

# Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für schnell wachsende urbane Räume



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

**wassertage münster 2015**

**Wasser in der Stadt  
Lebensräume – Risiken – Entwicklungen**

**25. Februar 2015**

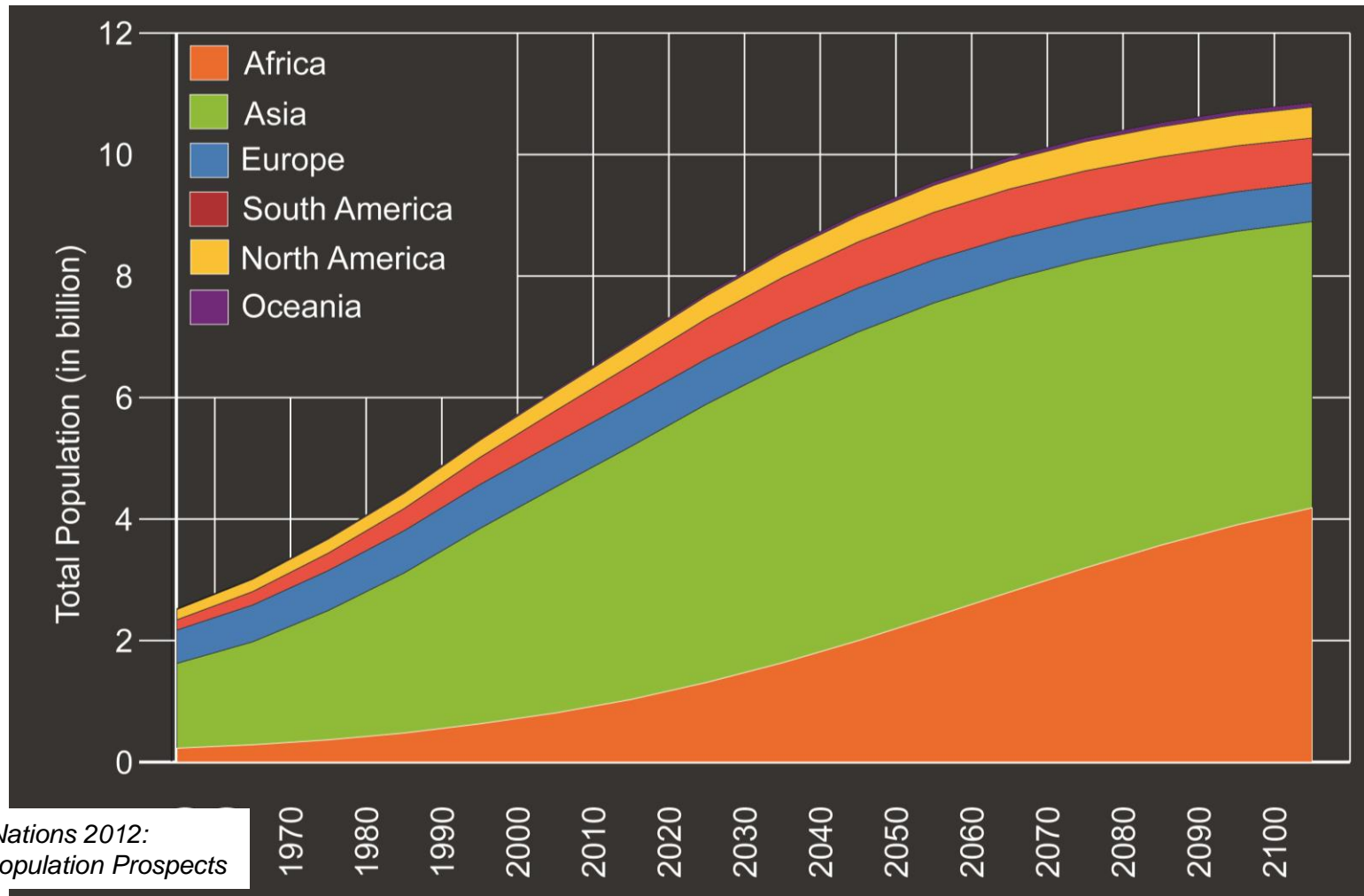


**Susanne Bieker**, Peter Cornel, Martin Wagner, Johanna Tolksdorf  
TU Darmstadt, Fachgebiet Abwassertechnik, Institut **IWAR**

