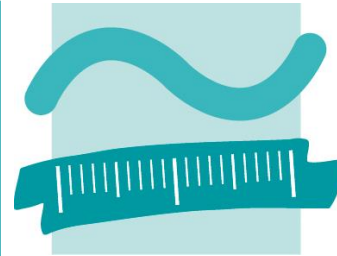


Energie für (m)eine Stadt

Ein rechner-gestütztes Planspiel zur Energiewende

Christoph Pels Leusden
Paul Kohlenbach



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences



REINER LEMOINE
INSTITUT

Gefördert durch:



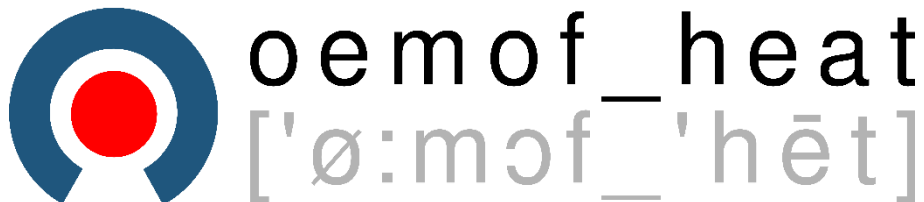
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

JOACHIM
HERZ
STIFTUNG



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

WILHELM UND ELSE
HERAEUS-STIFTUNG



oemof_heat
['ø:mɔf_'hēt]

Beuth Hochschule für Technik Berlin

- Gegründet 1971 als Technische Fachhochschule Berlin
- Über 12.000 Studierende in mehr als 70 Studiengängen
- Eine der größten Fachhochschulen Deutschlands
- Größtes Angebot an ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen in Berlin-Brandenburg



Copyright: Beuth Hochschule Berlin

Der Inhalt des Planspiels

Forschdorf ist eine imaginäre Kleinstadt in der Mitte Deutschlands und einer üblichen Infrastruktur. Im Planspiel konzipieren Sie in Teams das neue System zur Versorgung von Forschdorf mit Strom und Wärme. Sie wählen technische Optionen für die Energieversorgung aus (z.B. Wind, Solarenergie, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen, Speicher). Neben dem CO₂-Ausstoß und den Kosten achten Sie darauf, dass die Menschen in Forschdorf nicht im Dunkeln sitzen oder frieren müssen. Mit Hilfe unserer Software simulieren und untersuchen wir den Betrieb Ihrer Energiesysteme im Verlauf eines Kalenderjahres. Wie gut gelingt Ihnen die Energiewende in Forschdorf?

Die Daten zu Forschdorf

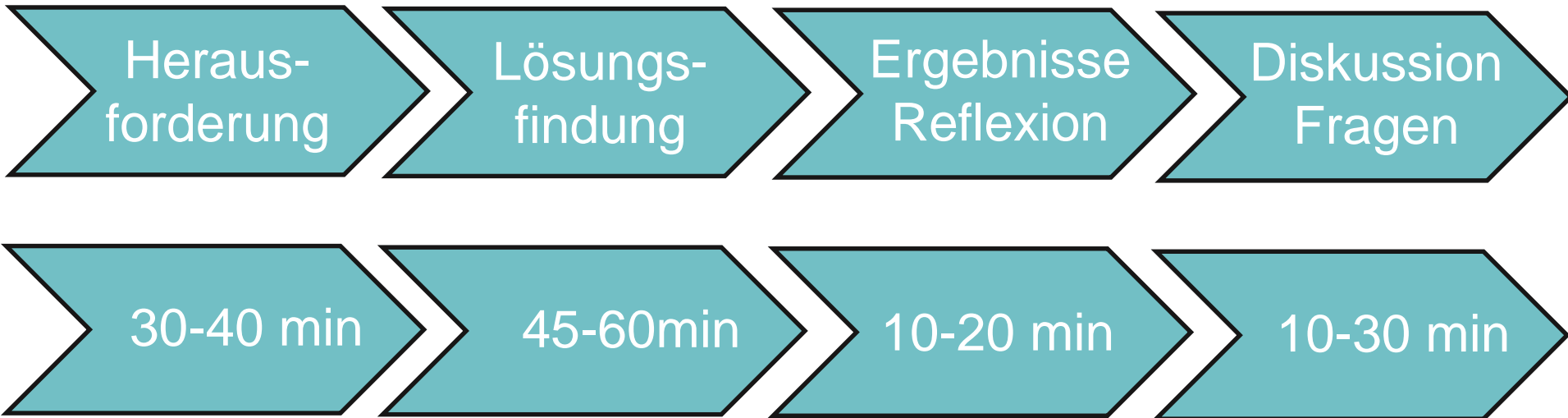
- Lage: Niedersachsen
- 10.000 Einwohner
- 50% wohnen in Einfamilienhäusern, 50% in Mehrfamilienhäusern
- Gewerbegebiet mit 40 Klein-Unternehmen
- 1 Freibad, 1 Schule, 1 Krankenhaus, 2 Altenheime

