

**Eidg. Institut für Reaktorforschung Würenlingen
Schweiz**

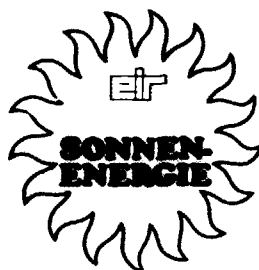
Wärmeerträge und Kenngrößen von Sonnenkollektoren

Bericht über die Prüfkampagne vom Sommer 1978

J. M. Suter, F. Widder, P. Kesselring



Würenlingen, Mai 1979



Wärmeerträge und Kenngrößen von Sonnenkollektoren

BERICHT UEBER DIE PRUEF-
KAMPAGNE VOM SOMMER 1978

VORHABEN SONNENENERGIE
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR REAKTORFORSCHUNG
CH-5303 WÜRENLINGEN

ZUSAMMENFASSUNG

Das Eidg. Institut für Reaktorforschung beschäftigt sich seit einiger Zeit mit der Messung von Kollektorleistungen. Der vorliegende Bericht zeigt nun die Resultate der EIR-Kollektortestserie vom Sommer 1978. Insgesamt sind 22 verschiedene, auf dem Schweizer Markt erhältliche Kollektoren getestet und die entsprechenden Prüfblätter erstellt worden. Im Bericht werden die erhaltenen Resultate zusammen mit jenen der von der Internationalen Energie Agentur IEA vorgeschlagenen Referenzkollektoren verglichen.

Im Anhang werden die angewandte Prüfmethode, sowie der Aufbau des Prüfstandes beschrieben. Ferner wird auf eine am EIR entwickelte Methode zur Berechnung der Bruttowärmeerträge von Sonnenkollektoren kurz eingegangen. Schliesslich werden die Kenngrössen der Referenzkollektoren in Abhängigkeit von der Testperiode betrachtet und auf ihre Rolle bei der Auswertung der Ergebnisse einzelner Kollektortestserien hingewiesen.

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	5
2. Inhalt der Prüfungen	7
3. Zusammenstellung der Messresultate	9
4. Nutzen und Grenzen der Prüfergebnisse	16
5. Die einzelnen Prüfberichte	18
6. Verdankungen	
7. Literaturverzeichnis	
Anhang I : Beschreibung des Prüfstandes	
Anhang II : Beschreibung der Prüfmethode	
Anhang III : Grundlagen zur Berechnung der Brutto- wärmeerträge	
Anhang IV : Die Kenngrößen der Referenzkollektoren in Abhängigkeit von der Messperiode	

VORWORT

Die Sonnenenergieforschungsgruppe des EIR freut sich, der Öffentlichkeit diesen Testbericht vorlegen zu können. Es handelt sich dabei um die Resultate der ersten systematisch durchgeführten Leistungsmessungen an Sonnenkollektoren. Die Messergebnisse stellen einen Beitrag zur objektiven Beurteilung der auf dem Schweizer Markt erhältlichen Kollektormodelle dar.

Es versteht sich von selbst, dass diese Veröffentlichung nur einen ersten Schritt darstellt. Bisher konnten lediglich Leistungstests an einem kleinen Teil der heute in der Schweiz vertriebenen Produkte durchgeführt werden. Aus diesem Grund werden in Zukunft weitere Testserien notwendig sein. Dazu kommt, dass andere, von uns nicht erfasste Eigenschaften von Sonnenkollektoren - z.B. die Lebensdauer - mindestens ebenso wichtig sind wie das Leistungsverhalten. Diesbezügliche Forschungsprogramme, welche ebenfalls mit öffentlichen Geldern finanziert werden, werden von anderen Institutionen durchgeführt und befinden sich zur Zeit noch in der Anlaufphase.

Die Sonnenenergiegruppe des EIR hofft, durch diese Forschungstätigkeit die Aktivitäten zur Nutzung der Sonnenenergie in der Schweiz zu fördern. Auch wenn die Kollektortechnologie vielleicht nicht den grössten Nutzungsanteil am Sonnenenergiepotential unseres Landes darstellt, wird sie doch in Zukunft ihren Teil zur Diversifizierung der Energieträger beisteuern.

J.M. Suter

1. EINLEITUNG

Die Anfänge unserer Kollektortests gehen bis ins Jahr 1975 zurück. Die Fachwelt war sich damals einig, dass von allen Komponenten einer Sonnenenergieanlage über das Verhalten der Kollektoren bei bestimmten Einstrahlungs- und Temperaturverhältnissen am wenigsten ausgesagt werden konnte.

Um Kollektoren unter möglichst praxisnahen Bedingungen zu testen, wurde deshalb ein Freiluftprüfstand aufgebaut und die dazu erforderliche Prüfmethode sowie die Programme zur Datenerfassung und Auswertung entwickelt. Diese Vorarbeiten dauerten insgesamt rund 2 Jahre. Aus zwei Gründen wurde die Anlage so ausgelegt, dass bis zu 10 Kollektoren gleichzeitig ausgetestet werden können:

- Um vergleichbare Resultate zu erhalten, müssen gleichzeitig mehrere Kollektoren getestet werden. Damit ist die Forderung nach identischen klimatischen Bedingungen erfüllt.
- Die nach der damaligen Methode durchgeführten Tests dauerten ein volles halbes Jahr; es drängte sich auf, die Messungen durch Parallelschaltungen von mehreren Kollektoren zu rationalisieren.

Während der ersten zwei Jahre wurden uns von externen Interessenten einige Versuchskollektoren für Testzwecke zur Verfügung gestellt. Das erst ermöglichte uns, die Prüfmethode und Auswertungs-Software zu entwickeln. Diese Kollektoren wurden nicht unter Vertrag getestet; für das EIR ergaben sich damit auch keine Verpflichtungen hinsichtlich der Termine und Resultate; die letzteren wurden anlässlich des Symposiums IV der SSES in Biel [1] publiziert.

Bereits während der Entwicklung des Prüfstandes wurden Interessenten, die sich für weitere Tests anmeldeten, auf eine Warteliste gesetzt. Die zunehmende Anzahl der Anmeldungen machte deutlich, dass die Prüfmethode vereinfacht werden musste [2]. Diese neue Prüfmethode gestattet eine rationellere Abwicklung der Tests, weil der Einfluss vom Einfallswinkel der Strahlung auf den optischen Wirkungsgrad nicht mehr erfasst wird. Die Testzeit verringerte sich damit auf ca. 1 Monat pro Charge. Messungen sind aber im Moment nur im Sommer vollständig durchführbar.

Um auch einen Vergleich zwischen zwei nacheinander getesteten Chargen durchführen zu können, bleiben zwei Kollektoren stets auf dem Prüfstand. Es handelt sich dabei um die zwei von der Intern. Energie Agentur (IEA) für den "Round Robin-Test" empfohlenen Modelle [3]. Im Sommer 1978 wurden die ersten Kollektortests unter Vertrag durchgeführt. Es gelang, die bis dahin anstehende Warteliste abzubauen. Indessen ist es selbstverständlich, dass bisher bloss ein kleiner Teil der sich heute auf dem Markt befindenden Produkte getestet werden konnte. Unsere Messungen werden daher noch einige Jahre weitergeführt, u.a. im Rahmen des "Impulsprogrammes des Delegierten für Konjunkturfragen".

2. INHALT DER PRÜFUNGEN

Um eine Vergleichbarkeit von gleichzeitig erfassten Resultaten zu gewährleisten, stimmen die nachstehenden Grössen jeweils bei allen Kollektoren überein:

- Vorlauftemperatur (durch Heizung, bzw. Kühlung stabilisiert)
- Einstrahlungsverhältnisse (Kollektor in derselben Ebene montiert)
- Meteoverhältnisse (Aussentemperatur, Bewölkung, Wind, Regen)
- Durchflussmenge
(siehe auch die Beschreibung des Prüfstandes im Anhang I)

Als Messwerte, bzw. Kontrollen erfasst werden dabei:

- die Meteodaten der Kollektorumgebung (Einstrahlung, Umgebungstemperatur, Windgeschwindigkeit)
- Parameterwerte (Vorlauftemperatur, Massenstrom)
- momentaner Wärmeertrag.

Um mit Hilfe von Meteodaten eines beliebigen Ortes eine Abschätzung des zu erwartenden Bruttowärmeertrages vorzunehmen, bestimmen wir zusätzlich 3 charakteristische Kollektorkenngrössen:

A_0 : maximaler Wirkungsgrad für direkte und senkrechte Einstrahlung

A_{diff} : maximaler Wirkungsgrad bei diffuser Strahlung

K_0 : charakteristischer Verlustfaktor (sog. K-Wert)

Diese Grössen werden durch die Analyse der bei zwei einfachen Meteosituationen erfassten Daten berechnet (siehe Anhang II).

Es handelt sich dabei immer um Mittelwerte aus Messungen, die an verschiedenen Tagen durchgeführt wurden. Vor der Auswertung jeder Charge wird jeweils geprüft, ob die errechneten Kenngrössen der Referenzkollektoren mit den entsprechenden Messungen der vorhergehenden Messreihen übereinstimmen. Falls Abweichungen feststellbar sind, werden die Resultate der ganzen Charge mit entsprechenden Korrekturen (einige %) versehen (siehe Anhang IV). Wollte man auf diese Korrekturen verzichten, so wäre eine dreimal so lange Messperiode erforderlich (statistische Fehler!)

Die auf oben beschriebene Weise erfassten Kenngrössen bilden zusammen mit den entsprechenden aufbereiteten Meteodaten die Grundlage für einen Ertragsvergleich zwischen verschiedenen Kollektortypen, sowie zur Dimensionierung und Optimierung von Kollektorfeldern (Anhang III).

3. ZUSAMMENSTELLUNG DER MESSRESULTATE

Um einen Ueberblick über die Resultate zu erhalten, sind in Abb. 1 die optischen und thermischen Kenngrössen zusammengestellt. Jedem Kollektor entspricht ein Punkt mit dem Koordinatenpaar (K_0 , A_0); der Fehlerbereich beträgt $\pm 5\%$ für A_0 und $\pm 10\%$ für K_0 .

Damit die Resultate für einen bestimmten Kollektortyp (einfach verglast, doppelt verglast, selektiv, Doppelstegplatte usw.) im rechten Licht gesehen werden, sind hier noch einmal wichtige Punkte zusammengefasst:

- Die Sonnenstrahlung fällt in einen Spektralbereich von 0,3 bis 3 μm ein.
- Die thermische Abstrahlung eines Absorbers (Temperatur 0 - 200°C) fällt in einen Bereich, der zwischen 3 und 30 μm liegt.
- Jede Glasscheibe, Kunststoffabdeckung usw. reduziert die auf den Kollektor fallende globale Einstrahlung.
- Jede Glas- oder Kunststoffabdeckung verbessert die thermischen Eigenschaften eines Kollektors.
- Die Absorberfläche muss so beschaffen sein, dass sie einen möglichst grossen Teil der auf sie fallenden Sonnenstrahlung absorbiert.
- Eine selektive Absorberfläche zeichnet sich dadurch aus, dass sie neben einem guten Absorptionsvermögen im Bereich der Sonneneinstrahlung ein kleines Emissionsvermögen im Bereich der Abstrahlung von 3 - 30 μm aufweist.

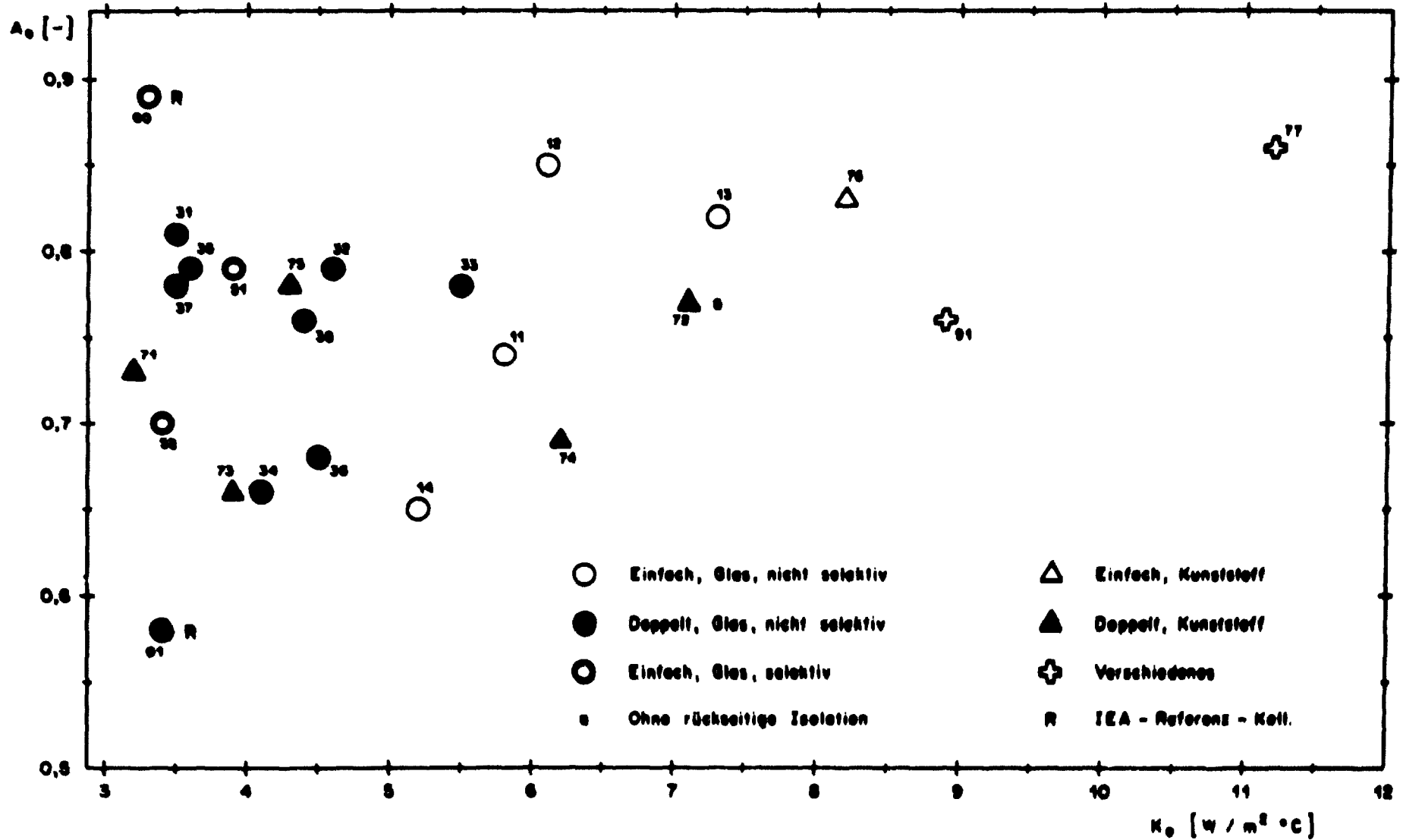


Abb. 1 Zusammenstellung von optischen und thermischen Kenngrößen der getesteten Kollektoren. Jedem Kollektor entspricht ein Punkt mit dem Koordinatenpaar (K_0/A_0) . Die Numerierung der einzelnen Punkte entspricht den zwei letzten Ziffern der zugehörigen Prüfbericht-Nummern.

Aus unseren Messungen geht hervor, dass bezüglich Kenngrößen und Erträgen

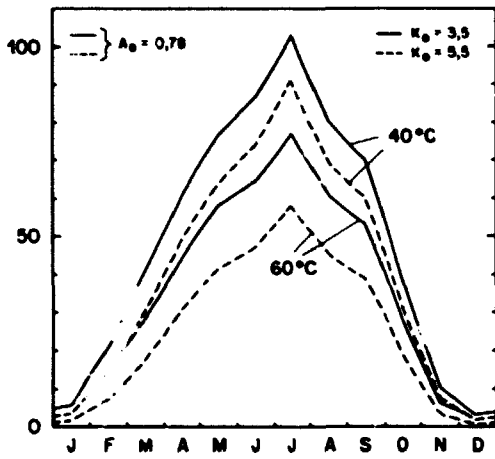
- Kollektoren mit Glas- und Kunststoffabdeckungen einander gleichwertig sind;
- bei Betriebstemperaturen unterhalb 60 °C eine selektive Beschichtung etwa denselben Einfluss wie eine zweite Glas- oder Kunststoffabdeckung hat.

