

“Wärme und Kälte aus der Sonne “

CO₂- neutrale Wärme- und Kälteversorgung des Industriedenkmals einer großen Brauerei in Dessau mit Sonnenwärme und Biomasse

Dipl.-Ing. Jürgen Bühl TU Ilmenau

Dipl.-Ing. Andreas Nilius TU Ilmenau

Dipl.-Ing. Gunnar Lahne ETA plus Köthen

Dipl.-Ing. Rolf Förster energiedepot Radeberg



CO₂- neutrale Wärme- und Kälteversorgung des Industriedenkmal einer großen Brauerei in Dessau mit Sonnenwärme und Biomasse

- **Endenergiebedarf in Europa (2006) - Motivation**
- **Beitrag der Solarthermie gemäß Leitstudie 2008**
- **Projekt: (04 K) - Solares Nahwärmesystem**
- **Modellprojekt / Pilotprojekt (Aufgabenstellung)**
- **Ausgangsbedingungen**
- **Lösungs- / Anlagenbeschreibung / Grundschemata Wärme, Kälte, Solar**
- **Wärmespeicher**
- **Hauptkomponenten**
- **Fördermittelgeber**

Endenergiebedarf in Europa (2006)

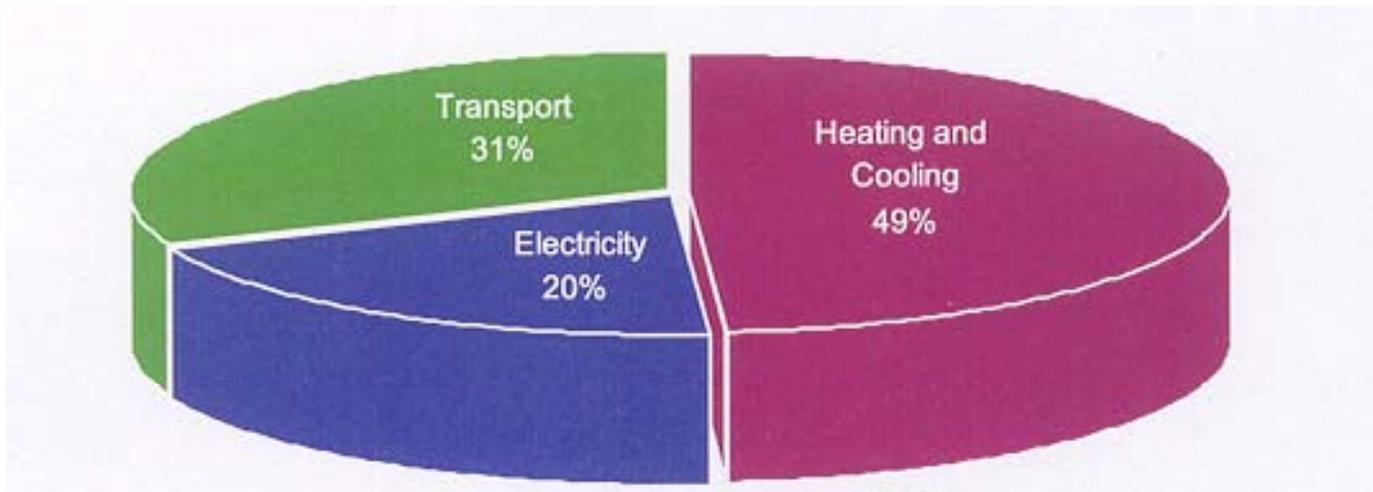


Abb. Endenergiebedarf in Europa (Quelle:EREC 2006)

Thermische Energie macht einen wesentlichen Teil des gesamten weltweiten Energiebedarfs aus.

Neben dem Gebäudebereich besteht ein beträchtlicher Verbrauch thermischer Energie auch bei industriellen Prozessen und wärmeintensiven Dienstleistungen.

Solare Wärme ist die beste Option zur langfristigen Deckung des Heiz- und Kühlbedarfs.

(Langfristig) muss es deshalb das Ziel sein, diesen Wärmebedarf so weit wie (technologisch) möglich, durch Solarthermie zu decken, um Biomasse und fossile Ressourcen für Anwendungsfälle aufzusparen, bei denen Wärme noch nicht zu akzeptablen Kosten solar-thermisch bereitgestellt werden kann.

Der Beitrag der Solarthermie soll gemäß Leitstudie 2008 der Bundesregierung bis 2050 auf 25 ... 30 % steigen.

Das Projekt:

(04 K)- Solares Nahwärmesystem
zur Wärmeversorgung und
Klimatisierung des Industriedenkmals
der ehemaligen Schultheiss –
Brauerei Dessau (Modell zur CO₂-
neutralen Wärmeversorgung mit reg.
Energien)

