



Water-Reuse in Industrieparks

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

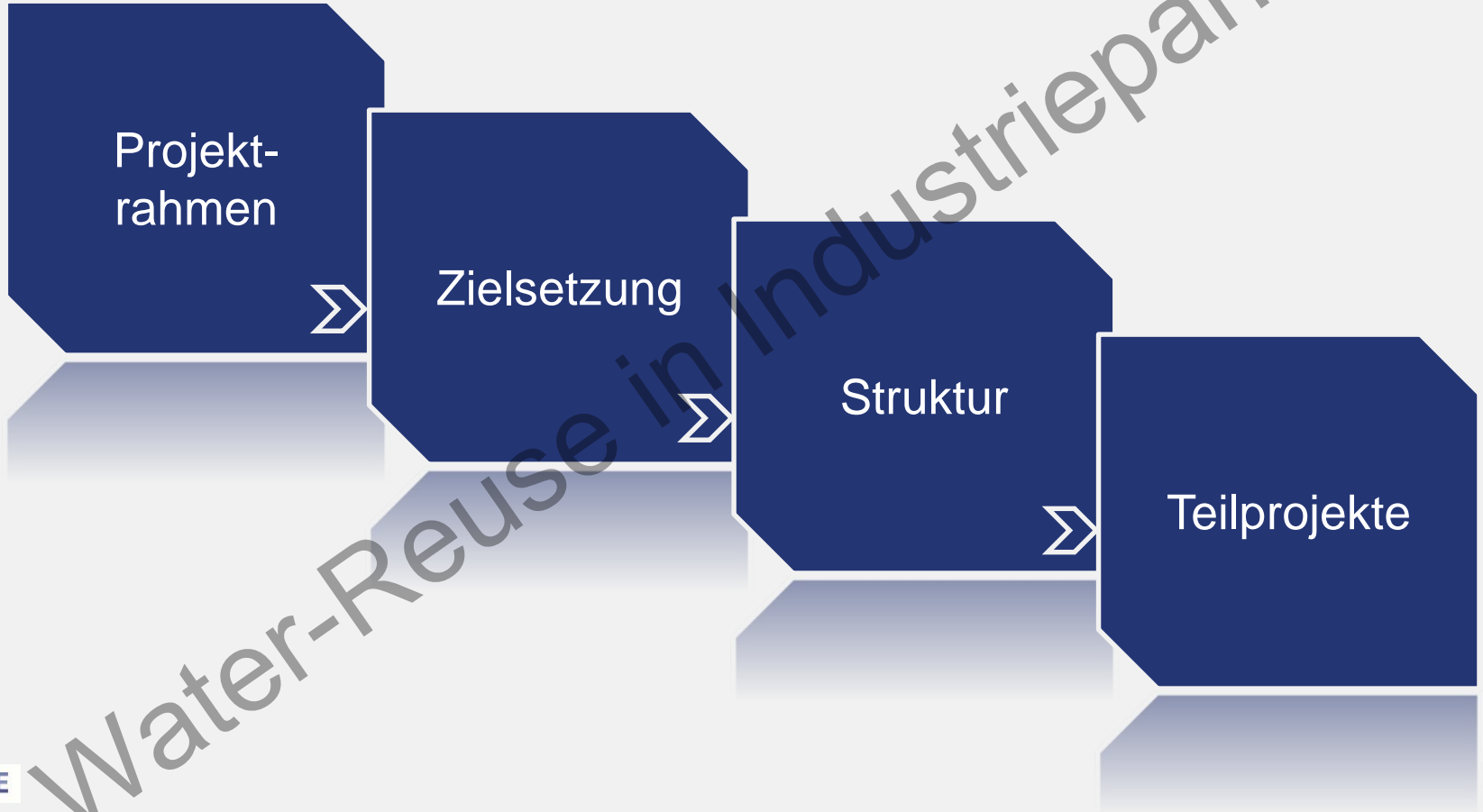
NaWaM



WavE

**WavE-Auftaktveranstaltung,
DECHEMA, Frankfurt am Main
14. Dezember 2016**

**Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke
TU Darmstadt, Fachgebiet Landmanagement**



Water-Reuse in Industrieparks

BMBF Förderkennzeichen: 02WAV1409A

Laufzeit: Oktober 2016 – September 2019



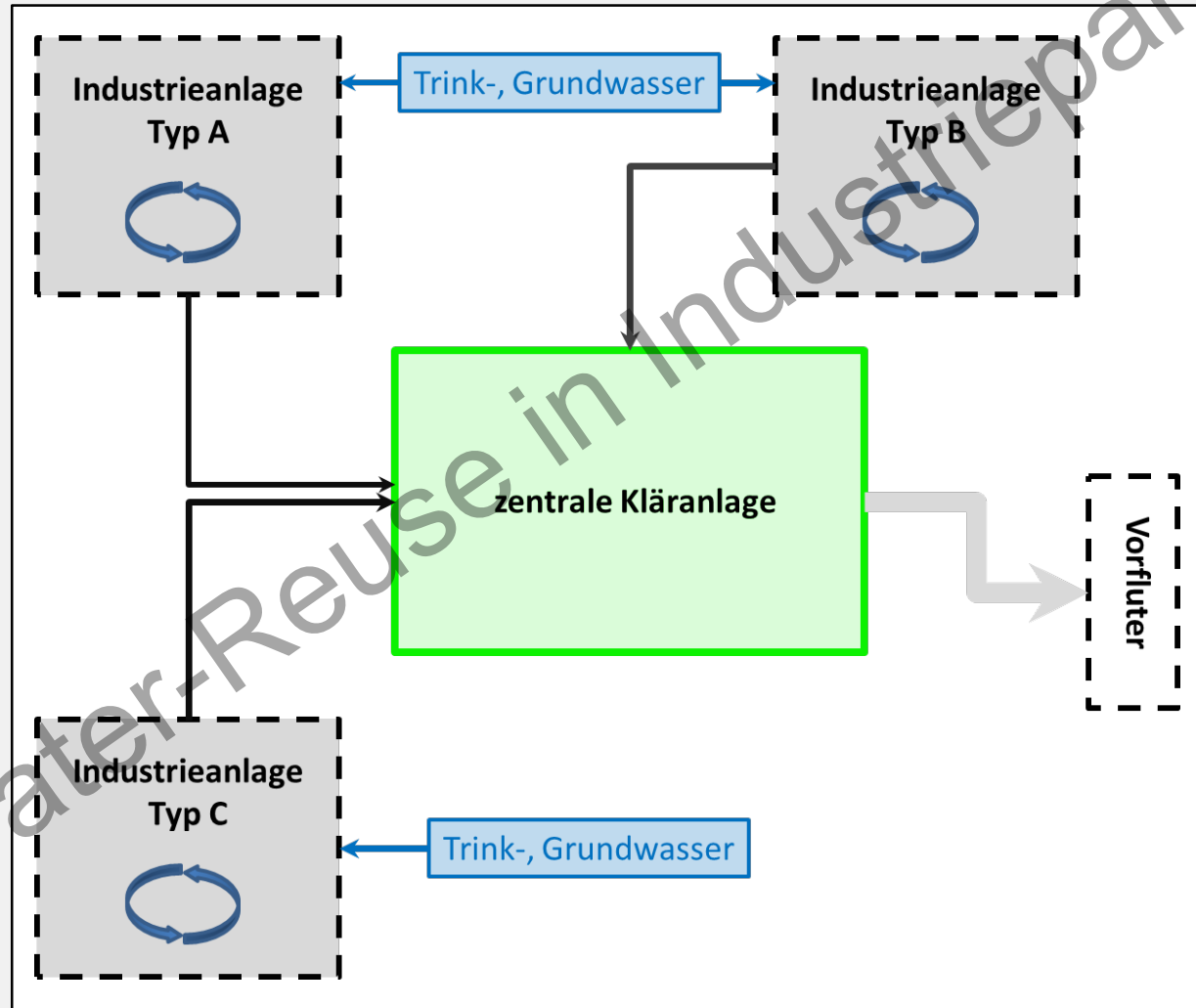
Verbundpartner:

- Technische Universität Darmstadt
 - Fachgebiet Landmanagement (**LM**)
 - Fachgebiet Abwassertechnik (**AT**)
 - Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (**SuR**)
 - Forschungsgruppe Arbeits- und Ingenieurpsychologie (**AI**)
- Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover (**ISAH**)
- EnviroChemie GmbH (**EC**)
- Endress+Hauser Conducta (**EH**)
- IEEM gGmbH (**IEEM**)
- Kocks Consult GmbH (**KC**)

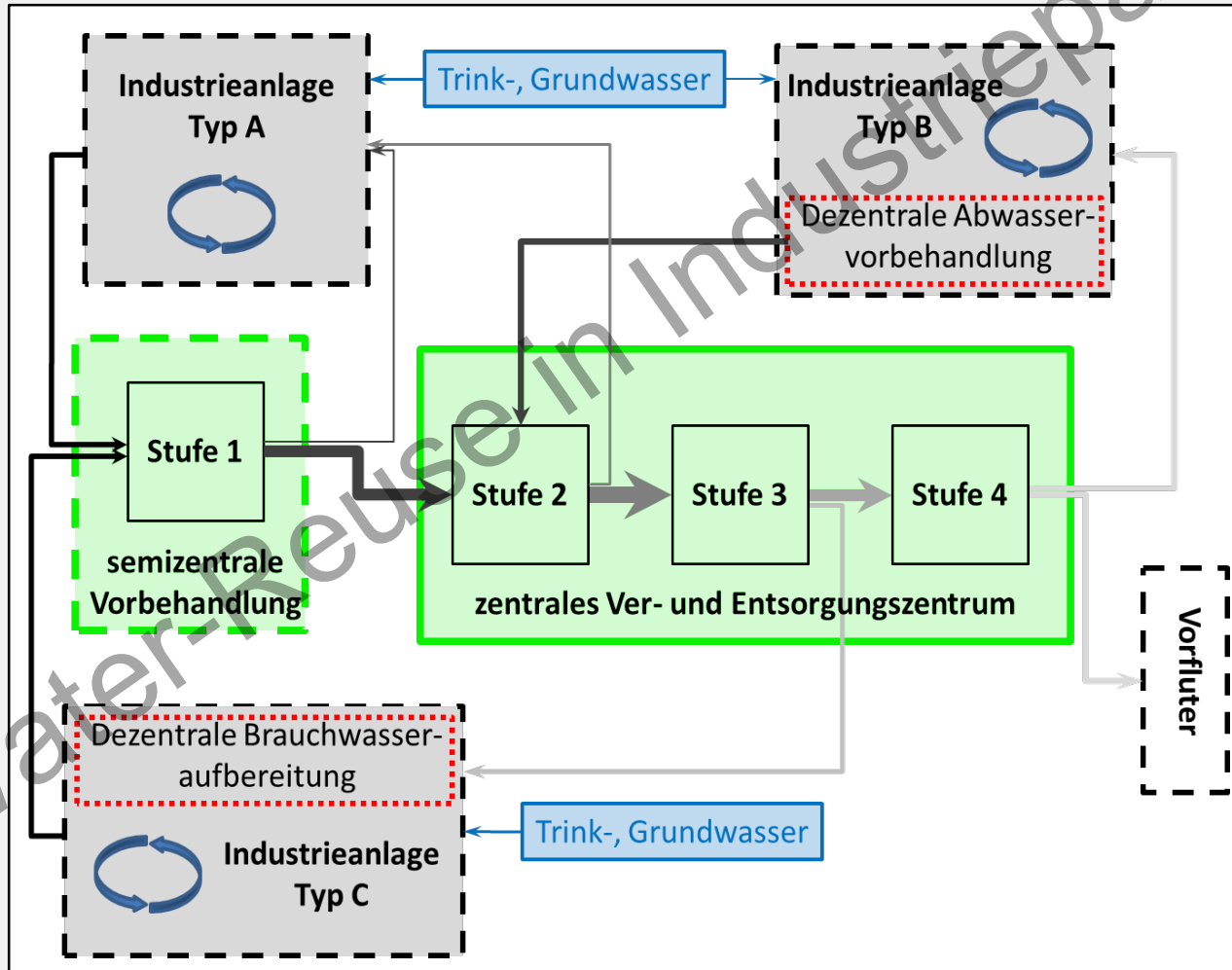
Weitere Partner:

- Merck KGaA als assoziierter Partner
- Tongji Universität Schanghai und Technische Universität Qingdao, China
- Hanoi University of Civil Engineering, Vietnam

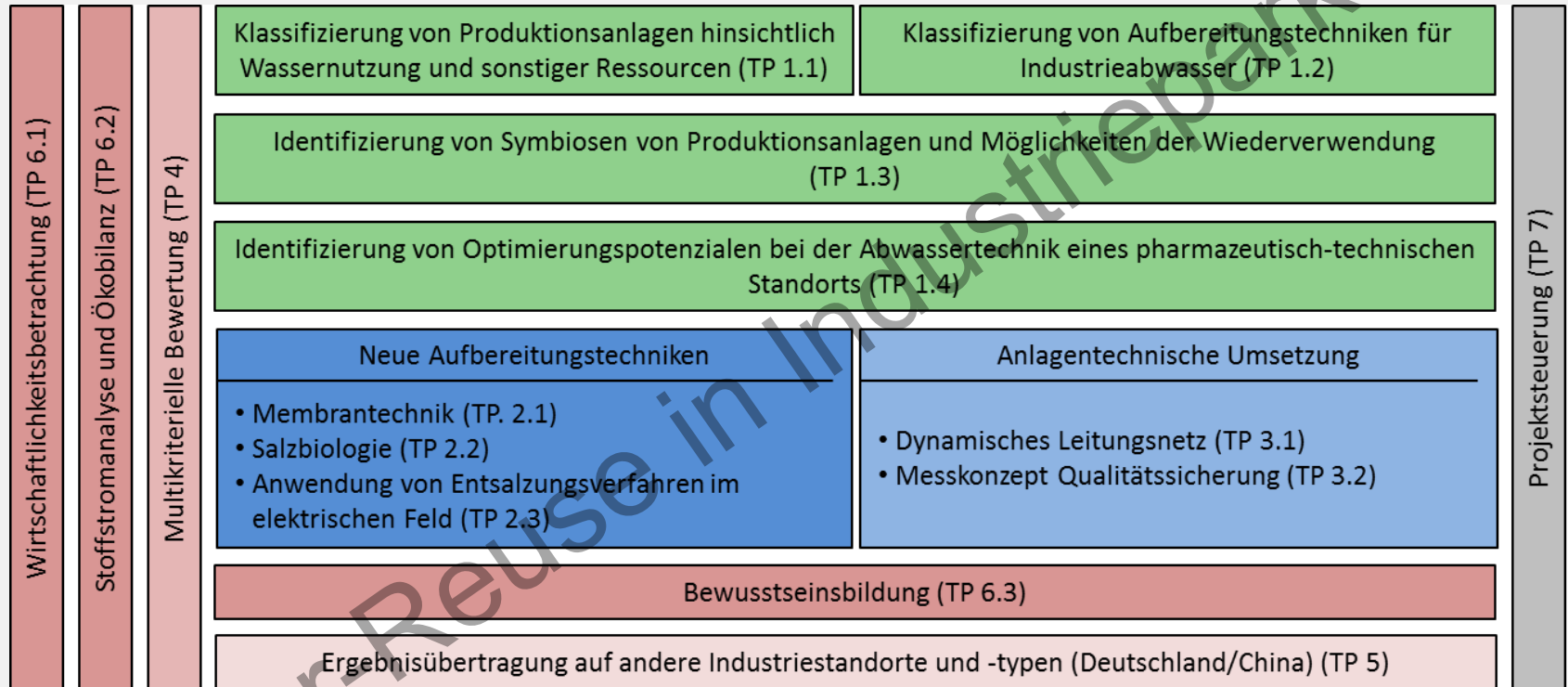
Prinzipskizze der aktuellen Abwasseraufbereitung



Reduzierung des Trinkwasserbedarfs in Industrieparks durch bedarfsgerechte Aufbereitung von Abwässern!

