

FAQ

Themengebiete:

- A) Grundlagen der Adsorptionstechnik
- B) Komponenten / Materialien der Adsorptionskältemaschine / -wärmepumpe
- C) Antriebsquellen
- D) Rückkühlung für Kältebetrieb
- E) Niedertemperaturquelle für Wärmepumpenbetrieb
- F) Kälte- und Wärmeabgabe
- G) Einbindung der Adsorptionskältemaschine/ -wärmepumpe in ein Gesamtsystem
- H) Projektierung/Auslegung
- I) Inbetriebnahme
- J) Betrieb, Wartung und Referenzen

A) Grundlagen der Adsorptionstechnik

1. Was bedeutet Adsorption bzw. Adsorbens?

Als Adsorption (lat.: adsorptio bzw. adsorbere = (an-)saugen) bezeichnet man die Anreicherung von Stoffen (Gase oder Flüssigkeiten) an der Oberfläche eines Festkörpers, dem Adsorbens. In Adsorptionskältemaschinen nutzt man diesen Prozess zur Kälteerzeugung unter Verwendung der Arbeitsstoffpaare Wasser / Zeolith bzw. Wasser / Silikagel.



Abb. von Silikagel

Unsere Produkte ACS 08 und ACS 15 arbeiten mit dem Adsorbens Silikagel. Silikagel – bekannt z. B. als Trocknungsmittel für Elektronikgeräte – ist vollkommen ungiftig und ökologisch unbedenklich. Da die Adsorption einen endlichen Prozess beschreibt, ist für seine Wiederholung eine Regeneration – die Desorption – notwendig. Hierbei wird der eingelagerte Wasserdampf unter Zufuhr von Wärme wieder ausgetrieben.

2. Worin besteht der wesentlichste Unterschied der Adsorptionskältemaschine ACS zu Absorptionskältemaschinen?

Im Gegensatz zur Absorptionskältetechnik, wo ausschließlich flüssige Arbeitsstoffe verwendet bzw. umgepumpt werden, liegt der ACS das Prinzip der Feststoffsorption (Adsorption) zugrunde. Hier wird ein fester Arbeitsstoff (Silikagel) verwendet, der nicht konstant, sondern zyklisch im Kontakt mit verdampfenden Kältemittel (Wasser) steht (Desorption und Adsorption wechseln sich ab). Somit erfolgt auch die „Kälteerzeugung“ und Heißwassernutzung nicht konstant.

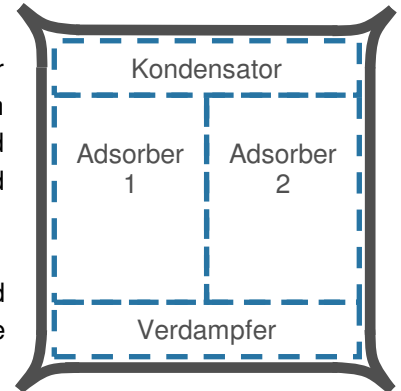


Abb. Modul der Adsorptionskältemaschine

Durch Kombination von zwei Adsorber-Paketen (Adsorber 1 und 2) wird eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise erzielt, die durch periodische Temperaturschwankungen gekennzeichnet ist. Deren Existenz ist in manchen Anwendungen unerwünscht, kann aber leicht durch entsprechende Puffer geglättet werden. Dieser Nachteil wird jedoch dadurch kompensiert, dass kein Umpumpen von Flüssigkeiten notwendig ist und somit auf bewegliche Teile verzichtet werden kann. Ein einfacher und kompakter Aufbau ist somit realisierbar.

Daneben sind niedrige Antriebstemperaturen ein entscheidender Unterschied. Im Gegensatz zu Absorptionskältemaschinen zeigen unsere ACS bereits ab 60°C gute Leistungen. Dadurch kann der oftmals niedrigere COP der Adsorptionskältemaschinen kompensiert werden.

3. Welchen Einfluss haben die nicht konstante Kälteleistung bzw. die daraus folgenden schwankenden Kaltwassertemperaturen auf das Gesamtsystem? Wie können Temperaturschwankungen minimiert werden?

Die Kälteerzeugung erfolgt quasi-kontinuierlich, was zu periodischen Temperaturschwankungen von ca. 2 K führt. Deren Existenz ist in einigen Anwendungen unerwünscht und kann durch Puffer geglättet werden. In der Regel sind diese jedoch aufgrund der Trägheit der zu kühlenden thermischen Masse nicht wahrnehmbar und haben für das Klima in einem Raum praktisch keine Relevanz.

4. Welches Kältemittel wird verwendet? Welche Restriktionen sind damit verbunden?

Als Kältemittel wird speziell aufbereitetes Wasser verwendet. Im Gegensatz zu anderen Kältemitteln ist Wasser als natürlicher Stoff vollkommen ungiftig und ökologisch unbedenklich.

Aufgrund des spezifischen Gefrierpunktes von Wasser sind Temperaturen unter 0°C nicht möglich. Der voreingestellte Frostschutz der Anlage führt zudem dazu, dass bei 2°C Kaltwassertemperatur die Maschine automatisch abgestellt wird. Für die ACS Produktgeneration ist ein Temperaturbereich für den Kaltwasserkreislauf von 6 bis 20°C gegeben.

5. Welche Kälte- bzw. Heizleistung kann maximal durch Kombination mehrerer ACS dargestellt werden?

Eine Begrenzung hinsichtlich der Größe eines ACS-Verbundsystems gibt es grundsätzlich nicht. Nachgewiesen wurde bis dato der sinnvolle Betrieb von Verbundsystemen mit vier ACS 15, was einer Nennkälteleistung von 60 kW bzw. einer Nennheizleistung von 120 kW entspricht. Darüber hinaus kann die Wirtschaftlichkeit eines Verbundsystems noch nicht ausreichend beurteilt werden.

Der Vorteil des modularen Ansatzes von SorTech liegt im vereinfachten Transport der kompakten Anlagen, anstelle eines großen Moduls. Mit Hilfe einer einfachen Stahlkonstruktion können die Anlagen auch übereinander gestapelt werden, und so insbesondere große Raumhöhen ausgenutzt werden. Darüber hinaus erlangt man eine höhere Flexibilität, da einzelne Maschinen oder Maschinengruppen zu- oder abgeschaltet werden können.

