



# **Digitalisierung in der Abfallwirtschaft**

**Kerstin Kuchta,  
TU Hamburg**

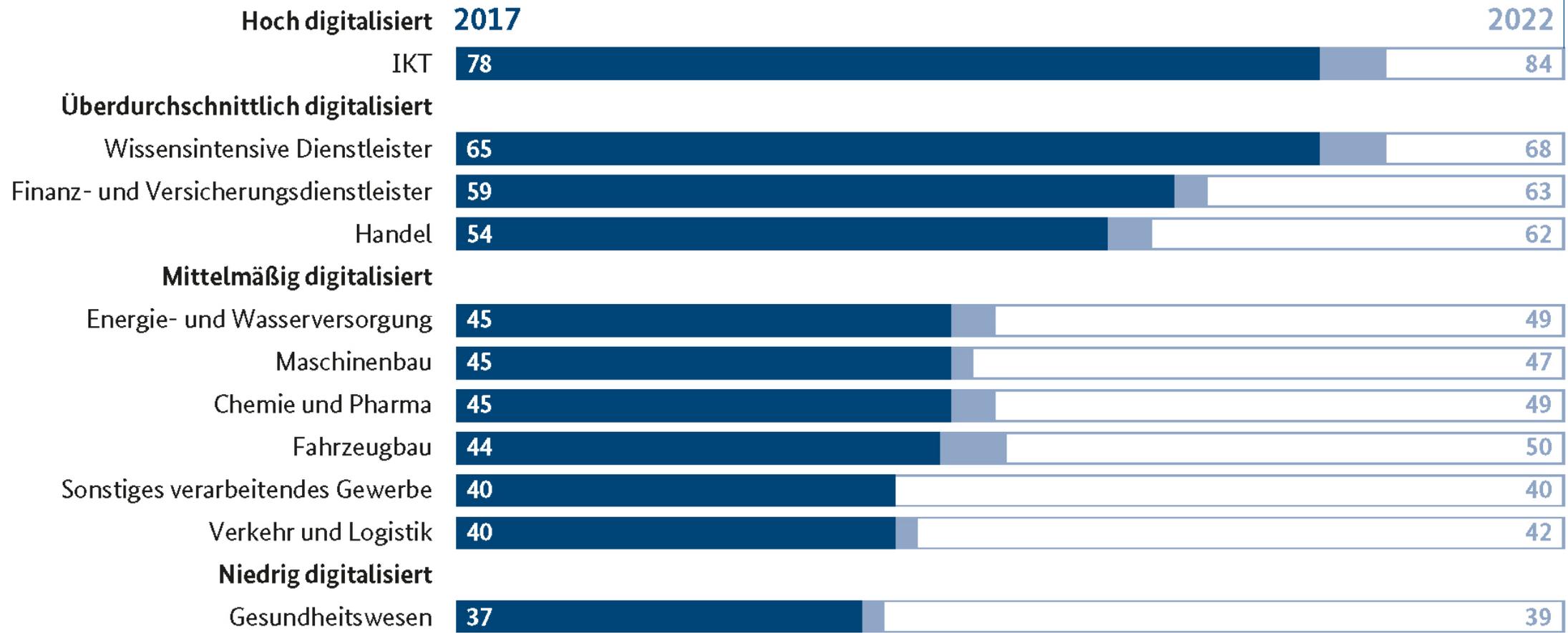


**„Digitalisierung bedeutet die **Veränderung von Geschäftsmodellen** durch die Verbesserung von Geschäftsprozessen aufgrund der Nutzung von **Informations- und Kommunikationstechniken.**“**

Digitalisierung im Mittelstand, Deloitte, 2013

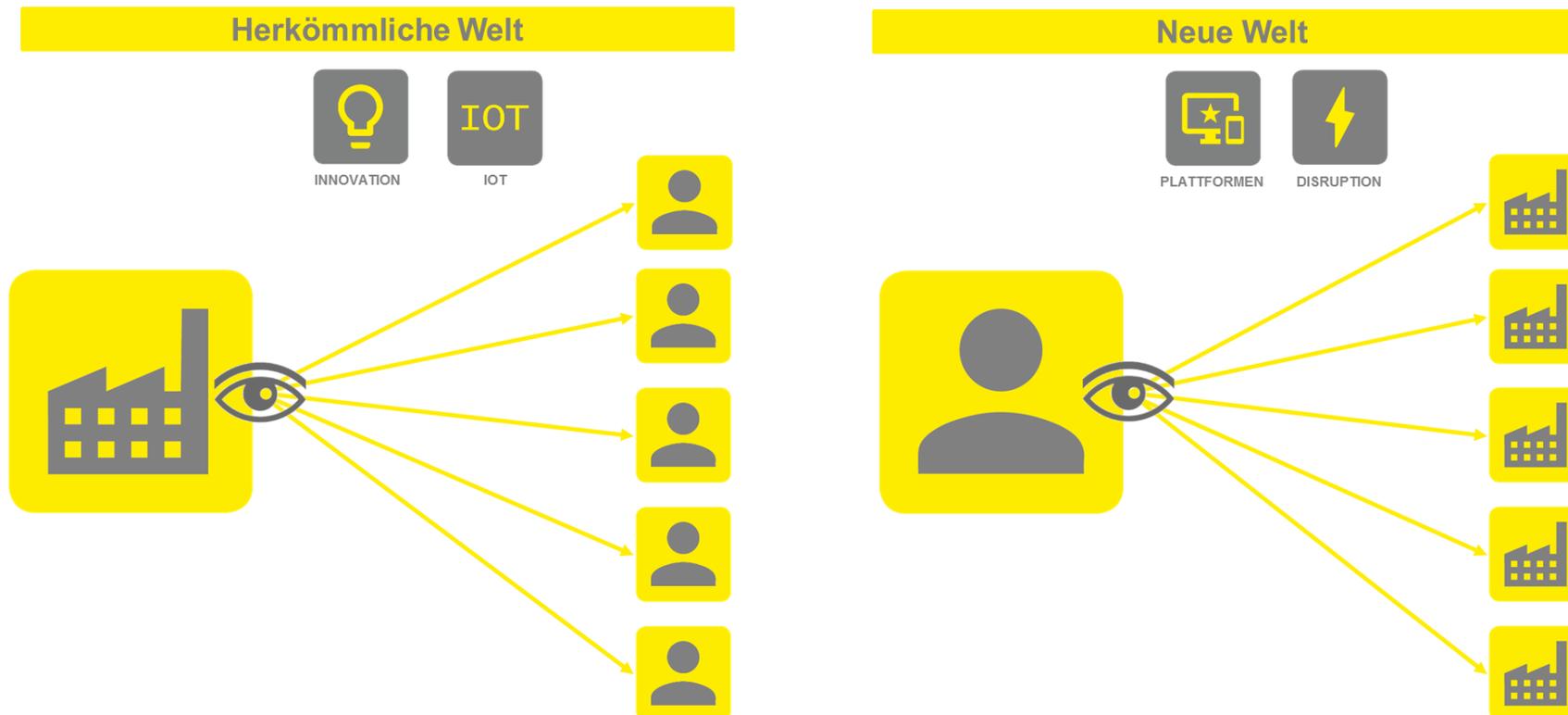
## Wirtschaftsindex DIGITAL nach Branchen 2017 vs. 2022

Index = max. 100



Quelle: Kantar TNS, repräsentative Unternehmensbefragung: „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2017“, eigene Berechnung, n = 1.021

- Es wird von hinten nach vorne gedacht
- **Alle Geschäfte gehen vom Kunden aus, dieser wird selbstlernend präzise „vermessen“ und vorhergesagt**



