

# **SOLARE KOMBIANLAGEN IM EUROPÄISCHEN VERGLEICH ERGEBNISSE DER IEA SHC TASK 26**

Werner Weiß<sup>1)</sup>, Jean-Marc Suter<sup>2)</sup> und Thomas Letz<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> AEE INTEC - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE, Institut für  
Nachhaltige Technologien  
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19  
Tel.: +43-3112-5886 17, E-mail: w.weiss@aee.at

<sup>2)</sup> Suter Consulting  
CH-3000 Bern, P.O. Box 130, 16, Schweiz  
Tel.: +41-31-3500004, E-mail: suter@email.ch

<sup>3)</sup> ASDER  
F-73230 Saint Alban-Leyse, 299 Rue du Granier, Frankreich  
Tel.: +33-479858850, E-mail: thomas.letz@asder.asso.fr

## **1 Einleitung**

Task 26 ist ein IEA Forschungsprojekt im Rahmen des „Solar Heating and Cooling Program“, an dem sich 26 Experten und 11 Solartechnikunternehmen aus 9 europäischen Ländern und den USA beteiligen. Im Rahmen der Task 26 werden Systeme zur solaren Warmwasserbereitung und Raumheizung (Solare Kombianlagen) in den teilnehmenden Ländern systematisch erfasst, verglichen und auf ihre Eignung in verschiedenen Anwendungsbereichen sowie unter verschiedenen Rahmenbedingungen und klimatischen Bedingungen untersucht. Auf Basis dieser Erhebungen und Bewertungen werden die Systeme für Anwendungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern weiterentwickelt und optimiert.

Weiters werden im Rahmen des Projektes einheitliche Klassifizierungs- und Bewertungsverfahren für Solare Kombianlagen entwickelt. Diese dienen als Grundlage für die Erarbeitung von Vorschlägen zur internationalen Standardisierung von Systemtests.

## **2 Das Potenzial für solare Raumheizung**

Die Zuwachsraten bei der installierten Kollektorfläche für solare Brauchwassererwärmung seit Mitte der 80er Jahre haben gezeigt, dass thermische Solaranlagen ausgereift und technisch zuverlässig sind.

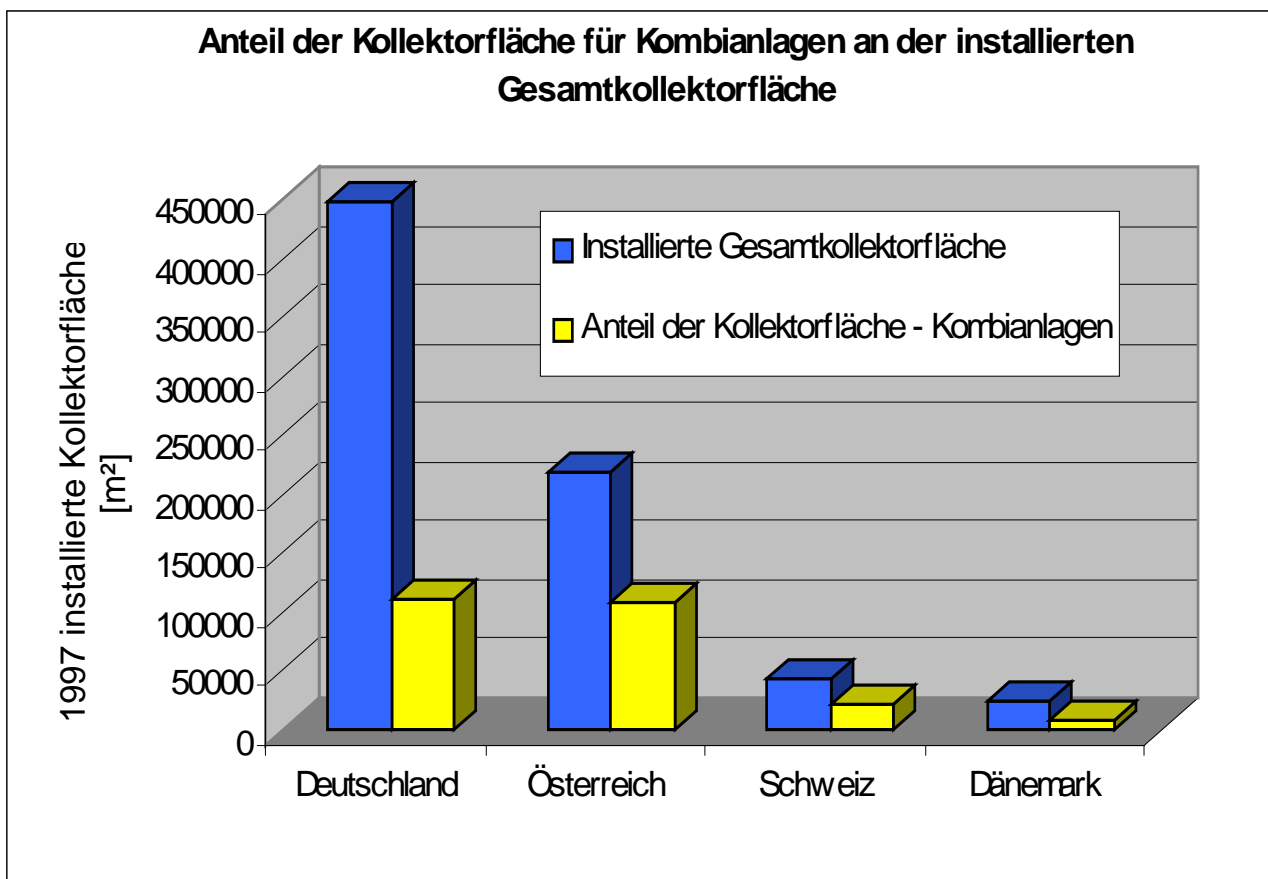


Abb. 1 - Anteil der installierten Kollektorfläche an solaren Warmwasser- und Raumheizungsanlagen in ausgewählten Ländern [7]

Parallel zur zunehmenden Verbreitung von solaren Warmwasseranlagen wurden ab 1990 auch Systeme zur solaren Raumheizung entwickelt und erprobt. Der Marktanteil dieser Kombianlagen (Warmwasser und Raumheizung) an der installierten Kollektorfläche betrug in Österreich 1998 bereits 50 % [6]. Ähnliche Zuwachsraten sind auch in anderen europäischen Ländern zu verzeichnen.

Geht man von den im Weißbuch der Europäischen Kommission bis 2010 erwarteten jährlichen Zuwachsraten von 20 % bei thermischen Kollektoren aus, so ist bei konservativer Abschätzung davon auszugehen, dass mindestens 20 % der installierten Kollektorfläche in solaren Kombianlagen eingesetzt werden. D.h., dass in den Mitgliedsländern der EU in den kommenden 10 Jahren im Durchschnitt jährlich 120.000 Solare Kombianlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 1,9 Millionen m<sup>2</sup> installiert werden.

