



solarcombi+

SorTech Paketlösungsbeschreibung

Version 2.0

Verfasst von:

Jörg Rupp



SorTech AG

Lotta Koch, Edo Wiemken, Björn Nienborg



Fraunhofer
ISE

Freiburg, 06.10.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Die Kältemaschinen	4
3	Systemkomponenten	7
3.1	Rückkühlung.....	7
4	Systemschemas	10
5	Vorgeschlagene Systemkonfiguration.....	14

1 Einleitung

Der Geschäftsprojektspartner SorTech hat ein detailliertes Konzept für thermisch angetriebene Kühlsysteme im kleinen Leistungsbereich, die die Adsorptionstechnologie einsetzen, entwickelt. Die Konzepte basieren auf der Einbindung der selbst gefertigten Adsorptionskältemaschinen vom Modeltyp ACS 08 (8 kW Nennkälteleistung) und ACS 15 (15 kW Nennkälteleistung). Das kleinere Model war Gegenstand einer virtuellen Fallstudie im Rahmen dieses Projektes.

Da SorTech keine Solarkollektoren und dazugehörige Komponenten vertreibt, werden keine direkten Empfehlungen im Hinblick auf Kollektortyp, Speicher etc. gegeben. SorTech fokussiert stattdessen die geeignete Kombination von Kältemaschine und der Art des Rückkühlsystems, um die elektrische Effizienz des Gesamtsystems zu optimieren. Von früheren Untersuchungen sowie von den Ergebnissen der virtuellen Fallstudie in diesem Projekt ist die Bedeutung eines gut konzipierten Rückkühlsystems wohl bekannt.

Des Weiteren präsentiert SorTech empfohlene Hydraulikschemas, bei denen die Möglichkeit besteht, verschiedene Wärmequellen einzusetzen.

Die Paketlösung von SorTech wird in folgenden Dokumenten beschrieben:

- SolarCombiPlus_SORTECH_Design Manual_ACS_V1.9.pdf
(Sprache: Englisch, Status: vertraulich)
- SolarCombiPuls_SORTECH_Installation Guide_ACS_V1.4.pdf
(Sprache: Englisch, Status: vertraulich)
- SolarCombiPlus_SORTECH_ServiceManual_ACS_V1.2.pdf
(Sprache: Deutsch, Status: öffentlich)
- SolarCombiPlus_SORTECH_HeatPump_PlanningGuide_ACS_V1.3.pdf
(Sprache: Englisch, Status: vertraulich)

Aufgrund der umfassenden Informationen über die Systemlösungen in den oben aufgelisteten Dokumenten wird im Folgenden lediglich eine kurze Zusammenfassung dessen gegeben.

2 Die Kältemaschinen

Zentrale Komponenten der Paketlösungen sind die Adsorptionskältemaschinen ACS 08 und ACS 15 (Abb. 2.1). Die Kältemaschinen verwenden Silicagel als Sorptionsmaterial und die interne Struktur folgt dem 4-Kammern-Prinzip: Verdampfer, Verflüssiger und zwei Kammern, die periodisch zwischen Adsorber- und Desorberfunktion umschalten. Alle hydraulischen Komponenten, die für die interne Umschaltung notwendig sind, liegen innerhalb der Kältemaschine. Dadurch wird eine einfache Verbindung der Kältemaschine mit den drei externen hydraulischen Kreisen (Hochtemperaturquelle HT, Rückkühlkreis MT und Kaltwasserkreis LT) ermöglicht. Die grundlegende Hydraulikstruktur der Kältemaschinen wird in Abb. 2.2 gezeigt.

Die Kältemaschine ist mit einer internen Kontrolleinheit ausgestattet, wodurch keine zusätzlichen Kosten für die Kontrolle des Maschinenbetriebs anfallen.

Ein besonderes Merkmal der Kältemaschine ist der reversible Betrieb im Wärmepumpenmodus, der für Niedrigtemperatur-Heizungssysteme wie z.B. Fußbodenheizung anwendbar ist. Der Niedrigtemperaturkreis, der Kaltwasser während des Sommerkühlbetriebs zur Verfügung stellt, wird dann als Niedrigtemperatur-Wärmequelle genutzt.

Tabelle 2.1 fasst die wichtigsten technischen Merkmale der beiden Kältemaschinen unter Nennbetriebsbedingungen zusammen.



Abbildung 2.1 Adsorptionskältemaschinen der SorTech Paketlösungen. Links: ACS 08, rechts: ACS 15. Quelle: SorTech AG.

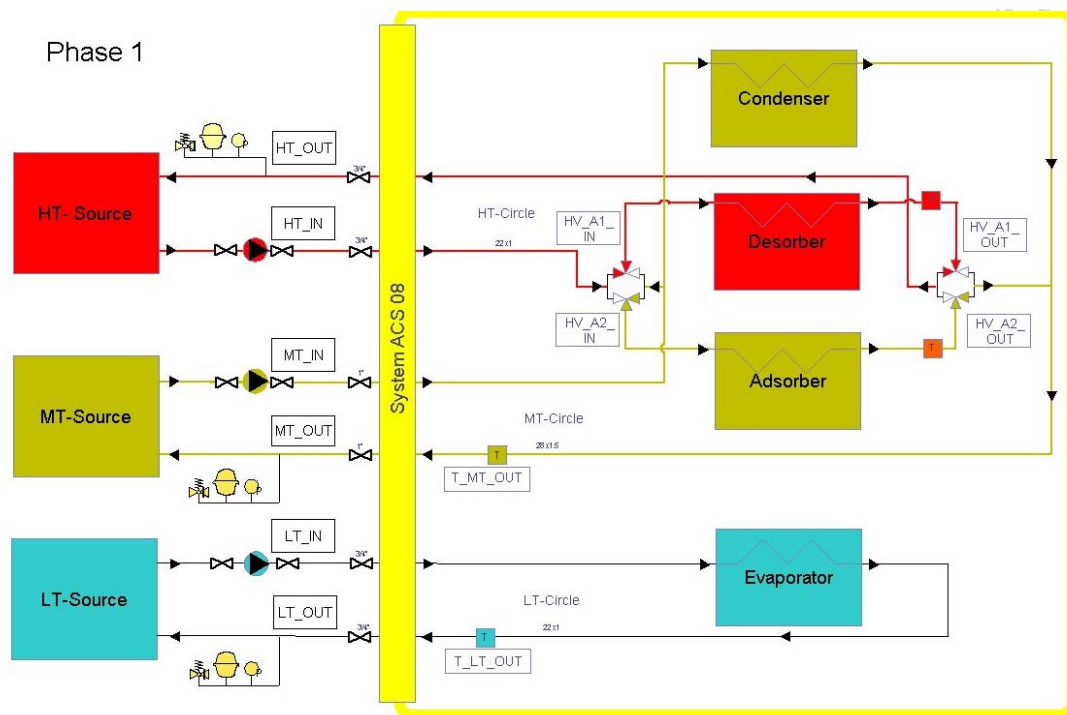


Abbildung 2.2 Wichtigste interne hydraulische Komponenten der SorTech Kältemaschinen und externe Anschlüsse. Die Abbildung zeigt die Betriebsphase, bei der die obere der beiden Sorptionskammern gerade durch den Einsatz von Heißwasser desorbiert wird und die untere Sorptionskammer als Absorber arbeitet und damit den Kältemitteldampf aufnimmt. Der Kältemittelkreislauf, entweder flüssig oder verdampft, wird nicht dargestellt. Quelle: SorTech AG.

