

# INUAS-Ringvorlesung «Zukunft urbaner Lebensräume»



# Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume

- **Thermochemische Energieversorgungsnetze**  
Dr. T. Bergmann, S. Danesi, ZHAW IEFE
- **Energieleitplanung – ein Planungsinstrument für eine energieeffiziente Quartiersplanung**  
Dr. S. Rexroth, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- **Bauen mit Klimahüllen**  
Dr. M. Buchholz, Watergy GmbH

Moderation: Vicente Carabias, INE-ZHAW  
Plattform Smart Cities & Regions  
Winterthur, 5.4.2017

# Energie & Gesellschaftliche Integration



Architektur, Gestaltung und  
Bauingenieurwesen



Gesundheit



School of Management  
and Law



School of Engineering



Angewandte Psychologie

Zürcher Fachhochschule



Soziale Arbeit



Angewandte Linguistik



Life Science und Facility  
Management <sup>3</sup>

# Interdisciplinary Platform «Smart Cities & Regions»

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

**zhaw** School of  
Engineering

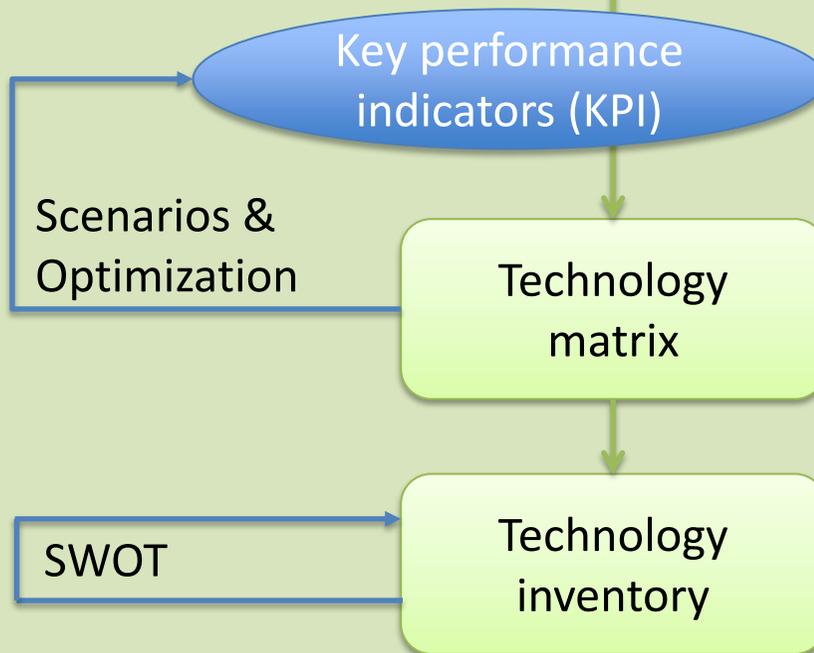
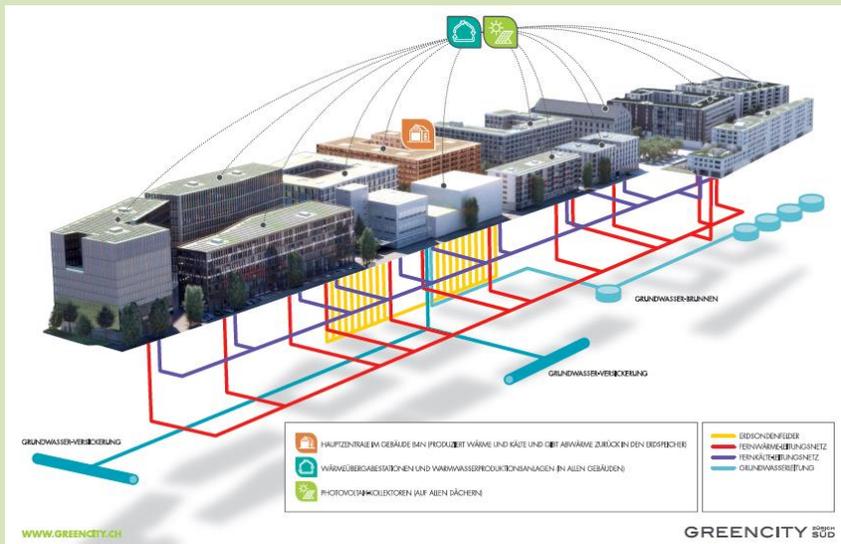


→ **Know-how, RTD, Services, Network**

# SUI work process mini-networks

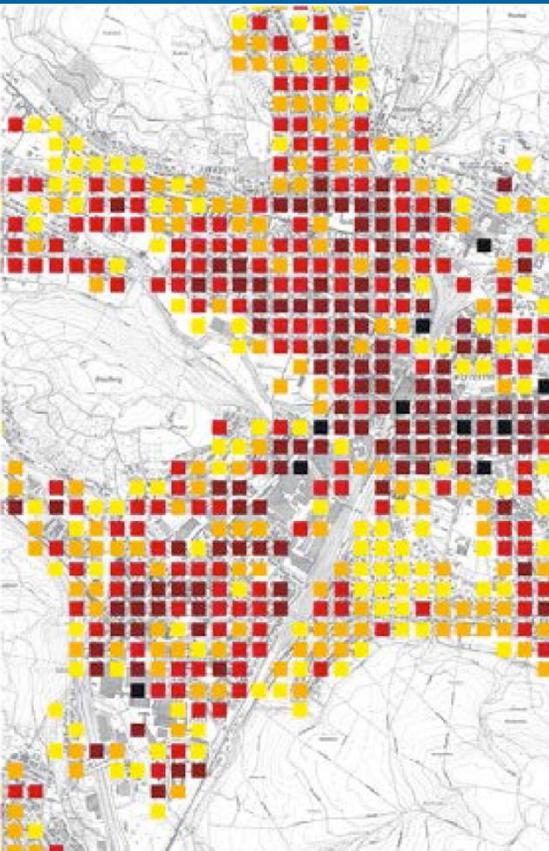
Swiss partners: ZHAW & Anergy

Swiss cases: Greencity Zurich, Werk 1 Winterthur





# Gebäudespezifische Energiedatenbank für die Stadt Winterthur



Wir gratulieren  
• Sandro Mazzier  
Bachelor of Science in Energie- und Umwelttechnik  
• Mauro Schuler  
Bachelor of Science in Energie- und Umwelttechnik  
zum Preis «beste ZHAW-Bachelorarbeit Klimaschutz»  
Präsentiert von:  
Johann Jacob Rieter-Stiftung myblueplanet zhaw

SWISS  
GREEN  
ECONOMY  
SYMPOSIUM  
2016

Kommunaler Energieplan Stadt Winterthur:  
Wärmebedarf Wohnen und Arbeiten im Hektarraster



Nutzungsbedingungen 694656 / 262919 Massstab 1: 999

Informationen

Inhalt Info

Karte auf das interessierende Objekt klicken!

Informationen für ausgewählte Themen bei Koordinate 694548 / Höhe: 420 m):

Die Karte können keine Informationen abgefragt

Informationen

|              |             |
|--------------|-------------|
| Objektnummer |             |
| Objektname   | Lindenplatz |
| Objektnummer | 1           |
| Höhe         | 8408        |
| Ort          | Winterthur  |
| Zeitraum     | gueltig     |
| Benutzer     |             |
| Erstellt     |             |

Visualisierung der Daten im städtischen Geoinformationssystem

# Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume

## Energieleitplanung – ein Planungsinstrument für eine energieeffiziente Quartiersplanung

Dr. S. Rexroth, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Winterthur, 5.4.2017

# Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume

## Thermochemische Energieversorgungsnetze

Dr. T. Bergmann, S. Danesi, ZHAW Institute of Energy  
Systems and Fluid Engineering

Winterthur, 5.4.2017

# Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume

## Bauen mit Klimahüllen

Dr. M. Buchholz, Watergy GmbH

Winterthur, 5.4.2017

# Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume

## Fragen & Diskussionen



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

*University of Applied Sciences*



Winterthur, 5.4.2017

# INUAS-Ringvorlesung «Zukunft urbaner Lebensräume»



**INUAS-  
Apéro**

**STADTWERK**  
WINTERTHUR

# Vicente Carabias, cahu@zhaw.ch

## ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung

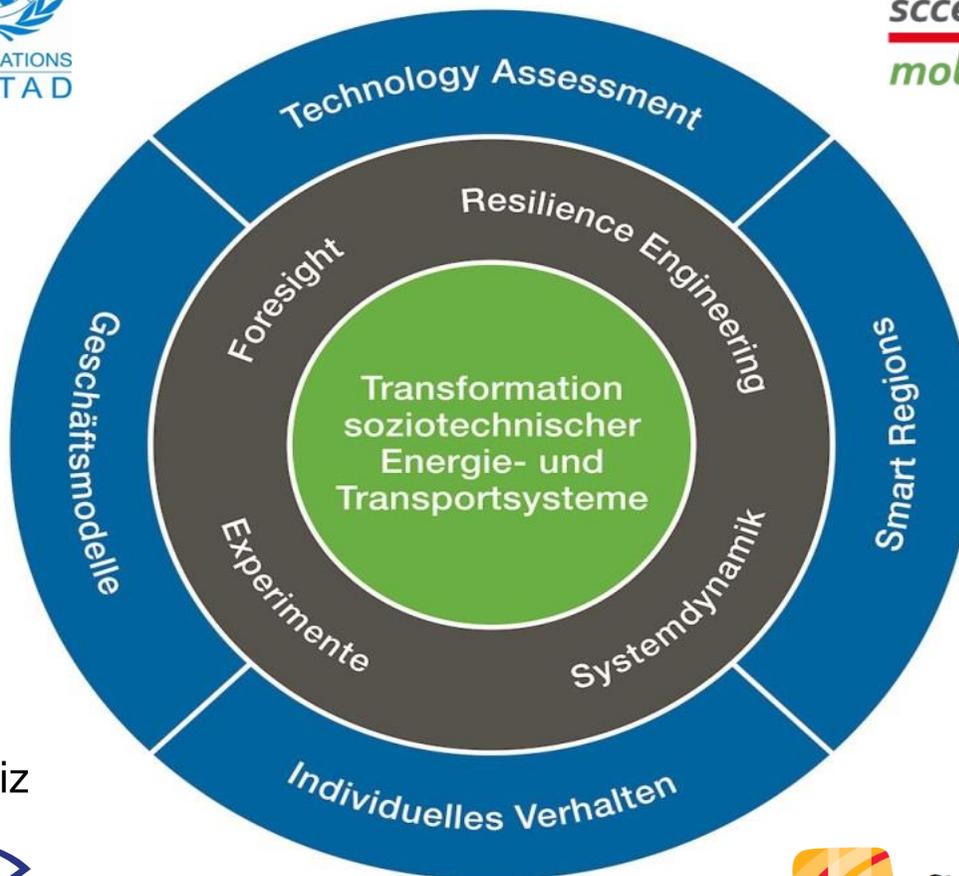


UNITED NATIONS  
UNCTAD



**Energiewende**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 70

International Network of  
**INUAS**  
Universities of Applied Sciences



**KTI City Logistik**



**ebs** EBS-Gruppe



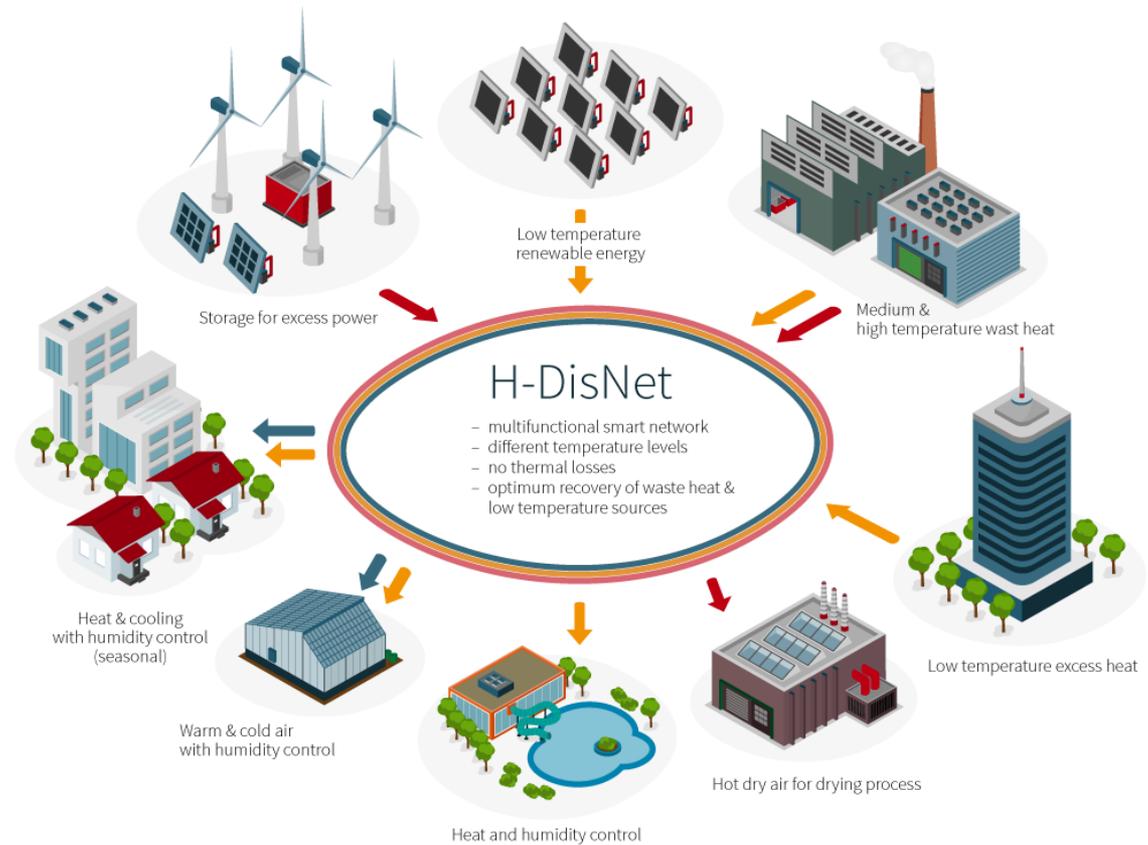
**e** energie schweiz



**Steuerung des Energieverbrauchs**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 71



# Thermochemische Energieversorgungsnetze



Dr. Thomas Bergmann  
[www.iefe.zhaw.ch](http://www.iefe.zhaw.ch)

INUAS-Ringvorlesung  
Innovative Energieversorgungskonzepte urbaner Lebensräume  
5. April 2017, ZHAW / Winterthur

# Inhalt

- **Energiestrategien** und der **Energieerhaltungssatz** - ein Widerspruch?
- **Potentialunterschiede** - was Energie bewegt
- **Wärmepumpe** - Verwandlung vom geschlossenen System zum Netzwerk
- Horizon 2020-Projekt **H-DisNet** - Demonstrationsvorhaben in der Schweiz

# Energieerhaltungssatz

**1841**



Julius Robert Mayer

**1847**



Hermann v. Helmholtz

**Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden**  
(1. Hauptsatz der Thermodynamik)

# Energie - eine Erhaltungsgrösse!

**Energie ist eine Erhaltungsgrösse und kann weder erzeugt noch vernichtet werden!**

## Warum beschäftigt uns das Thema Energie?

- Energiestrategie
- Regenerative Energieerzeugung
- Energieeinsparungspotentiale nutzen ...
  
- Weil Energieformen **nicht uneingeschränkt ineinander umwandelbar** sind.
- Auch bezüglich der **Transport-** und **Lagerfähigkeit** gibt es Einschränkungen.
- => Es gibt **qualitative** Unterschiede bezüglich der Verwendbarkeit von Energie!
  