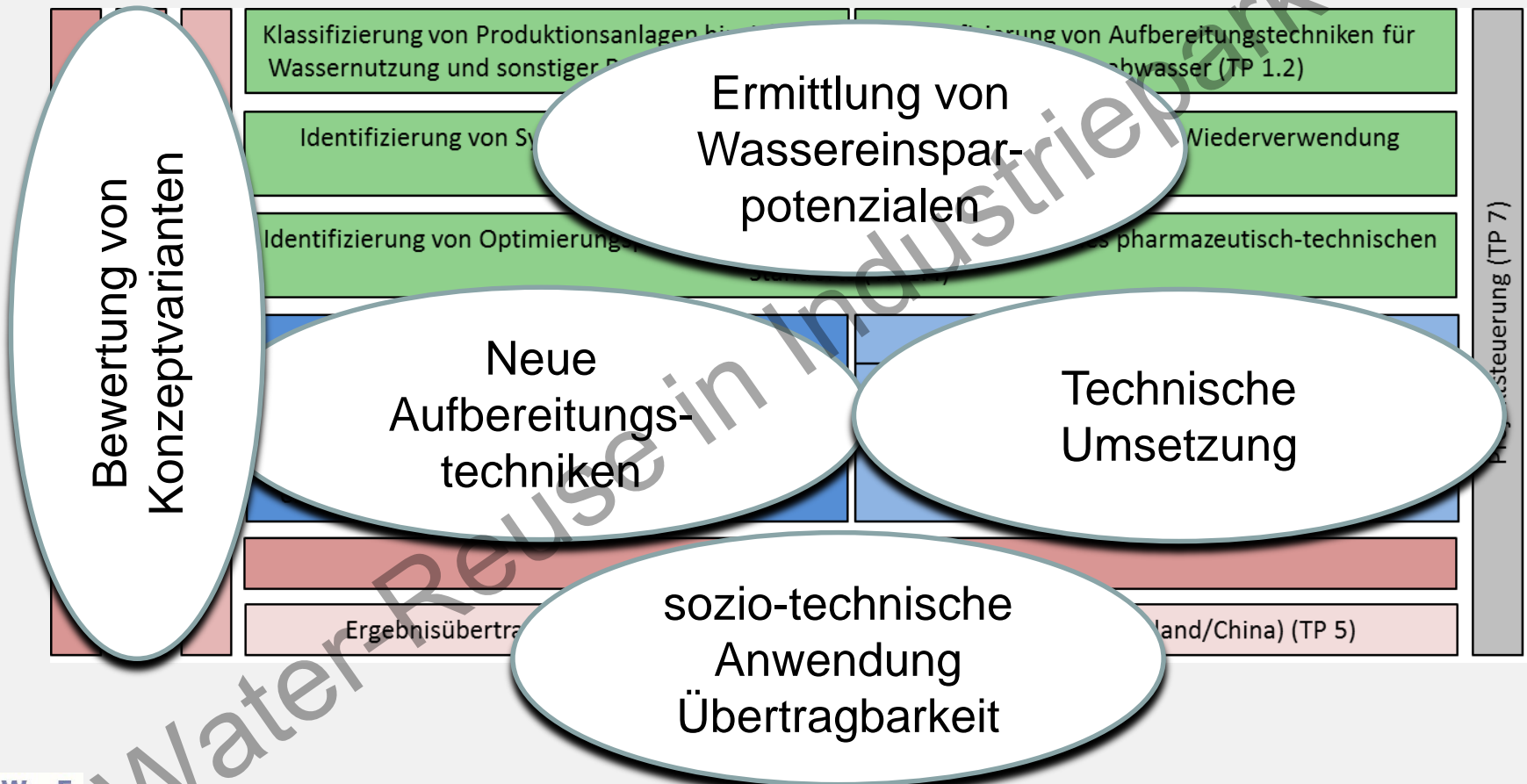


Struktur des Forschungsprojekts



am Beispiel von chemisch-pharmazeutischen Industrieparks

Struktur des Forschungsprojekts



am Beispiel von chemisch-pharmazeutischen Industrieparks

TP 1: Grundlagen des integrierten Wasser- und Ressourcenmanagements

- Bestandsaufnahme und Klassifikation von chemisch-pharmazeutischen Produktionsanlagen nach ihren **Wasserströmen** (TP 1.1) – LM
- Zusammenstellung derzeitiger **Verfahren zur Behandlung und Wertstoffrückgewinnung** aus Abwasser der chemisch-pharmazeutischen Industrie (TP 1.2) – AT
- **Kombination** von Produktionsanlagen (TP 1.1) und Verfahren (TP 1.2) zur Identifizierung von Nutzungsmöglichkeiten bestehender Verfahren und Verfahrensdefiziten/ Forschungsbedarf (TP 1.3) – LM
- Erfassung des theoretischen sowie des umsetzbaren **Water-Reuse Potentials** in Industrieparks anhand von **Fallbeispielen** (TP 1.4) – AT

TP 1: Grundlagen des integrierten Wasser- und Ressourcenmanagements

Ergebnis:

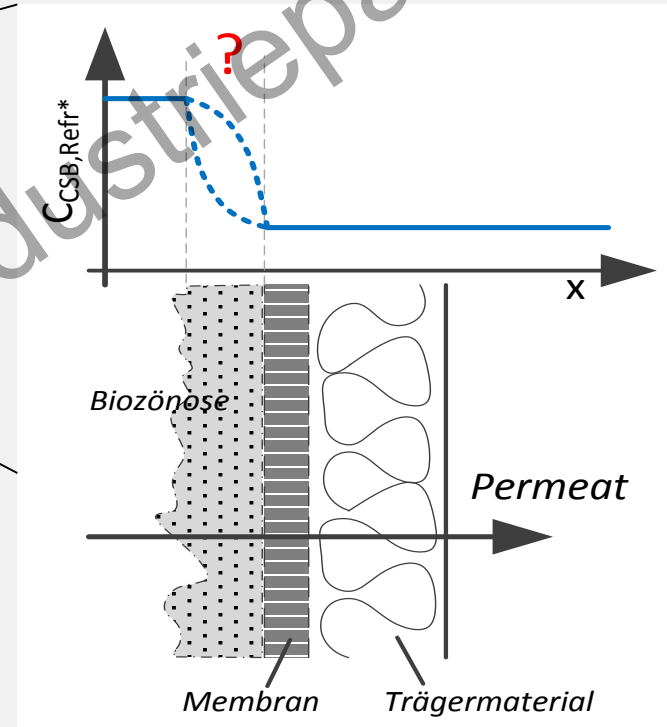
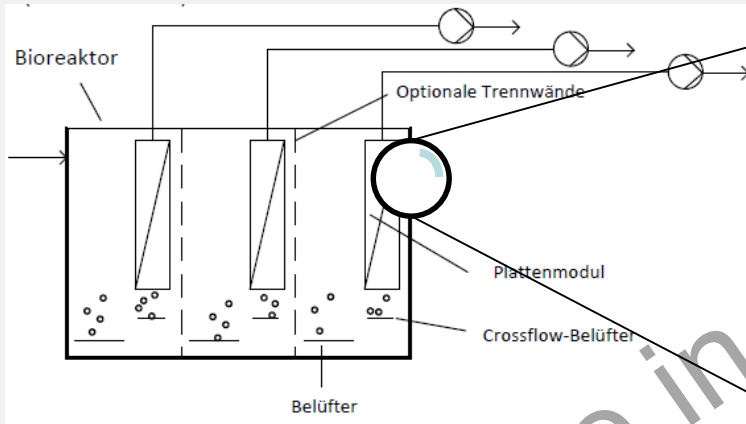
	Abwasserqualität A	Abwasserqualität B	Abwasserqualität C	Abwasserqualität D	Abwasserqualität E
Wasser-Input-Qualität A	Technik A / Technik B	Technik A	Technik A / Technik B / Technik C	Technik A / Technik D	Technik G
Wasser-Input-Qualität B	Entwicklungsbedarf gering	keine technische Lösung erkennbar	Technik C + Technik F / Technik A + Technik B	Entwicklungsbedarf groß	Technik A
Wasser-Input-Qualität C	Entwicklungsbedarf gering	Entwicklungsbedarf groß	Technik A + Technik F	Technik A / Technik C / Technik K	Technik A / Technik B
Wasser-Input-Qualität D	Technik C / Technik D / Technik I	Technik A / Technik B / Technik C	Technik E	Entwicklungsbedarf gering	keine technische Lösung erkennbar
Wasser-Input-Qualität E	Technik A / Technik D	Technik A + Technik F	Entwicklungsbedarf gering	Wirtschaftliche Lösung nicht bekannt	Technik G
Wasser-Input-Qualität F	Technik B + Technik F / Technik D + Technik G	Technik C / Technik H / Technik I	Technik A / Technik D	Entwicklungsbedarf groß	Entwicklungsbedarf groß