			ACS 08	ACS 15
	Cooling capacity, nominal	kW	8	15
	COP _{therm} , nominal		0.60	0.60
Chilled water circuit	Temperature in/out	°C	18/15	18/15
	Volume flow	m³/h	2.0	4.0
	Pressure loss	mbar	300	500
	Operating pressure max.	bar	4	4
	Connection external thread		1"	5/4"
Heat rejection circuit	Temperature in/out	°C	27/32	27/32
	Volume flow	m³/h	3.7	7.0
	Pressure loss	mbar	350	440
	Operating pressure max.	bar	4	4
	Connection external thread		1"	5/4"
Driving heat circuit	Temperature in/out	°C	72/65	72/65
	Volume flow	m³/h	1.6	3.2
	Pressure loss	mbar	230	260
	Operating pressure max.	bar	4	4
	Connection external thread		3/4"	5/4"
Electricity supply	Voltage	V	230 ~	230 ~
	Frequency	Hz	50	50
	Power consumption Ø	W	7	14
Dimensions	Length	mm	790	790
	Width	mm	1060	1340
	Height	mm	940	1390
	Weight (empty)	kg	265	530
	Operating weight	kg	295	590

Tabelle 2.1 Technische Daten für Nennbetriebsbedingungen der Adsorptionskältemaschinen ACS 08 und ACS 15. Quelle: SorTech AG.

3 Systemkomponenten

3.1 Rückkühlung

Die Paketlösung beinhaltet speziell angepasste Rückkühler für den Betrieb der Kältemaschine. SorTech liefert für diesen Zweck geeignete trockene Rückkühler in zwei Größen für die zwei Kältemaschinen ACS 08 und ACS 15. Abbildung 3.1 zeigt einen der Trockenkühler und Tabelle 3.1 fasst die technischen Daten zusammen. Die Hauptmerkmale dieser Rückkühleinheit sind

- Unter gemäßigten Klimabedingungen, kein Bedarf an Frischwasser für die Rückkühlung. Nur bei hohen Umgebungstemperaturen wird ein Frischwasser-Sprühsystem aktiviert, um einen kontinuierlichen Betrieb der Kältemaschine zu ermöglichen.
- Im Vergleich zu Nasskühltürmen, nur ein geringer Instandhaltungsaufwand und ein minimiertes Risiko von Legionellen- und anderem Bakterienwachstum. Folglich höhere Akzeptanz besonders für Systeminstallationen im kleinen Leistungsbereich für den Wohnungssektor.
- Minimierter Stromverbrauch durch den Einsatz hocheffizienter Motortechnologie für die Ventilatoren (EC-Motoren) und eine geeignete Ventilator-Steuerungsstrategie (größtenteils Drehzahl gesteuert)
- Steuerung der Trockenkühler direkt durch die interne Steuerung der ACS-Kältemaschine
- Frostschutz durch einen zusätzlichen Abflusskasten (zur Aufstellung innerhalb des Gebäudes), der im Falle der Frostgefahr das Kühlwasser durch ein Wasser-Glykol-Gemisch austauscht.

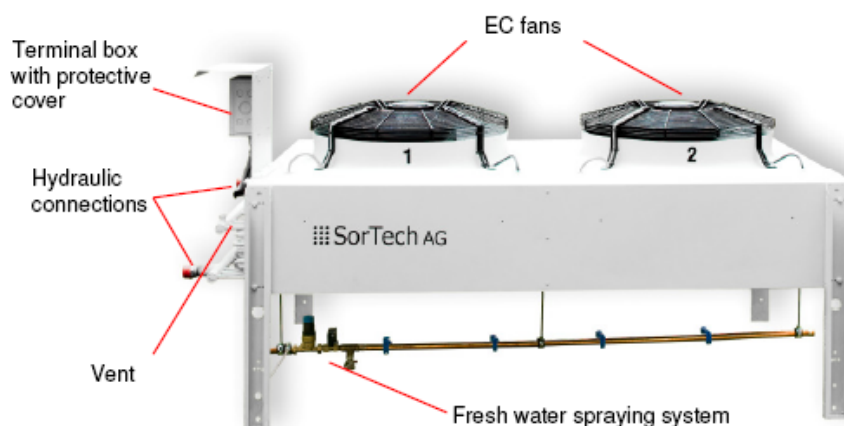


Abbildung 3.1 Trockenes Rückkühlwerk mit Sprühsystem. Besonders an die SorTech Adsorptionskältemaschinen angepasst. Quelle: SorTech AG.

Technical data at nominal working point

		RCS 08	RCS 15
Re-cooling capacity	kW	21	42
Type of fans		2x EC- fan 650	3x EC-fan 650
Noise pressure level at 10 m distance	dB(A)	43	45
Re-cooling medium		water	
Water consumption, max.	m³/year	20	30
Nominal volume flow	m³/h	3.7	7.0
Pressure loss at nominal volume flow	mbar	150	100
Triggering voltage standard signal (speed control)	V	0-10	
Hydraulic connection (in/out)	mm	35.0 * 1.5	42.0 * 1.6
Operating pressure for water connection (spraying system)	bar	min. 3-6	
Connection (spraying system)	mm	22.0 * 1.0	
Electricity supply	V	230 ~	
	Hz	50	
Power consumption, max.	kW	0.65	1.2
Length	mm	2000	4125
Width	mm	1145	1145
Height	mm	950	950
Weight (empty)	kg	188	330
Operating weight	kg	225	390

Subject to change without notice • Version 10.08.2009

Tabelle 3.1 Technische Nenndaten der Trockenrückkühler für die Adsorptionskältemaschinen ACS 08 und ACS 15. Quelle: SorTech AG.

Abbildung 3.2 zeigt schematisch die Verbindung des trockenen Rückkühlwerks mit der Kältemaschine. Der Einsatz von Trockenkühlern ist jedoch auf gemäßigte bis warme Regionen beschränkt. In Gebieten mit extremen Umgebungstemperaturen würde entweder das Sprühsystem den vorgegebenen Maximalwert von 400 Sprühstunden pro Jahr übersteigen oder die Rückkühltemperatur würde den maximalen Bereich überschreiten, was zu einer ungünstigen geringen Maschinenleistung führen würde.