- **Qualität** (Energieform) sowie **örtliche** und **zeitliche Verfügbarkeit** bestimmen den **Nutzwert von Energie**



# Die Qualität der Energie

1865



Rudolf Clausius

- Definition des Begriffes **Entropie** - eine wissenschaftliche Formulierung unserer Wahrnehmung von Zeit
- Die Änderung der Zustandsgrösse Entropie gibt an, in welcher zeitlichen Richtung Prozesse stattfinden können (2. Hauptsatz der Thermodynamik)
- Energieumwandlungs- und -transportprozesse streben immer ein natürliches Gleichgewicht an
- Entropie ist ein **Qualitätskriterium für Energie**

Um Energie zu bewegen (wandeln) bedarf es eines Ungleichgewichtes in der Natur - einem **Potentialunterschied**

# Potentiale

... um mit **Energie** etwas anfangen zu können, bedarf es eines **"Potentialunterschiedes"**, d.h. eines **"Ungleichgewichtes"** in der Natur

- **elektrisches Potential** => Ladungsunterschied = elektrische Spannung
- **thermisches Potential** => Temperaturunterschied
- **mechanisches Potential** => Druckunterschied
- **chemisches Potential** => Triebkraft für:
  - das Ablaufen chemischer Reaktionen
  - den Phasenwechsel (Änderung des Aggregatzustandes)
  - Diffusion (Ausgleichsprozesse im Raum)



# Trinkvogel - ein Perpetuum Mobile?

- Der Trinkvogel ist eine **Wärme-Kraft-Maschine** und arbeitet wie ein Wärmekraftwerk, wandelt also Wärmeenergie in mechanische Energie um.
- Bei einer Wärme-Kraft-Maschine wird Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau zugeführt (bei konventionellen Wärmekraftwerken kann das bei über  $1000^{\circ}\text{C}$  erfolgen). Ein Teil dieser Energie wird in mechanische Energie umgewandelt und der Rest muss bei einer tieferen Temperatur wieder abgeführt werden (das hat mit der **Entropie** zu tun...).

## Wo nimmt der Vogel seine Energie her?

- Die Antriebsenergie bezieht der Vogel aus der Umgebung!

## Was treibt den Prozess an?

- Der Clou besteht darin, dass der Vogel immer einen kühlen Kopf behält (Temperatur liegt unterhalb der Umgebungstemperatur). Dadurch kann ein **thermischer Potentialunterschied** (Temperaturdifferenz) für die Wärme-Kraft-Maschine genutzt werden, welche zwingend notwendig ist, damit der Prozess funktioniert.
- Den kühlen Kopf bekommt der Vogel durch das Wasser, welches er "trinkt", damit es auf der Kopfoberfläche verdunstet (**Verdunstungskühlung**).
- Der Antrieb für die Verdunstungskühlung ist eine Druckdifferenz (Potentialunterschied!) zwischen dem **Dampfdruck** des Wassers und dem **Partialdruck** des Wasserdampfes in der Luft.



# Energie und Potential

Was passiert, wenn das System Vogel - Luft von der Umgebung getrennt wird?



**Geschlossenes System:**  
Kein Stoffaustausch  
mit der Umgebung!

- Dann liegt ein "**Geschlossenes System**" vor, die Luft sättigt sich mit Wasserdampf bis kein Druckgefälle mehr zwischen dem Dampfdruck und dem Wasserdampfpartialdruck in der Luft besteht (die **relative Feuchte der Luft** beträgt dann 100%).
- **Es steht damit kein Potentialunterschied mehr zur Verfügung, welcher den Prozess ermöglicht.**
- **Auch wenn genug Energie für die Umwandlung in der Umgebung vorhanden ist, der Prozess kommt zum Stillstand!**

# Wärme- und Kraftwerk (Wärme-Kraft-Maschine)

Ein Thermischer Potentialunterschied ermöglicht die Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie



rechts laufend:

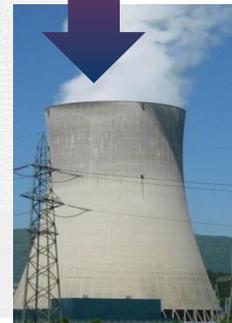
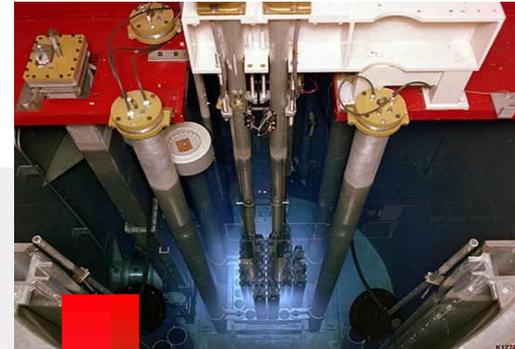


$\downarrow \dot{Q}_{\text{rein}}$



$\rightarrow P_t$

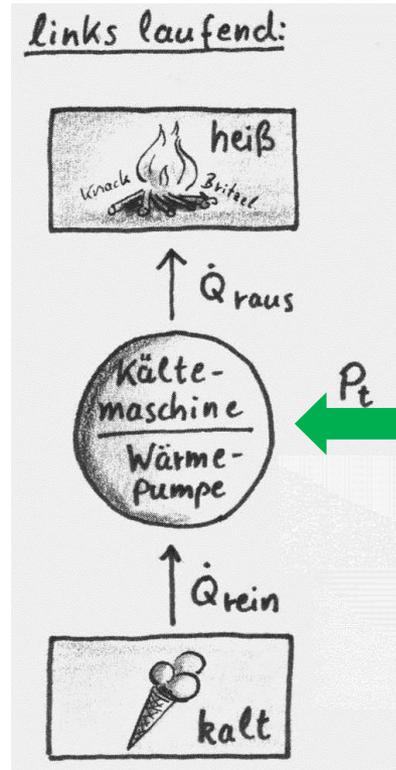
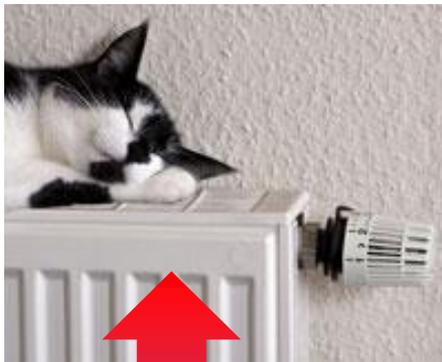
$\downarrow \dot{Q}_{\text{raus}}$



# Wärmepumpen

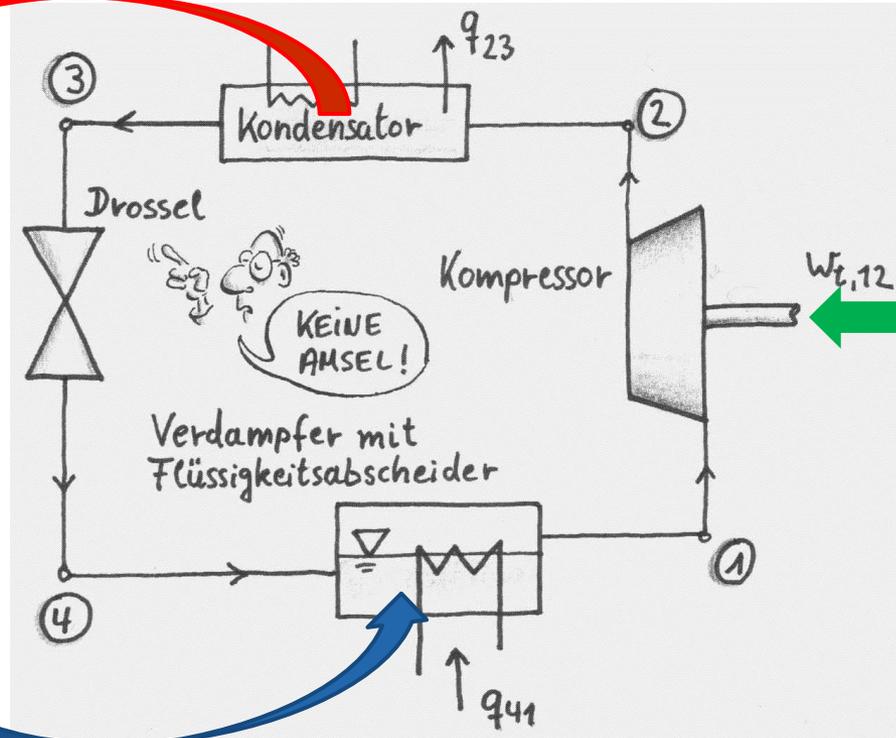
## Wärmepumpe / Kältemaschine = Umkehrung eines Wärmekraftwerkes:

- Bewegung von Wärmeströmen entgegen ihrer natürlichen Richtung mit Hilfe einer mechanischen oder thermischen Antriebsleistung



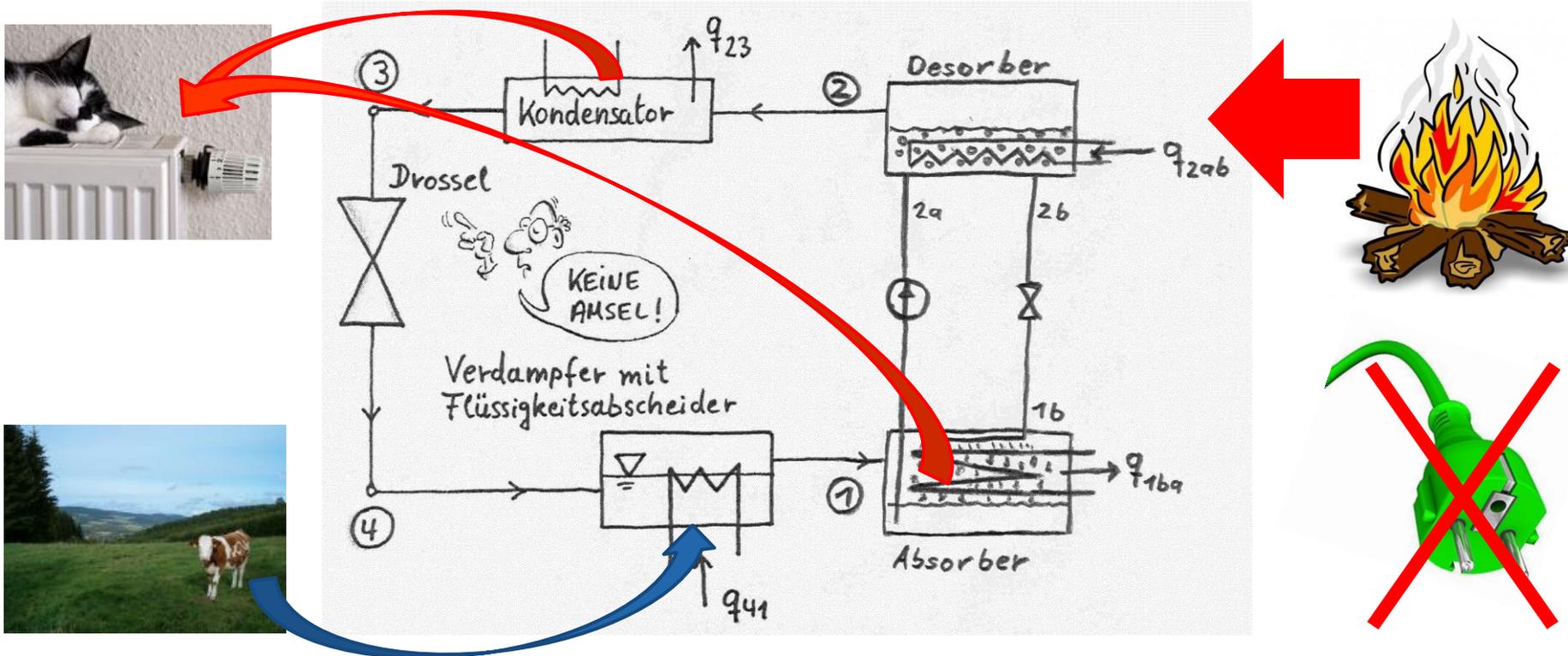
# Wärmepumpen

**Kompressionswärmepumpe => elektrische Antriebsleistung:**



# Wärmepumpen

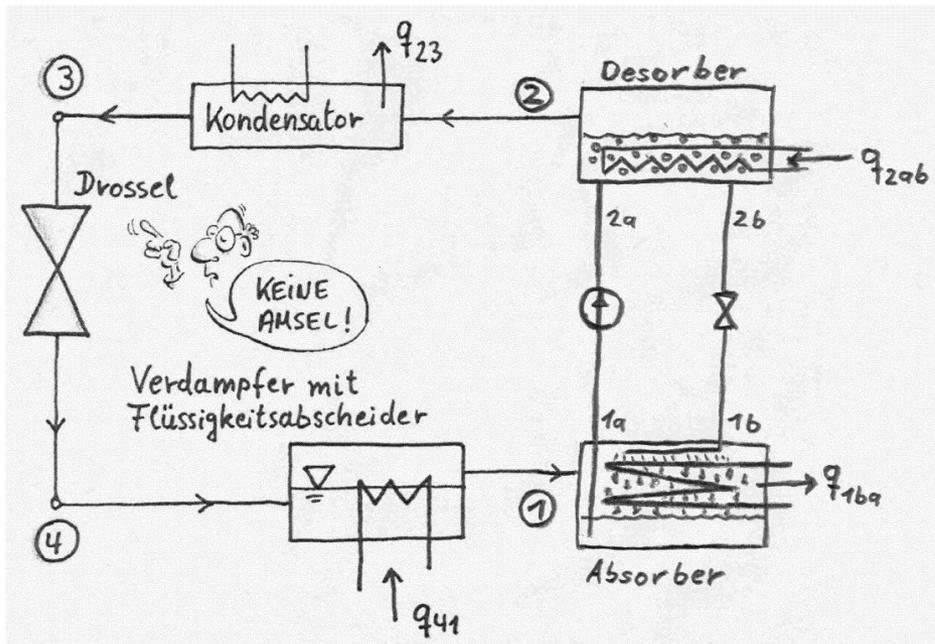
**Absorptionswärmepumpe => thermische Antriebsleistung:**



# Wärmepumpen

## Absorptionswärmepumpe / -kälteanlage als geschlossener Prozess:

- gesamter Prozess läuft in einer geschlossenen Anlage ab
- **Arbeitsmittel** (Absorbat): **Wasser**
- **Absorptionsmittel** (Absorbens): **hygroskopische** (wasseranziehende) **Salzlösung**



Absorptionskälteanlage Flughafen München

# Thermochemische Netze

Auftrennung des Absorptionswärmepumpenprozesses:

=> zeitlich und örtlich variabler Nutzwärmegenerations- und Regenerationszyklus



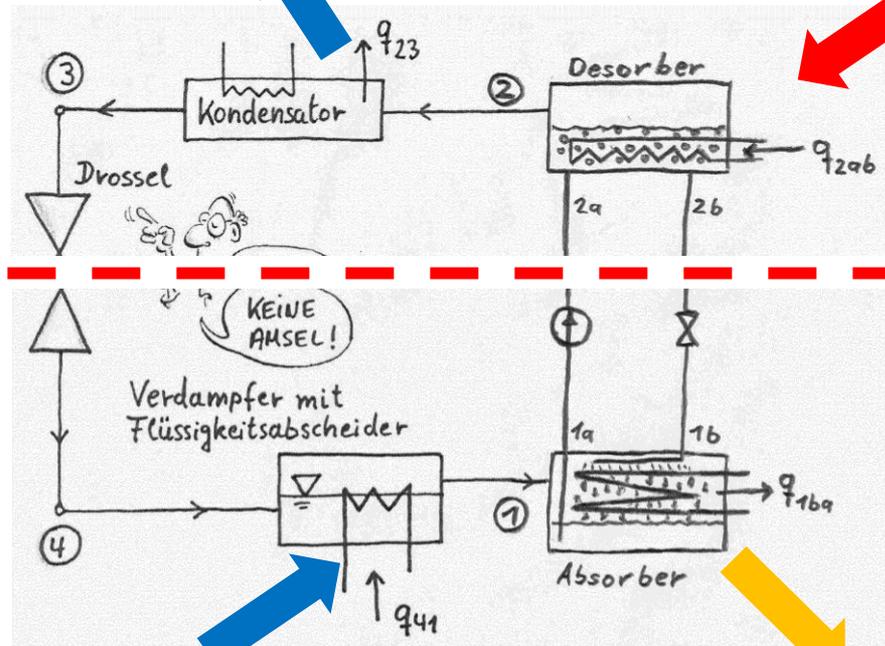
Nutzwärme (niedrige Temperatur)  
oder Abwärme