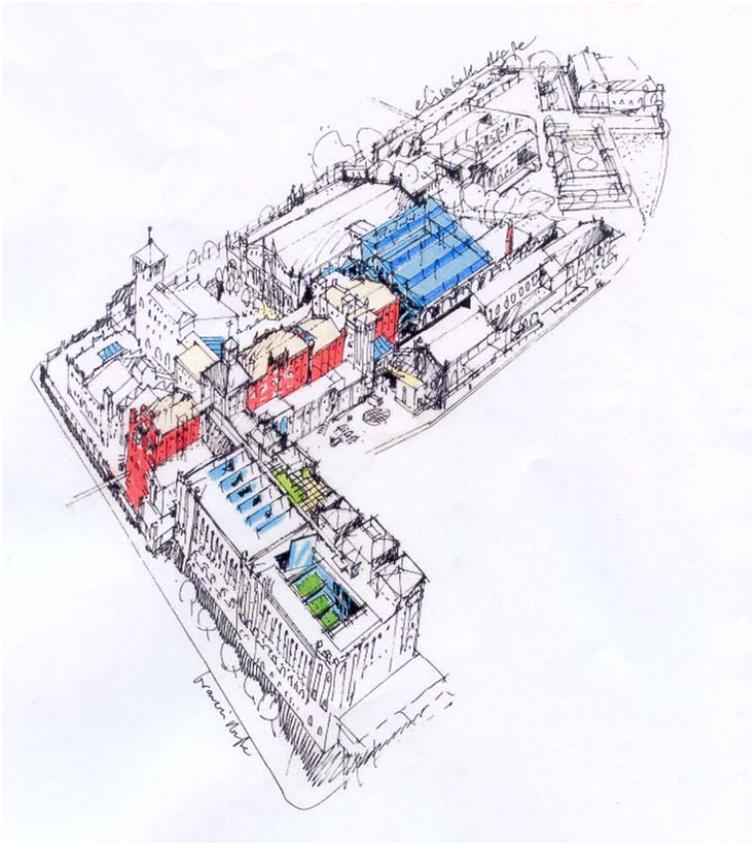


Abb. 1+2 Ansichten des Brauereiobjektes (Nutzungskonzept)
(Quelle: Brauereiverein e.V. 2003 / Foto J. Bühl Ilmenau 2005)



Modellprojekt / Pilotprojekt (Aufgabenstellung)

Wärmeversorgung zu 100 % mit regenerativen Energien (Solar und Biomasse) eines Denkmalkomplexes in der 1. Ausbaustufe (**solarer Deckungsanteil: ca. 20 %**)

Solare Wärmeversorgung mit
500 m² Solarkollektorfläche + 300 m³ GFK-Pufferspeicher
solargestützte sorptive Entfeuchtung / Klimatisierung
bestimmter Gebäudeteile (Einlagerung von Kunst- und Kulturgütern)

Wärmeversorgung aus Biomasse mit zwei Holzhack-Holz-Pelletkesseln mit entsprechenden Brennstoff-Zuführungen

Messtechnikkonzept zur Vermessung der kpl. Anlage einschließlich Wärmeverteilstrom und Biomassekessel

Ausgangsbedingungen:

Um 1900 entstand durch die Fusion der Dessauer Brauerei mit dem Berliner Schultheiss-Konzern die größte Lagerbierbrauerei der Welt.

Seit Februar 1999 widmet sich der Brauhaus-Verein der schrittweisen Reaktivierung des "Industriedenkmals Brauerei Dessau".

Im Rahmen der Erneuerung der Wärmeversorgung soll ein zukunftsweisendes CO₂-neutrales Wärme- und Kälteversorgungskonzept realisiert werden, das aus einer Kombination von Solarthermie- und Biomassenutzung besteht.

Erschwerend kam hierbei hinzu, dass bedingt durch die denkmalgeschützte Bauhülle nur minimal wärmegeämmt werden konnte.

Um den CO₂-Eintrag in die Atmosphäre dennoch zu reduzieren, wurde die Umstellung der Heizungstechnik von Erdgas auf Solarwärme und Holz-Pellet-/Holzhackschnitzelbetrieb vorbereitet.

