassbar gemacht. Die Resultate können wir Ihnen in den folgenden Tabellen und Diagrammen präsentieren (ab Seite 47).

Diese ermöglichen eine Schnellübersicht, was, wo, mit welchem Aufwand in etwa erreicht werden kann.

Unserer Berechnung liegt das Modell eines EFH mit 4 Personen mit normalem Ausbaustandard zugrunde.

Damit Sie bei Interesse Ihr eigenes Projekt spezifisch rechnen und optimieren können und Sie Fragen beantworten können, wie «wie verhält sich die Anlage an meinem Standort?», «was macht die Kollektorneigung aus?», «was passiert, wenn der Heizbedarf 0.5kW tiefer liegt oder der Speicher 2m³ mehr Inhalt aufweist?» usw., stellen wir Ihnen im Anhang (Seite 78) unsere Rechenmethode und deren Anwendung mit Hilfe eines Rechenprogrammes auf www.jenni.ch detailliert vor.



Vergleich verschieden dimensionierter Anlagen

Standort: Kloten (Schweizer Mittelland)													
Q _H (kW) E _H +E _{ww} (kWh/Jahr)	20 m ²				40 m ²				80 m ²				Kollektorfläche
	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	100 m ³	Speichervolumen
2.5	70.6	75.4	82.6	106.2	89	92.2	99.6	121.8	104	110.5	133.6	171.8	Deckungsgrad (%)
8706	6146	6564	7194	9246	7748	8027	8671	10604	9054	9620	11631	14957	Koll.-Ertrag (kWh)
5	53.2	55.2	59.8	74	71.9	74	79	94.4	90.1	94.5	108	130.2	Deckungsgrad (%)
14016	7457	7737	8382	10372	10078	10372	11073	13231	12628	13245	15137	18249	Koll.-Ertrag (kWh)
10	35.3	36.4	39	44.3	52.6	54	56	63.7	72.6	75	83.2	96.8	Deckungsgrad (%)
24636	8697	8968	9608	10914	12959	13303	13796	15693	17886	18477	20794	23848	Koll.-Ertrag (kWh)
20	21.1	22.1	22.5	24.8	33.7	34.5	36.1	40.6	51.1	52.5	57.4	64.8	Deckungsgrad (%)
45876	9680	10139	10322	11377	15460	15827	16561	18626	23443	24085	26333	29728	Koll.-Ertrag (kWh)

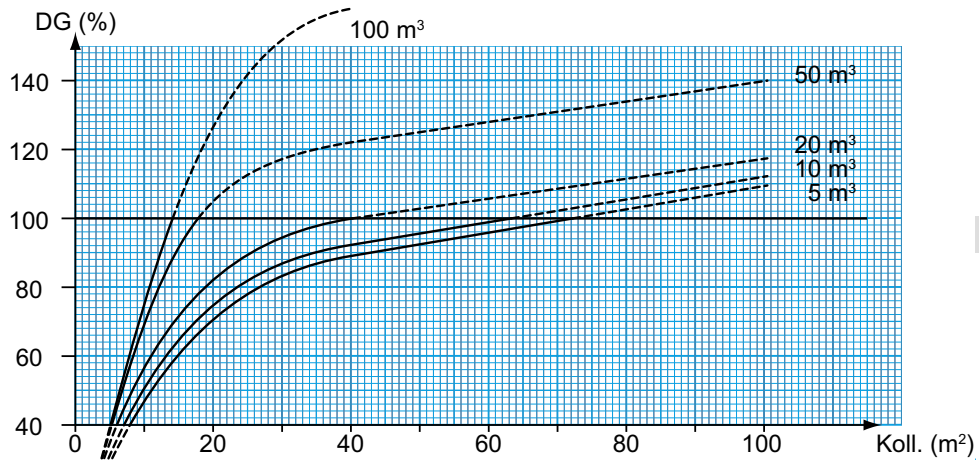
Standort: Davos (Bergregion)													
Q _H (kW) E _H +E _{ww} (kWh/Jahr)	20 m ²				40 m ²				80 m ²				Kollektorfläche
	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	100 m ³	Speichervolumen
2.5	94.6	97	101.6	117	102.1	105	110.5	126.7	105.9	111.8	129.6	157.6	Deckungsgrad (%)
11797	11160	11443	11986	13802	12045	12387	13036	14947	12493	13189	15289	18592	Koll.-Ertrag (kWh)
5	72.2	73.3	75	79.4	95.8	96.3	99.5	108.9	103	105.9	114.5	130	Deckungsgrad (%)
20199	14584	14806	15149	16038	19351	19452	20098	21997	20805	21391	23128	26259	Koll.-Ertrag (kWh)
10	45	45.2	45.5	45.9	74.1	74.7	76.3	81	97.6	99.2	102.7	107.5	Deckungsgrad (%)
37002	16651	16725	16836	16984	27418	27640	28233	29972	36114	36706	38001	399777	Koll.-Ertrag (kWh)
20	24.1	24.2	24.4	24.5	46.2	46.3	46.5	46.9	75.5	76.5	79	81.7	Deckungsgrad (%)
70607	17016	17087	17228	17299	32620	32691	32832	33115	53308	54014	55780	57686	Koll.-Ertrag (kWh)