So könnte Forschdorf aussehen



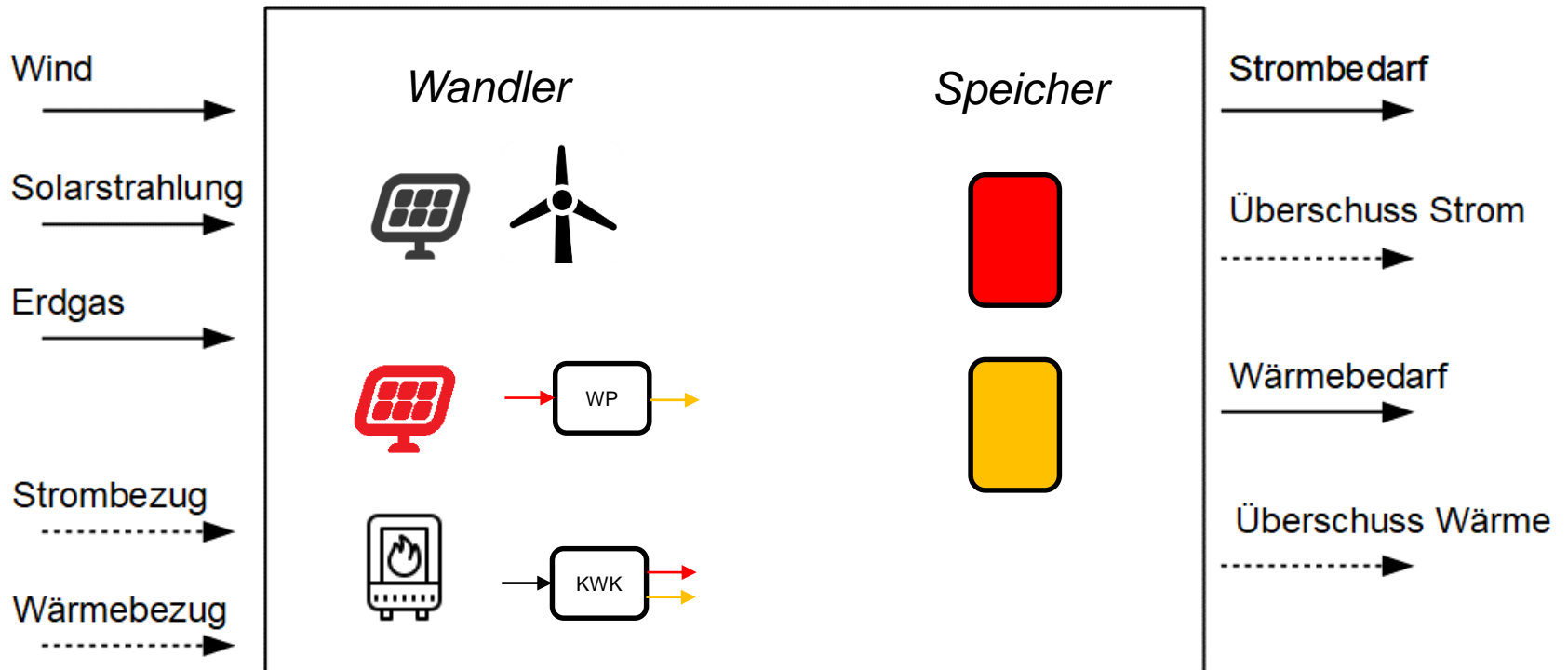
Abbildungsnachweis: File:Nassau Luftbild 070.jpg, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Nassau_Luftbild_070.jpg&oldid=167023111 (last visited August 13, 2019)