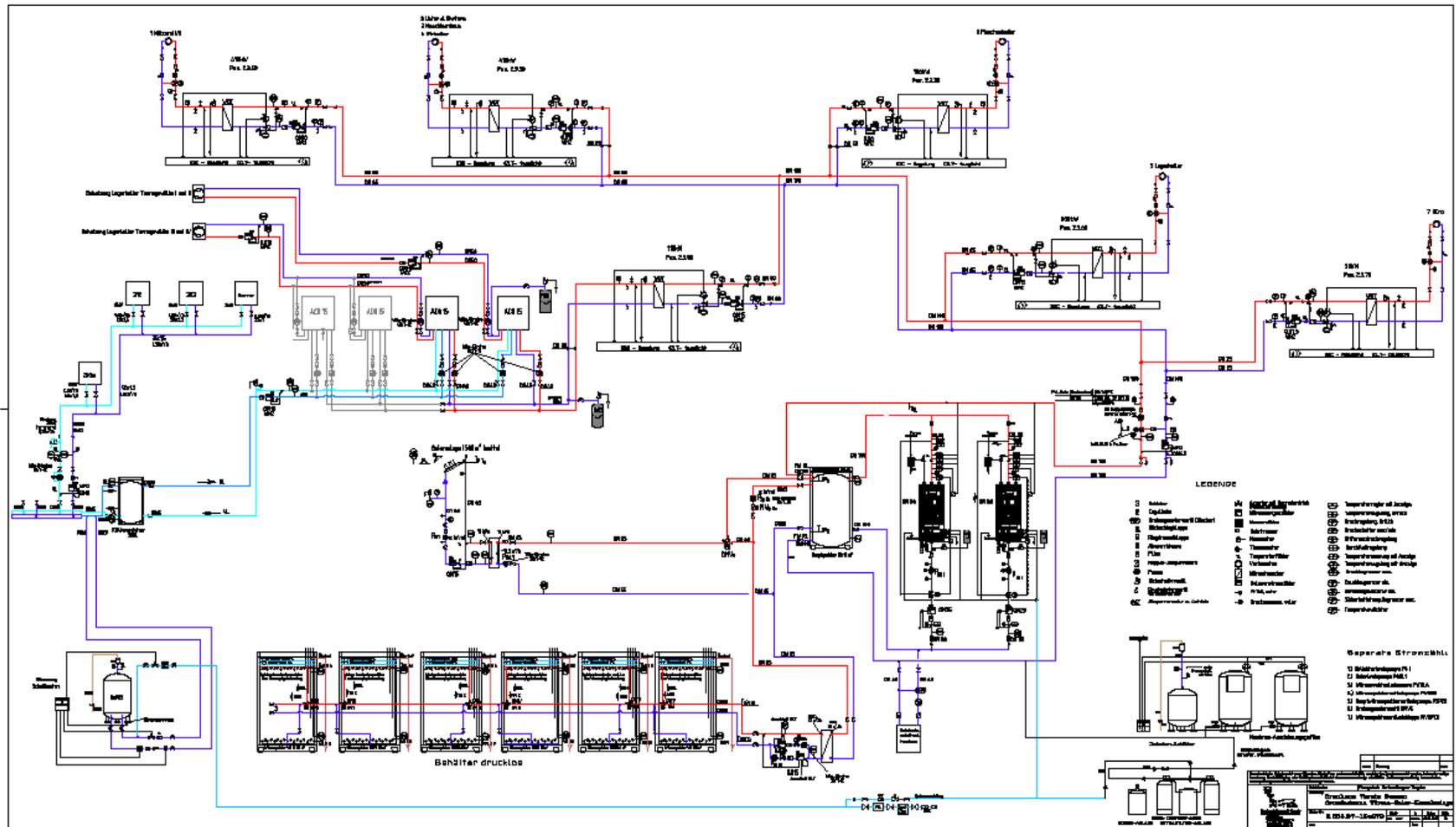


Abb. 3 Grundschaema – Wärme – Kälte – Solar- Kesselanlage (Dessau) (Quelle: ETApplus Köthen 2009)



Abb. 5+6 Kollektor-Teilfeld (Quelle: Foto ThüSolar 10/2009)