Standort: Locarno (Alpen-Süd-Seite)													
Q _H (kW) E _H +E _{ww} (kWh/Jahr)	20 m ²				40 m ²				80 m ²				Kollektorfläche
	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	5 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	10 m ³	20 m ³	50 m ³	100 m ³	Speichervolumen
2.5	92.1	96.8	104	127.1	102.9	106.7	116	139.2	108.6	118	145.7	192.7	Deckungsgrad (%)
7155	6590	6926	7441	9094	7362	7634	8300	9960	7770	7443	10425	13787	Koll.-Ertrag (kWh)
5	71.4	74.4	80.4	97.1	94.3	97.3	102	117	103.6	109	126	156.4	Deckungsgrad (%)
16913	12076	12583	13598	16423	15949	16456	17251	19788	17522	18435	21310	26452	Koll.-Ertrag (kWh)
10	47.9	49.9	53.8	64.9	70.3	72.2	75.7	86.7	97.1	100.1	111	128.6	Deckungsgrad (%)
18430	8828	9197	9915	11961	12956	13306	13952	15979	17896	18448	20457	23701	Koll.-Ertrag (kWh)
20	27.4	28.5	30.5	35.6	46	47	49	55	69.9	72	78.2	88.3	Deckungsgrad (%)
33465	9169	9538	10207	11914	15394	15729	16398	18406	23392	24095	26170	29550	Koll.-Ertrag (kWh)

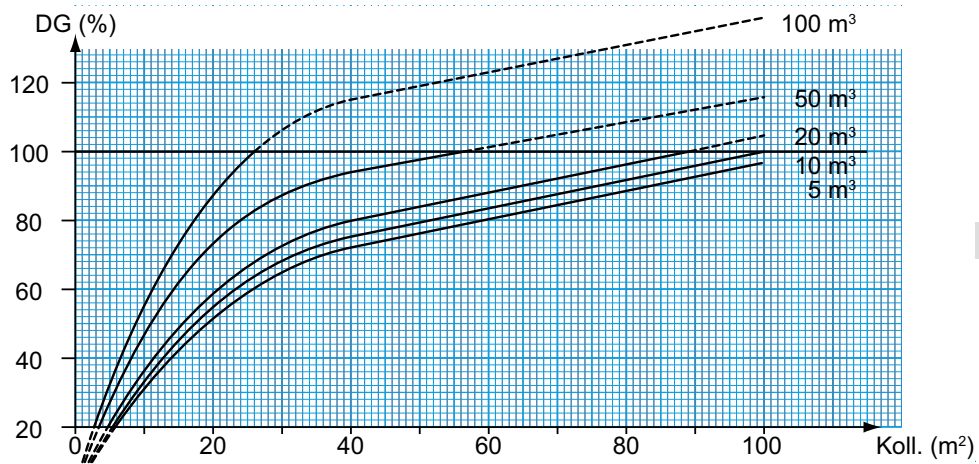
Koll.-Ertrag Nutzbarer Jahresertrag der Kollektoren
 Q_H notwendige Heizleistung bei -8°C
 E_H konventioneller Jahresenergiebedarf der Heizung
 E_{ww} Jahresenergiebedarf für Warmwasser (fix 160 l pro Tag, ΔT 50°C)

Standort Kloten

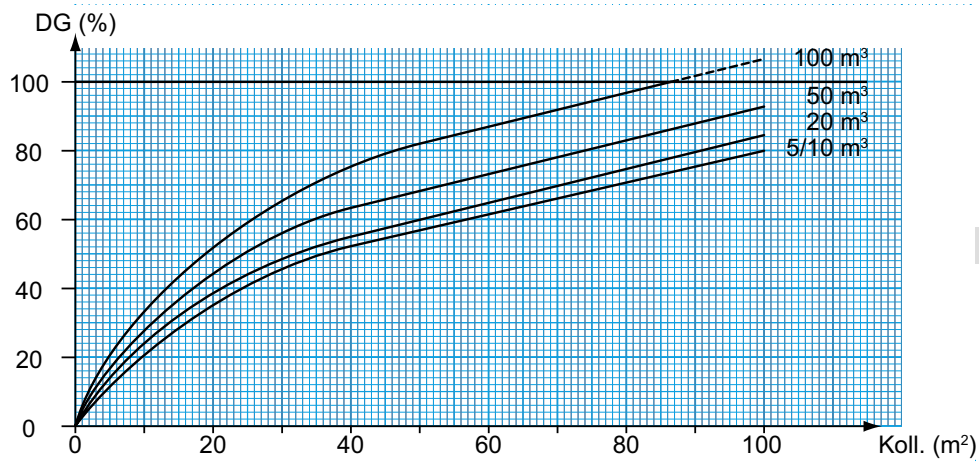
Deckungsgrad als Funktion der Kollektorfläche und der Speichergrösse bei Q_H 2.5/5/10/20 kW



