
Parallelsession 4E: **Energie in Gebäuden II**

Hochtemperatur-Wärmepumpen in Nahwärmenetzen: Mit richtiger Systemkonfiguration zur Wirtschaftlichkeit

Stefan Adldinger, M.Eng.

IEWT - 12. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien

08. – 10. September 2021

Inhalt

1. Hintergrund
2. Aufgabenstellung und Ziel
3. Analgenkennzahlen
4. Methodische Vorgehensweise
5. Simulationsergebnisse
 - a) Wärmeerzeugungslastgang
 - b) Strombezugslastgang
6. Simulierter Wärmepumpenbetrieb
 - a) Aprilwoche
 - b) Juliwoche
7. Vergleich der spez. Wärmegestehungskosten
8. Fazit & Ausblick

1. Hintergrund

Forschungsvorhaben im Rahmen der „EnEff.Gebäude.2050 – Innovative Vorhaben für den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050“ aus dem 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung Deutschlands

InnoNEX: Innovative Versorgung von Wärmenetzen mit niederkalorischen Abwärmequellen und Matrixsteuerung für Wärmenetzmanagement - Teilvorhaben: Strategieentwicklung, technische, wirtschaftliche und rechtliche Validierung, Technikumsstandort

Grundidee: Eine Wärmepumpe zu bauen, die über zwei Kältemittelkreise in Kaskadenbauform effizienter Wärme erzeugt als eine einstufige Wärmepumpe der selben Leistungsgröße

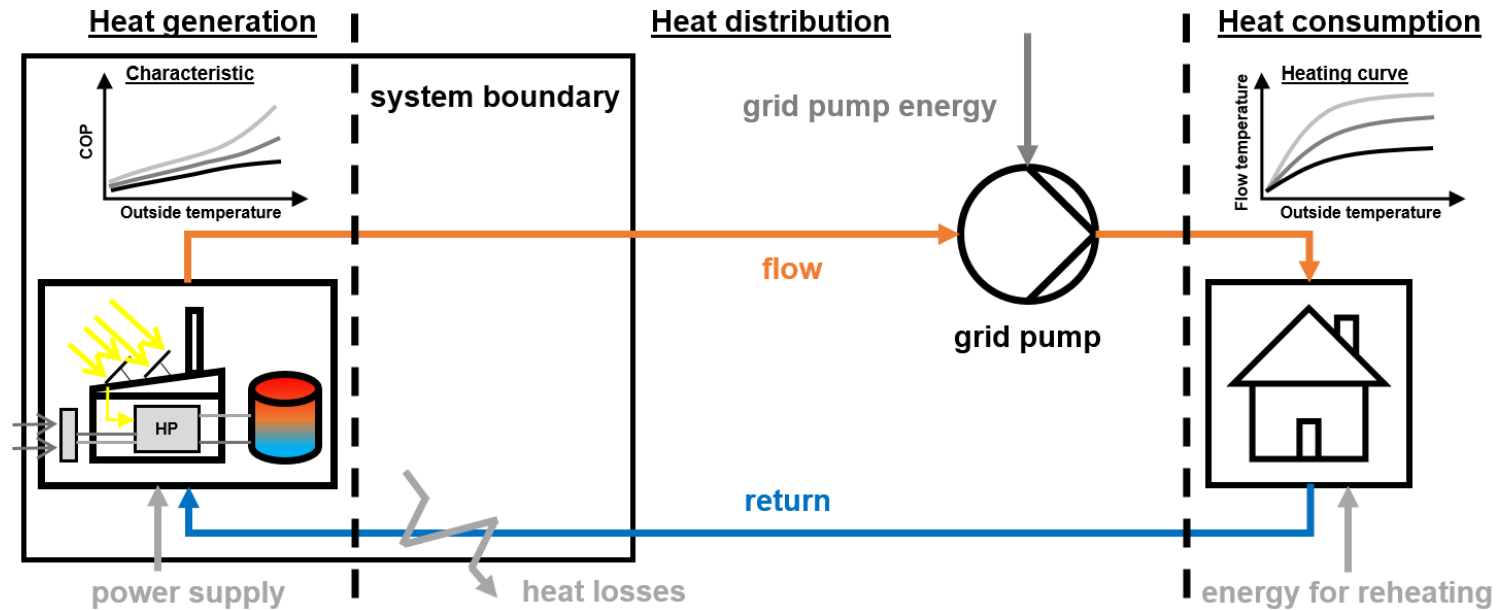
- Von der **Fa. Voß Wärmepumpen GmbH** gebaut und im Frühjahr 2020 in Betrieb genommen
- Versorgt dort zu Forschungszwecken ein Inselwärmenetz mit einem Wärmebedarf von 320 MWh/a

Details zur Wärmepumpe:

- Hochtemperaturwärmepumpe - Realbetrieb bei Vorlauftemperaturen von 65°C bis 75°C
- Thermische Leistung bis 65 kW
- Kältemittel: R32 im unteren und R134a im oberen Kreis
- Kondensationsbereich des unteren Kreises ist gleichzeitig Verdampfungsbereich des oberen Kreises

 **Neuer Standort mit geänderter Betriebsweise**

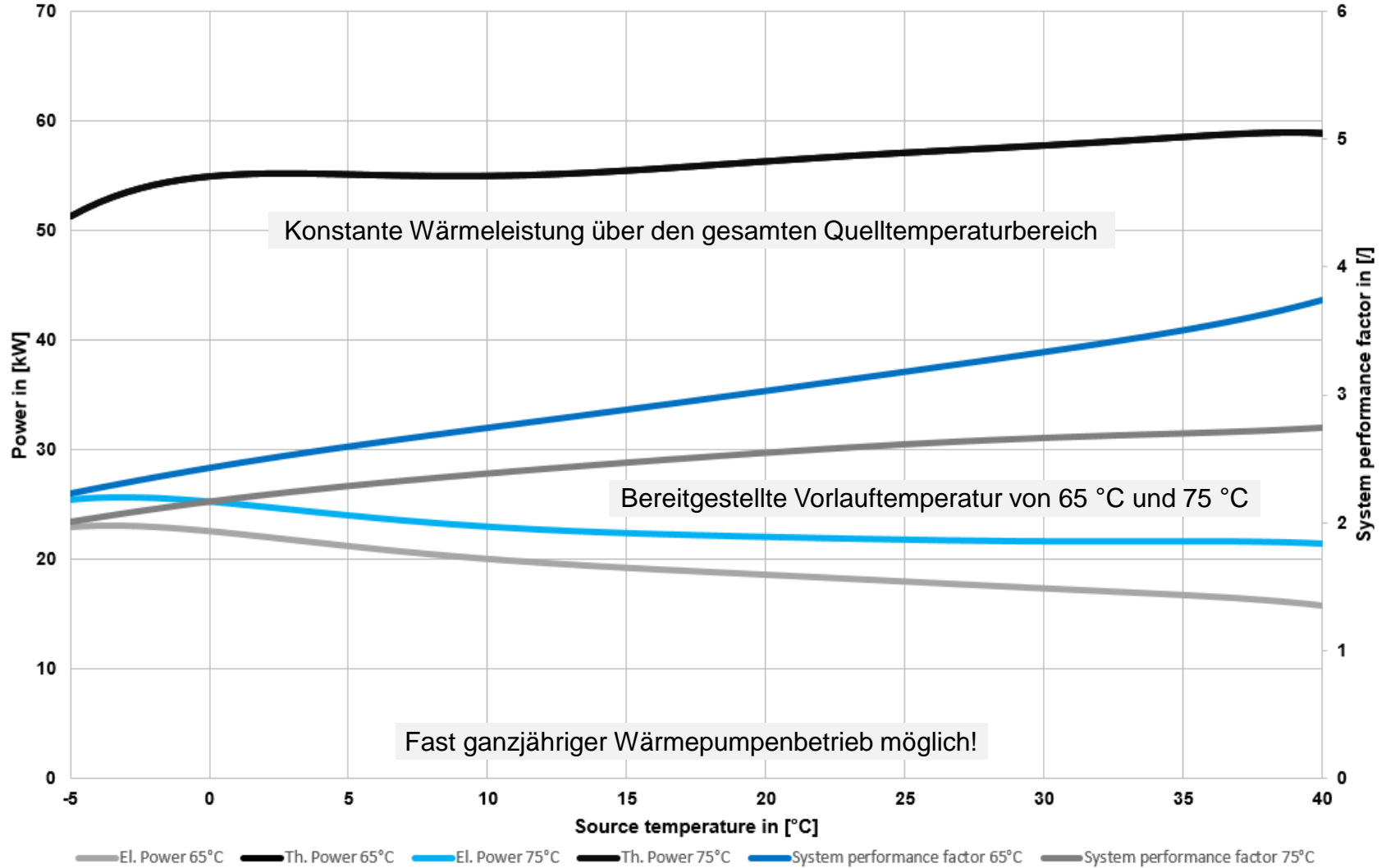
2. Aufgabenstellung & Ziel



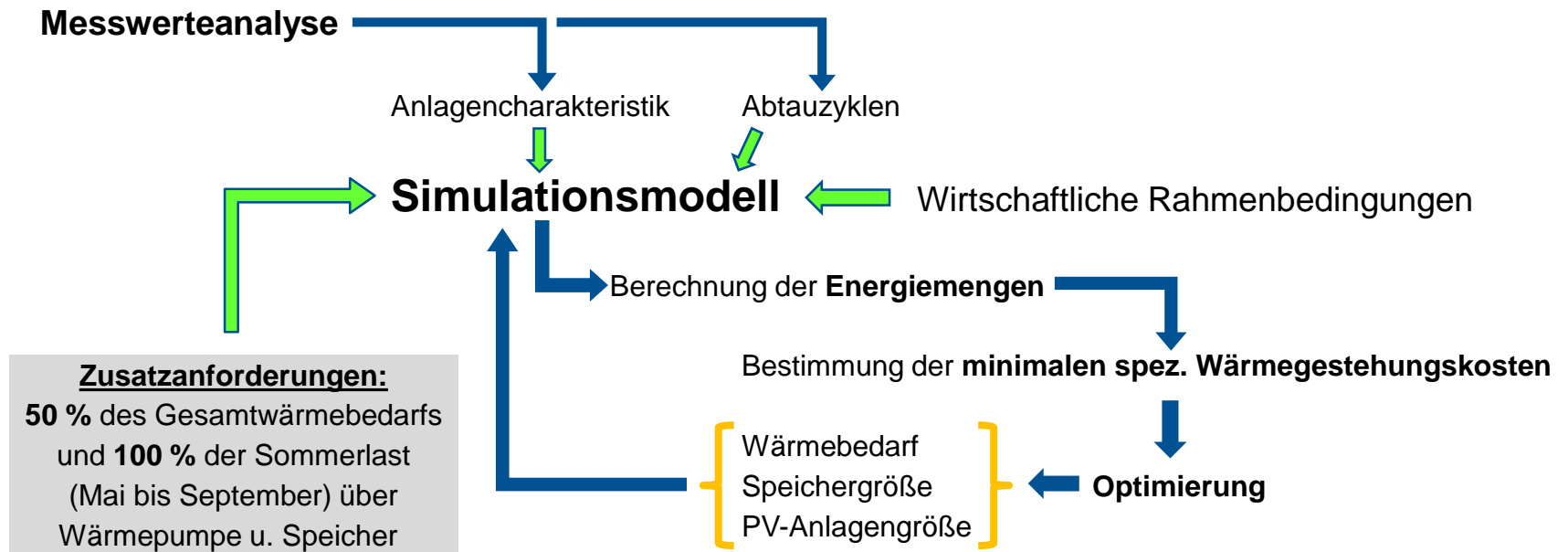
- Aufgabenstellung:**
1. Auf Grundlage der Messwerte und der technisch-/wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine Ermittlung der wirtschaftlichsten Anlagenkonfiguration aus Wärmepumpe, Speicher und PV-Anlage
 2. Vergleich der Anlagenkonfiguration mit Gaskessel und Hackschnitzelkessel

- Ziele:**
1. Wärmeerzeugungssystem mit dem effizient, umweltfreundlich (weil CO₂ reduzierend) und wirtschaftlich Umwelt- oder Niedertemperaturabwärme in Wärmenetze eingebunden werden kann
 2. Keine Verfeuerung von fossilen Brennstoffen in den Sommermonaten