Der Ablauf



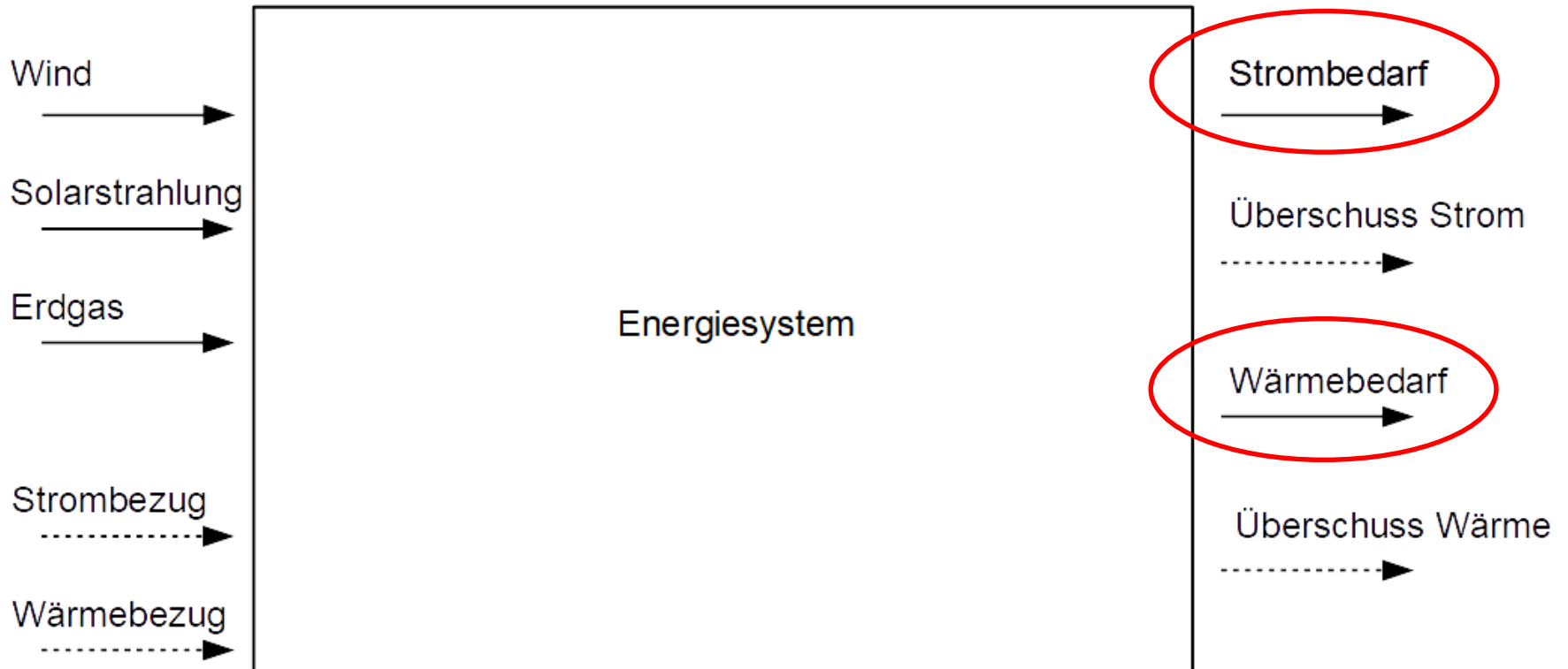
Das Ziel

Gestalten Sie das Energiesystem von Forschdorf

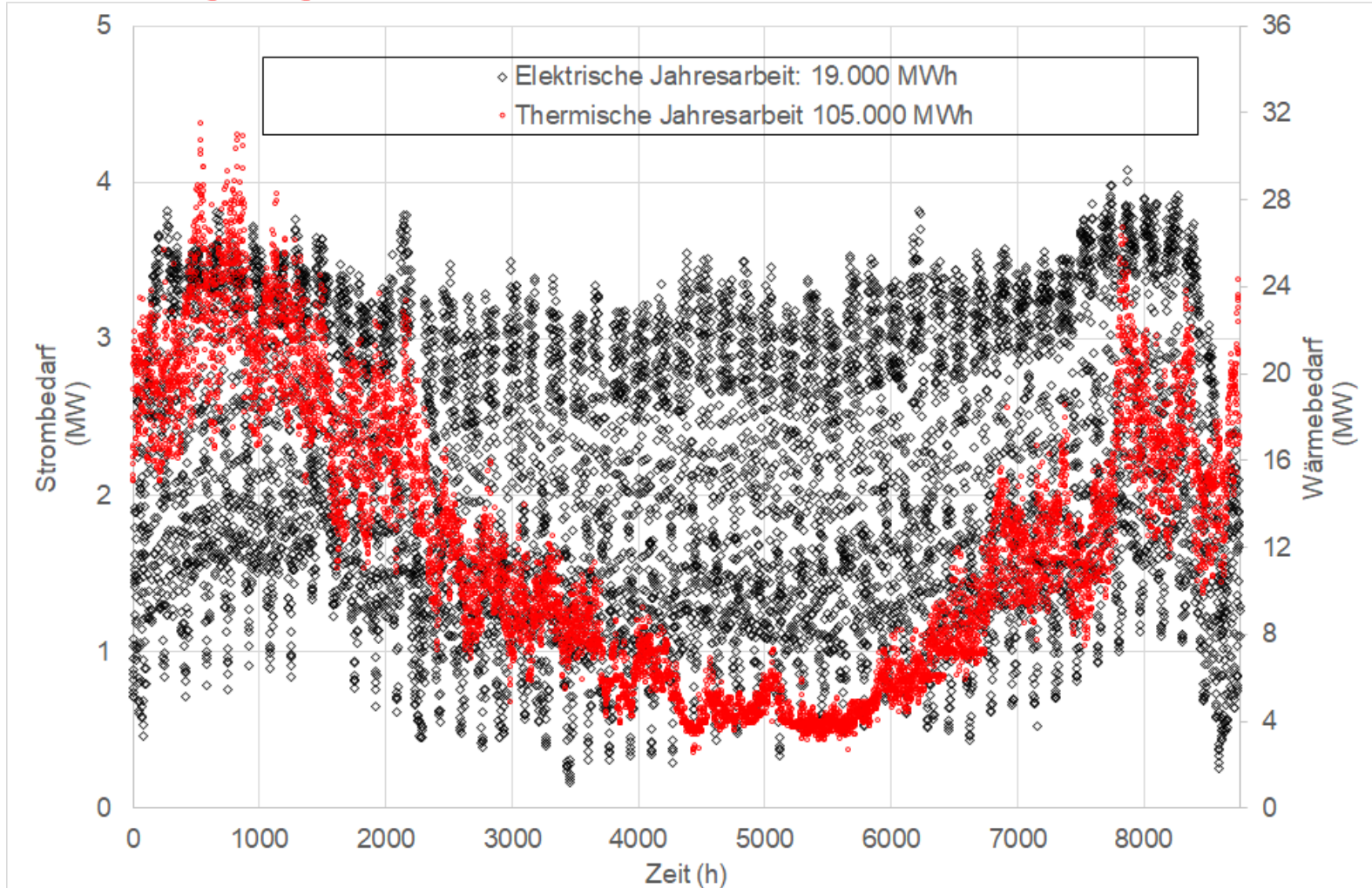


- Wie viel kostet die Energieversorgung von Forschdorf pro Jahr?
- Wie viel CO₂ wird emittiert?
- Welcher Anteil am Bedarf kann vom System gedeckt werden?

Was soll das System liefern?