Generell lässt sich sagen, dass Kollektoren mit einfachen Abdeckungen denjenigen mit doppelten Abdeckungen hinsichtlich optischer Eigenschaften überlegen, hinsichtlich der thermischen Eigenschaften aber unterlegen sind. Je nach Anwendung und Klima ist die eine oder andere Eigenschaft wichtiger, wie aus den Diagrammen a - d der Abb. 2 ersichtlich ist.

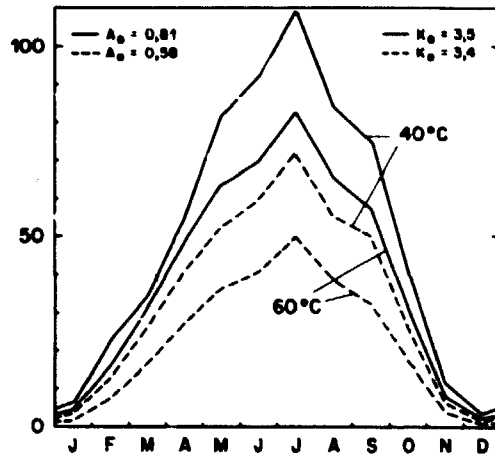
In diesen Figuren ist jeweils der berechnete Bruttowärmeertrag von Kollektoren bei verschiedenen Betriebszuständen übers Jahr aufgetragen.

In den Diagrammen a) und b) der Abb. 2 werden jeweils 2 verschiedene Kollektoren desselben Typs miteinander verglichen. Es wurden dabei extreme Werte der Kenngrößen aus der Abbildung 1 verwendet. Man sieht, dass der Betrieb bei möglichst tiefer Kollektortemperatur (T_k) für den Ertrag wichtiger ist als die Wahl eines Kollektors mit hervorragenden Kenngrößen.

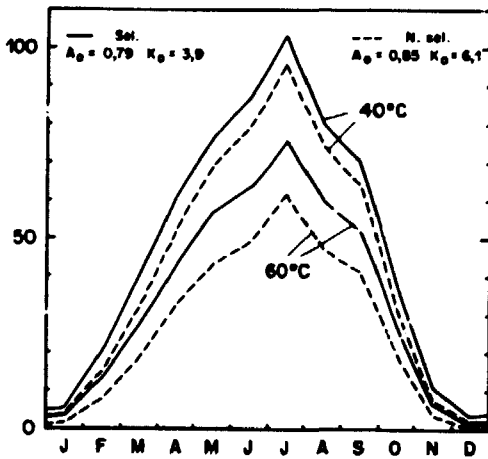
Zu Diagramm a): Einfluss von verschiedenen K_0 bei gleichen A_0 .
Bei $T_k = 40$ °C macht eine Variation des K-Wertes weniger aus als bei $T_k = 60$ °C.



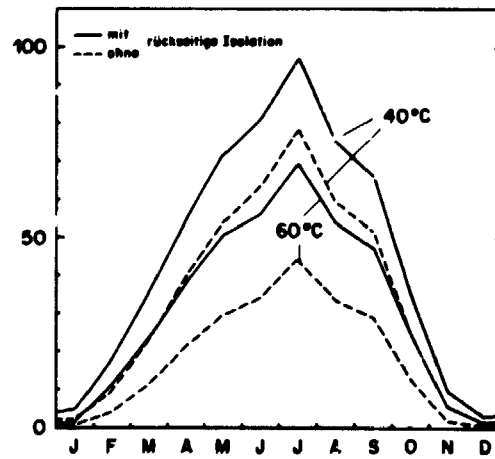
2a)



2b)



2c)



2d)

Abb. 2 Nach EIR-TM-IN 670 berechnete Bruttomonatserträge in kWh/m² Monat für einige der getesteten Kollektoren. Der Berechnung liegen Meteodaten von Kloten sowie eine Orientierung nach Süden bei einem Anstellwinkel von 45° zugrunde. Vergleiche hierzu den Text auf Seite 11.

Zu Diagramm b): Einfluss von sehr verschiedenen A_0 bei ähnlichen K_0 . Es ist ersichtlich, dass bei niedriger Betriebstemperatur die jeweiligen Erträge stark divergieren. Die Unterschiede werden geringer, wenn bei höherer Kollektortemperatur vermehrt die thermischen Eigenschaften des Kollektors eine Rolle spielen. Eine Verminderung des optischen Wirkungsgrades von 0,81 auf 0,58 wirkt sich fast gleich stark aus wie eine Steigerung der mittleren Kollektortemperatur von 40 °C auf 60 °C.

Im Diagramm c) werden zwei einfach verglaste Kollektoren, der eine mit selektivem, der andere ohne selektiven Absorber, miteinander verglichen. Eine selektive Schicht verkleinert im allgemeinen den optischen Wirkungsgrad A_0 , verbessert, d.h. verkleinert aber auch den K-Wert. Bei niedriger Kollektortemperatur ($T_k = 40^\circ\text{C}$) wirkt sich dies auf den Ertrag praktisch nicht aus. Bei der Temperatur von 60 °C liegt der Jahresertrag des selektiv beschichteten Kollektors deutlich höher, obwohl für diesen Vergleich die K-Werte beider Kollektoren als unabhängig von der Kollektortemperatur angenommen wurden, was in Wirklichkeit jedoch nur in erster Näherung zutrifft.

Diagramm d) Es sind hier die Erträge zweier Kollektoren mit doppelter Kunststoffabdeckung aufgetragen. Ein Kollektor ist dabei zu Testzwecken ohne rückseitige Isolation ausgemessen worden. Erwartungsgemäss verlaufen die Kurven ähnlich wie diejenigen im Diagramm a), und es liegt auf der Hand, dass das Weglassen der rückseitigen Isolation einfach einer Verschlechterung des thermischen Verlustfaktors K_0 gleichkommt.

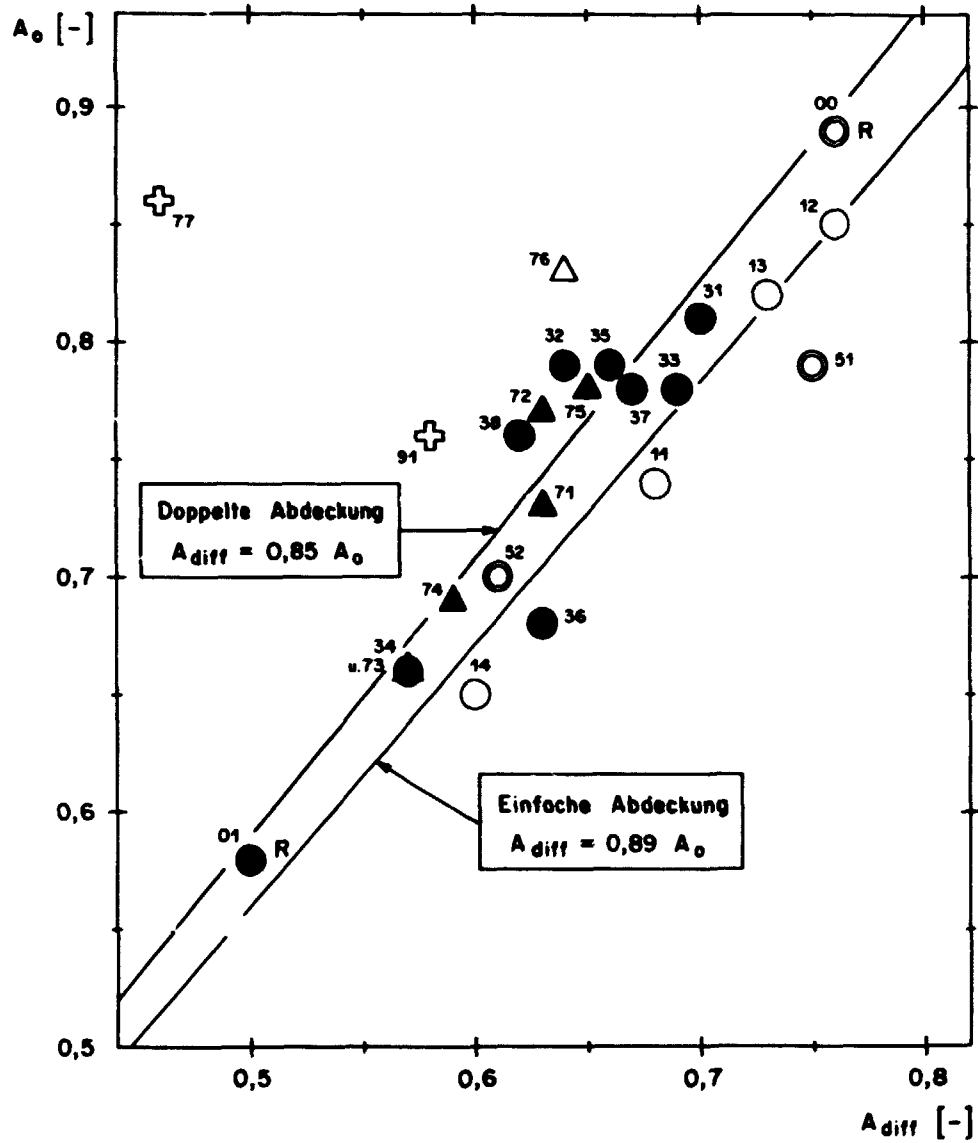


Abb. 3: Zusammenhang der optischen Wirkungsgrade für direktes (A_0) und für diffuses Licht (A_{diff}). Die entsprechenden Punkte der Kollektoren mit einfacher und mit doppelter Abdeckung liegen je ungefähr auf einer Geraden.

In der Abb. 3 entspricht jedem Kollektor ein Punkt (A_{diff}, A_0). Man stellt fest, dass sowohl die Punkte für einfache als auch diejenigen für doppelte Kollektor-Abdeckungen je ungefähr auf einer Geraden liegen, der Quotient A_{diff}/A_0 für einen bestimmten Kollektortyp also ungefähr konstant ist. Bekanntlich variiert der Diffus-

anteil $\delta = P_{\text{diff}}/P_i$ und ist im Mittelland im Schnitt grösser als in den Alpen. Aus diesem Grund wurden unsere Resultate so aufbereitet, dass sie für verschiedene δ -Werte gültig sind. Durch lineare Interpolation lässt sich mit den Grössen A_0 und A_{diff} ein A_δ für beliebige Diffusanteile berechnen.

Anmerkungen:

1. Die Tatsache, dass während der Tests die Kollektoren in Serie geschaltet sind, führt bei unterschiedlichen Kollektordimensionen zwangsläufig dazu, dass nicht jedes Produkt exakt bei seinem optimalen Durchfluss erfasst werden kann. Wider Erwarten wirkt sich aber der Einfluss der Durchflussmengen auf die Kollektorkenngrössen nicht stark aus. Wir möchten an dieser Stelle auf eine EIR-Publikation über dieses Thema hinweisen [4].

2. Aus zwei Gründen kann für den K-Wert keine Temperaturabhängigkeit angegeben werden:

- die Messungen wurden bei kleiner Temperaturdifferenz $T_k - T_a$ durchgeführt, es handelt sich also um ein K für $(T_k - T_a)/P_i \rightarrow 0$. Siehe Anhang II.
- Die Temperaturabhängigkeit des K-Wertes ist relativ klein und liegt innerhalb des Streubereiches unserer Messungen.

4. NUTZEN UND GRENZEN DER PRÜFRESULTATE

Die Tests auf dem EIR-Freiluftprüfstand werden derart durchgeführt, dass nach ungefähr einem Monat die gewünschten Richtwerte (d.h. statistisch gemittelte Werte) vorliegen. Die Resultate erlauben einen objektiven Vergleich von beliebigen am EIR getesteten Kollektoren untereinander.

Der Vergleich mit anderswo getesteten Kollektoren muss vorsichtiger durchgeführt werden. Dies weil die international angewendeten Testmethoden, sowie die Art der Auswertungen nicht immer untereinander gleich sind. Dazu kommt, dass gewisse systematische Fehler (wie sie bei physikalischen Messungen unvermeidlich sind) keinen Einfluss auf die Vergleichbarkeit von EIR-Messungen untereinander ausüben, wohl aber zu Differenzen zwischen den Resultaten verschiedener Prüfstände führen können.

Es ist auch zu beachten, dass die Referenzfläche der Kollektoren nicht immer gleich definiert wird, eine Tatsache, die sich auf die Ergebnisse merklich auswirkt. Der IEA-Round-Robin-Test zeigt jedoch, dass unsere für die beiden Referenzkollektoren ermittelten Werte sich nicht wesentlich von denen anderer Länder unterscheiden. Dies geht aus der nachfolgenden Tabelle hervor:

IEA-Kollektor

<u>IEA-Wert</u>	I CSE		II CHAMBERLAIN	
	A_{20} [-]	K_0 [W/m ² °C]	A_{20} [-]	K_0 [W/m ² °C]
Obere Grenze	0,62	4,71	0,88	6,43
Mittelwert	0,60	3,90	0,84	4,60
untere Grenze	0,48	2,13	0,78	3,02
<u>EIR-Wert</u>	0,56 ± 0,03	3,4 ± 0,4	0,86 ± 0,05	3,3 ± 0,3

Für die Beurteilung von Sonnenkollektoren sind neben Leistungstests auch die Witterungsbeständigkeit und Lebensdauer ein wichtiges Kriterium. Es geht dabei vor allem um Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit, Verhalten während länger dauerndem Betrieb bei Leerlauftemperatur, Kondenswasserbildung, Dichtheit von Absorber und Anschlussstutzen. Weitere Kriterien zur Beurteilung sind: Druckbeständigkeit, Druckabfall über dem Kollektor in Abhängigkeit des Volumenstromes, Eignung für Thermosyphon-Betrieb, Montagemöglichkeiten, Gewicht, Begehbarkeit, und anderes mehr.

Für einen repräsentativen Vergleich der Kollektoren untereinander ist schliesslich die Grösse

$$\text{Energiekosten} = \frac{\text{Bruttojahresertrag} \times \text{Lebensdauer}}{\text{gesamte Anschaffungs- und Wartungskosten}}$$

massgebend. Man muss aber betonen, dass für eine wirtschaftliche Sonnenenergienutzung nicht der Kollektor allein den Ausschlag gibt. Erfahrungsgemäss geht nämlich ein grosser Teil des Wärmeertrages beim Transport zum Verbraucher und während der Speicherung verloren. In Zukunft soll dem Zusammenspiel der ganzen Anlage wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden. Dieses Ziel verfolgt auch die vom EIR durchgeführte Messkampagne zur Instrumentierung von Sonnenenergieanlagen [5] .

5. DIE EINZELNEN PRÜFBERICHTE

Zu jedem Kollektor sind die folgenden Prüfblätter erstellt worden:

Blatt 1:

Computeroutput der gemessenen Tageserträge mit Erklärungen

Dieses Blatt erscheint nicht im Bericht, weil nicht alle Kollektoren gleichzeitig auf dem Prüfstand waren und ein Quervergleich deshalb nicht ohne weiteres durchgeführt werden kann. Es ist nur ein Vergleich zwischen dem getesteten und einem Referenzkollektor möglich. Blatt 1 wurde den Vertragspartnern direkt zugesandt.

Blatt 2:

Beschreibung des Kollektors, Wärmetransportmittel, Testort, Orientierung und Stellung des Kollektors auf dem Prüfstand (waagrecht oder hochkant), optische Wirkungsgrade für direkte und diffuse Strahlung und thermischer Verlustfaktor.

Bei den Materialangaben handelt es sich durchwegs um Herstellerangaben, Einstrahlungsöffnung und Bruttofläche wurden aber im EIR ausgemessen.

Die Einstrahlungsöffnung ist die Öffnung eines Sonnenkollektors, durch welche die unkonzentrierte Sonnenstrahlung eingelassen und zum Absorber geleitet wird. Bei einem Flachkollektor mit doppelter Verglasung ist die lichte Weite der äusseren Scheibe massgebend.

Die Bruttofläche bezeichnet die äusseren Masse des Kollektors ohne Anschlussstutzen.

Der optische Wirkungsgrad eines Kollektors ist definiert als

$$A = \frac{\text{abgeführter Wärmestrom } P}{\text{einfallende globale Strahlung } P_i}$$

wenn die mittlere Wassertemperatur T_k gleich der Lufttemperatur T_a der Umgebung ist. Am stärksten beeinflusst wird A durch die Durchlässigkeit des Glases und durch die Absorptionseigenschaften des Absorbers. Weiteren Einfluss haben die Leitfähigkeit des Absorberbleches sowie der Wärmeübergang vom Absorber zum Wärmetransportmittel.