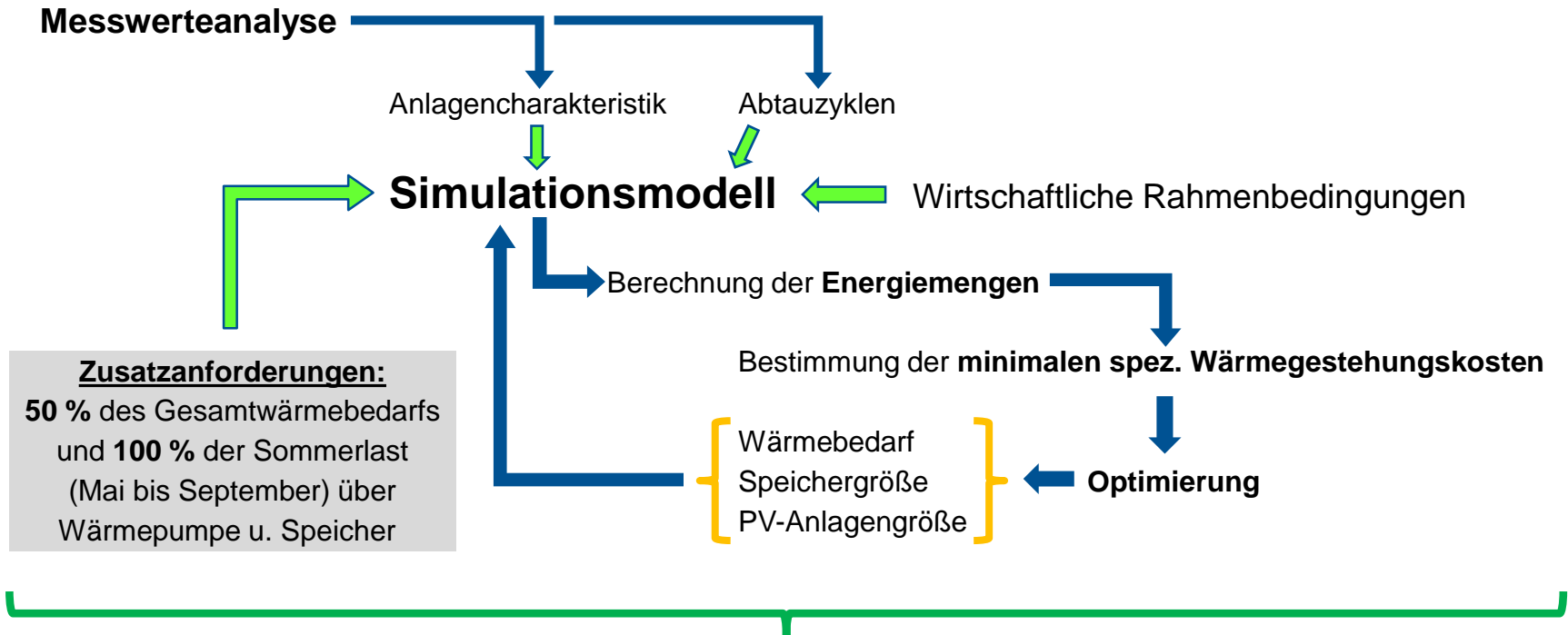
3. Anlagenkennzahlen



4. Methodische Vorgehensweise



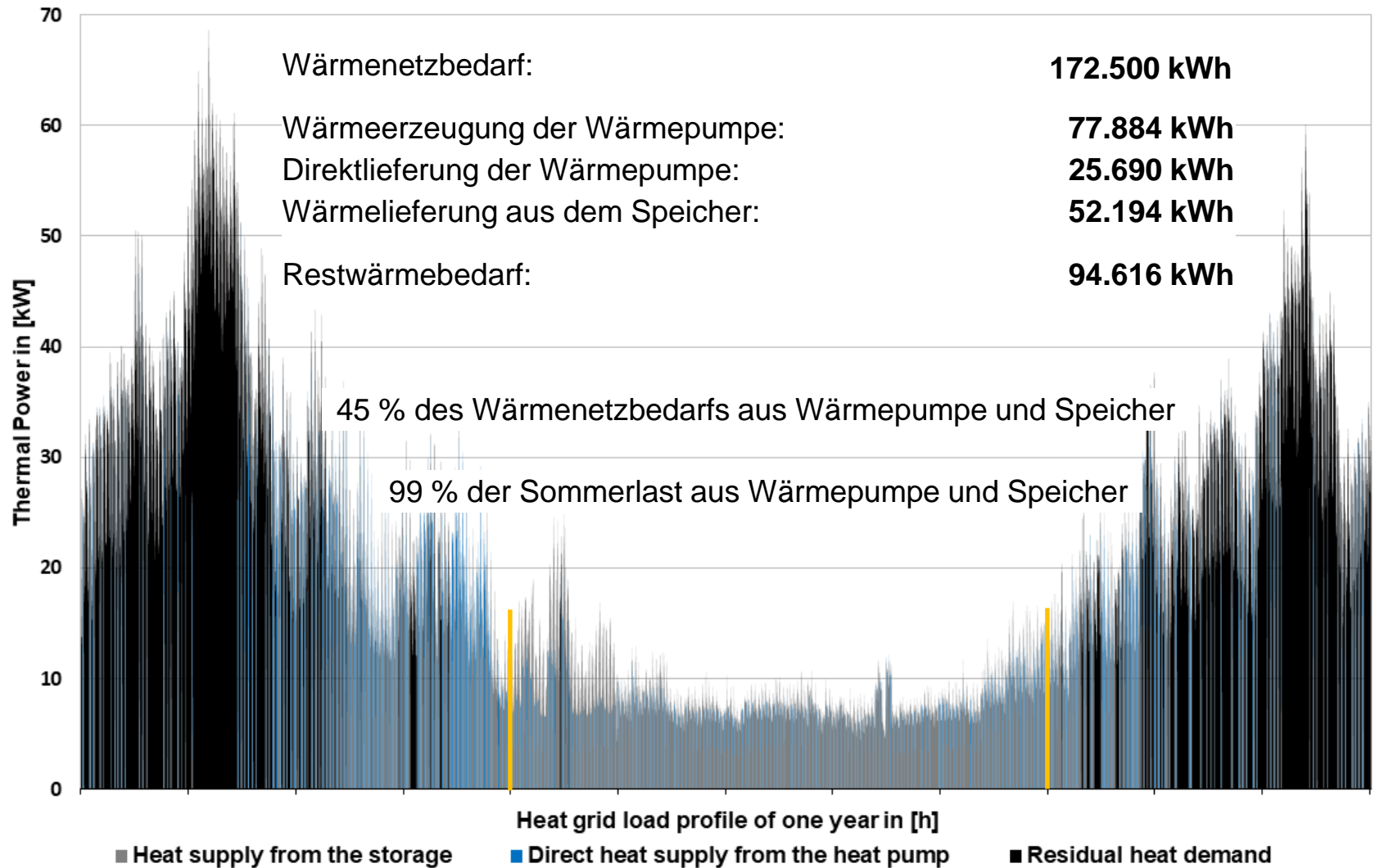
4. Methodische Vorgehensweise



