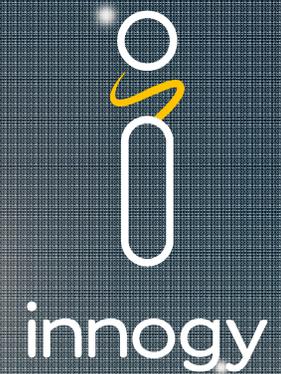




# Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum: Chancen durch Technik

Smart Energy and Systems - Keynote  
Dortmund, 04. November 2019

Prof. Dr.-Ing. Michael Laskowski, innogy SE



# Agenda

1		<b>Rahmenbedingungen und Hintergründe</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Übersicht zum Thema ist vielschichtig</li><li>• Aktueller politischer Rahmen</li><li>• Unterschiedliche Stakeholder im Spannungsfeld des urbanen Raums</li><li>• Megatrends machen eine CO<sub>2</sub>-Reduktion erst möglich</li></ul>
2		<b>Handlungsfelder für den urbanen Raum</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkehrssektor und seine technologischen Herausforderungen</li><li>• Industrie- und Gewerbesektor im Umbruch</li><li>• Effizienzsteigerungen in Quartieren und Haushalten</li></ul>
3		<b>Infrastrukturen als Enabler neuer Herausforderungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verteilnetze besitzen eine immer stärkere Bedeutung</li><li>• Netzdienliche Flexibilitäten unterstützen die neuen Herausforderungen</li><li>• IT-Infrastruktur als Backbone für eine allseitige Kommunikation</li><li>• Digitalisierung als Enabler für neue Dienste und Geschäftsmodelle</li></ul>
4		<b>Geschäftsmodelle für eine nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Politische Ziele im Einklang mit dem wirtschaftlichen Erfolg</li><li>• Smart City und Urban Sustainability stehen im engen Beziehungsgeflecht</li><li>• Innovationen sind nicht gleich Geschäftsmodelle, der Kunde entscheidet</li></ul>
5		<b>Technologien zur nachhaltigen Unterstützung der CO<sub>2</sub>-Ziele</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrolyse zur Kopplung des Strom-, Wärme und Mobilitätsmarktes</li><li>• Technologien im urbanen Einsatz</li><li>• Beiträge der Forschung für eine nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion</li></ul>

## 1. Rahmenbedingungen und Hintergründe

# Die Übersicht zum Thema ist vielschichtig



Das **Portfolio der Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung** und damit zur Erfüllung der Klimaziele der Bundesregierung erschließt sich über mehrere **Handlungsfelder, Netze und Sektoren**

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum

## Grundlegende Rahmenbedingungen zahlen auf urbane CO<sub>2</sub>-Reduzierungsmaßnahmen ein:

- Klimaziele der Bundesregierung
  - **Stringenz und Monitoring** der gesetzlichen Vorgaben
  - **Politischer Wille** zur Umsetzung in definiertem Zeitrahmen
- Energiewende / Wärmewende
  - **Anreize** bei Privat-, Gewerbe- und Industriekunden
  - Nachhaltige **ökologische und ökonomische Wertschöpfung**
- Regionaler Strukturwandel
  - Wandel vom **Industrie- zum Dienstleistungsgewerbe**
  - Veränderungen der **Kompetenzlandschaft**
- Regulierung
  - **Regulatorische Einflussnahme** auf Ausbau und Betrieb von Infrastrukturen (Strom- / Gasnetze, Telekommunikation, Bahn)
- Digitalisierung
  - **Vollständige Digitalisierung** der Wertschöpfungskette wie Produktion, Transport und Vertrieb
  - Berücksichtigung eines **generationsübergreifenden** Informations- und Konsumverhaltens

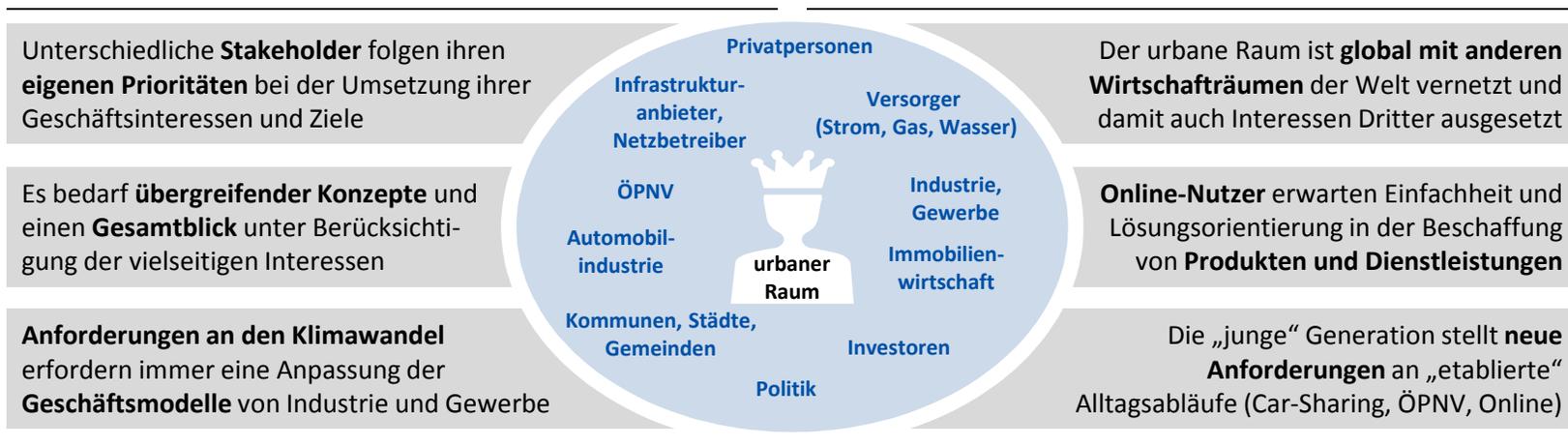
# Die Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030 legen die politischen Rahmenbedingungen fest (Übersicht)