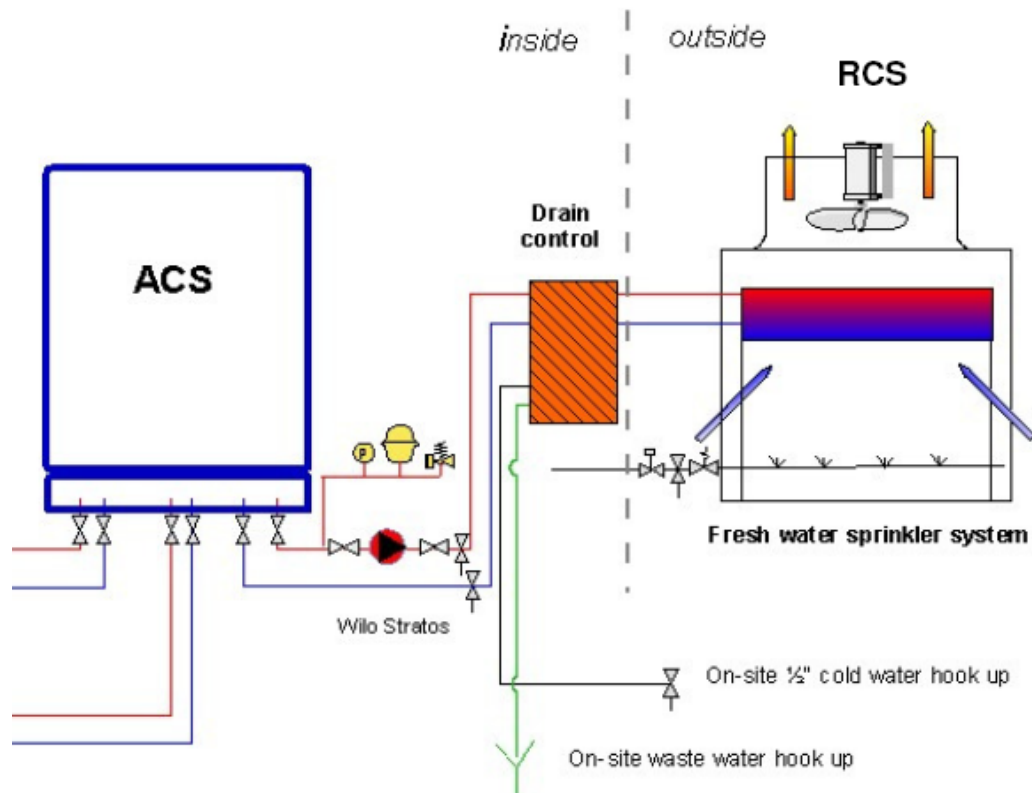


Abbildung 3.2 Schema des Rückkühlkreises der SorTech Adsorptionskältemaschinen.
Quelle: SorTech AG.

Abhängig vom Ort und von der Art der Anwendung (z.B. Kühldecken oder Fancoil) werden die Einstellwerte, um die Sprühfunktion der Rückkühleinheit zu starten, durch den autorisierten Installationsdienst bestimmt.

4 Systemschemata

Im Allgemeinen können Adsorptionskältemaschinen an verschiedene Wärmequellen angeschlossen werden, wie z.B. Solarkollektoren, Fernwärmenetze, Abwärme aus industriellen Prozessen oder aus der Kraft-Wärme-Kopplung. Andererseits gibt es auch unterschiedliche Verwendungen des Kaltwassers, entweder in Kühldecken, Fancoils oder in anderen Systemen. Diese Vielfalt an Anwendungen wird in Abbildung 4.1 gezeigt. Dennoch ist die bevorzugte Anwendung der Einsatz in einem Kaltwasserverteilungssystem mit hohen Kaltwassertemperaturen (z.B. $> 15^{\circ}\text{C}$ für Kühldecken), da das System unter diesen Bedingungen mit höchster Effizienz arbeitet.

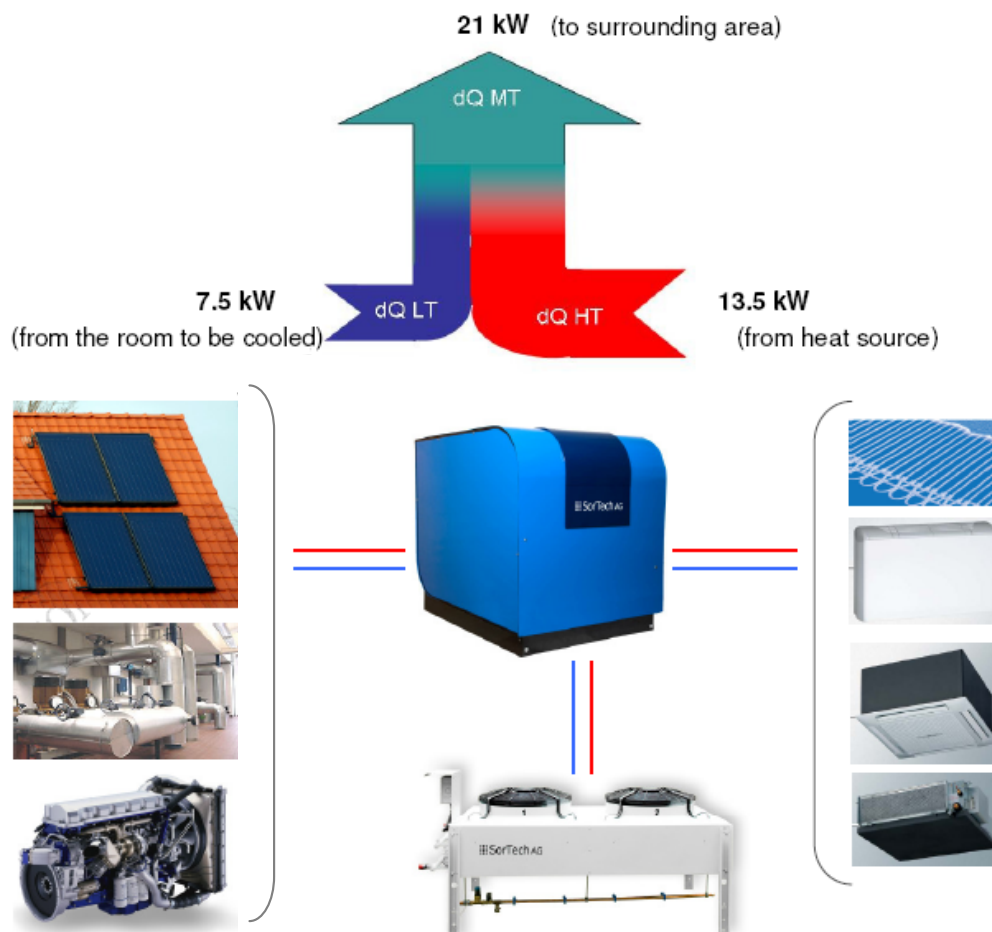


Abbildung 4.1 Beispiel von Wärmequellen und Kaltwasser-Verteilungssystemen für SorTech Adsorptionskältemaschinen. Quelle: SorTech AG.

Das empfohlene Systemschema eines SorTech Adsorptionskältemaschinen-Systems mit solarem Wärmeeintrag entspricht im Allgemeinen dem Standard-Konfigurationsschema E1, welches durch die virtuelle Fallstudie im Projekt SolarCombi+ beschrieben und simuliert wurde. Das Schema wird in Abbildung 4.2 gezeigt.

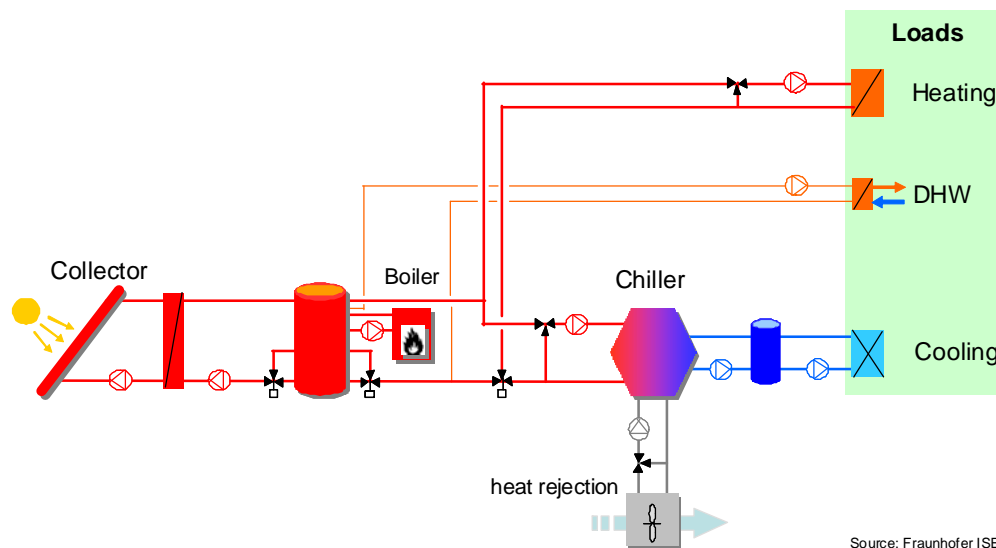


Abbildung 4.2 Standard-Konfigurationsschema E1 der virtuellen Fallstudie, ähnlich des von SorTech empfohlenen Schemas für die Einbindung ihrer Adsorptionskältemaschine.