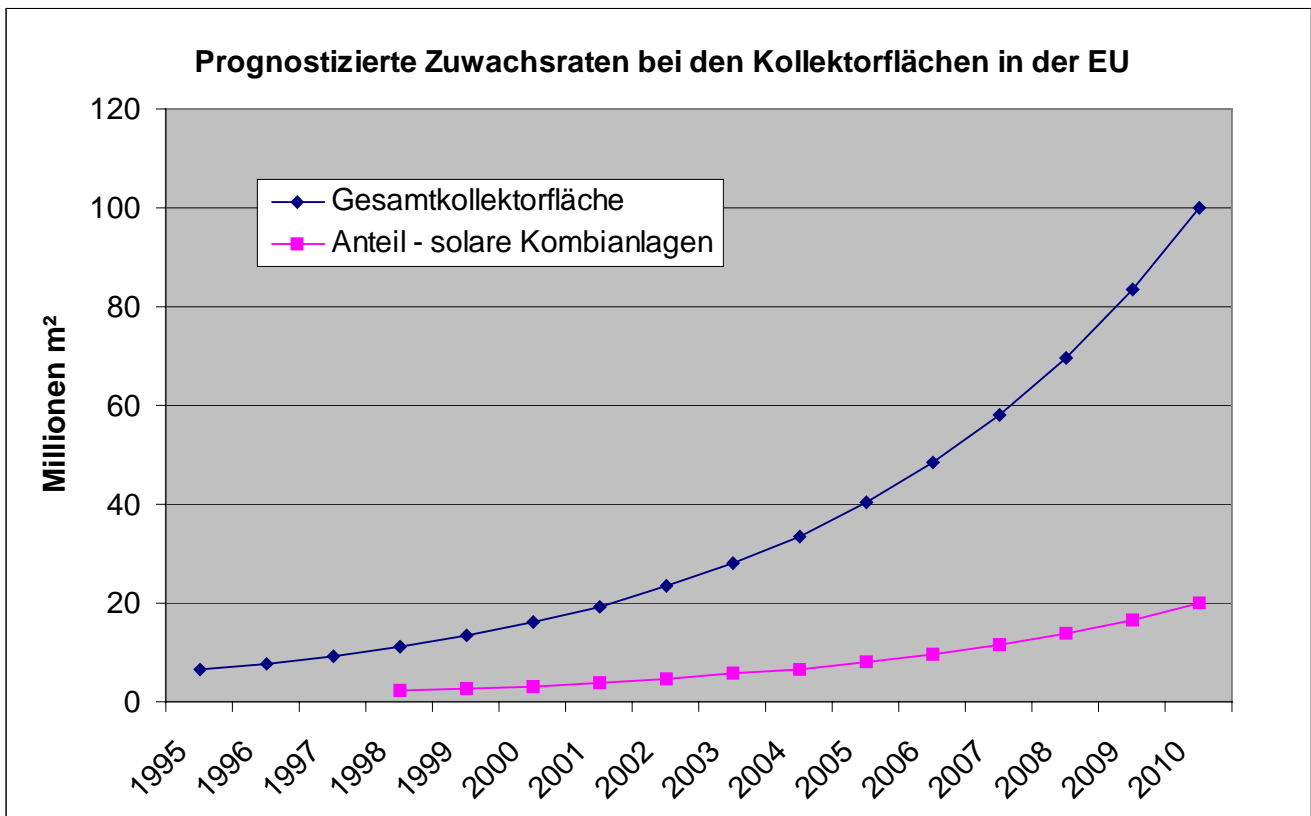


Abb. 2: Von der Europäischen Kommission prognostizierte Zuwachsraten bei thermischen Sonnenkollektoren und möglicher Marktanteil für Solare Kombianlagen bis 2010 [10]

### 3 Systemlösungen

In diesem Kapitel werden einige der im Rahmen der Task 26 dokumentierten Systeme vorgestellt, die sich schon in zahlreichen realisierten Anlagen bewährt haben. Die unterschiedlichen technischen Systemlösungen, Anlagengrößen und die damit verbundenen Einsparmöglichkeiten konventioneller Energie sind teilweise auf die sehr verschiedenen Rahmenbedingungen in den einzelnen Ländern zurückzuführen.

#### 3.1 Systemanforderungen

Im Gegensatz zu Solaranlagen zur Warmwasserbereitung werden an Solare Kombianlagen wesentlich komplexere Anforderungen gestellt, da sie zwei Abnehmer versorgen müssen, die über den Jahresverlauf ein sehr unterschiedliches Anforderungsprofil haben. Zudem ist eine Zusatzenergiequelle zu integrieren, welche an Tagen, an denen nicht genügend Solarenergie zur Verfügung steht, die fehlende Wärme bereitstellt.

Der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung ist über das gesamte Jahr, bis auf geringe saisonale Schwankungen, nahezu unverändert. Das Tagesprofil des Warmwasserbedarfs ist geprägt von kurzzeitigen Bedarfsspitzen, gefolgt von längeren Perioden ohne Bedarf. Das Temperaturniveau im Speicher sollte 60 °C erreichen, so dass an den Zapfstellen Wasser mit 55 °C gezapft werden kann und den div. Legionellenverordnungen entsprochen wird.