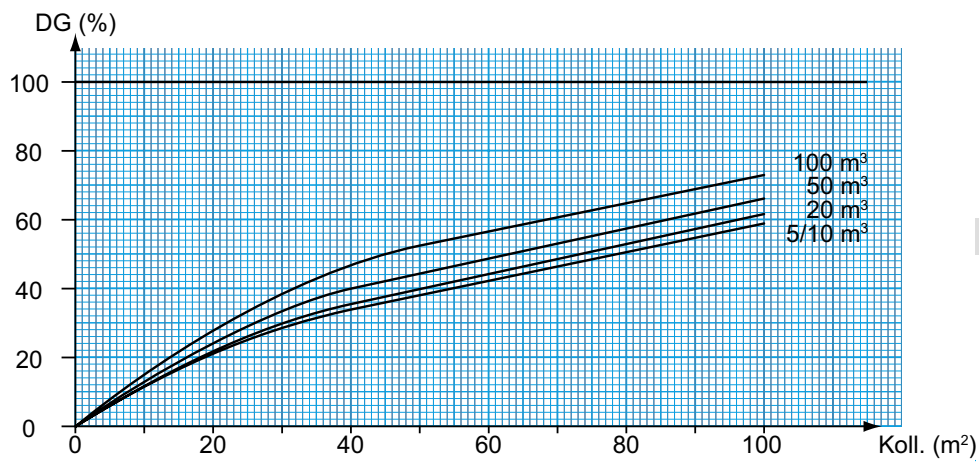
Q_H 2.5 kW



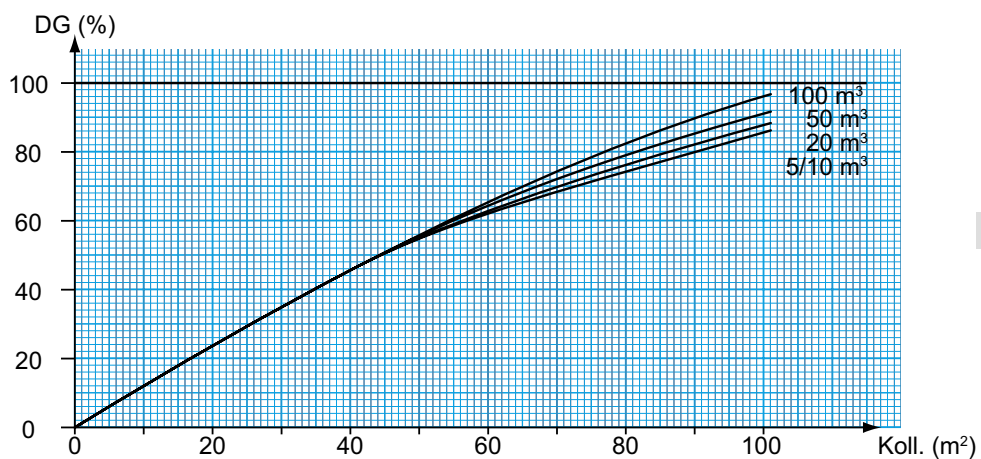
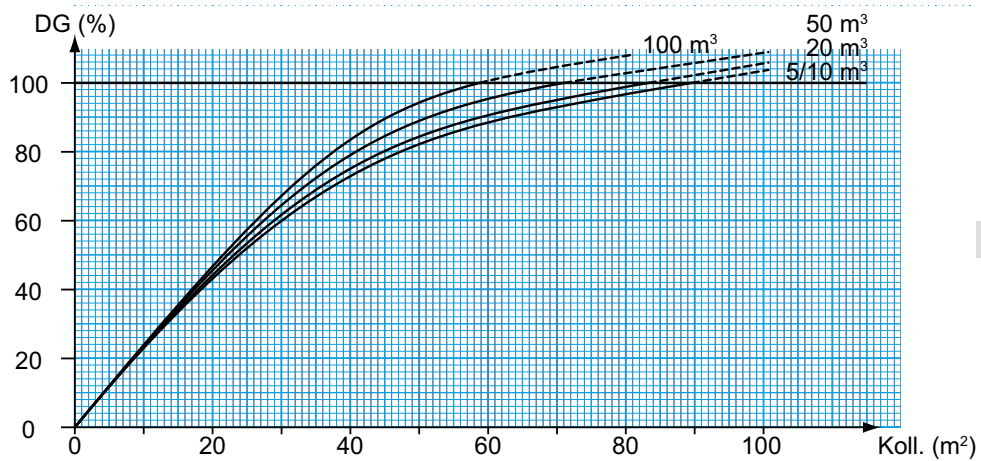
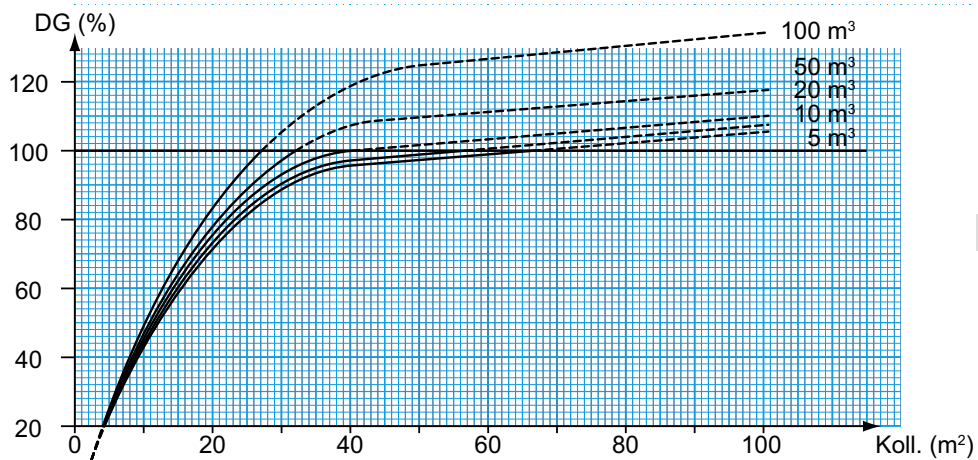
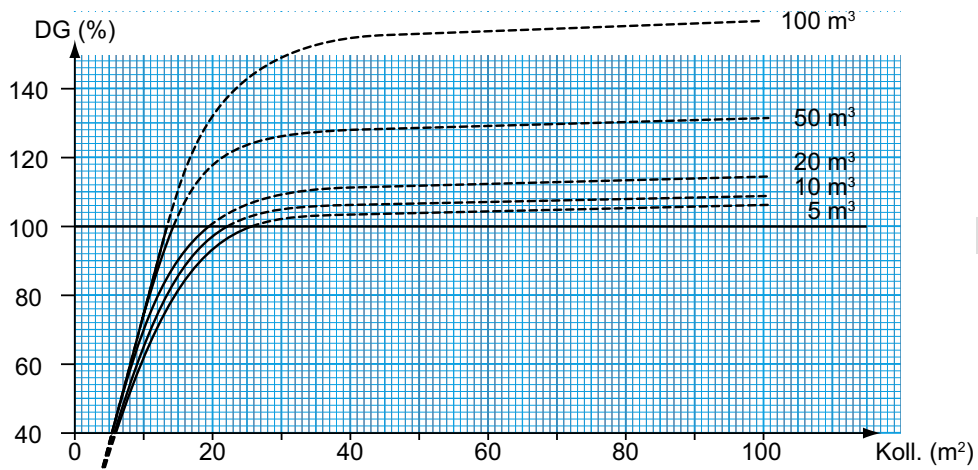
Q_H 5 kW