Antriebswärme  
(hohe Temperatur)

Regeneration



Nutzwärme-  
generierung



Umgebungswärme  
bzw. Abwärme

Nutzwärme



# Thermochemische Netze

## Transport und Speicherung eines chemischen Potentials im Absorptionsmittel

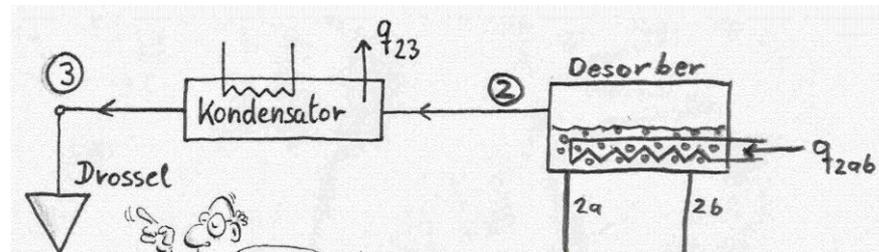
=> Vermögen, aus nicht nutzbarer Energie, wie Umgebungs- bzw. Abwärme, durch anheben (Heizen) oder absenken (Kühlen) des Temperaturniveaus, Nutzenergie zu generieren

## Regeneration

### Arbeitsmittel Wasser

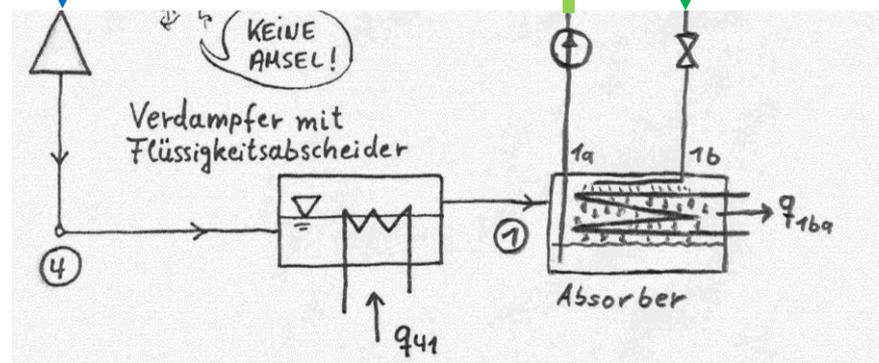
kann an die Umgebung abgegeben bzw. der Umgebung entnommen werden

## Nutzwärme- generierung



### Absorptionsmittel Salzlösung

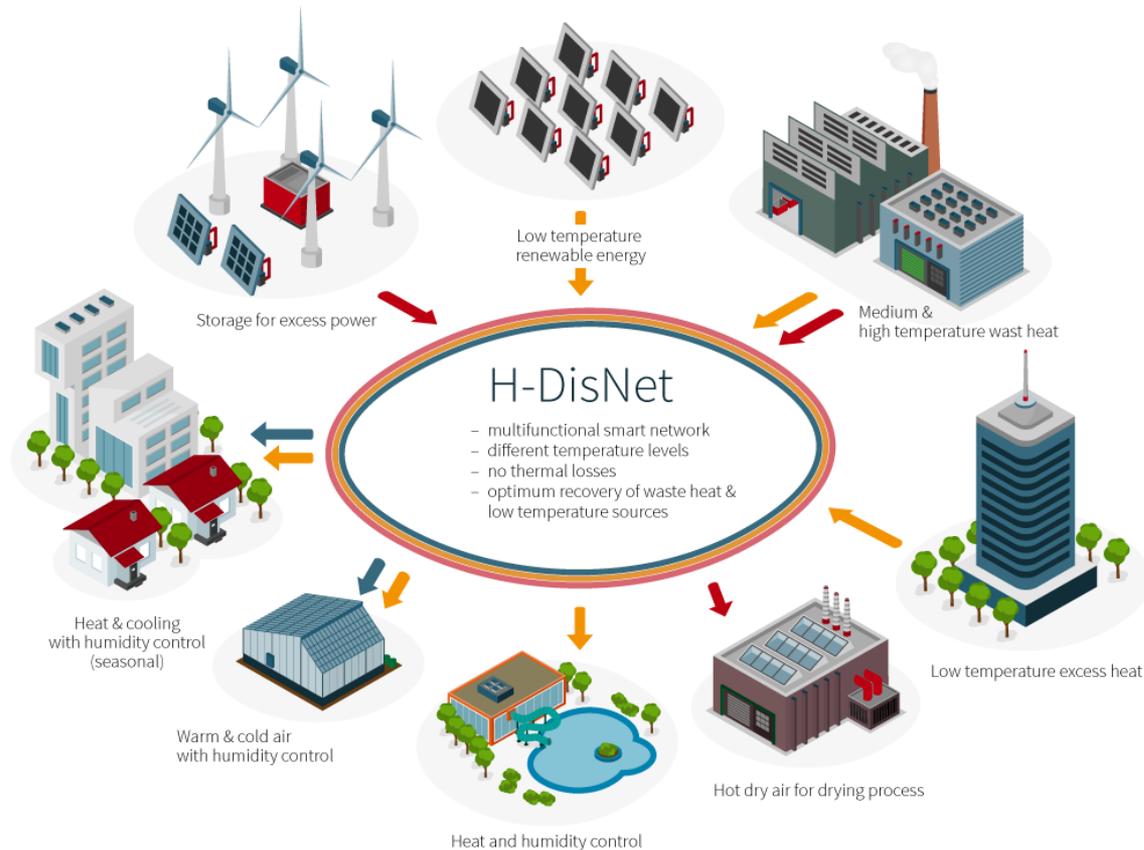
**konzentriert** (arm an Arbeitsmittel) = **hohes chemisches Potential**  
**verdünnt** (reich an Arbeitsmittel) = **geringes chemisches Potential**



# Thermochemische Netze

## Thermochemische Energieversorgungsnetze

- Transport von gespeichertem thermischen bzw. chemischen Potential in Form von konzentrierten Salzlösungen, mit dem am Ort des Wärmebedarfes Nutzwärme produziert werden kann
- hohe "Energiedichte", geringe Investitionskosten, verlustlose Langzeitspeicherung



# Thermochemische Netze

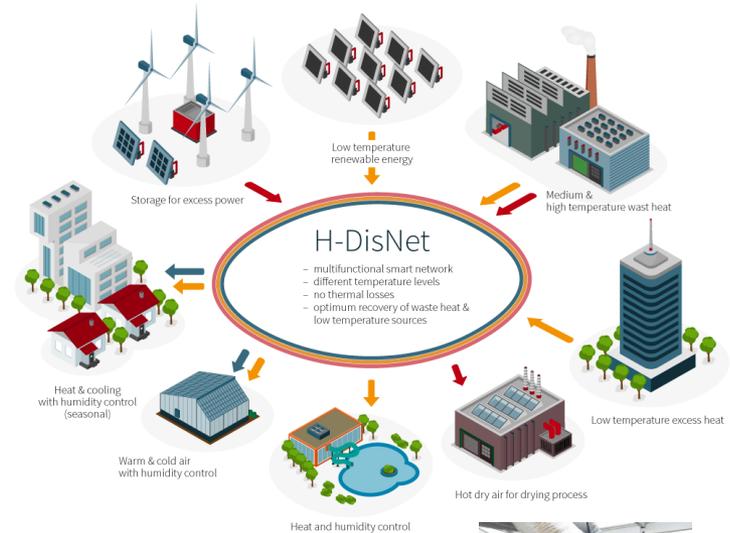
## Thermochemische Energieversorgungsnetze

- Transport von gespeichertem thermischen bzw. chemischen Potential in Form von konzentrierten Salzlösungen, mit dem am Ort des Wärmebedarfes Nutzwärme produziert werden kann
- hohe "Energiedichte", geringe Investitionskosten, verlustlose Langzeitspeicherung

## Horizon 2020-Projekt



## Partner:



## Ziele:

- Entwicklung von Komponenten und Anwendungsstrategien für Regeneration und Nutzwärmegeneration
- Realisierung von Demonstrationsanlagen, Erstellung eines Simulationsmodells
- Potentialanalyse und Modellanpassung



Funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation Programme under grant agreement 695780

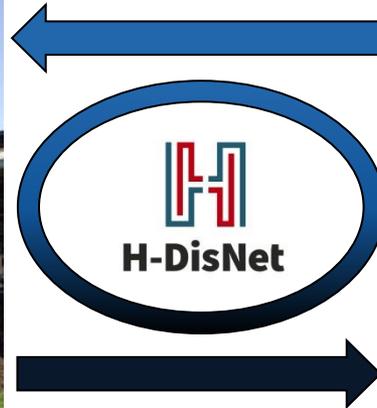
# Demonstrationsprojekt

## Regeneration an einer Biogasanlage



Sunnenhof in Marthalen

Verdünnte  
Salzlösung



Konzentrierte  
Salzlösung

## Klimatisierung von Gewächshäusern



Meyer Ochideen in Wangen (b. Dübendorf)

## Für weitere Informationen:

Dr.-Ing. Thomas Bergmann  
Dozent für thermische Speichersysteme

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
IEFE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering  
Technikumstrasse 9, Postfach  
CH-8401 Winterthur

Tel.: +41 (0)58 934 47 05  
thomas.bergmann@zhaw.ch

[www.iefe.zhaw.ch](http://www.iefe.zhaw.ch)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



© WISTA MG

# ENERGIELEITPLANUNG EIN PLANUNGSINSTRUMENT FÜR EINE ENERGIEEFFIZIENTE QUARTIERS- PLANUNG

PROF. DR.-ING. SUSANNE REXROTH

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT BERLIN

# HTW BERLIN STANDORT CAMPUS WILHELMINENHOFSTRASSE



**70 Studienangebote:** Technik, Informatik, Wirtschaft, Kultur und Gestaltung  
Fächerspektrum von klassischen Disziplinen wie Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Betriebswirtschaftslehre bis zu jüngeren Ausbildungsangeboten wie Facility Management, Wirtschaft und Politik sowie Game Design

## Studierende

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| Studierende insgesamt:           | 13.355         |
| Bachelor-Studierende             | 10.414 (77,9%) |
| Frauen                           | 5.018 (37,6%)  |
| Internationale Studierende       | 2.024 (15,2%)  |
| Studierende im Fernstudium       | 523 (3,9%)     |
| Bachelor-Studierende ohne Abitur | 516 (3,7%)     |

## Beschäftigte

|   |     |
|---|-----|
| Professorinnen & Professoren                  | 270 |
| Lehrbeauftragte                               | 800 |
| Beschäftigte in Technik, Service & Verwaltung | 350 |

## Haushaltseckdaten

|                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Zuschuss vom Land Berlin          | 52 Mio. Euro  |
| Dritt- und Forschungsmiteinnahmen | 9,3 Mio. Euro |

- Erster deutscher Studiengang zu erneuerbaren Energien
- 120 Studienplätze pro Jahr im Bachelor (7 Semester)
- 40 Studienplätze pro Jahr im Master (3 Semester)
- Abschluss: Bachelor of Science (B. Sc.) bzw. Master of Science (M. Sc.)
- insgesamt rund 500 Studierende
- Bereiche: Wind - Photovoltaik - Solarthermie - Geothermie - Biomasse - Energieeffizientes Bauen



Steuerungs- und Planungsinstrument für die effiziente Energieversorgung auf Quartiers- und Gebietsebene

## Ziele

- Entwicklung eines Energienutzungsplans, um den optimalen zukünftigen energetischen Ausbau unter Einbeziehung des Bestandes darzustellen
- Werkzeug zur Koordination der energetischen Entwicklung eines Standorts
- Erleichterung der Projektierung
- Klimaschutzrelevante Bauleitplanung
- Multiplikationseffekt
- Energieeinsparung in Gewerbe-, Technologie- und Industrienutzungen



SIEMENS

htw. Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin  
*University of Applied Sciences*

