



**WISE**

Virtuelles Institut Smart Energy

**Technology**  
**Arts Sciences**  
**TH Köln**

# **Quo Vadis Smart Energy – Entwicklungspfade Smarter Technologien in der Energiewirtschaft**

**Tobias Rehm\*, Sascha Birk, Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schneiders**

Technische Hochschule Köln

**Graz, 14. Februar 2020**

16. Symposium Energieinnovation | TU Graz



**EFRE.NRW**  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

## 1. Einführung

Was ist Smart Energy?

## 2. Methodik und Vorgehensweise

Cyber-Physische-Systeme & Definition Smarter Technologien

## 3. Ergebnisse

Vergleich von Cyber-Physischen-Systemen & Smarten Technologien

Komponenten & Fähigkeiten Smarter Technologien

Entwicklungspfade

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

# Hintergrund

# Was ist Smart Energy?

Smart Energy betrifft die gesamte Wertschöpfungskette und schafft neue Schnittstellen zwischen Wertschöpfungsstufen und Marktteilnehmern

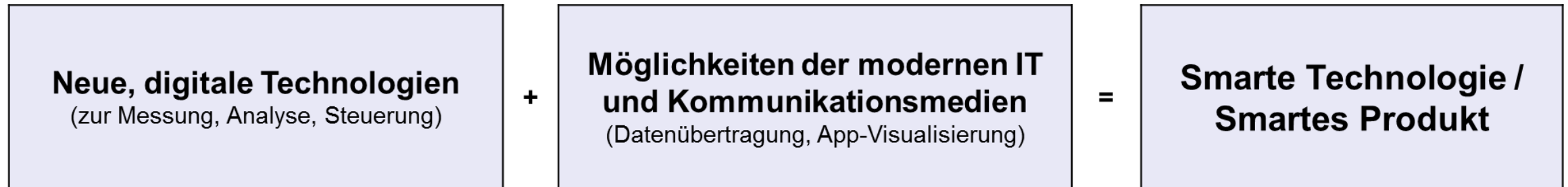


Forschungsgruppe Smart Energy.NRW (2017) [1]

# Was ist Smart Energy?

## Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft

- Erste Definition Smarter Technologien und Smarter Produkte



Forschungsgruppe Smart Energy.NRW (2017) [1]

In der Informationstechnik (IT) beinhaltet der Begriff „smarte Technologie“ zusätzlich die Integration einer „**Künstlichen Intelligenz**“ (KI/AI), die die Steuerung übernimmt und dabei eigenständig dazu lernt und optimiert.

# Methodik und Vorgehensweise

## Einfluss der Digitalisierung auf die Wertschöpfungskette für die Energiewirtschaft

- Recherche zu klassischen Technologien entlang der Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft



Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft nach Khan (2016) [2]



„Prosumer“

- Betrachtete Technologien:
  - Erzeugung, Speicherung und Verbrauch
  - Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
  - hardware- und softwarebasierte Lösungen
- Betrachtung von Start-ups aus dem Smart Energy Bereich
- Vergleich von Cyber-Physischen-Systemen aus der Industrie

# Cyber-Physische-Systeme (CPS)

CPS stammt aus dem Bereich der Industrie

- Unterscheidung zwischen:
  - Autonome Systeme
  - Dynamisch vernetzte Systeme
  - Interaktiv soziotechnische Systeme
  - Produkt-Service-Systeme

⇒ Schaffung einer **hybriden Wertschöpfung** aus physischen Produkten und digitalen Leistungen