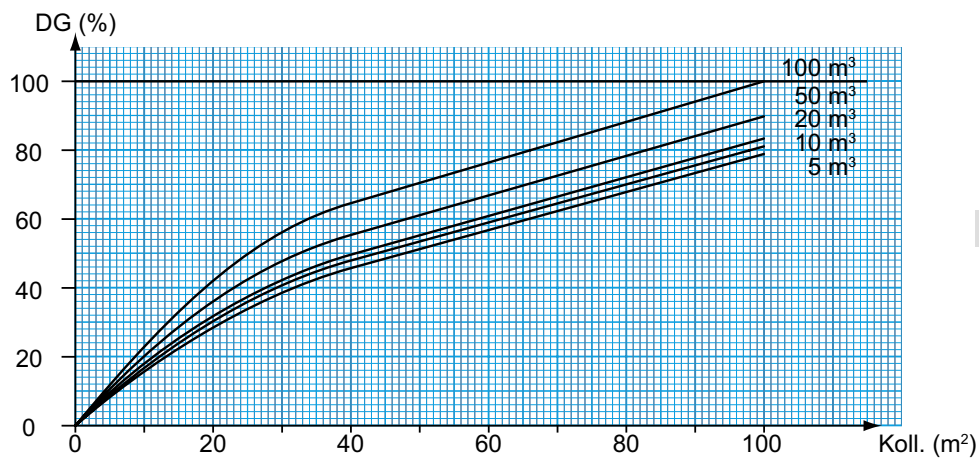
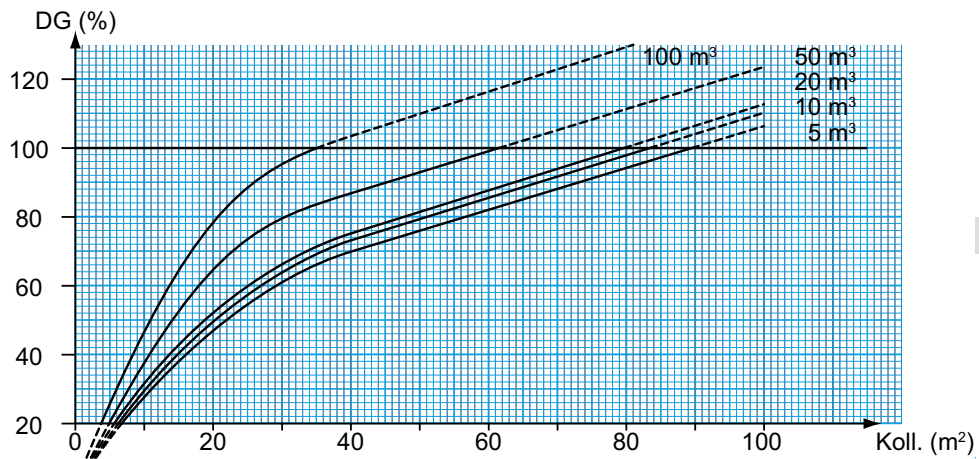
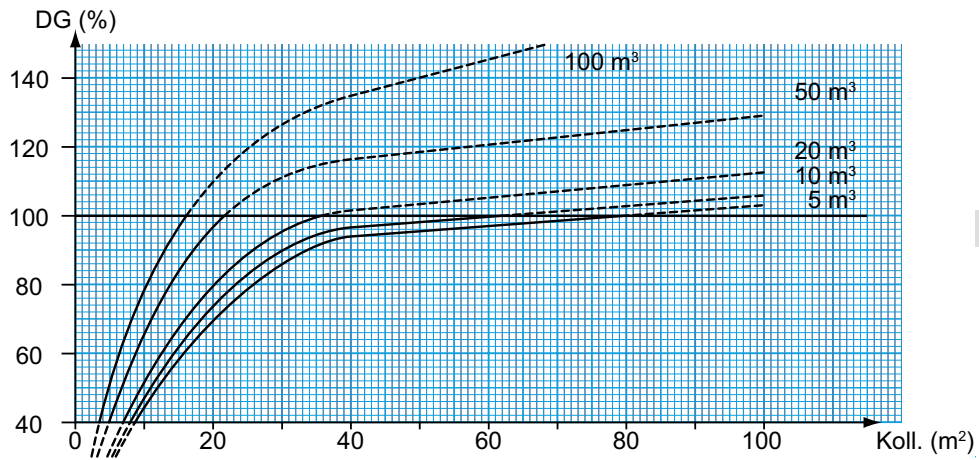
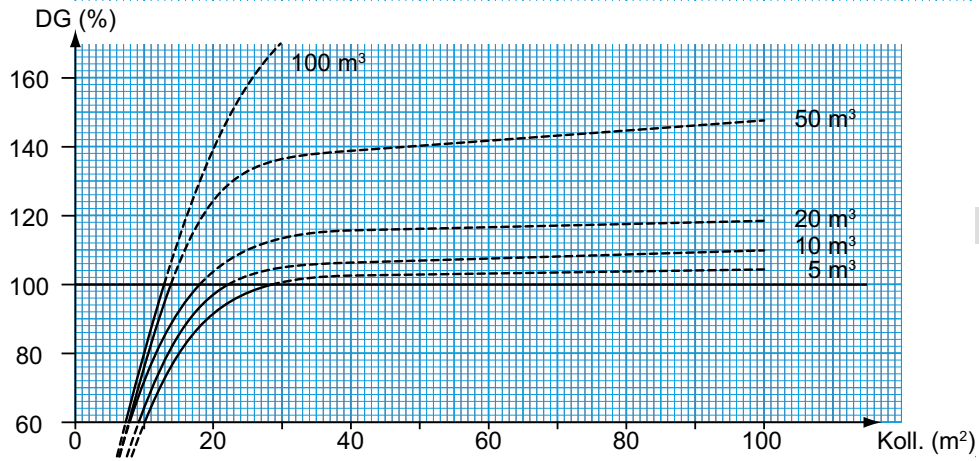