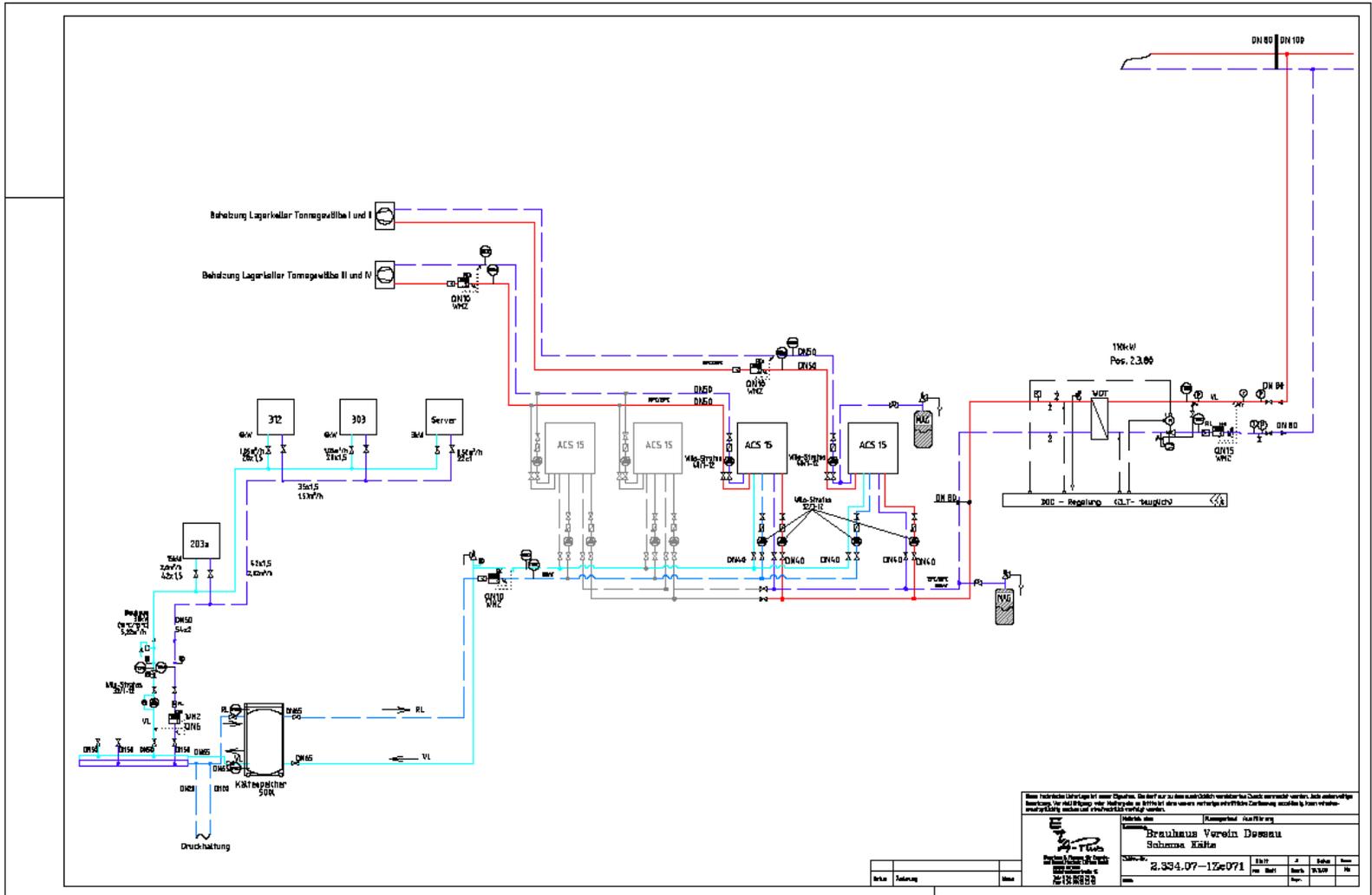


Abb. 7 Teilschema - Kälte (Dessau) (Quelle: ETPlus Köthen 2009)

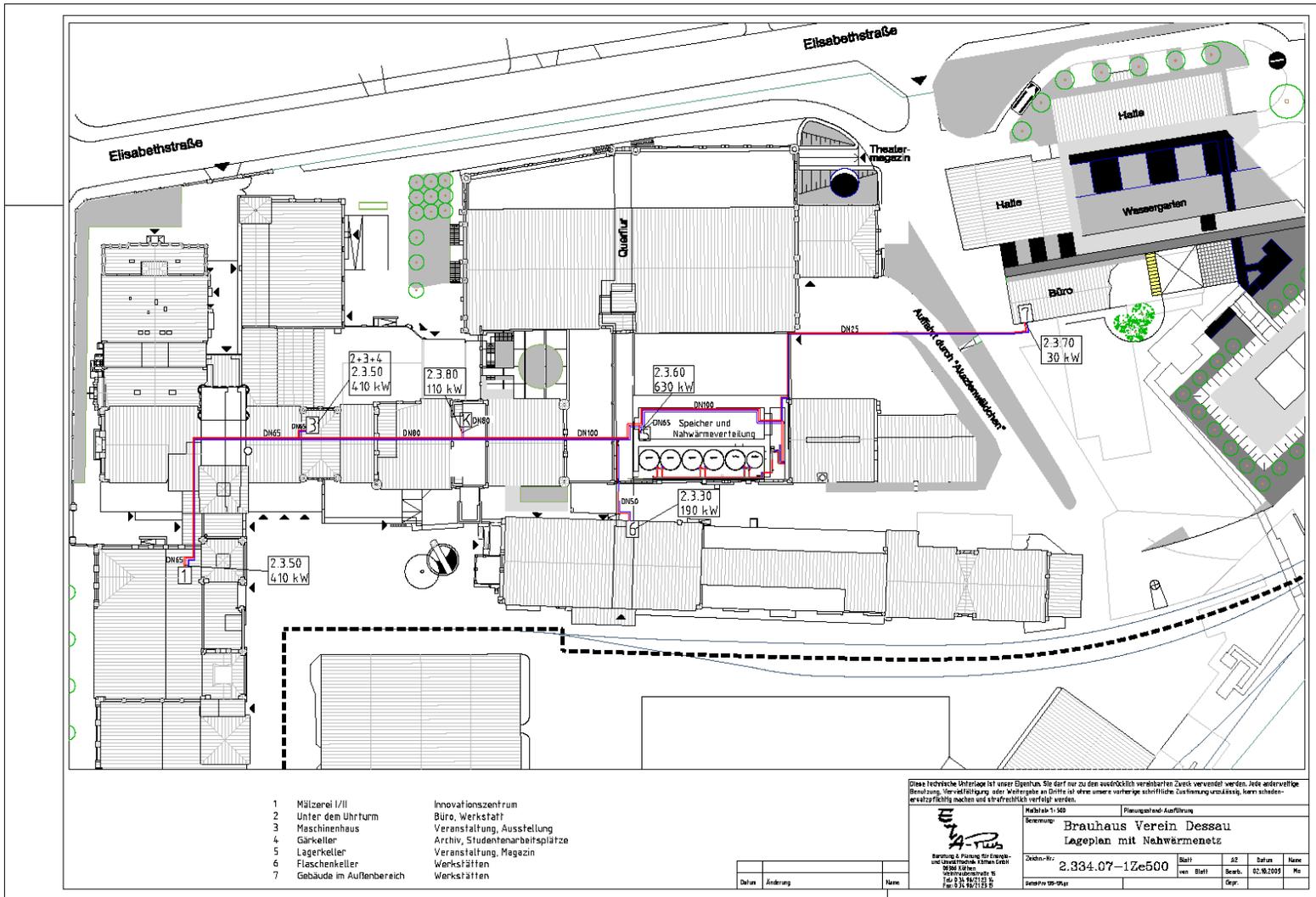
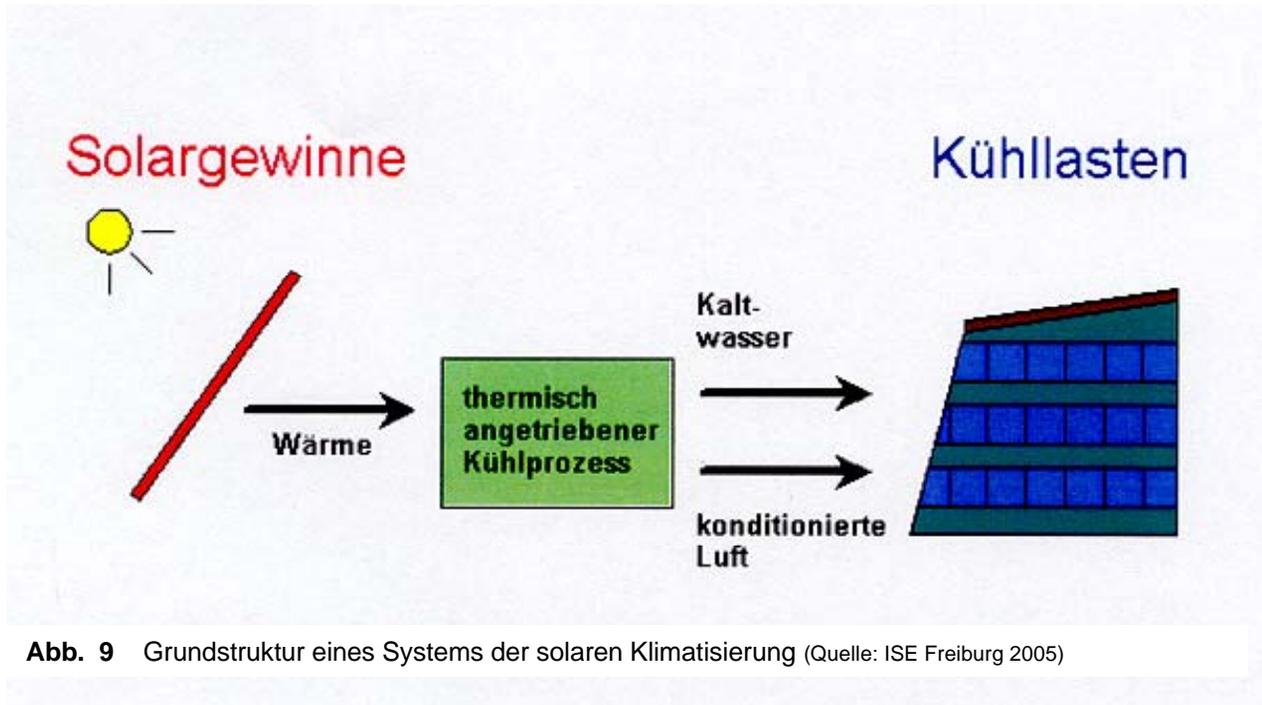