Der optische Wirkungsgrad für diffuse Strahlung A_{diff} ist eine gemessene Grösse, während der optische Wirkungsgrad A_0 für direkte Strahlung mit Hilfe von A_{diff} und einem beim Diffusanteil δ (15 - 30 %) gemessenen A_δ extrapoliert werden muss.

Der thermische Verlustfaktor K_0 bezeichnet den gesamten Energiestrom, welcher pro m^2 Einstrahlungsöffnung bei einer Temperaturdifferenz von $1^\circ C$ zwischen mittlerer Wassertemperatur und Umgebungslufttemperatur vom Kollektor an die Umgebung abfliesst.

Blatt 3:

Monatliche berechnete Bruttowärmeerträge des betreffenden Kollektors für das Schweizerische Mittelland.

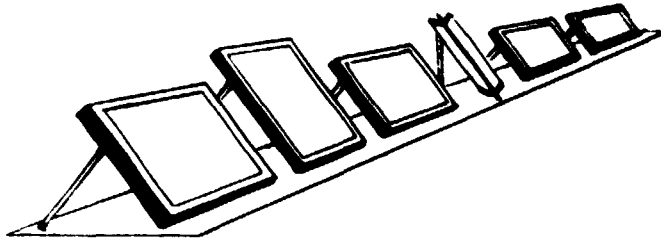
Die Wärmeerträge wurden aufgrund der gemessenen Kollektorkenngrößen gemäss EIR-TM-670 berechnet und stellen Richtwerte dar.

Für die Berechnung wurde eine Orientierung gegen Süden und ein Anstellwinkel von 45° gewählt; dies kommt den in unserer Gegend üblichen Kollektoraufstellungen am nächsten. Für den grössten Teil der besiedelten Regionen der Schweiz liefern diese Bruttowärmeerträge eine erste Grundlage zur Dimensionierung von Sonnen-

energienutzungsanlagen (Kollektorfeldern).

Beim Durchsehen der Testblätter fällt auf, dass einige ohne Namenangabe des Kollektors publiziert worden sind. Jedem Kollektorvertreiber oder -fabrikant war es möglich, dies nach Einsicht in die Prüfergebnisse seines Fabrikates zu veranlassen. Er verliert dadurch aber auch das Recht, in seinen Publikationen darauf hinzuweisen, dass der Kollektor am EIR getestet worden ist.

Wichtiger Hinweis: Das EIR garantiert nicht, dass es sich bei den getesteten Kollektoren um Fabrikate aus der serienmässigen Produktion handelt!



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7800

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : CHAMBERLAIN

Typ : flach, selektiv

Absorbermaterial : Stahlblech (doppelt)

Absorberschicht : Chrom, schwarz

Abdeckung : einfach, Glas

Einstrahlungsöffnung : 1,79 m²

Bruttofläche : 1,96 m²

Besondere Merkmale : galvanisierter Stahlrahmen
Fiberglas-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad. 47° 32' 24" N
Längengrad 8° 13' 46" O
Höhe ü.M. 345 m

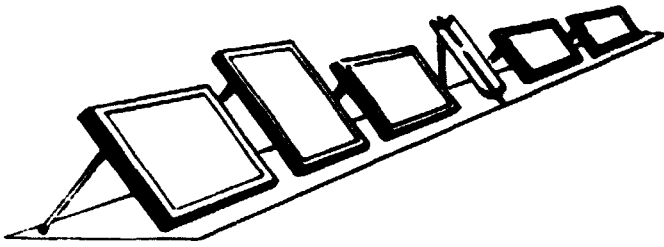
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,89 \pm 0,05$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,76 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,3 \pm 0,3 \quad W/m^2 \text{ } ^\circ C$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7800

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Kollektor: CHAMBERLAIN

IEA round robin test collector / S 1

1,79 m²

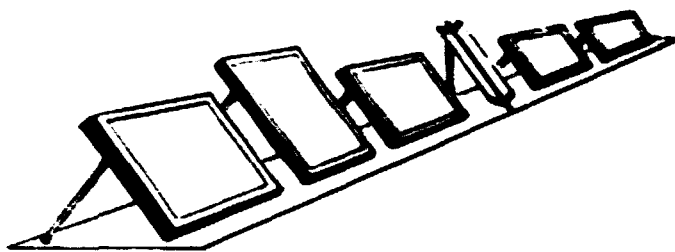
Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wüthli*

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	7,8	5,2
Februar	45,3	66,3	27,6	20,0
März	80,3	101,5	51,9	38,6
April	113,9	126,7	75,4	57,6
Mai	151,2	150,9	93,8	74,6
Juni	165,2	157,1	104,6	81,9
Juli	179,4	174,2	123,8	96,7
August	137,4	146,1	96,0	77,1
September	105,1	132,0	81,8	67,6
Oktober	60,4	87,2	48,3	36,8
November	26,7	40,6	14,0	9,7
Dezember	16,9	24,9	4,7	3,0
Summe	1105,3	1240,7	733,7	568,8
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			59,1 %	45,8 %



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 780

Page 2

Paramètres

Date : le 5 février 1979

Visa : *F. Widder*

Capteur : CHAMBERLAIN

Type : plan, sélectif

Absorbeur : Matériau : tôle d'acier (double)
Revêtement: chrome, noir

Plaque(s) frontale(s) : vitrage simple, verre

Ouverture : $1,79 \text{ m}^2$

Surface totale : $1,96 \text{ m}^2$

Signes particuliers : cadre d'acier galvanisé
isolation de fibre de verre

Fluide caloporteur : eau avec inhibiteur (Na_2HPO_4), sans antigel

Situation sur le banc d'essai : inclinaison: 40 degrés ; azimuth: plein Sud
petit côté horizontal

Lieu des essais : EIR, Würenlingen
latitude $47^{\circ} 32' 24''$ Nord
longitude $8^{\circ} 13' 46''$ Est
altitude 345 m

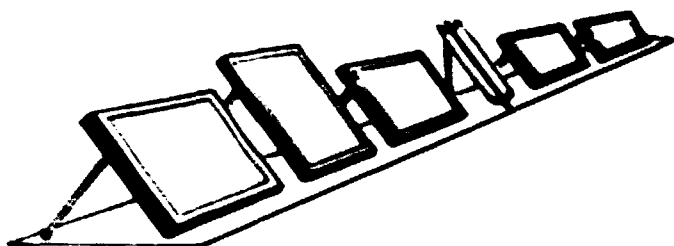
Rendement optique:

a) pour le rayonnement direct sous incidence normale $A_0 = 0,89 \pm 0,05$

b) pour le rayonnement diffus, par temps couvert ou par brouillard $A_{\text{diff}} = 0,76 \pm 0,04$

Coefficient de pertes :

facteur k pour de petites différences de température ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,3 \pm 0,3 \text{ W/m}^2\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 7900

Les valeurs citées ci-après se rapportent aux conditions climatiques du Plateau Suisse et n'ont qu'un caractère indicatif. Elles ont été calculées d'après la publication EIR : TM - IN - 670, 1977.

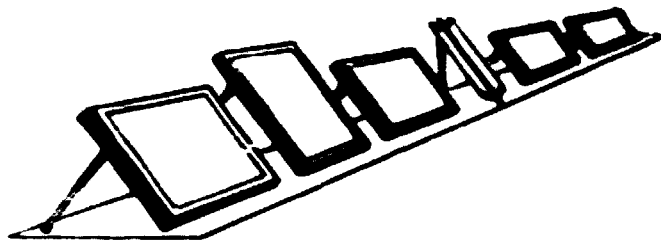
Page 3
Energie captée mensuellement

Date : le 5 février 1979

Visa : *F. Wöhrler*

Capteur : CHAMBERLAIN
IEA round robin test collector / S 1
1,79 m²

	Insolation cumulée dans un plan horizontal kWh/m ²	Insolation cumulée dans le plan du capteur (orientation plein sud, inclinaison 45°) kWh/m ²	Energie captée T _k = 40 °C kWh/m ²	Energie captée T _k = 60 °C kWh/m ²
janvier	23,5	33,2	7,8	5,2
février	45,3	66,3	27,6	20,0
mars	70,3	101,3	51,9	38,6
avril	113,9	126,7	75,4	57,6
mai	151,2	150,9	93,9	74,6
juin	165,2	157,1	104,6	81,9
juillet	179,4	174,2	123,8	96,7
août	137,4	146,1	96,0	77,1
septembre	105,1	132,0	85,8	67,6
octobre	60,4	87,2	48,3	36,8
novembre	26,7	40,6	14,0	9,7
décembre	16,9	24,9	4,7	3,0
Total	1105,3	1240,7	733,7	568,8
Rendement annuel moyen			59,1 %	45,8 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7801

Blatt 2
 Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wöhrler*

- Kollektor : C.S.E.
 Commercial Solar Energy
- Typ : flach, nicht selektiv
- Absorbermaterial : Kupfer
- Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz
- Abdeckung : doppelt, Glas
- Einstrahlungsöffnung : $2,32 \text{ m}^2$
- Bruttofläche : $2,49 \text{ m}^2$
- Besondere Merkmale : Aluminiumgehäuse
 PU-Isolation
- Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz
- Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 kürzere Seite horizontal
- Testort : EIR, Würenlingen
 Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
 Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
 Höhe ü.M. 345 m

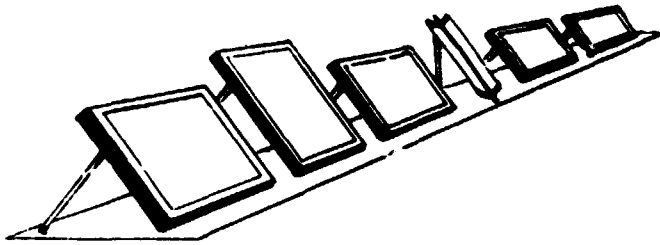
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,58 \pm 0,03$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,50 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,4 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7801

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

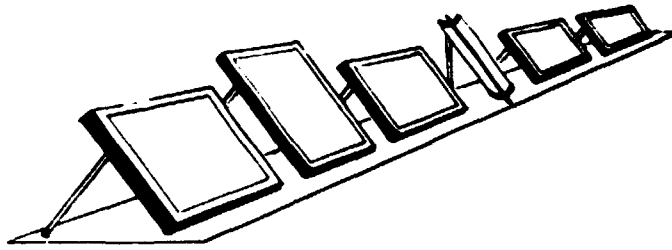
Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor: C.S.E.
 Commercial Solar Energy
 IEA round robin test collector / N2
 2,32 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	3,3	1,8
Februar	45,3	66,3	12,8	7,8
März	80,3	101,5	26,1	16,6
April	113,9	126,7	40,5	27,3
Mai	151,2	150,9	52,1	36,2
Juni	165,2	157,1	59,3	40,6
Juli	179,4	174,2	71,5	49,8
August	137,4	146,1	55,1	38,6
September	105,1	132,0	50,3	34,1
Oktober	60,4	87,2	25,7	17,3
November	26,7	40,6	6,5	3,8
Dezember	16,9	24,9	1,9	1,0
Summe	1105,3	1240,7	405,1	274,9
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			32,7 %	22,2 %



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 780

Page 2

Paramètres

Date : le 5 février 1979

Visa : *F. W. Müller*

Captteur : C.S.E.
Commercial Solar Energy
Type : plan, non sélectif

Absorbeur : Matériau : cuivre
Revêtement: peinture noir mat

Plaque(s) frontale(s) : double vitrage, verre

Ouverture : $2,32 \text{ m}^2$

Surface totale : $2,49 \text{ m}^2$

Signes particuliers : caisson d'aluminium
Isolation de mousse de polyuréthane

Fluide caloporteur : eau avec inhibiteur (Na_2HPO_4), sans antigel

Situation sur le banc d'essai : inclinaison: 40 degrés ; azimuth: plein Sud
petit côté horizontal

Lieu des essais : EIR, Würenlingen
latitude $47^\circ 32' 24''$ Nord
longitude $8^\circ 13' 46''$ Est
altitude 345 m

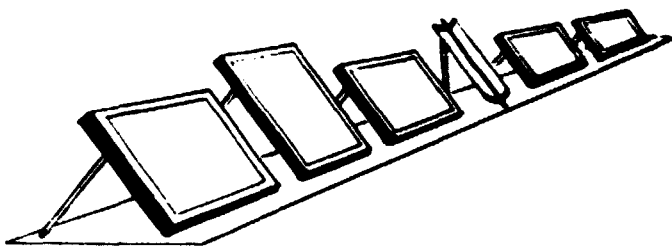
Rendement optique:

a) pour le rayonnement direct sous incidence normale $A_0 = 0,58 \pm 0,03$

b) pour le rayonnement diffus, par temps couvert ou par brouillard $A_{\text{diff}} = 0,50 \pm 0,03$

Coefficient de pertes :

facteur k pour de petites différences de température ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,4 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 7801

Les valeurs citées ci-après se rapportent aux conditions climatiques du Plateau Suisse et n'ont qu'un caractère indicatif. Elles ont été calculées d'après la publication EIR : TM - IN - 670, 1977.

Page 3

Energie captée mensuellement

Date : le 5 février 1979

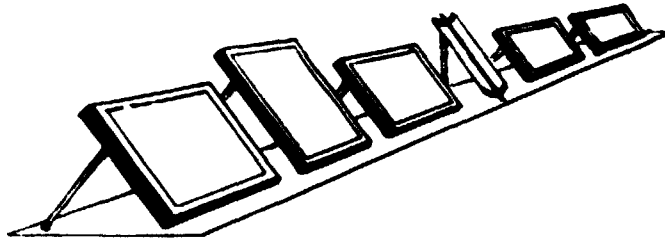
Visa : *P. Wüthli*

Capteur : C.S.E.
 Commercial Solar Energy
 IEA round robin test collector / N2
 2,32 m²

	Insolation cumulée dans un plan horizontal kWh/m ²	Insolation cumulée dans le plan du capteur (orientation plein sud, inclinaison 45°) kWh/m ²	Energie captée T _k = 40°C kWh/m ²	Energie captée T _k = 60°C kWh/m ²
janvier	23,5	33,2	3,3	1,8
février	45,3	66,3	12,8	7,8
mars	80,3	101,5	26,1	16,6
avril	113,9	126,7	40,5	27,3
mai	151,2	150,9	52,1	36,2
juin	165,2	157,1	59,3	40,6
juillet	179,4	174,2	71,5	49,8
août	137,4	146,1	55,1	38,6
septembre	105,1	132,0	50,3	34,1
octobre	60,4	87,2	25,7	17,3
novembre	26,7	40,6	6,5	3,8
décembre	16,9	24,9	1,9	1,0
Total	1105,3	1240,7	405,1	274,9

Rendement
 annuel
 moyen

32,7 % 22,2 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7811

Blatt 2
 Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : SUNCALOR

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Stahlblech

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : einfach, Glas

Einstrahlungsöffnung : 1,35 m²

Bruttofläche : 1,50 m²

Besondere Merkmale : Stahlblechgehäuse
 Vetroflex-Isolation, Aluminium-Dampfsperre
 Einrohranschluss ("ROTO"-Ventil)

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
 Breitengrad 47° 32' 24" N
 Längengrad 8° 13' 46" O
 Höhe ü.M. 345 m

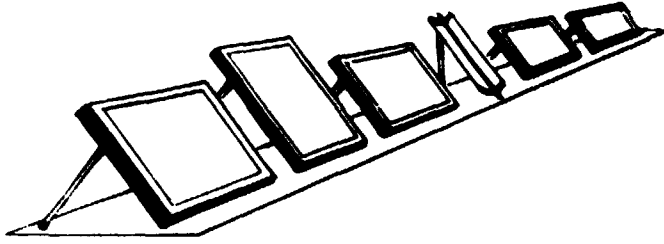
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,74 \pm 0,05$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,68 \pm 0,05$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede (T_k-T_a) $K_0 = 5,8 \pm 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7811

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Kollektor: SUNCALOR
NI
1,35 m²

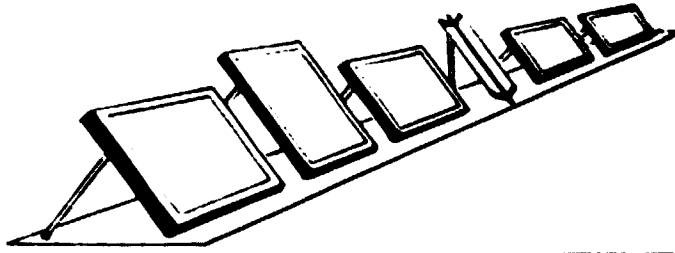
Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wilder*

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,8	1,1
Februar	45,3	66,3	11,5	5,7
März	80,3	101,5	25,4	13,9
April	113,9	126,7	42,1	24,9
Mai	151,2	150,9	56,3	33,5
Juni	165,2	157,1	65,3	38,4
Juli	179,4	174,2	79,7	49,1
August	137,4	146,1	61,3	37,1
September	105,1	132,0	53,5	32,6
Oktober	60,4	87,2	26,7	15,5
November	26,7	40,6	6,0	2,6
Dezember	16,9	24,9	1,5	0,5
Summe	1105,3	1240,7	432,1	254,9
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			34,8 %	20,5 %



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 78.

