



(Regionale) Virtuelle Kraftwerke



VISE

Virtuelles Institut Smart Energy

Geschäftsmodelle und Aggregationskonzepte für Regionale Virtuelle Kraftwerke

Johannes Fler | Köln, 14.11.2019

Gefördert durch:

Technology
Arts Sciences
TH Köln



Wuppertal
Institut

ewi



JÜLICH
Forschungszentrum

2014

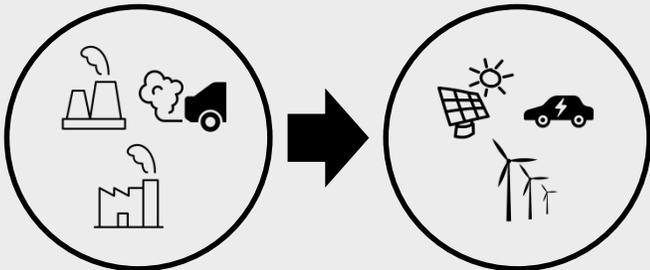
EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Transformation des Energiesystems

- zunehmend **dezentrale und volatile Stromerzeugung** durch erneuerbare Energien
- **Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors** führt zu höherer Stromnachfrage in den Verteilnetzen
- **Synchronisierung** von Stromangebot und -nachfrage notwendig



(Regionale) Virtuelle Kraftwerke

- Virtuelles Kraftwerk (VKW) = **zentrale Steuerung** dezentraler Erzeugungseinheiten, Speichersysteme und Lasten
- **Digitalisierung** ermöglicht die Einbindung von Anlagen mit geringeren Nennleistungen als bisher
- **Regionales VKW** bietet die Möglichkeit, regionale Erzeugungseinheiten, Speichersysteme und Lasten in die vorhandenen Spot- und Regelleistungsmärkte einzubinden und Verteilnetze gezielt zu entlasten