6. Lassen sich von den Nominalbedingungen abweichende Volumenströme und Temperaturspreizungen realisieren?

Von den Nominalbedingungen um ca. 10% abweichende Volumenströme sind ohne nennenswerte Auswirkungen. Jede Abweichung von der Empfehlung bedingt aber entsprechende Reduktionen von COP und Kälteleistung. Größere Temperaturspreizungen – falls essentiell für den Antriebs- oder Kaltwasserkreis – können entweder durch reduzierte Volumenströme oder durch jeweils serielle Verschaltung des entsprechenden Strangs bei Kombination mehrerer ACS erreicht werden.

7. Kann die ACS auch als Wärmepumpe betrieben werden?

Ja, alle Maschinen, die ab 2009 ausgeliefert werden, sind sowohl als Kältemaschine als auch als Wärmepumpe nutzbar.

Um die ACS im Wärmepumpenmodus zu betreiben, sind extern Rückkühl- bzw. Heizungskreis und Kaltwasserkreis zu vertauschen. Dies kann je nach Installation, durch 3-Wege-Umschaltventile realisiert werden. Hierbei wird beispielsweise der Rückkühler oder das Kollektorfeld als Niedertemperaturquelle und die Kühldecke oder eine Fußbodenheizung zur Wärmeabgabe an den Raum genutzt.

8. Gibt es eine Startphase, in der keine Kälte produziert wird? Wie lange dauert diese? Generiert die Maschine anschließend Kaltwasser auf dem gewünschten Temperaturlevel?

Beim Anschalten der ACS ist eine erste Anlaufzeit von bis zu 15 Minuten einzuplanen, da vor der ersten Adsorptionsphase (und damit Kälteerzeugung) stets eine vollständige Desorption stattfinden muss. Je nach Temperaturniveau im Kälte Trägerstrang beim Start kann zusätzlich eine gewisse Zeit verstreichen, bis die Kältemaschine die Soll-Kaltwassertemperatur darstellt. Hieraus leitet sich zudem ab, dass ein taktender Betrieb der Kältemaschine generell energetisch ungünstig ist.

9. Die Kältemaschine ACS wird mit drei Temperaturkreisläufen verbunden – dem Heizkreislauf HT, dem Rückkühlkreislauf MT und dem Kaltwasserkreislauf LT. Welchen Einfluss haben unterschiedliche Temperaturen in diesen Kreisläufen auf die Leistung und den COP der Maschine?

Der Zusammenhang zwischen den Temperaturen der drei Kreisläufe und der Kälteleistung (dem COP), kann am besten durch die entsprechend bereitgestellten Kennlinienfelder dargestellt werden.

Generell kann aber festgestellt werden, dass

- höhere Antriebstemperaturen die Kälteleistung erhöhen, den COP leicht reduzieren und u. U. höhere Rückkühltemperaturen bzw. niedrigere Kaltwassertemperaturen kompensieren
- niedrigere Antriebstemperaturen die besseren COP erzielen
- das Rückkühltemperaturniveau maßgeblich die Performance des ACS bestimmt und daher generell so niedrig als möglich sein sollte
- die Kaltwassertemperatur stets nur so tief als notwendig gewählt werden sollte. Je höher die Kaltwassertemperatur – je höher COP und Kälteleistung.

10. Welche Anwendungen können mit der Maschine abgedeckt werden?

Folgende Anwendungen können mit der Maschine abgedeckt werden:

- Solare Kühlung / solare Klimatisierung:** Hierbei wird mittels Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren Sonnenenergie in Wärme umgewandelt und als Antriebsenergie verwendet.
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK):** Hier wird die Abwärme aus Blockheizkraftwerken zum Antrieb der Kältemaschine genutzt, wodurch Gesamtwirkungsgrade und effektive Nutzungsdauer oft wesentlich erhöht werden können und eine nicht unerhebliche Primärenergieeinsparung erreicht wird.

- **Kühlung mit Fernwärme bzw. Nahwärme:** Hier kann im Sommer vorhandene Wärme zur dezentralen Kälteerzeugung genutzt werden und der Nutzungsgrad der Fernwärmenetze – ohne Anhebung der Netztemperatur – erhöht werden.
- **Industrie(nahe) Anwendungen:** In Industrie- und Gewerbebetrieben fällt oft Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau an; gleichzeitig besteht Kältebedarf. Mit den SorTech Kältemaschinen können hier energiesparende Lösungen gefunden werden.

11. Sind Weiterentwicklungen der Kältemaschine / Wärmepumpe geplant?

Ja, wir entwickeln unsere Produkte kontinuierlich weiter. Die Erhöhung der Leistung und der Effizienz, die Reduktion der Kosten, des Volumens und des Gewichts, sowie die Erweiterung der Anwendungsfelder gehören zu unseren Entwicklungszielen.

B) Komponenten / Materialien der Adsorptionskältemaschine / -wärmepumpe

12. Was sind die Kernkomponenten der Maschine?

Die Adsorptionskältemaschine ACS besteht grundsätzlich aus folgenden Komponenten:

- ACS-Modul(e) mit je vier Prozesskammern und externer Kondensatrückführung
- Silikagel-beschichtete Adsorber-Wärmetauscher
- Umschalt- / Steuereinheit
- Controller, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
- Rahmen / Stützkonstruktion mit Verkleidung

13. Was wird mit der ACS / dem RCS mitgeliefert (Lieferumfang?)

Je nach Bestellung enthält die Lieferung die anschlussfertige ACS, bestehend aus einem Modul (ACS 08) bzw. zwei Modulen (ACS 15), sowie den anschlussfertigen RCS. Die Lieferung enthält keine Pumpen, Rohrleitungen oder sonstige zusätzliche Komponenten, die notwendig sind, um ein Gesamtsystem darzustellen. Gern unterstützen wir Sie bei der Auswahl der benötigten Komponenten.

14. Besteht die Möglichkeit, dass Komponenten korrodieren?

Das Kältemaschinenmodul sowie die Pumpengruppe selbst sind weitestgehend korrosionsresistent, da neben der Verwendung ausgewählter Materialien wie Edelstahl und Kupfer kein Sauerstoff im System vorhanden ist. Stützkonstruktion und Verkleidung sind durch Oberflächenbeschichtung

grundsätzlich gegen Korrosion geschützt, was einer typischen Innenaufstellung genügt. Soll die ACS dauerhaft höheren Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt werden, ist jedoch eine spezielle Rostschutzbeschichtung vorzusehen.

15. Welcher Abnutzung unterliegt Silikagel?

Eine Alterung des Silikagels ist ausgeschlossen, da der Adsorptionsprozess vollständig reversibel abläuft. In Praxisanwendungen laufen derzeit ACS seit ca. 4 Jahren störungsfrei. Angestrebt und kalkuliert wird eine minimale Lebensdauer von mindestens 15 Jahren.