## Entlastung von Bürgern und Wirtschaft (Senkung Stromkosten, Anhebung Entfernungspauschale, ...)

### Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung und sektorbezogene Maßnahmen

Gebäude	Verkehr	Land- und Forst	Industrie	Energiewirtschaft	Abfallwirtschaft
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung energetischer Sanierungsmaßnahmen, effiziente Gebäude</li> <li>• Erneuerung Heizungsanlagen</li> <li>• Quartiersmaßnahmen</li> <li>• Energieberatung</li> <li>• Vorbildfunktion Bundesgebäude</li> <li>• Weiterentwicklung energetischer Standards</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ausbau Ladeinfrastr.</b></li> <li>• Förderung <b>e-Mobilität</b></li> <li>• Biokraftstoffe</li> <li>• Attraktivität ÖPNV</li> <li>• Ausbau Radwege</li> <li>• Stärkung der Schiene</li> <li>• Kapitalerhöhung DB</li> <li>• CO<sub>2</sub>-arme LKW</li> <li>• Strombasierte Kraftstoffe</li> <li>• <b>Digitalisierung</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung Stickstoff</li> <li>• Ausbau Ökolandbau</li> <li>• Emissionsminderung in der Tierhaltung</li> <li>• Erhalt von Dauergrünland</li> <li>• Nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder</li> <li>• Gemeinsame Agrarpolitik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienz und Prozesswärme aus EE</li> <li>• <b>Ressourceneffizienz und -substitution</b></li> <li>• Nationales Dekarbonisierungsprogramm</li> <li>• Umsetzung von Maßnahmen aus Energieaudit und Energiesystemen</li> <li>• Automobilindustrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang der Kohleverstromung</li> <li>• <b>Anteile EE auf 65%</b></li> <li>• <b>Sektorkopplung</b></li> <li>• Letztverbraucherstatus für Speicher</li> <li>• Weiterentwicklung KKW</li> <li>• Umbau und Ausbau von Wärmenetzen</li> <li>• <b>Reallabore der Energiewende</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortsetzung der Förderung von Deponiebelüftungsprojekten</li> <li>• Optimierte Deponiegasermittlung</li> </ul>

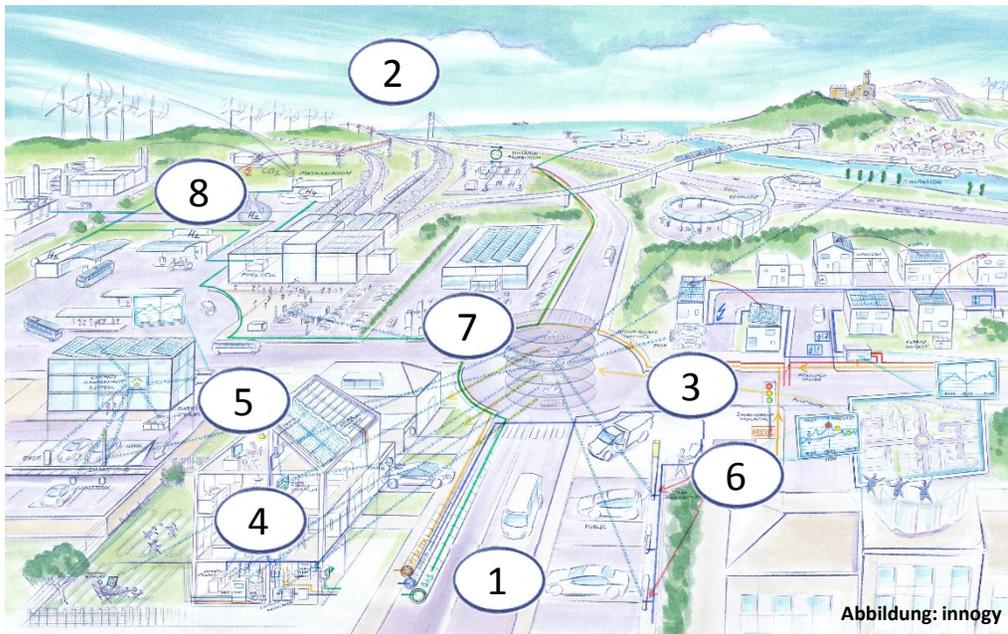
# Die singulären Interessen der Stakeholder bieten einen großen Lösungsraum für Interoperabilität



*“Uber, the world’s largest taxi company, owns no vehicles. Facebook, the world’s most popular media owner, creates no content. Alibaba, the most valuable retailer, has no inventory. And Airbnb, the world’s largest accommodation provider, owns no real estate. Something interesting is happening.”*

Tom Goodwin, TechCrunch

# Megatrends wie Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung machen eine CO<sub>2</sub>-Reduktion erst möglich



- 1 Elektromobilität
- 2 Neue **Versorgungskonzepte** für Ballungsräume
- 3 Einsatz von **Flexibilitäten** (Strom, Gas)
- 4 **Eigenverbrauchsoptimierung**
- 5 Zunehmende **dezentrale Erzeugung**
- 6 **Intelligente Verteilnetze**
- 7 **Digitalisierung** in allen Sektoren
- 8 Übergreifende **Interoperabilität**