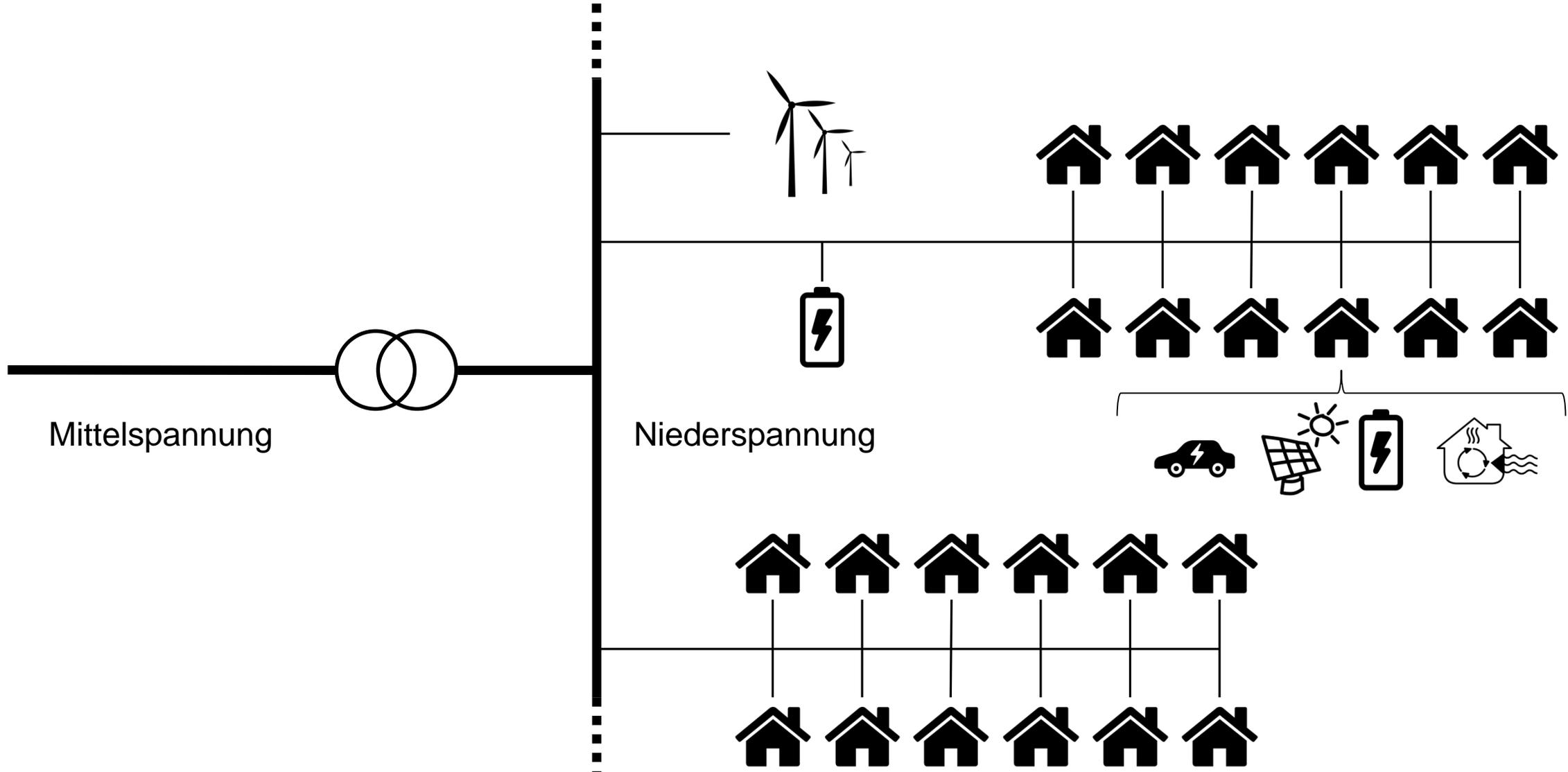
Fragestellungen

- Wie lassen sich **Geschäftsmodelle** für Regionale Virtuelle Kraftwerke identifizieren?
- Wie läuft das Zusammenspiel der einzelnen **Akteure**?
- Wie erfolgt die **Aggregation** der Komponenten zum Virtuellen Kraftwerk?
- Welche **Technologien** können integriert werden?
- Wie erfolgt die **Modellierung** des Regionalen Virtuellen Kraftwerks?
- Welche Entwicklungspotentiale bestehen für **neue, digitale Geschäftsfelder**?

Das Regionale Virtuelle Kraftwerk



(Regionale) Virtuelle Kraftwerke



Das Geschäftsmodell als Analyserahmen



- keine einheitliche Definition des Begriffs *Geschäftsmodell* (engl. *business model*)
- enthält unterschiedliche ‚Aspekte‘ (Stähler, 2002) bzw. ‚Dimensionen‘ (Schallmo, 2013)