16. Sind die verwendeten Materialien umweltschädlich?

Nein. Wir verwenden hauptsächlich Stahl, Kupfer und Aluminium bei der Produktion. Silikagel ist ein natürlich vorkommendes Material und ebenfalls nicht umweltschädlich. Die Maschinen können nach Ablauf der Lebensdauer normal entsorgt werden. Gern nehmen wir Ihre alte Adsorptionskältemaschine zurück und entsorgen diese (Transportkosten trägt der Käufer).

C) Antriebsquellen

17. Was ist eine Antriebsquelle?

Im Gegensatz zu konventionellen Klimatisierungsgeräten nutzt die ACS die minderwertige Energieform Wärme in Form von heißem Wasser als Antrieb anstelle von Strom. Dadurch kann preiswerte Wärme, die in vielen Fällen ungenutzt der Umgebung zugeführt werden würde oder aufwändig rückgekühlt werden muss, als Antriebsquelle genutzt werden. Der teurere (hochwertige) Strom hingegen steht für andere Anwendungen zur Verfügung. Durch Einsatz der ACS kann Primärenergie eingespart und eine größere Unabhängigkeit von Strompreissteigerungen und Stromnetzengpässen erzielt werden. Somit ist eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Kälteerzeugung möglich.

18. Welche Antriebsquellen stehen zur Verfügung?

Als Antriebsquelle kann Heißwasser solarthermischer Kollektoren, Abwärme von BKHW (z. B. einer Biogasanlage) oder von Industrieprozessen genutzt werden. Darüber hinaus ist eine Vielzahl von anderen Abwärmequellen denkbar.

19. Welche Antriebsquelle kann genutzt werden, sofern die Abwärme nicht ausreicht?

Sofern eine durchgängige Kühlung erforderlich ist, können Antriebsquellen mit Temperaturschwankungen (z. B. Solarthermieanlage), durch eine Zweite (sog. Back-up) ergänzt werden. Dies kann im einfachsten Fall der Heizkessel sein. Jedoch ist darauf zu achten, dass das Back-up lediglich sporadisch Zusatzenergie liefert, da diese Konfiguration primärenergetisch eher ungünstig arbeitet.

Wird die ACS auch als Wärmepumpe betrieben, kann aufgrund der geringen Temperaturen in der kühleren Jahreszeit nur im seltensten Fall die Energie eines Solarkollektors genutzt werden, d. h. eine kontinuierliche Wärmebereitstellung, z. B. durch Biomasseverbrennung kann dann die (zusätzliche) Antriebsleistung gewährleisten. Durch den Einsatz als Wärmepumpe kann der Wirkungsgrad der Alternativwärmequelle um bis zu 50% gesteigert werden.

20. Was passiert, wenn die Antriebstemperaturen HT_IN kurzzeitig die vorgeschriebene Höchsttemperatur von 95°C überschreiten Kann die Überschreitung der zulässigen Höchsttemperatur wirksam verhindert werden?

Die Limitierung der Antriebstemperatur resultiert in erster Linie aus der begrenzten Temperaturbeständigkeit einzelner Materialien der Kältemaschine. Hierbei sind allerdings Sicherheiten vorgehalten, sodass grundsätzlich ein kurzzeitiges Überschreiten der 95°C unbedenklich ist. Maximal zulässig sind 100°C für maximal 30 Minuten.

Maßnahmen zum Verhindern unzulässig hoher Antriebstemperaturen sind extern vorzusehen. Bewährt hat sich hierbei die in der Heizungstechnik übliche Rücklaufbeimischung.

21. Was passiert wenn die notwendigen Temperaturen unterschritten werden? Ist eine Kälteproduktion dennoch möglich?

Auch bei Antriebstemperaturen (HT) unterhalb 60°C wird noch Kälte „erzeugt“, d. h. die Maschine schaltet sich nicht automatisch ab. Dies ist vorteilhaft, wenn kurzzeitige Temperaturabfälle im Sinne kontinuierlicher Kälteerzeugung und geringer Taktung kompensiert werden sollen. Dieser Zustand ist allerdings für einen Dauerbetrieb nicht erstrebenswert, da auch für eine niedrigere Kälteleistung der Elektroenergiebedarf (z. B. für die Rückkühlung) bestehen bleibt. Eine Begrenzung der Antriebstemperatur „nach unten“ ist durch die mögliche Installation eines externen Sensors systemspezifisch vorzusehen.

D) Rückkühlung für Kältebetrieb

22. Warum wird eine Rückkühlung benötigt?

Wie für alle thermisch angetriebenen Kältemaschinen charakteristisch, ist auch die Kältemaschine ACS auf eine leistungsfähige und effiziente Rückkühlung sowohl der zugeführten Antriebsenergie als auch der generierten Kälteenergie angewiesen. D.h. durch die Rückkühlung wird gewährleistet, dass die aufgenommene Energie (bei der Ad- und Desorption) wieder an die Umgebung (auf deren Temperaturniveau) über die Rückkühlung abgegeben werden kann. Steigt die Rückkühltemperatur nimmt die Leistung der Maschine ab.

Auch die thermische Rückkühlenergie kann gegebenenfalls sinnvoll genutzt werden (z.B. für Trocknungsprozesse, Schwimmbadheizung, etc.). Die Gesamteffizienz ist dann besonders hoch.

23. Was sind mögliche Rückkühlösungen?

Für die ACS bieten wir als Standardlösung einen optimal ausgelegten Rückkühler mit EC-Ventilatoren und temporärer Frischwasserbesprühung an. Dieser Rückkühler passt insbesondere im Teillastbereich seine Rückkühlleistung der anfallenden Last an und spart dadurch Elektroenergie. Frischwasser wird mengenmäßig limitiert und erst oberhalb definierbarer Außentemperaturen eingedüst. Darüber hinaus können auch Nasskühltürme, Erdsonden, Seewärmetauscher, Brunnen, Schwimmbäder oder andere Temperatursenken zur effizienten Rückkühlung genutzt werden.