Q_H 10 kW



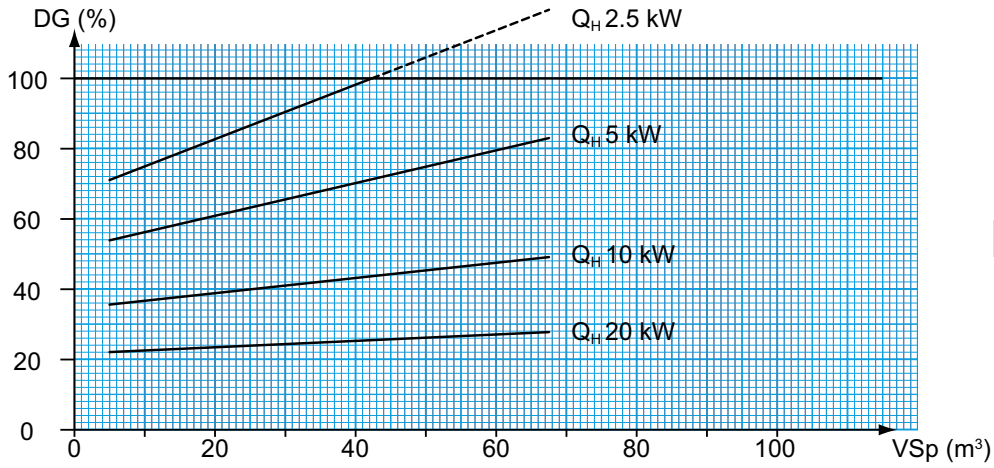
Q_H 20 kW



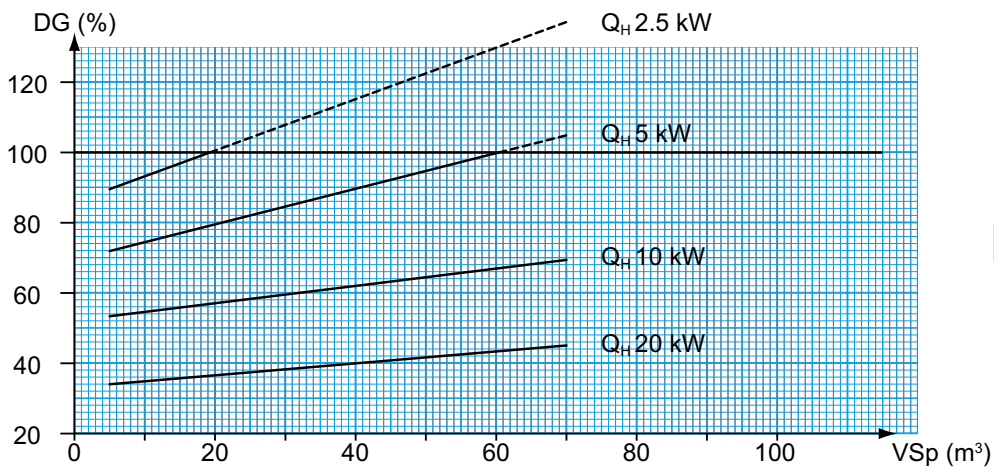


Standort Kloten

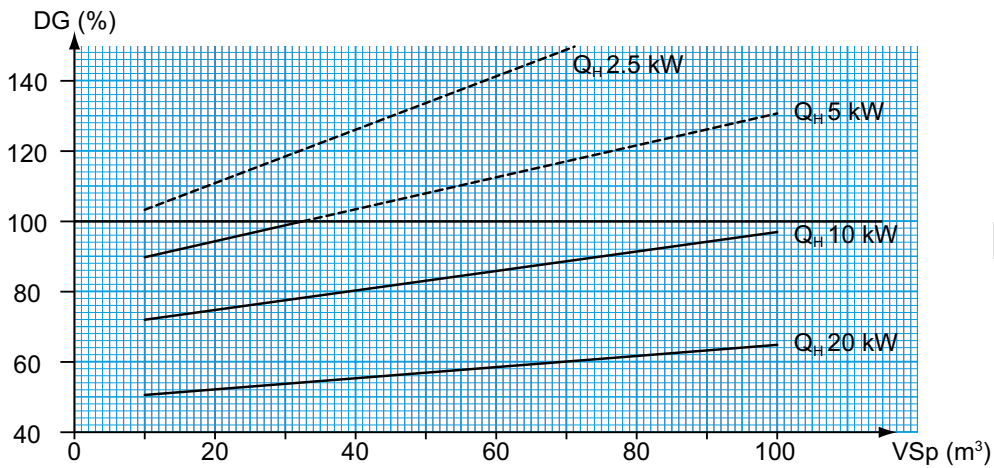
Deckungsgrad als Funktion der