Berlin Adlershof

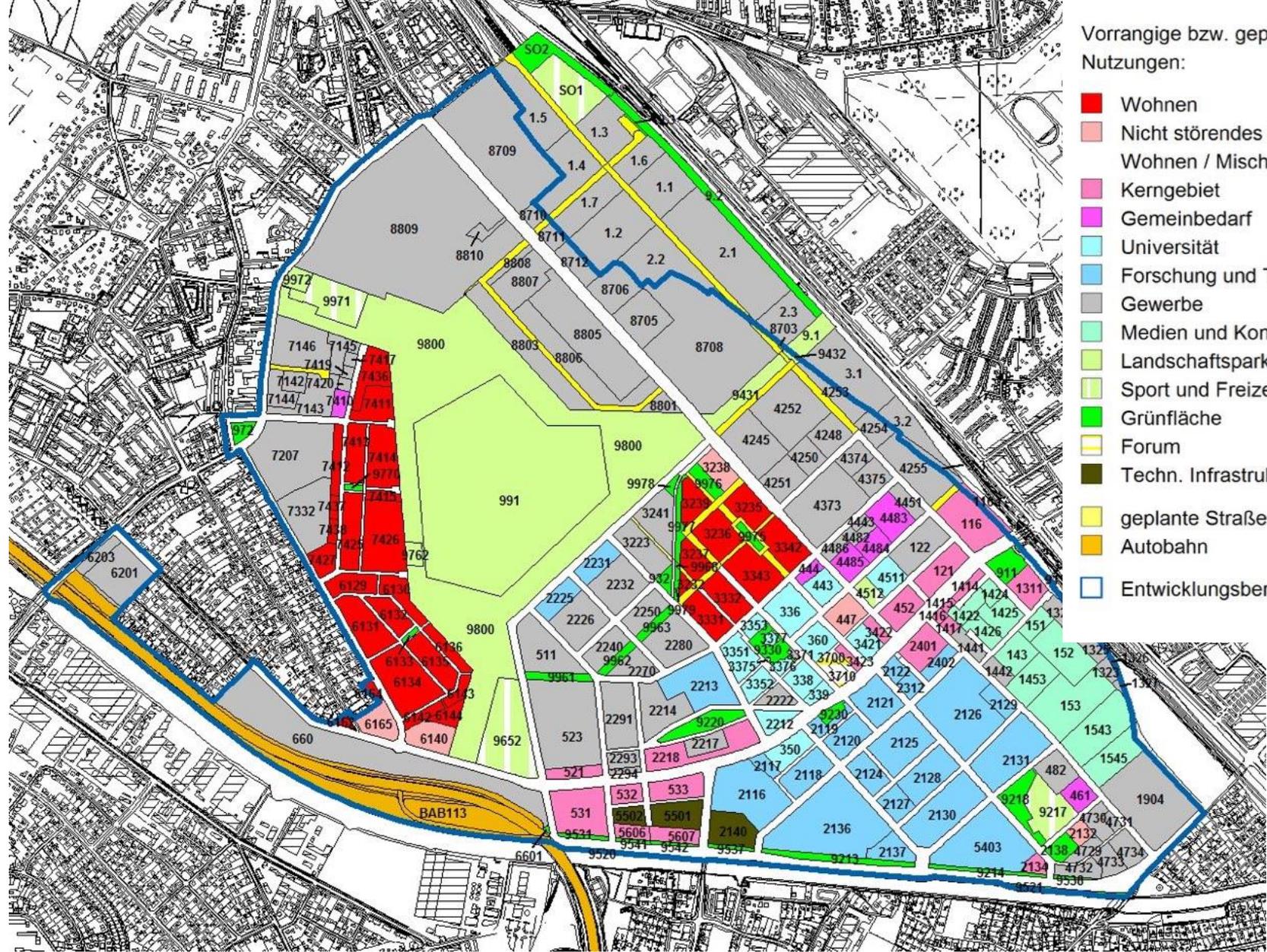


## ENERGIENETZ BERLIN ADLERSHOF

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

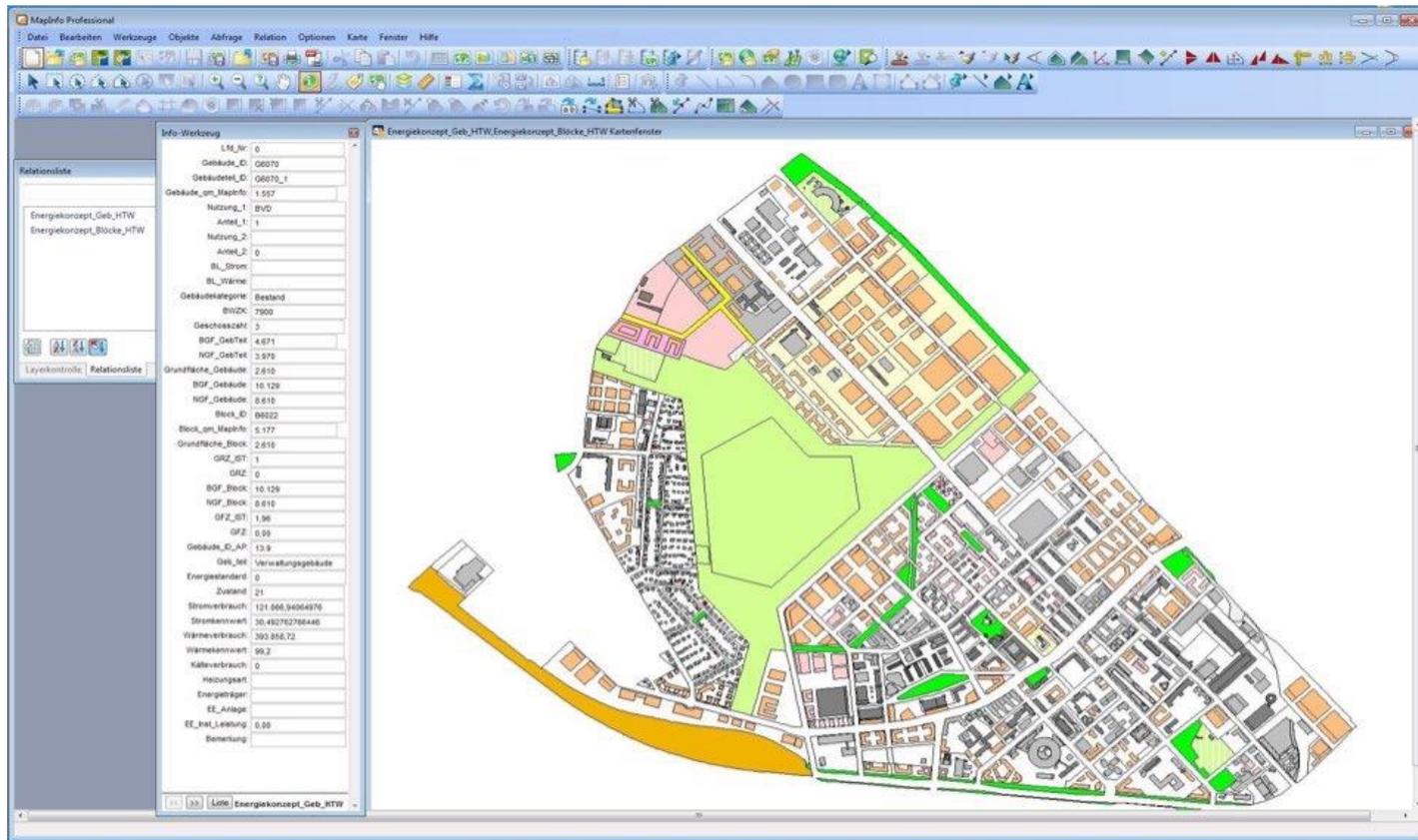


Vorrangige bzw. geplante Nutzungen:

- Wohnen
- Nicht störendes Gewerbe / Wohnen / Mischnutzung
- Kerngebiet
- Gemeinbedarf
- Universität
- Forschung und Technologie
- Gewerbe
- Medien und Kommunikation
- Landschaftspark
- Sport und Freizeit
- Grünfläche
- Forum
- Techn. Infrastruktur
- geplante Straßen
- Autobahn
- Entwicklungsbereichsgrenze

# AUFGABENSTELLUNG UND LÖSUNGSANSATZ

- Entwicklung eines Planungsinstrumentes unter unklaren Rahmenbedingungen
- Ermittlung von Energiekennzahlen und Typologien
- Standortspezifische Modellentwicklung zur gebäude- und nutzungsbezogenen Bestimmung von Energiekennzahlen
- Prozessorientierte Variantenentwicklung hinsichtlich Nutzungsintensität und Energieversorgung



MapInfo Professional - [Energiekonzept\_Geb\_HTW Anzeigefenster]

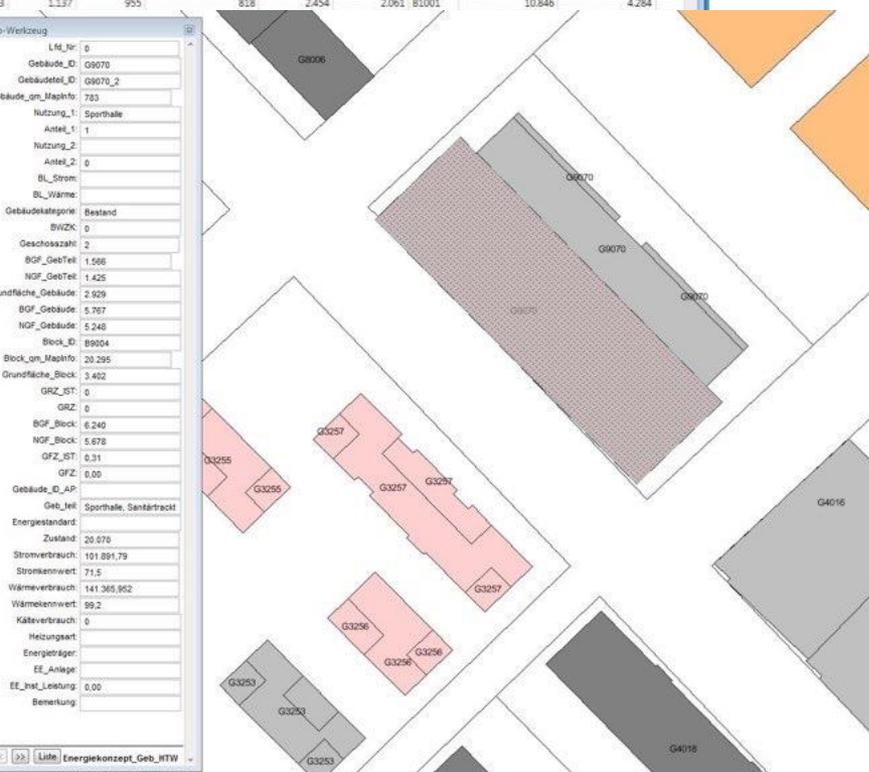
Datei  Bearbeiten  Werkzeuge  Objekte  Abfrage  Relation  Optionen  Anzeige  Fenster  Hilfe

| Lfd_Nr | Gebäude_ID | GebäudeID | Gebäude_qm_MapInfo | Nutzung_1 | Anteil_1 | Nutzung_2 | Anteil_2 | BL_Strom | BL_Wärme | Gebäudekategorie | BWZK | Geschosszahl | BGF_GebTeil | NGF_GebTeil | Grundfläche_Gebäude | BGF_Gebäude | NGF_Gebäude | Block_ID | Block_qm_MapInfo | Grundfläche_Block | GRZ |
|--------|------------|-----------|--------------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------------|------|--------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|----------|------------------|-------------------|-----|
| 0      | G1001      | G1001_1   | 593                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 4            | 2.372       | 1.992       | 593                 | 2.372       | 1.992       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1002      | G1002_1   | 425                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 4            | 1.700       | 1.428       | 425                 | 1.700       | 1.428       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1003      | G1003_3   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1003      | G1003_2   | 60                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 180         | 151         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1003      | G1003_1   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1004      | G1004_3   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1004      | G1004_2   | 60                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1004      | G1004_1   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1005      | G1005_1   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1005      | G1005_2   | 57                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1005      | G1005_3   | 379                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 3            | 1.137       | 955         | 818                 | 2.454       | 2.061       | 81001    | 10.846           | 4.284             |     |
| 0      | G1006      | G1006_1   | 360                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1007      | G1007_1   | 354                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1008      | G1008_1   | 360                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1009      | G1009_1   | 481                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1010      | G1010_1   | 547                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1011      | G1011_1   | 548                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1012      | G1012_1   | 482                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1013      | G1013_1   | 481                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1014      | G1014_1   | 550                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1015      | G1015_2   | 283                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1015      | G1015_1   | 306                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1016      | G1016_1   | 503                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1017      | G1017_1   | 503                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1018      | G1018_1   | 73                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1018      | G1018_2   | 73                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_6   | 12                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_8   | 46                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_9   | 12                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_10  | 14                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_11  | 47                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_5   | 22                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_1   | 38                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_2   | 22                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_3   | 12                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_4   | 37                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_7   | 14                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1019      | G1019_12  | 12                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1020      | G1020_1   | 288                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1021      | G1021_1   | 289                | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Bestand          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1022      | G1022_2   | 73                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1022      | G1022_1   | 73                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1023      | G1023_4   | 38                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1023      | G1023_8   | 22                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |
| 0      | G1023      | G1023_10  | 12                 | Wohnen    | 1        |           |          |          |          | Planung          | 0    | 0            |             |             |                     |             |             |          |                  |                   |     |

Datensätze 1 - 45 von 1930

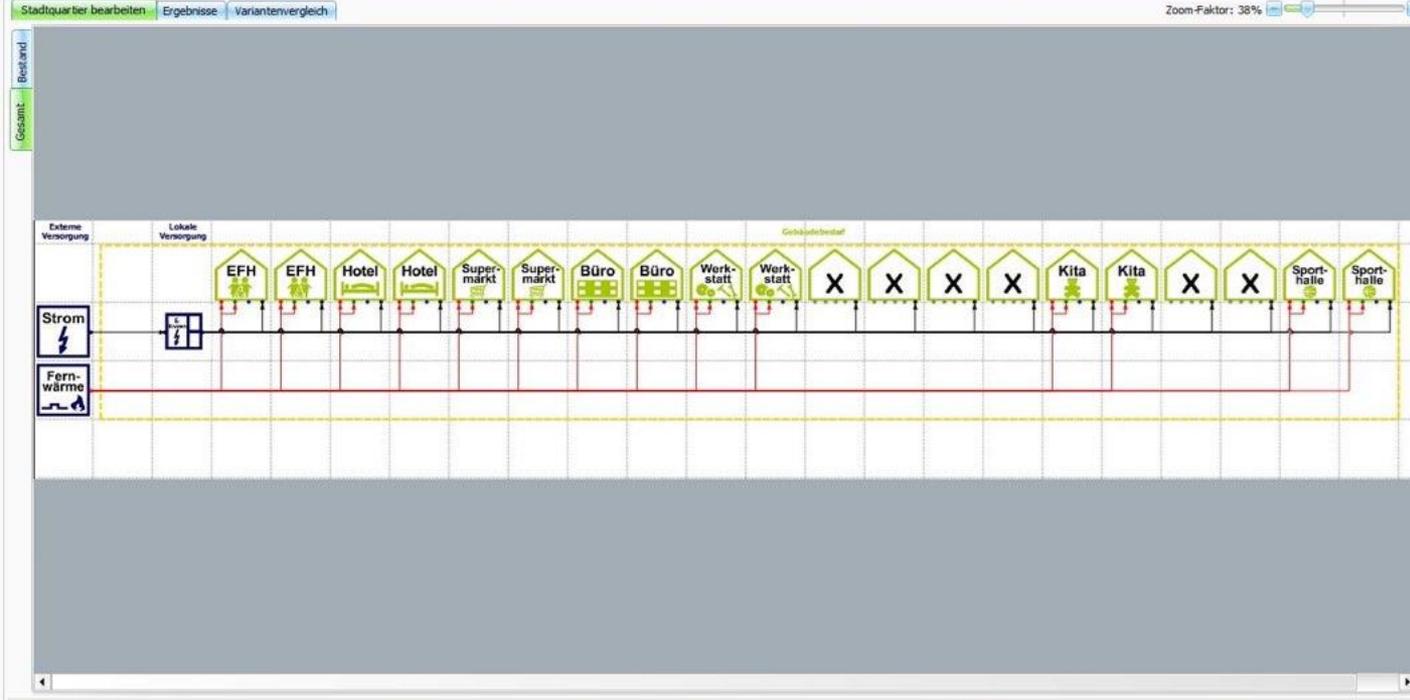
Info-Werkzeug

Lfd\_Nr: 0  
 Gebäude\_ID: G0070  
 GebäudeID: G0070\_2  
 Gebäude\_qm\_MapInfo: 783  
 Nutzung\_1: Sporthalle  
 Anteil\_1: 1  
 Nutzung\_2: 0  
 Anteil\_2: 0  
 BL\_Strom: 0  
 BL\_Wärme: 0  
 Gebäudekategorie: Bestand  
 BWZK: 0  
 Geschosszahl: 2  
 BGF\_GebTeil: 1.586  
 NGF\_GebTeil: 1.425  
 Grundfläche\_Gebäude: 2.929  
 BGF\_Gebäude: 5.767  
 NGF\_Gebäude: 5.248  
 Block\_ID: 89004  
 Block\_qm\_MapInfo: 20.295  
 Grundfläche\_Block: 3.402  
 GRZ IST: 0  
 GRZ: 0  
 BGF\_Block: 6.240  
 NGF\_Block: 5.678  
 GFZ IST: 0.31  
 GFZ: 0.00  
 Gebäude\_ID\_AP: 0  
 Geb\_Teil: Sporthalle, Senktracht  
 Energiestandard: 0  
 Zustand: 20.070  
 Stromverbrauch: 101.891,79  
 Stromkennwert: 71,5  
 Wärmeverbrauch: 141.365,602  
 Wärmekennwert: 99,2  
 Kälteverbrauch: 0  
 Heizungsart: 0  
 Energieträger: 0  
 EE-Anlage: 0  
 EE\_Int\_Leistung: 0,00  
 Bemerkung:





## Bewertung der Energieeffizienz von Stadtquartieren



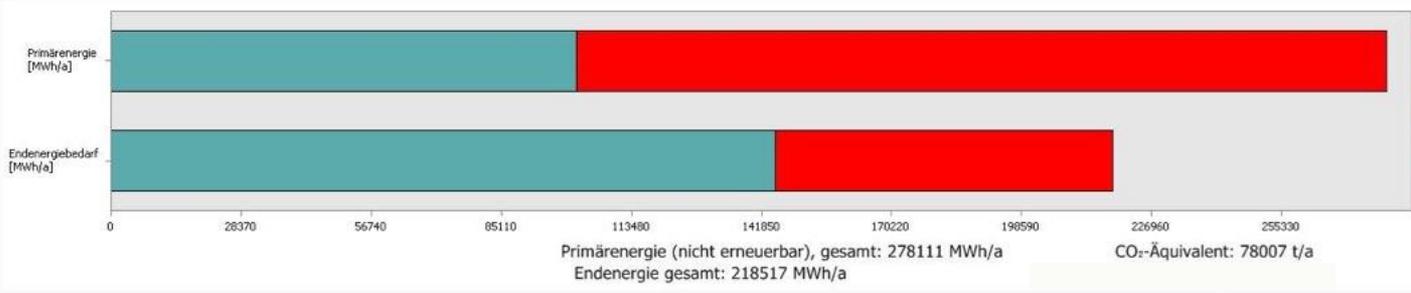
### Wohngebäude

- EFH 20 Einfamilienhaus
- EFH 25 L Grosses Einfamilienhaus
- RH 20 Reihenhaus
- MFH Block 20 Mehrfamilienhaus Block
- Hochhaus 20 Hochhaus
- X Offener Gebäudetyp