Symbiosematrix

- **Kombination** von Produktionsanlagen (TP 1.1) und Verfahren (TP 1.2) zur Identifizierung von Nutzungsmöglichkeiten bestehender Verfahren und Verfahrensdefiziten/ Forschungsbedarf (TP 1.3) – [LM](#)
- Erfassung des theoretischen sowie des umsetzbaren **Water-Reuse Potentials** in Industrieparks anhand von **Fallbeispielen** (TP 1.4) – [AT](#)

TP 2.1: Reduzierung von CSB_{Refr^*} (Membrantechnik)

Untersuchung des Abbaupotentials des refraktären* CSB in der Deckschicht bei der Membranbioreaktor-Technik (MBR)



- **Charakterisierung der Biozönose und maßgebenden Organismen**
- **Deckschichtkontrolle und Betrieb, Verfahrensoptimierung**
 - Membranart
 - Abwassercharakteristik (z.B. hohe Salzgehalte)
 - Betrieb (z.B. Rückspülzyklus)
- **Einsatz im Verfahrenvergleich zu Nachklärung und Mikrosieb (Halbtechnik)**

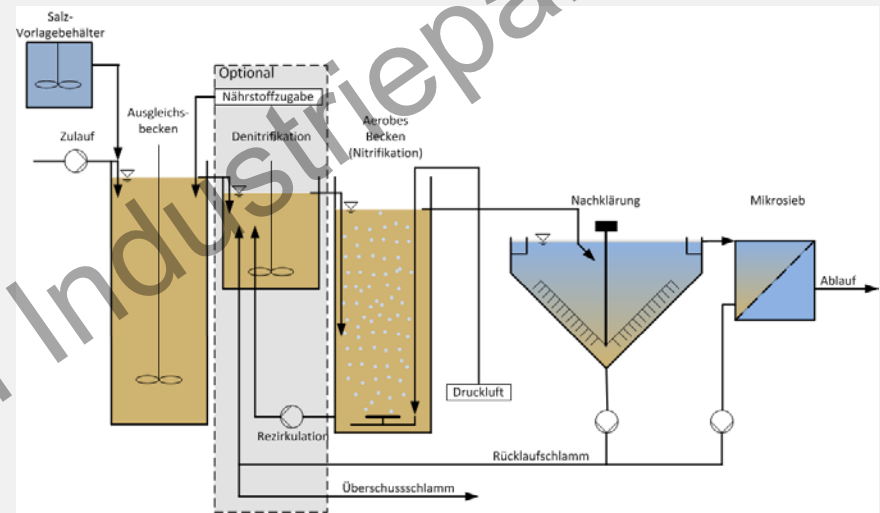
Prinzip CSB_{Refr^*} –Abbau in der Membran-Deckschicht

*hier für CSB, der mit üblichen Verfahren nicht eliminiert wird

TP 2.2: Salzbiologie

Untersuchung des **Einflusses von Salzen** auf die **biologische Reinigung von Abwässern** aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie.

- **Charakterisierung** von Industrieabwasser (chemisch-pharmazeutische Industrie)
- Untersuchung des Effektes von Salzen auf den **Stofftransport** an der Gasflüssig-Grenzschicht bei der Abwasserbehandlung
- Auswirkungen von Salzen auf die **biologische Aktivität** sowie die **Schlamm**eigenschaften



Halbtechnische Versuchsanlage



Laborkläranlagen



Versuchssäule

TP 2.3: Anwendung von Entsalzungsverfahren im elektrischen Feld

Membrangestützte kapazitive Deionisierung (MKDI) Elektrodialyse (ED)

Untersuchung der Einsetzbarkeit von MKDI und ED zur (Teil-) Behandlung salzreicher Abwasserströme.

- Identifikation von Abwasserströmen: Entsalzung und Rückgewinnung von Produkten
- Verfahrenstechnische Optimierung
- Bau und Betrieb von Labor- und Pilotanlagen