Das **Bild der Zukunft** besitzt mehrere Hebel zur CO<sub>2</sub>-Reduktion

# Der Verkehrssektor und seine technologischen Herausforderungen weisen in Richtung eMobility und Wasserstoff

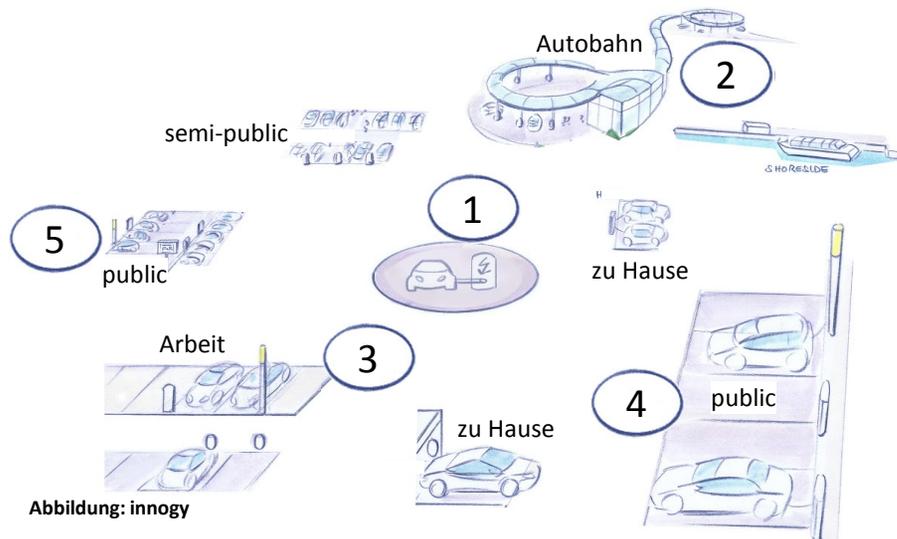


Abbildung: innogy

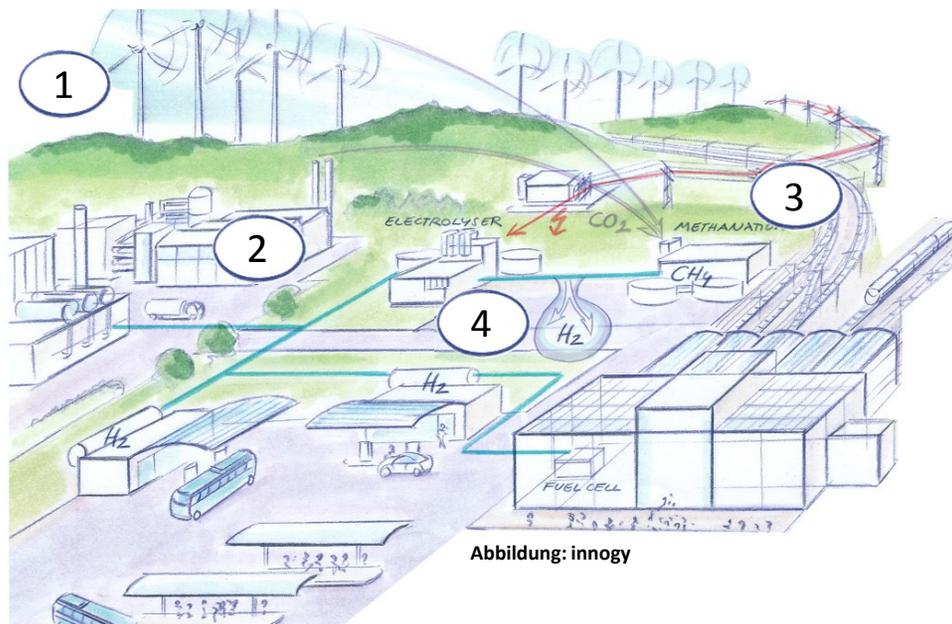
Der **Verkehrssektor (ÖPNV, Gewerbe und privat)** wird sich auf **Strom- und Gasnetzen (H<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>)** abstützen müssen, um die Forderungen der Klimaziele erfüllen zu können

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum

- 1 Elektromobilität wird **wesentlicher Teil bei der Dekarbonisierung** des Verkehrssektors
- 2 **PKWs** fahren zunehmend **elektrisch**, im **Schwerlastverkehr** ist **LNG<sup>1)</sup>**, später ist **Wasserstoff** denkbar
- 3 **Elektromobilität wird dimensionierende Größe** für Stromnetze in innerstädtischen Gebieten
- 4 Über **gesteuertes Laden** lässt sich der Netzausbau im Stadtzentrum auf das Nötigste begrenzen
- 5 Ausgedehnte **Gasnetze in Ballungsräumen** erlauben den Betrieb von ÖPNV und Schwerlastverkehr

1) LNG: liquid natural gas

## Der Industrie- und Gewerbesektor ist im Umbruch, Stadt und Land wachsen in der Energiewende zusammen



- 1 **Versorgung von Ballungsräumen** mit Erneuerbarer Energie (vorwiegend Wind) **aus den ländlichen Räumen** über starke Hoch- und Mittelspannungsnetze
- 2 Ballungsräume werden perspektivisch **nicht so viel Energie produzieren**, wie sie verbrauchen
- 3 Dazu können sowohl **starke Stromnetze** (110 kV) als **auch Gasnetze** (über Sektorenkopplung) genutzt werden
- 4 **Strom und Wasserstoff** können system-optimal eingesetzt werden

Die **Sektorenkopplung über Power2Gas** ermöglicht domänenübergreifend energetische Anwendungen jeglicher Art und Größenordnung