Wohngebäude Nichtwohngebäude

Typgebäude Hilfe

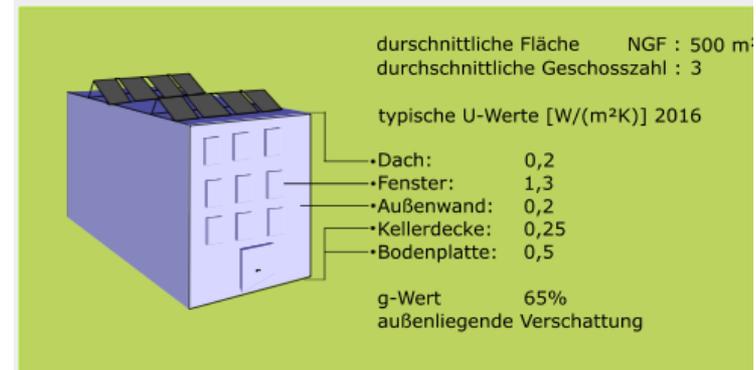
Ergebnisse Gesamtergebnisse Werte anzeigen Dynamisch skalieren Max. Energiewert 1.000,00 MWh/a



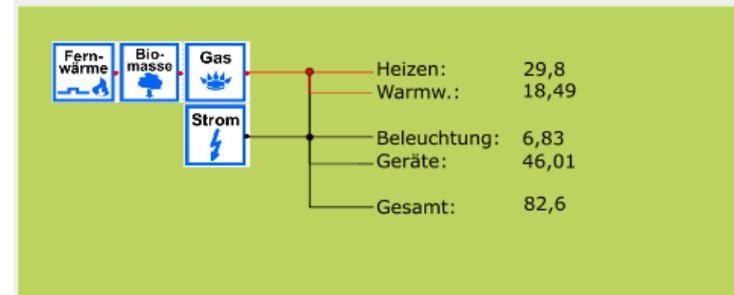
- Umweltenergie/ Außenluftwärme-pumpe
- Abwärme
- Solarthermie
- Erdwärme
- PV
- Windkraft
- Mikro-BHKW
- Strom
- Gas
- Heizöl
- Fernkälte
- Fernwärme
- Biomasse
- Biogas
- Biöl
- Abfall
- EE-Stromeinspeisung in E-Knoten

# BEISPIEL FÜR EINEN „X-BAUSTEIN“

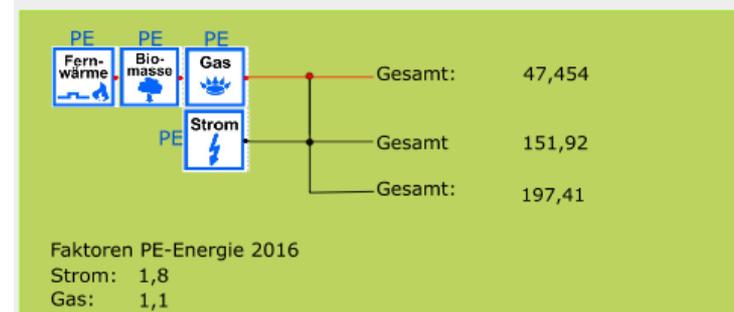
## Steckbrief X-Baustein: Wohnheim



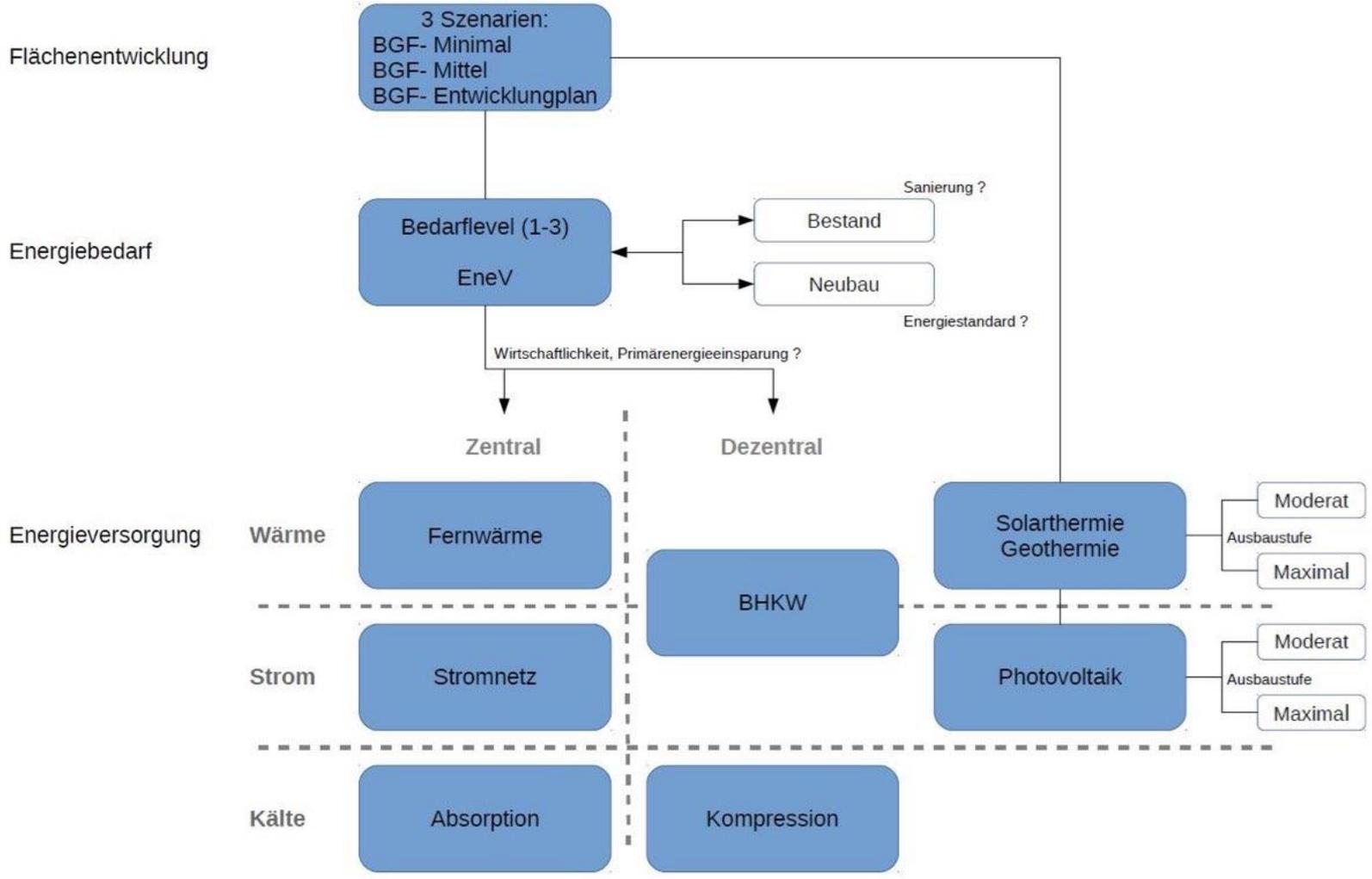
## Endenergiebedarf in MWh/a



## Primärenergiebedarf MWh/a

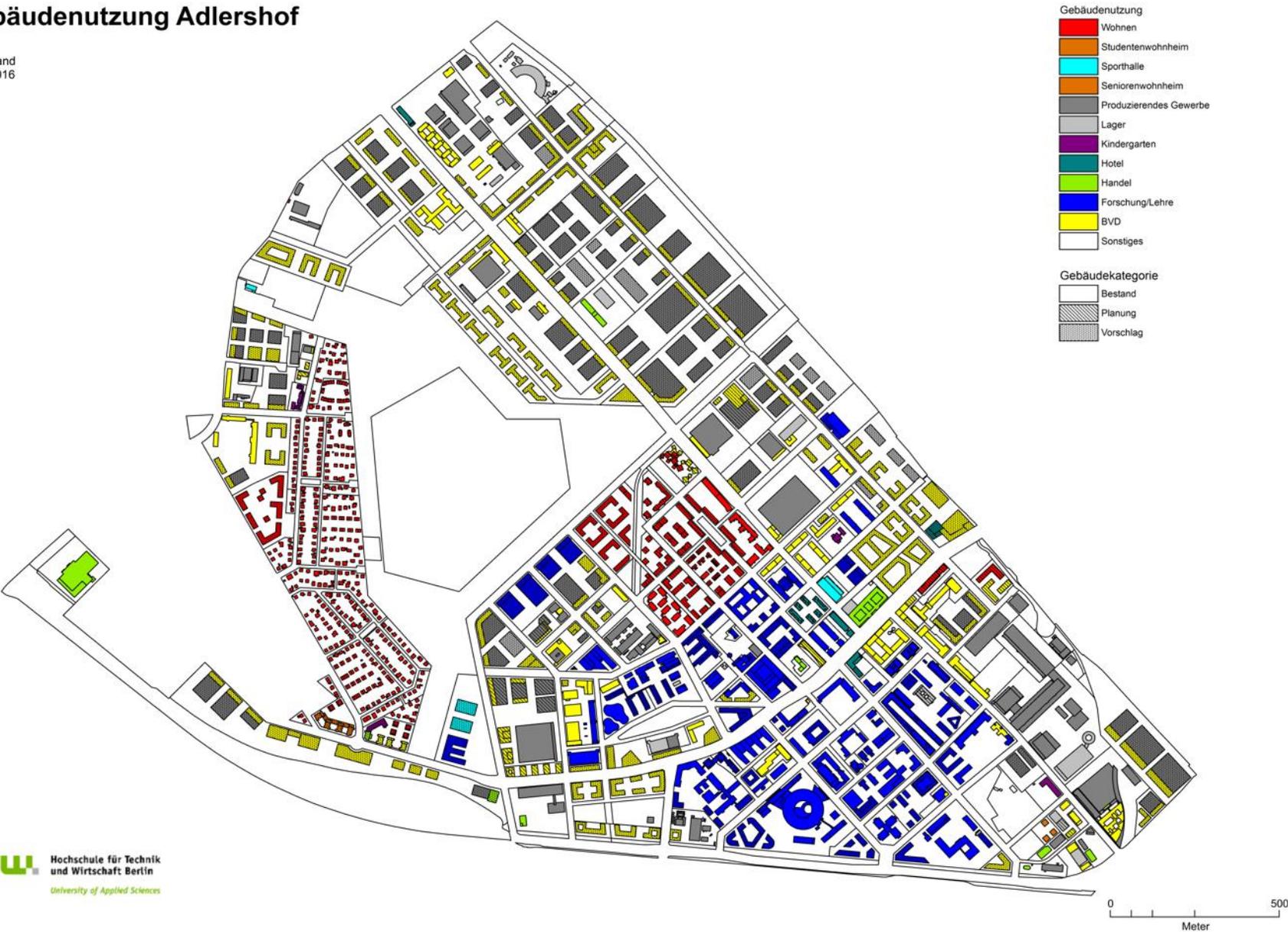


# Konzept Energieleitplanung



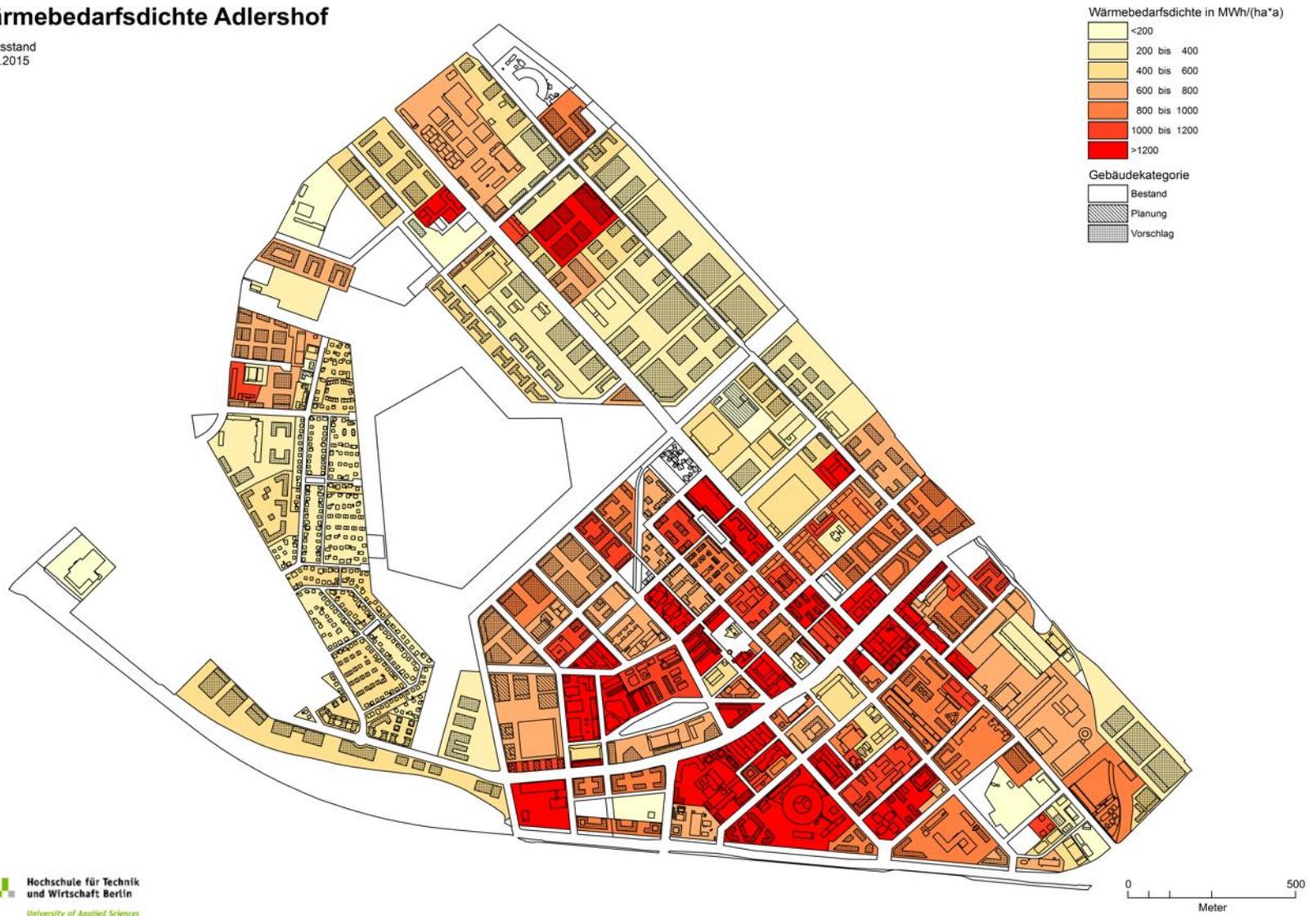
# Gebäudenutzung Adlershof

Arbeitsstand  
08.01.2016



# Wärmebedarfsdichte Adlershof

Arbeitsstand  
17.12.2015



# Strombedarfsdichte Adlershof

Arbeitsstand  
17.12.2015



# AUSBLICK: EINE „ENERGIEKARTE ADLERSHOF“

- Kein neues Tool für eine Energieleitplanung
- Tool zur Visualisierung/Präsentation von vorhandenen Kenndaten
- Schwerpunkt liegt auf der Nutzerfreundlichkeit:
  - Aufbereitung der Themenkarten mit MapInfo
  - Abruf der Karten über ein Browserfenster



PROF. DR.-ING. SUSANNE REXROTH  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT (HTW) BERLIN  
FACHBEREICH 1 – STUDIENGANG REGENERATIVE ENERGIEN

[susanne.rexroth@htw-berlin.de](mailto:susanne.rexroth@htw-berlin.de)



Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin

*University of Applied Sciences*

# Bauen mit Klimahüllen

Dr. – Ing. Martin Buchholz  
Watergy GmbH Berlin

INUAS Ringvorlesung  
ZHAW Winterthur, 05. April 2017

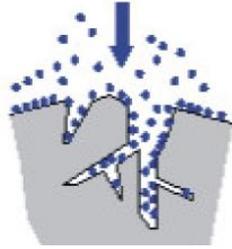


Evaporation = Cooling (680 kWh / m<sup>3</sup>)



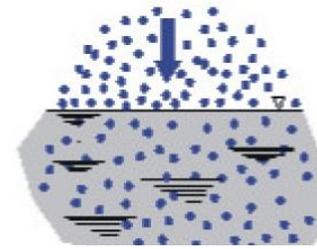
Condensation = Heating (680 kWh / m<sup>3</sup>)

Ad-sorption



Exotherm

Ab-sorption



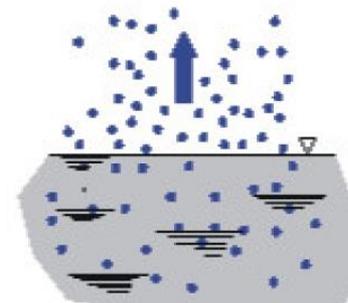
Exotherm

De-sorption



Endotherm

De-sorption

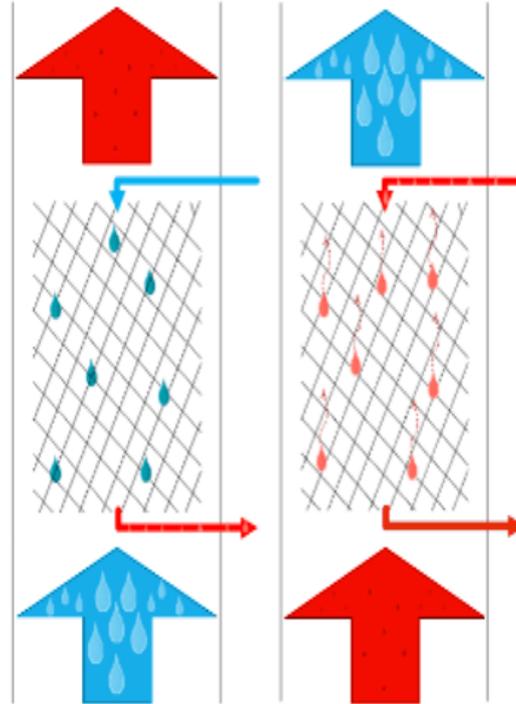


Endotherm

# Thermo-chemical technology: Absorption / Desorption

## Absorption

- Humidity uptake
- Heat generation
- Dehumidification
- Cooling supply
- Heat recovery / latent energy recovery



## Desorption

- Regeneration by excess heat / renewables
- Air humidification

# Desiccant Networks

## Watergy Desiccant Energy Networks

Waste heat valorisation for desiccant regeneration, transport and storage of concentrated desiccant solutions within an urban desiccant network to applications with high humidity load.