Page 2

Paramètres

Date : le 5 février 1979

Visa : *F. Widder*

Capteur : FELIX

Type : plan, non sélectif

Absorbeur : Matériau : acier inoxydable

Revêtement: peinture noir mat (3M-Velvet)

Plaque(s) frontale(s) : vitrage simple, verre

Ouverture : 1,91 m²

Surface totale : 2,24 m²

Signes particuliers : caisson de tôle d'acier, cadre d'acier inoxydable
isolation de laine minérale

Fluide caloporteur : eau avec inhibiteur (Na₂HPO₄), sans antigel

Situation sur le banc d'essai : inclinaison: 40 degrés ; azimuth: plein Sud
petit côté horizontal

Lieu des essais : EIR, Würenlingen

latitude 47° 32' 24" Nord

longitude 8° 13' 46" Est

altitude 345 m

Rendement optique:

a) pour le rayonnement direct sous
incidence normale

$$A_0 = 0,85 \pm 0,04$$

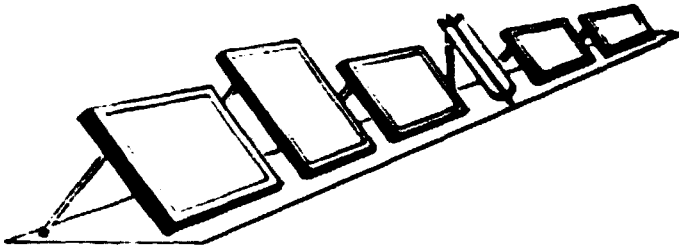
b) pour le rayonnement diffus, par
temps couvert ou par brouillard

$$A_{diff} = 0,76 \pm 0,04$$

Coefficient de pertes :

facteur k pour de petites différences
de température ($T_k - T_a$)

$$K_0 = 6,1 \pm 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$



KOLLEKTORTEST

Procès-verbal de test no. 7812

Les valeurs citées ci-après se rapportent aux conditions climatiques du Plateau Suisse et n'ont qu'un caractère indicatif. Elles ont été calculées d'après la publication EIR : TM - IN - 670, 1977.

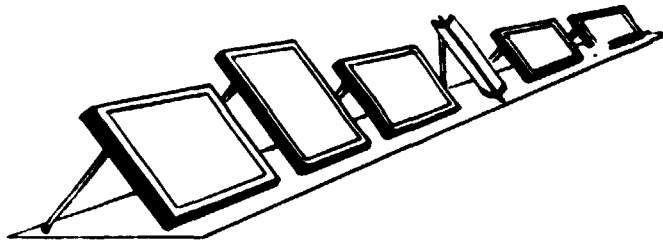
Page 3
 Energie captée mensuellement

Date : le 5 février 1979

Visa : *F. Widder*

Captteur : FELIX
 N1
 1,91 m²

	Insolation cumulée dans un plan horizontal kWh/m ²	Insolation cumulée dans le plan du capteur (orientation plein sud, inclinaison 45°) kWh/m ²	Energie captée T _k = 40°C kWh/m ²	Energie captée T _k = 60°C kWh/m ²
janvier	23,5	33,2	3,8	1,7
février	45,3	66,3	15,0	7,9
mars	80,3	101,5	32,1	18,5
avril	113,9	126,7	51,9	32,4
mai	151,2	150,9	68,8	43,1
juin	165,2	157,1	79,0	48,9
juillet	179,4	174,2	95,8	62,0
août	137,4	146,1	74,3	47,1
septembre	105,1	132,0	64,9	41,5
octobre	60,4	87,2	33,0	20,3
novembre	26,7	40,6	7,8	3,8
décembre	16,9	24,9	2,1	0,8
Total	1105,3	1240,7	528,5	328,0
Rendement annuel moyen			42,6 %	26,4 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7813

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wädler*

Kollektor : ELECTRA

Typ : "honeycomb", nicht selektiv

Absorbermaterial : Aluminium-Rippen, Kupferrohre

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : einfach, Glas

Einstrahlungsöffnung : $1,86 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $2,02 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Galvanisierter Stahlrahmen
PU-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite und Rippen horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

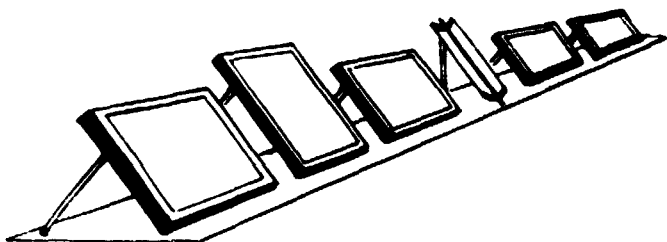
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,82 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,73 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 7,3 \pm 0,7 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7813

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

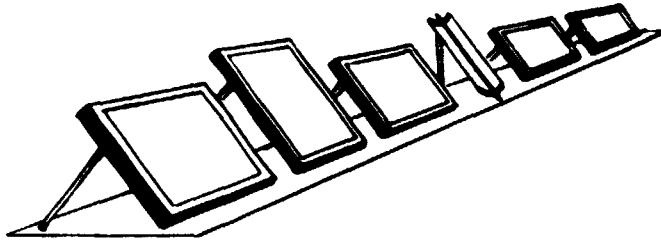
Datum: 5.2.1979

Visum:

F. Wilder

Kollektor: ELECTRA
N1
1,86 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,6	0,8
Februar	45,3	66,3	10,8	4,6
März	80,3	101,5	25,0	12,5
April	113,9	126,7	42,8	23,5
Mai	151,2	150,9	58,0	31,9
Juni	165,2	157,1	67,9	36,9
Juli	179,4	174,2	83,9	48,2
August	137,4	146,1	64,2	36,0
September	105,1	132,0	55,7	31,4
Oktober	60,4	87,2	27,0	14,2
November	26,7	40,6	5,8	2,2
Dezember	16,9	24,9	1,4	0,3
Summe	1105,3	1240,7	445,1	242,5
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			35,9 %	19,5 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7814

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor :

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : einfach, Glas (Securit gehärtet)

Einstrahlungsöffnung : $1,60 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,72 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Neoprenrahmen, kittlose Verglasung
PU-Isolation, Dampfsperre aus verzinktem Blech

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

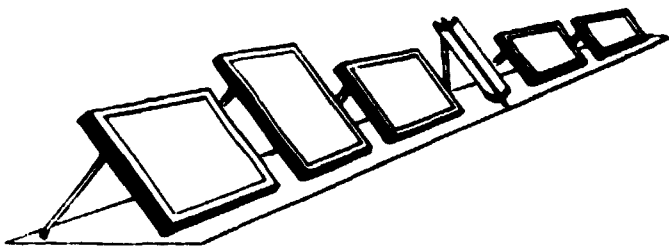
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,65 \pm 0,07$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,60 \pm 0,07$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 5,2 \pm 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7814

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

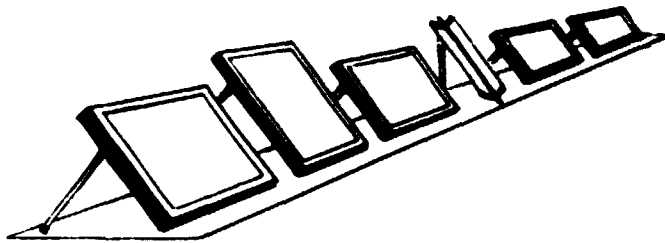
Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor:

N1
1,60 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,4	0,9
Februar	45,3	66,3	9,8	4,6
März	80,3	101,5	21,7	11,6
April	113,9	126,7	36,4	21,2
Mai	151,2	150,9	48,6	28,5
Juni	165,2	157,1	56,5	32,6
Juli	179,4	174,2	69,3	42,1
August	137,4	146,1	53,3	31,6
September	105,1	132,0	46,3	27,7
Oktober	60,4	87,2	23,0	13,1
November	26,7	40,6	5,2	2,1
Dezember	16,9	24,9	1,2	0,4
Summe	1105,3	1240,7	373,7	216,4
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			30,1 %	17,4 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7831

Kollektor : RUEESCH - Monoblock

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Aluminium-Rollbond

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : 1,41 m²

Bruttofläche : 1,61 m²

Besondere Merkmale : Aussenrahmen aus Aluman
Isolation: 10 mm Glasmatte + 30 mm PU-Schaum
rückseitige Alu -Reflexfolie

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimutn : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad 47° 32' 24" N
Längengrad 8° 13' 46" O
Höhe ü.M. 345 m

Blatt 2
Charakteristische Kenngrössen

Datum: 5.2.1979

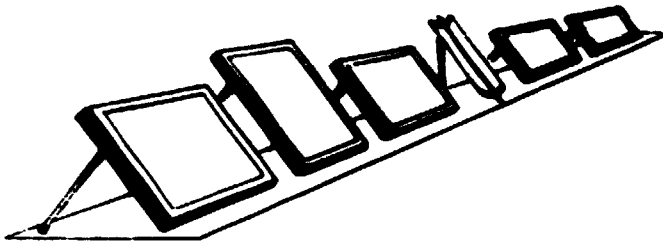
Visum: *F. Wödder*

Optischer Wirkungsgrad

- a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,81 \pm 0,04$
- b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,70 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,5 \pm 0,3 \quad W/m^2 \text{ } ^\circ C$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7831

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland
 Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TH-IN-670, 1977

Blatt 3

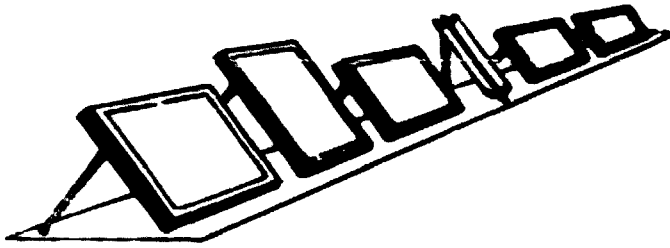
Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wädler*

Kollektor: RUEESCH - Monoblock
 N2
 1,41 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	6,3	4,0
Februar	45,3	66,3	23,0	15,9
März	80,3	101,5	44,1	31,4
April	113,9	126,7	65,3	48,2
Mai	151,2	150,9	81,6	63,1
Juni	165,2	157,1	91,7	69,5
Juli	179,4	174,2	109,3	82,3
August	137,4	146,1	84,4	65,4
September	105,1	132,0	75,1	57,6
Oktober	60,4	87,2	41,7	30,6
November	26,7	40,6	11,5	7,7
Dezember	16,9	24,9	3,7	2,2
Summe	1105,3	1240,7	637,7	477,9
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			51,4 %	38,5 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7832

Blatt 2
 Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *P. Widler*

Kollektor : SCHAERER

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorb. -schicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : 2,14 m²

Bruttofläche : 2,53 m²

Besondere Merkmale : Gehäuse aus verzinktem Stahl
 PU-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 längere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
 Breitengrad 47° 32' 24" N
 Längengrad 8° 13' 46" O
 Höhe ü.M. 345 m

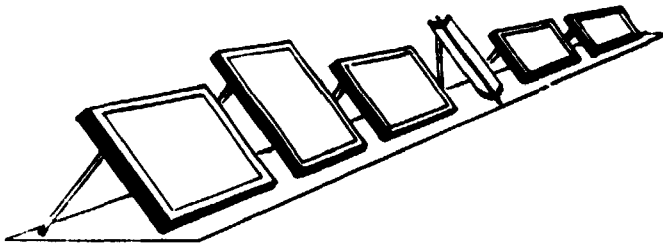
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,79 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,64 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede (T_k-T_a) $K_0 = 4,6 \pm 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7832

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland
Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

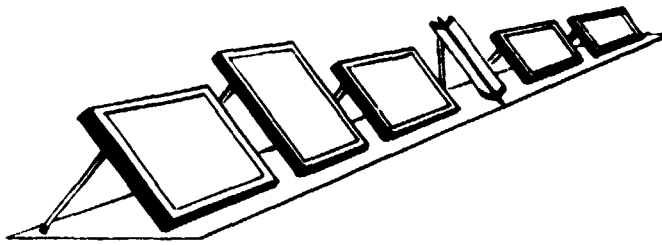
Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor: SCHAERER
N2
2,14 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	4,5	2,5
Februar	45,3	66,3	17,4	10,5
März	80,3	101,5	35,4	22,5
April	113,9	126,7	54,9	37,0
Mai	151,2	150,9	70,6	49,1
Juni	165,2	157,1	80,3	55,0
Juli	179,4	174,2	96,6	67,4
August	137,4	146,1	74,5	52,3
September	105,1	132,0	68,0	46,0
Oktober	60,4	87,2	34,9	23,4
November	26,7	40,6	8,8	5,1
Dezember	16,9	24,9	2,6	1,2
Summe	1105,3	1240,7	548,5	372,0
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			44,2 %	30,0 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7833

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor :

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Reinaluminium

Absorberschicht : schwarze, eingebrannte Spezialfarbe

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : $1,00 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,13 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Rahmen aus Alu-Profilen, Alu-Deckplatte, Isolation aus Steinwolle, feuchtigkeitsabsorbierendes Molekularsieb, hermetische Abdichtung

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
längere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

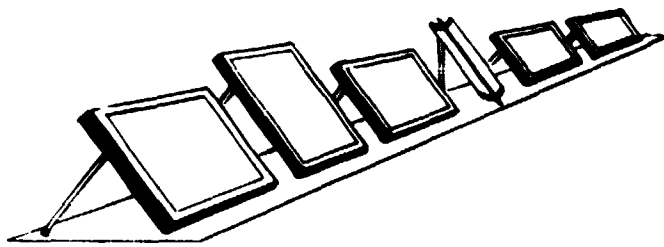
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,78 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,69 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 5,5 \pm 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7833

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland
 Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3
 Bruttowärmeerträge

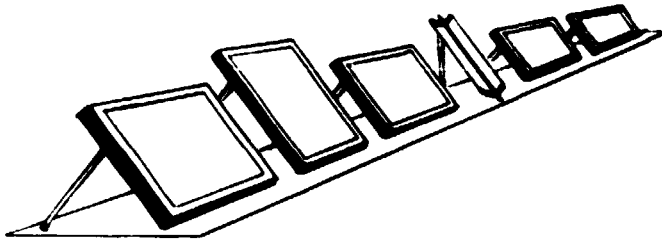
Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wädler*

Kollektor:

N2
 1,00 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	3,5	1,7
Februar	45,3	66,3	14,4	7,7
März	80,3	101,5	30,5	17,6
April	113,9	126,7	49,6	30,6
Mai	151,2	150,9	63,9	41,4
Juni	165,2	157,1	74,1	47,0
Juli	179,4	174,2	90,8	58,1
August	137,4	146,1	68,6	45,1
September	105,1	132,0	60,6	39,4
Oktober	60,4	87,2	31,6	19,1
November	26,7	40,6	7,3	3,7
Dezember	16,9	24,9	2,0	0,8
Summe	1105,3	1240,7	496,9	312,2
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			40,0 %	25,2 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7834

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor :

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Stahlblech mit Kupferlamellen

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : $0,98 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,18 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Rahmen aus rostfreiem Stahl
Isolation: 3 cm Vetroflexmatte mit Alu-Kaschierung
(Warmseite), Boden aus verzinktem Stahl

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet

Testort : EIR, Würtenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

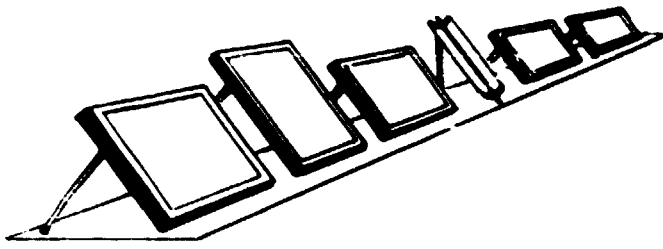
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,66 \pm 0,03$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,57 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 4,1 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7834