Das entsprechende Systemschema von SorTech wird in Abbildung 4.3 gezeigt (ohne Verbindungen für Brauchwarmwasser und Gebäudeheizung). Die Abbildung beinhaltet Empfehlungen für Rohrleitungsgrößen, Volumenströme und dem Typ der Rückkühlpumpe für die zwei Kältemaschinentypen ACS 08 und ACS 15.

Zusätzlich sind Schemata für den Gebrauch im Wärmepumpenmodus während der Heizsaison verfügbar. Diese Option ist in Kombination mit Niedrigtemperatur-Heizungssystemen möglich, wie z.B. Fußboden- oder Zuluftheizung. Abbildung 4.4 zeigt die unterschiedlichen Möglichkeiten:

- a) Einsatz einer Rückkühleinheit als Niedrigtemperatur-Wärmequelle. Der Antriebskreis kann in diesem Fall z.B. aus einem Backup-Wärmesystem mit solarthermischer Unterstützung bestehen (wird nicht im Detail gezeigt).
- b) Einsatz von Solarkollektoren als Niedrigtemperatur-Wärmequelle. Der Antriebskreis ist in diesem Fall ein Backup-Heizsystem. Der Trockenkühler ist in diesem Modus nicht aktiviert.

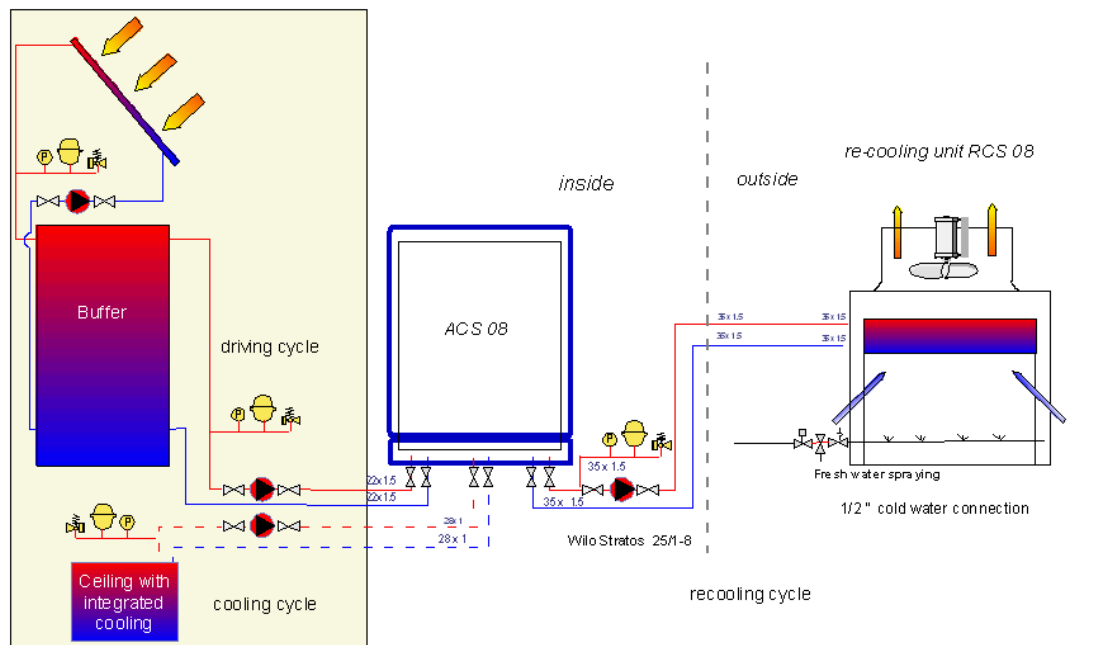
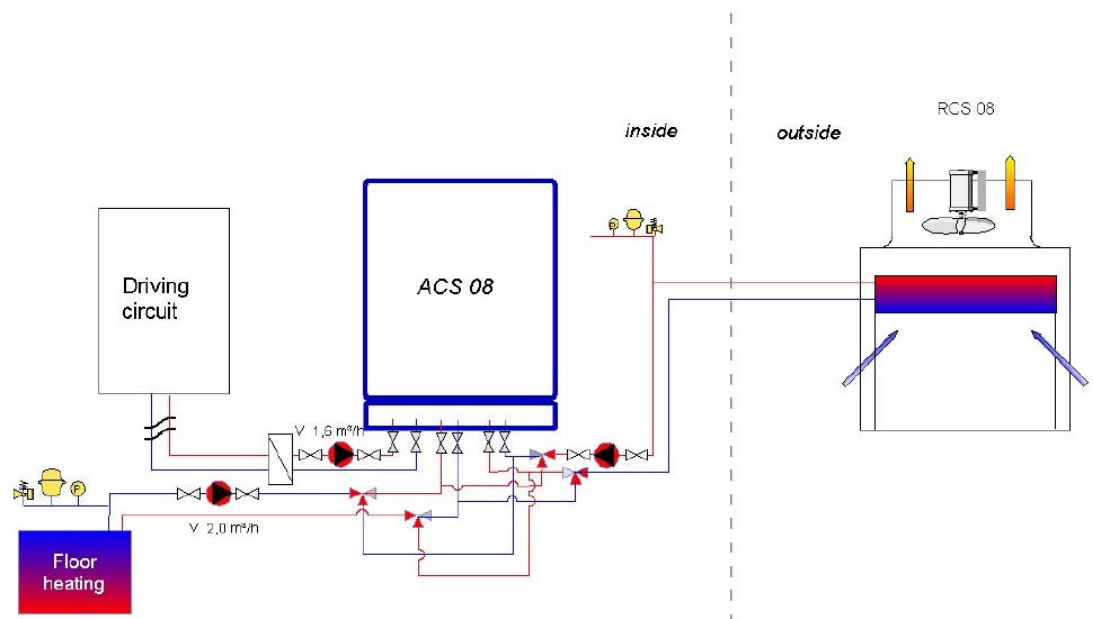


Abbildung 4.3 Empfohlene Integration einer SorTech Adsorptionskältemaschine ACS 08 in ein solares Kühlsystem. Quelle: SorTech AG.