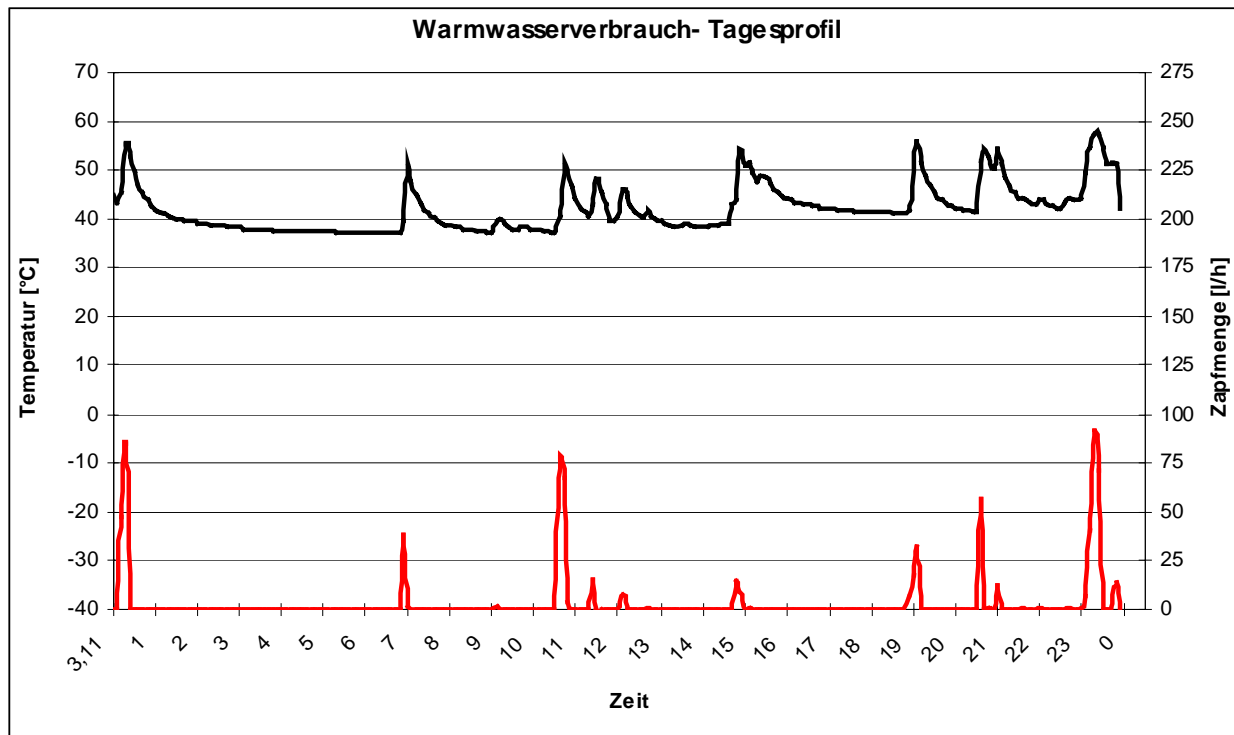


Abb. 3: Warmwasserbedarf in einem Einfamilienhaus: Tageszapfprofil

Der Raumwärmebedarf ist im Gegensatz zum Warmwasserbedarf geprägt von sehr großen saisonalen Schwankungen, der zudem azyklisch zur solaren Einstrahlung ist. Der Wärmebedarf über die Heizsaison schwankt zwar auch in Abhängigkeit von der Außentemperatur, den passiv solaren Erträgen und den internen Gewinnen eines Gebäudes, ist aber dennoch, verglichen mit dem Warmwasserbedarf, relativ kontinuierlich. Das erforderliche Temperaturniveau liegt bei entsprechender Auslegung des Wärmeabgabesystems bei 30 bis 50 °C. Nachteilig sind verglichen mit der Warmwasserbereitung die relativ hohen Rücklauftemperaturen aus dem Heizsystem (25 – 40 °C). Je höher diese sind, desto stärker wirkt sich dies auf die Effizienz der Solaranlage aus, da die Heizungsrücklauftemperaturen die Vorlauftemperaturen der Solaranlage ganz wesentlich mitbestimmen.

Voraussetzung für die Entwicklung von effizienten und kostengünstigen Solaren Kombianlagen ist es daher, das System so zu konzipieren, dass der Kollektor über das gesamte Jahr auf dem tiefstmöglichen Temperaturniveau betrieben wird und sowohl der Warmwasser- als auch der Raumwärmebedarf auf unterschiedlichem Temperaturniveau zeitgleich mit möglichst geringem Nachheizbedarf aus der Zusatzheizquelle bereitgestellt werden kann.

### 3.2 Systemlösungen

Um diese Systemanforderungen zu erfüllen, wurden sehr unterschiedliche Systemkonzepte entwickelt, die neben den an die Anlagen gestellten technischen Kriterien sehr häufig auch von anderen, nicht technischen Rahmenbedingungen wie Verfügbarkeit von Platz zur Unterbringung von Speichern oder länderspezifischen Bautraditionen geprägt sind.

Als wesentliche Unterscheidungsmerkmale von solaren Kombianlagen erweisen sich der Umgang mit dem Wärme- und Speichermanagement sowie die unterschiedliche hydraulische und regelungstechnische Einbindung der Zusatzenergie.

### 3.2.1 Speichermassen des Gebäudes als Energiespeicher

Ein einfaches System, das die Speichermassen des Gebäudes, insbesondere den Estrich der Fußbodenheizung zur Speicherung der Solarwärme für Heizzwecke nutzt, hat vor allem in Frankreich eine größere Verbreitung gefunden. Zur Speicherung des Warmwassers wird ein spezieller, aus einem Vorwärm- und einem Nachheizteil bestehender Speicher mit einem Volumen von 300 bis 500 Liter eingesetzt. Dieser Speicher erfüllt mehrere Funktionen. Er dient der Speicherung des Warmwassers, zugleich als Wärmetauscher zwischen Solar- und Brauchwasserkreis und als hydraulische Entkopplung zwischen Solar- und Heizungskreis. Da der Kollektorkreis vom Heizungskreis hydraulisch nicht getrennt ist, wird das Gesamtsystem mit Wärmeträger (Frostschutz) betrieben.

Typische Kollektorflächen für Einfamilienhausanlagen liegen bei diesem System zwischen 10 und 35 m<sup>2</sup>.

