



VPPLIB – EIN WERKZEUG FÜR DIE SIMULATION VIRTUELLER KRAFTWERKE AUF VERTEILNETZEBENE

Sascha Birk, Patrick Lehnen, Lars Petersen, Gabriela Wise, Thorsten Schneiders
Technische Hochschule Köln

16.Symposium Energieinnovation, Graz, 14.02.2020

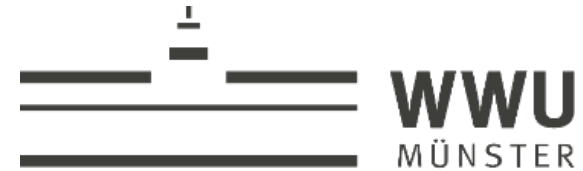
- Hintergrund – Das „Virtuelle Institut Smart Energy“
- Anwendungsbereich der VPPLib
- Aufbau der VPPLib
- Zusammenfassung

VISE ist ein wissenschaftliches Konsortium

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit von NRW-Forschungsinstitutionen

Technology
Arts Sciences
TH Köln

Technology
Arts Sciences
TH Köln



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



WISE Teilprojekt 4: Regionale Virtuelle Kraftwerke

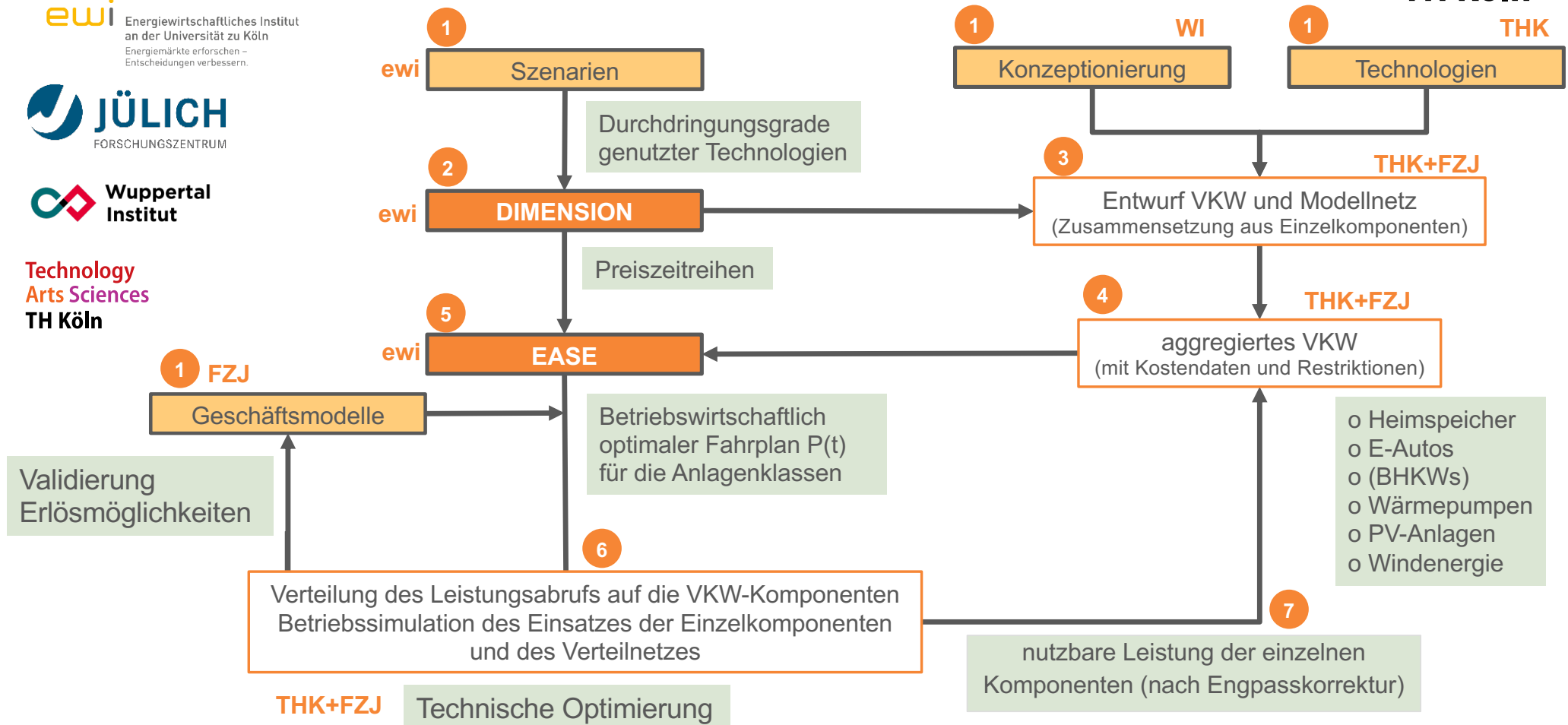
Technology
Arts Sciences
TH Köln

ewi
Energiewirtschaftliches Institut
an der Universität zu Köln
Energiamärkte erforschen –
Entscheidungen verbessern.

JÜLICH
FORSCHUNGSZENTRUM

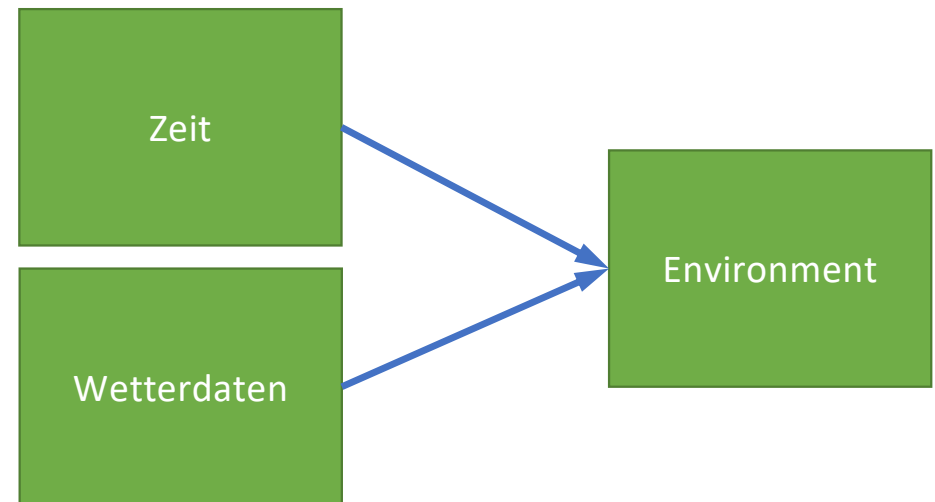
Wuppertal
Institut

Technology
Arts Sciences
TH Köln



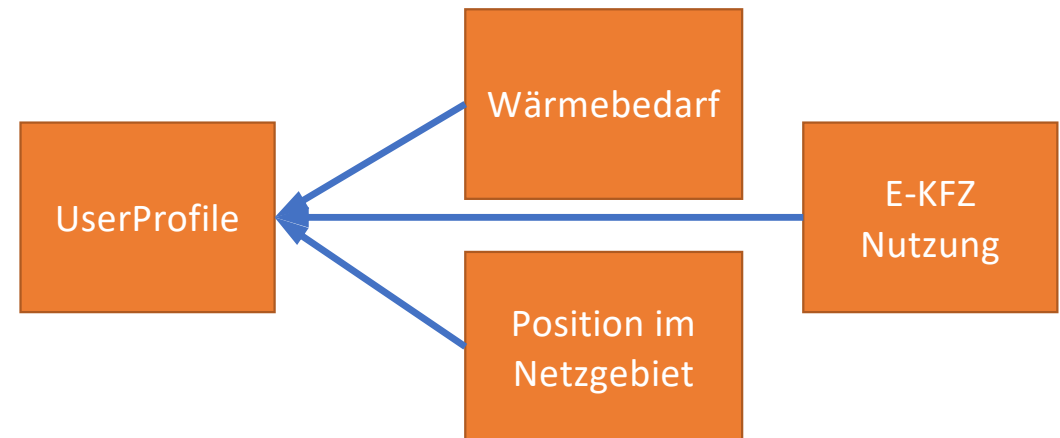
Klasse Environment

- Enthält alle globalen Informationen über das Szenario
 - Wetterdaten
 - Zeitraum
 - Zeitschritte
 - Zeitzone