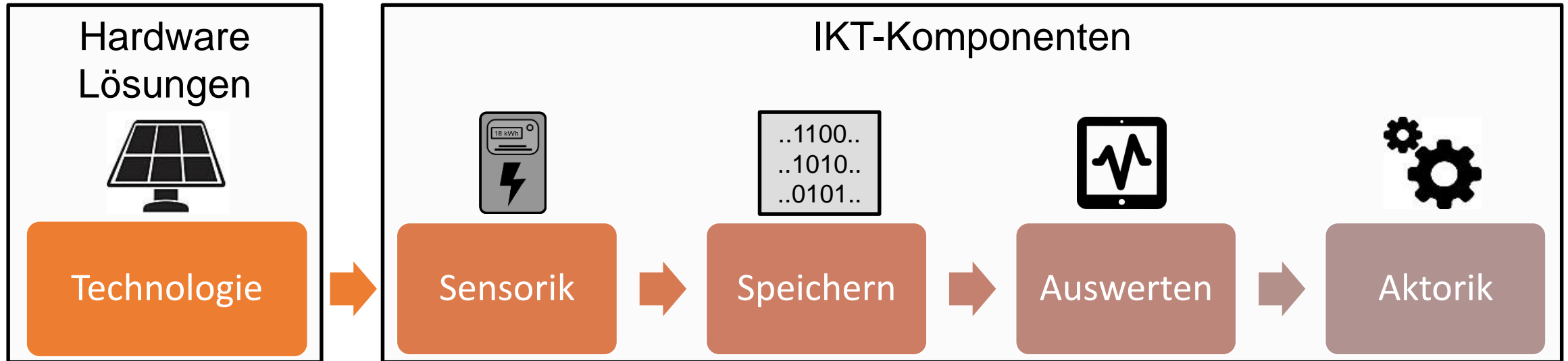


# Ergebnisse

# Smarte Technologie

Von der klassischen zur Smarten Technologie

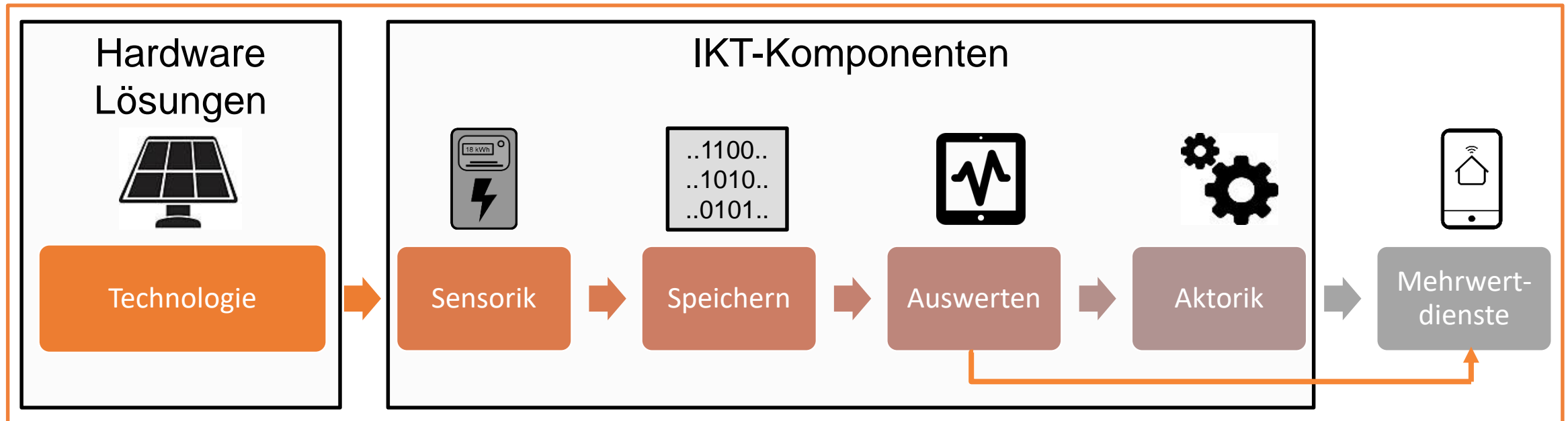
- Zusammenführung neuer Produkte basierend auf bestehenden Technologien
- Klassische Technologien werden um IKT-Komponenten ergänzt
- Hardware als Produkt, ergänzt um Mehrwertdienste