# Effizienzsteigerungen in Quartieren werden durch ein Zusammenspiel von Erzeugung und Verbrauch erst möglich



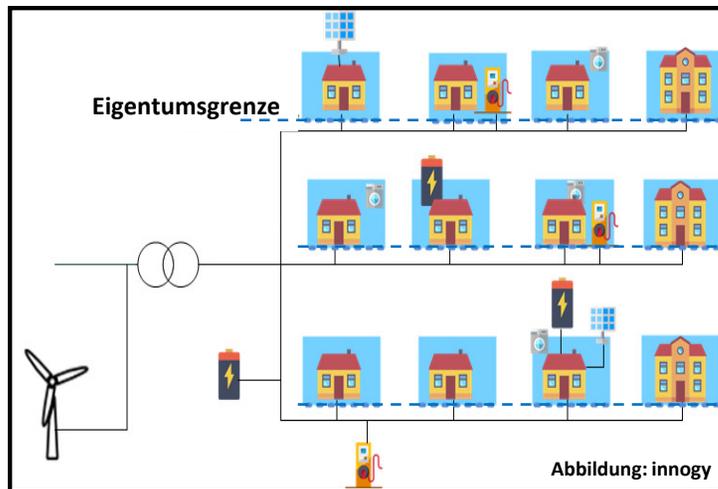
Die **Optimierung von Quartieren** geschieht durch den gegenseitigen Austausch von Erzeugung und Verbrauch – über Sektorengrenzen hinweg

- 1 Kunden stillen ihr Bedürfnis nach umweltfreundlicher und bezahlbarer Energie zunehmend durch **eigene Erzeugung**
- 2 Schließen Kunden sich zu **Nutzergruppen** zusammen, können sie Vorteile nutzen, die ein einzelner nicht erzielen kann
- 3 Quartiere mit **gemeinsam genutzter Infrastruktur** (z.B. Speicher) erhöhen den Eigenverbrauch und senken die laufenden Kosten des Quartiers
- 4 **Energieüberschüsse** von Haushalten **werden** innerhalb des Quartiers und damit **lokal genutzt**

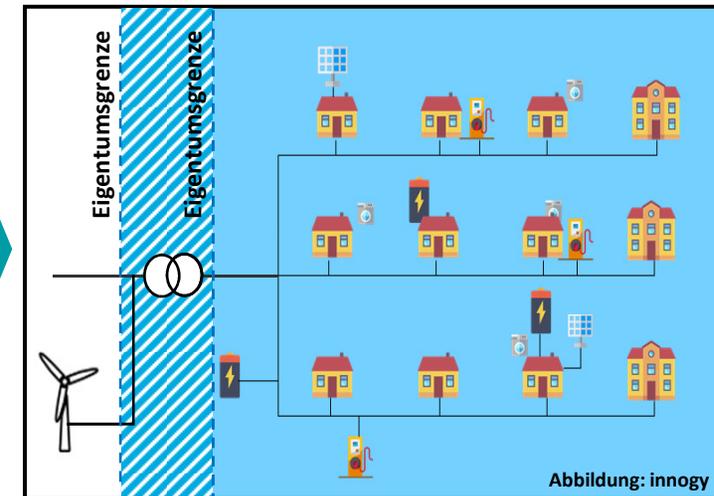


# Die Eigentums Grenzen verschieben sich bei der Planung und dem Betrieb von Microgrids (Beispiel veränderter Strukturen)

## Öffentliches Netz



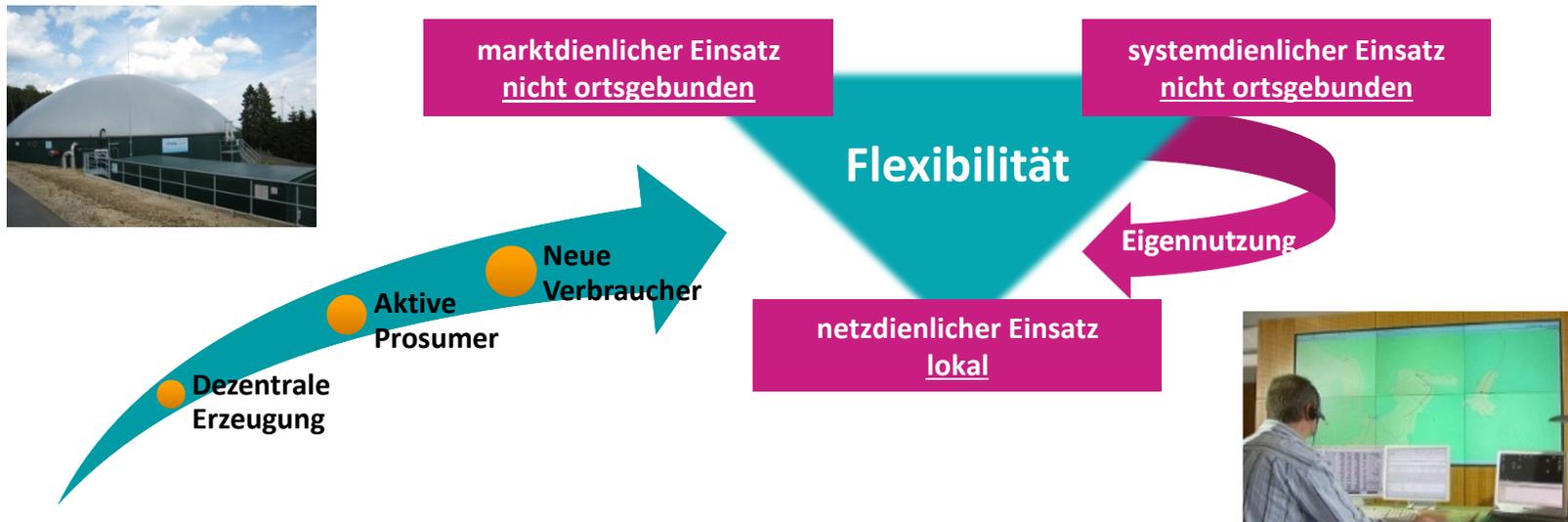
## Microgrid ("Local energy community")