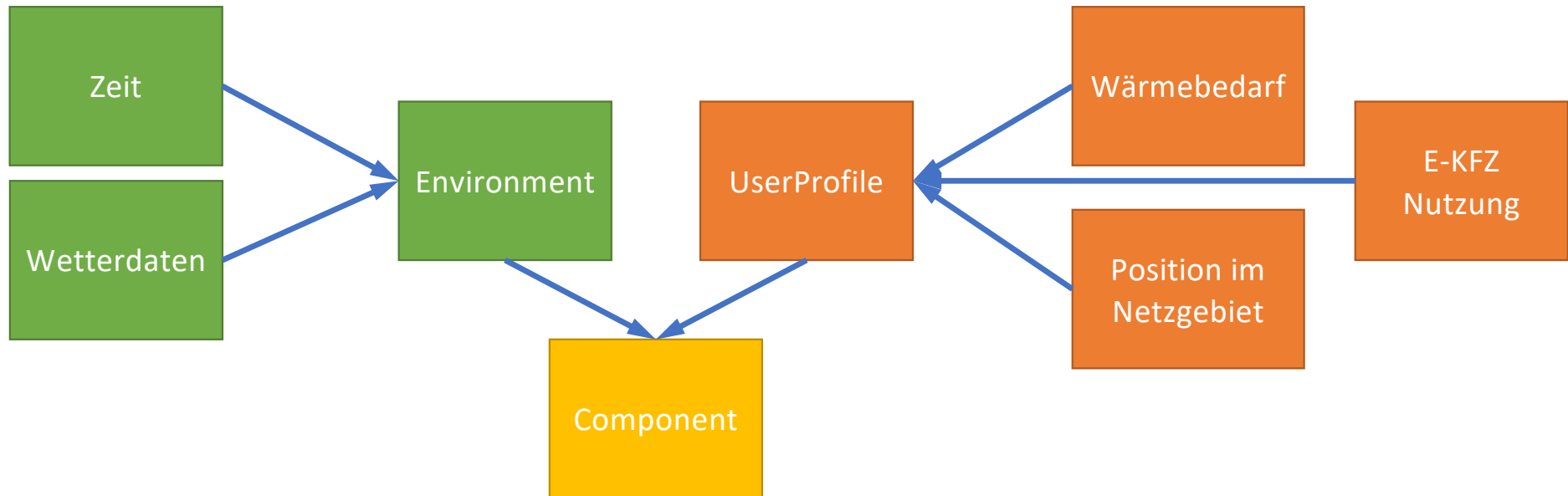


Klasse UserProfile

- Enthält Informationen über einzelne Nutzer im Netz
- Diese können Einzelpersonen, Familien, Haushalte oder Mehrfamilienhaushalte sein
- Ein UserProfile umfasst:
 - Position im Netzgebiet
 - Elektrischen Energiebedarf
 - Wärmebedarf
 - Nutzerverhalten von E-Fahrzeugen



Klasse Component



- Basis Container für Energieanlagen (Erzeuger, Speicher und Lasten)
- Einheitliche Funktionen für die Erzeugung, den Zugriff und die Verarbeitung von Lastprofilen

Externe Bibliotheken in den Components

Python-pvlib ^[1, 2]

- Entwickelt an den Sandia National Laboratories
- Ursprüngliche Implementierung in MATLAB
- Datenbanken umfasst
 - > 500 PV-Module und
 - >5000 Wechselrichter
- Berechnung der U-I-Kennlinie über das Ein-Dioden-Modell