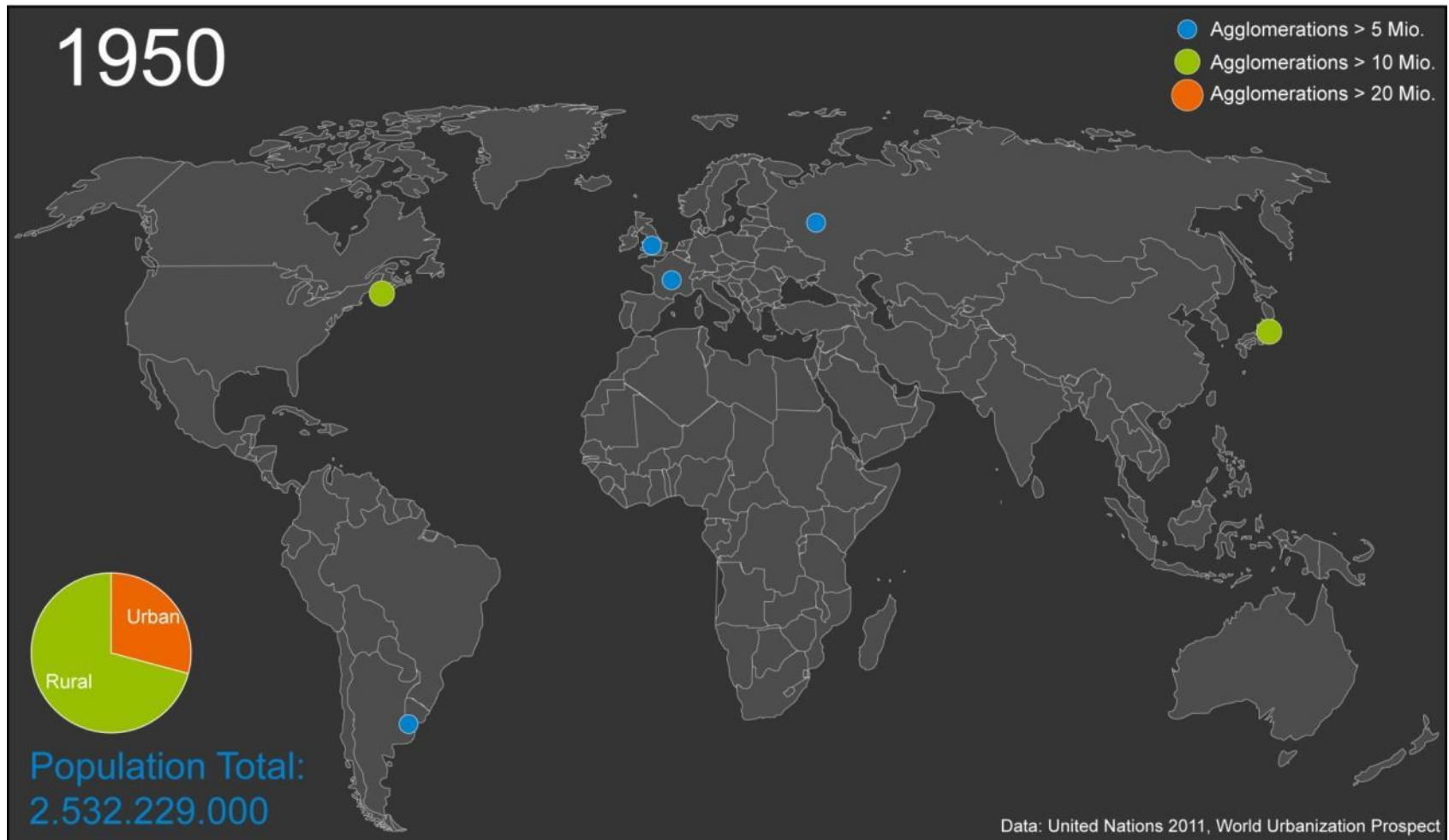
Die „**Städte der Zukunft**“ sehen anders aus als die der  
Gegenwart und der Vergangenheit

**Wasserinfrastrukturen** sind **vielfältiger** und **flexibler** und  
**anpassungsfähig** an sich verändernde Randbedingungen.