24. Welche Rückkühlung wird empfohlen?

Der seitens SorTech angebotene RCS kann immer dann eingesetzt werden, wenn eher moderate Außentemperaturen, wie sie bspw. in Norditalien zu erwarten sind und andere, weniger außentemperaturunabhängige Temperatursenken (z.B. Erdsonden, See-Wärmetauscher, etc) nicht zur Verfügung stehen. Da Erdsonden oder auch Seewärmetauscher nicht überall eingesetzt werden können, sind je nach Anwendung und Standort andere Rückkühlvarianten einzubeziehen. Insbesondere die Integration eines Nasskühlturms kann bei hohen Außentemperaturen eine sinnvolle Lösung darstellen. Gern beraten wir Sie bei der Auswahl der optimalen Rückkühlung.

25. Wie wird der RCS über die ACS angesteuert? Ist die Ansteuerung voreingestellt oder müssen bei der Inbetriebnahme noch Aktivitäten durchgeführt werden?

Die Drehzahl des RCS und die Besprühung werden durch den Controller der Kältemaschine dem Prozess angepasst. Der notwendige Adapter ist werksseitig integriert, sofern ACS und RCS als Paketlösung bestellt werden. Die Parametrisierung der Rückkühlung muss bei Inbetriebnahme der ACS durch den Servicetechniker standortspezifisch angepasst werden.

26. Warum ist die Frischwasserbesprühung auf 400h/Jahr limitiert? Was geschieht, sofern eine längere Besprühung notwendig erscheint?

Um sparsam mit dem knappen und teuren Rohstoff Wasser umzugehen und eventuelle Ablagerungen am Rückkühler-Wärmetauscher zu vermeiden, wird die Besprühung des Rückkühlers zeitlich auf die 400 heißesten zu erwartenden Außentemperaturen begrenzt. Dies entspricht einer Wassermenge von 4 m³/a. Darf anwenderbedingt nur eine geringere Wassermenge für Rückkühlzwecke eingesetzt werden, kann die Besprühstundenzahl reduziert werden. Eine Erhöhung der Besprühstundenzahl über die 400 h/a hinaus ist aus Gewährleistungsgründen unzulässig.

27. Kann die Wasserbesprühung Legionellen verursachen?

Nein. Im Verhältnis zu Nasskühltürmen, wo entsprechend belastetes Wasser zirkuliert, wird beim RCS zeitlich begrenzt eine sehr geringe Wassermenge in den Luftstrom eingedüst. Evtl. befeuchtete Lamellen trocknen so über den Zyklus hinweg wieder vollständig ab. Zudem ist regelungsseitig eine spezielle „Legionelleschaltung“ implementiert, sodass das Wasser, welches evtl. in den Zuleitungen zum RCS verharnt, täglich entfernt wird.

28. Was bedeutet EC-Ventilatoren? Warum werden diese verwendet?

EC steht für „electronically commutated“ (elektronische Kommutierung). Im Vergleich zu den konventionell eingesetzten AC-Ventilatoren (automatically commutated) sind EC-Ventilatoren ohne Zusatzausstattung stufenlos regelbar und überzeugen durch eine geringere Leistungsaufnahme insbesondere im Teillastbereich.

29. Was bedeutet Schnittstelle für externe Sollwertvorgaben? Welche Vorteile hat eine solche Schnittstelle?

Die von SorTech angebotene Zusatzausstattung „Externe Sollwertvorgabe“ bietet die Möglichkeit, via Standardsignal 0-10 V den Sollwert für die Kaltwassertemperatur durch einen dann erforderlichen externen (übergeordneten) Controller vorzugeben und so speziellen Regelungsstrategien oder Nutzervorgaben anzupassen. Ist dieses Feature nicht integriert, wird der Sollwert manuell an der Kältemaschine eingestellt.

30. Kann der Rückkühler RCS auch im Winter genutzt werden?

Nur sofern Frostschutzmaßnahmen ergriffen wurden. Wird der Rückkühler im Winter als Niedertemperaturquelle für die Wärmepumpe genutzt, sollte sichergestellt werden, dass die Hydraulik vor Frost geschützt ist. Wir empfehlen in diesem Fall, den Rückkühler mit einem dem jeweiligen Standort entsprechendem Wasser-Ethylenglykol Gemisch (Deutschland: 34%) zu betreiben.

31. Mit welchen maximalen Betriebskosten ist für den Rückkühler RCS zu rechnen? Welcher maximale Ressourcenverbrauch (Wasser, Strom) ergibt sich pro Jahr?

Der Ressourcenverbrauch ist abhängig von der Leistungsabnahme und umso höher bei maximaler Belastung. Aufgrund der begrenzten Wasserbesprühung ist der Wasserverbrauch bei der Pumpengruppe RCS 15 auf 6 m³/Jahr limitiert. Bei der Pumpengruppe RCS 08 liegt dieser Wert bei 4 m³/Jahr. Der maximale Stromverbrauch der Rückkühler RCS 08 und RCS 15 kann dem technischen Datenblatt entnommen werden und beträgt 650 W. Bei sachgemäßer Installation resultiert standardmäßig aus dem Teilsystem ACS und RCS eine Jahresarbeitszahl („Energy efficiency ratio“) von 11, d.h. 1 kW eingesetzte elektrische Energie liefert 11 kW Kälte.

E) Niedertemperaturquelle für Wärmepumpenbetrieb

32. Was bedeutet Niedertemperaturquelle? Wofür wird sie benötigt?

Der Begriff Niedertemperaturquelle bezeichnet hier eine Wärmequelle mit einem Temperaturniveau zwischen 7 und 20 °C, welches damit maßgeblich niedriger ist, als das Temperaturniveau der Rückkühlung. Im Wärmepumpenmodus wird der Umgebung somit Wärme auf diesem Temperaturniveau entzogen und dem Heizkreis (nun der Rückkühlstrang – MT) zusätzlich zur eingesetzten Antriebsleistung zugeführt.

33. Welche Arten an Niedertemperaturquellen stehen zur Verfügung?

Als Niedertemperaturquellen können genau wie bei Elektro-Wärmepumpen die Außenluft, Wasser, das Erdreich sowie das Solarkollektorfeld genutzt werden. Da die Vielfalt an möglichen Varianten sehr groß ist, sind hier einige Beispiele genannt:

- Luft: Trockener Rückkühler in Außenaufstellung oder in Tiefgaragen
- Wasser: See-Wärmetauscher, Brunnen, Schwimmbad
- Erdreich: Erdkollektoren, Erdsonden
- Sonne Solaranlage

34. Welche Niedertemperaturquelle wird empfohlen?

Besonders geeignet sind Quellen, die eine relativ hohe und konstante Temperatur während der kalten Jahreszeiten aufweisen, und zudem mit geringem elektrischem Zusatzaufwand (z.B. ohne Lüfter) genutzt werden können. Dazu zählen insbesondere Erdsonden, die eine konstante Niedertemperatur von 8 bis 12°C gewährleisten können.