Abb. 8 Teilschema Wärmeversorgung Kälte - (Dessau) (Quelle: ETApplus Köthen 2009)

Mit dem Lösungsansatz

wird ein bisher vernachlässigter Aspekt (Folge) der Klimaveränderung, nämlich der zunehmende **Klimatisierungsbedarf** im Sommer aufgegriffen und mit der Lösung „**Nachhaltigkeit**“ angestrebt.



Grundlage der (solar)-thermisch angetriebenen Kühlung ist der thermochemische Vorgang der Sorption:

ein flüssiger oder gasförmiger Stoff wird entweder an einer festen, porösen Substanz angelagert (**Adsorption**)

oder in einer Flüssigkeit oder einem Feststoff aufgenommen (**Absorption**).

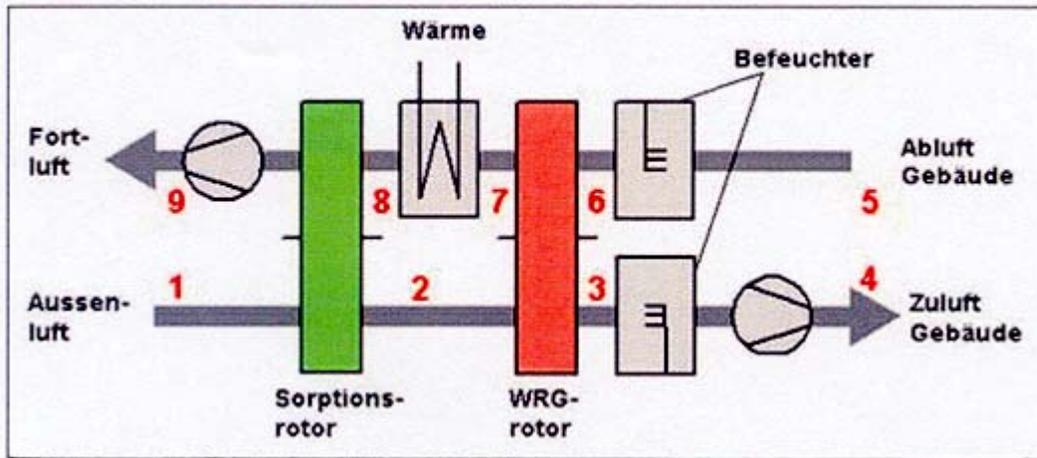


Abb. 10 Grundstruktur des Prozesses der sorptionsgestützten Klimatisierung (SGK)