Kundendimension

- Kundensegmente
- Kundenkanäle
- Kundenbeziehungen

Nutzendimension ,value proposition‘

- Leistungen
- Nutzen

Wertschöpfungs- dimension

- Prozesse
- Fähigkeiten
- Ressourcen

Finanzdimension

- Erlöse
- Kosten

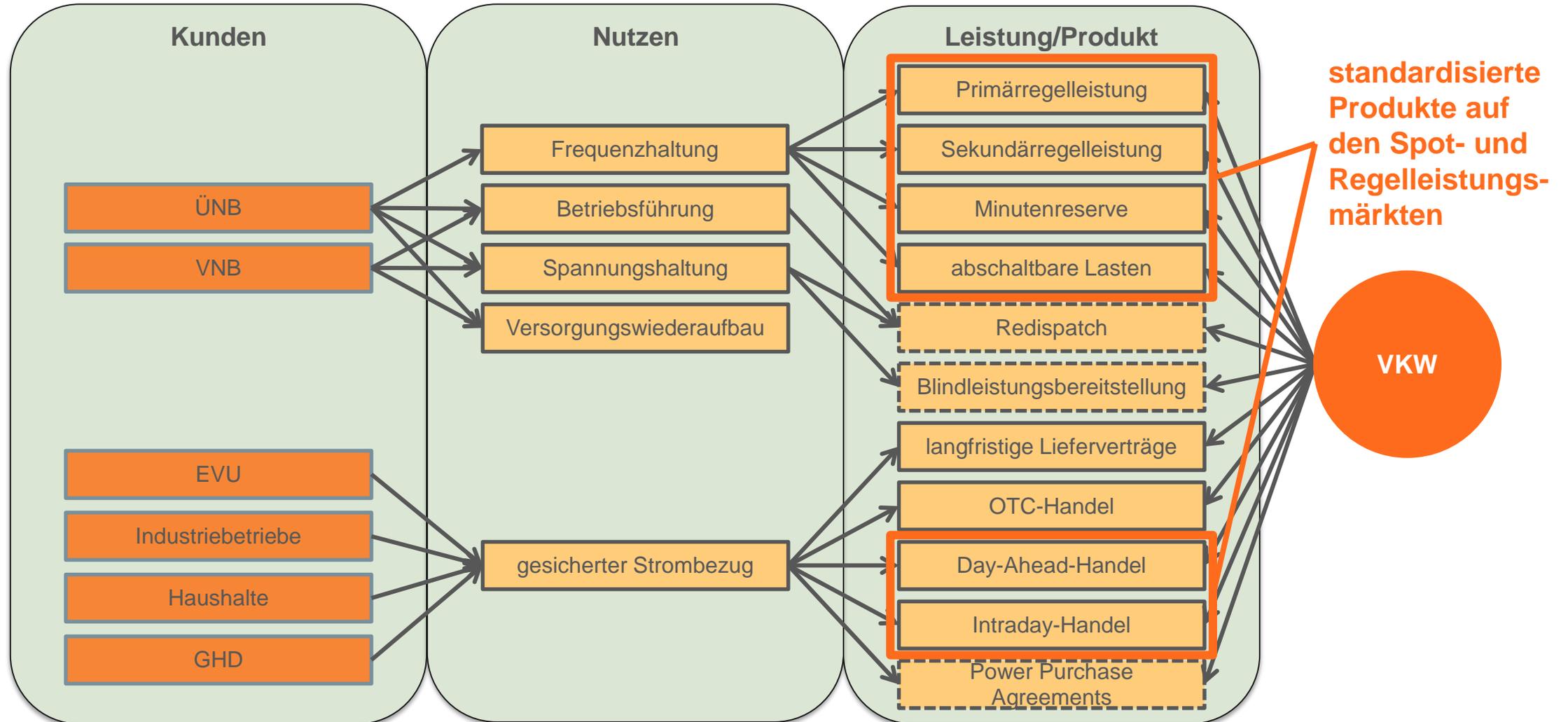
Partnerdimension

- Partner
- Partnerkanäle
- Partnerbeziehungen

Kunden- und Nutzendimension im Virtuellen Kraftwerk



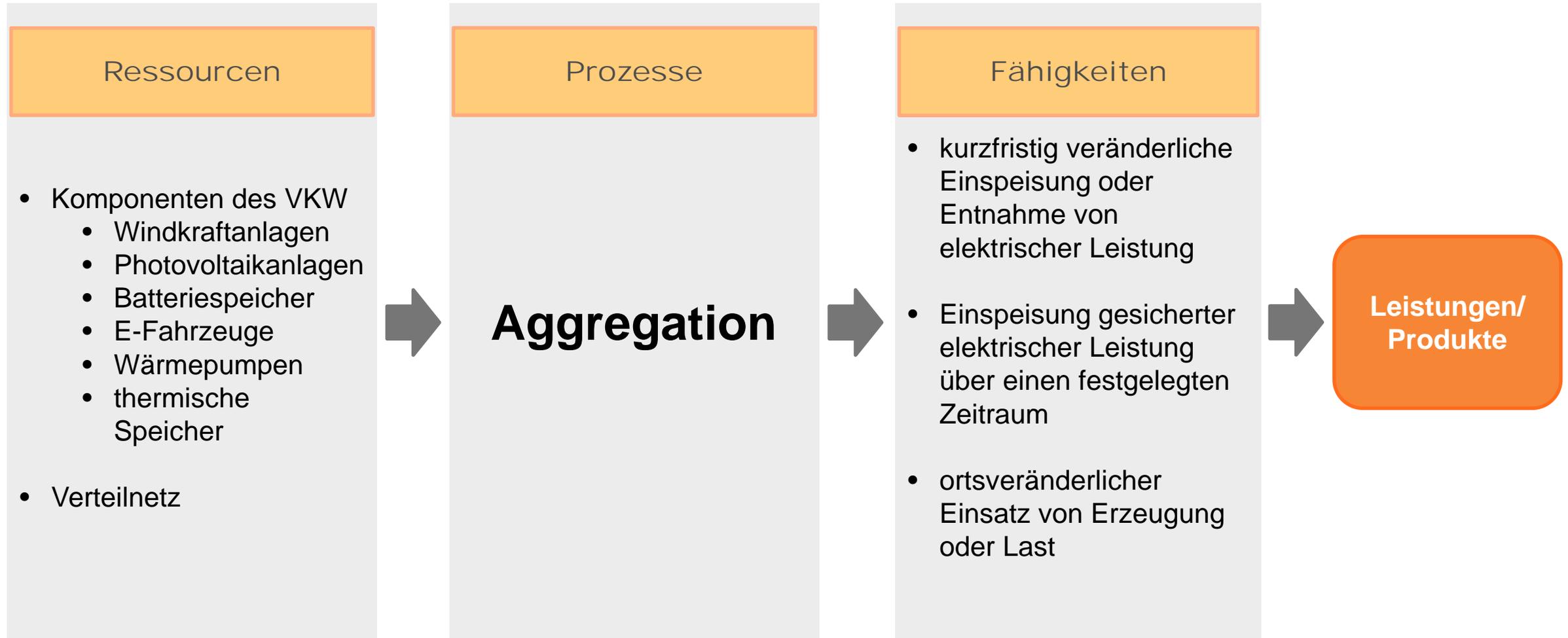
Kunden, Bedürfnisse und Nutzen, Produkte und Leistungen