# Smartes Gesamtsystems

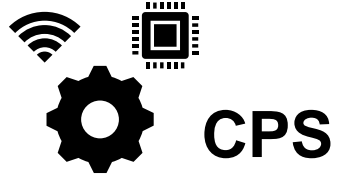
Smarte Gesamtsysteme fördern Mehrdienste

- Softwarelösungen entstehen um die Smarten Technologien zu steuern/optimieren
- Software als Produkt
- Mehrwert im Gesamtsystem durch übergeordnete Softwarelösung



# Vergleich von Cyper-Physischen-Systemen und Smarten Tech.

Erkenntnisse aus dem Vergleich münden in Komponenten für die Weiterentwicklung zum Smarten Gesamtsystemen



- Autonome Systeme
- Dynamisch vernetzte Systeme
- Interaktiv soziotechnische Systeme
- Produkt-Service-Systeme



- Sensorik
- Speicherung
- Auswertung
- Aktorik
- Mehrwertdienste



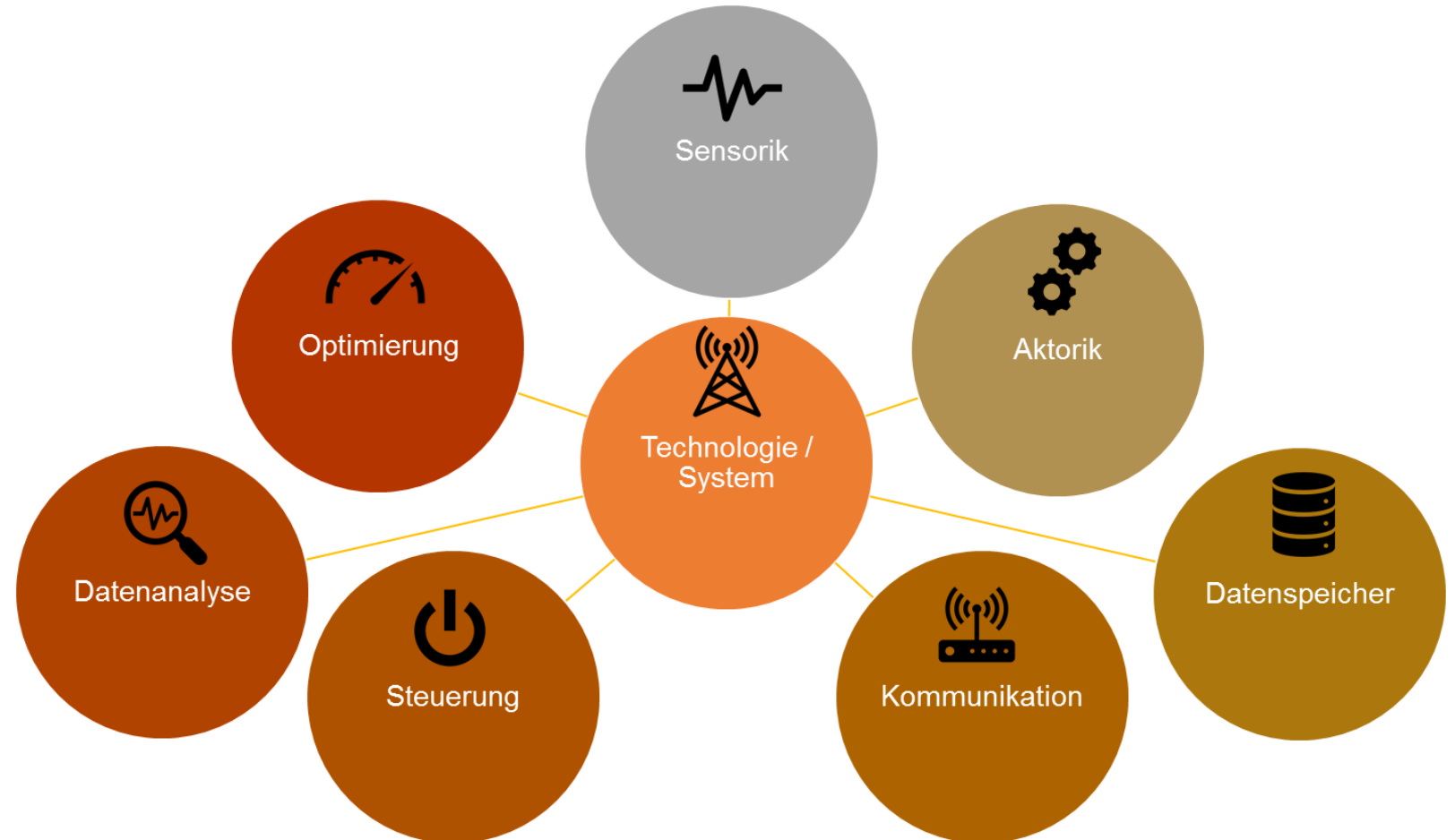