(Quelle: ISE Freiburg 2005)

Solarbetriebene sorptionsgestützte Klimatisierung

Offene SGK-Anlagen sind Frischluft-Systeme, in denen die Außenluft durch Sorption getrocknet, mit einem Wärmerückgewinnungsrotor vorgekühlt und zuletzt durch Verdunstungsbefeuchtung auf Zimmertemperatur gekühlt wird. Die Solarwärme wird hierbei zur Entfeuchtung des Sorptionsmittels eingesetzt

(7 => 8).

Die wichtigsten Prozessschritte des Verfahrens sind:

- 1 - 2 Sorptive Entfeuchtung der Außenluft mit gleichzeitiger Temperaturerhöhung durch die freiwerdende Adsorptionswärme
- 2 - 3 Abkühlung der Luft im Wärmerückgewinnungsrotor (WRG) im Gegenstrom zur Abluft
- 3 - 4 weitere Abkühlung der Luft durch Verdunstungsbefeuchtung; die Zuluft zum Gebäude hat eine niedrigere Temperatur und einen geringeren Gehalt an Wasserdampf als die Außenluft
- 4 - 5 Erwärmung der Luft und ggf. Anreicherung mit Wasserdampf durch Raumlasten
- 5 - 6 Absenkung der Temperatur der Abluft des Gebäudes durch Verdunstungskühlung im Befeuchter
- 6 - 7 Erwärmung der Abluft im Gegenstrom zur Zuluft im WRG-Rotor
- 7 - 8 weitere Erwärmung der Abluft durch externe Wärmequelle (z. B. Solaranlage)
- 8 - 9 Regenerierung des Sorptionsrotors durch Desorption des gebundenen Wassers

Ein Teil der durch die Solaranlage bereit gestellten thermischen Antriebsenergie wird zusätzlich in einem Pufferspeicher als Arbeitsspeicher gespeichert.

Die konstruktive Ausführung der gewählten Adsorptionskältemaschine ermöglicht sehr kurze Zyklusdauern.

Durch Kombination von zwei Adsorberpaketen wird eine “quasi“-kontinuierliche Arbeitsweise erreicht, die durch periodische Temperaturschwankungen gekennzeichnet ist.

Durch einen in das System integrierten Kältespeicher werden diese zyklusbedingten Temperaturschwankungen kompensiert.

Die effektive Rückkühlung der Abwärme der Adsorptionskältemaschine (Regeneration) ist auf die Besonderheiten des Einsatzortes abgestimmt (Zwei Teilschritte im Gesamtbaublauf).



Abb. 11 Adsorptionskältemaschine ACS 15, die in der Anlage zum Einsatz kommt
(Quelle: SorTech AG 2009)

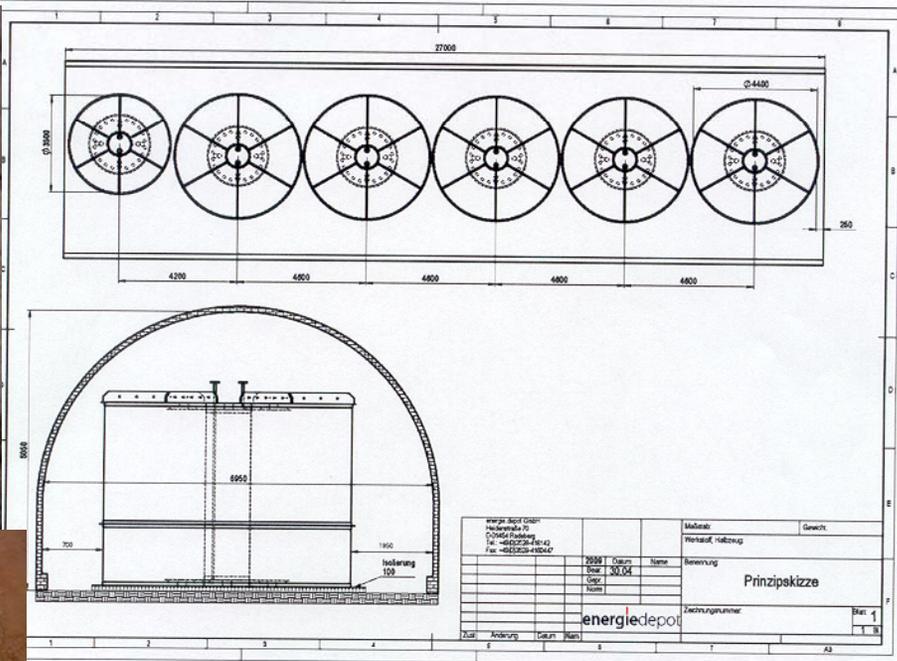


Abb. 12+13 Hub-Montage-
Technologie in
Dessau
(Quelle: Foto
energiedepot
Radeberg 2009)