Wertschöpfung im Regionalen Virtuellen Kraftwerk



Ressourcen, Prozesse und Fähigkeiten des Regionalen Virtuellen Kraftwerks



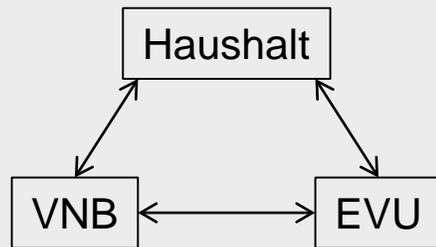
Aggregationskonzepte



Einbindung der Komponenten und Partnerbeziehungen

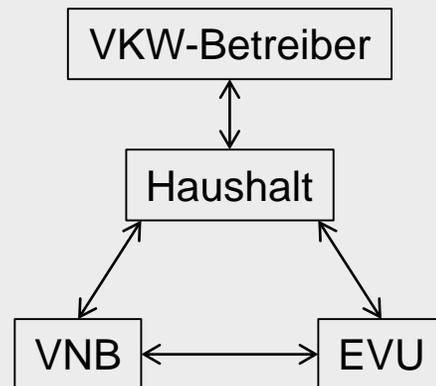
Business as usual

- Vergleichsszenario, keine Aggregation
- Haushalte beziehen Strom zur Deckung ihrer Residuallast über ein EVU
- im Haushalt erzeugter Strom, der nicht genutzt werden kann, wird ins Netz eingespeist und mit EEG-Umlage vergütet