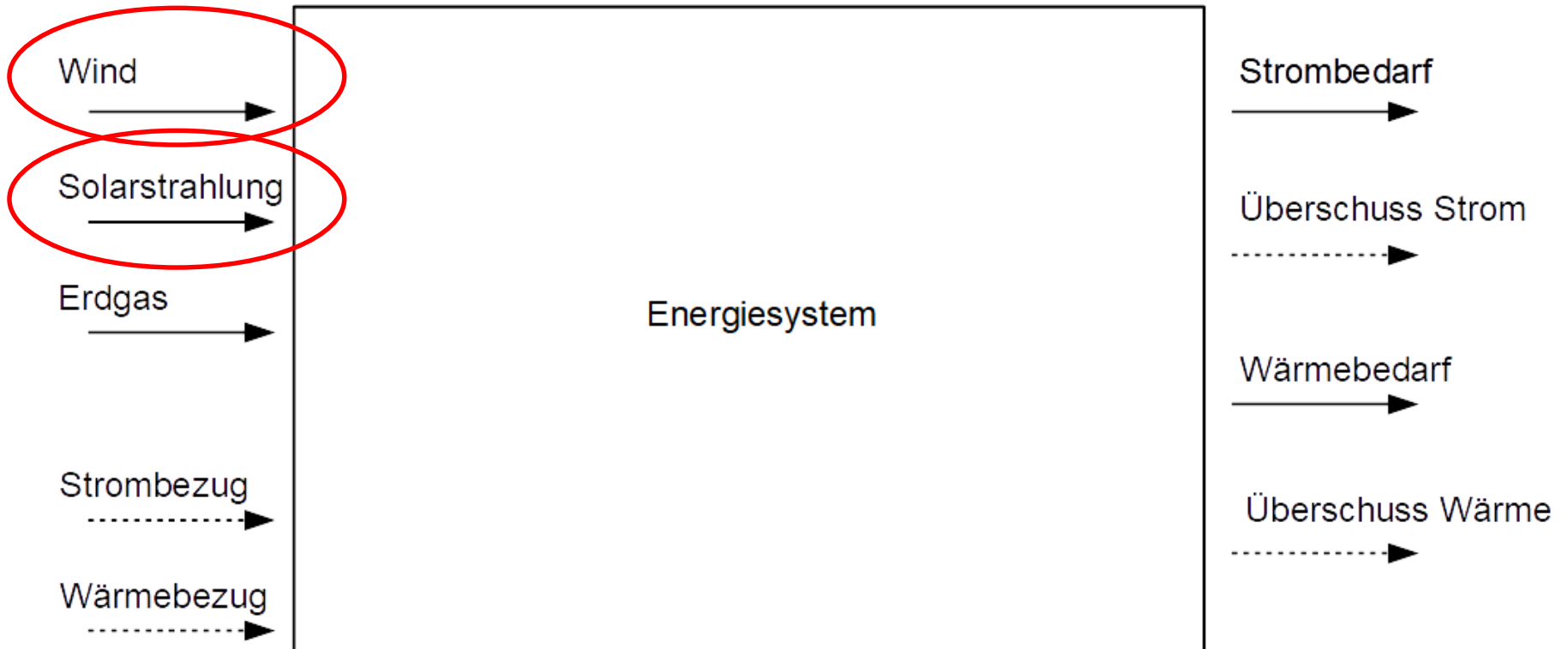


Randbedingungen: Bedarfe

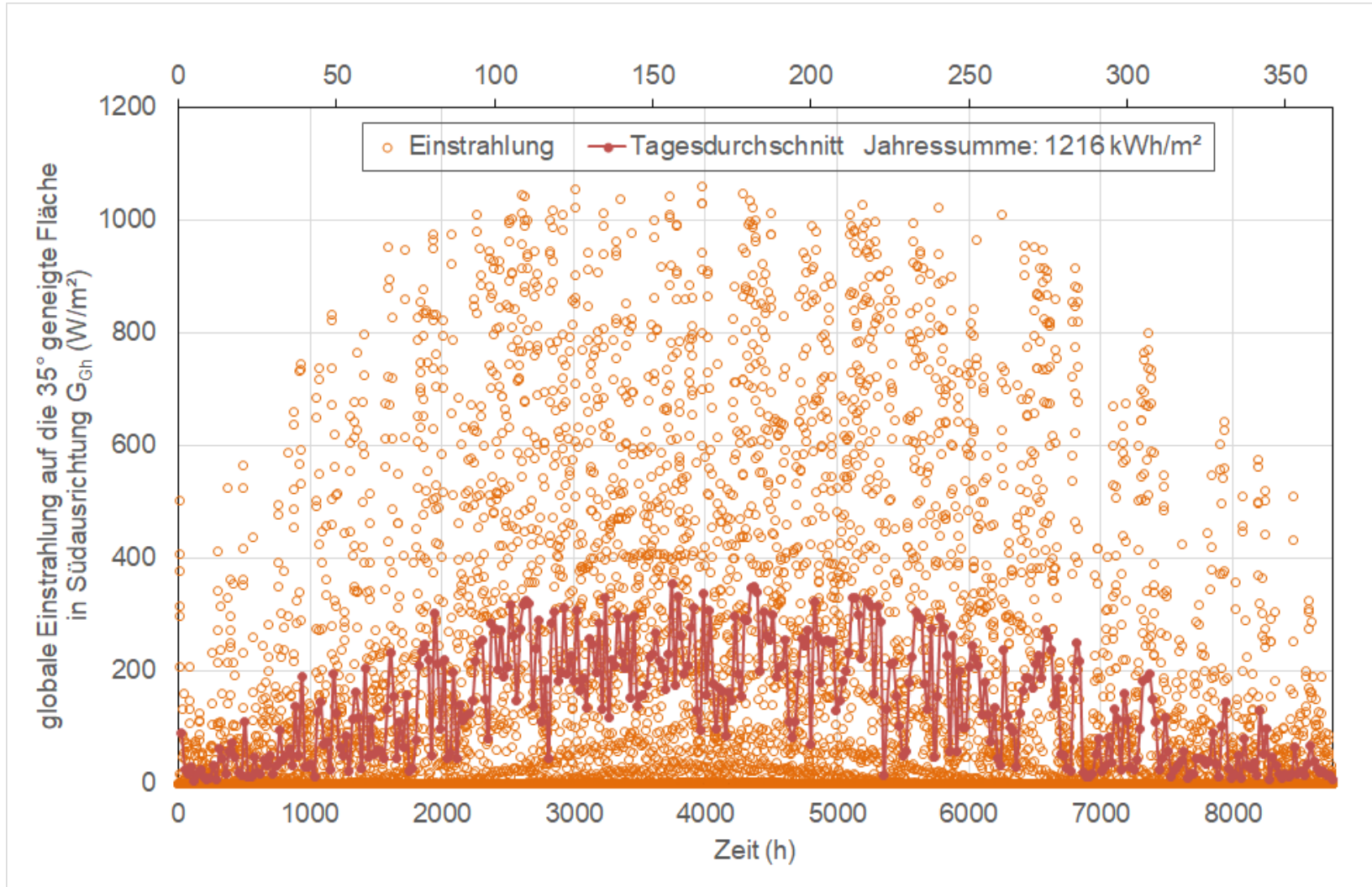


Daten: Eigene Berechnungen basierend auf Strommarktdaten Deutschland für 2015 von Bundesnetzagentur - www.smard.de (Strom); Stadtwerke Flensburg GmbH, District heating network data for the city of Flensburg from 2014-2016 (Wärme)

Welche Ressourcen stehen zur Verfügung?