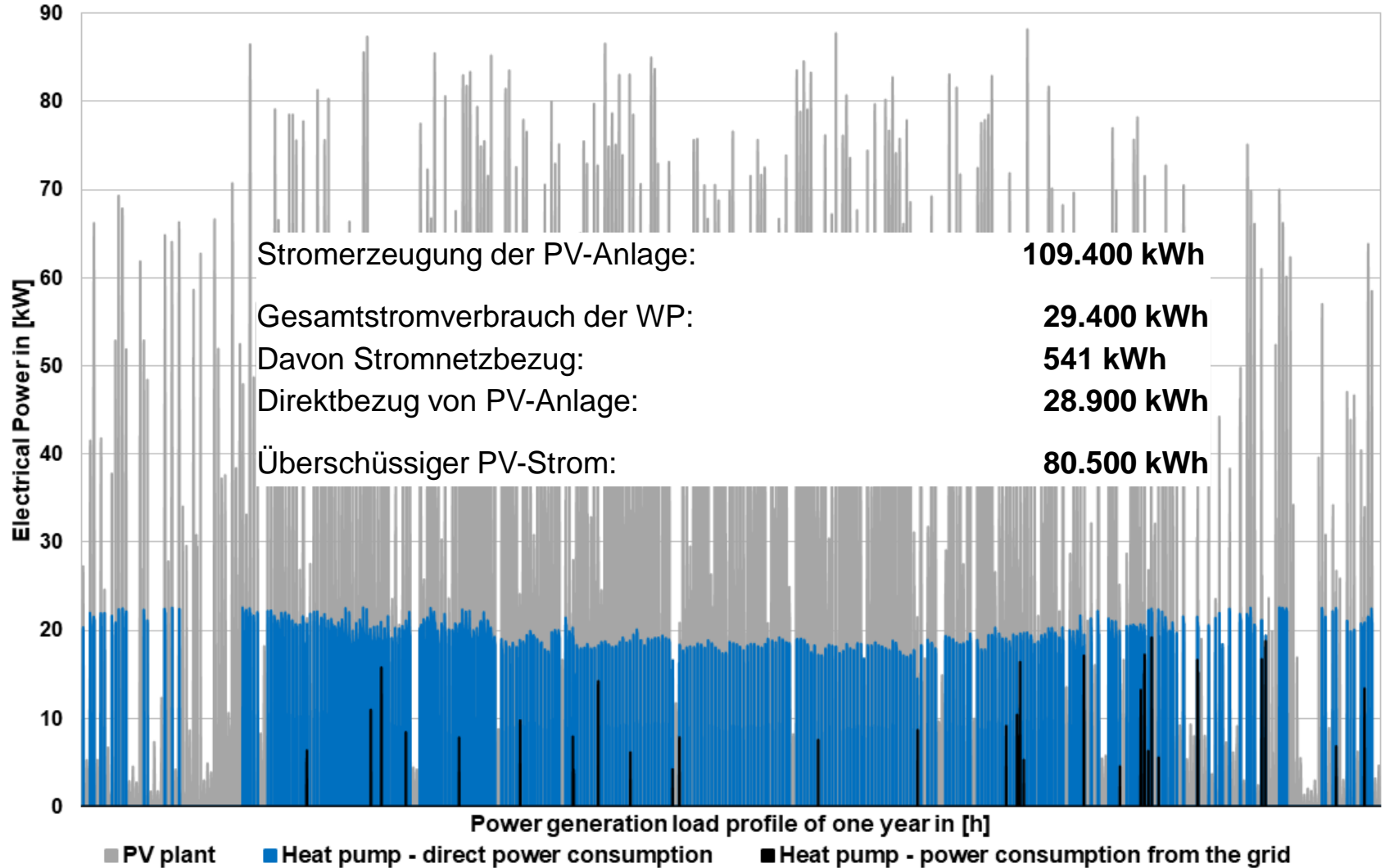
Zusatzanforderungen:
50 % des Gesamtwärmebedarfs
und 100 % der Sommerlast
(Mai bis September) über
Wärmepumpe u. Speicher