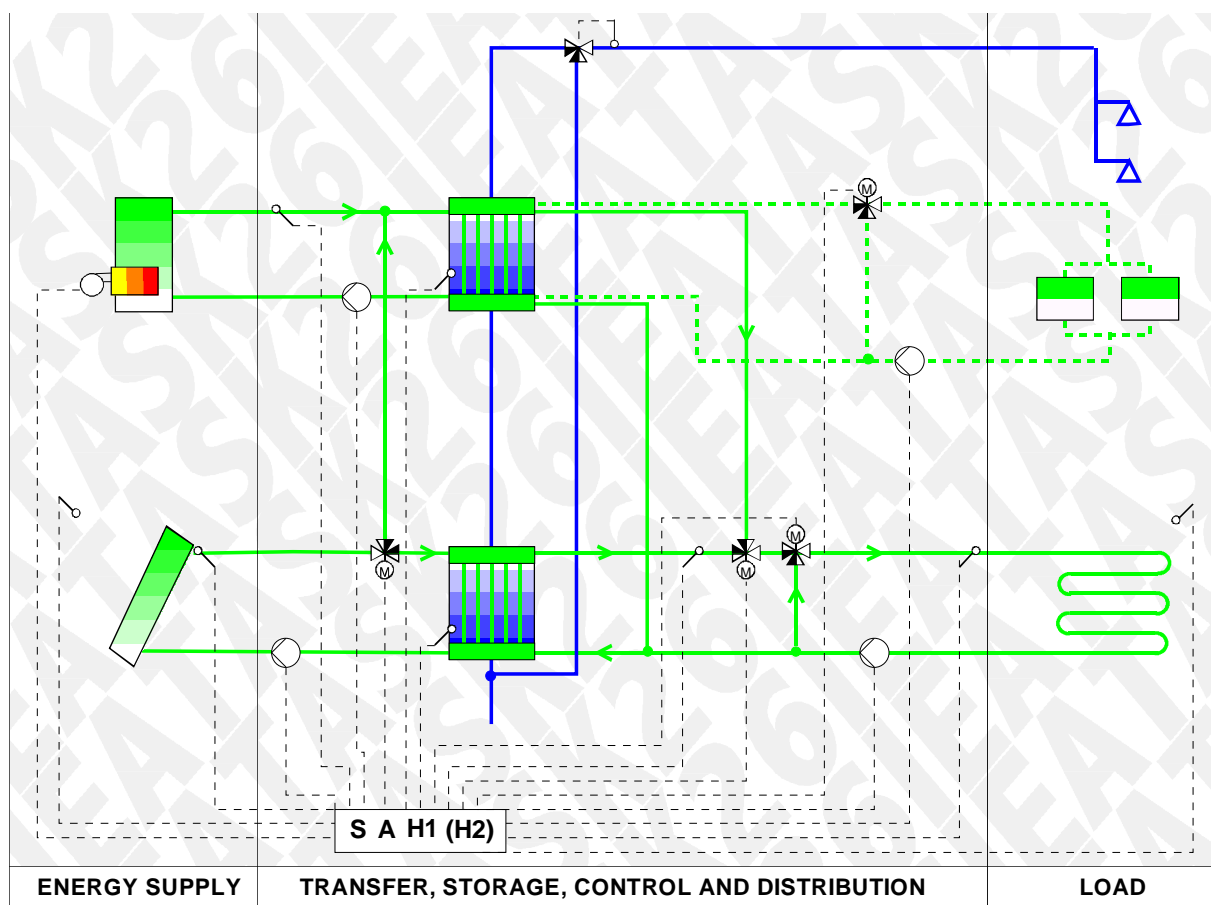


Abb. 4: Advanced Direct Solar Floor System, das in Frankreich vertrieben wird

### 3.2.2 Brauchwasserspeicher als Energiespeicher

Ein anderes, in mehreren europäischen Ländern verbreitetes System ist ein Einspeichersystem, bei dem der Brauchwasserspeicher sowohl für die Speicherung des Warmwassers als auch zur Speicherung der Heizenergie dient. Bei diesen Systemen wird die Raumwärme mittels in den Speicher integrierter Glattrohrwärmetauscher ausgekoppelt. Da es sich dabei um relativ kleine Anlagen mit typischen Speichergrößen zwischen 300 und 800 Liter und Kollektorflächen zwischen 5 und 15 m<sup>2</sup> handelt, ist die zu erzielende Heizenergieeinsparung entsprechend gering.

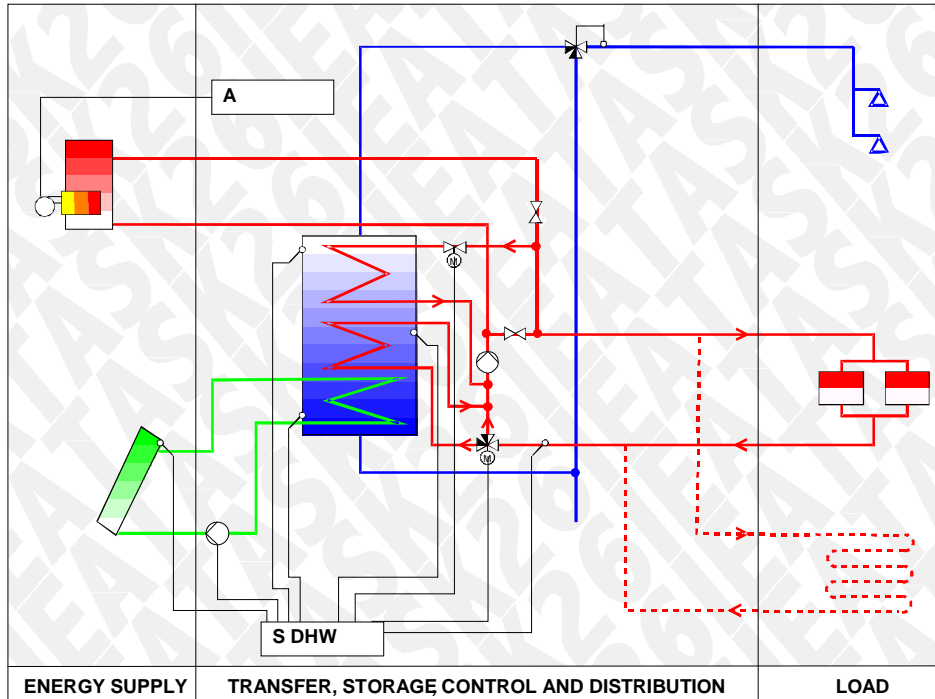


Abb. 5: Einspeichersystem: Brauchwasserspeicher mit Wärmeauskopplung für die Raumheizung (Dänemark)

Ein vom Prinzip her ähnliches System kommt aus den Niederlanden. Der Warmwasserspeicher bildet eine Kompakteinheit, in welche ein Gasbrenner direkt integriert ist. Dieser geht automatisch in Betrieb, wenn die erforderliche Temperatur im oberen Speicherbereich unterschritten wird.

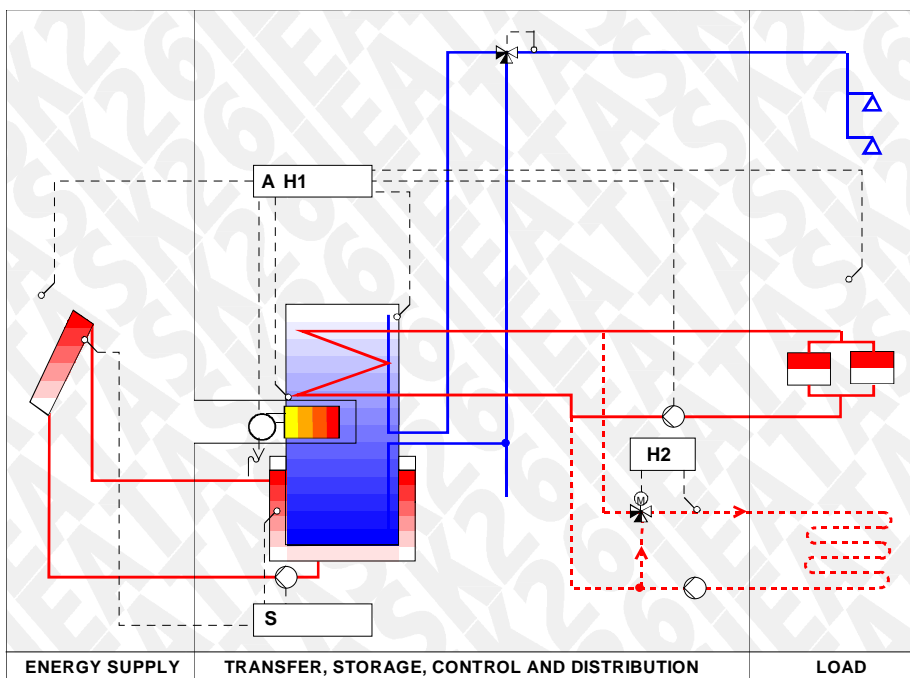


Abb.6: Einspeicher- Drain-back-System: Brauchwasserspeicher mit integriertem Gasbrenner. Die Wärmeauskopplung erfolgt über einen innenliegenden Glattrohrwärmetauscher (Niederlande)

Diese Anlage wird als Drainback-System betrieben, d.h. der Kollektorkreis wird mit Wasser und nicht wie in Mittel- oder auch Nordeuropa üblich, mit Frostschutz gefüllt. Ist keine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher vorhanden, so wird die Pumpe abgestellt und damit der Kollektorkreis entleert. Mit dieser Strategie wird sowohl dem Einfrieren der Anlage im Winter als auch dem Überhitzen der Anlage im Sommer wirksam begegnet.