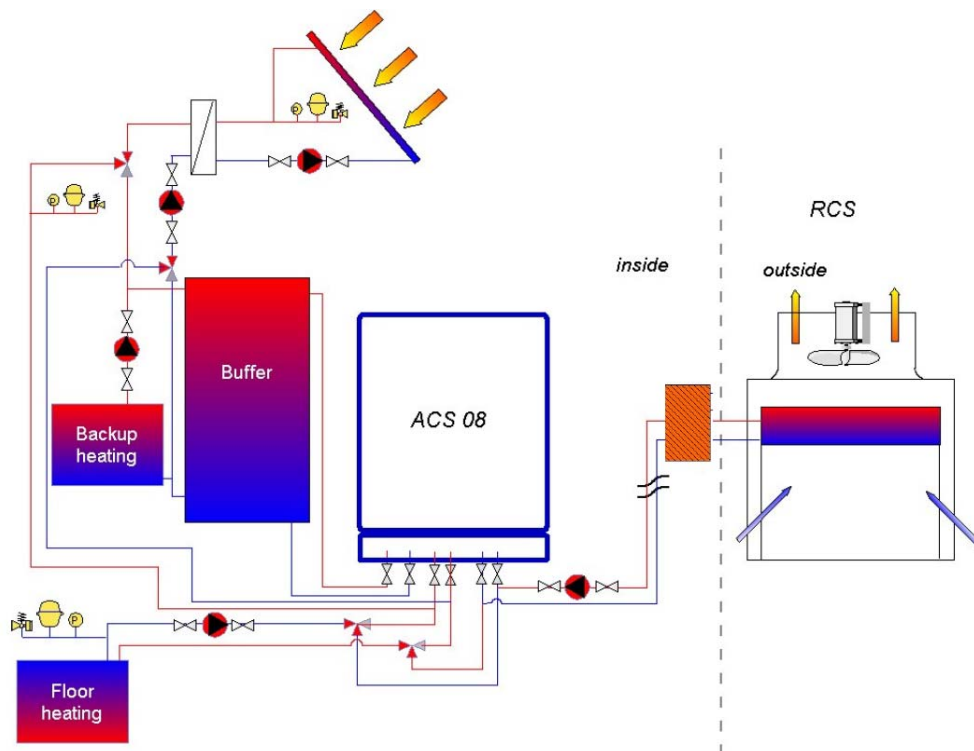


Abbildung 4.4 Möglichkeiten für den Wärmepumpenbetrieb von ACS-Adsorptionseinheiten in Kombination mit Fußboden-Heizungssystemen (alternativ: Zuluftheizungssysteme). In der oberen Konfiguration ist der Trockenkühler eine Niedrigtemperatur-Wärmequelle; Das System wird entweder durch ein konventionelles Heizsystem oder mit solarthermischer Unterstützung betrieben. Unten: Bei dieser Anwendung werden die Solarkollektoren als Niedrigtemperatur-Wärmequelle genutzt, wobei der Trockenkühler keine Funktion hat. Quelle: SorTech AG.

5 Vorgeschlagene Systemkonfiguration

Im Rahmen der virtuellen Fallstudie zum Projekt SolarCombi+ wurden eine Reihe von Anwendungen sowie verschiedene Systemgrößen analysiert. Allen Berechnungen innerhalb der Studie liegt die Bedingung zugrunde, dass die Kühllast jeweils zu 100% abgedeckt ist. Dies kann durch Solarwärme geschehen oder über anderweitige Heizunterstützung, welche im kleinen Leistungsbereich für gewöhnlich identisch ist mit der Raumheizung im Winter (z.B. Heizkessel für fossile Brennstoffe). Dabei läuft die Heizunterstützung immer dann, wenn in den Berechnungen die Solarwärme nicht auf einem hinreichend hohen Temperaturniveau verfügbar ist. Daraus folgt, dass Primärenergie im System für solares Kühlen nicht nur für den Betrieb der elektrischen Komponenten wie z.B. Pumpen oder den Ventilatoren des Rückkühlers verwendet wird, sondern auch für die Heizunterstützung zur 100%igen Lastabdeckung.

In den unten stehenden Berechnungsergebnissen wurde ein Gasheizkessel als fossile Heizunterstützung angenommen. Die in den Abbildungen verwendeten Auswertungsparameter sind wie folgt definiert:

Wirkungsgrad des Kollektors [%]

Jährliche Bruttoausbeute des Kollektors geteilt durch die Jahresmenge an Strahlung in der Kollektorebene

Relative Ersparnis an Primärenergie [%]

Auf Jahresbasis gerechnete relative Ersparnis beim Primärenergiebedarf des SolarCombi+ Systems im Vergleich zu einem konventionellen Referenzsystem (Gasheizkessel + elektrisch betriebener Kompressionskühler)

Spezifische Kosten KPE: Kosten pro gesparter kWh Primärenergie [€/kWh_{PE}]

Differenz zwischen den jährlichen Kosten für das SolarCombi+ System und dem Referenzsystem, bezogen auf die jährliche Ersparnis an Primärenergie. Die jährlichen Kosten beinhalten Kapitalkosten (durch Annuitätsrechnung ermittelt), Wartungs- und Betriebskosten. Unter der Voraussetzung, dass durch das SolarCombi+ System Primärenergie gespart wird, sind die Kosten positiv, wenn die jährlichen Kosten des SolarCombi+ Systems über denen des Referenzsystems liegen.

Anteil an solarer Kühlung [%]

Relativer Anteil der jährlichen Kältelast, welcher durch solarthermische Wärmeerzeugung abgedeckt ist. Der übrige Anteil muss mittels Heizunterstützung abgedeckt werden.

Eine ausführlichere Beschreibung der Auswertungsparameter befindet sich im Bericht zur Methodik der virtuellen Fallstudie innerhalb des Projektes.

Bei allen untersuchten Größen und Konfigurationen lag das Elektroenergie-Verhältnis für den Kühlbetrieb (d.h. erzeugte Kälte geteilt durch die Summe

aller elektrischen Verbraucher wie z.B. Umwälzpumpen, Ventilatoren des Rückkühlers etc.) zwischen 8 und 12 kWh_{Kälte}/kWh_{Elektrizität} unter Berücksichtigung der angegebenen Druckverluste, der SorTech Leistungsspezifikation zur Rückkühlung und der Steuerungsstrategie. Abweichende Steuerungsstrategien können jedoch zu höheren Verhältnissen führen. Zusätzlich können geothermische Rückkühlung oder Rückkühlung mittels Swimming Pool das Verhältnis weiter erhöhen, da die Ventilatoren als Stromverbraucher wegfallen.

Wichtiger Hinweis

In der Diskussion der Ergebnisse aus der virtuellen Fallstudie (wie an einigen Beispieldiagrammen unten gezeigt) sollte immer daran gedacht werden, dass

- die Kostenverläufe (z.B. die spezifischen Kosten pro gesparter kWh Primärenergie) zum Großteil von den verwendeten Kostendaten (Komponentenkosten, Energiekosten, Zinssatz usw.) abhängen. Das Diagramm wird verwendet, um eine vernünftige Systemgröße zu besprechen. Es erlaubt jedoch keine Bestimmung der tatsächlichen Systemkosten, da Durchschnittswerte bzw. Kosten aus der Vorserienproduktion verwendet wurden.
- wo immer anwendbar, die sinnvollsten Anwendungen solarautonome Kühlmethoden sind, d.h. keine Heizunterstützung zum Betrieb des Kühlsystems im Sommer verwendet wird. Aus praktischen Gründen und für eine bessere Vergleichbarkeit der Resultate wurde diese Methode jedoch nicht in der virtuellen Fallstudie berücksichtigt. Jede Anwendung einer solarautonomen Kühlung verbessert die Einsparung an Primärenergie sowie die Kostenverläufe.
- die Verwendung nicht-fossiler Wärmequellen wie z.B. Wärme aus Biomasse oder Abwärme die Einsparung an Primärenergie ebenfalls erhöht.
- aus Gründen der Vergleichbarkeit der Resultate aus der virtuellen Fallstudie der Wärmepumpenmodus dieses Kühlers in den Berechnungen nicht berücksichtigt wurde. Kann dieser Modus in einer Installation realisiert werden, können weitere Einsparungen an Primärenergie erreicht werden.

Da die Simulationsergebnisse sehr empfindlich hinsichtlich dieser Faktoren sind, die Tendenzen jedoch gleich bleiben, zeigen die folgenden Abbildungen nur relative Werte. Das Referenzsystem (100%) ist immer das System mit einer Kollektorfläche von 3,5 m²/kW Referenz-Kühlleistung (mittelgroß) und einer Speicherkapazität von 50 l/m² Kollektorfläche (mittelgroß). In den Abbildungen wird das Referenzsystem durch einen schwarzen Punkt markiert.