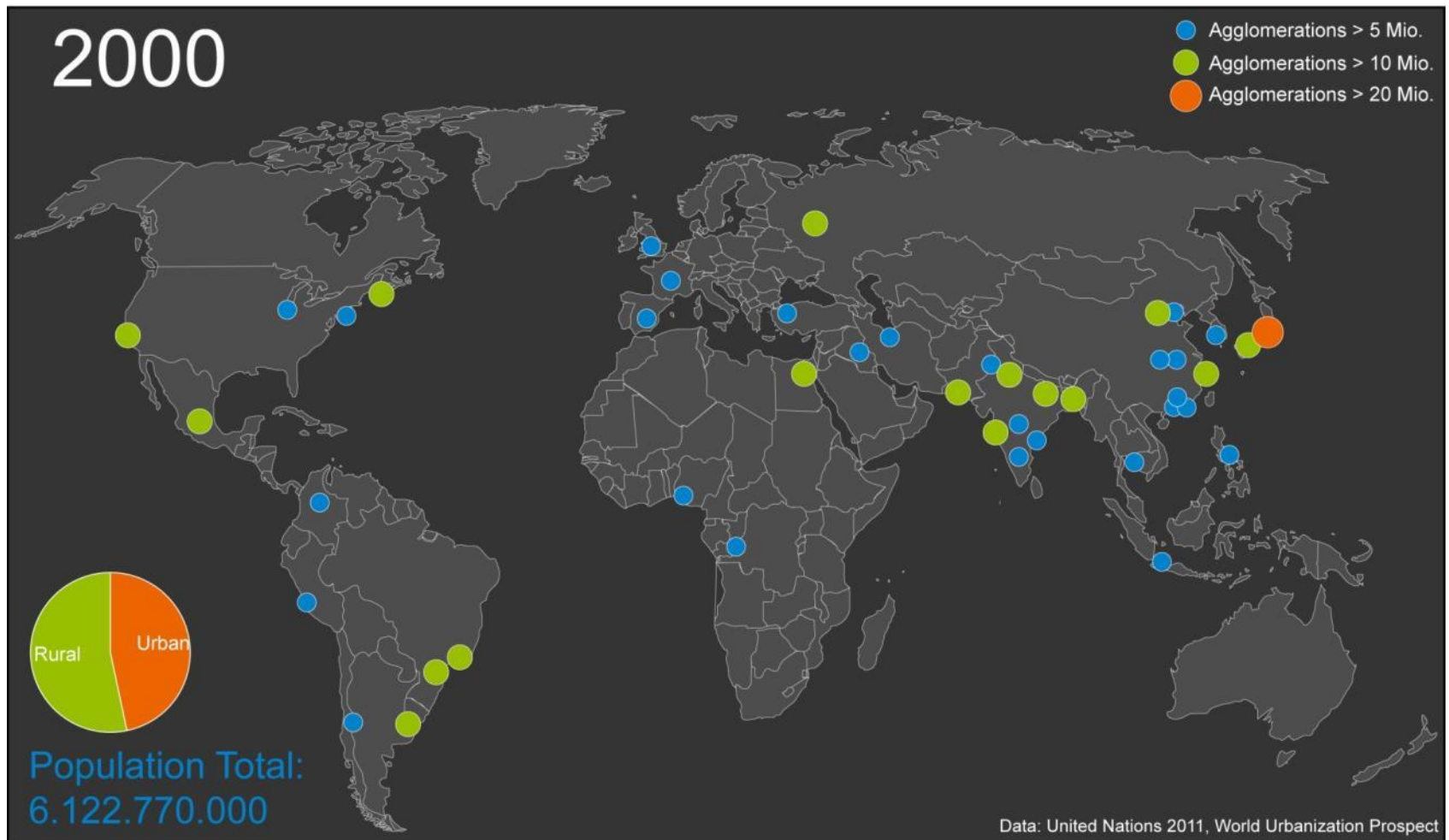
# Herausforderung 1: Weltweites Bevölkerungswachstum