### Industrial Drying

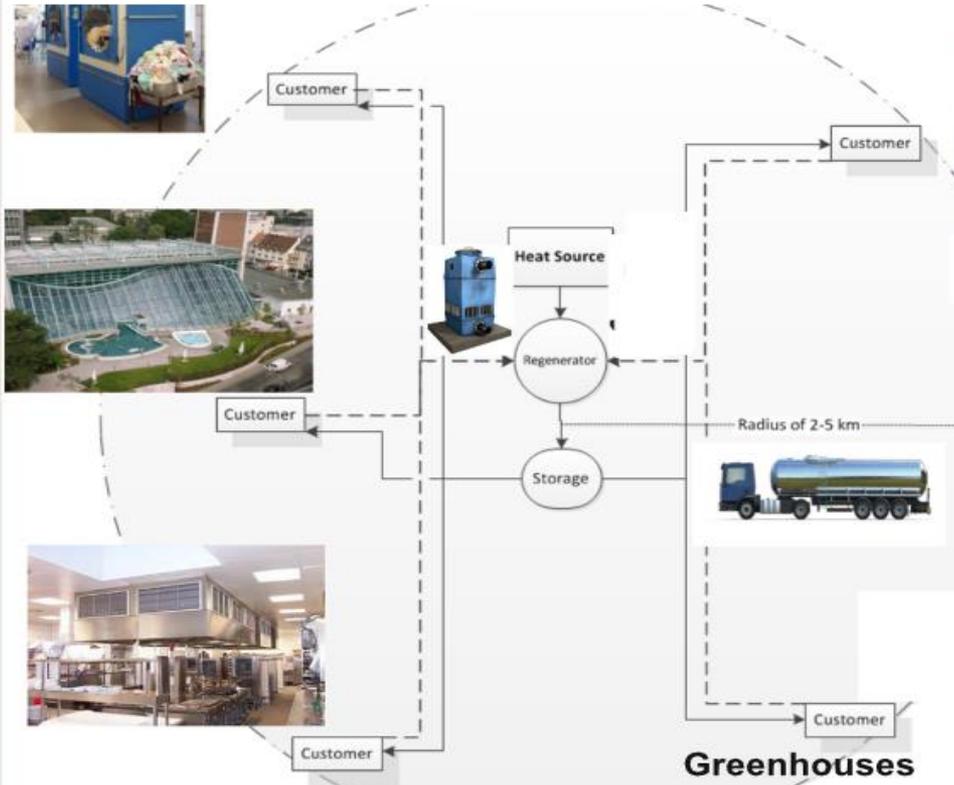
Loungery, Wood, Paper, Textile, Food, etc.



### Swimming- and sport facilities

### Buildings

High internal occupancy (schools, conference rooms) Restaurants, Kitchen



### Building integrated greenhouses

- Facade- and rooftop greenhouses
- Urban gardening
- Climate envelopes
- Humid air - solar collectors

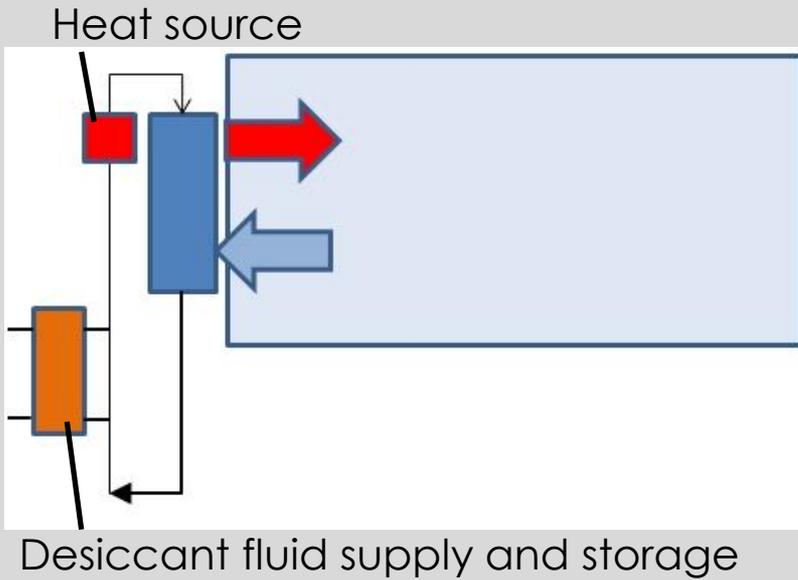
### Greenhouses

Production greenhouses  
Research greenhouses

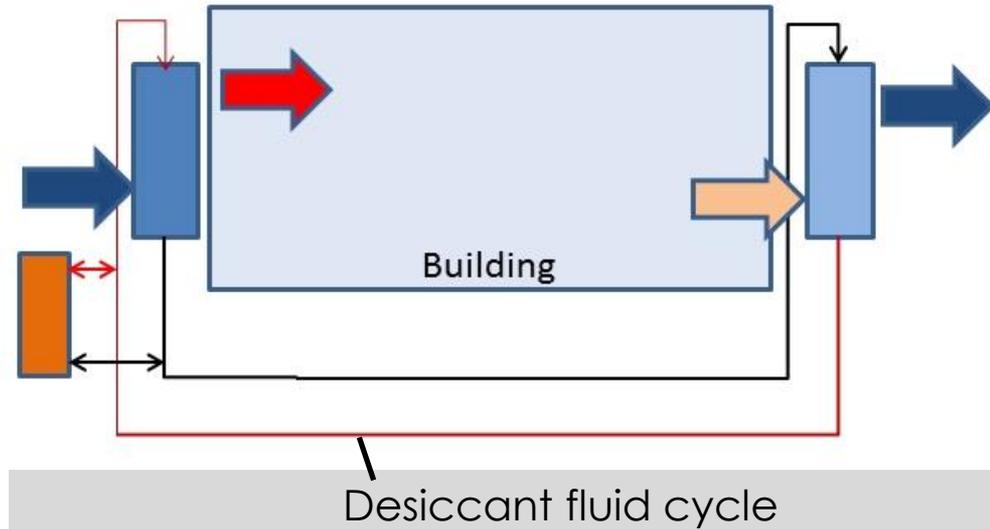


# Service heating

Air circulation mode

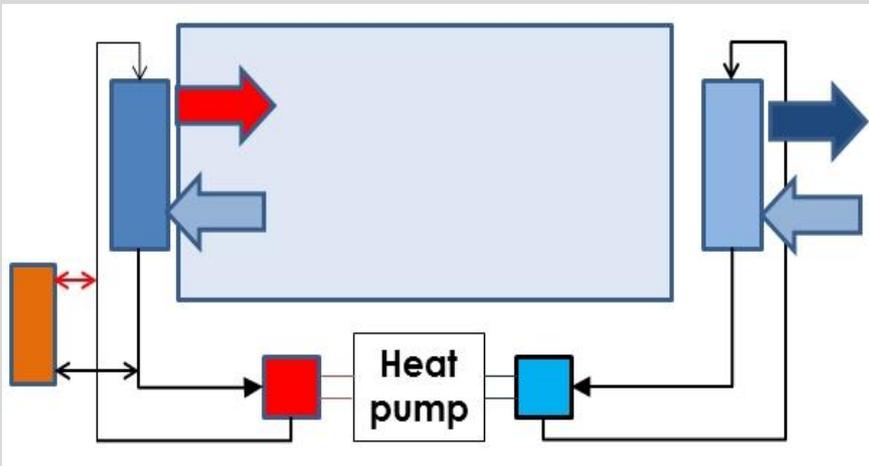


Heat recovery mode

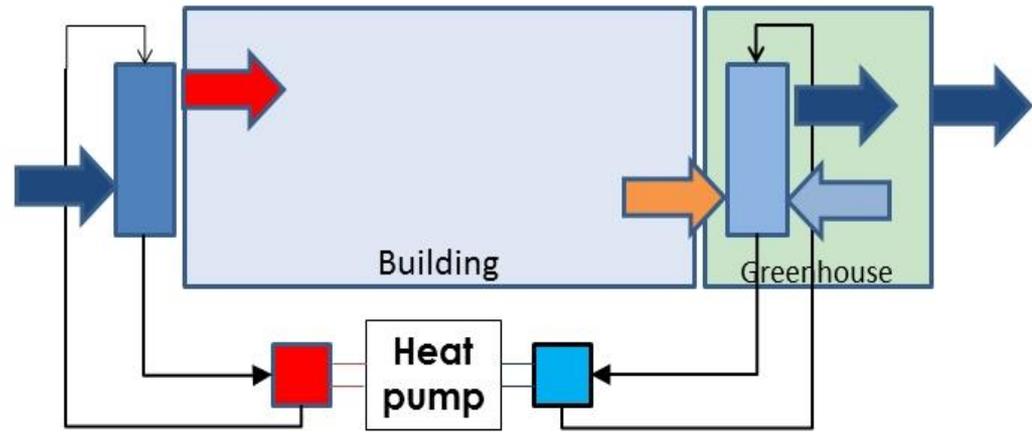


# Service heating

Heat pump assisted heating

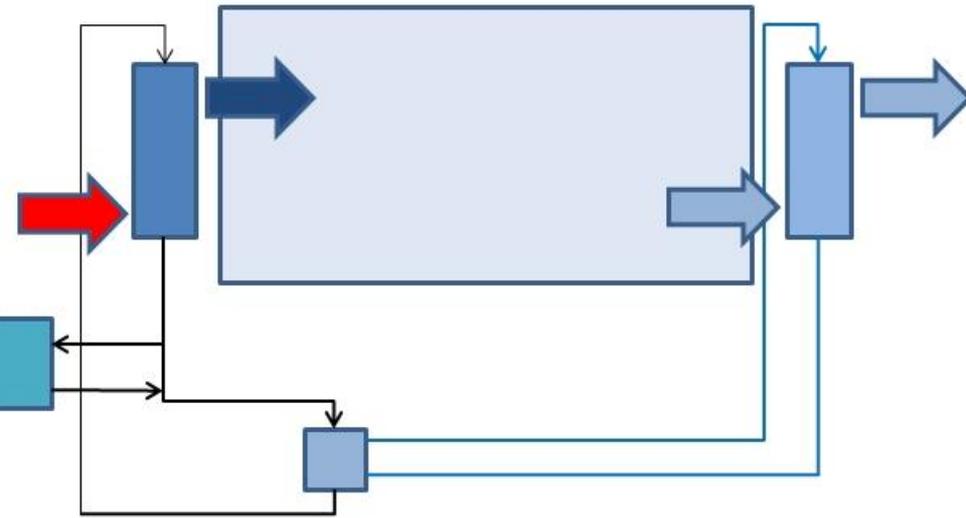


Humid air solar collector integration

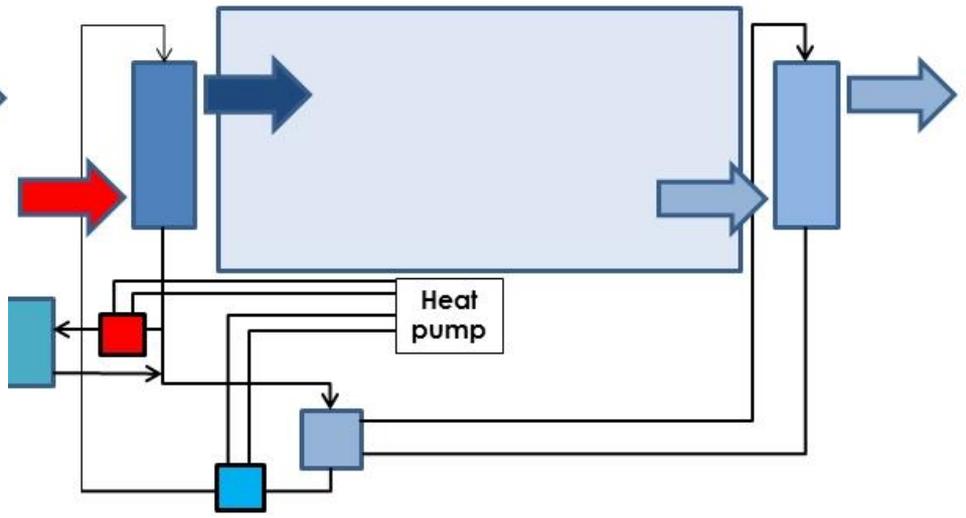


# Service cooling

LDAC Desiccant/Evaporative Cooling



Heat pump add on





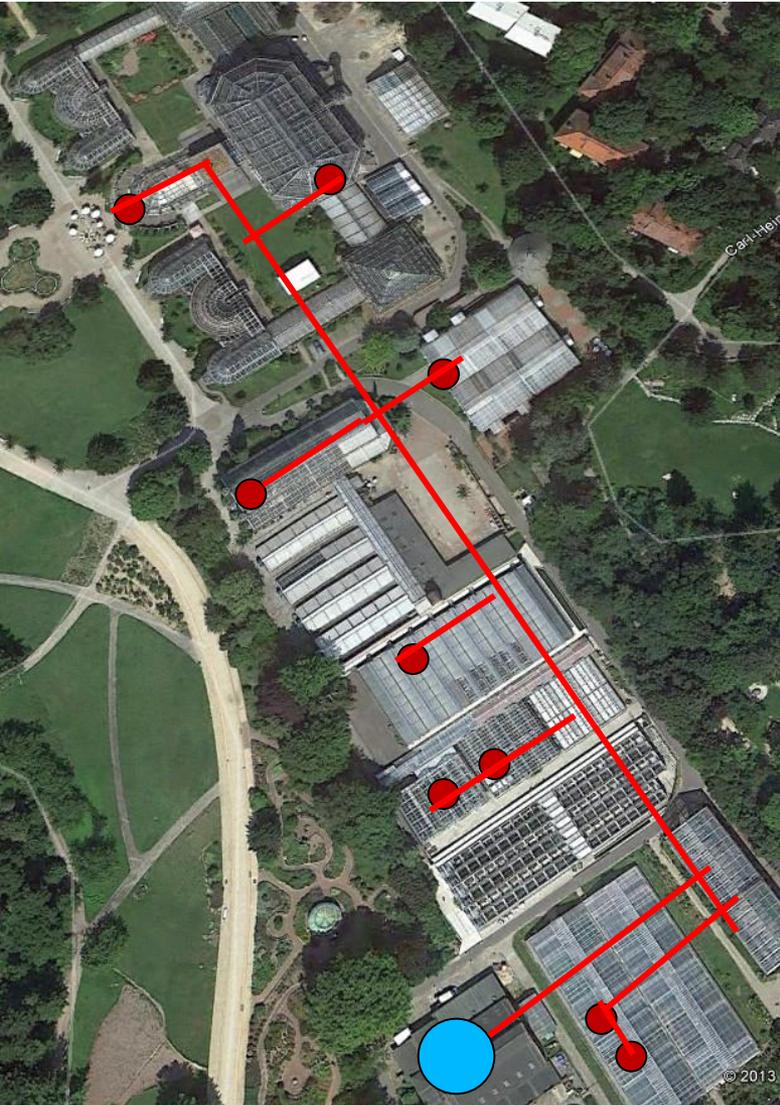


Packing of Watergy direct contact desiccant to air heat exchanger





Pilot plant for air dehumidification in Tropical Greenhouse;  
Absorber/Dehumidifier and Desorber/Regenerator