# MACHINE-TO-MACHINE KOMMUNIKATION





ON-BOARD UNITS

WIEGESYSTEME

RFID IDENT SYSTEME

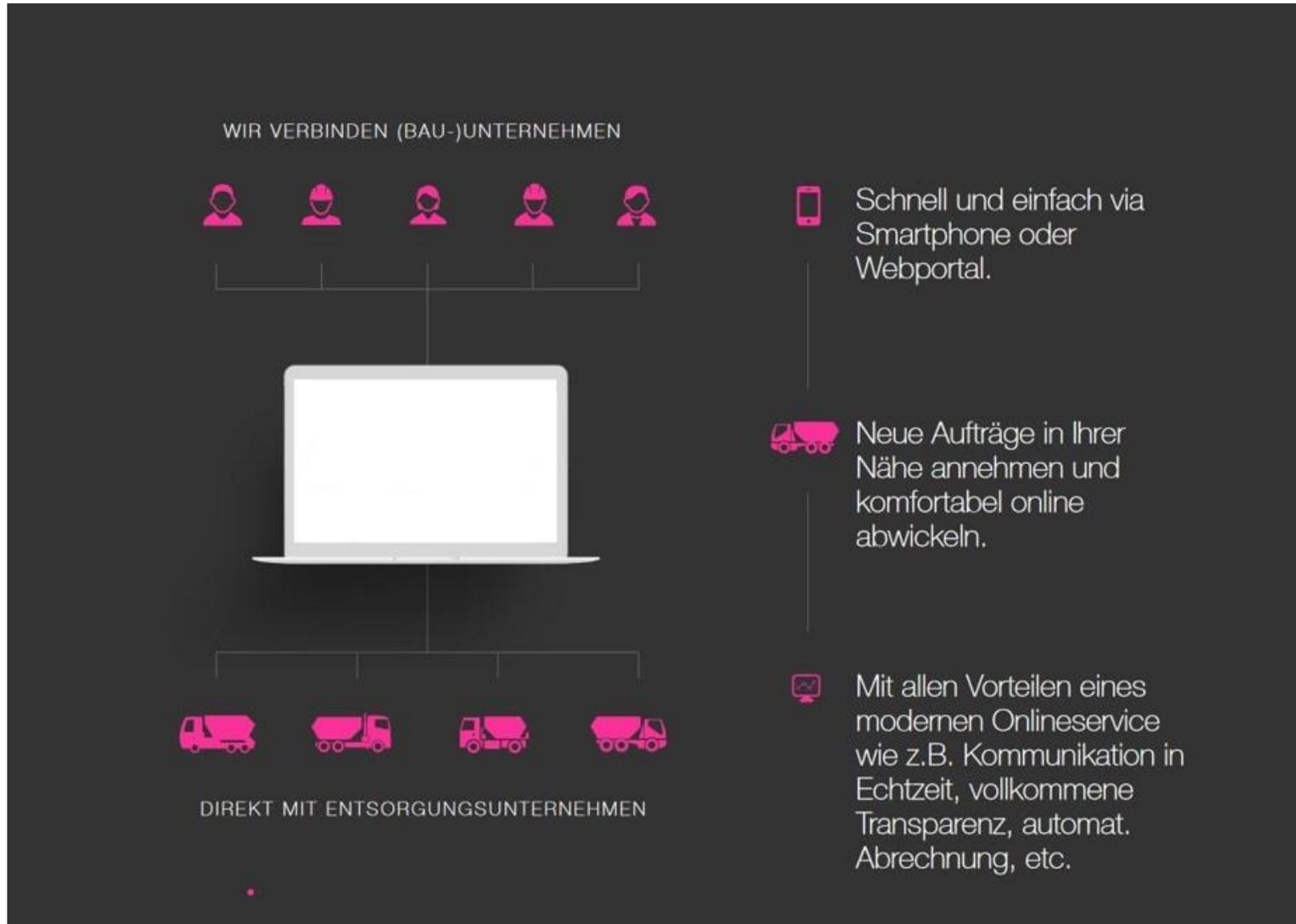
KAMERA INTEGRATION

## ANWENDUNGEN:

- Sicherheitschecklisten
- Betriebsdaten des Fahrzeugs
- Fernwartung des Fahrzeugs
- Routenauswahl, -führung und Navigation
- Kommunikation Fahrer/ Niederlassung
- Online Auftragsverwaltung
- Event-Tagging

- Tendenz RFID als Standardausrüstung am Behälter
- Identifikation der Entleerungshäufigkeit ggfs. mit Gewicht
- Füllstandsensoren mit direkter Anbindung an die Dispositionssoftware
- Aktive Containertrackingmodule zur transparenten Nachverfolgung der Containerstandorte
- Online-Zustandsüberwachung der im Feld befindlichen Behälter
- Zugangskontrolle und Nutzungsstatus





## INTELLIGENTE BEHÄLTER

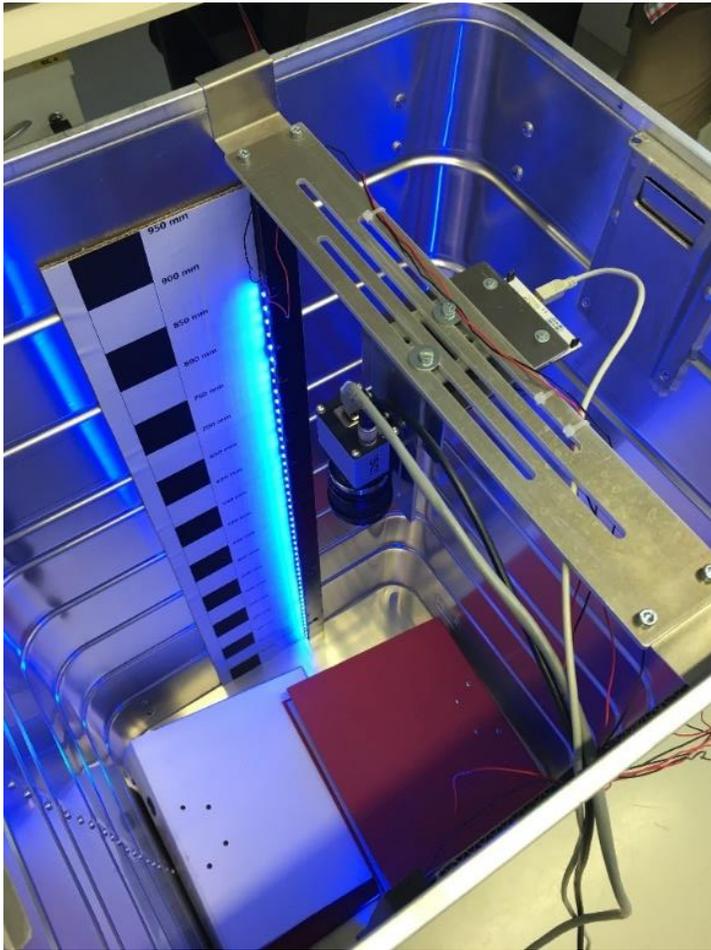
- Füllstandanzeige
- Meldung, was ist drin
- Position