# Herausforderung 2: Urbanisierung



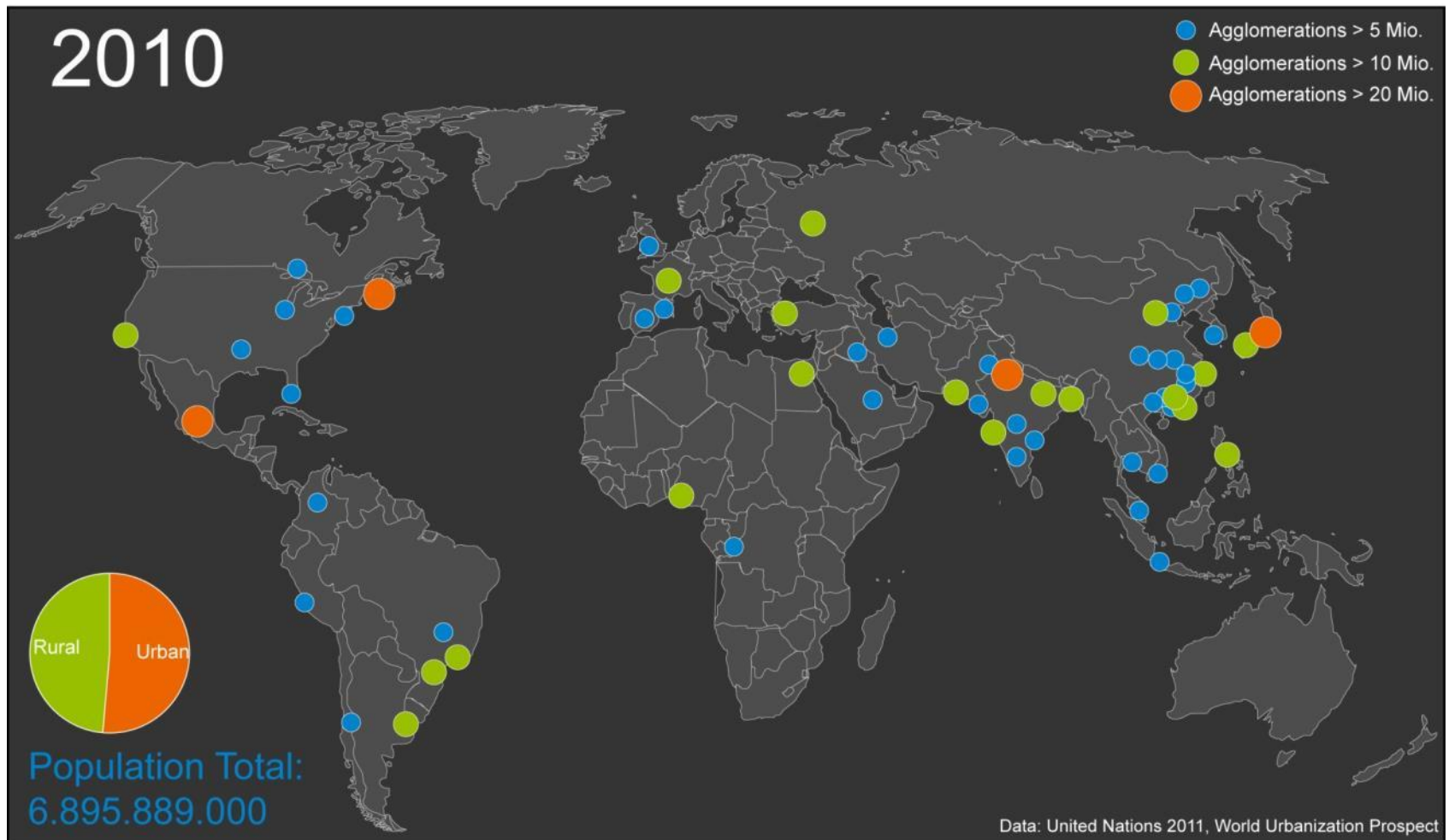
# Herausforderung 2: Urbanisierung



# Herausforderung 2: Urbanisierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

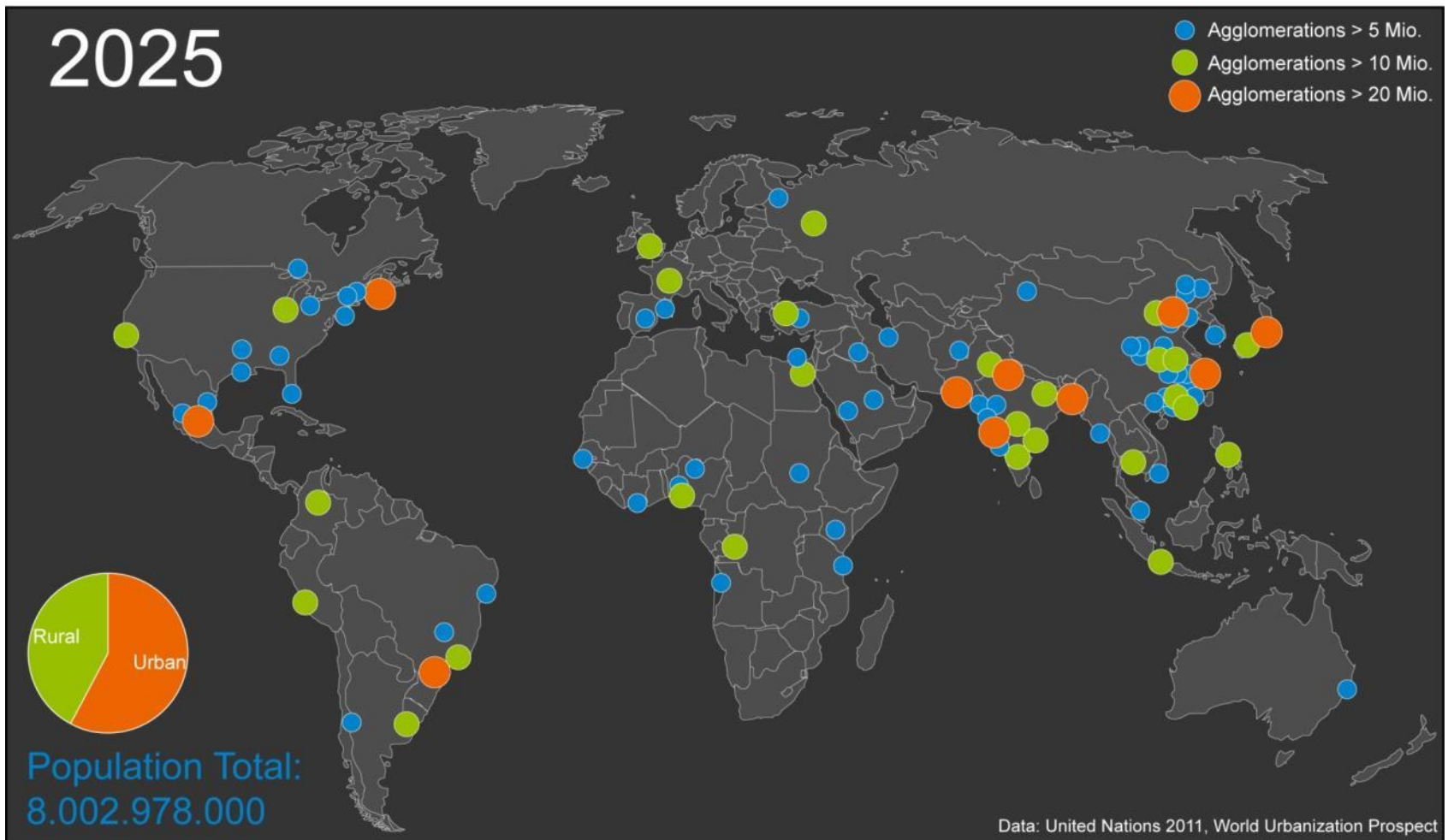




# Herausforderung 2: Urbanisierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Herausforderung 3: Dynamik der Veränderung