Concept to integrate desiccant network in Botanic garden, supplying several greenhouses with central desorber/regenerator using

- the return flow of the distance heat network, or
- using a source of waste heat in the neighbourhood





Research LAB at TU Berlin, Building Technology and Design for Liquid Desiccant Air Conditioning System and integrated urban greenhouse for solar humid air supply



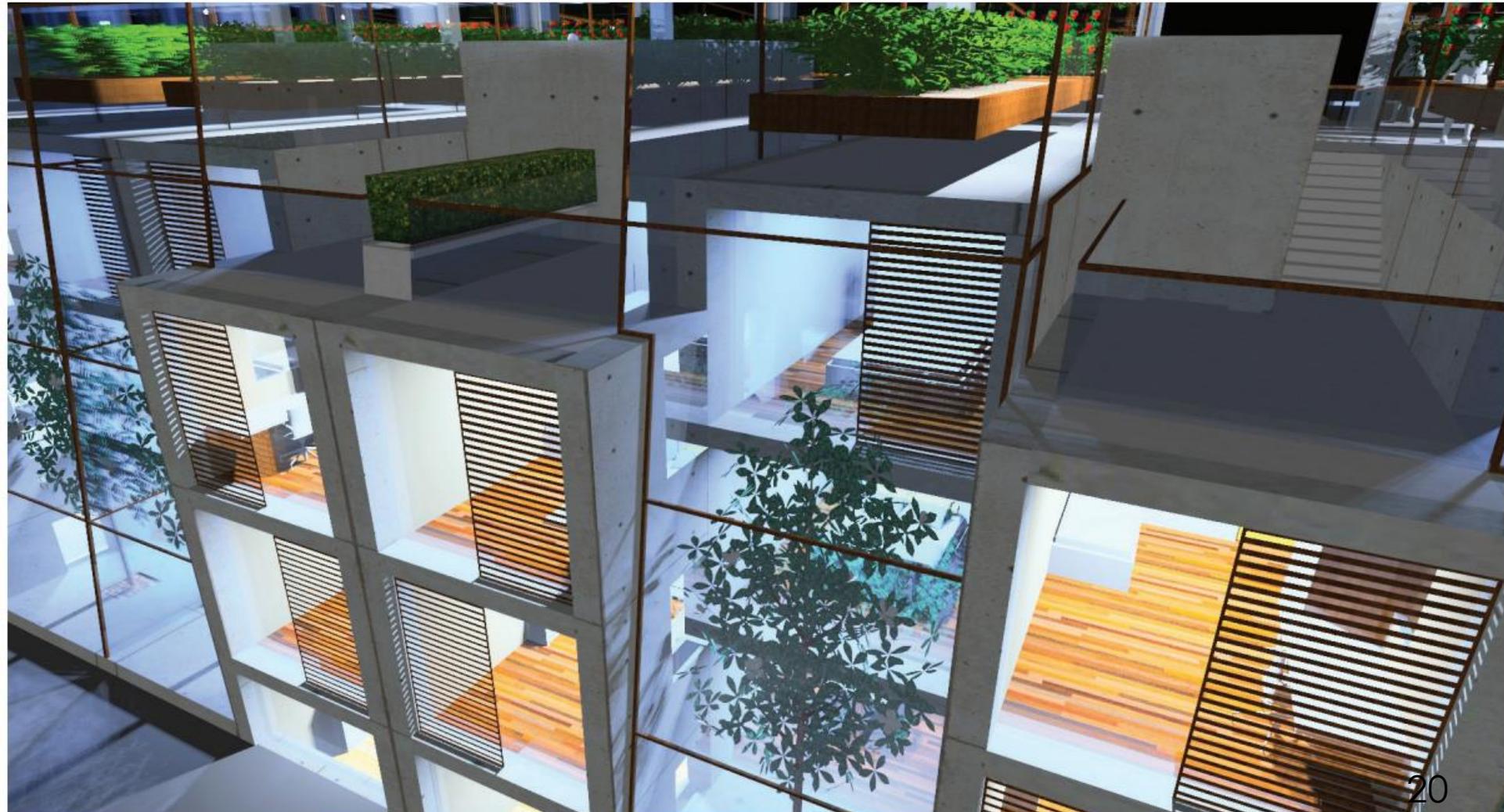


Watergy, Berlin



Design for Plus Energy Building Berlin, Fasanenstrasse  
(with Studioberlin Architekten, Berlin)

Abb./ Fig.31: Townhouse- Gruppe mit integrierten Gewächshäusern/ Townhouse group with integrated greenhouses



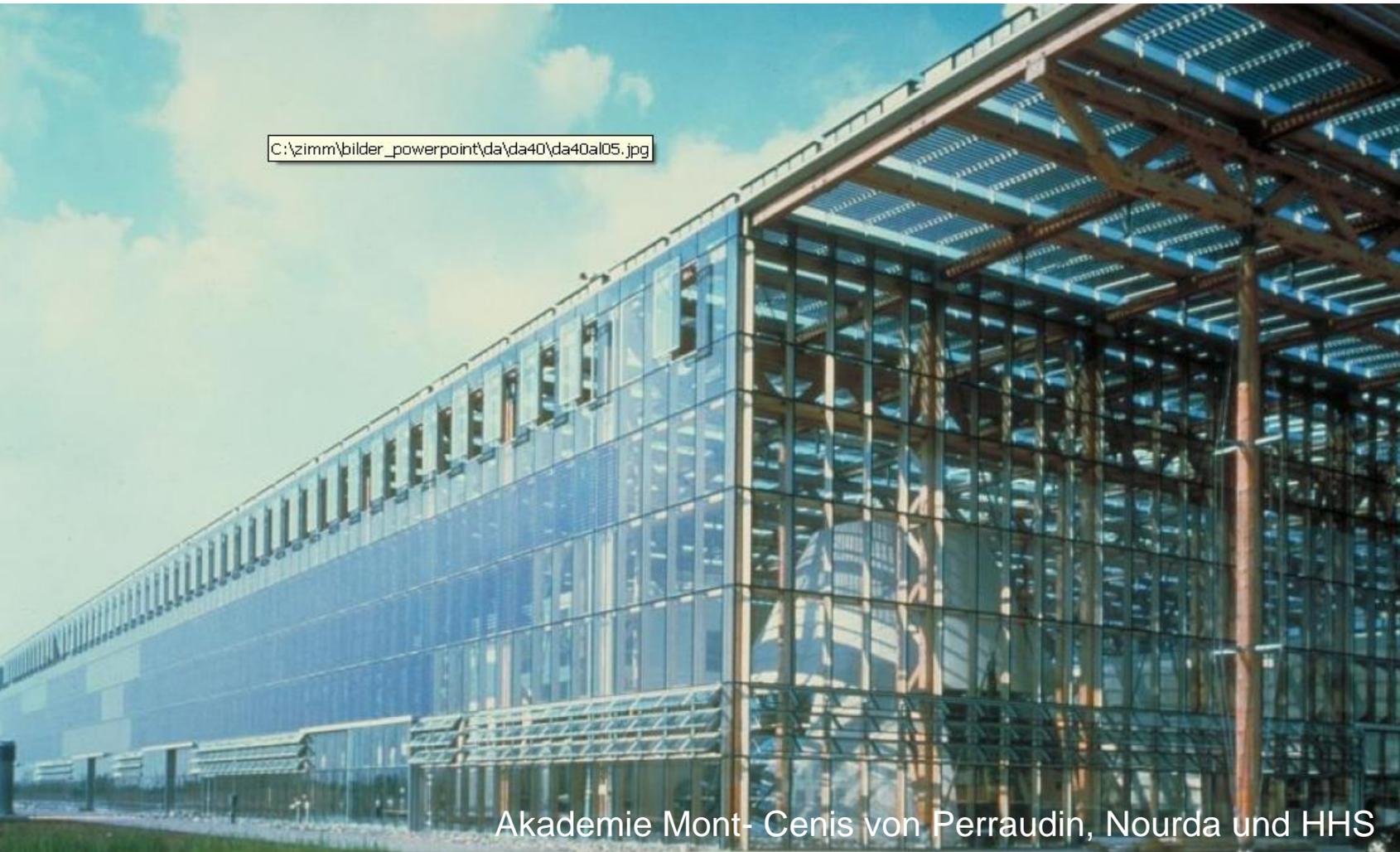


Buckminster Fuller, Geodesic Dome



Eden Project, Grimshaw,

C:\zimm\bilder\_powerpoint\da\da40\da40a105.jpg



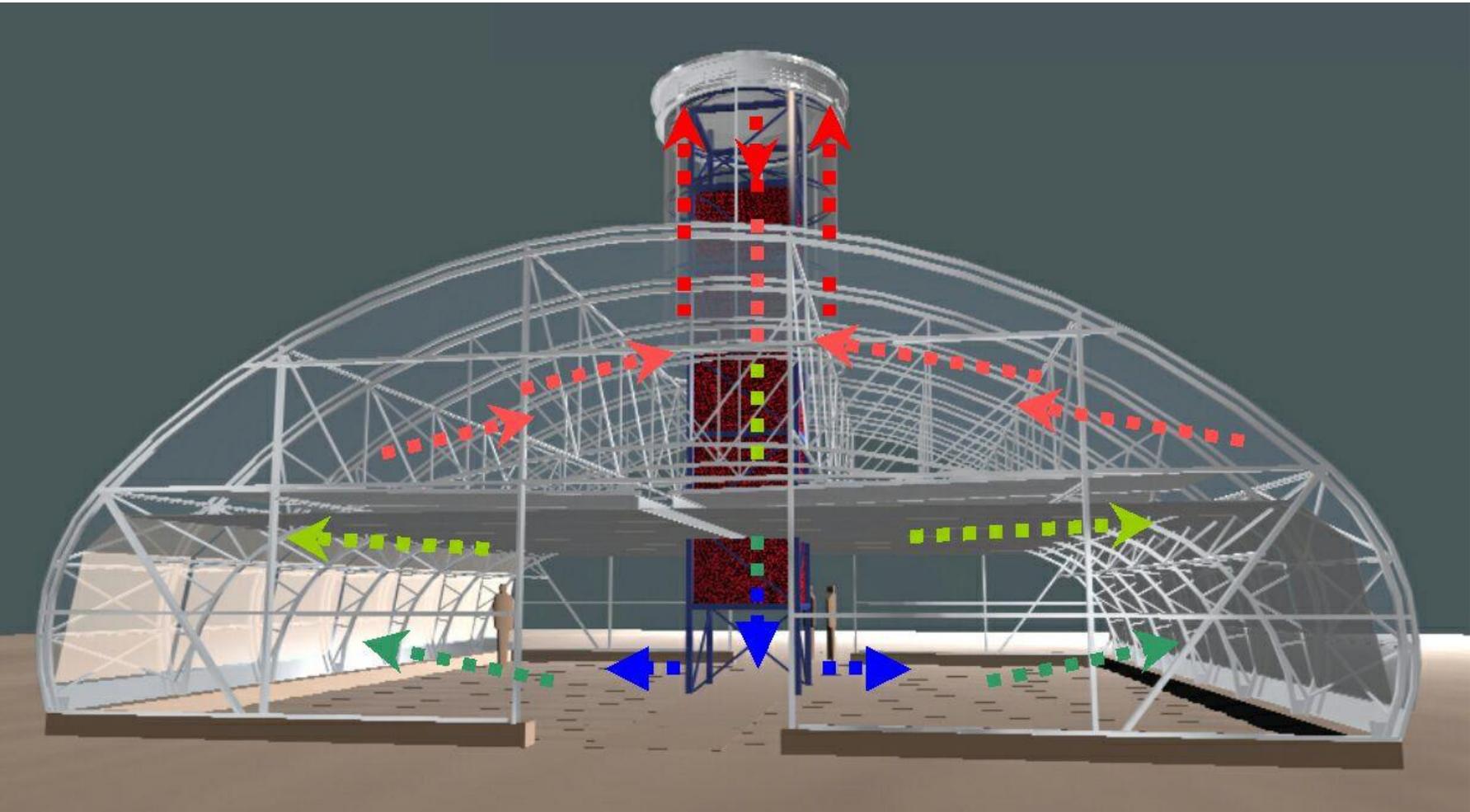
Akademie Mont- Cenis von Perraudin, Nourda und HHS