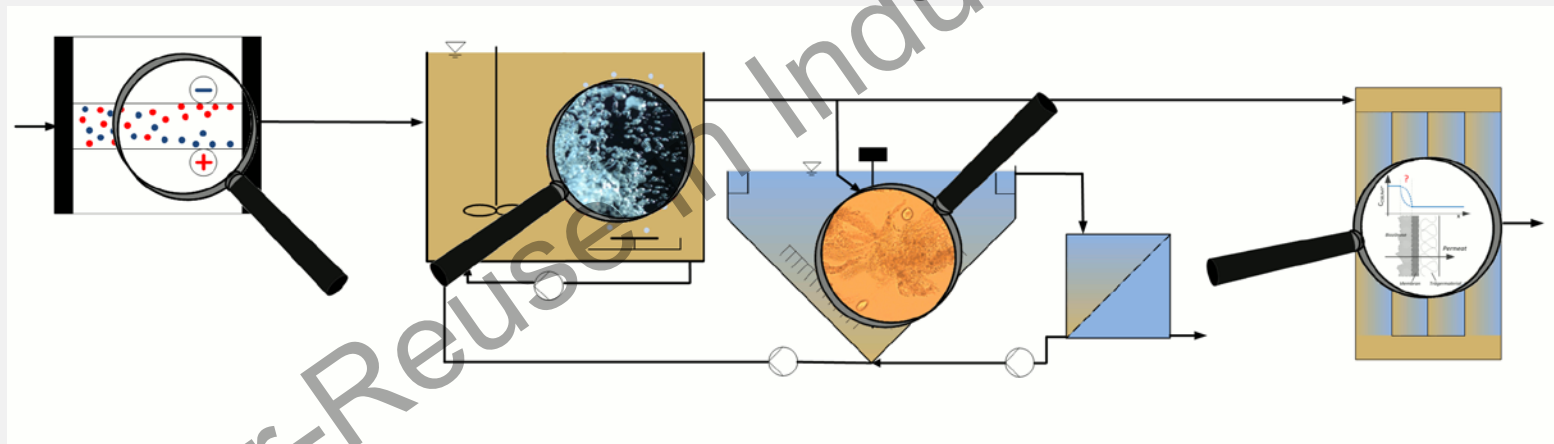
Quelle: MemBrain

Verfahrenskoppelung der TP 2 - Verfahren

**TP 2.3 Entsalzung
im elektrischen
Feld:**

TP 2.2 Salzbiologie

**TP 2.1 Reduzierung
von CSB_{Refr}
(Membrantechnik):**



TP 3.1: Dynamisches Leitungsnetz

Ziel:

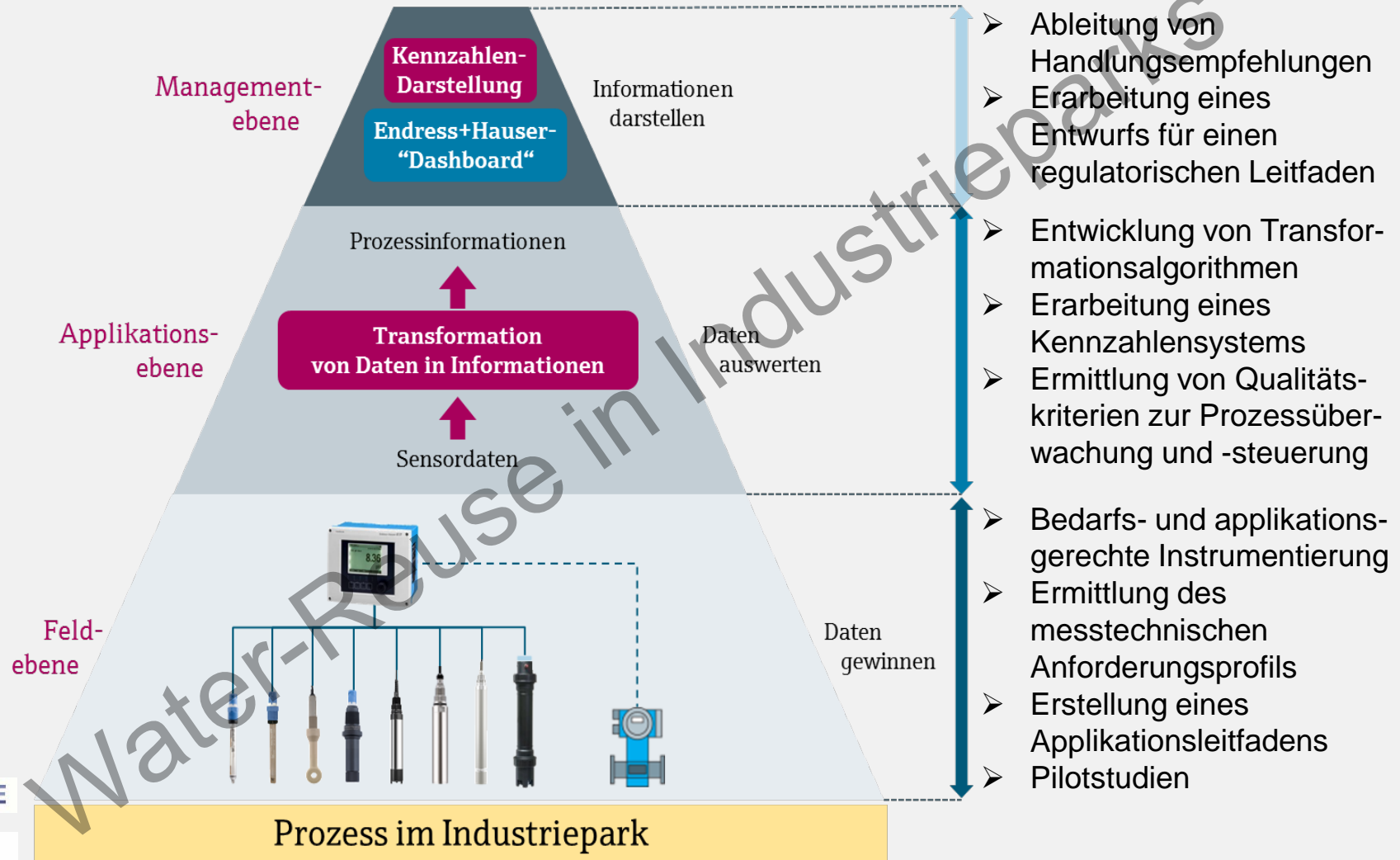
- Entwicklung eines nutzungsoptimierten, dynamischen Leitungsnetzes
- Konzeptionelle und planerische Umsetzung in der Praxis

Leistungen:

- Gezielte Grundlagenermittlung zur Datenauswertung der Abwasserströme und Klassifizierung der Abwasserbehandlung sowie Bestandaufnahme und Analyse des Leitungsnetzes im Industriepark
- Untersuchung der **Machbarkeit der wechselnden Belegung** einer Leitung und/oder der **Bündelung von Leitungen**
- Untersuchung von **Möglichkeiten der Zwischenspeicherung** einschließlich deren Standorte und Größen
- **Management** der Abwasserableitung und -behandlung anhand des aufgebauten **Abwasserkatasters**

Mit diesem „integrierten“ Leitungsnetz besteht neben einer daraus resultierenden Kostenminimierung für die Investition und den Betrieb des Gesamtsystems zudem das Potenzial, den sich ändernden Anforderungen weitestgehend ohne zusätzliche Aufwände gerecht zu werden.