Die vielversprechendsten Anwendungen für die SorTech Systemlösung wurden für Bedingungen gefunden, unter denen der Kühlbedarf in erster Linie tagsüber auftritt, d.h. keine aktive Kühlung in der Nacht nötig ist. Eine solche Konstellation ergibt sich in den Berechnungen regelmäßig am Standort Toulouse. Für diesen Standort (und klimatisch ähnliche) stellen die folgenden Abbildungen die Resultate eines der simulierten Wohnhäuser dar. Als Kälteverteiler dienen in diesem Fall Kühldecken.

Abbildung 5.1 zeigt die oben definierten Auswertungsparameter für ein System mit Flachkollektor. Bei gleicher Anwendung zeigt Abbildung 5.2 im Vergleich dazu die Resultate für ein System mit Vakuumröhrenkollektor. Die in Abbildung 5.2 dargestellten Diagramme unterliegen folgender Systematik: Die durchgezogene Linie zeigt den relativen Unterschied zwischen der größten Kollektorfläche ($5 \text{ m}^2/\text{kW}$ Kühlleistung) und dem Referenzsystem. Die gepunktete Linie zeigt den relativen Unterschied zwischen der kleinsten Kollektorfläche ($2 \text{ m}^2/\text{kW}$ Kühlleistung) und dem Referenzsystem. Das mittlere Referenzsystem ist in allen Diagrammen das gleiche System mit Flachkollektor. Dies vermittelt dem Leser einen Eindruck vom relativen Einfluss eines anders dimensionierten Systems sowie einer anderen Kollektorart.

Bei jeder Anwendung kommt eine trockene Rückkühlung zum Einsatz (mit Sprühfunktion, wie in der Systemkonfiguration vorgesehen).

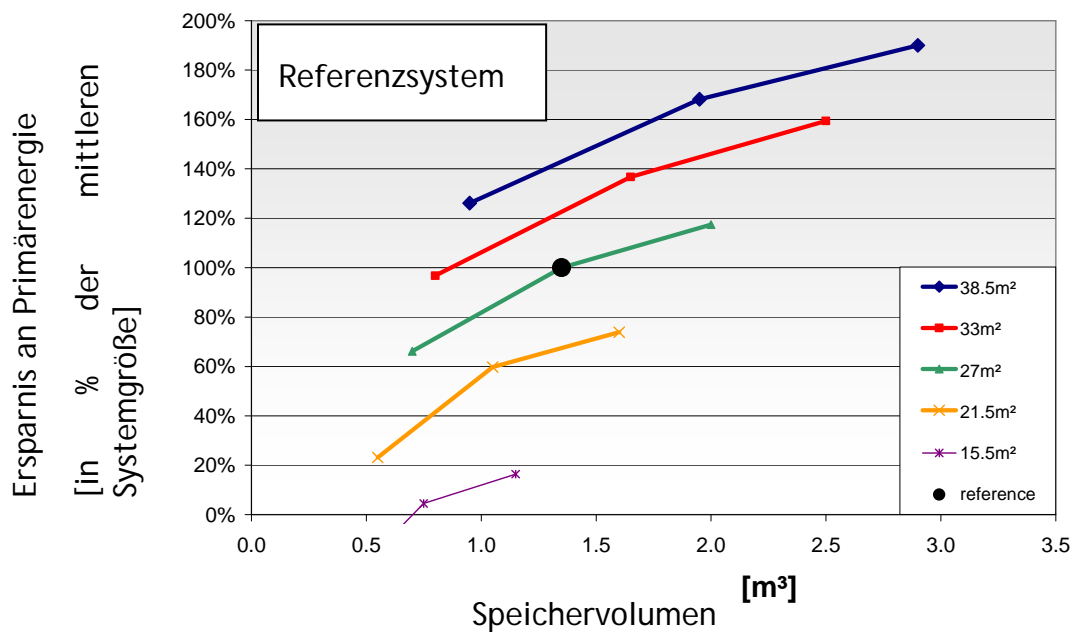
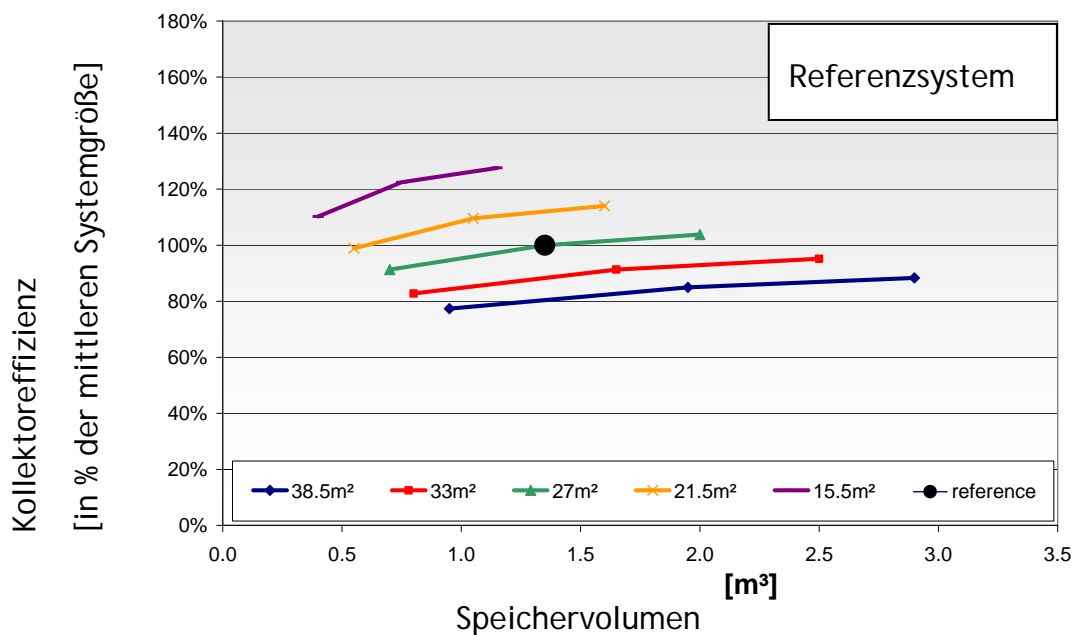


Abbildung 5.1a Ergebnisse aus der virtuellen Fallstudie für ein SolarCombi+ System in einem Wohnhaus mit Kühldecken (Standort Toulouse). Verwendet wurde eine SorTech Adsorptionskältemaschine ACS 08 mit trockener Rückkühlung. Oben: Bruttoausbeute des Kollektors im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Kollektorfläche, 1,4 m³ Speichervolumen – schwarzer Punkt). Unten: Jährliche relative Ersparnis an Primärenergie im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Kollektorfläche, 1,4 m³ Speichervolumen – schwarzer Punkt) als Funktion der Wärmespeichergöße. Der Einfluss der Kollektorgröße wird durch die verschiedenen Kurven dargestellt (Wert: m² Aperturfläche). Kollektortyp: **Flachkollektor**.