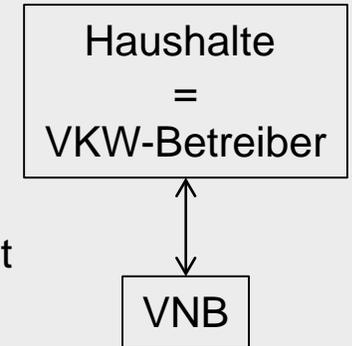
Überschüsse vermarkten

- Haushalte beziehen Strom zur Deckung ihrer Residuallast über ein EVU
- im Haushalt erzeugter Strom, der nicht genutzt werden kann, wird an einen VKW-Betreiber verkauft



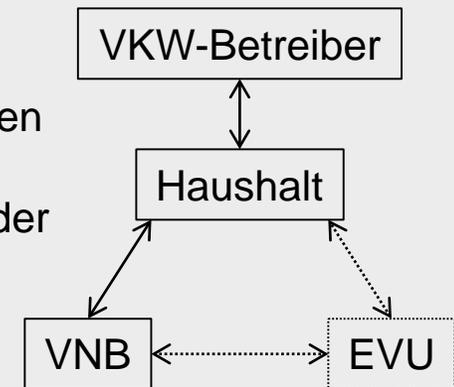
Nachbarschaftskraftwerk

- Haushalte schließen sich zusammen und decken gemeinsam ihren Strombedarf
- Deckung der Residuallast durch Zukauf am Spotmarkt
- im Haushalt erzeugter Strom, der nicht genutzt werden kann, wird am Spotmarkt vermarktet



externer Aggregator

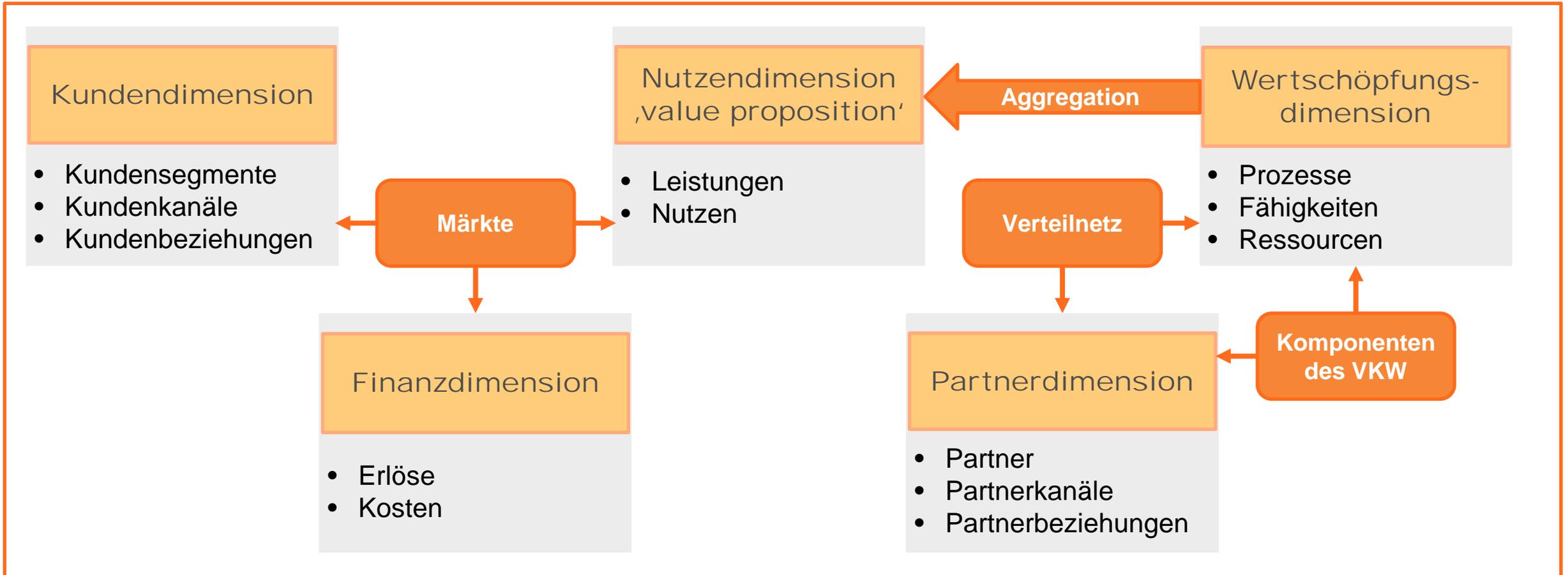
- externer Aggregator kann Komponenten jederzeit gegen eine festgelegte Vergütung nutzen
- zur Deckung der Residuallast erforderlicher Strom wird entweder durch den Aggregator zur Verfügung gestellt oder über das EVU bezogen