## Rückschlüsse für Smart Energy

- Beide weisen neue Geschäftsfelder für Mehrwertdienste auf
- Kooperationen zwischen etablierten Unternehmen und Start-ups (vorzugsweise IT-Unternehmen)

# Komponenten für Smarte Technologien/Systeme

Erweiterung der Bestandstechnologie (Erzeugung, Speicher, Verbrauch), um neue Mehrwerte zu generieren

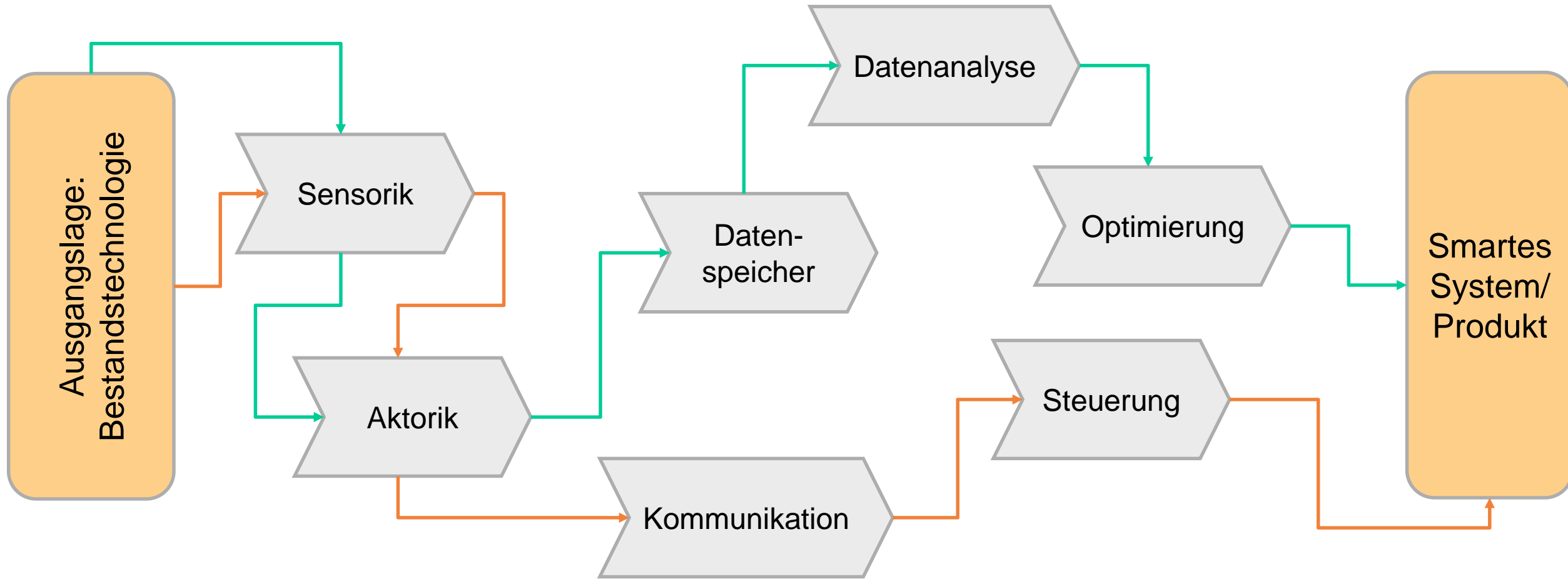
- Komponenten mit unterschiedlichen Fähigkeiten:
  - Sensorik
  - Aktorik
  - Datenspeicher
  - Kommunikation
  - Steuerung
  - Datenanalyse
  - Optimierung



\*Je nach Technologie/System können Funktionen oder Fähigkeiten der Komponente variieren.