Abb. 14 Endgültige Anzahl und Aufstellung der Wärmespeicher
(Quelle: energiedepot Radeberg 04/2009)

Wärmespeicher



Abb.14 Montage-Technologie in Dessau (1) (Quelle:Foto energiedepot Radeberg 2009)



Abb. 16 Montage-Technologie in Dessau (2)

(Quelle: Foto energiedepot Radeberg 2009)



Abb. 17 Montage-Technologie in Dessau (3) (Quelle: Foto energiedepot Radeberg 2009)

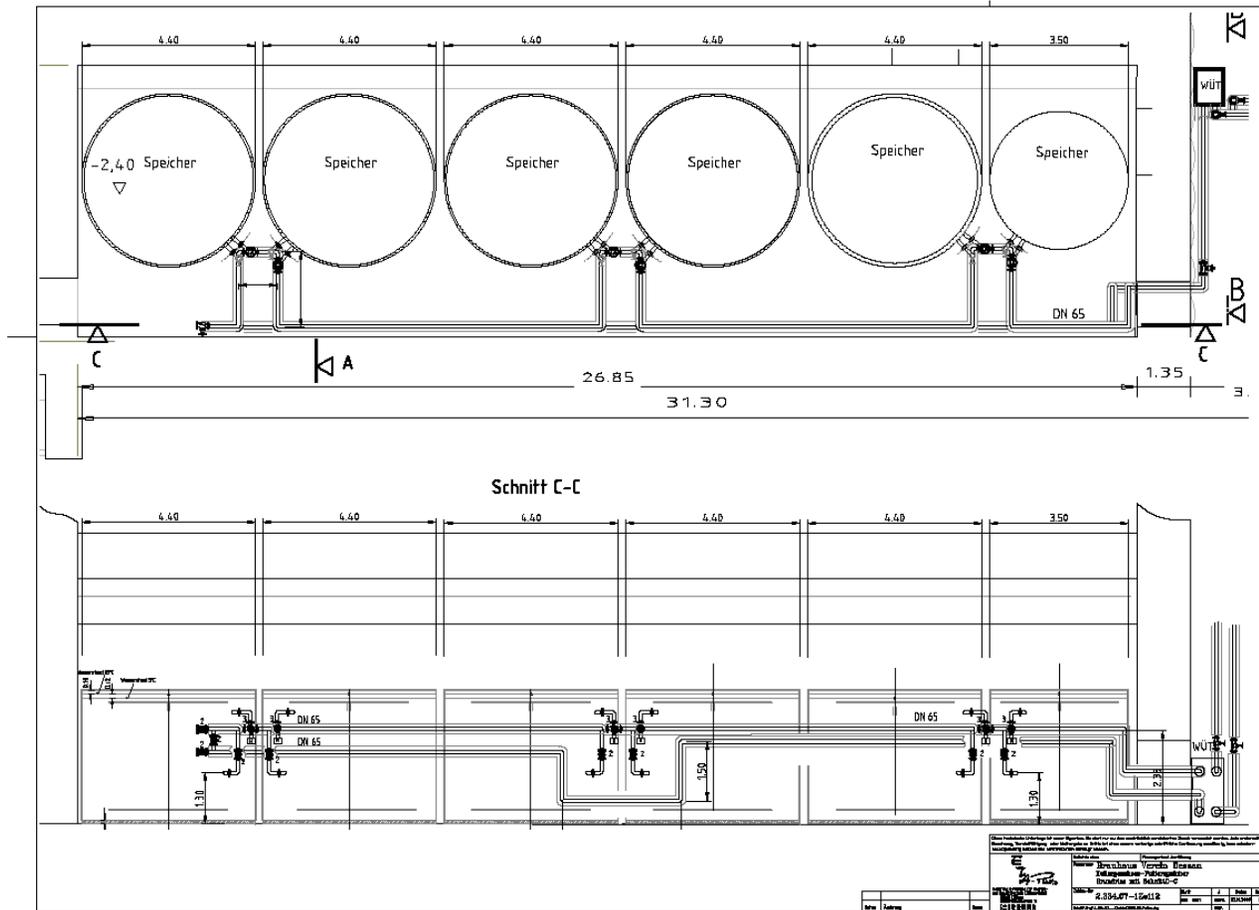


Abb. 18 Teilschema – Kellergewölbe – Pufferspeicher - Verschaltung (Dessau) (Quelle: ETApplus Köthen 2009)

Herzstück der neuen Wärmeversorgung:

**Solarthermische Großanlage mit
500 m² Kollektorfläche**

+
**Biomassekessel-Kombination mit
einer Wärmeleistung von 540 kW +
390 kW = 930 kW**

(ausgelegt für Brennstoff Holz-Pellets oder
Holzhackschnitzel mit einem Wassergehalt
bis 50 % (Landschaftspflegeholz))

Dies schont die Umwelt und sichert heimische Arbeitsplätze. Im Gegensatz zur Verbrennung von fossilen Brennstoffen wird hier kein zusätzliches CO₂ frei gesetzt und liefert so einen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen in die Atmosphäre.