Beispiel Shanghai: 67 C/h > 585,000 C/a







## Bevölkerungszuwachs

67 C/h → **585.000 C/a**

## Zus. *Wasserbedarf* (täglich!)

132 L/(C·d) → **77.200 m<sup>3</sup>/d**

## Zus. *Abfallanfall* (täglich!)

1 kg/(C·d) → **585 Mg/d**

## ▪ Wasserinfrastruktur-Investitionen

- Große zentrale Systeme (in urbanen Wachstumsräumen mehrere Millionen Einwohnerwerte)
  - Hohe Investitionssummen
  - Langfristige Investitionen (hohe Pfadabhängigkeiten)
    - 30% der Investitionskosten für Behandlungseinheiten (Abschreibung: 10-15 Jahre)
    - 70% der Investitionskosten für die Netze (Abschreibung: 30-50 Jahre)
- ➔ „Hilfreich“, wenn die Entwicklungsprognosen für die kommenden 3 bis 5 Jahrzehnte stimmen  
– quantitativ wie auch in der räumlichen Verteilung...

# Herausforderung 4: Limitierte Ressourcen

## 1. Wasser



Jialing/Chongqing 2006;  
[www.zeitschrift.com/magazin/54-wasser.jpg](http://www.zeitschrift.com/magazin/54-wasser.jpg) 26.5.2013

## 2. Energie



<http://www.hvv-mobility.com> 26.5.2013

## 3. Nährstoffe (P, N, ..)



[www.baektrade.de](http://www.baektrade.de) 26.5.2013



## Kann ein System, das

- vor mehr als 100 Jahren entwickelt wurde
- für eine Weltbevölkerung  $< 2$  Milliarden Menschen
- die überwiegend in ländlichen Strukturen lebten
- mit den limitierten technischen Möglichkeiten des ausgehenden 19. Jahrhunderts

## die Lösung sein für

- eine Weltbevölkerung  $> 7$  Milliarden Menschen
- die überwiegend in Städten leben
- bei zunehmend knapperen Ressourcen?

Adapted from IWA-President Daigger, G.; Change in Paradigm: Waste to Resource, Weftec '10; New Orleans



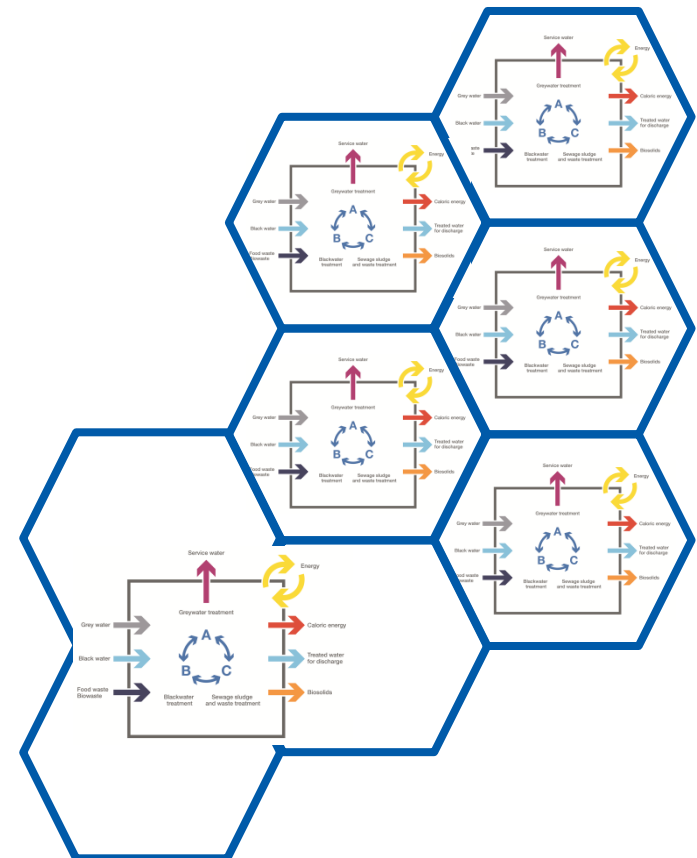
# Ressourcen-Effizienz erfordert neue Infrastrukturlösungen

1. **Wasserwiederverwendung** erfordert **Dezentralisierung**
2. **Wärmerückgewinnung** erfordert **Dezentralisierung**
3. **Hohe Wasserqualitäten** erfordern **professionellen Betrieb**  
→ besser „**semi**“**zentral** als **dezentral**
4. **Energieautarkie** erfordert Verknüpfung verschiedener Sektoren  
(Wasser, Abwasser und Abfall)

# SEMIZENTRAL

## integrierte Behandlung auf Quartiersebene

- mitwachsend
- flexibel
- angepasst
- integriert  
(Wasser, Abwasser, Abfall, Energie)
- geschlossene Bauweise → emissionsarm
- „So klein wie möglich, so groß wie nötig“