35. Was passiert wenn die notwendigen Niedertemperaturen über- bzw. unterschritten werden?

Eine Überschreitung der vorgegebenen Niedertemperaturen hat keinerlei Auswirkungen, soweit das Heizwassertemperaturniveau (MT) 2 K darüber liegt. Generell gilt: Je höher das Temperaturniveau der Niedertemperaturquelle desto höher die Heizleistung und der COP.

Tiefere Niedertemperaturen als 7°C sind theoretisch zwar noch nutzbar, allerdings ist der gewünschte Zugewinn an Heizwärme und COP dann nicht mehr effizient darstellbar. Zudem schaltet sich die ACS bei LT-Austrittstemperaturen von 2°C aus Frostschutzgründen ab.

F) Kälte- und Wärmeabgabe

36. Womit ist zu rechnen, wenn die aktuelle Kältebelastung geringer ist als die minimal darstellbare Kälteleistung der ACS?

Sinkt die geforderte / benötigte Kälteleistung unter das Minimum des Teillastbereichs der ACS (i. d. R. 70% der maximalen Kälteleistung) wird dem Kälteträger nach und nach weiter Energie entzogen, sodass sich dieser bis zur eingestellten Frostschutzgrenze (Standard: 2°C) abkühlt. Die ACS wird dann abgeschaltet. Sollte ein Absinken auf derart tiefe Temperaturen unerwünscht sein, kann dies durch Anheben der Frostschutzgrenze (Controller Parameter T_Freeze) mittels eines externen Sensors (z.B. PT 1000) geändert werden. Zu beachten ist dies vor allem bei Nutzung der Kälte via Kühldecken. Bei zu tiefen Temperaturen besteht jedoch die Gefahr der Unterschreitung des Taupunkts und der Kondensation.

37. Welche Raumgröße kann mit den Maschinen klimatisiert werden?

Die Größe des zu kühlenden Raumes allein ist zur Abschätzung der Kühllast nicht ausreichend. Letztere wird u. a. maßgeblich durch den Dämmstandard, Fensterflächen und innere Lasten, wie Computern, Beleuchtung, Personen etc., beeinflusst.

Als sehr grober Richtwert können jedoch 45 W/m² angenommen werden. In jedem Fall wird eine genaue Berechnung der benötigten Kühllast empfohlen, um ACS und Kühllast sinnvoll aufeinander abzustimmen.

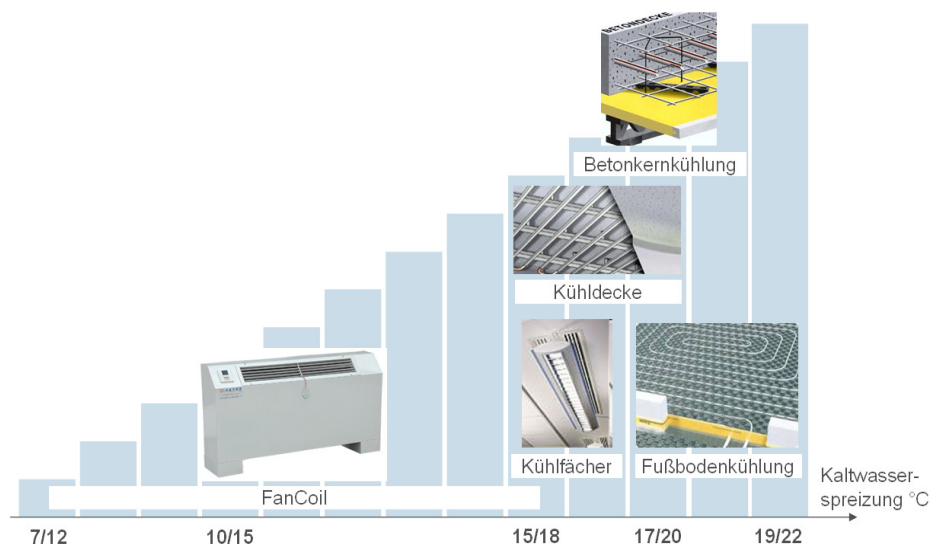
38. Wird mit Wasser oder Luft gekühlt?

Die ACS kühlt einen konstanten Kaltwasservolumenstrom (Kälte­träger), der beim Durchströmen von Kaltwasser-Luft-Wärmetauschern (Deckenkassetten, sogenannte Fan Coils) die Raumluft kühlt.

39. Welche Kälteverteilungssysteme sind möglich?

Wir empfehlen insbesondere Kälteverteilungssysteme, die verhältnismäßig hohe Kaltwassertemperaturen benötigen, z.B.:

- Fußbodenkühlung - hier kann nur bis zu einem gewissen Grad gekühlt werden, sonst gibt es "kalte Füße".
- Wandkühlung - sehr gut geeignet für Kombination aus Heizung im Winter und Kühlen im Sommer
- Kühldecken, Kühlsegel - eingebaut oder frei hängend, sehr gut geeignet zum Kühlen, weniger gut geeignet in Kombination mit Heizung
- Kühlfächer
- Betonkerntemperierung - Kühlrohre werden in Beton eingegossen), sehr effizient, da Wärmespeicherfähigkeit von Beton genutzt wird.
- Umluftkühler (FanCoils), Luftverteilungssysteme



G) Einbindung der Adsorptionskältemaschine/ -wärmepumpe in ein Gesamtsystem

40. Gibt es Besonderheiten bei der Nutzung von Abwärme von BHKWs? Worauf ist bei Kombinationen mit BHKWs zu achten?

Die Kombination von ACS und BHKW kann eine sehr sinnvolle und wegen der zu erwartenden hohen Betriebsstundenzahl auch lukrative Systemvariante darstellen. In jedem Fall ist das zur Verfügung stehende HT-Temperaturniveau (Antriebstemperatur) ausreichend. Im Gegensatz zur Solaren Kühlung ist eine Kälteproduktion ganztägig möglich. Insbesondere bei BHKW, jedoch auch bei diversen anderen Applikationen, wird jedoch gefordert, dass eine maximale HT-Rücklauftemperatur (z.B. zum Generator) nicht überschritten wird. Um die schwankenden und ggf. diesen Maximalwert temporär überschreitende HT-Rücklauftemperaturen zu kompensieren, empfiehlt sich, einen kleinen Glättungspuffer der ACS nachzuschalten, wodurch die zeitlichen Schwankungen auf ein Minimum reduziert werden.