Der Warmwasserspeicher mit einer Speicherkapazität zwischen 250 und 650 Liter ist im unteren Bereich mit einem Doppelmanteltank umgeben. Dieser dient sowohl als Wärmetauscher für den Solarkreis als auch als Drainback-Reservoir.

### 3.2.3 Heizungsspeicher als Energiespeicher

Bei diesen Systemen dient anstatt des Brauchwasserspeichers der Heizungsspeicher als Energiespeicher. Dies hat vor allem Kostenvorteile, da Heizungsspeicher (Pufferspeicher) wesentlich kostengünstiger herzustellen sind als Warmwasserspeicher, an die sehr hohe hygienische Anforderungen gestellt werden. Zudem ergeben sich bei dieser Lösung keine Legionellenprobleme, da kein Brauchwasser gespeichert wird.

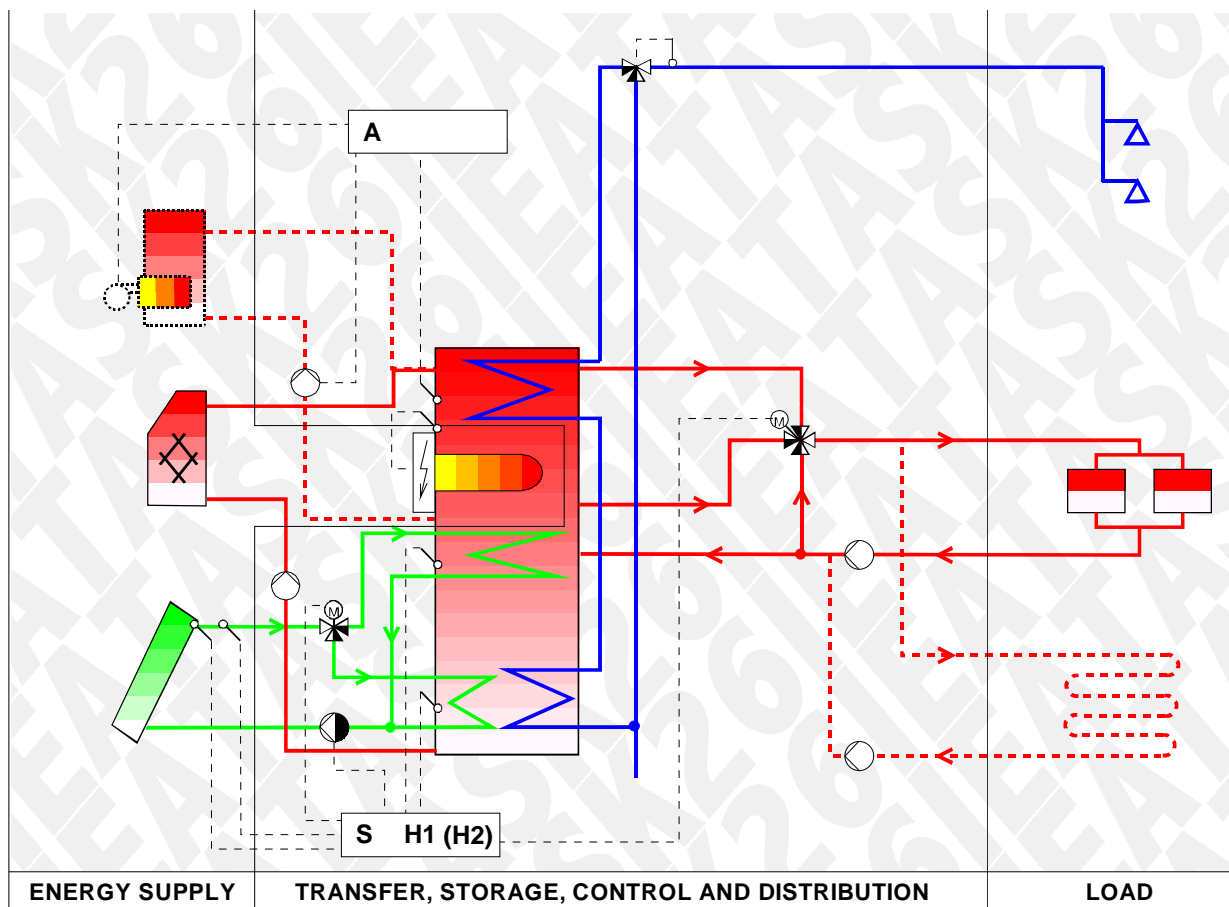


Abb. 7 - Einspeichersystem – Der Heizungsspeicher dient als Energiespeicher. Die Warmwasserbereitung erfolgt über zwei in Serie geschaltete innenliegende Wärmetauscher

Auch hier wurden unterschiedliche Systeme entwickelt. Wesentlichster Unterschied ist dabei die Kompaktheit. Bei einem in Schweden angebotenen System (Abb. 7) sind der Kessel zur Bereitstellung der Zusatzenergie und der Heizungsspeicher getrennt.