TP 3.2: Messkonzept zur Qualitätssicherung



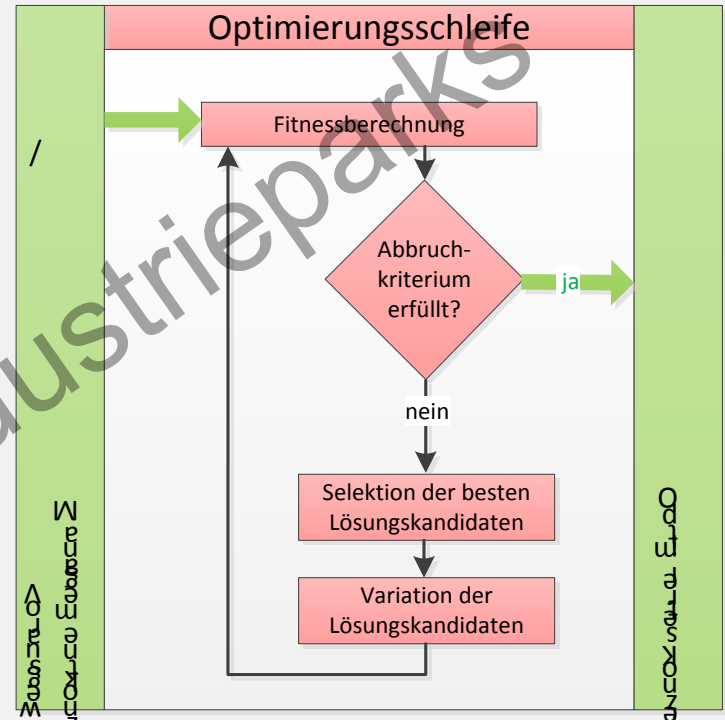
TP 4: Multikriterielle Bewertung

1. Konzeptentwicklung einer multikriteriellen Bewertung

- Formulierung der **Zielfunktionen**
- Definierung der **Randbedingungen**
- Festlegung der zu optimierenden **Parameter**

2. Methodikerprobung am Beispiel eines Industrieparks mit vordefinierten Prozessketten (TP1)

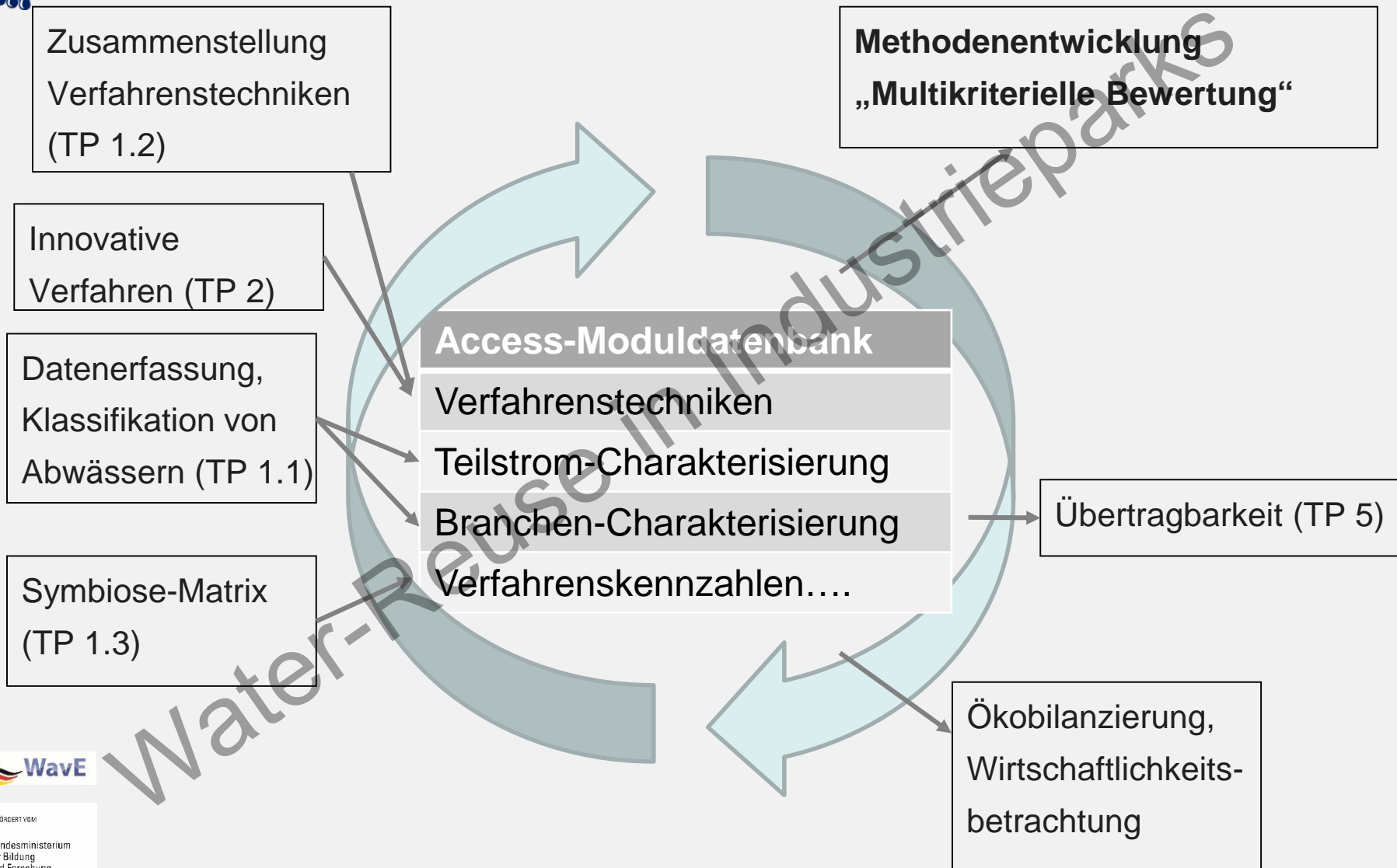
- Verwendung von ökologischen und makroökonom. Bewertungskriterien
- **Ergebnis:** Einengung der Planungsvarianten; Identifikation der optimalen Managementkonzepte