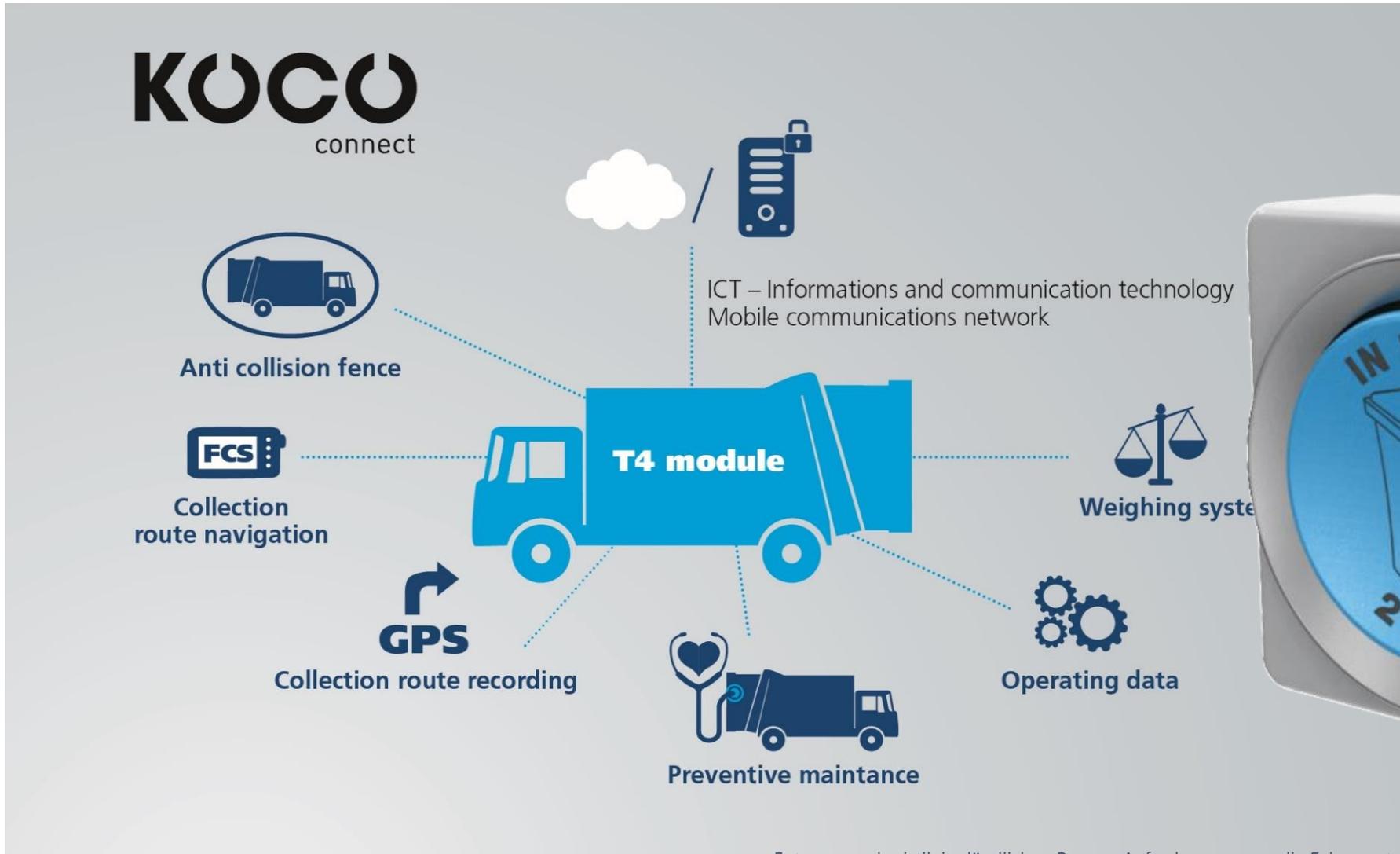
Vollständig integrierte, füllstandsabhängige Tourenplanung



## • INTELLIGENTE LKWs

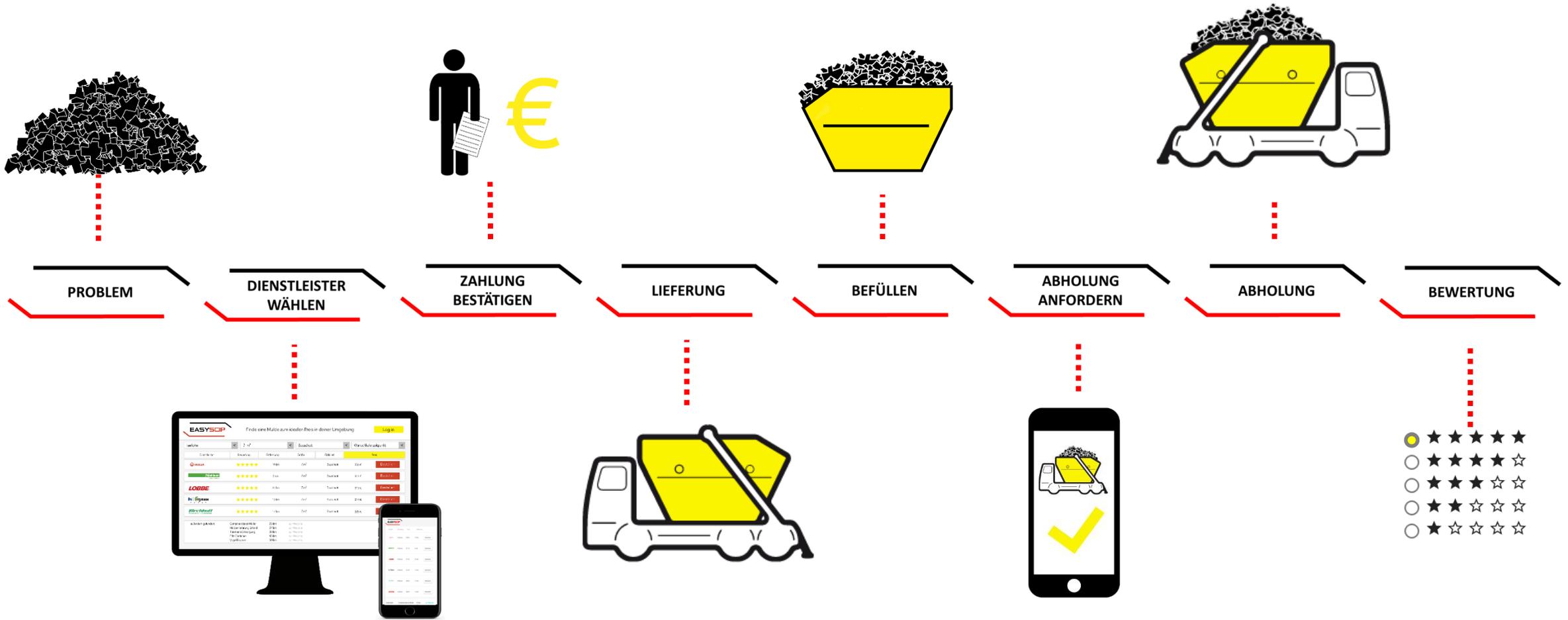
- Wissen wo gesammelt werden muss
- Füllstands- und positionsabhängige selbstlernende Tourenplanung
- Verkehrsbezogene Tourenplanung
- Präventive Instandhaltung
  - - Der LKW kennt sein Problem
- Elektronischer Sicherheitszaun um den LKW
- Autonome Sammlung





Entsorgungslogistik im ländlichen Raum – Anforderungen an die Fahrzeugtechnik & Trends | Dr. Johannes F. Kirchhoff