Hochtemperaturwärmepumpe mit 60 kW thermischer Leistung	
Wärmebedarf inkl. Verluste:	172,5 MWh/a
Speichergröße (bei 20 K Spreizung):	20 m ³
PV-Anlagengröße:	100 kWp

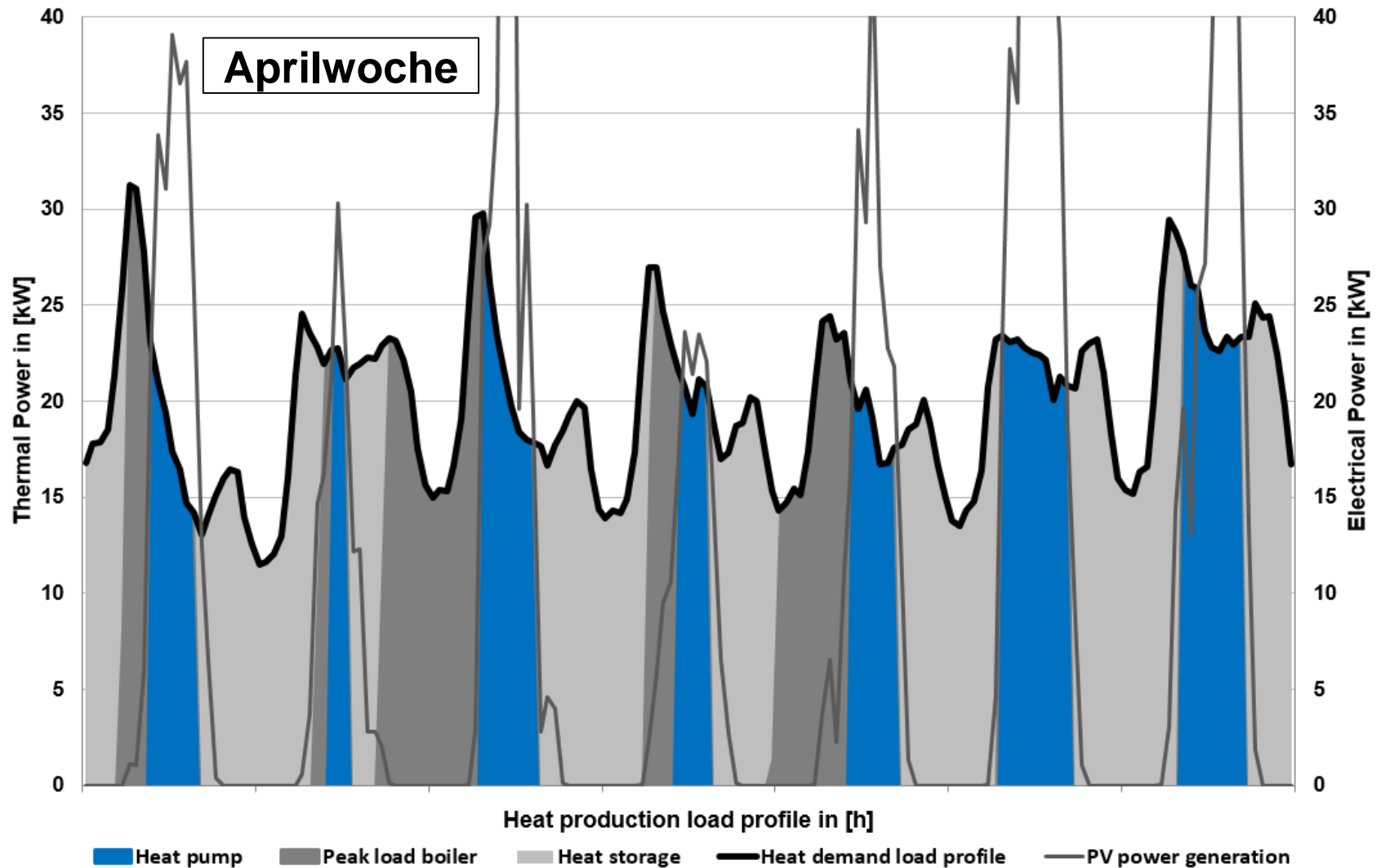
5. Simulationsergebnisse



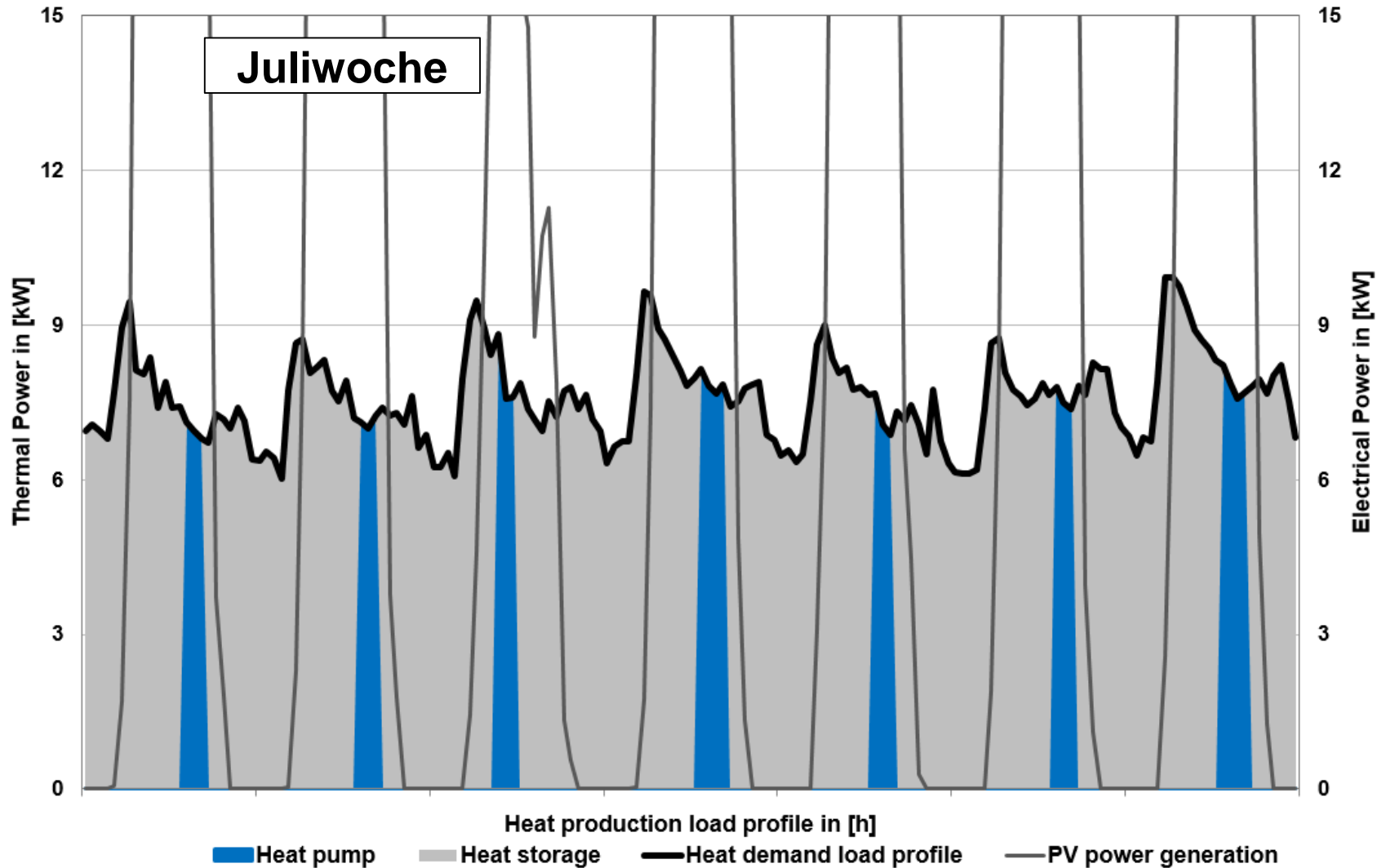
5. Simulationsergebnisse



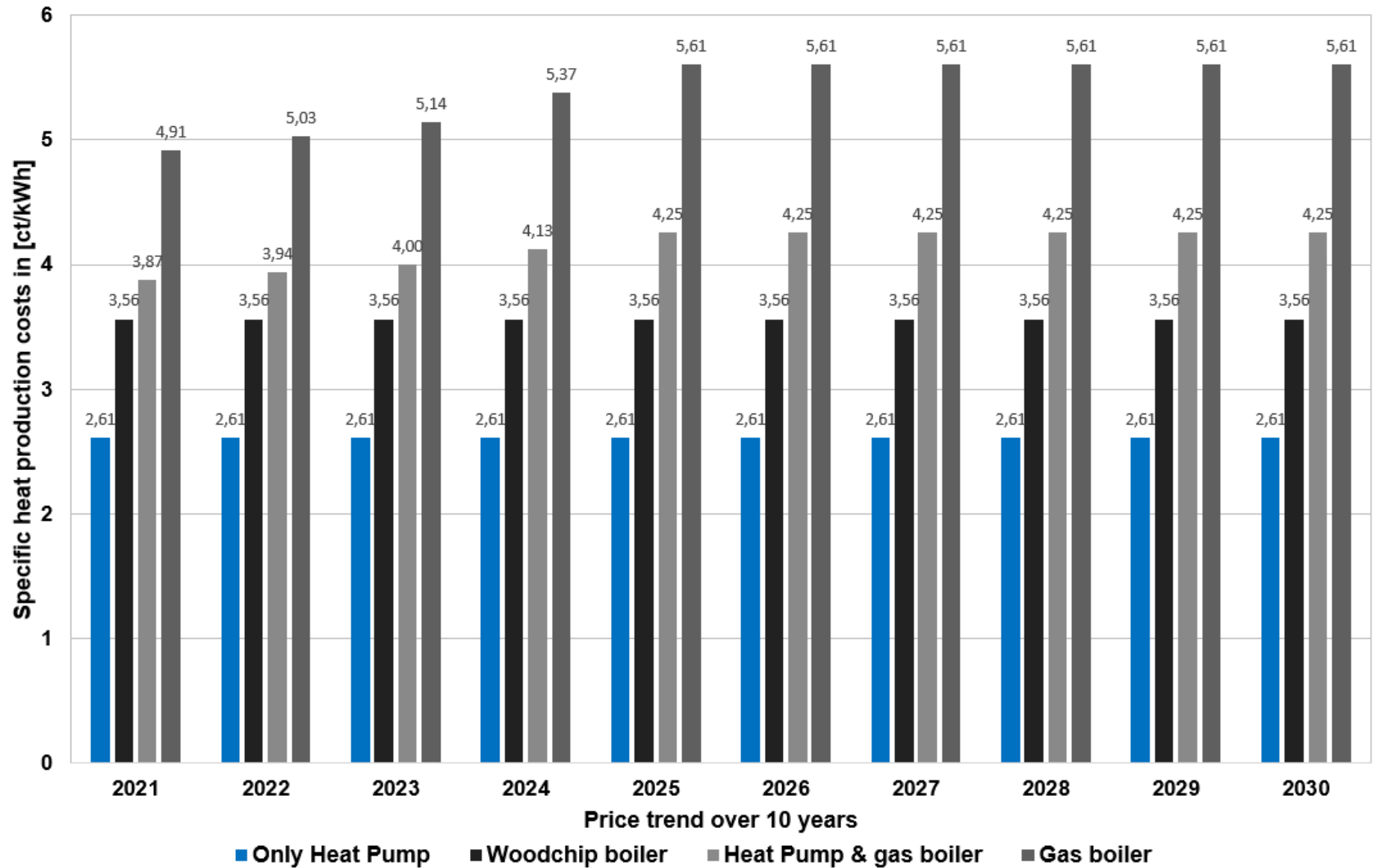
6. Wärmepumpenbetrieb



6. Wärmepumpenbetrieb



7. Vergleich der spez. Wärmegestehungskosten



8. Fazit & Ausblick

Wärmeerzeugungssystem mit Hochtemperaturwärmepumpe:

- Wirtschaftlichste Anlagenkonfiguration konnte ermittelt werden bei einem Wärmebedarf von 172,5 MWh/a, einer Speichergröße von 20m³ und einer PV-Anlagengröße von 100 kWp