Speichergrosse und des Wärmebedarfs Q_H bei verschiedenen Kollektorflächen 20/40/80 m²



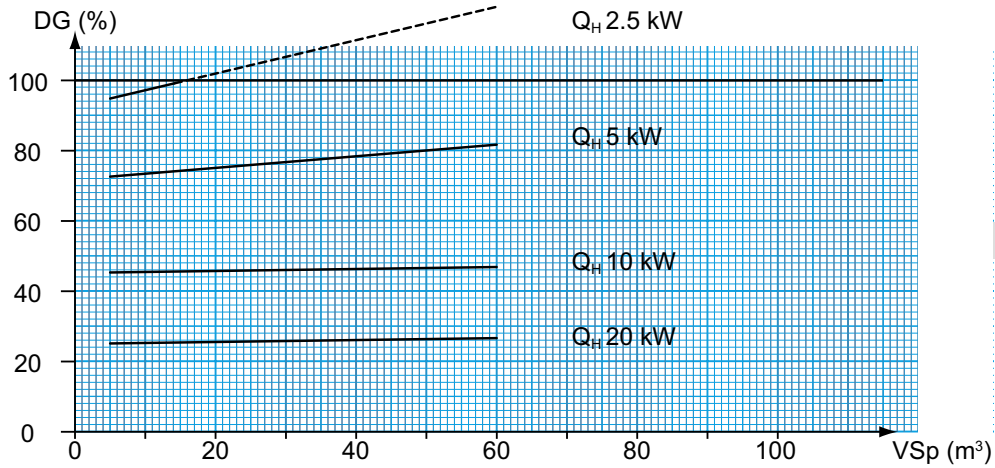
20 m² Koll.



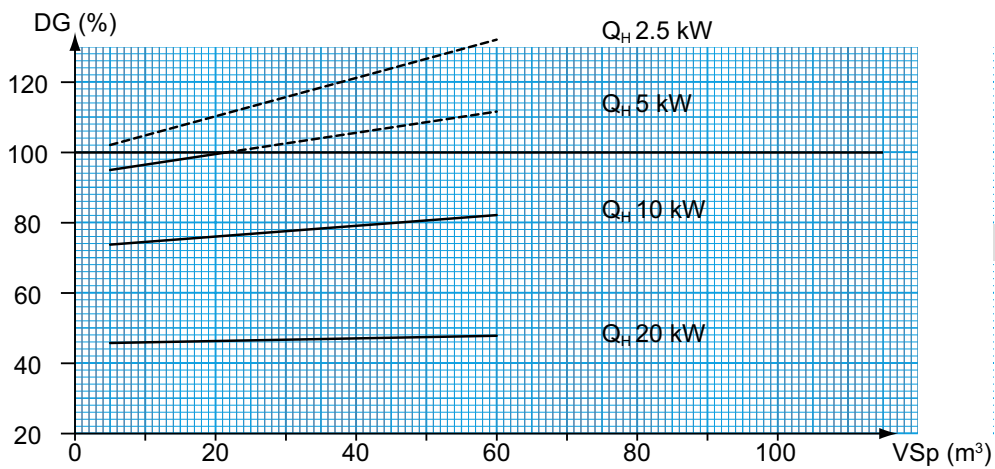
40 m² Koll.