- Erste **erfolgreiche Anwendungen** / Kooperationen laufen bereits
- **Microgrids** sind an das öffentliche Netz angeschlossen – DSO sorgt für Versorgungssicherheit

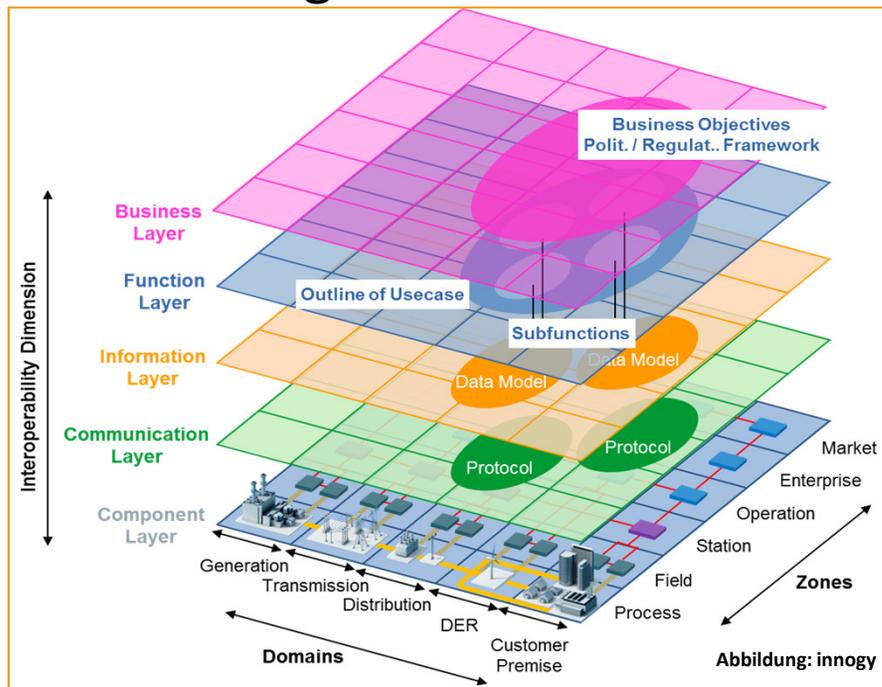
# Netzdienliche Flexibilitäten sind zur Bewältigung der Herausforderungen der Verteilnetze dringend erforderlich

Als weiteres Beispiel einer Einsatzoptimierung von dezentraler Erzeugung finden **lokale und systemweite Flexibilitätseinsätze** statt (Strom und Gas).



### 3. Infrastrukturen als Enabler neuer Herausforderungen

## IT-Infrastruktur als Backbone für eine sektor-übergreifende Kommunikation



**Holistisches Abbild** der IT-Infrastruktur über alle Wertschöpfungsstufen

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum

- Der **holistische Ansatz der zukünftigen IT-Infrastruktur** besteht aus den drei Ebenen: Domains, Zones, Interoperability Dimensions
  - **Domains** bestimmen die Stationen der Wertschöpfungskette
  - **Zones** beschreiben die Detailtiefe vom Produktionsprozess bis zum Markt
  - **Interoperability Dimensions** definieren die unterschiedlichen Layer und damit den Abstraktionsgrad (Feldebene ... Businesssebene)
- Ein derart **übergreifendes Datenmodell erlaubt Interoperabilitäten** auf jeder Ebene
- Auf des Basis dieses Datenmodells lassen sich **Interoperabilitäten zwischen Einzelsystemen** (Infrastruktur und Anlagenbetreibern) herstellen

# Die Digitalisierung ist der Enabler für neue Dienste und Geschäftsmodelle



Digitale Kunden-  
interaktion



Bereits heute interagieren und kommunizieren ein **Großteil der Kunden digital mit ihren Anbietern von Dienstleistungen und Gewerke**n. Die digitalisierte Kunden-schnittstelle erlaubt dem Kunden den Zugriff auf sämtliche **Märkte und Marktplayer**.



Neue Produkte,  
Dienstleistungen  
und Geschäfts-  
modelle



Durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung lassen sich **neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle** entwickeln, die sowohl für die Kunden als auch für die Unternehmen zusätzliche Wertschöpfung bieten.



Führung, Skills,  
Kultur und  
Organisation



Neue Produkte aus dem Umfeld der Digitalisierung benötigen auch veränderte **Skills bei Mitarbeitern**, eine neue Kultur und ein neues Führungsverständnis sowie eine **offene und hierarchiearme Organisation**.