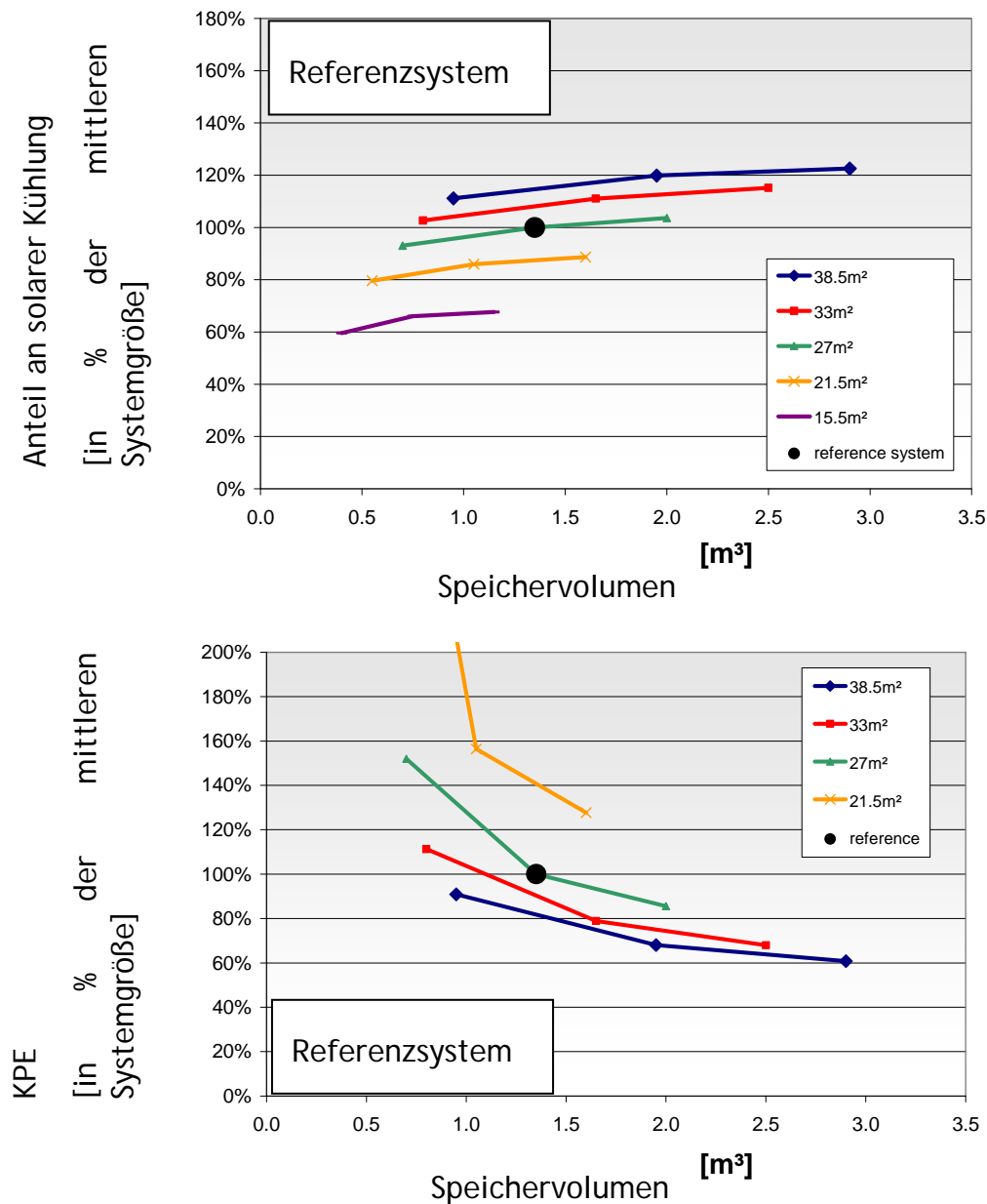


Abbildung 5.1b Ergebnisse aus der virtuellen Fallstudie für ein SolarCombi+ System in einem Wohnhaus mit Kühldecken (Standort Toulouse). Verwendet wurde eine SorTech Adsorptionskältemaschine ACS 08 mit trockener Rückkühlung. Oben: Jahreswerte für den solaren Anteil während der Kühlperiode im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m^2 Kollektorfläche, 1,4 m^3 Speichervolumen – schwarzer Punkt). Unten: Spezifische Kosten pro gesparter kWh Primärenergie im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m^2 Kollektorfläche, 1,4 m^3 Speichervolumen – schwarzer Punkt) als Funktion der Wärmespeichergröße. Der Einfluss der Kollektorgöße wird durch die verschiedenen Kurven dargestellt (Wert: m^2 Aperturfläche). Kollektortyp: Flachkollektor.

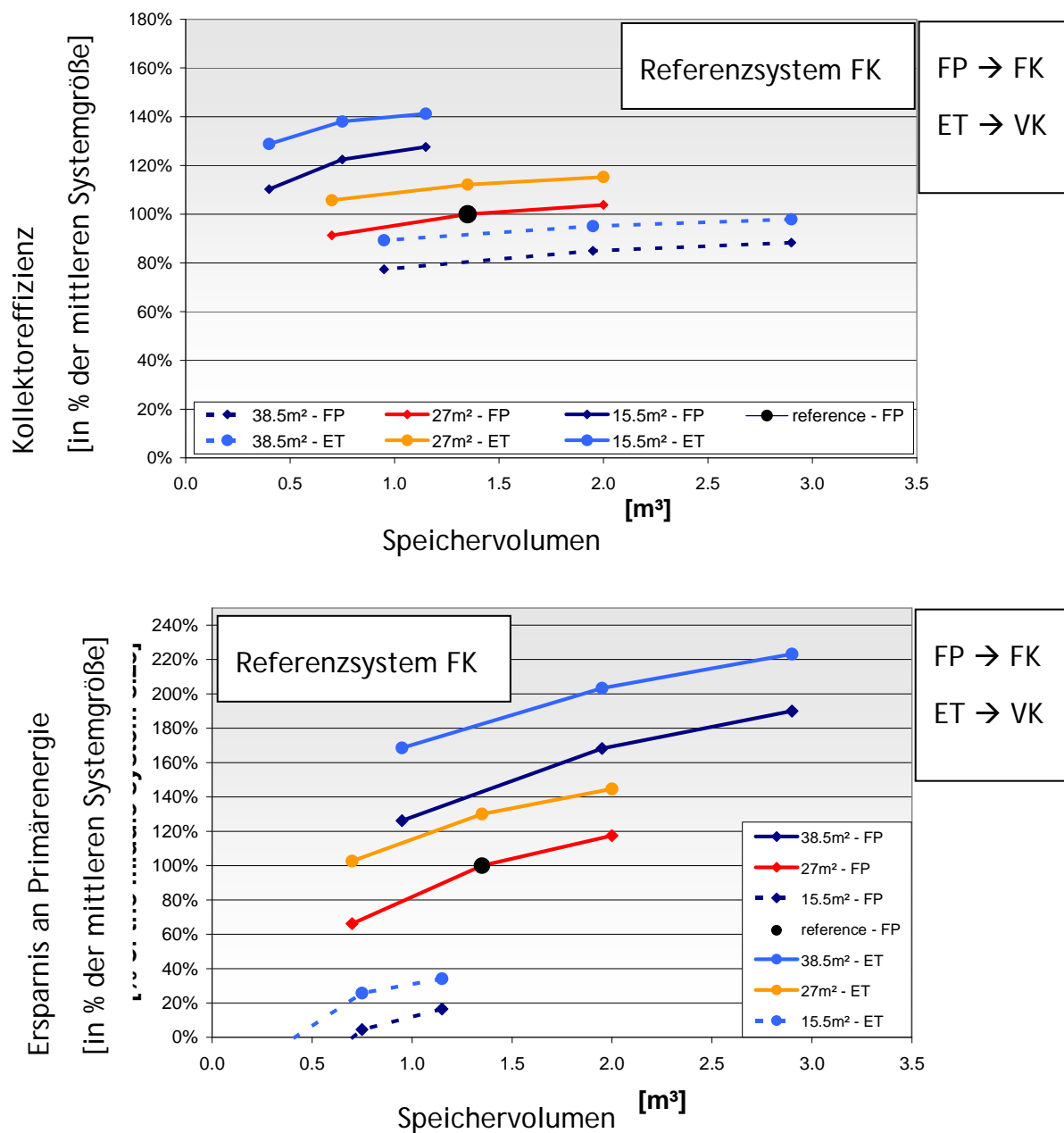


Abbildung 5.2a Ergebnisse aus der virtuellen Fallstudie für ein SolarCombi+ System in einem Wohnhaus mit Kühldecken (Standort Toulouse). Verwendet wurde eine SorTech Adsorptionskältemaschine ACS 08 mit trockener Rückkühlung. Oben: Bruttoausbeute des Kollektors im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Flachkollektor-Fläche, 1,4 m³ Speichervolumen - schwarzer Punkt). Unten: Jährliche relative Ersparnis an Primärenergie im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Flachkollektor-Fläche, 1,4 m³ Speichervolumen - schwarzer Punkt) als Funktion der Wärmespeichergöße. Der Einfluss der Kollektorgöße wird durch die verschiedenen Kurven dargestellt (Wert: m² Aperturfläche). Kollektortyp: Flachkollektor (FK) und Vakuumröhrenkollektor (VK).