Die Kombinierbarkeit der ACS mit modulierenden wie auch nicht-modulierenden BHKW wurde im Rahmen diverser Projekte nachgewiesen. Unterschiedliche Hydrauliksysteme und Regelungsstrategien eignen sich für unterschiedliche Anwendungen. SorTech unterstützt gern beim Erstellen einer geeigneten Systemkonfiguration.

41. Werden zusätzliche Komponenten empfohlen (Solarkollektoren, Kälteverteilungssysteme, Pumpen)?

Nein. Die Adsorptionskältemaschine benötigt eine Wärmequelle zum Antrieb. Die Herkunft dieser Wärme ist für den Betrieb der Maschine irrelevant. Für einen wirtschaftlichen Betrieb bietet es sich an, Abwärme aus Prozessen oder günstige Wärme, wie z.B. aus Solarkollektoren zu nutzen.

Des Weiteren benötigt die Maschine eine Rückkühleinheit. SorTech bietet speziell abgestimmte Hybridrückkühlsysteme, wie die RCS-Serie sowie die Pumpengruppe PCS an. Diese Anlagen rückkühlen effizient trocken und schalten bei Spitzenbelastung die Nassrückkühlung zu. Bei der Verwendung von Sonnenkollektoren in Verbindung mit Warmwassererzeugung wird als Stand der Technik ein Warmwasserspeicher verwendet.

42. Wird eine bestimmte Entfernung zwischen Maschine und Rückkühler bzw. Maschine und Antriebsquelle vorgeschrieben?

Da der Rückkühler im Freien stehen muss, und die Maschine idealerweise in Gebäuden, ergibt sich daraus eine Mindestentfernung. Technisch ist keine bestimmte Entfernung vorgesehen. Bei der Entfernung zur Wärmequelle ist jedoch zu beachten, dass die Wärmeverluste umso größer sind je größer die Distanz ist. Hier ist eine Nähe zur Wärmequelle von Vorteil. Zu beachten ist auch, dass die Kältemaschine nicht zu weit von den Kälteverteilern stehen sollte. Sonst kann sich das Kühlwasser zu stark erwärmen. Darüber hinaus kosten unnötig lange Rohrstrecken und Rohrinstallationen viel Geld und bedingen zudem eine erhöhte Pumpenleistung und somit auch einen höheren Strombedarf.

H) Projektierung und Auslegung

43. Kann die ACS auch unter höheren Außentemperaturen als empfohlen betrieben werden?

Bei Verwendung des Subsystems ACS und RCS sind dem wirtschaftlichen Betrieb Grenzen bzgl. der Außentemperatur gesetzt, da der COP (Coefficient of Performance) bei sehr hohen Rückkühltemperaturen (in Abhängigkeit von LT und HT) entsprechend sinkt. Eine pauschale Aussage, wo genau die Einsatzgrenze liegt, ist nicht möglich, da auch die Luftfeuchte von Bedeutung für die Effizienz der Besprühung und somit für die Effizienz der ACS ist. Je geringer die Luftfeuchte, desto höher kann folglich die maximale Außentemperatur zum Betrieb der ACS ausfallen. Höhere Außentemperaturen sind jedoch durch höhere Kaltwasser- und/oder Antriebstemperaturen kompensierbar.

Ganz grundsätzlich sollten bei sehr hohen Außentemperaturen ($> 37^{\circ}\text{C}$) in Verbindung mit hohen Luftfeuchten weniger stark klimaabhängige Rückkühlmöglichkeiten gewählt werden. Geeignet erscheinen hier z.B. Swimmingpool-Beheizung, Erdsonde, See-Wärmetauscher oder ähnliches.

Bei hohen Außentemperaturen und geringen Luftfeuchten ist ein Nasskühlturm die effizienteste Lösung. Erwähnt sei jedoch, dass nur wirtschaftliche Gründe gegen den Betrieb der ACS bei sehr hohen Außentemperaturen sprechen. Zwar sinkt die generierte Kälteleistung wie der COP stetig, es gibt jedoch keine Zwangsabschaltung.

Eine auf den potenziellen Standort und die zu erwartenden Einsatzbedingungen exakt zugeschnittene Kalkulation der zu erwartenden Leistung sowie ein Vorschlag zur optimalen Rückkühlungslösung kann durch SorTech bereitgestellt werden.

44. Wie viele Quadratmeter Kollektorfläche sind zum Betrieb der ACS vorzusehen?

Aufgrund der unterschiedlichen Effizienz der verschiedenen Kollektortypen und abhängig vom Installationsort ist eine pauschale Aussage nicht möglich. Als Richtwert gelten 3-3,5 m^2/kW Kälteleistung. Bei Verwendung von Flachkollektoren kann mit durchschnittlich 25 m^2 für einen soliden Betrieb der ACS 08 bzw. 50 m^2 für die ACS 15 kalkuliert werden.

In jedem Fall ist eine genaue Antriebsleistungskalkulation nach der Festlegung der gewünschten Systemperformance notwendig. Die spezifisch erforderliche Antriebsleistung ergibt sich aus dem im Auslegungsfall zu erwartenden COP (siehe Kennlinienfeld).

45. Was kostet eine Anlage bzw. mit welchen Systemkosten sind zu rechnen? Was kostet 1kWh Kälte?

Wir geben keine Anlagenpreise weiter. Bitte wenden Sie sich für Preise an unsere Vertriebspartner.

Der Preis für 1 kWh Kälte hängt von den Strompreisen, dem Preis der Antriebswärme und dem Gesamtsystem ab. Deswegen ist auch hier keine pauschale Aussage möglich. Mit unseren Maschinen

sind Jahresarbeitszahlen von 11 darstellbar. Im Vergleich zu elektrisch betriebenen Klimageräten (Leistungszahlen von 3-4) sind die Kosten für 1kWh Kälte sehr viel niedriger.

46. Welche Amortisationszeiten können erreicht werden?

Die Amortisationszeit hängt von vielen Dingen ab, z.B. Förderung, der Frage der Integration in bestehende Systeme, dem Nutzungsgrad der Maschine etc. Bei einer hohen Anzahl Betriebsstunden liegt die Amortisation im Bereich von 3-4 Jahren (ohne zusätzliche Investitionskosten), ansonsten höher, im Extremfall bis zu 15 Jahren.