Abb. 19 Biomassekessel-Kombination (540 kW + 390 kW)
(Pilotprojekt Wohnungsgenossenschaft Flöha eG)
(Quelle: Foto J. Bühl Ilmenau 05/2009)

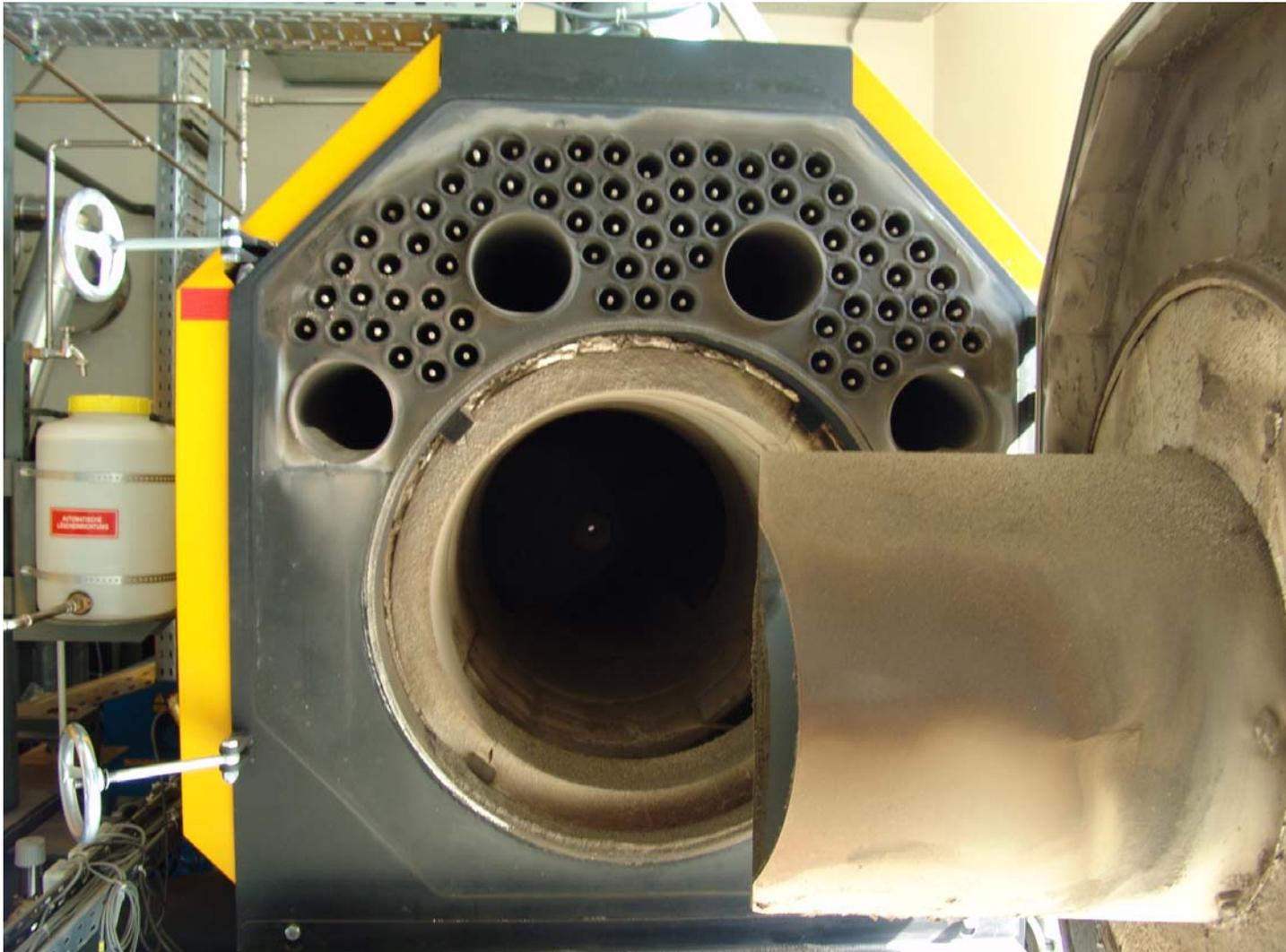


Abb. 20 Detailansicht – (zum vorgesehenen) Biomassekessel (Quelle: Foto J. Bühl Ilmenau 05/2009)



Abb. 21 Ansicht Teilsolarfeld (Quelle: Foto ThüSolar 10/2009)

Hauptkomponenten:

ges. Solarfläche:	503,08 m ²
ges. Wärmespeicher- Volumen:	243 m ³
Biomassekessel:	540 kW + 390 kW
Adsorptionskälte- maschine:	2 x 15 kW
Speicherrealisierung:	08/2009
Wärmeerzeuger:	10...11/2009
Sol. Kollektorfeld:	10...12/2009
Wärme/Kälte-Verteilnetz:	ab 2009
Kältemaschinen:	noch in 2009
Gesamtinbetriebnahme:	2010



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit und
Interesse!**

Abb. 22 Solarfeld Gera (Foto: J. Bühl Ilmenau 2003)



Abb. 23 Sonne (Foto: J. Bühl Ilmenau 2008)

Die Vorhaben aus Solarthermie 2000 und Solarthermie 2000 plus werden aktuell mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) über den Projektträger Jülich (PT J) gefördert.

Die Autoren danken für die Unterstützung.

Die Verantwortung für den Inhalt dieses Vortrages liegt bei den Autoren.