Externe Bibliotheken in den Components

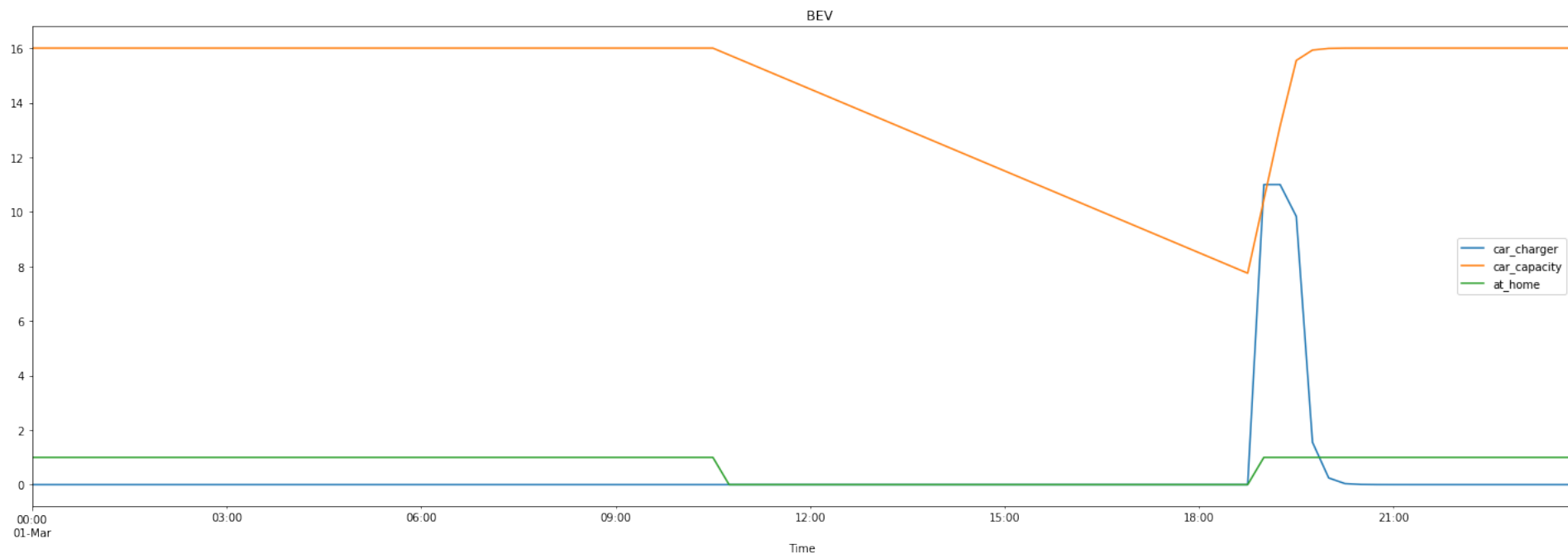
Windpowerlib [3]

- Entwickelt am Reiner Lemoine Institut
- Verwendet eine Datenbank der „Open Energy Plattform“ [4]
 - Umfasst 66 Windenergieanlagen inkl. Leistungskurve
- Umrechnung von Wetterdaten von der Höhe der Messstation auf die Nabenhöhe der Windenergieanlage
- Bei einem Vergleich mit real gemessenen Windenergieanlagen wurde eine überschätzte Erzeugung festgestellt