- Eine Jahresarbeitszahl von 2,65 (inkl. Peripherie und Abtauzyklen) bei einer Vorlauftemperatur von 65 °C
- Fast 50 % des Wärmenetzbedarfs aus Umweltwärme bereitgestellt
- 99 % der Sommerlast gedeckt, daher keine Verbrennung von fossilen Brennstoffen nötig
- Spez. Wärmegestehungskosten der Wärmepumpe mit 2,61 ct/kWh so gering, dass ein Zubau zu einer Bestandsanlage sich in jedem Fall positiv auf die Gesamtwirtschaftlichkeit auswirkt
- Der reine Wärmepumpenbetrieb unterliegt keinen Preisschwankungen der Brennstoffe, daher eine preissichere Systemlösung über die gesamte Nutzungsdauer

 praxistaugliche, wirtschaftliche, effiziente und CO₂-einsparende Wärmeerzeugung

Ausblick:

- Weiterführende Simulation für Vorlauftemperaturen von 75 °C
- Vollkostenvergleich zur Bestimmung der max. möglichen Wärmebereitstellung durch WP
- Anpassung der Simulationsumgebung
- Skalierbarkeit der Wärmepumpenleistung
- Einsatz eines Stromspeichers zur Laufzeitverlängerung der Wärmepumpe

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Stefan Adldinger, M.Eng.

Zentrum für Gekoppelte Intelligente Energiesysteme (CoSES)

Munich School of Engineering (MSE)

Technische Universität München

Lichtenbergstraße 4a

D-85748 Garching

Telefon: +49 (0)89/289-10486

E-Mail: stefan.adldinger@stadtwerke-neuburg.de

Internet: <https://www.mse.tum.de/coses/>