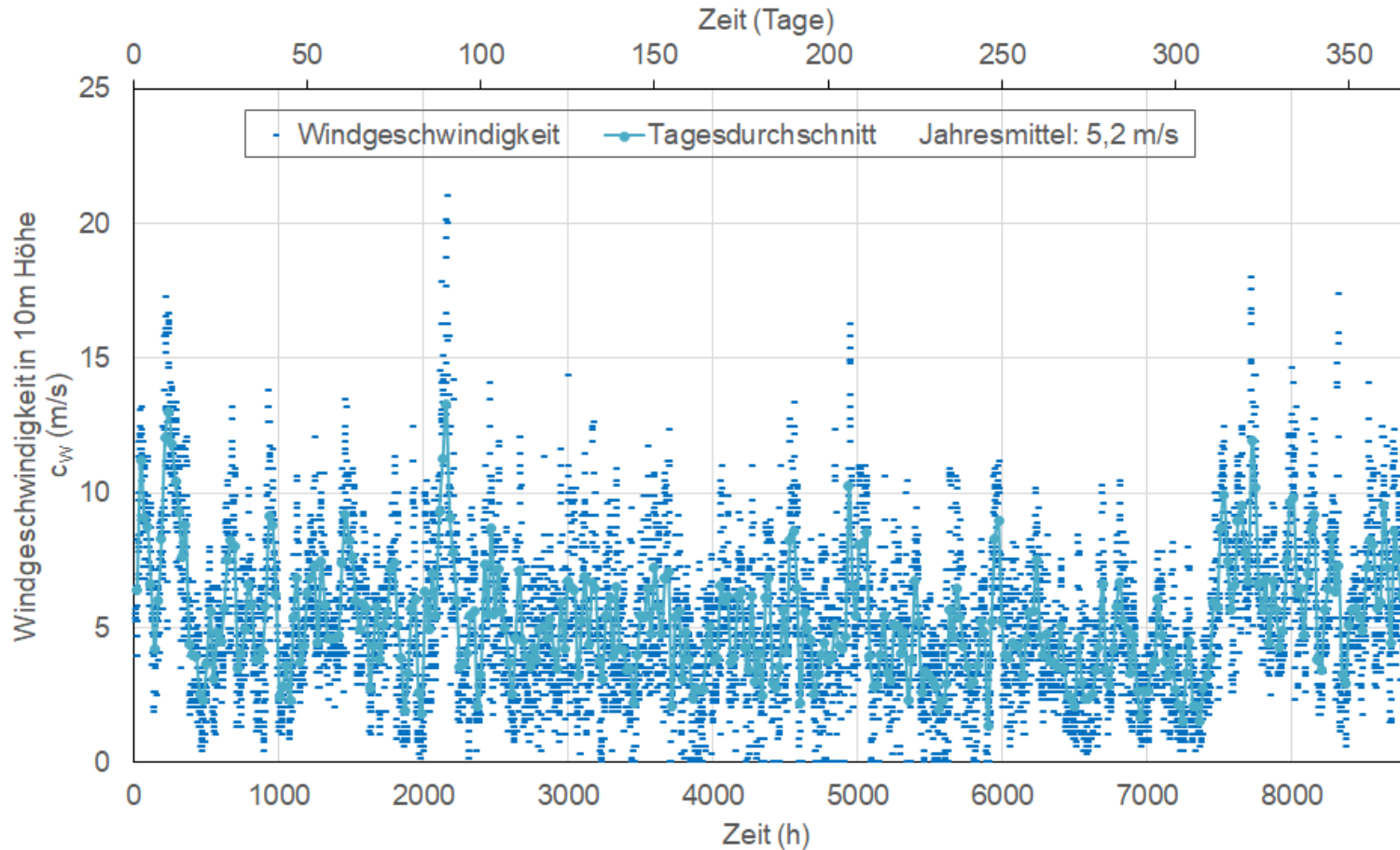


Randbedingungen: Solare Einstrahlung



Daten: Strahlungsdaten aus eigener Berechnungen basierend auf DWD Climate Data Center (CDC)