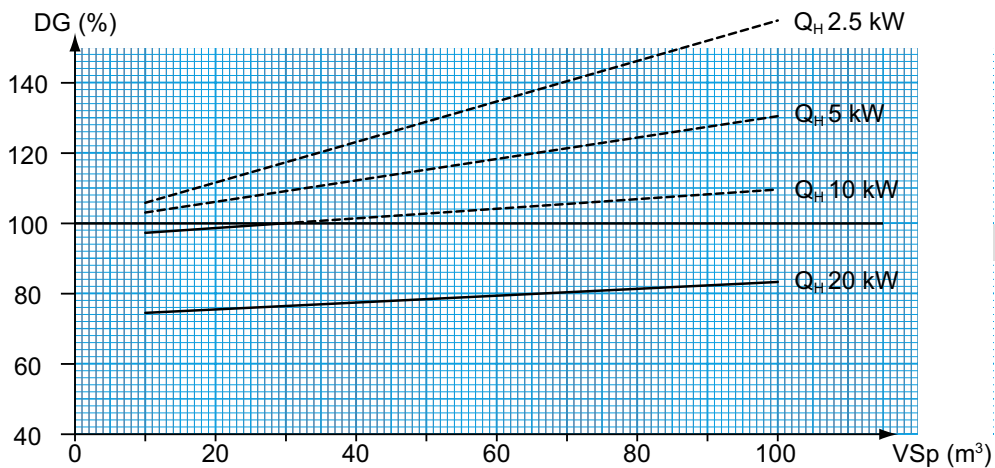
80 m² Koll.



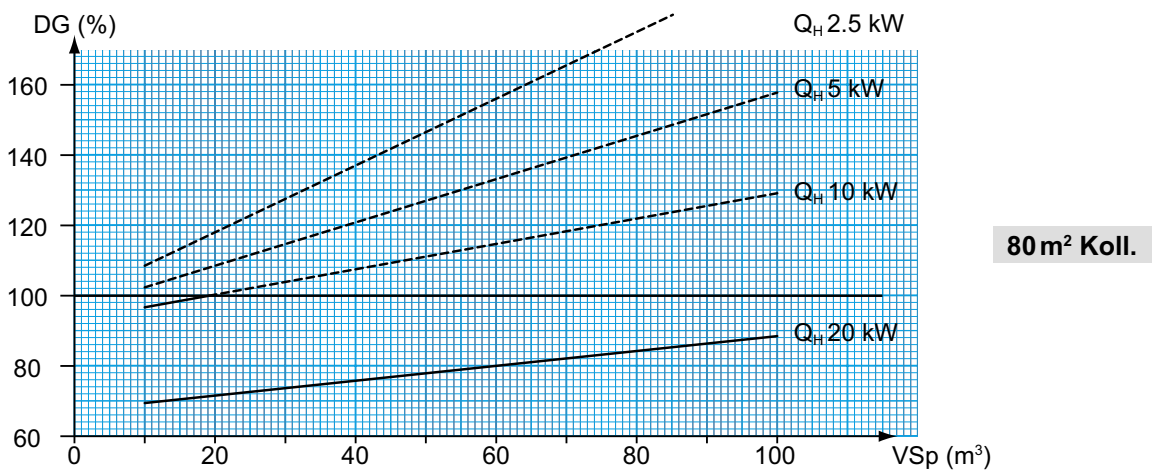
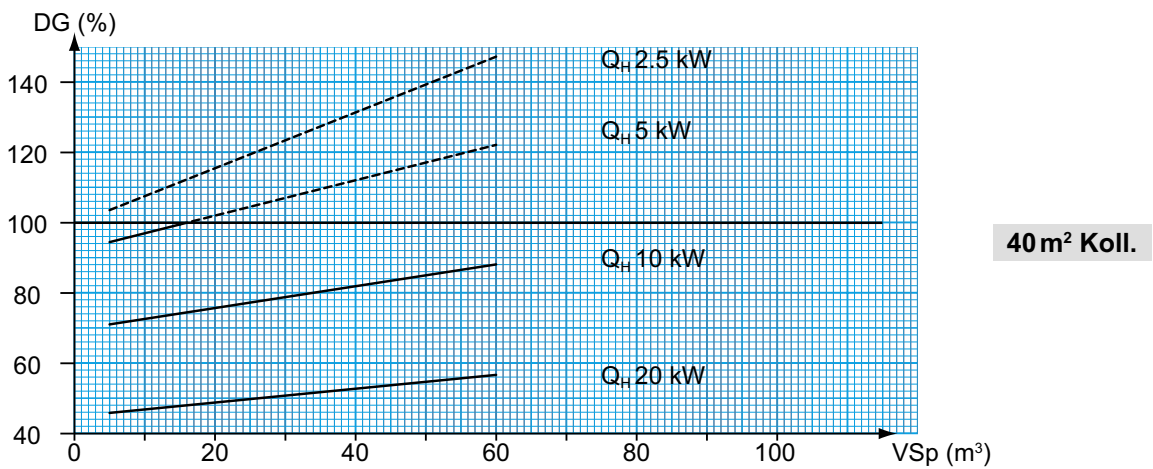
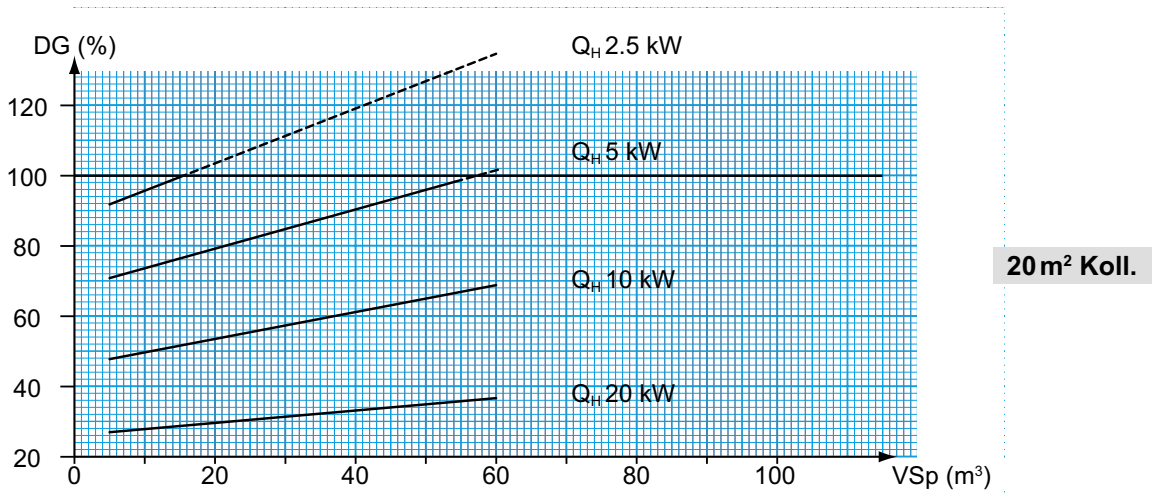
20 m² Koll.