Operative  
Exzellenz und  
End2End-Prozesse



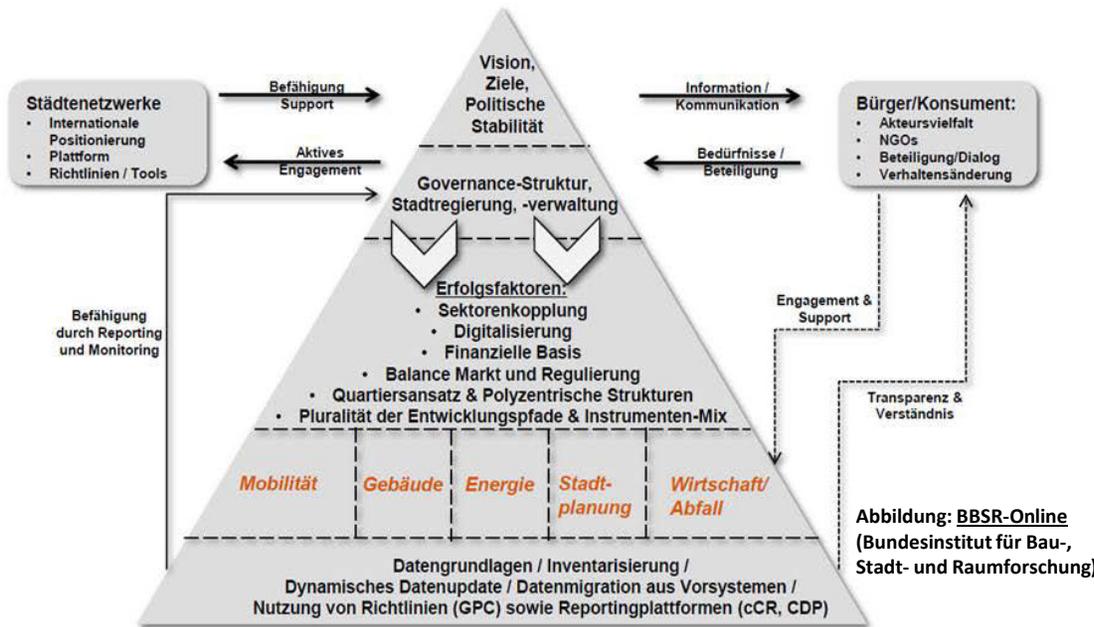
**Digitalisierung** bedeutet auch eine **durchgehende Automatisierung von operativen Prozessen**, die – End2End – auf die neuen Anforderungen eingestellt sind.

4. Geschäftsmodelle für eine nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion



innogy

# Politische Ziele müssen im Einklang mit den wirtschaftlichen Anforderungen stehen



## Grundlegendes Zusammenspiel von Dekarbonisierung und urbanem Raum

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum

- **Internationale Vereinbarungen** zur einer globalen Begrenzung des Klimawandels werden den Metropolen nicht gerecht;
- **Handlungsspielräume** für die kommunale Selbstverwaltung sind **auszubauen**;
- Die Anforderungen an die **Generierung von Daten (urban data)** steigen beachtlich; Daten stellen die Basis für ein zukünftiges klimafreundliches Handeln dar;
- **Lokale Emissionsmessungen** müssen zur Regel werden;
- **Unternehmen müssen an einer lokalen Inventarisierung** von Treibhausemissionen beteiligt werden;
- Die **urbane Transformation erfordert einen breiten Mix** an Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Reduktion;

4. Geschäftsmodelle für eine nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion

# „Smart City“ und „Urban Sustainability“ stehen in einem engen Beziehungsgeflecht (Beispiele)



innogy

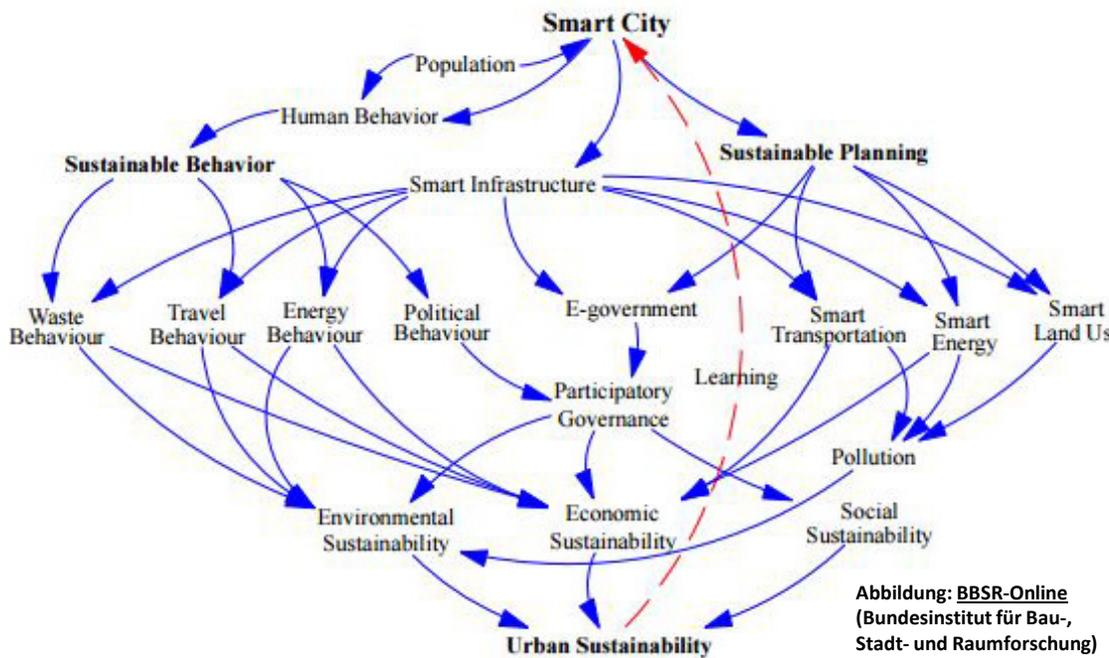


Abbildung: BBSR-Online (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung)