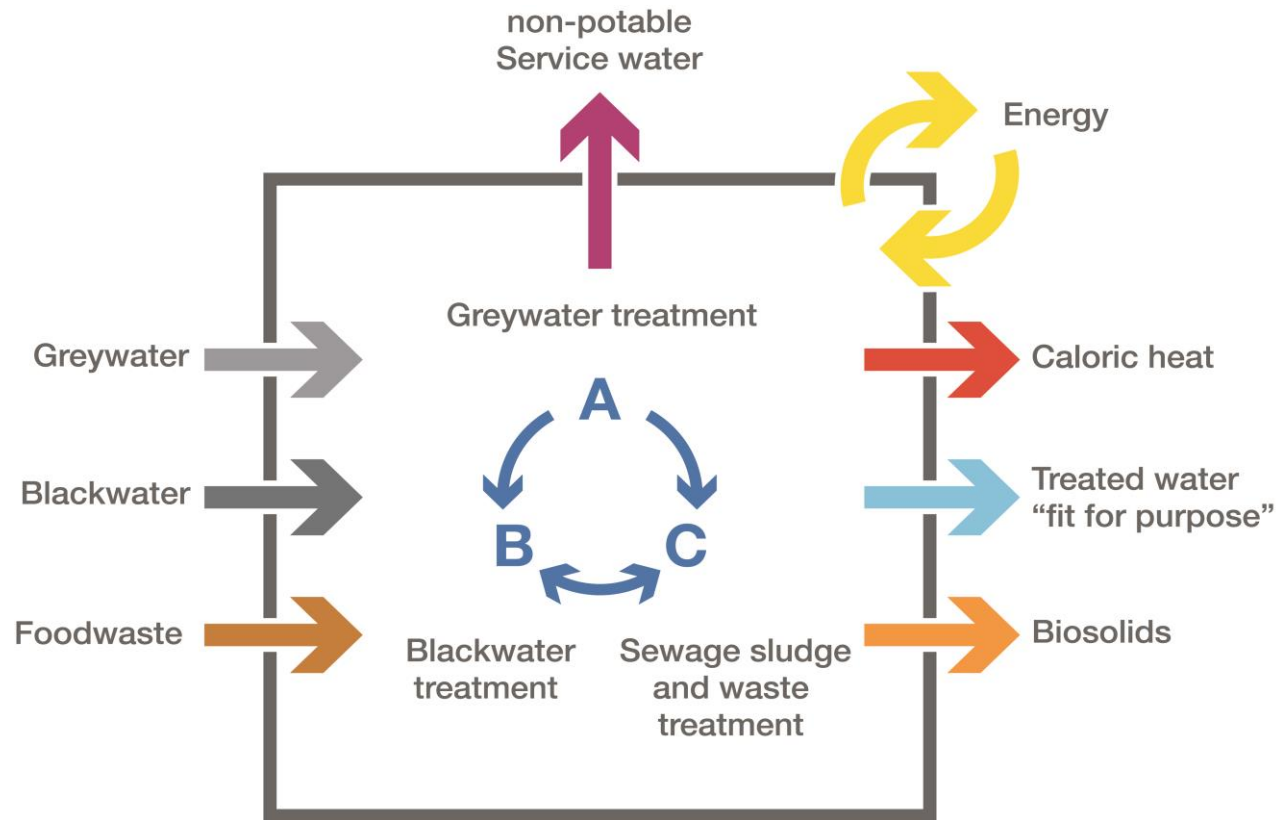


# SEMIZENTRAL

## Stoffströme im semizentralen „Resource Recovery Center“



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Das „Knowing-Doing Gap“ <sup>1</sup>



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Das Problem ist nicht die Analyse, sondern die Umsetzung.

- **Die Herausforderungen sind seit Jahrzehnten bekannt**
  - Donella & Dennis Meadows “Limits to growth” 1972 und 2002
  - Vielzählige (Wasser) Forschungsprogramme weltweit
    - Cities of the Future, Future Megacities, Zukunftsstadt, Morgenstadt, ...
    - Resource Recovery Cluster
    - Intra-urban Water Reuse
    - Water & Energy / Water, Energy and Climate
    - Water, Energy, and Food Nexus / Water, Energy, Food and Health Nexus
    - ...

## Warum schafft so viel Wissen keine Veränderung?

*The Knowing-Doing Gap, Jeffrey Pfeffer and Robert I. Sutton, Harvard Business School press, 2000*

# Man findet immer Gründe, nichts zu verändern...



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ▪ **Technisch**

- Zu viele Alternativen, mehr Erfahrung benötigt, es wird in der Zukunft sicher noch bessere Lösungen geben, ...

## ▪ **Karriere**

- Keine Auswirkungen auf hochwertige Veröffentlichungen, könnte nicht funktionieren, zeitaufwendig, ...

## ▪ **Organisatorisch**

- Nicht mein Aufgabengebiet, nicht mein Verantwortungsbereich, werde ich nicht für bezahlt, ...

## ▪ **Kommunikation**

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit kann schwierig sein, lieber Kollegen beeindrucken anstatt etwas riskieren, Konkurrenz statt Kooperation, ...

▪ .....

*The Knowing-Doing Gap, Jeffrey Pfeffer and Robert I. Sutton, Harvard Business School press, 2000*



- **Sich selbst in die Verantwortung nehmen**
  - Sie selbst müssen anfangen.
  - Sie müssen andere überzeugen.
  