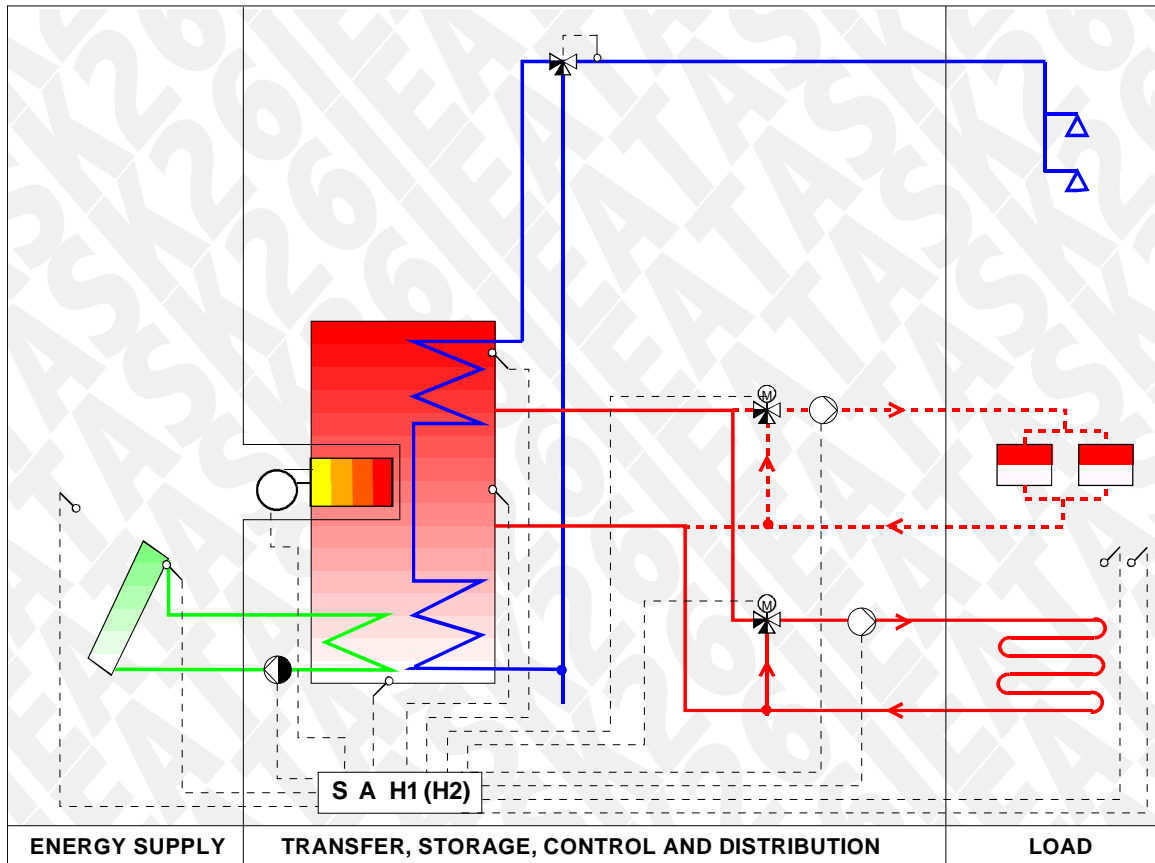


Abb. 8: Einspeichersystem: Heizenergiespeicher mit integriertem Gas- oder Ölbrenner. Die Warmwasserbereitung erfolgt über zwei in Serie geschaltete innenliegende Wärmetauscher. Das System wird in der Schweiz und in etwas modifizierter Form in Finnland angeboten.

Ähnlich wie bei dem unter Punkt 3.2.2 vorgestellten niederländischen System, zeichnen sich die am weitesten entwickelten Systeme durch die Kompaktheit der Speicher/Brenner-Einheit aus. Wie Abb. 8 zeigt, sind auch hier Kompakteinheiten am Markt, bei denen der Gas- oder Ölbrenner in den Heizenergiespeicher integriert ist. Die Warmwasserbereitung erfolgt über zwei in Serie geschaltete innenliegende Wärmetauscher. Das System wird in der Schweiz und in etwas modifizierter Form in Finnland angeboten.

### 3.2.4 Tank in Tank-Systeme

Bei Tank in Tank-Systemen sind ein oder mehrere Brauchwasserspeicher in einen Heizungsspeicher eingebaut. Die Wärmeübertragung von solar erzeugter Wärme zum Heizungswasser erfolgt über einen oder zwei innenliegende Glattrohrwärmetauscher. Werden zwei Wärmetauscher in Verbindung mit einem Drei-Wege-Ventil verwendet, so wird eine geschichtete Beladung des Speichers ermöglicht.



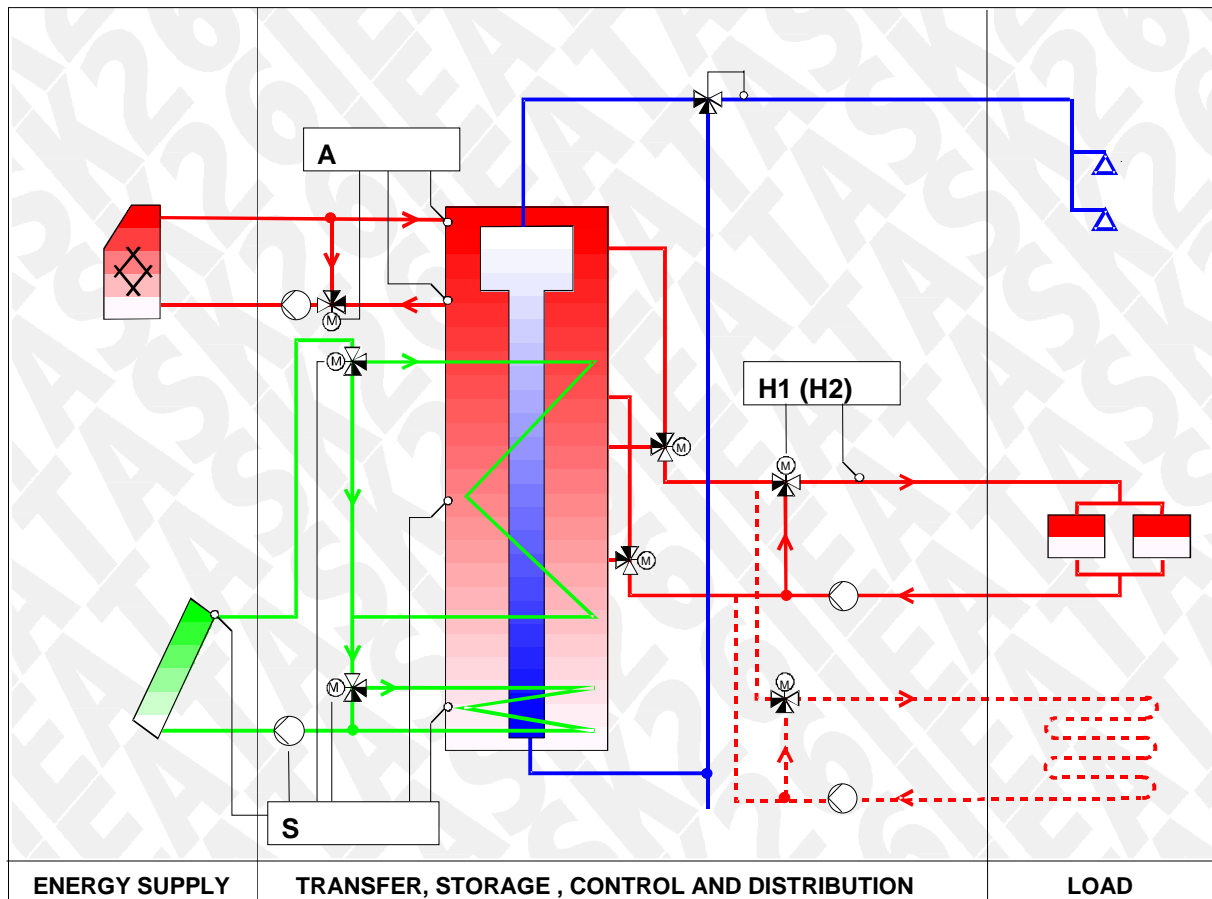


Abb. 9: Tank in Tank-System für hohe solare Deckungsgrade

Diese Systeme sind in sehr unterschiedlichen Größen gefertigt. Abb. 9 zeigt ein großes Tank in Tank System, das für hohe solare Deckungsgrade konzipiert ist.