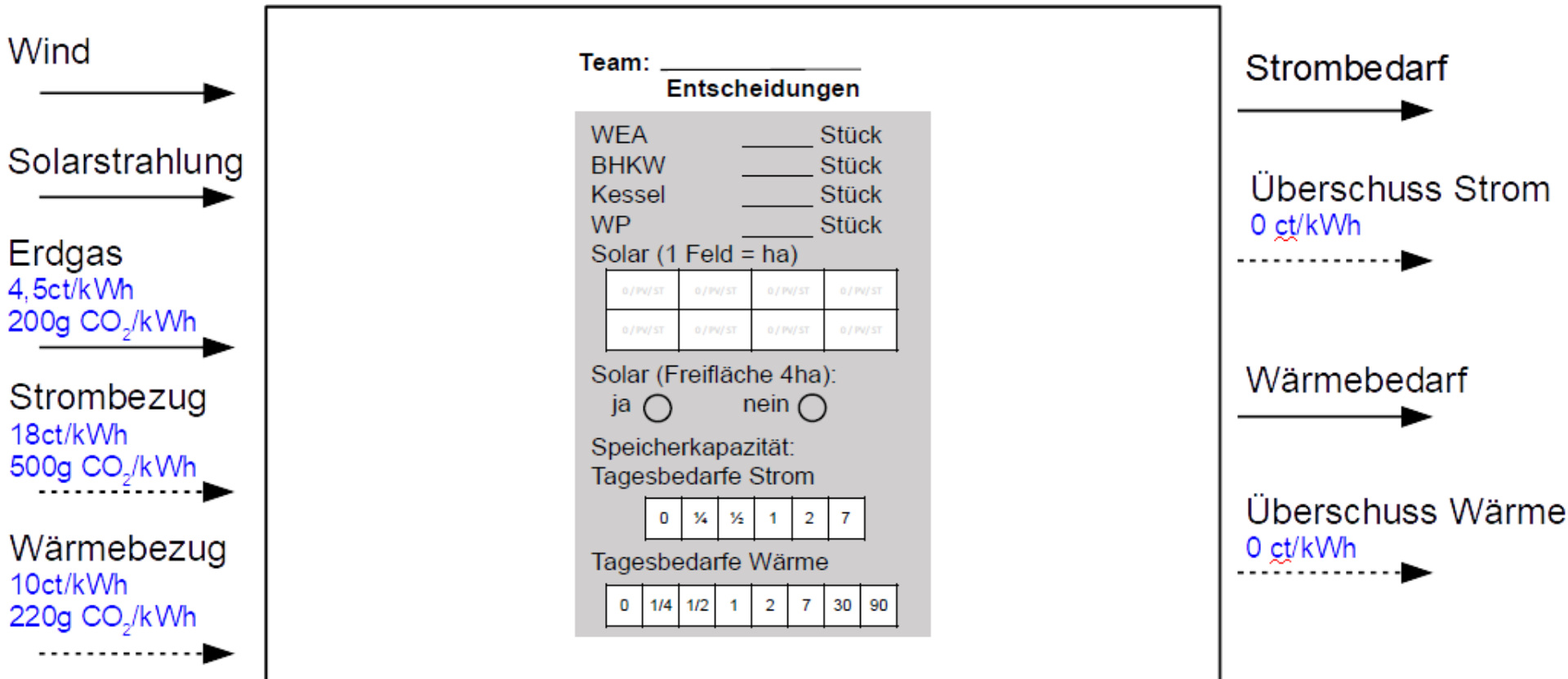
Randbedingungen: Windgeschwindigkeit



Daten: Windgeschwindigkeit von DWD Climate Data Center (CDC);

Die Annahmen:

- Das System wird neu gebaut und es ist keine bestehende Technik zu integrieren.
- Es gibt ein verlustfreies Verteilnetz für Strom und Wärme in der Stadt.
- Nutzbare Dachfläche: 80.000 m²
- Freifläche für Photovoltaik-Anlage: 40.000 m²
- Keine Begrenzung für Entnahme von Umgebungswärme bei Wärmepumpenbetrieb
- Unterversorgung wird durch Netzbezug ausgeglichen, dessen Kosten und CO₂-Emissionen aber berücksichtigt werden.
- Energieüberschüsse werden abgegeben, ergeben aber keinen Ertrag.
- oemof optimiert den Betrieb Ihres Energiesystems während eines einjährigen Zeitraums und ermittelt so den kostengünstigsten Betrieb
- Lebensdauer: 20 Jahre einheitlich für alle Komponenten
- kalkulatorischer Zinssatz: 5 %