- **Sie müssen den Schritt der Kommunikation in der eigenen Community und zwischen anderen Communities gehen**
  - Politik – kommunal, regional
  - Architekten und Stadtplaner
  - Banken und andere Finanzierungsinstitutionen
  - Fachleute und Experten im technischen Bereich
  - ...
  
- **Akzeptieren Sie Fehler – Fehler sind Teil jedes Lernprozesses**

# Von der Idee bis zur Implementierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

**Ideenentwicklung** integrierter Infrastrukturen: Wasser, Abwasser, Abfall, Energie und Raumentwicklung

**Technische Forschung** in Wasserwiederverwendung und Ressourcen aus Abfall

**Detailplanung** einer spezifischen Case Study; Entfärbung gereinigten Abwassers

**Begleitforschung** der weltweit **ersten Implementierung** (Standortsuche, Planungs- und Genehmigungsprozess, Detailplanung, Maschinenplanung und -installation, Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung)



# Implementierung in Qingdao, V.R. China



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



*CorbisImages*



# Anwendungsfall Qingdao, V.R. China

- **Wachsende Metropole an der Ostküste Chinas**  
in der Shandong Provinz
- **Die natürlichen Wasserressourcen sind limitiert**  
(Grundwasserversalzung durch Meerwasserintrusion, starke Verschmutzung von Oberflächengewässern, Trockenfallen von Oberflächengewässern)

- Menge nicht ausreichend für höhere Bedarfe

→ **Der gegenwärtige Ansatz:  
Entsalzung**

- **Energiebedarf: 3 - 4 kWh/m<sup>3</sup>**



→ **WWV: <1 kWh/m<sup>3</sup>**



CorbisImages

# SEMIZENTRAL goes WHE Qingdao



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Implementierung im Rahmen der Weltgartenbauausstellung 2014 in Qingdao

### Einzugsgebiet

- 3 Hotels
  - Unterkünfte für Angestellte
  - Neue Wohnentwicklungsgebiete
  - Bürogebäude
- ➔ rd. 12.000 Einwohner



Quelle: <http://expo2014.people.com.cn/>

# April 2014: Semizentrales Resource Recovery Center Qingdao Shiyuan



# Impressionen des Einzugsgebietes

---





# Semizentrales Resource Recovery Center (RRC) – ein modularer Ansatz

## Technische Daten

### Grauwasser Modul

- Brauchwasser zur Toilettenspülung – Aufbereitung mit MBR

### Schwarzwasser Modul

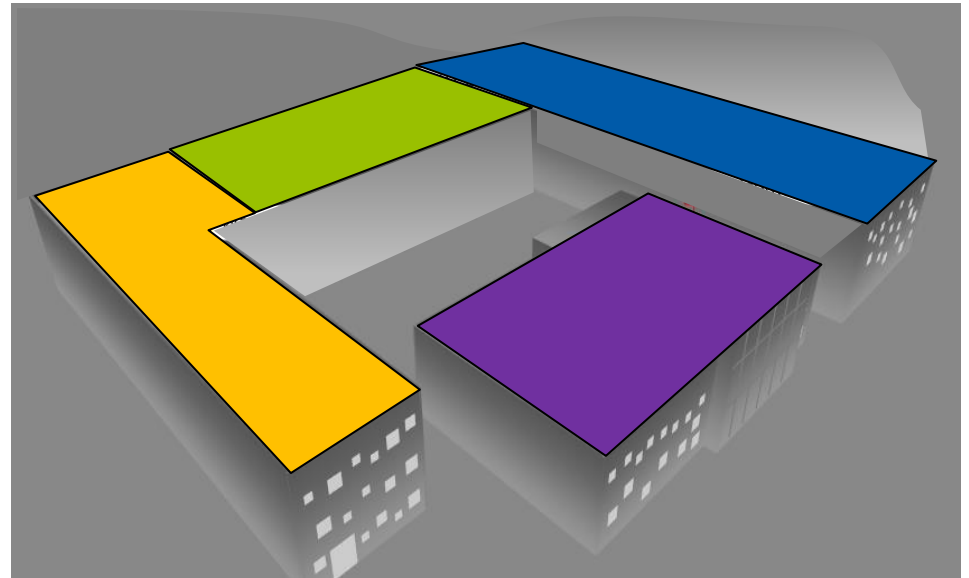
- Bewässerungswasser – Aufbereitung mit MBR