Die Speichergröße kann hier einige tausend Liter betragen. Die Kollektorflächen variieren zwischen 20 und 50 m<sup>2</sup>.

### 3.2.5 Zweispeichersysteme

Zweispeichersysteme sind vor allem in Österreich weit verbreitet. Sowohl für das Brauchwasser wie auch für die Speicherung der Heizenergie steht je ein Speicher zur Verfügung. Um den Kollektor während der Heizperiode auf einem möglichst niedrigen Temperaturniveau betreiben zu können und einen möglichst hohen solaren Ertrag zu erreichen, wird die Solarwärme dem jeweils kälteren Speichermedium zugeführt. Im Sommerhalbjahr wird vorrangig der Brauchwasserspeicher geladen.

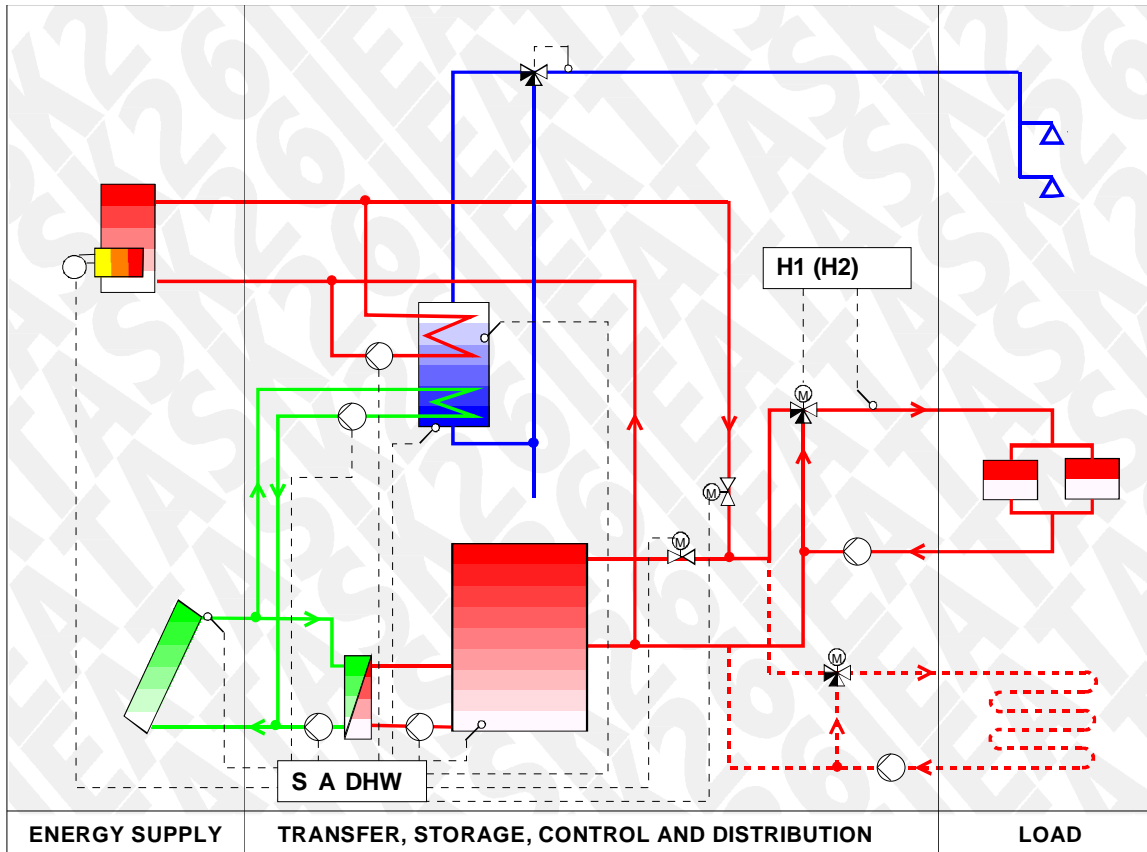


Abb. 10: Zweispeicheranlage im Speicher-Parallelbetrieb

Die Heizenergie kann dem Wärmeabgabesystem – in Abhängigkeit vom Kesseltyp – entweder direkt vom Heizkessel oder aus dem Heizungsspeicher zugeführt werden. Der Vorteil von Zweispeicher-systemen liegt in der großen Flexibilität, da dafür alle handelsüblichen Speicher aller Größen verwendet werden können. Damit kann die Anlage auf unterschiedliche Kesselerfordernisse oder gewünschte solare Deckungsgrade leicht angepasst werden.

### 3.2.6 Systeme mit Schichtenspeichern

Der wachsende Markt für Solare Kombianlagen hat zur Entwicklung spezieller Speicher für diesen Anwendungsbereich geführt. Diese Speicher zeichnen sich insbesondere durch die Möglichkeit der geschichteten Be- und teilweise auch Entladung aus. Die temperaturorientierte Be- und Entladung kann entweder durch Ventile oder durch speziell entwickelte Schichtenlader oder Wärmetauscher erfolgen.

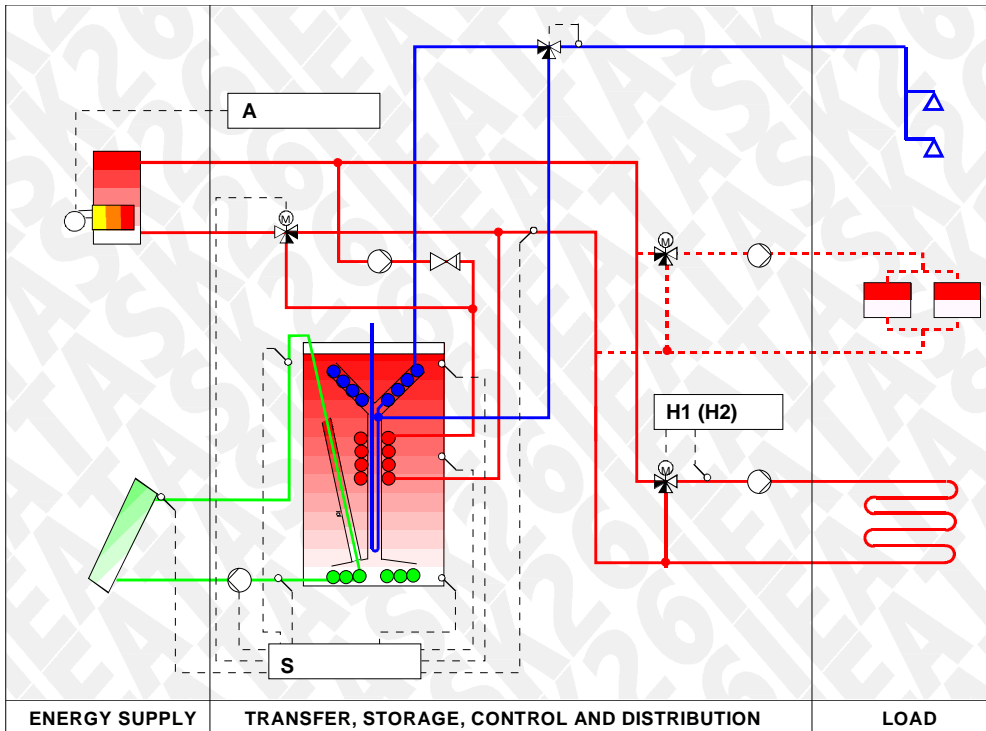


Abb. 11: System mit drucklosem Speicher und thermosiphonisch betriebenen Wärmetauschern