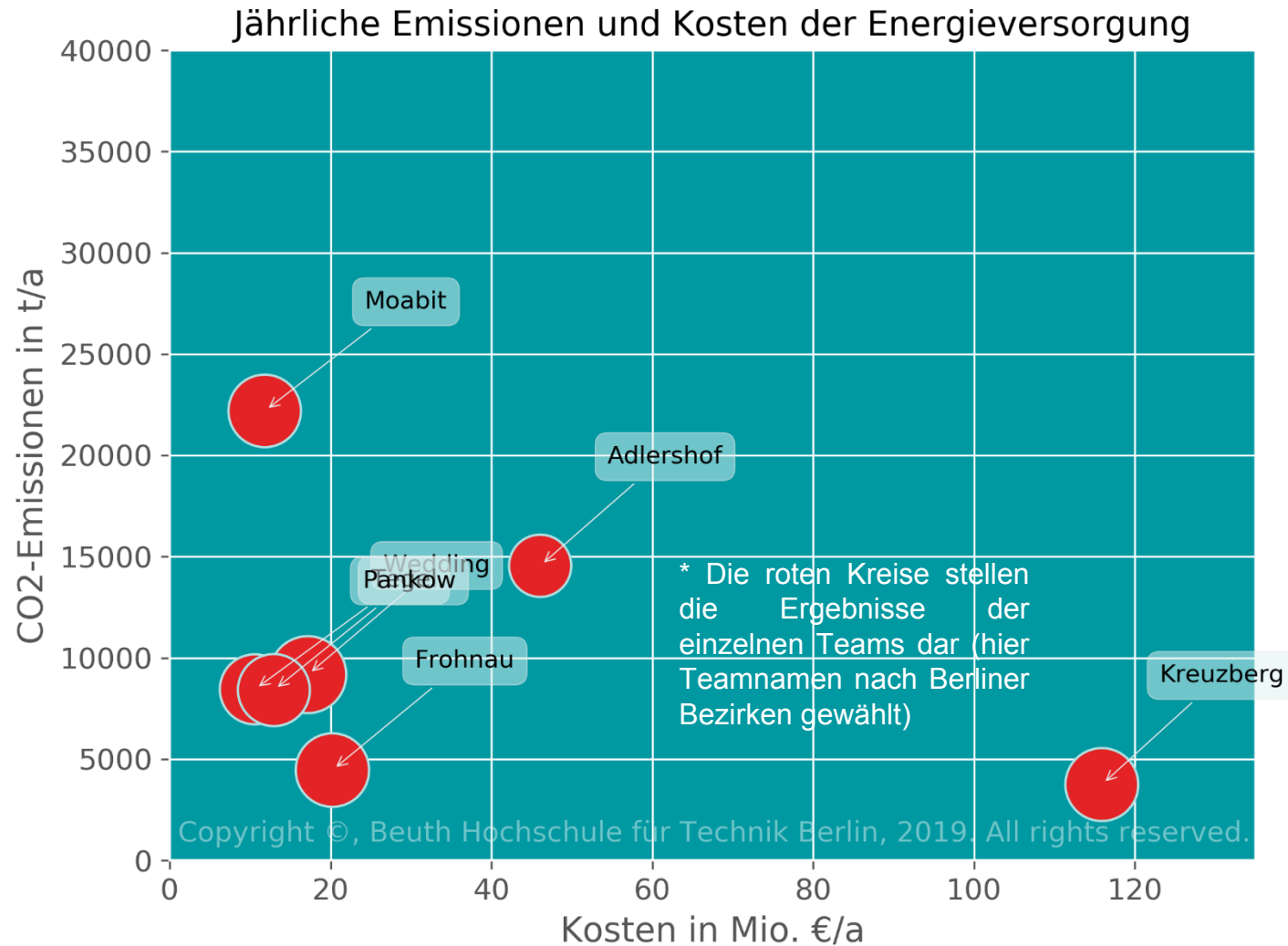
- Wie viel kostet die Energieversorgung von Forschdorf pro Jahr?
- Wie viel CO₂ wird emittiert?
- Welcher Anteil am Bedarf kann vom System gedeckt werden?

Das Berechnungswerkzeug

- oemof: open energy system modelling framework
- 5 Jahre Entwicklung
- Wachsendes Entwicklerteam
- modularer Aufbau
- lineare Optimierung
- beliebige Zeitschritte (hier: 8760 h pro Jahr)
- verfügbar unter freier Lizenz



Die Ergebnisse



Erfahrungen mit dem Planspiel

- Anzahl der bisher durchgeführten Planspiele: ca. 10
- Stetige Weiterentwicklung (Inhalt, Datengrundlage, Material, Lizenz)
- Breites Know-How Spektrum an Teilnehmenden (individuelle Anpassung der Einführung, Zeitplanung und Hilfestellung erforderlich)
- Besonderes Interesse bei Lehrer*innen und Schüler*innen
- Hohe Motivation der Teilnehmenden, sehr positives Feedback
- Größte fachliche Hürde: Unterscheidung von Leistung und Arbeit
- Größter Nutzen: Komplexität begreifen
Energiewirtschaftlichen Dreiecks (Kosten, Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit)

Was wir bieten - Die Formate

Workshop

- Teamarbeit
- 2 Trainer
- Max. 40 Teilnehmer

Online

- In der Entwicklung

Was ist noch möglich?

- Individuelle Anpassungen auf Teilnehmer
- Längere Formate (z.B. mehrere Entscheidungsrunden mit zunehmender Komplexität)
- Reale Stadt statt Forschdorf
-

Disclaimer

Alle in diesem Workshop verwendeten Namen sind erfunden oder wurden zufällig ausgewählt. Eventuelle Gemeinsamkeiten mit realen Orten oder Personen sind zufällig und sind von den Autoren nicht beabsichtigt. Dieser Workshop soll ein fiktives Szenario betrachten.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Christoph Pels Leusden

Prof. Dr.-Ing. Paul Kohlenbach

planspielenergie@beuth-hochschule.de



Vielen Dank für Ihre Interesse am Planspiel „Energie für (m)eine Stadt“



Gerhard Mester creator QS:P170,Q1512151 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20170313_xl_1911-Karikatur-Gerhard-Mester--Energiespeicher.jpg), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Wir fördern kluge Köpfe für die Stadt der Zukunft!

Die Beuth Hochschule bietet:

- Urbane und ökologische Lösungen
- Innovative Studiengänge
- Praxisorientierung, auch international
- Dialog mit der Wirtschaft

www.beuth-hochschule.de

Copyright: Beuth Hochschule Berlin