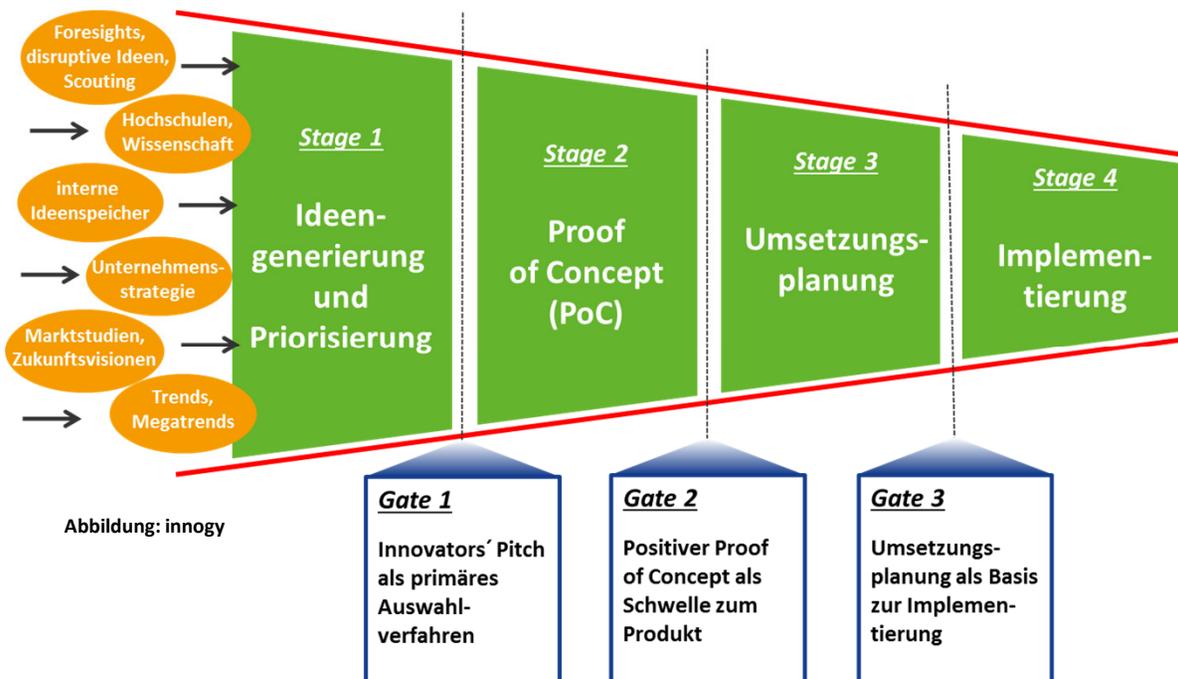
Die **Vernetzung der urbanen Komponenten** führt zu hoher Komplexität

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum

- Der **Einbau von Sensoren** gibt Aufschluss über die Verkehrslage, so dass das „geeignete“ Verkehrsmittel vorgeschlagen werden kann;
- Eine **intelligente Straßenbeleuchtung** führt zu einer optimalen Ausleuchtung bei minimalem Energieverbrauch;
- Mülltonnen werden nur bei **entsprechendem Füllungsgrad** geleert;
- **eFahrzeuge werden intelligent** (unter Vermeidung von Lastspitzen) geladen;
- Die **Erzeugung von CO<sub>2</sub>** wird unternehmensscharf gemessen und „gebenchmarkt“;
- **KPIs (key performance indicators)** werden zur Steuerung der Klimaprojekte und zur Stakeholder-Kommunikation eingesetzt;