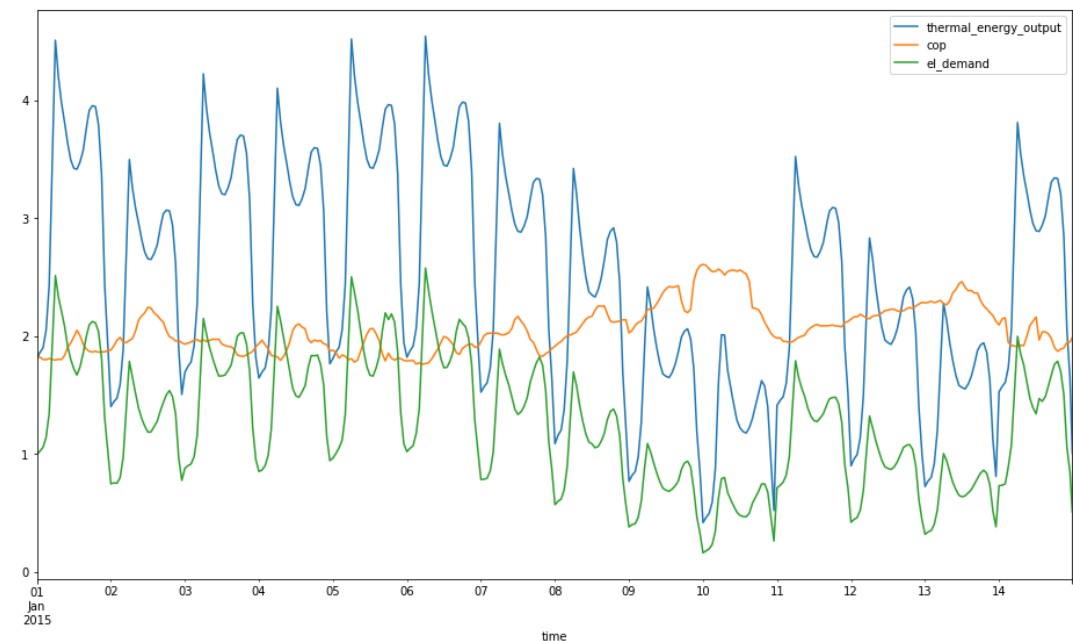
Batterieelektrisches Fahrzeug

- Berechnung der Anwesenheitszeiten am Haus [6]
- Laden nur wenn das Fahrzeug am Haus ist, nicht extern
- Reduzierung der Ladeleistung ab selbst festzulegenden Wert



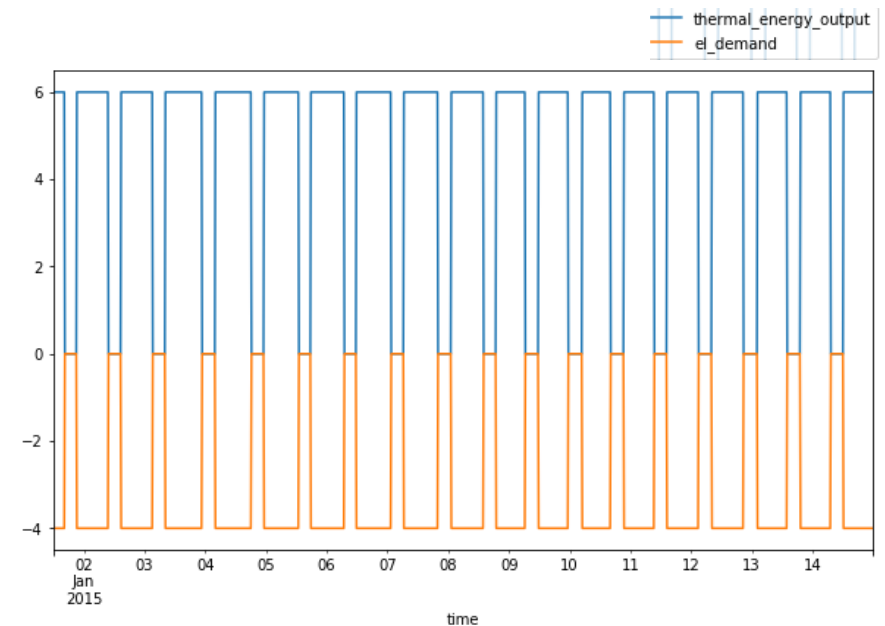
Wärmepumpe

- Berechnung des COP anhand der Außentemperatur [7]
- Drehzahlgeregelten Wärmepumpe
 - Verrechnung der Wärmelast und des COP
 - Alleinige Deckung der Wärmelast durch die Wärmepumpe
- Verknüpfung der Wärmepumpe mit einem thermischen Energiespeicher
 - Flexibler Einsatz der Wärmepumpe
 - Kombination mit weiteren Wärmeerzeugern wie Spitzenlastkessel oder Heizstab