# DER DIGITALE KUNDENPROZESS

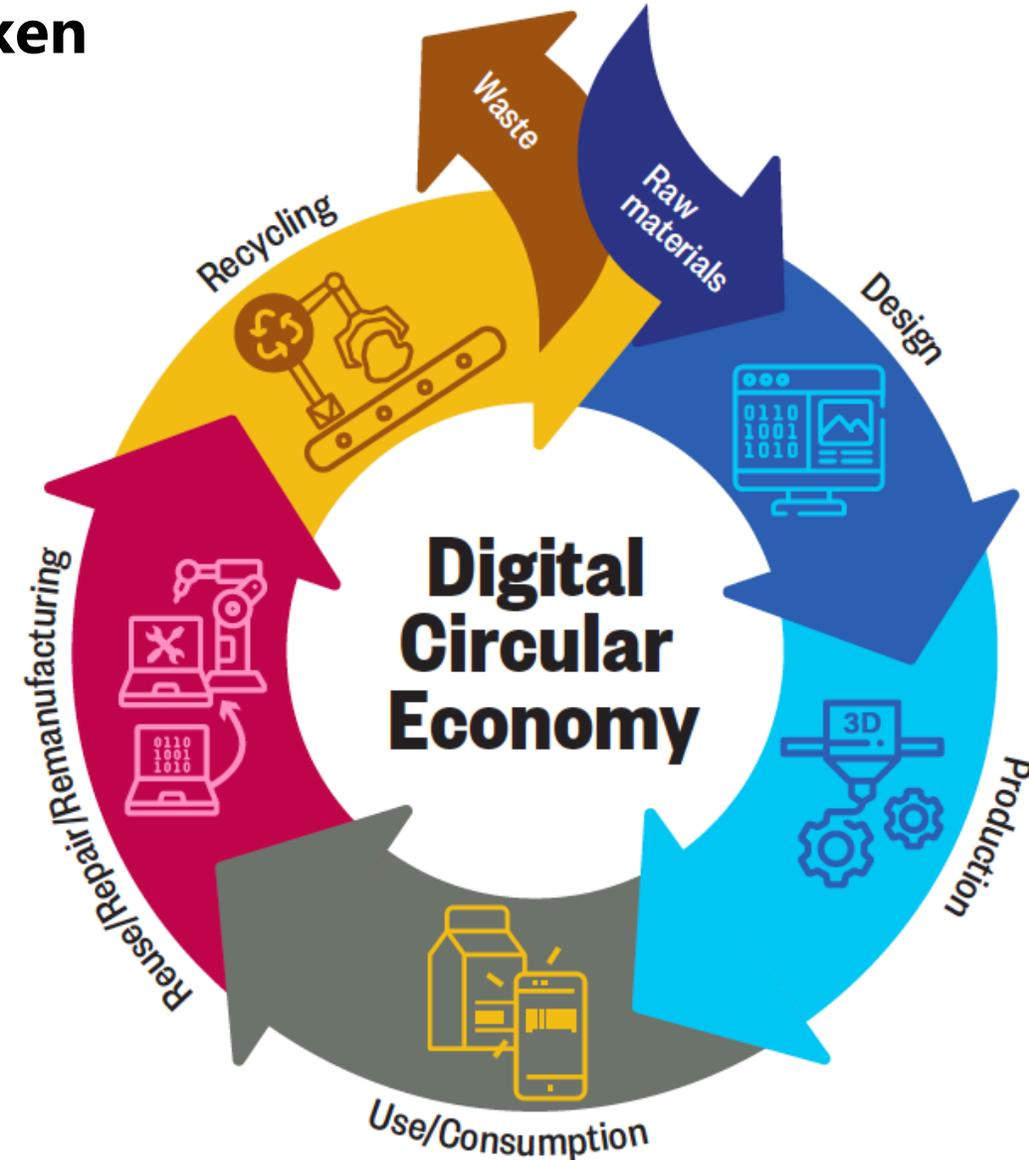


- 2016 bekam jeder Haushalt in Deutschland im Durchschnitt 38 Paketsendungen nach Hause zugestellt, insgesamt über drei Milliarden pro Jahr
- Paketsendungen an Privatkunden stiegen vergangenes Jahr um 13 Prozent
- Von lokalen Mikrodepots sollen die Pakete per Fahrradkurier/ Zustellroboter zu den Bestellern gebracht oder in Paketshops abgeholt werden
- **Häufiger im Wohngebiet als Entsorger**



Quelle: dpd

- **Versorgung und Entsorgung gemeinsam denken**
- **Ressourcenkreislauf**
- **Flexible Anlagen**
- **Agile Prozesse**
  - Digitalisierung des Mülls
  - Customized Abfallbehandlung
  - Regionale / Temporäre Lösungen
  - Aussortierung von „gechipten“ Materialien
  - Carbonfaser / Bioplastik / Polymere
  - Recycling von schwarzem Kunststoff
  - Einwegplastik / Produzentenhaftung
  - Stoffstrom-Controlling
  - Flexible Einbindung Aufbereitungsindustrie
- **Klimaschutz**



## Sensing

- Datensammlung und -erzeugung in Echtzeit
- automatisierte Markt- und Logistikplattformen („Uber für Abfall“)

## Cyber Physical Systems

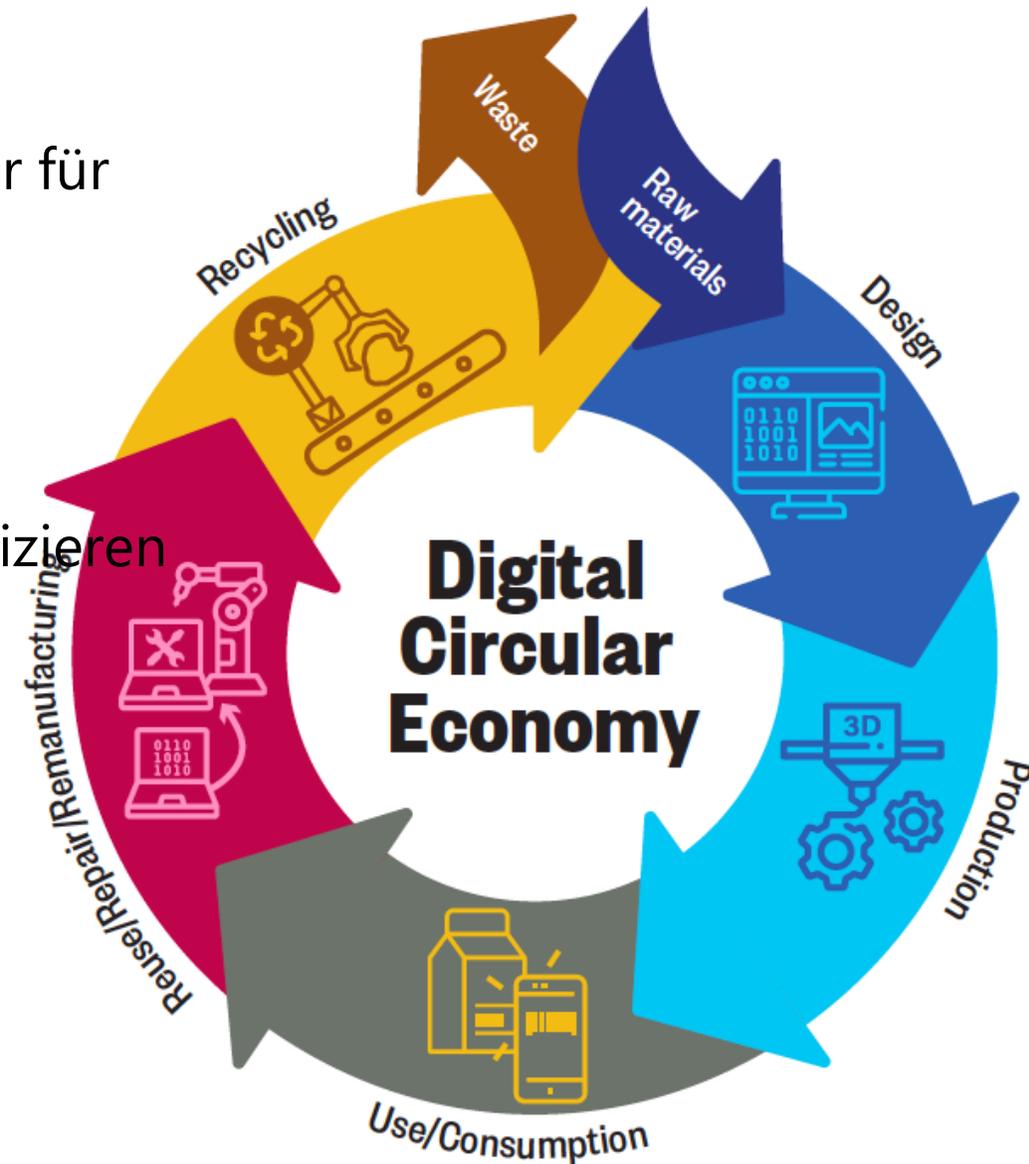
- Verbindung informatischer, softwaretechnischer Komponenten mit mechanischen und elektronischen Teilen, die über das Internet kommunizieren