40 m² Koll.



80 m² Koll.



Genauigkeit der Werte/praktische Erfahrungen

Beim Arbeiten mit diesen Werten muss man sich im Klaren sein, dass es sich um theoretische Ergebnisse handelt, deren Aussagefähigkeit Grenzen hat. Sie können nicht besser als die getroffenen Annahmen sein und gehen von durchschnittlichen Werten aus, die von einem Jahr zum anderen erheblich ändern können. Mit Wetterglück kann eine Anlage viel besser abschneiden. Wenn im dümmsten Moment eine Schlechtwetterperiode kommt, kann es viel schlechter aussehen.

In den Tabellen und Diagrammen sind spezielle Massnahmen, wie Wärmerückgewinnung und aussergewöhnlich hohe passive Sonnenenergienutzung, nicht berücksichtigt worden. Auch hängt sehr viel von den Verbrauchsgewohnheiten der Bewohner ab.

Zum Vergleichen und Optimieren der Anlage sind die Angaben aber sehr gut geeignet und, wie die in der Zwischenzeit recht umfangreichen praktischen Erfahrungen zeigen, realistisch.

Ablesebeispiel:

Ein Einfamilienhaus in Kloten, mit einem Heizleistungsbedarf (Q_H) von 5 kW, erreicht mit einem Speichervolumen von 10 m³ und einer Kollektorfläche von 20 m² einen solaren Deckungsgrad von 55 %. Wird nun das Speichervolumen auf 20 m³ oder sogar auf 50 m³ erhöht, ergeben sich neue Deckungsgrade von 60 % respektive 74 %.

Betrachtet man dasselbe Haus mit einer Kollektorfläche von 40 m², so ergeben sich für die drei Speichervolumina von 10, 20 und 50 m³ Deckungsgrade von 74 %, 79 % respektive 94 %.

Angenommen, die Ausgangslage sei $Q_H = 5$ kW, $A_k = 20$ m² und $V_{Sp} = 10$ m³ mit einem Deckungsgrad von 55 %, so braucht es zum Erreichen eines Deckungsgrades von 65 % entweder eine Erhöhung des Speichervolumens auf 29 m³ oder eine Vergrösserung der Kollektorfläche auf 27 m². Die Kosten dafür können jetzt verglichen und daraus Schlüsse gezogen werden.

Veränderung	Mehrkosten pro Einheit	Mehrkosten Total
VSp neu 29 m ³ (+19 m ³)	CHF 1000.–/m ³	CHF 19 000.–
Ak neu 27 m ² (+7 m ²)	CHF 600.–/m ²	CHF 4 200.–

Mehrkosten des Speichers inklusive Speicherisoliations- und Baumehrkosten.

In diesem Fall wird mit einer Kollektorfeldvergrösserung für geringere Mehrinvestitionen der gleiche erhöhte Deckungsgrad erreicht.

Diese Überlegungen sollten allerdings anhand des konkreten Objektes durchgeführt werden. Verschiedenste Randbedingungen wie Platzverhältnisse, Subventionen (die meistens pro m² Sonnenkollektorfläche berechnet werden) und ein hoher erwünschter Deckungsgrad können zu erheblichen Verschiebungen führen.

Im Allgemeinen ist es eher sinnvoller, die Kollektorfläche statt den Speicher komfortabel auszulegen. Andererseits kann ein sehr hoher solarer Deckungsgrad nur noch mit einem grossen Speicher erreicht werden.

Damit ein Haus sicher nur mit Sonne beheizt werden kann, müssen die getroffenen Annahmen stimmen und eine Reserve von 30 – 50 %, also ein Deckungsgrad von 130 – 150 %, vorhanden sein. Dies kann nur noch mit einem grossen und mit 30 bis eher 40 cm gedämmten Speicher erreicht werden.

Als Leuchtturmprojekte, zur Verbreitung der Idee, sind solche Häuser wichtig. Allgemein ist es aber sinnvoller, die Anlage auf einen Deckungsgrad von etwas unter 100 % auszulegen und den Restenergiebedarf mit einem Kaminofen im Wohnbereich zu ergänzen.