Blockheizkraftwerke (BHKW)

- Implementierung von An- und Abfahrzeiten, sowie min. Ruhezeiten
- Verknüpfung des BHKW mit einem thermischen Energiespeicher
 - Flexibler Einsatz des BHKW
 - Kombination mit weiteren Wärmeerzeugern wie Spitzenlastkessel oder Heizstab



Elektrische Energiespeicher

- Verfügt über
 - Speicherkapazität
 - Max. Wechselrichterleistung
 - Wirkungsgrad des Wechselrichters

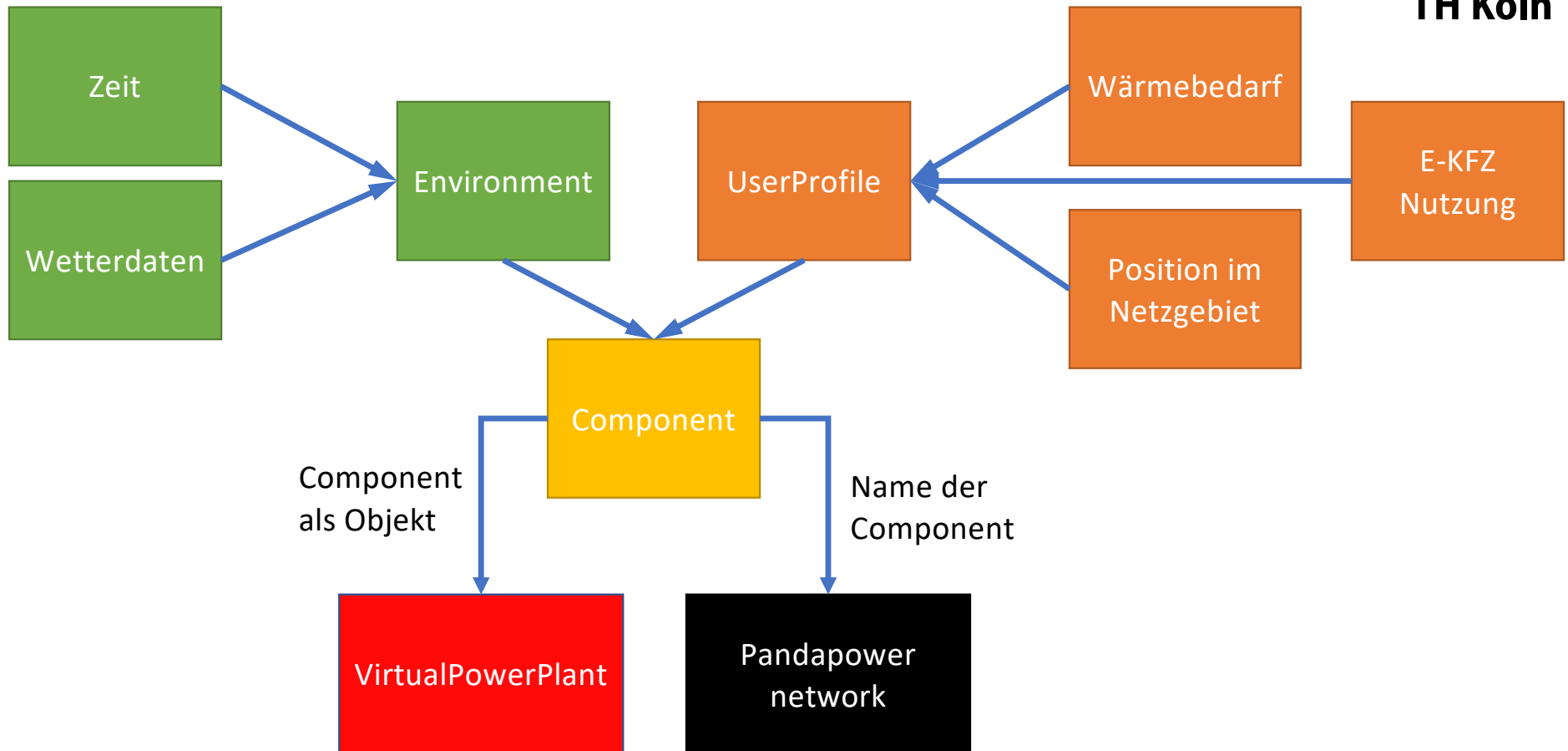


Thermische Energiespeicher

- Definiert sich über
 - Masse des Speichers
 - Temperaturdifferenz
 - Wärmekapazität des Wassers
- Umrechnung in Energiegehalt über:

$$E = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Die VirtualPowerPlant und das Netzmodell