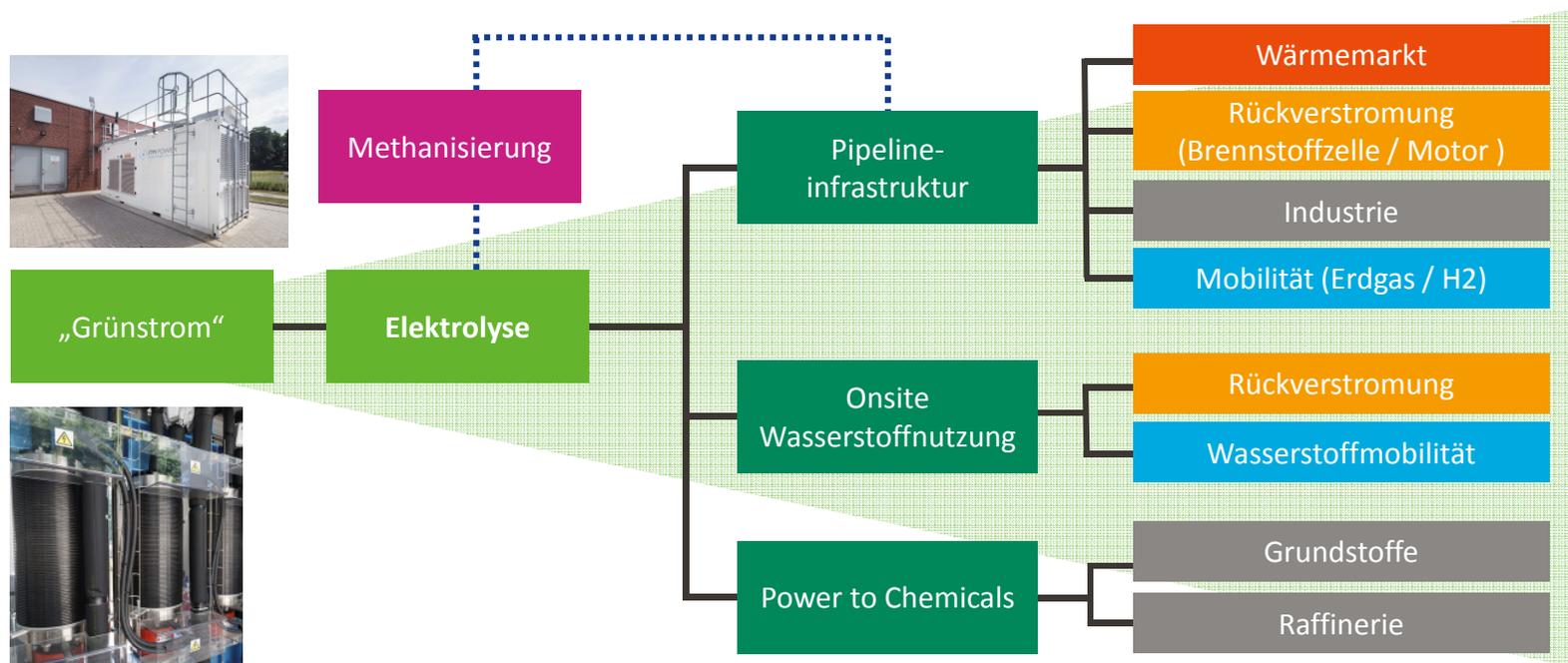


# Innovationen sind nicht gleich Geschäftsmodelle – der Kunde entscheidet über den Erfolg einer innovativen Idee



- Der **Erfolg einer Innovation** bis zu einem validen Geschäftsmodell erstreckt sich über **mehrere Entwicklungsstufen**;
- Der **Erfolg eines Geschäftsmodells** liegt immer im Auge des Kunden, nicht in dem des Innovators;
- Die **Verprobung einer Geschäftsidee** im Rahmen eines Pitches ist unbedingt zu empfehlen;
- Der **Erfolg neuer Geschäftsmodelle** liegt in der Einfachheit ihrer Produkte („complexity kills growth“);
- Die Beantwortung der Frage nach „**make or buy**“ kann entscheidend für den Geschäftserfolg sein;

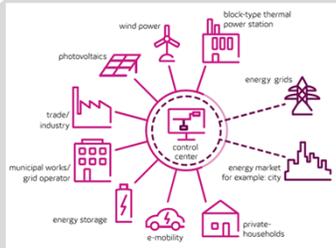
# Elektrolyse ist das Herzstück für die Kopplung von Strom-, Wärme- und Mobilitätsmarkt (Sektorkopplung)



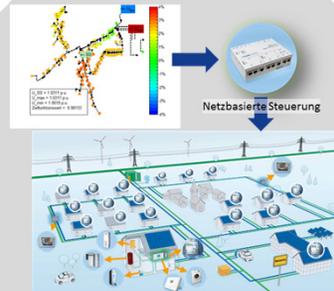
**Power2Gas ermöglicht die Sektorenkopplung unterschiedlicher Segmente**

5. Technologien zur nachhaltigen Unterstützung der CO<sub>2</sub>-Ziele

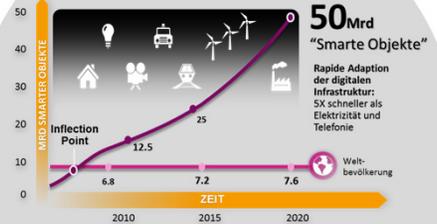
# Technologien im urbanen Einsatz stehen als Enabler für neue Geschäftsmodelle (Beispiele)



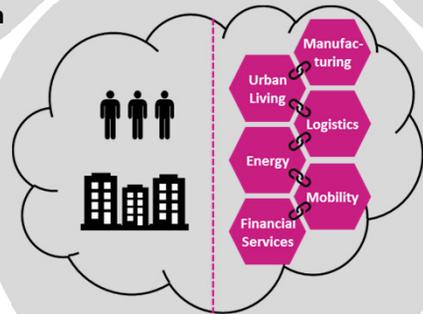
**Virtuelles Kraftwerk als Zusammenschluss von Erzeugung und Verbrauch**



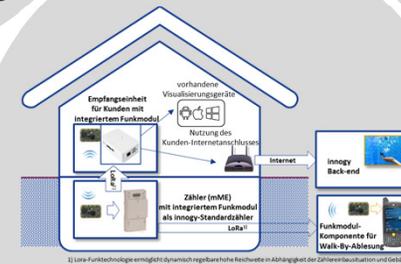
**Nutzung von Flexibilitäten in Haushalt und Industrie**



**IoT – der Zugang zu Mikro-Flexibilitäten wird möglich**



**Blockchain ermöglicht M2M-Transaktionen**



**SmartHome-Anwendungen in einer neuen Dimension**

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion in...



# Die Zusammenarbeit von Forschung und Industrie stärkt die Bemühungen für eine nachhaltige CO<sub>2</sub>-Reduktion



- Bei neuen Produkten und Geschäftsfeldern steht über alle **Wertschöpfungsstufen hinweg die klimapolitische Nachhaltigkeit**;
- Die **klimapolitischen Ziele** spannen einen Bogen für eine Vielzahl von Fachbereichen der F&E auf (IKT, Energie, Chemie, Informatik, Sozial, ...) → **Umsetzung Reallabore!**;
- Es entstehen **domänenübergreifend neue Geschäftsfelder und Akteure** im Markt, die z.B. über **Startups** abgebildet werden können;
- Die Akteure benötigen zur Entwicklung und Umsetzung ihrer Ideen **positive politische Rahmenbedingungen** und **kurzfristiges Kapital**;
- Ziel aller F&E-Bemühungen muss die **Skalierbarkeit** der erarbeiteten Lösungen sein;

**Neue Produkte** entstehen im Zusammenspiel von **F&E, Industrie und Politik**



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Reduktion im urbanen Raum