47. Wird die Verwendung eines Kältespeichers empfohlen?

Ein Kältespeicher ist nicht notwendig. Da die Austrittstemperaturen der Maschinen geringfügig schwanken, kann ein Kältespeicher dazu verwendet werden den Verlauf zu glätten. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit ist die Benutzung als Kältereservoir für z.B. nachts, wenn die Sonne bei solar betriebenen ACS keine Antriebsenergie mehr zur Verfügung stellt.

48. Welche solaren Deckungsgrade können erreicht werden?

Ein Sonnenkollektor hat einen Wirkungsgrad von bis 0,75, bei unserer Maschine liegt dieser unter idealen Bedingungen bei bis zu 0,6 (thermischer COP) D.h. die Sonnenenergie wird somit bzgl. Kälteerzeugung zu maximal 45 Prozent genutzt. Bezogen auf den elektrischen Strom liegt die Effizienz bei bis zu 11 (elektrischer COP) und höher. Dies bedeutet, dass aus 1 Kilowatt Strom bis zu 11 Kilowatt Kälte erzeugt werden, die übrige Energie kommt aus der Solarthermie.

I) Inbetriebnahme

49. Werden Inbetriebnahmen nur durch SorTech durchgeführt?

Nein, Inbetriebnahmen werden von SorTech sowie von zertifizierten Systempartnern der SorTech durchgeführt.

50. Wie erfolgt die Schulung der Systempartner? Welche Bereiche werden durch die Schulung abgedeckt? Mit welchem zeitlichen Aufwand ist zu rechnen?

Die Schulungen erfolgen bei der SorTech in Halle.

Es gibt eine technische Schulung, die 2 Tage dauert und zur Inbetriebnahme und Wartung von SorTech-Anlagen qualifiziert. Des Weiteren gibt es eine verkaufsunterstützende Schulung. Diese Schulung soll den Teilnehmer dazu befähigen bei Projekten eine erste Einschätzung der Anlagengröße abzugeben. Es werden weiterhin Wettbewerber analysiert und Argumente gegenüber Wettbewerber und herkömmlichen Anlagen geliefert. Hierfür wird nochmals ein halber Tag angesetzt. Dieser Teil der Schulung kann aber auch parallel zur Inbetriebnahme und Wartung durchgeführt werden, da er sich speziell an Vertriebsmitarbeiter richtet.

51. Wie sind Maschine und Rückkühler verpackt? Welche Abmaße hat die Verpackung?

Die Daten der Verpackung für Maschine und Rückkühler:

- ACS 08 LBH 1060 mm*790 mm*940 mm 265 kg auf einer Europalette, Schutzfolie, Karton
- ACS 15 LBH 1340 mm*790 mm*1390 mm 530 kg auf einer Spezialpalette, Schutzfolie, Karton
- RCS 08 LBH 2300 mm*1150 mm*950 mm 188 kg auf einem Holzrahmen
- RCS 15 LBH 4430 mm*1150 mm*950 mm 330 kg auf einem Holzrahmen
- PCS 08 LBH 970 mm * 890 mm * 1400 mm 75 kg
- PCS 15 LBH 1100 mm * 915 mm * 1590 mm 113 kg

J) Betrieb, Wartung und Referenzen

52. Was passiert bei Inbetriebnahmen?

Bei Inbetriebnahmen wird die Adsorptionskälteanlage auf das Vakuum hin überprüft sowie ein Systemcheck vollzogen. Weiterhin wird ein Probelauf durchgeführt, bei dem ein Abgleichen von Parametern sowie die Überprüfung von Verbindungen erfolgt.

53. Mit welcher Lebensdauer kann bei Betrieb der ACS gerechnet werden?

Trotz umfangreicher Dauerlaufversuche kann eine definitive Angabe zur Lebensdauer der ACS aufgrund des begrenzten Entwicklungszeitraums naturgemäß nicht gegeben werden. Die einzigen

grundsätzlich verschleißgefährdeten beweglichen Teile, die 3-Wege-Umschaltventile, wurden in einem speziellen Dauerzyklen-Teststand mehrere 100.000 Zyklen unter realen Bedingungen beanstandungslos getestet. In Praxisanwendungen laufen derzeit ACS seit ca. 4 Jahren störungsfrei. Angestrebt und kalkuliert wird eine minimale Lebensdauer von mindestens 15 Jahren.

54. Worin besteht die Wartung der ACS? Wie hoch ist der Wartungsaufwand?

Da in der ACS bis auf die 3-Wege-Umschaltventile keine beweglichen Teile enthalten sind, reduziert sich die Wartung auf Kontrolle bzw. der Wiederherstellung des benötigten Vakuums in der Maschine. Gemäß Wartungsvorschrift ist vorgesehen, die Kontrolle des Systems (Volumenströme, Systemkomponenten, ggf. Rückkühlerreinigung etc.) einmal jährlich, jeweils vor Beginn der Kühlperiode, durchzuführen, um einen einwandfreien Betrieb der thermischen Kühlung während des gesamten Sommers zu gewährleisten. Durchzuführen ist die Wartung entweder durch SorTech oder durch entsprechend zertifizierte, geschulte Vertriebspartner.

55. Wie viel Strom kann gegenüber herkömmlichen Klimageräten eingespart werden?

Gegenüber herkömmlichen Klimageräten wird 60%-90% weniger Strom verbraucht, wenn das System entsprechend sorgfältig geplant und ausgelegt wurde (u.a. durch den Einsatz von Hocheffizienzpumpen und ausreichende Rohrquerschnitte sowie eine energieeffiziente Rückkühlung).

56. Wie hoch sind die jährliche Gesamtstromaufnahme und der Jahresprimärenergiebedarf?

Die Gesamtstrommenge und der Jahresprimärenergiebedarf hängen von der Betriebsdauer der Anlage ab. Die Frage ist daher nicht direkt zu beantworten. Die ACS 08 verbraucht 7 Watt Strom, die ACS 15 benötigt 14 Watt.

57. Wie viel CO₂ kann eingespart werden?

Diese Menge hängt von dem Strommix und der Betriebsdauer der Klimaanlage ab. Beim Betrieb einer ACS 15 mit 15 kW Kälteleistung, einer Laufzeit von 8 h an 80 Tagen und einer Jahreseffizienz von 11 können verglichen mit einer herkömmlichen Klimaanlage mit einer Jahresarbeitszahl von 3 bis zu 1,5 Tonnen bei einem Standardstrommix aus Deutschland gespart werden. Hinzu kommt, dass schädliche Kühlmittlemissionen wie bei herkömmlichen Anlagen vermieden werden. 5-15% Kühlmittel pro Jahr verlieren konventionelle Klimaanlage an Kältemittel, welches ein 1000 faches größeres Treibhauspotential hat als Kohlendioxid. Wenn Abwärme als Antrieb genutzt wird, bei einem Betrieb von 24 Stunden bei 365 Tagen im Jahr, können über 20 Tonnen CO₂ eingespart werden.