Die VirtualPowerPlant und das Netzmodell

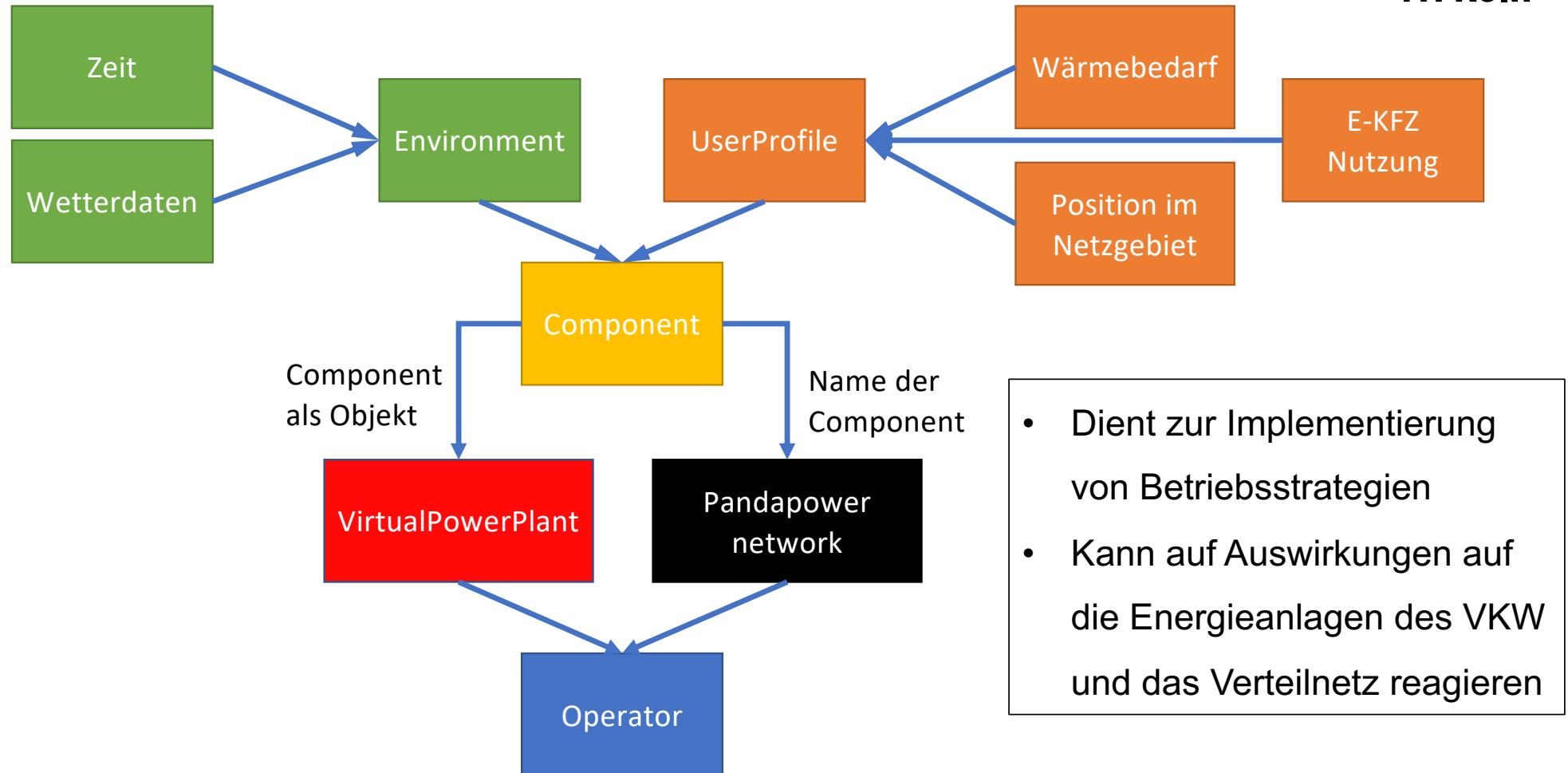
VirtualPowerPlant

- Objekt für die Aggregation der Components
- Verfügt über Funktionalitäten zur Verwaltung der Components und des VKW
- Export von Zeitreihen der Components in aggregierter Form und als separate Datenreihen

Pandapower network

- Pandapower wurde an der Universität Kassel in Kooperation mit dem Fraunhofer IEE entwickelt
- Konzipiert für die statische Analyse von symmetrischen Netzen
- Pandapower network enthält alle Daten zum Netzmodell
- Ermöglicht Lastflussberechnungen

Der Operator



- VPPLib ermöglicht die Abbildung von Geschäftsmodellen und Betriebsstrategien eines Regionalen Virtuellen Kraftwerks im Verteilnetz
- Berücksichtigung der Anlagen- und Netzrestriktionen
- UserProfile ermöglicht eine Abbildung von Nutzerpräferenzen
- Open Source Zugang über GitHub

- Die VPPLib wird im Rahmen der Geschäftsmodellanalyse weiterentwickelt
- Erweiterbar um zusätzliche Energieanlagen
- Derzeit Aufbau eines Microgrid an der TH Köln das mit Hilfe der VPPLib betrieben werden soll