Das Geschäftsmodell als Analyserahmen



Regulatorischer Rahmen



Märkte

Märkte und Kraftwerksdispatch

- Modell zur Abbildung der **Preisbildung** auf Spot- und Regelleistungsmärkten („DIMENSION“)
- Lineares Optimierungsmodell zur Berechnung des **Kraftwerksdispatch** („EASE“)

← Aggregation

Aggregation und Dispatch der VKW-Komponenten

- **„Haushalte zuerst“**
lineares Optimierungsmodell für Einzelhaushalte (für die Aggregationskonzepte „Business as usual“ und „Überschüsse vermarkten“)
- **„Aggregation zuerst“**
Optimal-Power-Flow-Modell für den Dispatch der Komponenten im Verteilnetz (für die Aggregationskonzepte „Nachbarschaftskraftwerk“ und „externer Aggregator“)

Verteilnetz

Verteilnetz

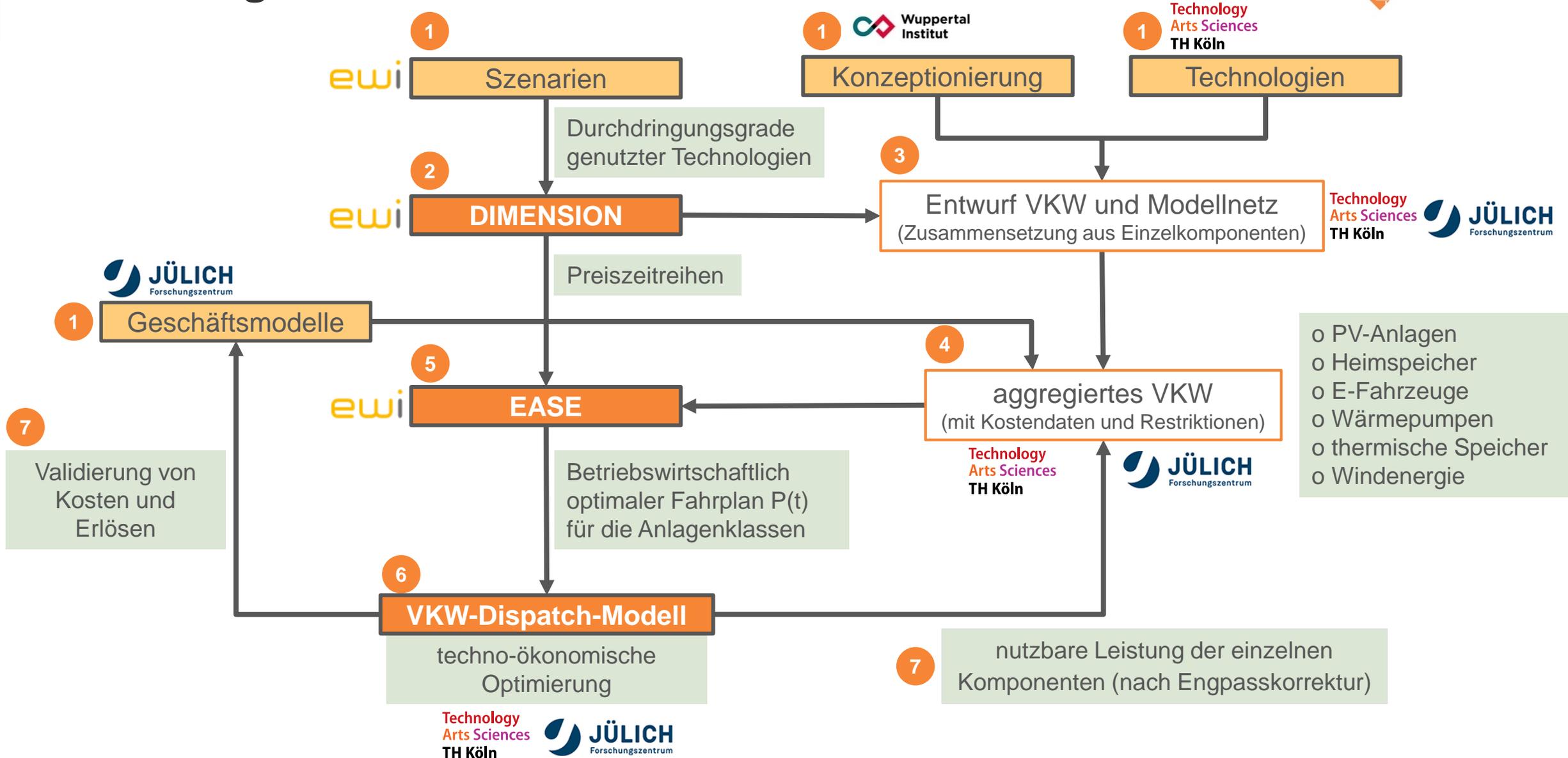
- **Netzmodell** (AC-Power-Flow) für ein Verteilnetzgebiet auf Nieder- und Mittelspannungsebene
- deckt ein Gebiet von ca. 1000 Haushalten ab