3. Methodik- und Toolbeschreibung zur Übertragung auf andere Standorte

- Sensitivitätsanalyse
- Entwicklung eines Tools für Industriebetrieber

TP 4: Projektübergreifende Moduldatenbank



TP 5: Übertragung auf andere Industriestandorte und -parktypen

- 1. Klassifizierung von Industrieparkstandorten und Industrieparktypen anhand Art und Produktionsanlagen**
 - nationale und ausgewählt internationale
 - Wasserbedarf und Abwasseranfall – qualitativ und quantitativ
- 2. Potentialprüfung von Aufbereitungstechniken für typische Industrieparks und Industrieparkstandorte**
 - Verwendung der Symbiose-Matrix aus TP 1.3
- 3. Entwicklung eines Indikatorsystems zur Übertragung der Projektergebnisse**
 - wasserbedarfsbestimmende und sonstige Indikatoren



TP 6.1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die nachhaltige effiziente Wasserversorgung von Industrieparks einschließlich Recycling/Reuse von Abwässern zur Reduzierung des für die Produktion benötigten Trink- oder Brauchwassers erfordert **wirtschaftlich tragfähige Aufbereitungs- und Produktionsprozesse**.

Innovative technische Lösungen und komplexe Systeme müssen einer **Kosten-Nutzen-Analyse** unterzogen werden, um sicherzustellen, dass die technischen Lösungen für die Betreiber von Industrieparks einen **wirtschaftlichen Mehrwert** generieren und so einen **Anreiz zu Investitionen in innovative Abwasserbehandlungskonzepte und -technologien** bieten.

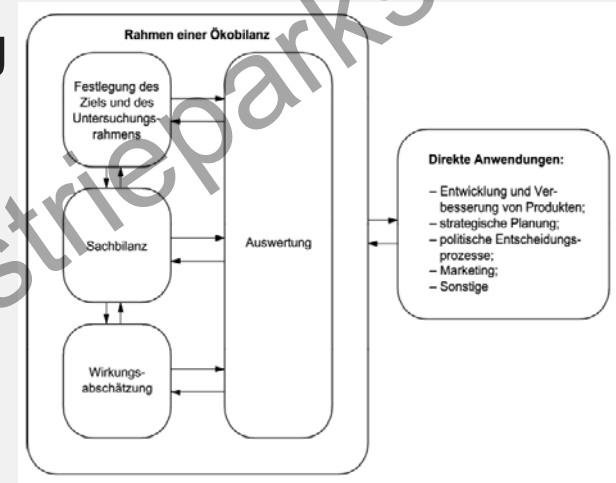
Die **betriebswirtschaftlichen Analysen** werden durch die Untersuchung **volkswirtschaftlicher Aspekte** ergänzt, um auch externe Effekte in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einzubeziehen.

Ziel des TP 6.1 ist

- der Entwurf eines angepassten **Finanzierungskonzeptes** und
- die Entwicklung eines wirtschaftlichen/effizienten **Betreibermodells** für die **Wasserwiederverwertung in Industrieparks**.

TP 6.2: Stoffstromanalyse und Ökobilanz

- **Begleitendes ökologisches Monitoring der entwickelten Konzepte**
- Methodik: Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040
- **Arbeitsphasen:**
 - Entwicklung eines adäquaten **Bewertungsrahmens**
 - Definition sinnvoller **Indikatoren** für die Bewertung von Abwässern
 - **Ökobilanzielle Bewertung** der untersuchten Aufbereitungstechniken
 - Untersuchung der **Prozessketten**



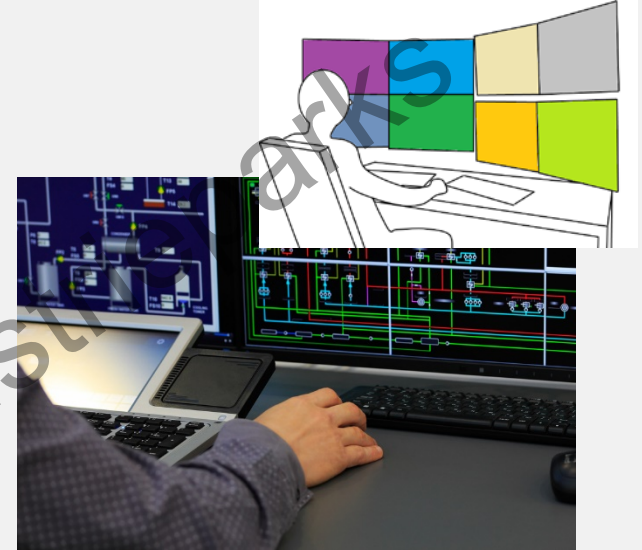
Quelle: DIN EN ISO 14040



Quelle: <http://gesund-durch-wasser.de/Okobilanz/oeko.jpg>

TP 6.3: Bewusstseinsbildung / Soziotechnische Systeme

Ziel: Unterstützung der Mitarbeiter, um auch in komplexen Situationen und bei hohen Belastungen mit vertretbarer Beanspruchung arbeiten zu können.



Quelle: shutterstock

Inhalte:

- Recherche über andere soziotechnische Systeme
- Durchführung von Belastungs- & Beanspruchungsanalysen
- Ableitung von Maßnahmen für eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung
- Übertragung der Ergebnisse auf zukünftige Systeme mit Hilfe von Experten (Zukunftswerkstatt)

Zusammenfassung

- Ermittlung von Wassereinsparpotenzialen
- Neue Aufbereitungstechniken und deren Koppelung
- Technische Umsetzung (Leitungsnetz und Messkonzept)
- Ökologische und ökonomische Bewertung
- Multikriterielle Auswahlunterstützung der Konzeptvarianten
- Soziotechnische Anwendung
- Übertragbarkeit auf andere Industrieparktypen und Industriestandorte

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Water-Reuse in Industrieparks

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. H. J. Linke
 TU Darmstadt · Institut für Geodäsie · Fachgebiet Landmanagement
 Franziska Braun Str. 7 · 64287 Darmstadt
 Tel: +49 (0) 6151 16 21964
 Email: linke@geod.tu-darmstadt.de