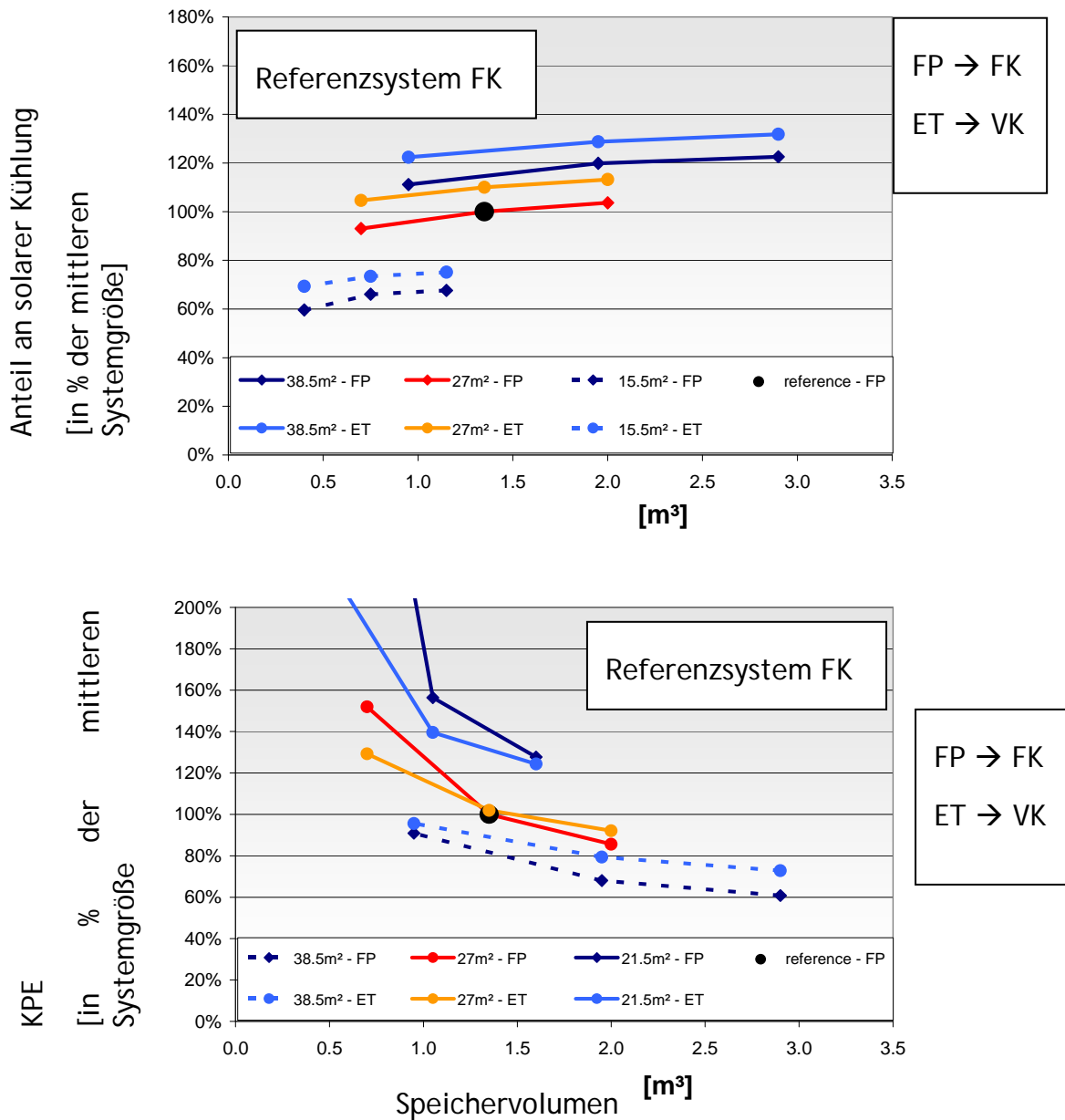


Abbildung 5.2b Ergebnisse aus der virtuellen Fallstudie für ein SolarCombi+ System in einem Wohnhaus mit Kühldecken (Standort Toulouse). Verwendet wurde eine SorTech Adsorptionskältemaschine ACS 08 mit trockener Rückkühlung. Oben: Jahreswerte für den solaren Anteil während der Kühlperiode im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Flachkollektor-Fläche, 1,4 m³ Speichervolumen - schwarzer Punkt). Unten: Spezifische Kosten pro gesparter kWh Primärenergie im Verhältnis zu den Werten einer mittleren Systemgröße (27 m² Flachkollektor-Fläche, 1,4 m³ Speichervolumen - schwarzer Punkt) als Funktion der Wärmespeichergröße. Der Einfluss der Kollektorgroße wird durch die verschiedenen Kurven dargestellt (Wert: m² Aperturfläche). Kollektortyp: Flachkollektor (FK) und Vakuumröhrenkollektor (VK).

Die Abbildung der spezifischen Kosten pro gesparter kWh Primärenergie gestattet die Ermittlung eines Größenbereichs, in welchem die spezifischen Kosten ein Minimum erreichen.

Aus den obigen Abbildungen kann geschlossen werden, dass sowohl für Vakuumröhrenkollektoren als auch für Flachkollektoren dieser optimale Größenbereich eher von großen Kollektorflächen ($> 30 \text{ m}^2$ Aperturfläche) und Speichervolumina $> 1.5 \text{ m}^3$ abhängt. Kleinere Konfigurationen können zu geringer Energieersparnis führen. Dies hängt jedoch auch stark von der Steuerungsstrategie ab.

Eine Erhöhung der Systemgröße über das Maximum der berechneten Kollektor- und Speichergrößen hinaus dürfte das absolute Minimum der spezifischen Kosten offenbaren. Die damit einhergehende Vergrößerung der Komponenten erhöht jedoch im Gegenzug die Stagnationsperioden des Kollektors sowie zusätzlich die gesamten Investitionskosten. Daraus folgt, dass für diese Art der Anwendung und bei Verwendung der SorTech ACS 08 Adsorptionskältemaschine eine Kollektorfläche zwischen 30 m^2 und 35 m^2 sowie eine Wärmespeichergröße von $1,5 \text{ m}^3$ bis 2 m^3 empfohlen wird. Der hohe solare Anteil von $> 75\%$ an der Abdeckung der Kühllast deutet zusätzlich darauf hin, dass autonomes Kühlen im Sommer eine Option ist. Dies trifft insbesondere zu, wenn die Steuerungsstrategie entsprechend angepasst wird.