# Entwicklungspfade Smarter Systeme

Durch das Zusammenlegen der Komponenten ergeben sich unterschiedliche Pfade



\*Die Reihenfolge der Komponenten spielt dabei keine gesonderte Rolle, ebenfalls können die Verbindungen und Fähigkeiten variieren.

# Zusammenfassung und Ausblick

# Zusammenfassung und Ausblick

Smart Energy Technologien können eingestuft und mithilfe ihrer zusätzlich eingebrachten Komponenten und Fähigkeiten klassifiziert werden

## Zusammenfassung

- ✓ Definition von Smarten Technologien und Gesamtsystemen aufgestellt
- ✓ Komponenten und Fähigkeiten zur Einstufung erstellt
- ✓ Skizzierung von Entwicklungspfaden Smarter Technologien und Gesamtsystemen möglich

## Ausblick

- Aufdeckung von Lücken im Technologieangebot
- Analyse von Spill-Over-Effekten



- [1] Thorsten Schneiders; Andreas Löschel (2017): Wie steht es um Smart Energy? Ergebnispräsentation zur Arbeit „Vorstudie Smart Energy“. Hg. v. Forschungsgruppe Smart Energy.NRW
- [2] Khan, A. (2016), Innovationsmanagement in der Energiewirtschaft – Entwicklung eines Reifegradmodells, Wiesbaden 2016
- [3] Michael E. Porter; James E. Heppelmann (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. In: Harvard Business Review
- [4] Raimund Neugebauer (2018): Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wissenschaft und Gesellschaft: Springer Vieweg (Fraunhofer-Forschungsfokus)

## **Danksagung**

Wir bedanken uns beim Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie (MWIDE) des Landes Nordrhein-Westfalen (DE) sowie bei der Europäischen Union (EFRE-Mittel: 0600036) für die Förderung dieses Projektes.

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

**Tobias Rehm, M.Sc.**

Technische Hochschule Köln

tobias.rehm@th-koeln.de

+49 221 8275 2417

**2014** **EFRE.NRW**  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung



**EUROPÄISCHE UNION**  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

## Hardware Komponenten

### Sensorik

- Datenerfassung
- Auflösung / Frequenz der Daten
- Größe der Messdaten

### Aktorik

- Art der Ansteuerung (An-/Aus, Stufenweise, Stufenlos)
- Manuell, Automatisiert
- Reaktionszeiten

### Steuerung

- Einfache Logik oder Regelkreis

## IKT Komponenten

### Datenspeicher



- Speicherung von Sensordaten
- Lokal, dezentral (Server/Cloud)
- Ausfallsicherheit (Redundanz der Daten)
- Zugriffsschutz
- Geschwindigkeit (Zugriff zum Auswerten für z.B. Regelungen)
- Speichergröße

### Kommunikation



- Übermittlung relevanter Daten zur Speicherung und weiteren Verarbeitung
- Übertragungsrate, Bandbreite und Sendeintervalle

## Software Komponenten

### Datenanalyse

- Daten nutzbar machen und visualisieren
- Konsistenzprüfung der Daten (Big Data to Smart Data)
- einheitliche Datenformate
- Lokal, dezentral (Server/Cloud)
- Bilden von Energiekennzahlen (kWh/ pro Einheit)
- Geschwindigkeit der Analyse

### Optimierung

- Entwicklung von Betriebsstrategien
- Verwendung von weiteren Datenquellen (Umwelt etc.)
- Verwendung von KI-Ansätzen (Machine Learning, Deep Learning, Digital Twin)
- Mehrwertgenerierung