- [1] William F. Holmgren, Clifford W. Hansen, and Mark A. Mikofski: "pvlib python: a python package for modeling solar energy systems." Journal of Open Source Software, 3(29), 884, (2018). <https://doi.org/10.21105/joss.00884>
- [2] „pvlib-python“, <https://pvlib-python.readthedocs.io/en/stable/>, aufgerufen am 28.01.2020
- [3] Sabine Haas, Birgit Schachler, Uwe Krien, & Stephen Bosch. (2019, September 9). wind-python/windpowerlib: Revision release (Version v0.2.0). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3403360>
- [4] OpenEnergy Plattform, aufgerufen am 28.01.2020 https://openenergy-platform.org/dataedit/view/supply/wind_turbine_library
- [5] „windpowerlib“, <https://github.com/wind-python>, aufgerufen am 04.02.2020
- [6] Thorben Doum, „Notwendigkeit und Rahmenbedingungen eines Lastmanagements für Elektromobilität in Niederspannungsnetzen“, Köln, 12.08.2015
- [7] Staffel I., Brett D., Brandon N., Hawkes A., "A review of domestic heat pumps", Energy & Environmental Science, 2012

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Sascha Birk, M.Sc.

**Projekt:
Regionale Virtuelle Kraftwerke**

TH Köln
Betzdorfer Str. 2
50679 Köln

T +49 221 8275 2193
sascha.birk@th-koeln.de
<https://github.com/Pyosch/vpplib>



**Technology
Arts Sciences
TH Köln**