Akademie Mont- Cenis, Perraudin, Nourda und HHS





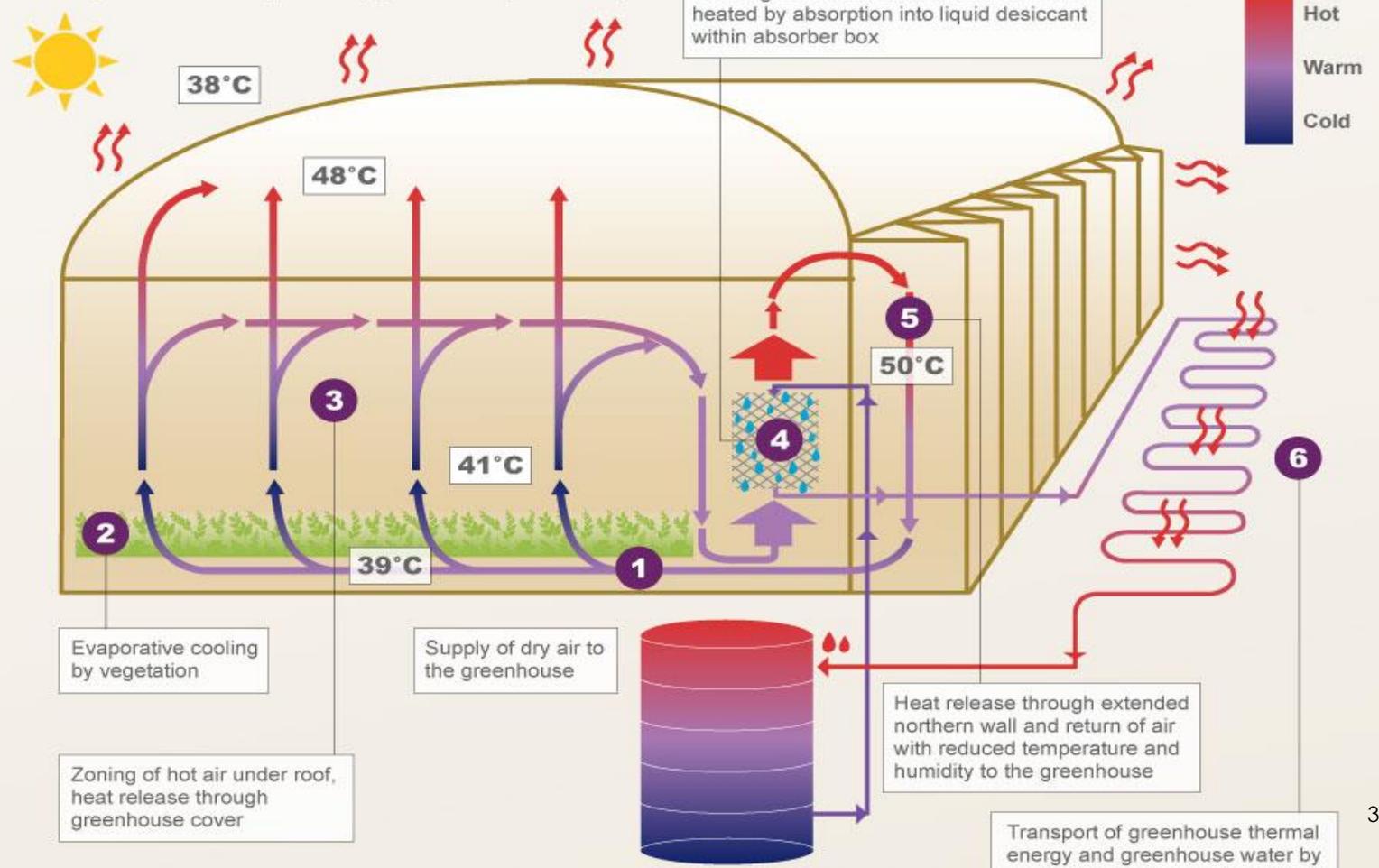




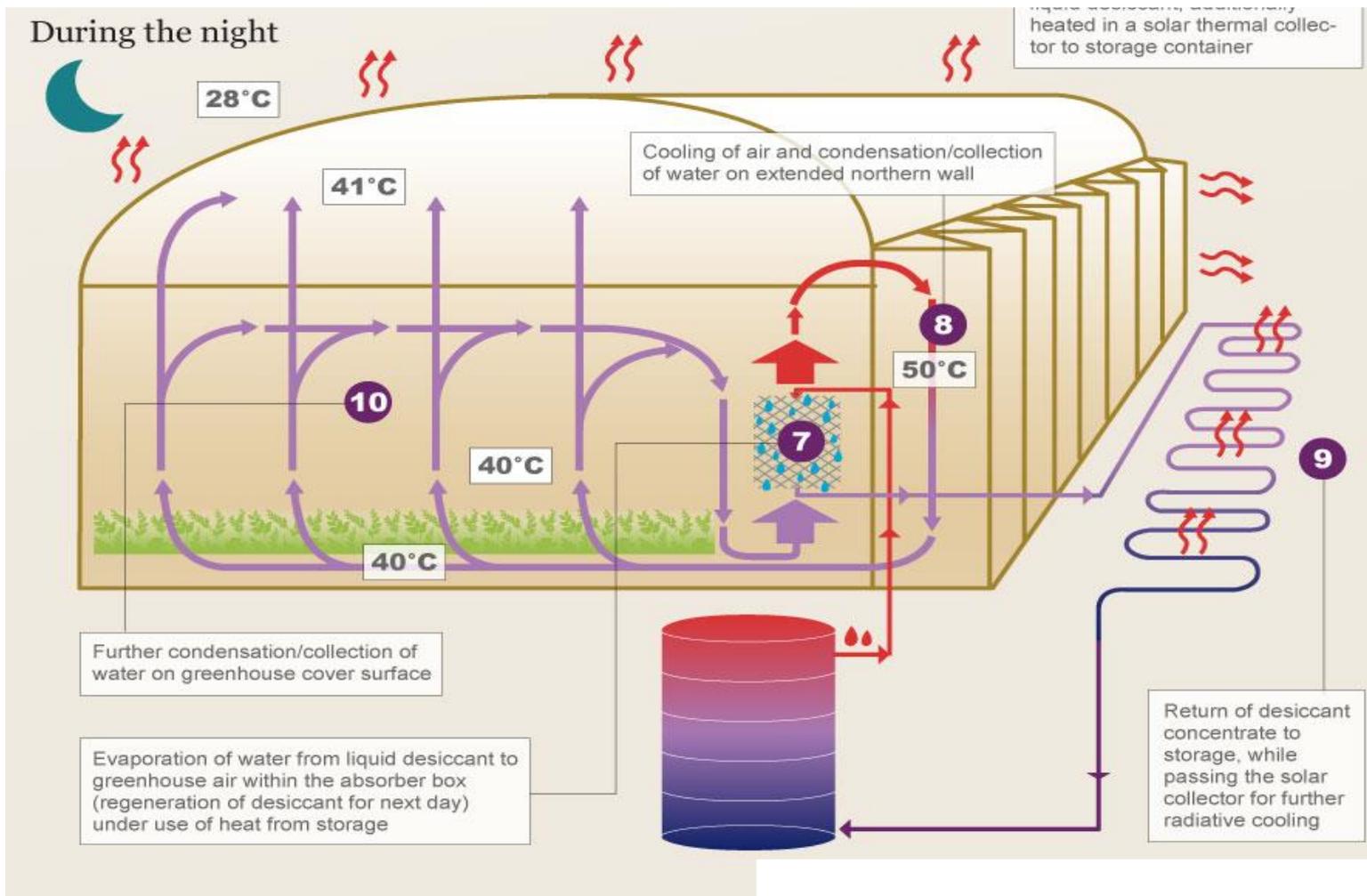




### New greenhouse prototype during the day



# Desiccant Greenhouse



ure



Greenhouse for Water Desalination in Desert Climate (BmBF, ERSF)

UNITED ARAB EMIRATES  
MINISTRY OF ENVIRONMENT & WATER



UAE, Ministry of  
Environment and Water

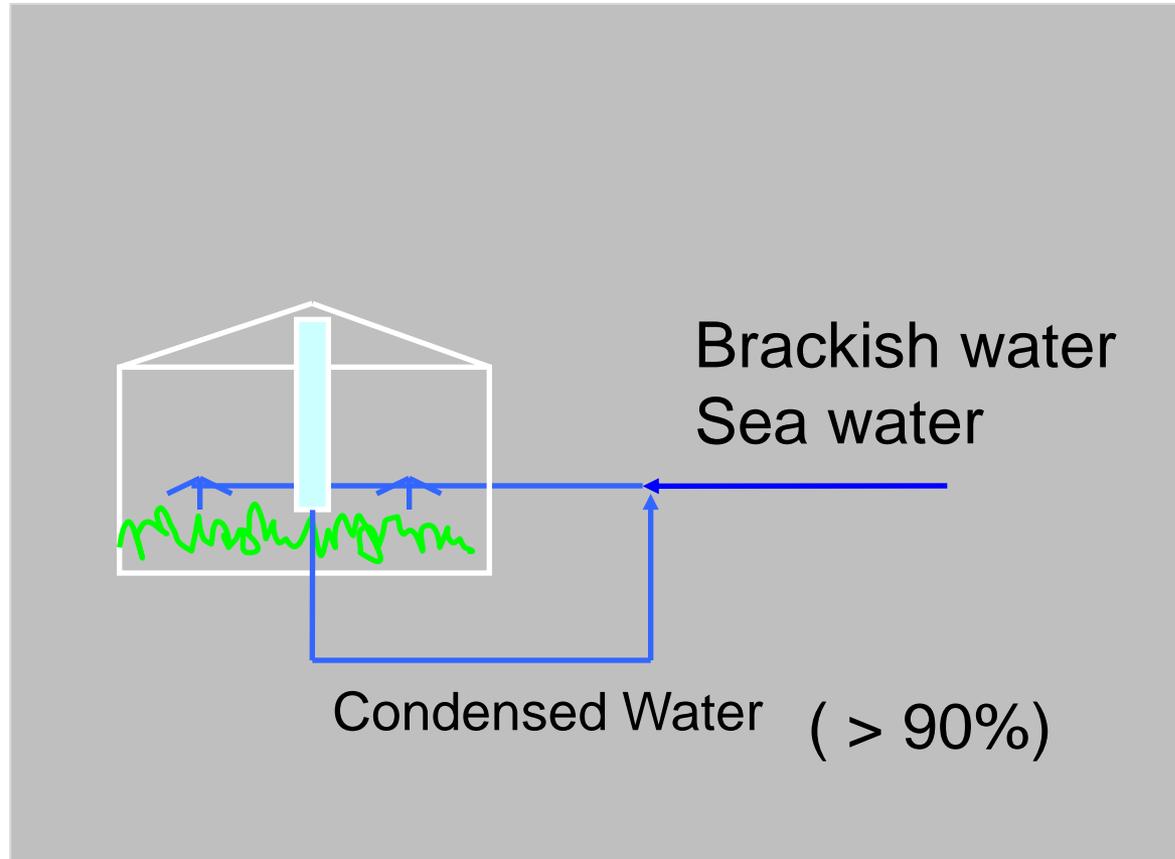


UN, Food and Agricultural  
Organisation

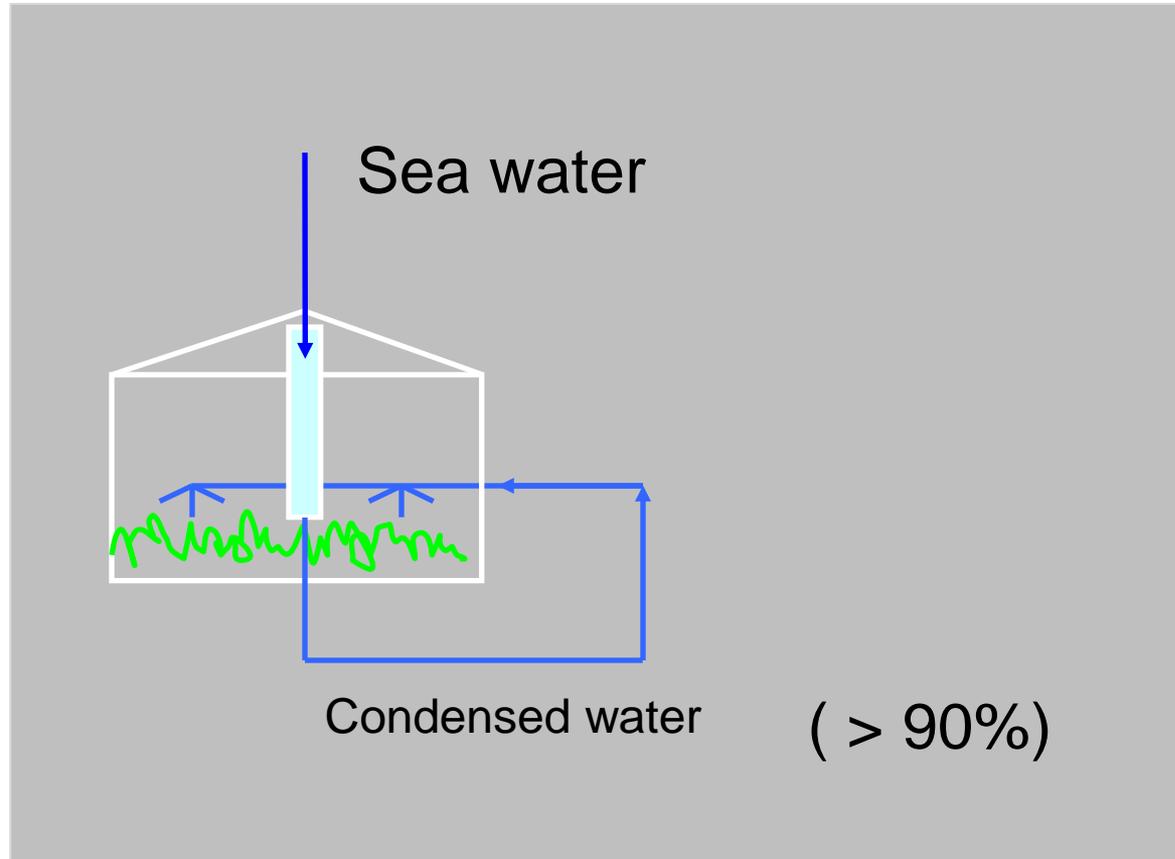


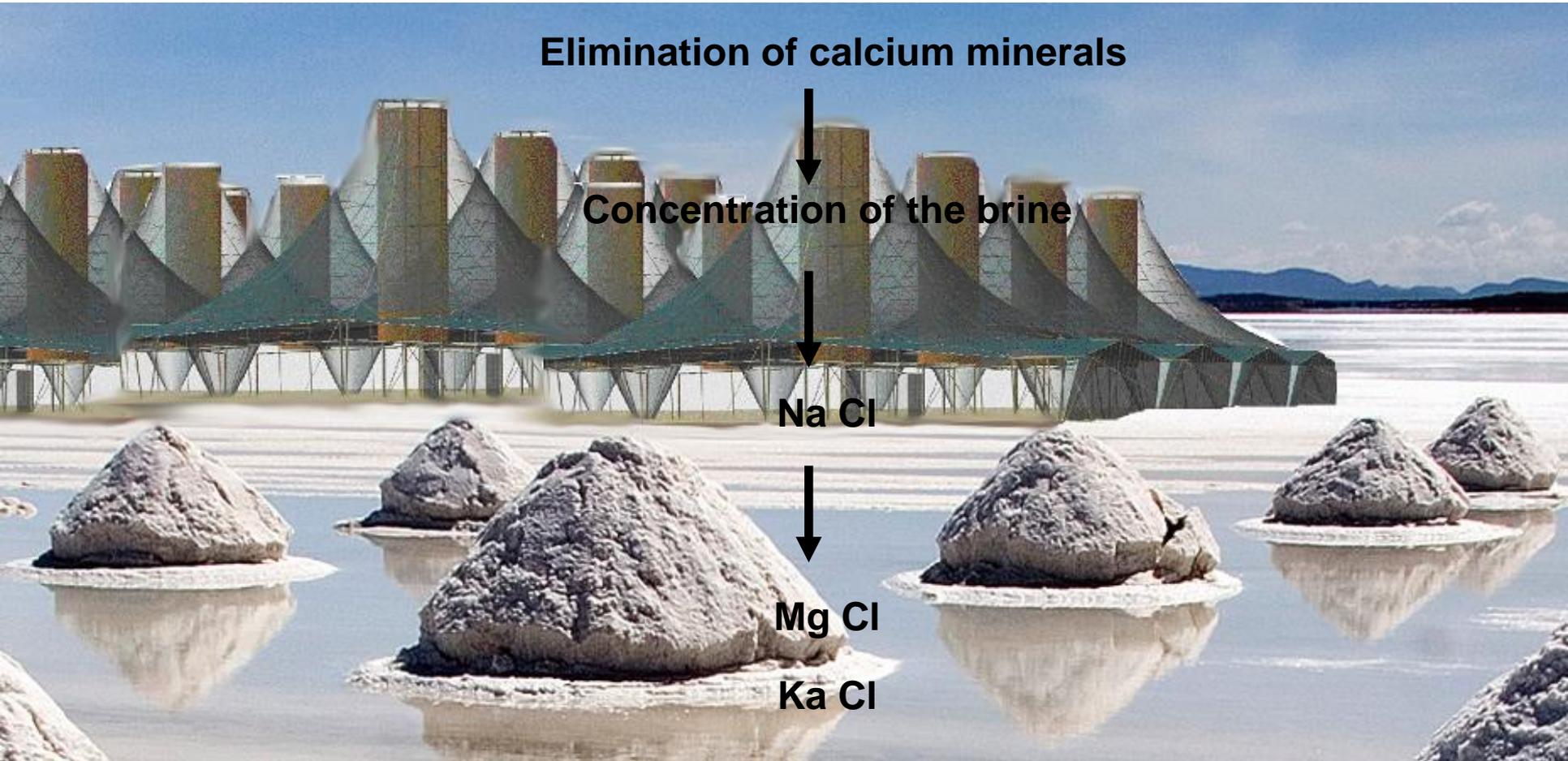


## Applications including desalination



## Applications including desalination





**Elimination of calcium minerals**



**Concentration of the brine**



**Na Cl**



**Mg Cl**

**Ka Cl**