58. Werden Garantien / Gewährleistung angeboten? Sind diese an Bedingungen geknüpft?

Die Gewährleistung für unsere Anlagen beträgt 12 Monate. Die setzt einen ordnungsgemäßen Gebrauch sowie keine Gewalteinwirkungen von außen voraus.

Bitte entnehmen Sie weitere Hinweise unseren AGB. Diese finden Sie auf unserer Website www.sortech.de unter *Downloads*.

59. Gibt es einen verpflichtenden Wartungsvertrag?

Ja. Dieser umfasst einen Zeitraum von 3 Jahren und erhöht die Gewährleistung auf eben diesen. Zurzeit empfehlen wir eine Überprüfung des Vakuums ein Mal im Jahr vor der Kühlsaison.

60. Wie kann die Maschine aus/ein geschaltet werden? Müssen dabei bestimmte Zyklen beachtet werden?

Das Einschalten der ACS erfolgt entweder manuell über das Eingabefeld des Controllers oder – soweit vorgesehen – durch Aktivieren des potenzialfreien Kontakts mittels übergeordneter Regelung. Gleichzeitig sind alle benötigten Pumpen sowie der Rückkühler einzuschalten. Dies kann ebenfalls durch die ACS erfolgen, soweit dies gewünscht ist.

Einmal eingeschaltet, sollte ein Takten der Maschine möglichst minimiert werden. Jedes Takten (Zu- und Abschalten) verursacht Energieverluste, ist für die ACS jedoch ohne negative Auswirkungen.

61. Was sind optimale Lagerbedingungen für Maschine und Rückkühler?

ACS: trocken und möglichst bei konstanten Temperaturen zwischen 0 und 45°C. RCS: keine Beschränkungen.

62. Welche Maßnahmen sind zu ergreifen, wenn Außentemperaturen unter null Grad zu erwarten sind?

Ohne entsprechende Frostschutzvorkehrungen sind alle Hydraulikkreise einschließlich der des RCS und der ACS vollständig zu entleeren. Bitte beachten Sie auch die Hinweise in unserer Planungsanleitung, die eine frostfreie Lagerung vorsieht. Es müssen alle wasserführenden Teile, sprich die ACS, die Hydraulik und der Rückkühler frostfrei gehalten werden.

63. Müssen Ersatzteile über die SorTech bezogen werden? Gibt es hierfür Ersatzteillisten? Wie schnell können Ersatzteile zur Verfügung gestellt werden?

Im Falle, dass Teile der ACS oder RCS beschädigt oder defekt sind, können diese von SorTech bezogen werden. Entsprechende Ersatzteillisten können übersandt werden. Die Lieferzeiten variieren je nach Komponente und sind individuell zu erfragen.

64. Sind Stillstandszeiten der Anlage bedenklich?

Die Anlage kann über längere Zeit still gelegt werden. Nach längerem Abschalten sollte das Vakuum überprüft werden.

65. Welche zusätzlichen Komponenten werden für den Wärmepumpenbetrieb benötigt?

Grundsätzlich werden im Wärmepumpenmodus die Kreisläufe für Kaltwasser und Rückkühlung extern vertauscht. Das Vertauschen der Kreise muss durch separat verbaute und separat ansteuerbare 3-Wege-Umschaltventile realisiert werden. Sie benötigen also zusätzlich vier 3-Wege-Umschaltventile und ggf. einen Trennwärmetauscher, sofern der gewählte Niedertemperaturkreis frostgefährdet ist und nicht mit reinem Wasser betrieben wird.

66. In welchem Umfang sind Wartungsarbeiten notwendig? Wer darf Wartungen durchführen und mit welchen Kosten ist zu rechnen?

In der Regel empfehlen wir eine Überprüfung des Vakuums vor Start der Kühlsaison. Bei Bedarf wird die Maschine nachevakuiert. Weitere Aktivitäten im Wartungsfall sind u. a. das Reinigen von Schmutzfängern in allen drei Hydraulikkreisen (sind extern vorzusehen) und des Rückkühlers. Zertifiziertes Personal der SorTech oder eines Systempartners dürfen Inbetriebnahmen und Wartungen durchführen. Bitte erfragen Sie die Kosten für eine Wartung bei Ihrem Systempartner.

67. Wie kann einfach und sicher die Leistung der Maschine bestimmt werden?

Die Leistung der ACS kann durch Messen der Volumenströme und Temperaturspreizungen erfolgen. Hierbei ist auf entsprechende Genauigkeiten bei der Messung zu achten. Dies gilt insbesondere für den Kaltwasserkreis wegen der relativ geringen Temperaturdifferenzen. Zudem ist das Mitteln über einen längeren Zeitraum notwendig, da die Leistungen zyklisch entsprechend des Adsorptionsprozesses variieren.

68. Muss Prozesswasser nachgefüllt werden?

Nein, der Innenraum ist hermetisch abgeschlossen. Es geht bei sachgemäßer Bedienung kein Prozesswasser verloren.

69. Welche Anlagen können besichtigt werden?

Anlagen können nach Absprache mit SorTech und deren Systempartner besichtigt werden.

Glossar

Bezeichnung	Einheit	Abkürzung	Bedeutung / Inhalt / Funktion
Heisswasserkreis		HT	Versorgt die Kältemaschine mit Antriebswärme
Rückkühlkreis		MT	Dient zur Abfuhr der anfallenden Wärme
Kaltwasserkreis		LT	Dient zur Abfuhr / Nutzung der entstehenden Kälte
Adsorptionskältemaschine		ACS	ACS 08 , ACS 15
Rückkühler		RCS	RCS 08, RCS 15
Kälteleistung		dQo	generierte Nutzkälte
Coefficient of Performance		COP	Thermische Effizienz als Verhältnis von Kälteleistung zu Antriebswärme
Kaltwasseraustrittstemperatur		T_LT	Temperatur für Kälteanwendung
Sollwert der Kaltwasseraustrittstemperatur		T_Set	Vorgabe der zu erreichenden Kaltwasseraustrittstemperatur
Jahresarbeitszahl		JAZ	Quotient aus Summe der erzeugten jährlichen Kältearbeit und aufgewandten Antriebswärmemenge (kWh / kWh)