### Speiserest-Aufbereitung

- Mechanische Vorbehandlung

### Energy-Center

- Anaerobe thermophile Faulung
- BHKW zur Eigen-Stromerzeugung



## Vorteile des Systems

### Wasserseitig

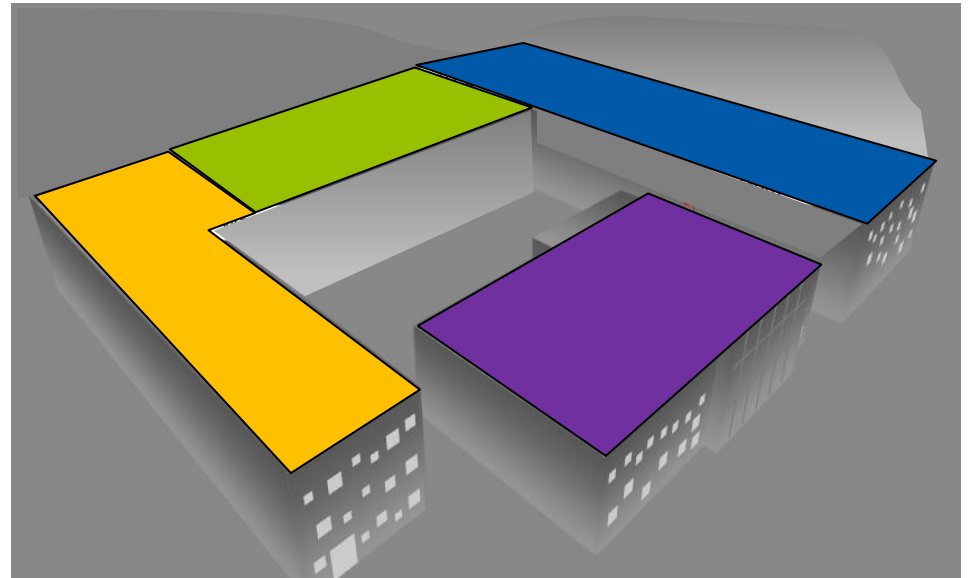


- **Wiederverwendungsraten** zwischen **40 %** (Grauwasserrecycling) und **100 %** (Grau- und Schwarzwasserrecycling)

### Energieseitig



- **Energieautarker Betrieb möglich**
- Bei ausreichenden Speicherkapazitäten auch völlig unabhängig von externen Stromquellen möglich





# SEMIZENTRAL

## Resource Recovery Center Qingdao Shiyuan

### Forschungsförderung in Deutschland durch das BMBF

- 14 Partner unter der Leitung des Fachgebietes Abwassertechnik, IWAR, TU Darmstadt
- **Gesamt (deutsches) Forschungsvolumen:** ca. **7 Mio. €** für die Begleitforschung über 3,5 Jahre
- **Sponsoring deutscher Industriepartner** (wilo, Aerzen, Auma, Binder, Ott, LAR): **500.000 €**



### Investment und Betrieb

- **Chinesischer Investor**  
Gesamtinvestitionsvolumen: ca. 7 Mio. €
- **Chinesischer Betreiber**  
Unterstützung bei der Inbetriebnahme  
und der Betriebsoptimierung  
durch deutsches Konsortium



# Merkmale SEMIZENTRAL

- **40% bis 100% Wasserrecycling durch Wasserwiederverwendung**  
Toilettenspülung und weitere Nutzungszwecke (z.B. Bewässerung)
- **Wärmerückgewinnung** aus Grauwasser\*  
(Dusche, Badewanne, Waschmaschine)
- **Energie aus Klärschlamm und Bioabfall**
  - Überschuss an elektrischer Energie
  - Zusätzlich Wärmeenergie
- Landwirtschaftliche Nutzung der nährstoffreichen stabilisierten und hygienisierten Reststoffe
- **Flexibel mitwachsende Infrastruktur**

\*Am Standort Qingdao nicht realisiert

- **Abwasser** ist **kein Abfall** sondern eine Ressource
- **Nutzung der Ressourcen setzt andere Infrastruktursysteme voraus**
  - quartiersbezogen, mitwachsend, semizentral
  - angepasste Wasserqualität („fit for purpose“, Toilettenspülung bedarf keiner Trinkwasserqualität)
  - integrierte Infrastruktur (Wasser, Abwasser, Bioabfall, Energieerzeugung)
- **Gesundheitsschutz** der Bevölkerung erfordert **professionellen Betrieb** („So klein wie möglich, so groß wie notwendig“)
- **Zukunftsfähige Wasserwirtschaft** orientiert sich an den lokalen/ regionalen Herausforderungen.

„Städte der Zukunft“ unterscheiden sich von denen der Vergangenheit:  
**Wasserinfrastruktur vielfältiger, dynamischer und an die diversen Randbedingungen angepasst**

# Qingdao Shiyuan – ein erster Schritt

## Besucher in Qingdao

- Forschung und Entwicklung
- Stadtentwicklung
- Ingenierbüros und Design Institute

## Zwei weitere Standorte derzeit in Machbarkeitsstudien

- Jieyang (Guandong Provinz, China), Chinesisch-deutsche Metallstadt

## Politisches Interesse

- Austausch zwischen dem BMBF und den chin. Ministerien für Wissenschaft und Forschung sowie Siedlungsentwicklung (*MoST und MoHURD*)

# Aber das allerwichtigste ...

Wir müssen anfangen, Dinge zu ändern.

Heute.

In kleinen Schritten.

In großen Schritten.

Nicht wichtig.

Nur anfangen ist wichtig.

# Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für schnell wachsende urbane Räume



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

SPONSORED BY THE



Federal Ministry  
of Education  
and Research



**SEMIZENTRAL**  
GERMANY



Martin Wagner, Peter Cornel, **Susanne Bieker**

Technische Universität Darmstadt, Institut **IWAR**

Member of  
**German Water  
Partnership**