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtweite gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum:

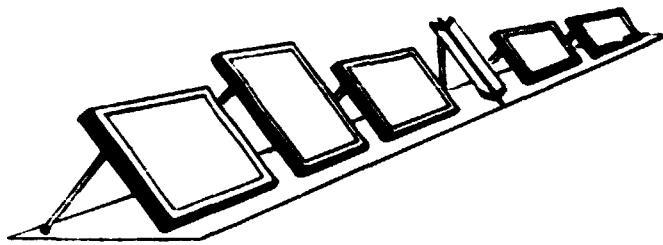
F. Wädler

Kollektor:

N2

0,98 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	3,6	1,9
Februar	45,3	66,3	14,1	8,2
März	80,3	101,5	28,9	17,9
April	113,9	126,7	45,5	29,9
Mai	151,2	150,9	58,2	40,1
Juni	165,2	157,1	66,7	45,0
Juli	179,4	174,2	81,1	54,9
August	137,4	146,1	61,7	43,0
September	105,1	132,0	54,7	37,5
Oktober	60,4	87,2	29,0	18,8
November	26,7	40,6	7,1	4,0
Dezember	16,9	24,9	2,1	0,9
Summe	1105,3	1240,7	452,7	302,1
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			36,5 %	24,3 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7835

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wadler*

Kollektor : OEGGERLI

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : rostfreies Stahlblech, (doppelt)

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : 1,21 m²

Bruttofläche : 1,50 m²

Besondere Merkmale : verzinkter Stahlrahmen
Isolierung: Styropor rückseitig, Polyurethan im Rahmen

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
längere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad 47° 32' 24" N
Längengrad 8° 13' 46" O
Höhe ü.M. 345 m

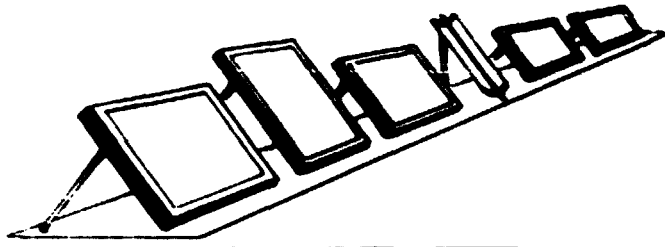
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,79 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,66 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,6 \pm 0,4 \quad W/m^2 \text{ } ^\circ C$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7835

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

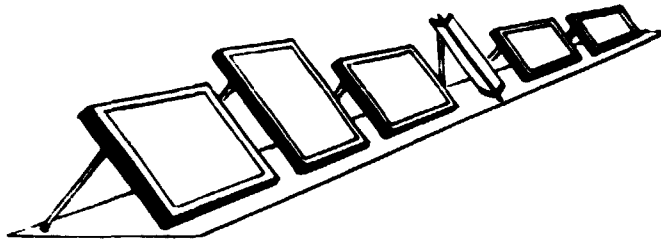
Visum: *F. Widder*

Kollektor: OEGGERLI

N2

1,21 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	6,0	3,7
Februar	45,3	66,3	21,6	14,8
März	80,3	101,5	41,9	29,6
April	113,9	126,7	62,2	45,7
Mai	151,2	150,9	78,8	59,6
Juni	165,2	157,1	88,4	65,9
Juli	179,4	174,2	104,8	79,2
August	137,4	146,1	81,8	62,3
September	105,1	132,0	72,4	54,9
Oktober	60,4	87,2	39,6	29,2
November	26,7	40,6	10,9	7,1
Dezember	16,9	24,9	3,5	2,1
Summe	1105,3	1240,7	611,9	454,1
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			49,3 %	36,6 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7836

Blatt 2

Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum:

F. Widder

Kollektor : SUNCALOR

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Stahlblech

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : $1,35 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,50 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Stahlblechgehäuse
Vetroflex-Insolation, Aluminium-Dampfsperre
Einrohranschluss ("ROTO"-Ventil)

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

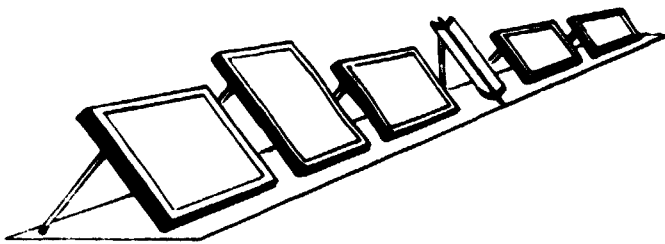
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,68 \pm 0,05$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,63 \pm 0,05$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 4,5 \pm 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7836

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Hodler*

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

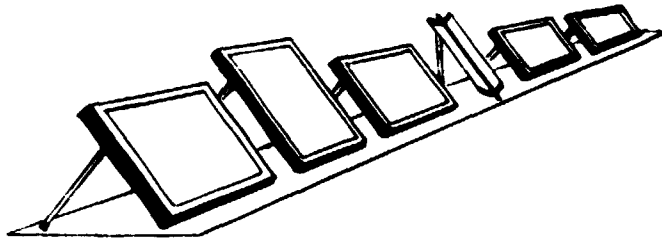
Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Kollektor: SUNCALOR

N2

1,35 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	3,3	1,6
Februar	45,3	66,3	13,1	7,4
März	80,3	101,5	27,5	16,6
April	113,9	126,7	43,4	28,2
Mai	151,2	150,9	57,3	37,5
Juni	165,2	157,1	65,5	42,2
Juli	179,4	174,2	78,8	53,0
August	137,4	146,1	61,2	40,4
September	105,1	132,0	53,6	35,7
Oktober	60,4	87,2	27,7	17,7
November	26,7	40,6	6,8	3,5
Dezember	16,9	24,9	1,9	0,9
Summe	1105,3	1240,7	440,1	284,7
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			35,5 %	22,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7837

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : MBB - HELIOTHERM

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Aluminium (Rollbond)

Absorberschicht : schwarze Farbe (eingebrennter Lack)

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : $1,05 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,26 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Edelstahlrahmen
PU-Isolierung mit Aluminium-Dampfsperre

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

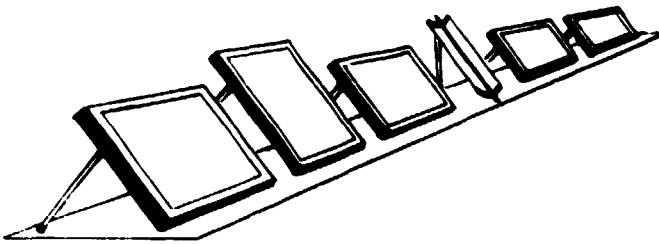
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,78 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,67 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,5 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7837

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

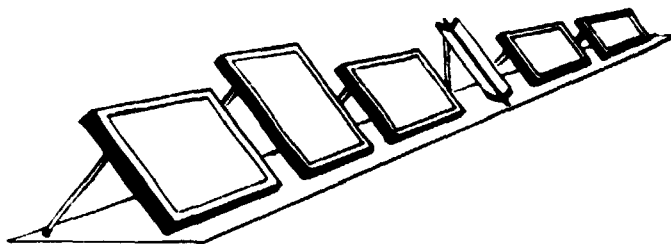
Visum: *F. Widder*

Kollektor: MBB - HELIOTHERM

N2

1,05 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	5,8	3,6
Februar	45,3	66,3	21,2	14,4
März	80,3	101,5	41,0	28,9
April	113,9	126,7	60,8	44,7
Mai	151,2	150,9	77,0	58,2
Juni	165,2	157,1	86,4	64,5
Juli	179,4	174,2	102,5	77,5
August	137,4	146,1	80,0	60,8
September	105,1	132,0	70,7	53,6
Oktober	60,4	87,2	38,8	28,5
November	26,7	40,6	10,7	6,9
Dezember	16,9	24,9	3,4	2,0
Summe	1105,3	1240,7	598,3	443,6
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			48,2 %	35,8 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7838

Blatt 2

Charakteristische Kenngrösser

Datum: 5.2.1979

Visum:

F. Widder

Kollektor : AEMISEGGER

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Glas

Einstrahlungsöffnung : $0,94 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,10 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Aluminium-Kompaktrahmen
Schaumglas-Isolation
Wärmetransportmittelinhalt: $0,45 \text{ Liter}$

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad

Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
längere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

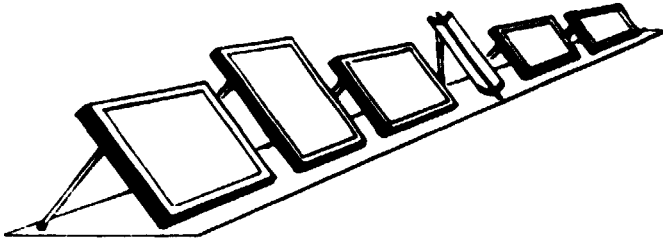
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,76 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,62 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 4,4 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7838

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

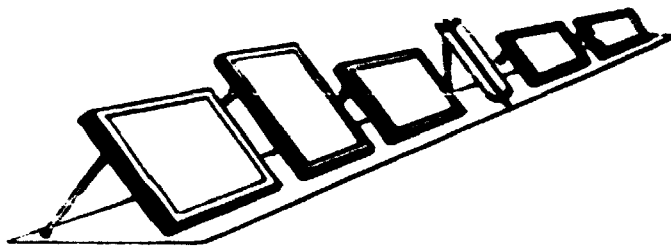
Visum: *F. Widder*

Kollektor: AEMISEGGER

N2

0,94 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	4,4	2,3
Februar	45,3	66,3	16,8	10,1
März	80,3	101,5	33,9	21,7
April	113,9	126,7	51,8	35,6
Mai	151,2	150,9	67,9	47,3
Juni	165,2	157,1	77,4	53,0
Juli	179,4	174,2	92,9	65,0
August	137,4	146,1	71,8	50,3
September	105,1	132,0	65,6	44,3
Oktober	60,4	87,2	33,6	22,6
November	26,7	40,6	8,5	4,8
Dezember	16,9	24,9	2,5	1,3
Summe	1105,3	1240,7	528,1	358,3
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			42,6 %	28,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7851

Blatt 2

Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *P. W. Holder*

Kollektor :

Typ : flach, selektiv

Absorbermaterial : rostfreier Stahl

Absorberschicht : dünne Oxidschicht

Abdeckung : einfach, Glas

Einstrahlungsöffnung : 1,70 m²

Bruttofläche : 2,00 m²

Besondere Merkmale : Gehäuse aus verzinktem Stahl
 Fiberglas-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
 Breitengrad 47° 32' 24" N
 Längengrad 8° 13' 46" O
 Höhe ü.M. 345 m

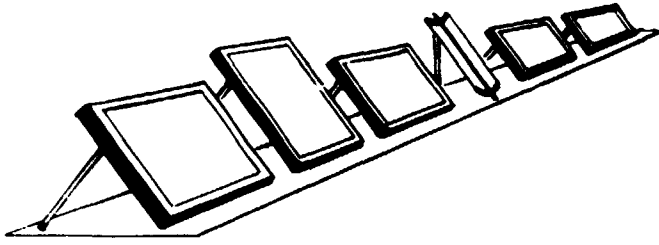
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,79 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,75 \pm 0,04$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,7 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7851

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

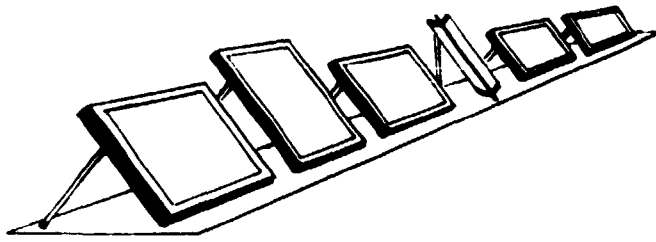
Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor:

S1
1,70 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	5,4	3,3
Februar	45,3	66,3	20,6	13,5
März	80,3	101,5	40,3	27,5
April	113,9	126,7	60,7	43,2
Mai	151,2	150,9	76,6	57,0
Juni	165,2	157,1	86,5	63,4
Juli	179,4	174,2	103,7	75,7
August	137,4	146,1	79,8	59,9
September	105,1	132,0	70,8	52,6
Oktober	60,4	87,2	38,8	27,5
November	26,7	40,6	10,3	6,5
Dezember	16,9	24,9	3,2	1,8
Summe	1105,3	1240,7	596,7	431,9
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			48,1 %	34,8 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7852

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : CALORIFER

Typ : flach, selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorberschicht : dünne Oxidschicht

Abdeckung : einfach, Glas

Einstrahlungsöffnung : $1,69 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,86 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Kunststoffgehäuse (PP)
PU-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

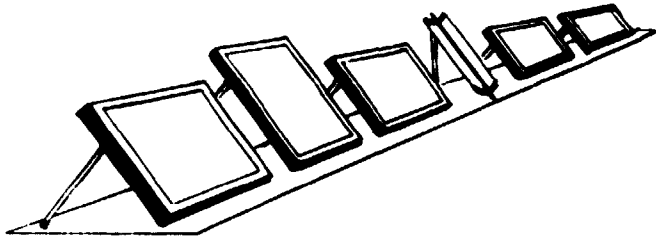
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,70 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,61 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,4 \pm 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7852

bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

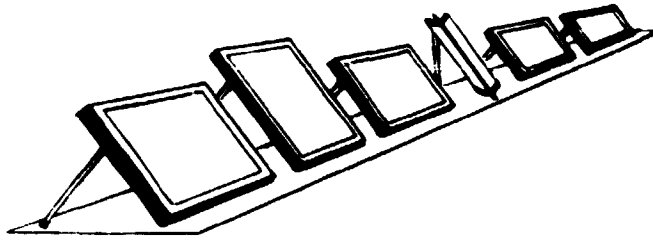
Visum: *F. Widder*

Kollektor: CALORIFER / Kupfer

S1

1,69 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	4,9	3,0
Februar	45,3	66,3	18,6	12,2
März	80,3	101,5	36,4	24,8
April	113,9	126,7	54,9	39,1
Mai	151,2	150,9	69,3	51,5
Juni	165,2	157,1	78,2	57,3
Juli	179,4	174,2	93,7	68,4
August	137,4	146,1	72,1	54,1
September	105,1	132,0	64,0	47,5
Oktober	60,4	87,2	35,1	24,8
November	26,7	40,6	9,3	5,8
Dezember	16,9	24,9	2,9	1,6
Summe	1105,3	1240,7	539,1	390,1
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			43,5 %	31,4 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7871

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widler*

Kollektor : STAR UNITY

Typ : flach, leicht selektiv

Absorbermaterial : Aluminium-Hohlprofil

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : Doppelsteg - Acrylverglasung

Einstrahlungsöffnung : $1,30 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,71 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Absorber ganzflächig benetzt; Alu-Rahmen, zweifach beschichtet, einbrennlackiert; Steinwollisolation; Flüssigkeitsinhalt: $3,3 \text{ l/m}^2$

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
Wasserkanäle horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

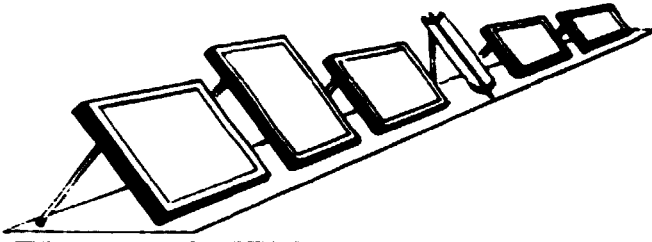
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,73 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,63 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,2 \pm 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7871

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

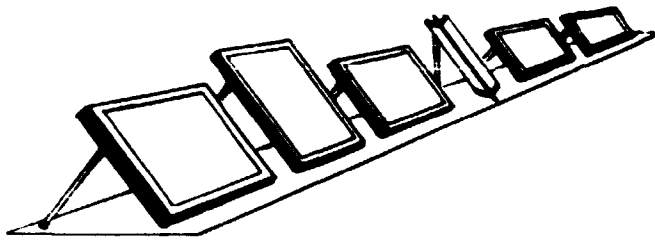
Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wüthli*

Kollektor: STAR UNITY
N2
1,30 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	5,7	3,7
Februar	45,3	66,3	20,9	14,4
März	80,3	101,5	40,0	28,5
April	113,9	126,7	59,2	43,7
Mai	151,2	150,9	74,1	57,1
Juni	165,2	157,1	83,2	63,1
Juli	179,4	174,2	98,9	74,7
August	137,4	146,1	76,4	59,3
September	105,1	132,0	68,1	52,2
Oktober	60,4	87,2	37,8	27,8
November	26,7	40,6	10,4	7,0
Dezember	16,9	24,9	3,4	2,0
Summe	1105,3	1240,7	578,1	433,5
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			46,6 %	34,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7872

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : PROELEKTRA / SOLARTHERM

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorberschicht : schwarze Farbe (3M Velvet)

Abdeckung : doppelt, Kunststoff
(Doppelstegplatte aus Makrolon)

Einstrahlungsöffnung : $1,91 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $2,13 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Kunststoffrahmen (Makrolon)
ohne rückseitige Isolation
Gewicht: $7,5 \text{ kg/m}^2$

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad

Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

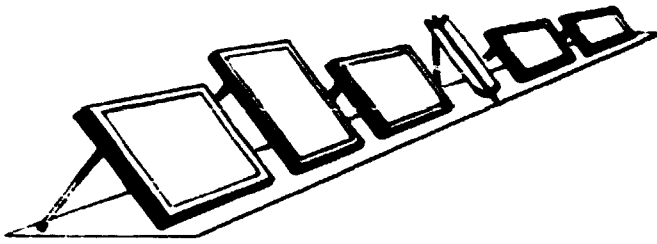
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,77 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,63 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 7,1 \pm 0,7 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7872

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland
Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

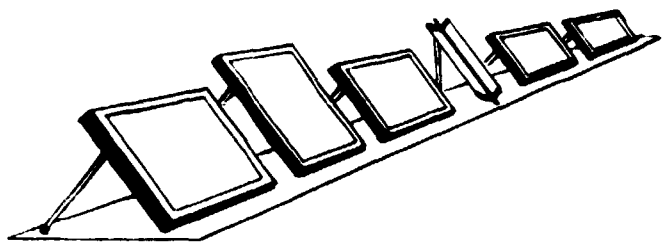
Datum: 5.9.1979

Visum:

P. Widler

Kollektor: PROELEKTRA / SOLARTHERM
N2
1,91 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,3	0,7
Februar	45,3	66,3	9,9	4,1
März	80,3	101,5	23,0	11,3
April	113,9	126,7	32,8	21,5
Mai	151,2	150,9	53,7	29,2
Juni	165,2	157,1	63,1	33,9
Juli	179,4	174,2	78,2	44,3
August	137,4	146,1	59,6	33,1
September	105,1	132,0	51,8	28,9
Oktober	60,4	87,2	25,1	13,0
November	26,7	40,6	5,3	1,9
Dezember	16,9	24,9	1,2	0,3
Summe	1105,3	1240,7	413,0	222,2
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			33,3 %	17,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7873

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wilder*

Kollektor :

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupfer

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Kunststoff
(Plexiglas-Doppelstegplatte)

Einstrahlungsöffnung : 4,06 m²

Bruttofläche : 4,76 m²

Besondere Merkmale : Aluminiumrahmen
Isolierung: Sandwichelement (Styropor)
mit Alu-Kaschierung (Warmseite)

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad

Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
Längere Seite und Cu-Rohre horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad 47° 32' 24" N
Längengrad 8° 13' 46" O
Höhe ü.M. 345 m

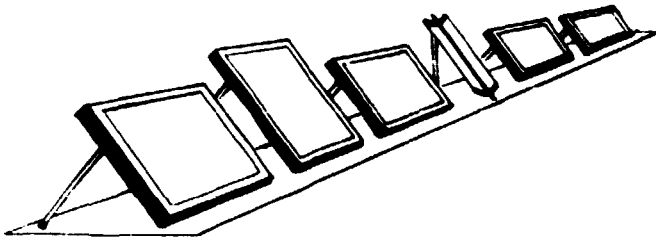
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,66 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,57 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 3,9 \pm 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7873

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland:
Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

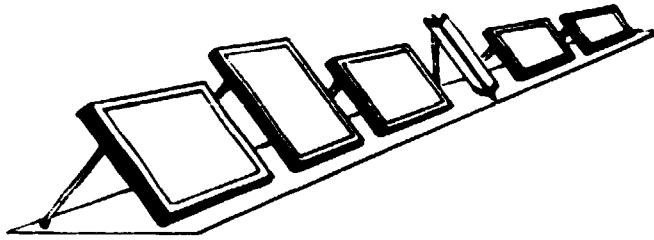
Visum: *F. Widder*

Kollektor:

N2

4,06 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	3,8	2,1
Februar	45,3	66,3	14,6	8,8
März	80,3	101,5	29,6	18,8
April	113,9	126,7	45,9	31,0
Mai	151,2	150,9	59,1	41,1
Juni	165,2	157,1	67,4	46,1
Juli	179,4	174,2	81,0	56,5
August	137,4	146,1	62,5	43,8
September	105,1	132,0	57,1	38,6
Oktober	60,4	87,2	29,3	19,6
November	26,7	40,6	7,5	4,3
Dezember	16,9	24,9	2,2	1,1
Summe	1105,3	1240,7	460,0	311,8
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			37,1 %	25,1 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7874

Blatt 2

Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum:

F. Widder

Kollektor :

Typ : flach, selektiv

Absorbermaterial : Polycarbonat

Absorberschicht : Silicium, Selen, gebrochener Quarzsand

Abdeckung : Doppelstegplatte

Einstrahlungsöffnung : $0,62 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $0,72 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Vollkunststoffkollektor aus Makrolon
PU-Isolation, Aluminium-Dampfsperre

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40° Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

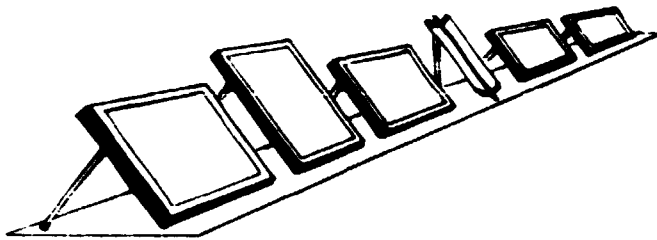
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,69 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,59 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 6,2 \pm 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7874

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland
Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

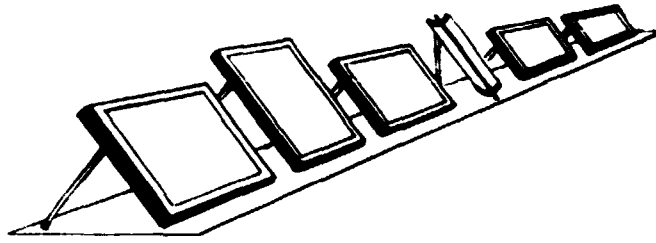
Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Wädler*

Kollektor:

32
0,62 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,4	0,9
Februar	45,3	66,3	3,0	4,6
März	80,3	101,5	22,4	11,7
April	113,9	126,7	37,9	21,6
Mai	151,2	150,9	50,9	29,1
Juni	165,2	157,1	59,2	33,6
Juli	179,4	174,2	72,8	43,3
August	137,4	146,1	55,8	32,6
September	105,1	132,0	48,6	28,5
Oktober	60,4	87,2	23,9	13,2
November	26,7	40,6	5,3	2,1
Dezember	16,9	24,9	1,3	0,4
Summe	1105,3	1240,7	390,4	221,6
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			31,5 %	17,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7875

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Waddler*

Kollektor : STIEBEL ELTRON

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Stahlblech

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : doppelt, Kunststoff
(Polyester-Folie + Acryl-Glas)

Einstrahlungsöffnung : 2,00 m²

Bruttofläche : 2,37 m²

Besondere Merkmale : Aluminiumrahmen
Zweistoffisolierung (Mineralwolle/Polyurethan)
mit Dampfsperre

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad

Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad 47° 32' 24" N
Längengrad 8° 13' 46" O
Höhe ü.M. 345 m

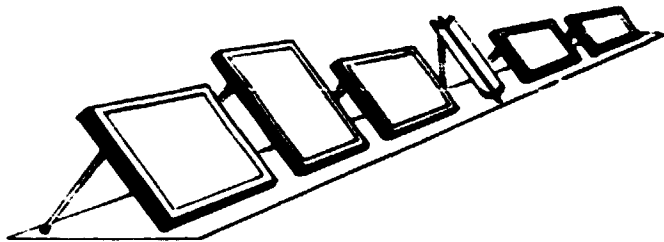
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,78 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,65 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 4,3 \pm 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7875

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum:

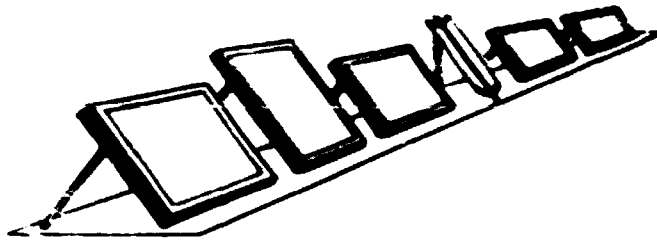
F. W. Müller

Kollektor: STIEBEL ELTRON

N2

2,00 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	4,7	2,6
Februar	45,3	66,3	18,1	11,2
März	80,3	101,5	36,2	23,5
April	113,9	126,7	55,6	38,4
Mai	151,2	150,9	71,4	50,7
Juni	165,2	157,1	80,9	56,6
Juli	179,4	174,2	97,1	69,0
August	137,4	146,1	75,1	53,7
September	105,1	132,0	66,3	47,3
Oktober	60,4	87,2	35,5	24,3
November	26,7	40,6	9,2	5,4
Dezember	16,9	24,9	2,7	1,4
Summe	1105,3	1240,7	552,8	384,1
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			44,6 %	31,0 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7876

Blatt 2

Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor : CALORIFER

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : Kunststoff (PP)

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : einfach, Kunststoff (Acryl)

Einstrahlungsöffnung : $0,49 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $0,61 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Kunststoffgehäuse (PP)
 PU-Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 kürzere Seite horizontal

Testort : EIR, Würzlingen
 Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
 Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
 Höhe ü.M. 345 m

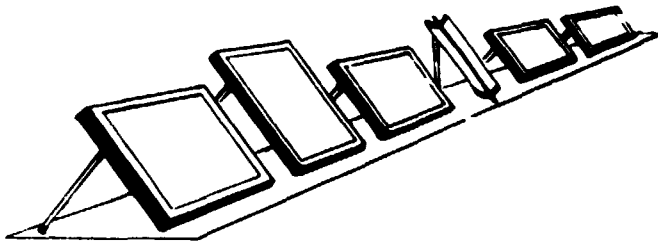
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,83 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,64 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 8,2 \pm 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7876

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

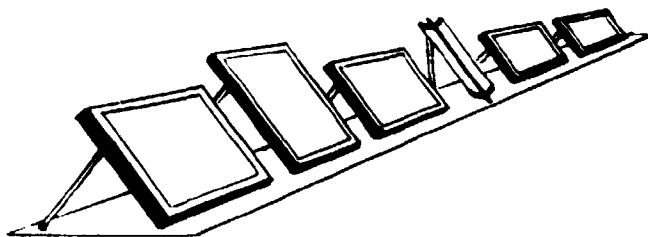
Visum: *F. Widder*

Kollektor: CALORIFER / Kunststoff

N1

0,49 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	2,2	0,5
Februar	45,3	66,3	9,4	3,4
März	80,3	101,5	22,6	10,3
April	113,9	126,7	40,3	20,5
Mai	151,2	150,9	54,9	27,9
Juni	165,2	157,1	65,0	32,5
Juli	179,4	174,2	81,0	43,6
August	137,4	146,1	61,7	32,3
September	105,1	132,0	53,4	27,8
Oktober	60,4	87,2	25,2	12,1
November	26,7	40,6	5,0	1,6
Dezember	16,9	24,9	1,1	0,2
Summe	1105,3	1240,7	421,8	212,7
Mitgl. Jahres- wirkungsgrad			34,0 %	17,1 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7877

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor :

Typ : flach, nicht selektiv

Absorbermaterial : PMMA - Doppelstegplatte

Absorberschicht : PE hart, schwarz

Abdeckung : keine

Einstrahlungsöffnung : $1,14 \text{ m}^2$

Bruttofläche : $1,44 \text{ m}^2$

Besondere Merkmale : Absorberstreifen diagonal in Doppelstegplatte eingelegt,
laminare Strömung im Innern der Längskanäle
keine rückseitige Isolierung

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na_2HPO_4), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
Sammelrohr horizontal, Kanäle vertikal

Testort : EIR, Würenlingen
Breitengrad $47^\circ 32' 24'' \text{ N}$
Längengrad $8^\circ 13' 46'' \text{ O}$
Höhe ü.M. 345 m

Optischer Wirkungsgrad

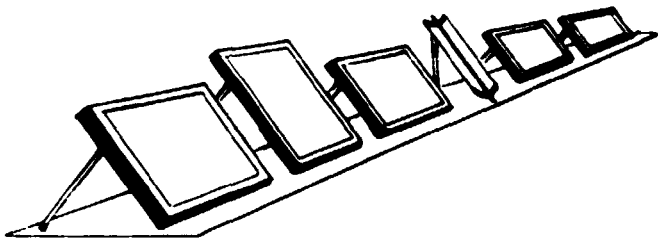
a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,86 \pm 0,04$

$A_\delta = 0,79 \pm 0,04$ für $\delta = 0,18$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{\text{diff}} = 0,46 \pm 0,20$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede ($T_k - T_a$) $K_0 = 11,2 \pm 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7877

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum:

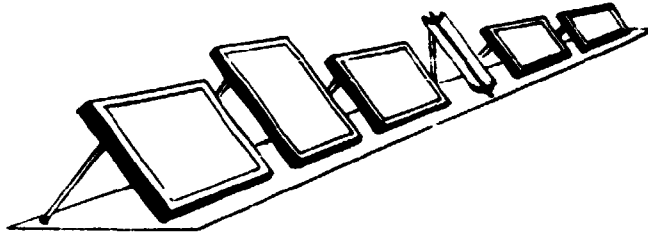
F. Widder

Kollektor:

N1

1,14 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	1,1	0,1
Februar	45,3	66,3	5,3	0,9
März	80,3	101,5	15,7	4,7
April	113,9	126,7	31,0	11,2
Mai	151,2	150,9	43,7	16,0
Juni	165,2	157,1	53,7	19,3
Juli	179,4	174,2	69,5	28,0
August	137,4	146,1	51,6	19,9
September	105,1	132,0	43,7	16,3
Oktober	60,4	87,2	19,0	5,9
November	26,7	40,6	2,9	0,5
Dezember	16,9	24,9	0,4	0,0
Summe	1105,3	1240,7	337,6	122,8
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			27,2 %	9,9 %



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7891

Blatt 2
Charakteristische Kenngrößen
Datum: 5.2.1979
Visum: <i>F. Widdes</i>

Kollektor :

Typ : leicht konzentrierend
 (ca. 2:1), ohne Nachführung,
 nicht selektiv

Absorbermaterial : Kupferblech

Absorberschicht : Farbe, matt-schwarz

Abdeckung : einfach, Glas (Glasrohr \varnothing 86 mm)

Einstrahlungsöffnung : 1,20 m²

Bruttofläche : 1,66 m²

Besondere Merkmale : 10 Reihen von Glaszylindern à 5 Flaschen, Stahlrohr mit
 Cu-Absorberblech längs Zylinderachse, Alu-Parabolreflektor
 in unterer Zylinderhälfte, keine rückseitige Isolation

Wärmetransportmittel : Wasser mit Inhibitor (Na₂HPO₄), ohne Frostschutz

Aufstellung : Neigungswinkel : 40 Grad
 Azimuth : Kollektor nach Süden ausgerichtet
 Zylinderachsen horizontal

Testort : EIR, Würenlingen
 Breitengrad 47° 32' 24" N
 Längengrad 8° 13' 46" O
 Höhe ü.M. 345 m

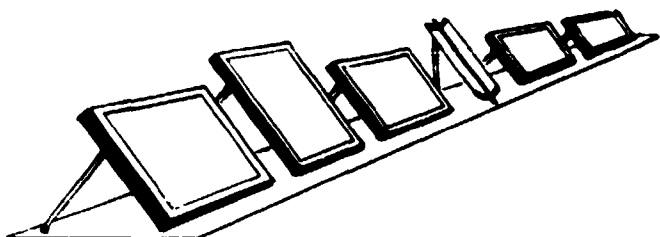
Optischer Wirkungsgrad

a) für direkte Strahlung bei senkrechtem Einfall $A_0 = 0,76 \pm 0,04$

b) für diffuse Strahlung bei bedecktem Himmel oder Nebel $A_{diff} = 0,58 \pm 0,03$

Thermischer Verlustfaktor

K-Wert für kleine Temperaturunterschiede (T_k-T_a) $K_0 = 8,9 \pm 0,9$ W/m² °C



KOLLEKTORTEST

Prüfbericht Nr. 7891

Bruttowärmeerträge für das Schweizerische Mittelland

Berechnete Richtwerte gemäss EIR : TM-IN-670, 1977

Blatt 3

Bruttowärmeerträge

Datum: 5.2.1979

Visum: *F. Widder*

Kollektor:

N1

1,20 m²

	Globalstrahlung auf Horizontalfläche kWh/m ²	Globalstrahlung in Kollektorebene Süden, 45 Grad kWh/m ²	Ertrag T _k = 40°C kWh/m ²	Ertrag T _k = 60°C kWh/m ²
Januar	23,5	33,2	1,3	0,1
Februar	45,3	66,3	6,0	1,3
März	90,3	101,5	16,3	5,7
April	113,9	126,7	30,9	12,9
Mai	151,2	150,9	43,2	18,1
Juni	165,2	157,1	52,2	21,5
Juli	179,4	174,2	66,6	30,1
August	137,4	146,1	49,8	21,9
September	105,1	132,0	42,8	18,3
Oktober	60,4	87,2	19,2	7,2
November	26,7	40,6	3,3	0,7
Dezember	16,9	24,9	0,5	0,0
Summe	1105,3	1240,7	332,1	137,8
Mittl. Jahres- wirkungsgrad			26,8 %	11,1 %

6. VERDANKUNGEN

Die Autoren möchten nicht versäumen, allen Mitarbeitern, die die Realisierung der Kollektortests ermöglicht haben, zu danken. Besondere Anerkennung gebührt den Herren Th. Nordmann, H.J. Gübeli und Ch. Schelders für den Aufbau des Prüfstandes und der Datenerfassung, Herrn A. Duppenhaler für die Entwicklung der Computerprogramme zur Berechnung der Bruttowärmeerträge, Herrn L. Clavadetscher für die Durchführung der Messungen, Herrn A. Bosshard für seine Mithilfe bei den Computer-Auswertungen und Herrn M. Heimlicher für die redaktionelle Bearbeitung und Zusammenstellung des vorliegenden Berichtes. Der Direktion des EIR möchten wir ebenfalls danken für ihre grosszügige Unterstützung bei der Rekrutierung des notwendigen Personals und für die Bereitstellung des Grossteils der benötigten finanziellen Mittel.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] F. Widder
"Die Bestimmung von Kenngrößen von Sonnenkollektoren auf dem EIR-Freiluftprüfstand", SSES-Symposium IV, S. 249-261, Biel, Januar 1977.
- [2] J.M. Suter, F. Widder, P. Kesselring
"Die Bestimmung von Kenngrößen für Sonnenkollektoren zur Warmwasser-Aufbereitung auf dem EIR-Freiluftprüfstand: Vereinfachte Prüfmethode zur schnellen Beurteilung eines Kollektors". SSES-Symposium VI, S. 123-130, Luzern, Okt. 78
- [3] K.V. Rehmann, W. Ley
"Data Compilation of all Outdoor, Indoor and Solar Simulator Measurements on Chamberlain and Commercial Energy Solar Collectors IEA-Project", Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Köln, November 1978
- [4] P. Kesselring
"Durchflussmenge und Einschaltkriterium bei Warmwasserkollektoren", SSES-Zeitschrift "Sonnenenergie", Juli 1979
- [5] "Instrumentierung von Sonnenenergieanlagen, ein Konzept zur Bestimmung von Erträgen und Systemwirkungsgraden", Vorhaben Sonnenenergie, Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen, 1978
- [6] A. Duppenhaler, P. Kesselring
"Die Berechnung des Bruttowärmeertrages von Sonnenkollektoren" EIR-TM-IN 670, Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen, 1977

ANHANG I - Beschreibung des Prüfstandes

Auf dem EIR Freiluftprüfstand, der auf dem Dach des stillgelegten Reaktors DIORIT aufgebaut ist, können bis zu 10 Sonnenkollektoren gleichzeitig und unter identischen klimatischen Bedingungen ausgemessen werden.

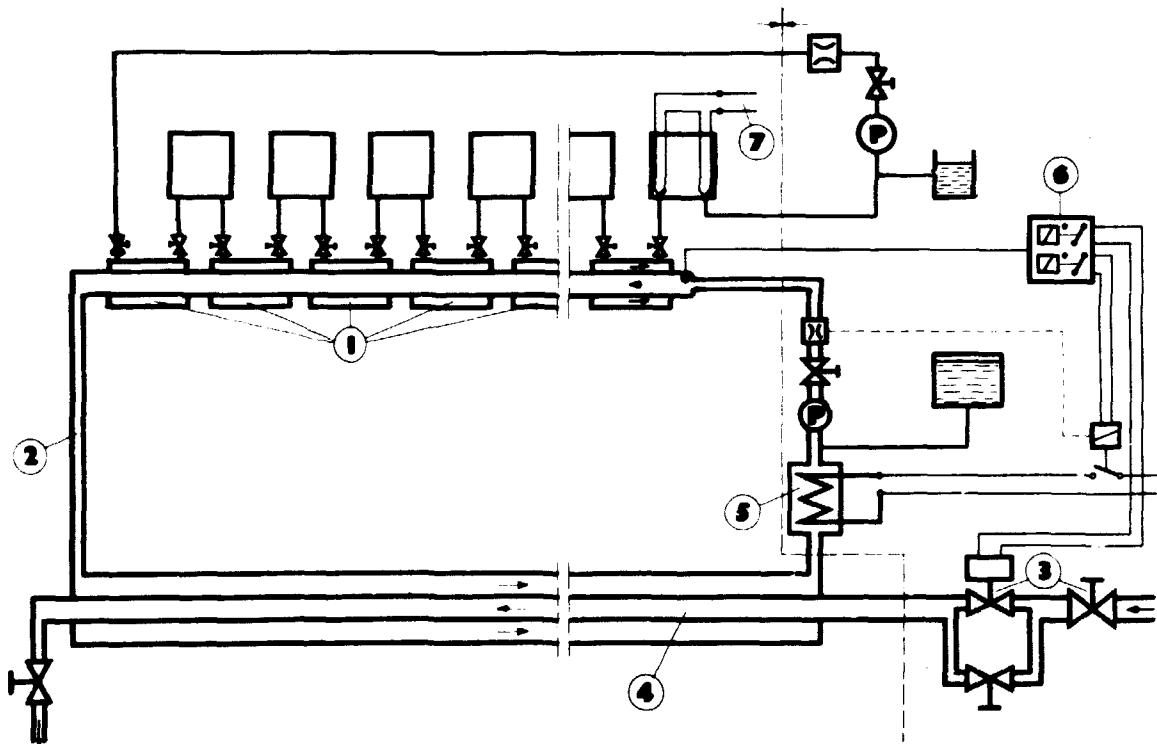


Abb. 4 Kreislaufschema des EIR-Freiluftprüfstandes

1. Wärmetauscher zwischen Primär- und Sekundärkreislauf;
2. Sekundärkreislauf mit vorgebarerer, stabilisierter Temperatur;
3. Einlass- und Regulierventil für das Kühlwasser;
4. Rohrkühler; 5. Heizung; 6. Temperaturregler im Sekundärkreislauf;
7. Differenzthermoelemente; P, Pumpen

Die Kollektoren sind in einem Primärkreislauf in Serie geschaltet. Dies bedeutet, dass der auf einen vorgebbaren Wert eingestellte Wasserdurchfluss für jeden Kollektor exakt gleich ist. Als Wärmetransportmittel wird Leitungswasser benutzt. Zur Verhinderung von Korrosion wird dem Wasser periodisch Natriumhydrogenphosphat (Na_2HPO_4) zugesetzt. Die Durchflussrate \dot{V} beträgt 45 - 55 l/h und wird mit Hilfe eines periodisch geeichten Turbinendurchflussmessers auf $\pm 1\%$ genau gemessen.

Zu jedem Kollektor gehört ein Wärmeaustauschelement, welches die aufgenommene Sonnenwärme an einen Sekundärkreislauf abgibt. Wärmeaustauscher und Fluss im Sekundärkreislauf sind so dimensioniert, dass alle Vorlauftemperaturen (Eintrittstemperaturen) innerhalb 1°C gleich sind. Die Temperatur im Sekundärkreislauf ist zwischen 20°C und 70°C frei wählbar und wird durch einen elektronischen Dreipunktregler auf $\pm 0,5^\circ\text{C}$ genau konstant gehalten. Mit Hilfe einer elektrischen Heizung bzw. einem Rohrkühler (Wärmeaustausch mit Leitungswasser) wird die dazu nötige Wärme zu- oder abgeführt.

Die zur Bestimmung der Wärmeleistung der verschiedenen Kollektoren benötigten Temperaturdifferenzen zwischen Ein- und Auslauf des Wärmetransportmittels werden mit Differenzthermoelementen gemessen. Auch die Aussentemperatur (an drei verschiedenen Stellen des Prüfstandes) und die Vorlauftemperatur werden mit Thermoelementen gemessen. Verwendet werden dabei durchwegs Eisen-Konstantan-Thermoelemente. Mit Ausnahme der Differenzmessungen wird dabei elektrisch kompensiert.

Die Einstrahlungsverhältnisse werden mit drei Solarimetern (Pyranometern) vom Typ Moll-Gorczynski, Marke Kipp + Zonen, CM5 bestimmt:

- Messung der einfallenden Globalstrahlung in der Kollektorebene; der Winkel zwischen der Kollektorebene und der Horizontalen wird im Sommerhalbjahr auf 40° , im Winterhalbjahr auf 70° eingestellt, sämtliche Kollektoren sind dabei genau nach Süden ausgerichtet.
- Messung der einfallenden Globalstrahlung in der Horizontalebene
- Messung des diffusen Anteils der Strahlung durch Beschattung des dritten Messinstrumentes (Horizontalebene). (Siehe Abb. 5)

Ein viertes Messinstrument des gleichen Typs dient als Standard zur Kontrolle der zeitlichen Konstanz der Empfindlichkeit der einzelnen Instrumente. Es wird einmal im Jahr absolut geeicht (Eichgenauigkeit $< \pm 1\%$).

Schliesslich wird mit Hilfe eines Schalenanemometers die Windgeschwindigkeit vor der mittleren Position der Kollektortestbank gemessen (± 0.2 m/s).

Sämtliche Messgrößen werden in einer elektronischen Datenerfassungsanlage verarbeitet und gespeichert: drei aufeinanderfolgende, in zwei-minütigen Intervallen abgelesene Messwerte werden gemittelt und die Resultate (Mittelwert) - zusammen mit den notwendigen Zeitangaben - binär codiert auf einen Papierstreifen abgelocht. Die so gespeicherten Daten werden im Rechenzentrum des EIR zur weiteren Auswertung direkt in den Computer (CDC-6400/6500) eingelesen und auf Magnetbänder übertragen.

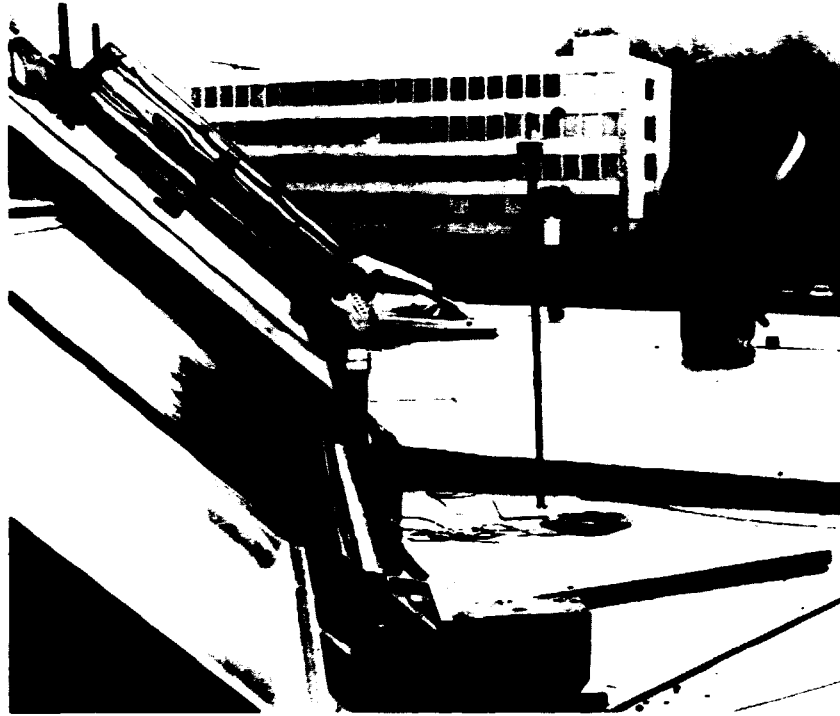


Abb. 5 Teilansicht des Prüfstandes.

Vor den Kollektoren sind drei Messgeräte zur Erfassung der meteorologischen Daten ersichtlich: ein Windrad, ein weisser Kamin, der einen Temperaturfühler zur Messung der Umgebungstemperatur enthält und das Solarimeter zur Bestimmung des diffusen Anteils der Einstrahlung. Der grosse Bogen um dieses Gerät deckt die ganze Sonnenbahn von Sonnenaufgang bis -untergang ab; er ist parallel zum Himmelsäquator und wird zweimal in der Woche gemäss eines auf den beiden schrägen Stangen eingravierten Kalenders verstellt, um damit die Änderung der Sonnendeklination mit der Jahreszeit zu kompensieren.

ANHANG II - Beschreibung der Prüfmethode

In der Periode, während der der Kollektor auf dem Prüfstand montiert ist, werden laufend die täglichen Messwerte vom Computer festgehalten. Zur Auswertung sind aber nicht alle Wetterlagen geeignet. Es wird deshalb eine Auswahl von geeigneten, einfach zu analysierenden Meteosituationen getroffen, um von den 3 gewünschten Kenngrößen brauchbare Mittelwerte berechnen zu können. Dazu sind jeweils eine minimale Anzahl von Messungen notwendig.

a) Messungen bei bedecktem Himmel oder Nebel

Der maximale optische Wirkungsgrad A_{diff} bei diffuser Strahlung (bedecktem Himmel oder Nebel) wird zusammen mit dem thermischen Verlustfaktor K_0 bestimmt. Messungen werden bei mindestens 10 verschiedenen Zeitspannen von je wenigstens 3 h, während deren die Einstrahlung total diffus bleibt, durchgeführt. Unter diesen Umständen fällt die Winkelabhängigkeit des optischen Wirkungsgrades weg und ein Integralwert über alle Einfallswinkel wird erhalten. Die Messpunkte werden für jeden ausgewählten Tag im η - x -Kollektorwirkungsgraddiagramm dargestellt, was einen bestimmten Wert für A_{diff} (Schnittpunkt mit der senkrechten Achse) und K_0 (Steigung) ergibt. Diese Bestimmung wird für jeden ausgewählten Tag durchgeführt und nach Ablauf der Messperiode ein statistisch gewichteter Mittelwert für beide Kenngrößen gebildet. Um A_{diff} möglichst genau zu erhalten, müssen die x -Werte so klein wie möglich sein, d.h. die Kollektortemperatur T_k muss praktisch gleich der Umgebungstemperatur T_a sein. Diese Bedingung können wir im Moment nur im Sommer erfüllen.

Selbstverständlich ist durch diese Bedingung die allgemeine Gültigkeit des erhaltenen Verlustfaktors K_0 beschränkt: in Wirklichkeit hängt K von T_k , T_a und der Windgeschwindigkeit v_w ab, was hier nicht erfasst wird.

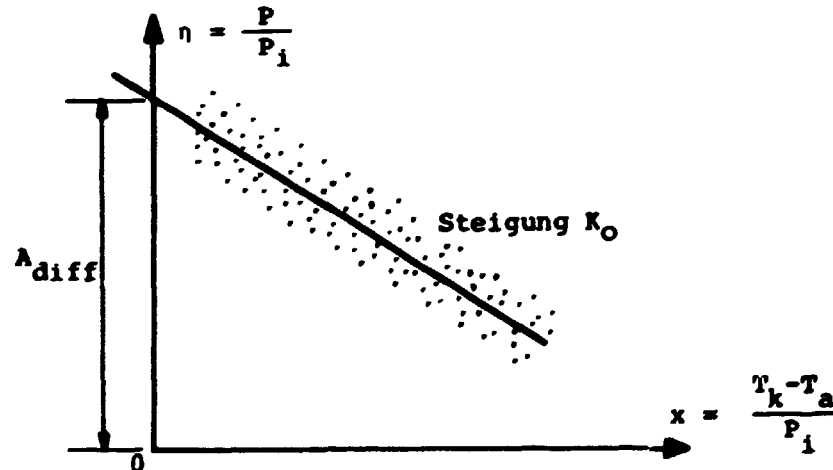


Abb. 6 Bestimmung von A_{diff} und K_0 mit dem Kollektorwirkungsgraddiagramm
 P = Kollektorertrag; P_i = Einstrahlung (100% diffus); T_k = Kollektortemperatur; T_a = Umgebungstemperatur. Die Messungen umfassen mindestens 10 verschiedene Zeitspannen von je wenigstens 3 h Dauer.

b) Messungen bei klarem Himmel

Der optische Wirkungsgrad A_δ bei senkrechter Einstrahlung und klarem Himmel wird um die Mittagszeit an warmen Sommertagen gemessen. A_δ hängt noch vom diffusen Anteil der Einstrahlung $\delta = P_{\text{diff}}/P_i$ ab, weil im schweizerischen Mittelland auch bei klarem Himmel immer noch 15 - 30 % der Globalstrahlung P_i diffus einfallen. Die Einstrahlung P_i darf eine Stunde vor dem Maximum und eine halbe Stunde danach nicht stark variieren, um jeglichen dynamischen Effekt (Trägheit des Kollektors) zu vermeiden. Die Kollektortemperatur T_k darf höchstens 10°C über der Umgebungstemperatur sein, damit die thermischen Verluste (2. Term der nachstehenden Gleichung) möglichst klein bleiben. Für die entsprechende Korrektur des A_δ -wertes wird der nach der in Abschnitt a) beschriebenen Methode bestimmte K-Wert zugezogen:

$$A_\delta = \frac{P}{P_i} + K_o \cdot \frac{T_k - T_a}{P_i}$$

Gleichzeitig wird der diffuse Anteil δ gemessen. Da A_{diff} schon bekannt ist (vgl. Abschnitt a) kann ein optischer Wirkungsgrad A_o für Direktstrahlung berechnet werden:

$$A_o = (A_\delta - A_{\text{diff}} \cdot \delta) / (1 - \delta)$$

Diese Messungen werden an mindestens 3 verschiedenen Tagen durchgeführt und wiederum ein Mittelwert von A_o gebildet.

Somit ist es möglich, durch eine lineare Interpolation zwischen A_o und A_{diff} den Wirkungsgrad für einen beliebigen Wert von δ zu berechnen.

ANHANG III - Grundlagen zur Berechnung der Bruttowärmeerträge

Um in einem praktischen Anwendungsfall den optimalen Kollektor auswählen zu können, reichen die Kollektorkenngrößen A und K nicht aus. Es müssen zusätzlich meteorologische Daten der betreffenden Region und die Verbraucherbedürfnisse berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck ist am EIR eine Methode zur Berechnung des Bruttowärmeertrages von Sonnenkollektoren [6] erarbeitet worden, welche im nachfolgenden kurz beschrieben werden soll.

a) Sortieren der einfallenden Globaleinstrahlungswerte nach meteorologischen Gesichtspunkten

Bei der Berechnung des während eines Tages möglichen Wärmegewinns am Kollektor ist nicht nur die aufsummierte Tageseinstrahlung relevant; ebenso wichtig ist, ob die Strahlungsenergie während kurzer Zeit bei grosser Leistung oder während längerer Zeit bei niedriger Leistung angefallen ist. Im letzteren Fall wäre es z.B. möglich, dass der Absorber des Kollektors sich gar nie hätte auf die verlangte Temperatur erwärmen können. Die Temperaturdifferenzregelung des Systems hätte in diesem Fall die Umwälzpumpe überhaupt nicht in Betrieb genommen. Um die während einer bestimmten Periode einfallende Strahlungsenergie hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit beurteilen zu können, muss man sie nach jenen meteorologischen Gesichtspunkten sortieren, von welchen auch der Wirkungsgrad des Kollektors direkt abhängt. Diese Grösse heisst $x = T_k - T_a / P_i$; in ihr sind die zwei wesentlichen miteinander korrelierten Meteorgrößen, die Einstrahlung P_i und die Umgebungstemperatur T_a enthalten, zudem bestimmt sie den Kollektorwirkungsgrad, denn sie ist proportional dem Verhältnis: thermische Verluste des Kollektors/Einstrahlung. Wenn während eines ganzen Monats bei einer vorgegebenen Absorbertemperatur die bei den entsprechenden x auf die Kollektorebene fallende Energie E nach steigenden x -Werten sortiert wird, entsteht eine Funktion $\frac{dE}{dx} = f(x)$. Um die meteorologischen Fluktuationen auszugleichen, muss man dieses Verfahren mehrere Jahre hindurch (z.B. 10) wiederholen und die Kurven $\frac{dE}{dx}(x)$ mitteln. Es entsteht auf diese Weise ein Verlauf gemäss Kurve 2, Abb. 7.

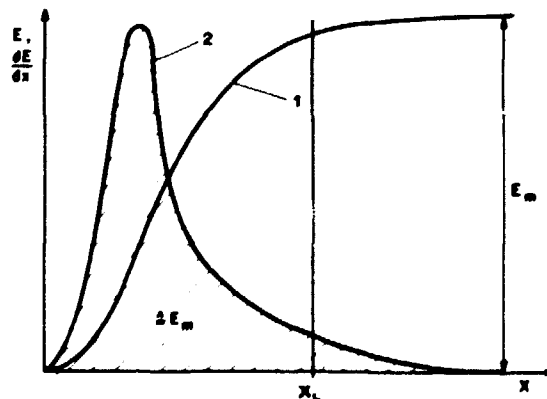


Abb. 7 Verteilung der nutzbaren Energiedichte $\frac{dE}{dx}(x)$ und zugehörige Summenkurve $E(x)$.

Die Bauart des Kollektors bestimmt den maximalen Wert x_L , für welchen am Kollektor noch ein Energiegewinn zu erwarten ist, für noch grössere x würde die Energiebilanz negativ und die Regelung müsste die Umwälzpumpe ausschalten. Die Summenkurve 1 gibt bei x_L die Menge der auf einen best. Kollektor eingefallenen nutzbaren Energie an. Sowohl der Endwert der Kurve 1 als auch die Fläche unter der Kurve 2 entsprechen dabei der gesamten nutzbaren Monateinstrahlung E_m .

De facto wird bei der Bestimmung von $f(x)$ nicht nach der hier beschriebenen vereinfachten Methode vorgegangen, sondern durch eine komplexere Definition der Sortiergrösse x der Wirkung des Einfallswinkels auf den optischen Wirkungsgrad sowie der Temperaturabhängigkeit des K -wertes Rechnung getragen. Während der Einfluss des Einfallswinkels bei den vorliegenden Messresultaten durch Bestimmung des Verhältnisses A_{diff}/A_0 berücksichtigt werden konnte, war das bei der Temperaturabhängigkeit des K -wertes aus den in Anmerkung 2, Kapitel 3 erwähnten Gründen nicht möglich.

b) Die Berechnung von Bruttowärmeerträgen

Um für einen Kollektor den Bruttowärmeertrag (=Wärmeertrag am Kollektorstutzen) pro Monat berechnen zu können, muss neben der nutzbaren Energiedichteverteilung $\frac{dE}{dx}(x)$ der Verlauf des Wirkungsgrades $\eta(x)$ bekannt sein. Die nutzbare Energiedichte ist im Bereich zwischen $x = 0$ und $x = x_L$ mit dem zugehörigen Wirkungsgrad zu multiplizieren. Die Fläche unter dieser neuen Kurve entspricht dann dem zu erwartenden Bruttowärmeertrag.

c) Die Auswahl des geeigneten Kollektors

Um den Kollektor zu bestimmen, der in einem gegebenen Anwendungsfall den grössten Ertrag bringt, müssen die folgenden Grössen bekannt sein:

- Meteorodaten der betreffenden Region sowie Benutzerparameter (Kollektortemperatur T_K und -Orientierung), welche für jeden Monat eine $\frac{dE}{dx}$ -Kurve bestimmen
- Zeitperiode in welcher die Wärme gewünscht wird
- η - x -Kurve des Kollektors (also die Parameterwerte A_0 , A_{diff} und K_0)

Mit diesen Unterlagen kann nach dem in b) beschriebenen Verfahren unter den verschiedenen Fabrikaten der Kollektoren mit dem bei diesen Randbedingungen grössten Ertrag bestimmt, d.h. in erster Linie der Kollektortyp (Anzahl Abdeckungen, Beschichtung des Absorbers usw.) ausgewählt werden.

Um für einen bestimmten Monat abzuschätzen, welcher Kollektor den grösseren Ertrag bringt, können die linearisierten Kennlinien der betreffenden Produkte direkt in das Diagramm $\frac{dE}{dx}(x)$ eingezeichnet werden. In Abb. 8 ist dies für 2 verschiedene Kollektorcharakteristiken gezeigt. Aus der Figur ist ersichtlich, dass der Kollektor a (zweifach verglast) dem doppelt verglasten Kollektor b vorzuziehen ist, wenn die Nutzwärme vor allem im Sommer benötigt wird; a arbeitet im Bereich der maximalen Juni-Energiedichte mit besserem Wirkungsgrad als b. Wird aber die Wärme z.B. auch im Herbst noch bei der vorgegebenen Temperatur gewünscht, so wäre in unserem Fall dem Kollektor b den Vorrang zu geben, weil er während dieser Zeit den Kollektor a im Wirkungsgrad übertrifft. Wichtig in

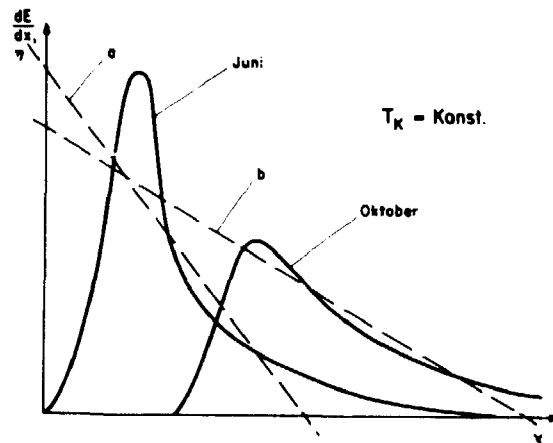


Abb. 8: Unterschied in der Verteilung der nutzbaren Energiedichte $\frac{dE}{dx}$ in verschiedenen Jahreszeiten bei konstanter mittlerer Kollektortemperatur T_K . Mit unterbrochenen Linien sind die Charakteristiken eines einfach verglasten (a) und eines doppelt verglasten Kollektors (b) eingezeichnet.

diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass für steigende Betriebstemperaturen (höhere T_K) die Maxima der dE/dx -Kurven sich zu höheren x -Werten verschieben, was bedeutet, dass für Temperaturen $\geq 60^\circ\text{C}$ auch im Sommer doppelt verglaste Kollektoren zu verwenden sind. Bei noch höheren Betriebstemperaturen lohnt es sich, zusätzlich selektiv beschichtete Absorberflächen einzusetzen.

Anmerkung:

Für die Auswahl des für einen bestimmten Anwendungszweck optimalen Kollektors eignen sich am besten Tabellen in der Form wie sie auf Blatt 3 unserer Prüfberichte für das Schweizerische Mittelland, einem Anstellwinkel von 45° und einer Ausrichtung nach Süden nach dem beschriebenen Verfahren berechnet und zusammengestellt worden sind. Sie ermöglichen einen direkten Vergleich der zu erwartenden mittleren monatlichen Bruttowärmeerträge verschiedener Kollektoren.

Da die von uns angegebenen Werte für den Bruttowärmeertrag auf der Annahme einer konstanten mittleren Kollektortemperatur basieren, können bei der Auslegung einer Kollektoranlage dann Schwierigkeiten auftreten, wenn man eine konstante Vorlauftemperatur zugrunde legt. In diesem Falle muss man sämtliche Ertragswerte für einen bestimmten Kollektor dividieren durch die Grösse

$$1 + \frac{K \cdot F}{2 \cdot c_p \cdot \rho \cdot \dot{V}}$$

- | | | | |
|-------|-----------|---|---|
| wobei | K | : thermischer Verlustfaktor (K-Wert) | $[\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}]$ |
| | F | : Einstrahlungsöffnung des Kollektors | $[\text{m}^2]$ |
| | c_p | : spezifische Wärme des Wärmetransportmittels | $[\text{J}/\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}]$ |
| | ρ | : Dichte des Wärmetransportmittels | $[\text{kg}/\text{m}^3]$ |
| | \dot{V} | : Volumendurchsatzrate (Durchfluss) | $[\text{m}^3/\text{s}]$ |

Dieser Faktor gibt also an, um wieviel der Wirkungsgrad und die Bruttowärmeerträge gegenüber den von uns angegebenen Werten zurückgehen, wenn man von konstanten Vorlauftemperaturen ausgeht, d.h. in den Tabellen T_k durch T_v (Vorlauf- bzw. Eintrittstemperatur) ersetzt. Die Ableitung dieses Korrekturfaktors ist in [4] ausführlich beschrieben.

ANHANG IV - Die Kenngrößen der Referenzkollektoren in Abhängigkeit von der Messperiode

a) Vergleich je zweier Mittelwerte aus verschiedenen Perioden

IEA-REFERENZKOLLEKTOR CHAMBERLAIN	A_0	Anzahl Messungen für Mittelwert	A_{diff}	K_0	Anzahl Messungen für Mittelwert
2. Quartal 78 (April - Juni)	0,870	12	0,752	3,23	34
3. Quartal 78 (Juli - Sept.)	0,888	17	0,762	3,30	41

Die Tabelle für das 2. und 3. Quartal 1978 zeigt die aus zahlreichen Messpunkten ermittelten Werte für A_0 , A_{diff} , K_0 . Die Messungen für A_{diff} und K_0 wurden an 34 bzw. 41 Tagen mit je einer oder mehreren Perioden völlig diffuser Einstrahlung durchgeführt und gemittelt. Davon unabhängig wurden die Werte für A_0 aus Messungen an 12 bzw. 17 Tagen mit klarem Himmel um die Mittagszeit (praktisch stationäre Meteobedingungen, senkrechte Einstrahlung) gewonnen. Ein Vergleich der Messreihen zeigt, dass bei dieser grossen Anzahl Messpunkte die entsprechenden Werte aus beiden Perioden nur in der Grössenordnung 2 % voneinander abweichen.

b) Die Rolle der Referenzkollektoren bei der Auswertung einzelner Chargen.

In der folgenden Tabelle sind die im 3. Quartal 79 gemessenen Mittelwerte A_o , A_{diff} und K_o beider Referenzkollektoren aufgeführt.

CHAMBERLAIN

	A_o	Anzahl Messungen	A_{diff}	K_o	Anzahl Messungen
8.7. - 16.7.78	0,92	3	0,78	3,7	8
21.7. - 2.8. & 2.9. - 19.9.78	0,87	8	0,79	3,0	17
5.8. - 28.8.78	0,89	6	0,74	3,4	16
Juli - September 78	0,888	17	0,726	3,30	41

COMMERCIAL SOLAR ENERGY

8.7. - 16.7.78	0,63	3	0,51	4,2	8
21.7. - 2.8. & 2.9. - 19.9.78	0,57	8	0,51	3,3	17
5.8. - 28.8.78	0,58	6	0,49	3,4	16
Juli - September 78	0,584	17	0,498	3,42	41

Während des 3. Quartals 1978 (Juli bis September) sind insgesamt 3 Kollektorchargen auf dem Prüfstand getestet worden. Die jeweils während dieser (in der Tabelle aufgeführten) Perioden ermittelten Zahlen stimmen mit den entsprechenden Quartalsmittelwerten nicht genau überein; letztere weisen aber eine grössere Genauigkeit auf. Die gesamten Messwerte der einzelnen Perioden werden deshalb von uns korrigiert: die drei charakteristischen Grössen jedes getesteten Kollektors werden durch die entsprechende relative Abweichung des Referenzkollektors (d.h. $\frac{\text{Mittelwert während der Messperiode}}{\text{Mittelwert während des Quartals}}$) dividiert.

Erst die auf diese Weise korrigierten Werte lassen einen Quervergleich zwischen den in verschiedenen Chargen getesteten Kollektoren zu.