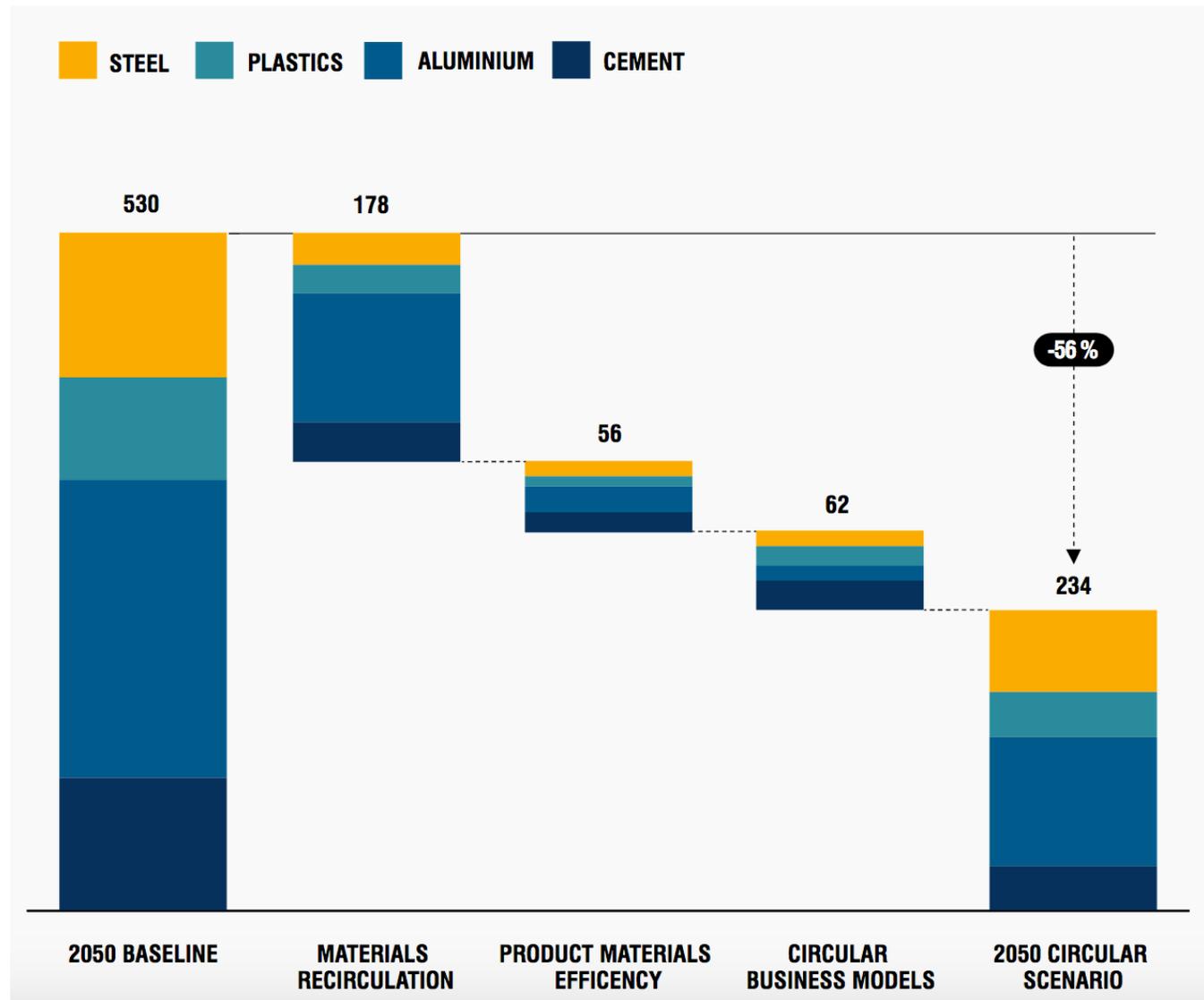
## Block Chain-Anwendungen

- Abfall-Datenflüsse ohne Rückschluss auf Produktionstechnik

## Internet of Things

- Selbst-Vermarktung zu recycelnder Produkte





Quelle: Material Economics 2018

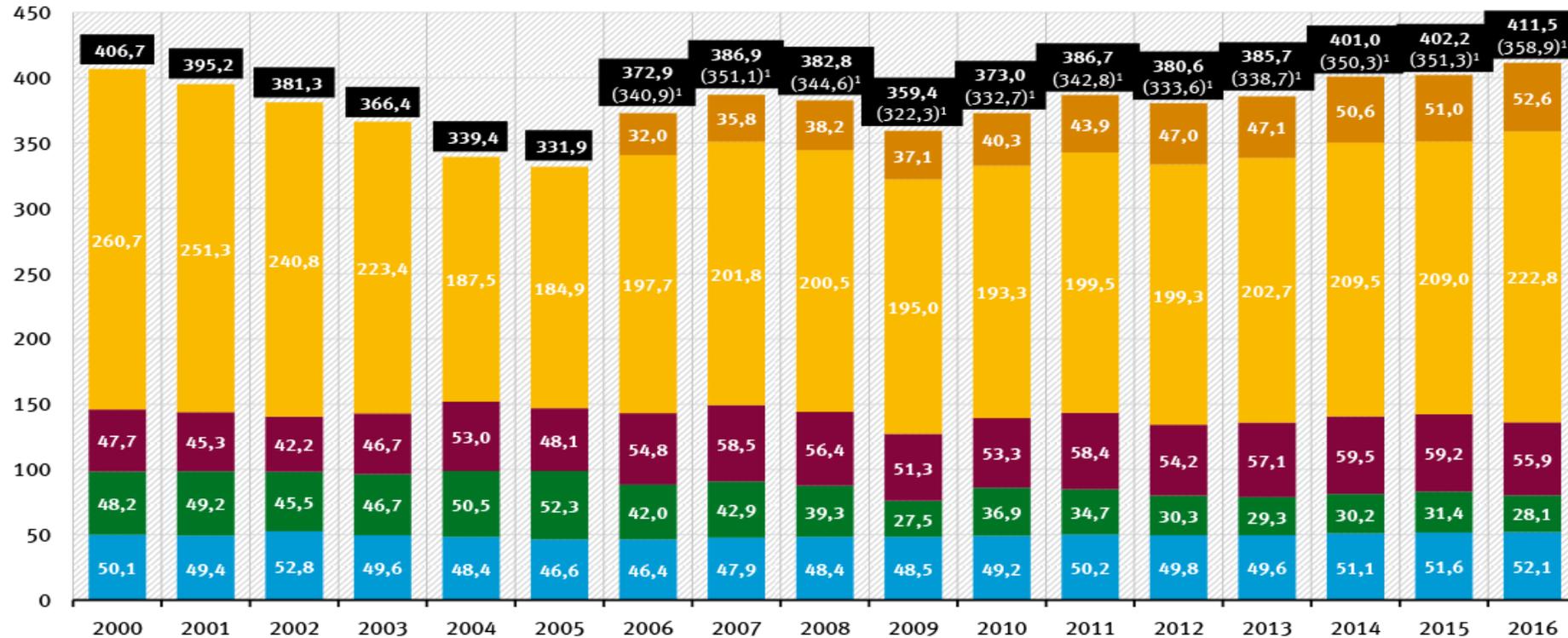




- Primary mineral raw material for construction 2007 (BGR)  
480 Mio. Mg,
  - incl. 260 Mio. Mg sand and gravel
  - Incl. 220 Mio. Mg rock and grit
- 2013 production of mineral construction material  
**532 Mio. Mg/a**

## Abfallaufkommen (einschließlich gefährlicher Abfälle)

Millionen Tonnen



■ Siedlungsabfälle

■ Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen; alle Abfallarten des Abfallkapitels 01 EAV<sup>3</sup>

■ Übrige Abfälle (insbes. aus Produktion und Gewerbe)

■ Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch)

■ Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nettoabfallaufkommen, ohne Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen; 2006 erstmals als Bestandteil des Abfallaufkommens erhoben.

<sup>2</sup> Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAV 1908), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAV 1909), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAV 1913) und Sekundärabfälle, die als Rohstoffe/Produkte aus dem Entorgungsprozess herausgehen.

<sup>3</sup> Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge

- Urban Stock Gebäude, Infrastruktur:  
28 Mrd. Mg (incl. 248,1 Mio. Mg Plastik)
- Bau- und ABbruchabfälle:  
200. Mio Mg /a (incl. 0,5 Mio. Mg Plastik/a)



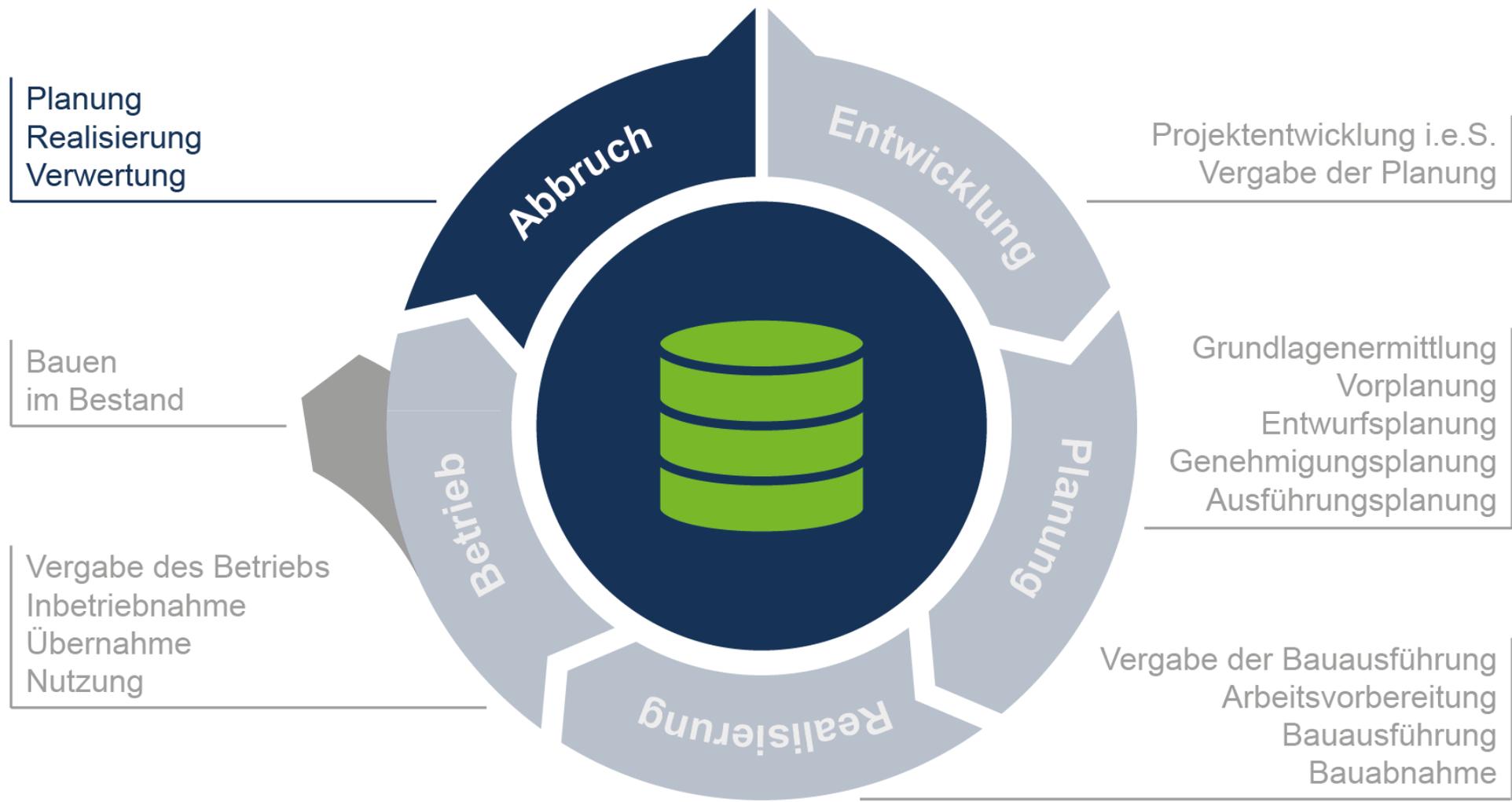
# New urban planning instruments for circular economy solutions of C&DW flows in cities (Circular Construction In Regenerative Cities - CIRCuIT)



- **36 Demonstrators / Pilotbauten**
- **Energieeinsparung 25 %**
- **Verlängerung der Lebenszeit von Gebäuden um 50 %**
- **Kosteneinsparungen bei 15 %**
- **90 % Recycling**



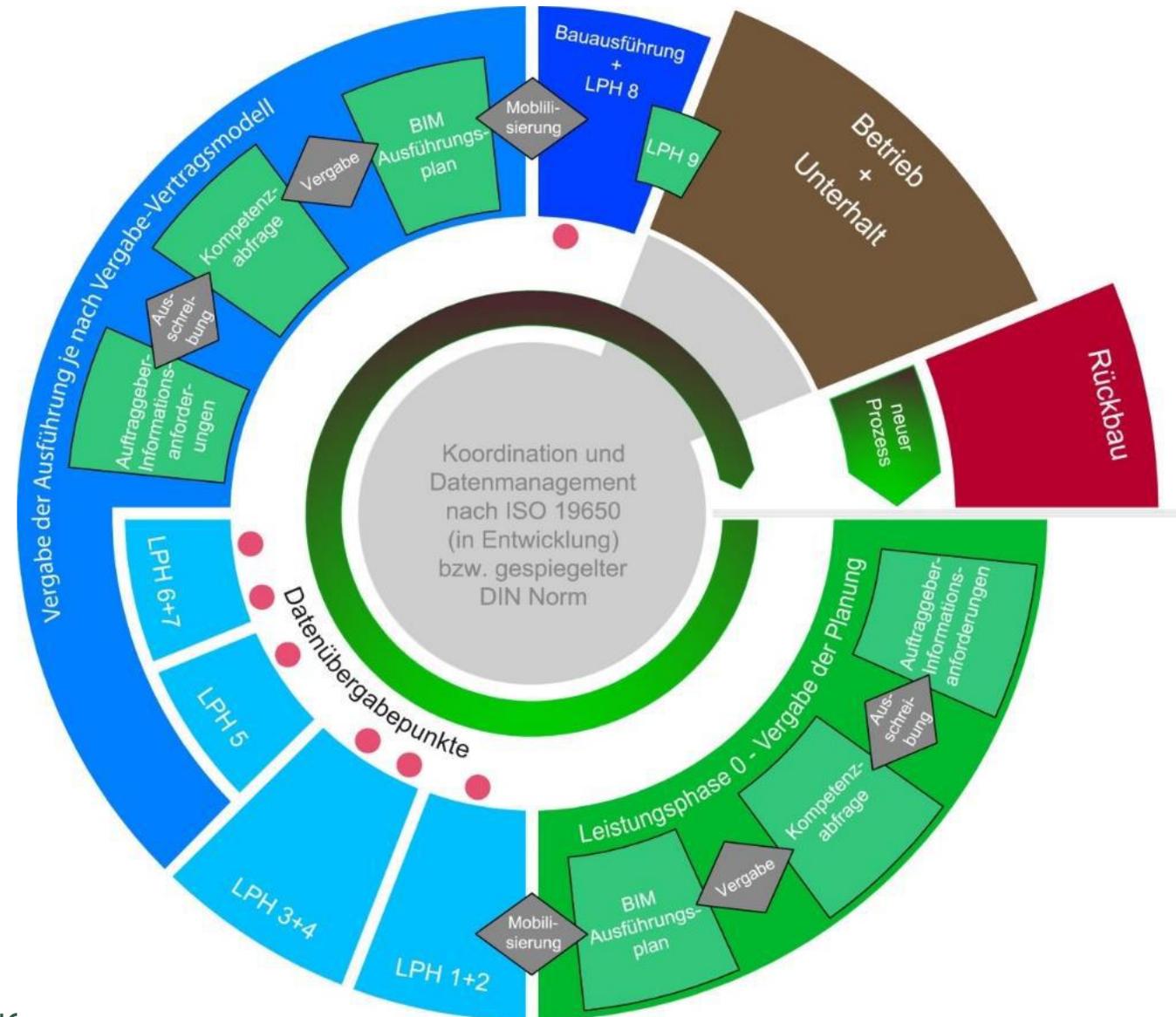
<https://inhabitat.com/office-for-urban-development-and-environment-by-sauerbruch-hutton/>



- **Erstellung digitaler, objektorientierter 3D-Fachmodelle eines Bauwerks, mit geometrischen und alphanumerischen Modelldaten**
- **Ableiten erforderlicher 2D-Pläne aus den 3D-Fachmodellen**
- **Fortschreibung der Modelle über Planung und Ausführung**
- **Datenaustausch im herstellerneutralen Datenformat IFC (ISO 16739)**
- **Zusammenführen der Fachmodelle in einem Koordinationsmodell, über eine Projekt-Plattform den Planungsbeteiligten bereitgestellt**
- **Sicherung der Planungsqualität durch Konsistenz- und Kollisionsprüfungen.**

## BIM-gestützte Projektentwicklung

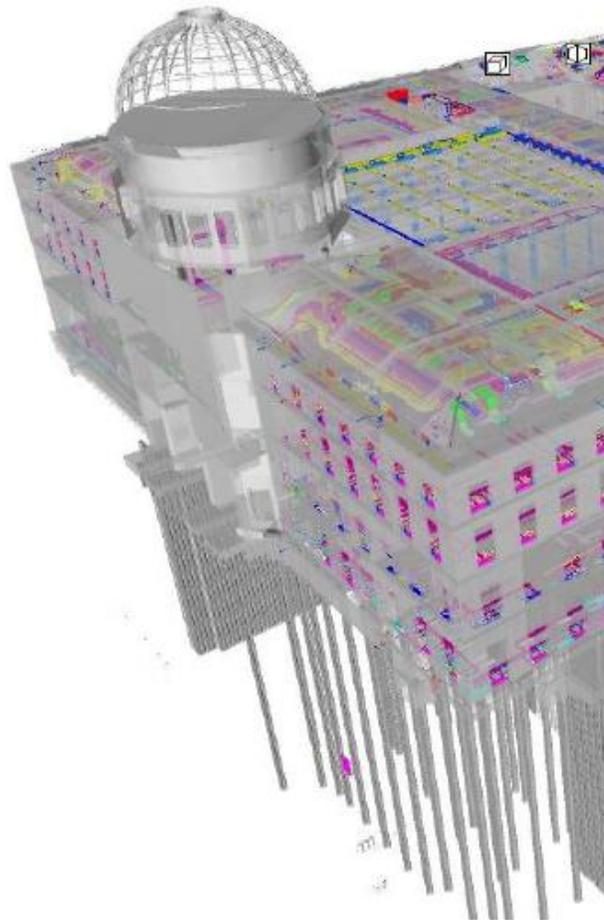
- Visualisierungen, schneller Zugriff auf komplexe Planungsinformationen
- Vermeiden von Schnittstellenbrüchen zwischen den LP, Mehrfachnutzung
- Effizientere Auswertungen, Mengen- und Kostenermittlungen etc.
- 3D BIM-Grundlage für Berechnungen, Simulationen und Alternativplanungen
- Sicherung der Qualität der Planung, automatisierbare Planungsprüfung
- ...Verringerung von Projektlaufzeit und Kosten aufgrund von Nachträgen

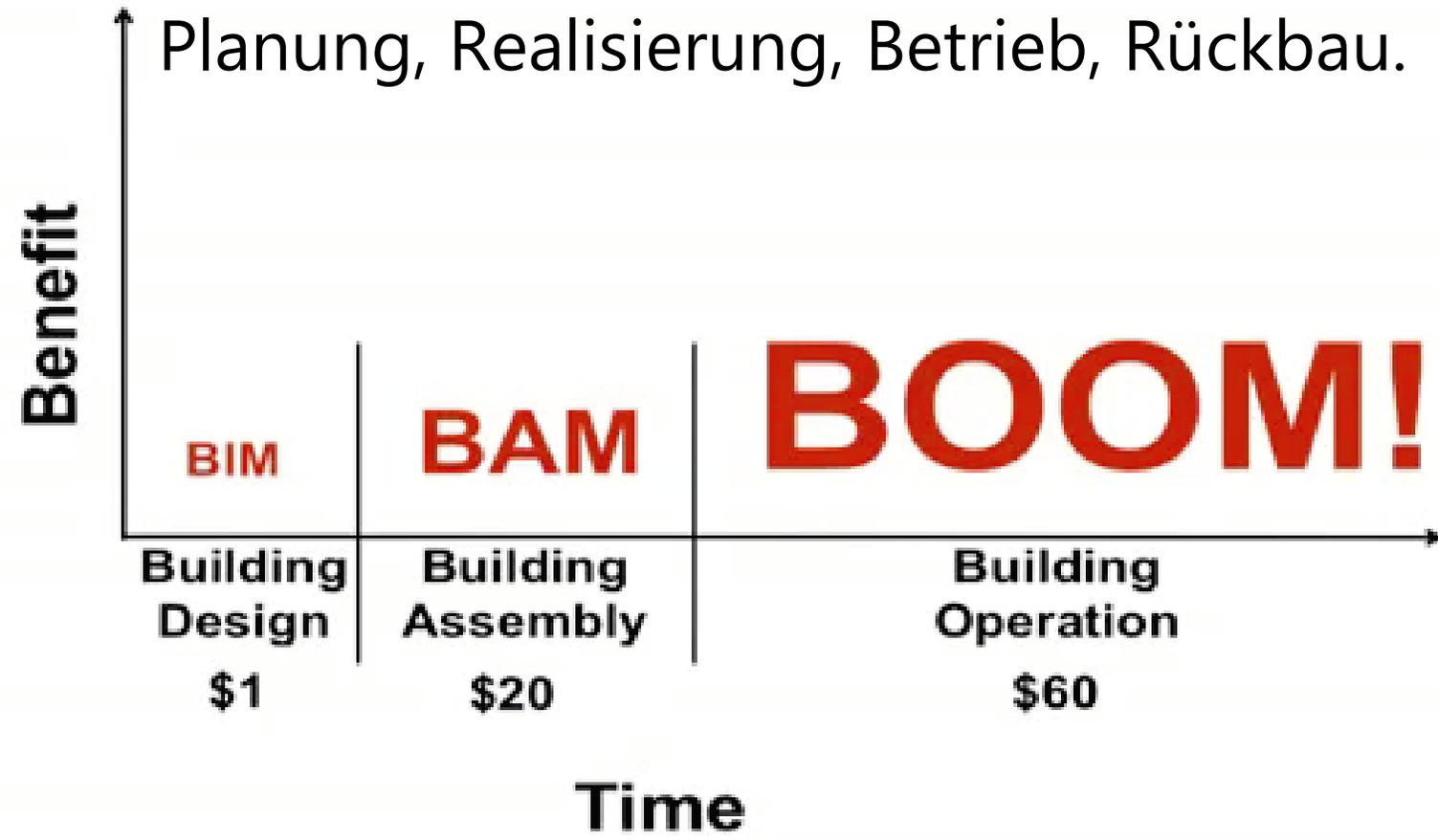


## Kollisionsprüfungen und Qualitätssicherung mit BIM

## Kollisionsprüfungen und Qualitätssicherung mit BIM

## Kollisionsprüfungen und Qualitätssicherung mit BIM





„Für jeden Dollar, der in der Planung ausgegeben wird, werden 20 Dollar in der Bauphase und 60 Dollar in der langen Nutzungsphase ausgegeben. .... Planer und Ausführende, die BIM und BAM übergreifend verwenden, können bis zu 30% der Baukosten einsparen. In der Nutzungsphase kann der Betreiber BIM und BAM verwenden, um die Betriebskosten mit seinem Datenmodell, hier BOOM genannt, zu optimieren. Damit lässt sich der Energieverbrauch besser überwachen und steuern und die Wartung und Instandhaltung besser planen. In der BOOM Phase werden Kosten 60-mal höher als in der Planungsphase verwaltet.“

Patrick MacLeamy, FAIA,

# Modellbasiertes Datenmanagement



XII Hamburger Abfallwirtschaftstage

Resources

- 5.4.3 D.2 - Baggerlader und Zubehör
  - 5.4.3.1 D.2.0 - Baggerlader
    - 5.4.3.1.1 Baggerlader
  - 5.4.4 D.3 - Ladegeräte
    - 5.4.4.1 D.3.0 - Frontlader mit Kausenfahrwerk (Laderaue...
      - 5.4.4.1.1 Frontlader auf Räumern (Laderaue)
    - 5.4.4.2 D.3.1 - Frontlader mit Reifenfahrwerk
      - 5.4.4.2.1 Frontlader - Radlader
    - 5.4.4.3 D.3.2 - Schwenkschaufellader
      - 5.4.4.3.1 Schwenkschaufellader, luftbereit
    - 5.4.4.4 D.3.3 - Kompaktlader
      - 5.4.4.4.1 Kompaktlader, luftbereit
  - 5.4.5 D.4 - Planiermaschinen, Raddozer
    - 5.4.5.1 D.4.0 - Planiermaschinen und Raddozer (Radschlepp...
      - 5.4.5.1.1 Planiermaschine
        - 5.4.5.1.1.1 Planiermaschine MB59394
      - 5.4.5.1.2 Raddozer
    - 5.4.6 D.5 - Motorschürfwagen und Schürfkübelraupen
      - 5.4.6.1 D.5.0 - Motorschürfwagen
        - 5.4.6.1.1 Motorschürfwagen, mit Einachsenschlepper
        - 5.4.6.1.2 Motorschürfwagen - Doppelmotorscraper
        - 5.4.6.1.3 Elevator-Schürfwagen
      - 5.4.6.2 D.5.1 - Schürfkübelraupen
        - 5.4.6.2.1 Schürfkübelraupe
    - 5.4.7 D.6 - Muldenhinterkipper und Vorderkipper (Dun...



STRABAG

Bauvorhaben: ...

Auftraggeber: ...

Ort	Schicht	Personal	Ressourcen	Geplante
...	...	...	...	...

**Automatisierte Verortung von**

- Fotos
- Bautagesberichten
- Prüfberichten / Prüfdaten

# Vernetzung der Materialflussprozesse

Baustofflabor



Mischanlage



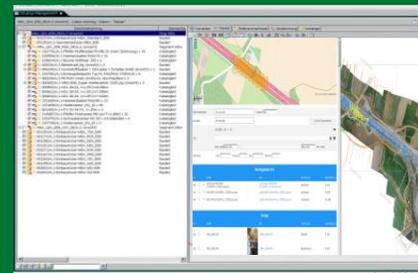
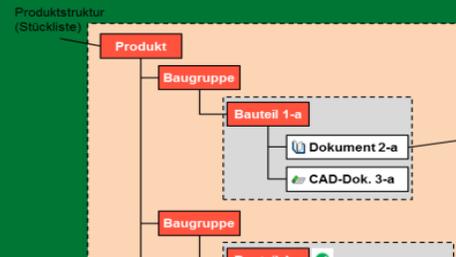
Baustelle



Logistik



## Project / Product Lifecycle Management (PLM)



- BIM Projektplattform (Common Data Environment)
- Qualitäts-Dokumentation
- Informationsverortung



- Herausforderungen, durch Klimaveränderungen, die globale Konkurrenz um Rohstoffe und die nachhaltige Gestaltung von urbanen Gesellschaften
- Konzept einer Circular Economy : Abfälle und Umweltbelastungen werden zu Rohstoffen, die Versorgung mit Ressourcen wird nachhaltig sichergestellt und stoffliche und energetische Verluste werden minimiert.
- Eine notwendige Voraussetzung zur erfolgreichen Implementierung der Circular Economy sind Informationen über Rohstoffe und Stoffströme, detailliert und in Echtzeit.
- Diese Voraussetzung ist durch weitgehende Digitalisierung der Stoffströme und Prozesse gegeben.
- Erstmals ermöglichen die aktuellen und absehbaren Technologien, wie multifunktionale und multiskalige Sensoren, CSP, Blockchains, KI, Big Data und Clouds, die Umsetzung einer umfassenden Circular Economy; wenn die Herangehensweise kooperativ und inklusiv ist.







**YOU CAN  
MAKE  
IT WORK.**