Stellvertretend für diese Systeme werden hier zwei Anlagentypen deutscher Hersteller vorgestellt. In Abb. 11 ist ein System dargestellt, das mit Hilfe von drei thermosiphonisch betriebenen Wärmetauschern und Schichtenladern, die geschichtete Be- und Entladung ohne Verwendung einer zusätzlichen Pumpe erlaubt. Die Warmwasserbereitung erfolgt nach dem Durchflussprinzip. Der drucklose Speicher ist aus Polypropylen gefertigt.

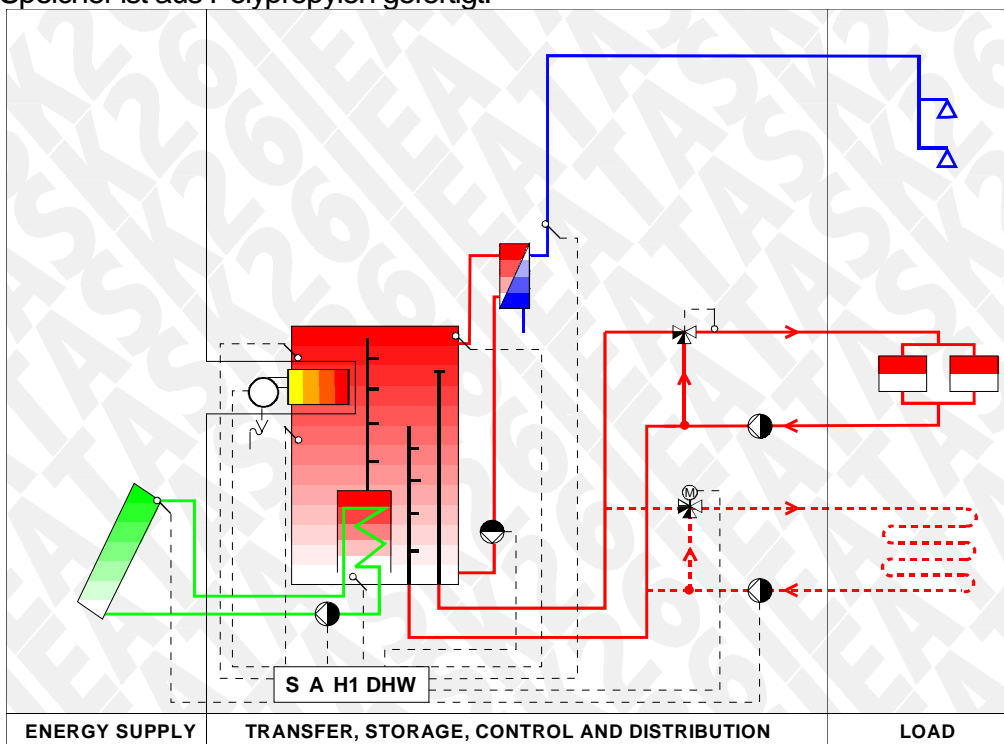


Abb.12: Kompaktanlage mit speicherintegriertem Gasbrenner und Schichtenladern

In dem in Abb.12 dargestellten System übernimmt die kompakte Speichereinheit das gesamte Energiemanagement von bereitgestellter und angeforderter Energie.

In die Speichereinheit integriert sind sowohl ein Gas-Kondensationsbrenner, ein Low-flow-Wärmetauscher in Verbindung mit einem Schichtenlader, zur Einbringung der Solarwärme als auch eine drehzahlgeregelte Pumpe und der Plattenwärmetauscher zur Warmwasserbereitung. Die Leistung des Gasbrenners kann zwischen 5 und 20 kW geregelt werden. Das System wird derzeit in zwei Größen angeboten: 5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und eine 400 Liter-Speichereinheit sowie 12 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und eine 750 Liter-Speichereinheit.

### 3.2.7 Anlagen für Mehrfamilien- und Reihenhäuser

In Österreich wurde von der AEE INTEC ein System entwickelt, das vor allem für den Einsatz in Reihen- und Mehrfamilienhäusern konzipiert ist. Dabei werden die einzelnen Häuser oder Wohnungen aus einem zentralen Speicher über ein Nahwärmenetz versorgt, das über 22 Stunden des Tages mit einem niedrigen Temperaturniveau (40 °C) betrieben wird (Heizungsbetrieb). Zur Warmwasserbereitung wird das gleiche Nahwärmenetz 2 Stunden auf höherem Temperaturniveau (65–70 °C) betrieben. In dieser Zeit wird die Heizung weggeschaltet und nur die dezentralen Warmwasserspeicher geladen.

**Weitere Informationen:** <http://www.iea-shc.org>

## 4 Literatur

- [1] **Lang, R.W., Jud, T., Paula, M.:** Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Wien, 1999
- [2] **Nakicenovic, N., u. a.:** Global Energy Perspectives to 2050 and Beyond, Joint IIASA-WEC Study, Report 1995, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg 1995
- [3] **Langriß, O., Luther, J., Nitsch, J., Wiemken, E.:** Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung – Ein solares Langfristszenario für Deutschland, Bericht des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. und des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme, Freiburg, Stuttgart, Oktober 1997
- [4] **Energie im 21. Jahrhundert,** aktuelle Wirtschaftsanalysen 5/1995, Heft 25. Studie der Shell AG. Hamburg 1995
- [5] **Johansson, T.B., Kelly, H., Reddy, A.K., Williams, R., Burnham, L.:** Renewable Energy Sources for Fuels and Electricity. Islands Press. Washington D.C. 1993
- [6] **Faninger, G.:** Solarmarkt in Österreich, BMWV, 1999
- [7] **Proceedings 3<sup>rd</sup> Industry Workshop of Task 26,** Stuttgart, October 1999
- [8] **Suter, J-M., Letz, T., Weiss, W., Inäbnit, J.:** Solar Combisystems in Austria, Denmark, Finland, France, Germany, Sweden, Switzerland, the Netherlands and the USA, Overview 2000, IEA, Bern, 2000
- [9] **Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Hrsg.:** Heizen mit der Sonne, Handbuch zur Planung und Ausführung von solaren Heizsystemen für Einfamilienhäuser, Gleisdorf, 1997
- [10] **European Commission:** White Paper for a Community Strategy and a Plan of Action, Brussels, 1998