Komponenten des VKW

Technische Charakteristika der VKW-Komponenten

- Photovoltaikanlagen
- Windkraftanlagen
- E-Fahrzeuge
- Batteriesysteme
- Wärmepumpen
- thermischer Speicher
- Strom- und Wärmelastprofile der Haushalte

Vernetzung der Teilmodelle



Geschäftsmodelle

Analysekonzept

- Gliederung ermöglicht die Herausarbeitung wesentlicher Aspekte des Regionalen Virtuellen Kraftwerks

Dimensionen/Elemente

- Kunden
- Kosten, Erlöse
- Nutzen, Leistungen
- Partner
- Wertschöpfung
 - Ressourcen
 - Fähigkeiten
 - Prozesse

Aggregationskonzepte

Aggregation

- Einbindung von kleineren Einheiten als bisher, Digitalisierung ermöglicht Einbindung
- zentrales Element der Wertschöpfung
- ermöglicht die Generierung von Nutzen durch die Einzelkomponenten

Konzepte

- Überschüsse nutzen
- Nachbarschaftskraftwerk
- externer Aggregator

Modellierung

Ziel

- Quantifizierung von möglichen Kosten und Erlösen, der Auswirkungen auf das Verteilnetz und der Nutzung der VKW-Komponenten

Methoden

- Modellierung von Märkten und Kraftwerksdispatch durch lineare Optimierung
- Modellierung des Verteilnetzes durch ein Optimal-Power-Flow-Modell
- Abbildung der VKW-Komponenten

Laufende Arbeiten

Modellierung

- geplante Ergebnisse
 - Nutzung der Komponenten
 - Kosten und Erlöse
 - Netzlast

begleitende Analysen

- Entwicklung des regulatorischen Rahmens
- Wechselwirkungen von Flexibilitätsoptionen
- Bewertung der Geschäftsmodelle
- Auswahl der Technologien

Zukünftiger Forschungsbedarf

- Berücksichtigung der Verhaltensweisen der in den Haushalten lebenden Personen
- Einbinden von Regelleistungsmärkten und möglichen regionalen Märkten
- Einbinden von Industriebetrieben und GHD



(Regionale) Virtuelle Kraftwerke



VISE

Virtuelles Institut Smart Energy

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Johannes Fleer

Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE)

j.fleer@fz-juelich.de

Gefördert durch:

**Technology
Arts Sciences
TH Köln**



ewi



2014 EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung