Water-Reuse in Industrieparks

WaReIp

FONA Forschung für nachhaltige Entwicklungen BMBF

NaWaM WavE

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Gesamtprojekt

Zielsetzung: Ziel des Forschungsprojektes „Water-Reuse in Industrieparks“ ist es, die in einem Industriepark anfallenden Abwässer (Produktions-, Sanitär- und Küchenabwässer) über **kaskadenartig angeordnete Aufbereitungsstufen** bedarfsorientiert für den Einsatz in anderen Produktionsanlagen aufzubereiten, um so den externen **Bedarf an Trink-/ Grundwasser** sowie die **Kosten** des Anlagenbetreibers für die Wasserbereitstellung und die Abwasserbehandlung zu **reduzieren**.

Vorgehen: Nach der systematischen Analyse des qualitativen und quantitativen Angebots an Abwasser sowie der Nachfrage nach Brauchwasser in typischen Produktionsanlagen werden neue Lösungsansätze zur Abwasserreinigung entwickelt, ebenso wie bereits anerkannte Verfahren im Hinblick auf den Einsatz im Rahmen eines optimierten Stoffstrommanagements erfasst, beschrieben und miteinander kombiniert, sodass mit möglichst geringem Ressourcen- und Kostenaufwand ein möglichst hoher Nutzungsgrad erreicht werden kann. Ein passendes Rohrleitungskonzept mit Messnetz wird ausgearbeitet, ebenso wie verschiedene Bewertungssysteme für die Auswahl der im Einzelfall bestmöglichen Aufbereitungstechnik erprobt. Weiterhin werden soziotechnische Aspekte des Bediensystems, wie auch die Übertragbarkeit auf andere Industriestandorte geprüft.

Struktur: Der Projektverbund, bestehend aus sechs nationalen und drei internationalen Partnern, fokussiert sich zur Realisierung der beschriebenen Konzeptidee auf 15 miteinander vernetzte Teilprojekte, die in 5 Projektphasen bearbeitet werden. Die Forschungsdauer ist dabei auf 3 Jahre ausgelegt, beginnend mit dem 01.10.2016.

Konzeptionelle Betrachtung

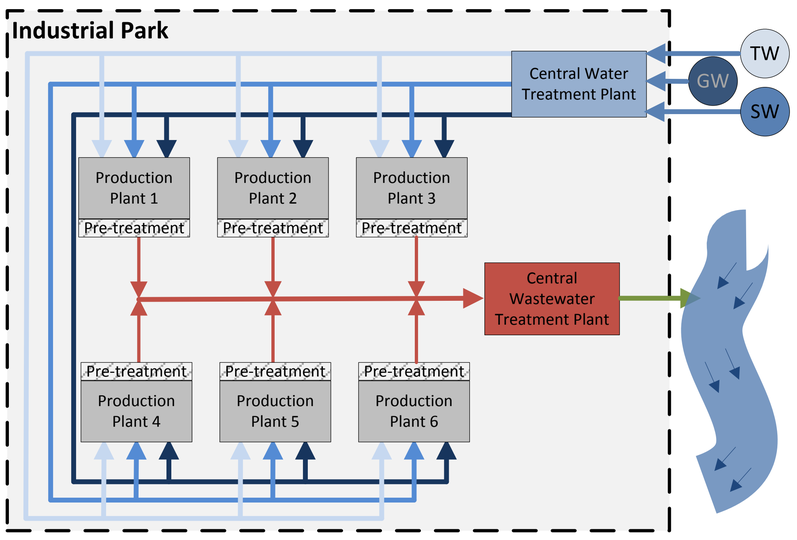


Abbildung 1: Ausgangssituation 1 - Mischsystem

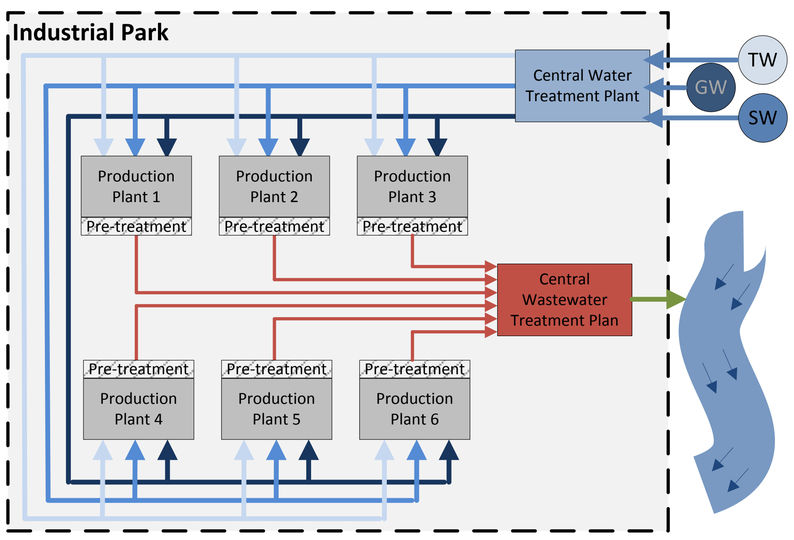


Abbildung 2: Ausgangssituation 2 – „One client-one pipe“

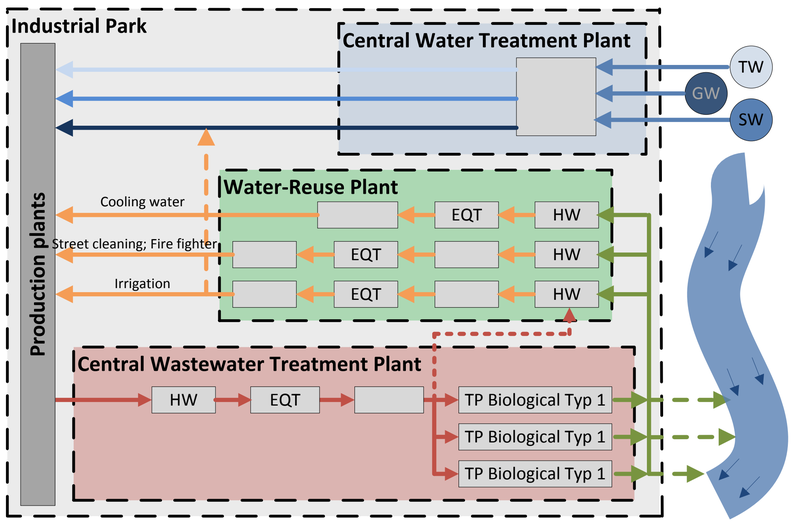


Abbildung 3: Reuse-Konzept 1

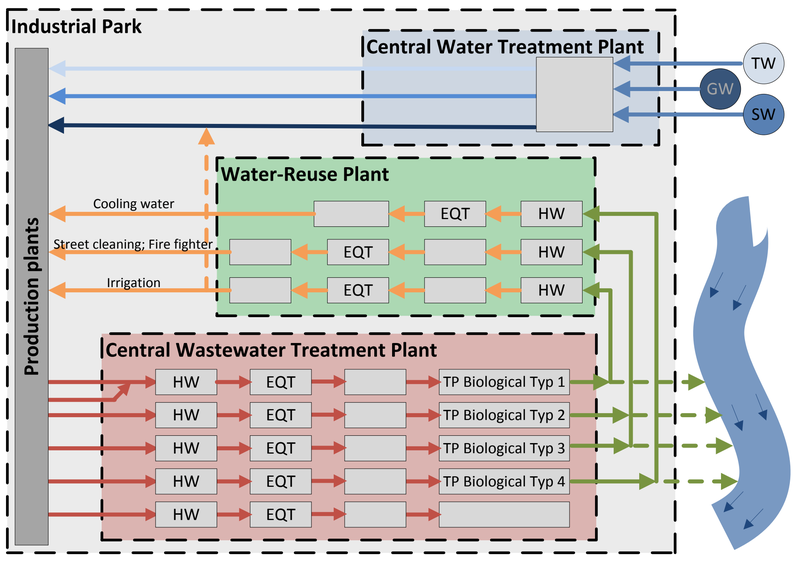
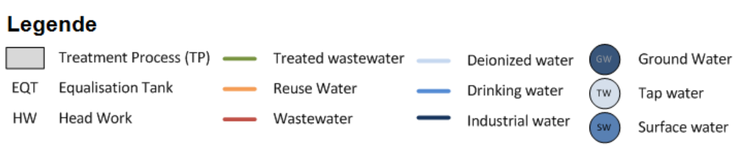
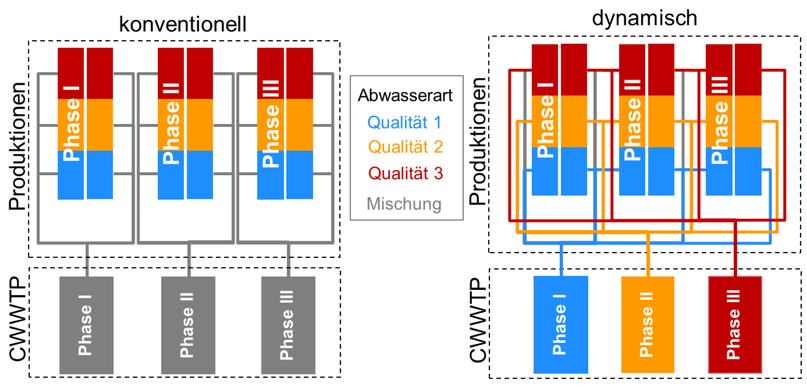


Abbildung 4: Reuse-Konzept 2



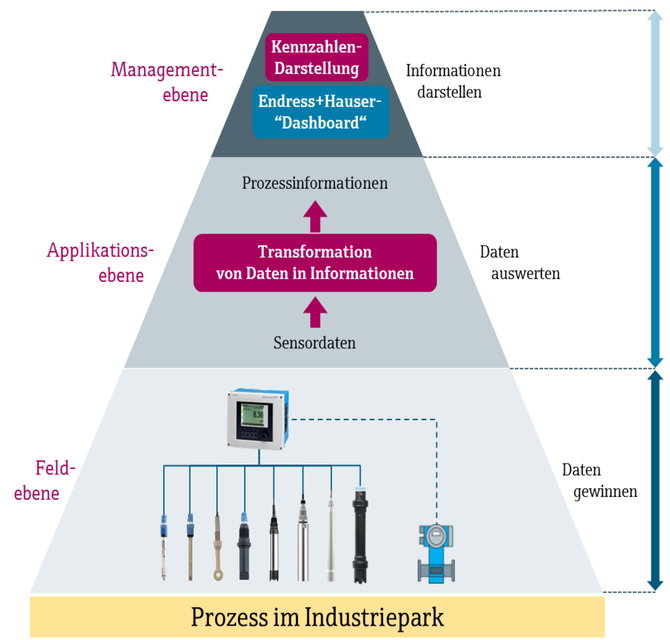
Dynamisches Leitungsnetz



Bisher werden qualitativ unterschiedliche Abwässer in Industrieparks häufig gemeinsam abgeleitet, welches eine angepasste Aufbereitung unmöglich macht. Demgegenüber stehen aufwändige Konzepte bei denen jede Produktion eine eigene Leitung erhält. Als Alternative werden optimierte dynamische Leitungsnetze untersucht, in denen Abwässer entsprechend der Qualität getrennt in einem Netz (zeitliche Trennung) oder jeweils in einem Leitungssystem je Qualität abgeleitet werden. Die Ausbauphasen des Industrieparks können zur Optimierung des Abwasserkonzeptes genutzt werden.

Messkonzept

Das Konzept beruht auf den besonderen Anforderungen von Industrieparks zur Überwachung und Steuerung der Wasserströme, um sie einer spezifischen Aufbereitung und Nutzung zuzuführen. Dabei werden für alle Ebenen der Automatisierung, von der Instrumentierung über die Datenanalyse bis hin zur Visualisierung von Kennzahlen, bedarfsgerechte Werkzeuge entwickelt.



Kontakt

Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke
Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner
linke@geod.tu-darmstadt.de
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Kocks Consult GmbH
Dr. Weimin Shen
Dipl-Ing. Michael Leinhos
shen@kocks-ing.de
KOCKS INGENIEURE

Endress + Hauser Conducta
Dr. Achim Gahr
Rudolf Bauer
achim.gahr@conducta.endress.com
Endress+Hauser

BMBF Förderkennzeichen: 02WAV1409A
Oktober 2016 – September 2019
http://www.bmbf-wave.de
http://www.wareip.de

Water-Reuse in Industrieparks

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Entwicklung neuer Aufbereitungstechniken

Zielsetzung: Innerhalb des Projektes sollen technische Problemstellungen untersucht werden, welche für die Zielsetzung des Water-Reuse in Industrieparks als besonders relevant identifiziert wurden. Dazu gehört:

- Verfahren zur Entsalzung
- Biologische Behandlung von salzhaltigen Abwässern
- Reduzierung von refraktärem* CSB

Jedes Verfahren wird zunächst einzeln untersucht. Anschließend soll eine Kopplung der Verfahren theoretisch betrachtet und bewertet werden.

Salzbiologie: Im Rahmen des Forschungsprojektes werden Aspekte der biologischen Behandlung salzhaltiger Abwässer durch Versuche im Labor- sowie Pilotmaßstab untersucht. Im Fokus steht das Belüftungssystem, sowie Aktivität und Eigenschaften des Belebtschlammes.

In einer ersten Versuchsphase wurden Langzeitversuche mit zwei Laborkläranlagen und synthetischem Abwasser und gezielter Dosierung von NaCl und Na_2SO_4 durchgeführt. Tests mit realem Industrieabwasser folgen.

Reduzierung von CSB_{Refr}*: Mittels Versuchen im Labor- und Pilotmaßstab wird das Abbaupotential in der Deckschicht von Membran-Bio-Reaktoren hinsichtlich refraktärem* CSB untersucht (*hier für CSB, der mit üblichen Verfahren nicht eliminiert wird).

Im ersten Schritt wurde die Rest-CSB-Analytik um den TOC erweitert. In Laborversuchen wurde dabei für charakteristische Abwässer der Papier- bzw. chemischen Industrie eine Korrelation zwischen CSB und TOC in Abbautests festgestellt.

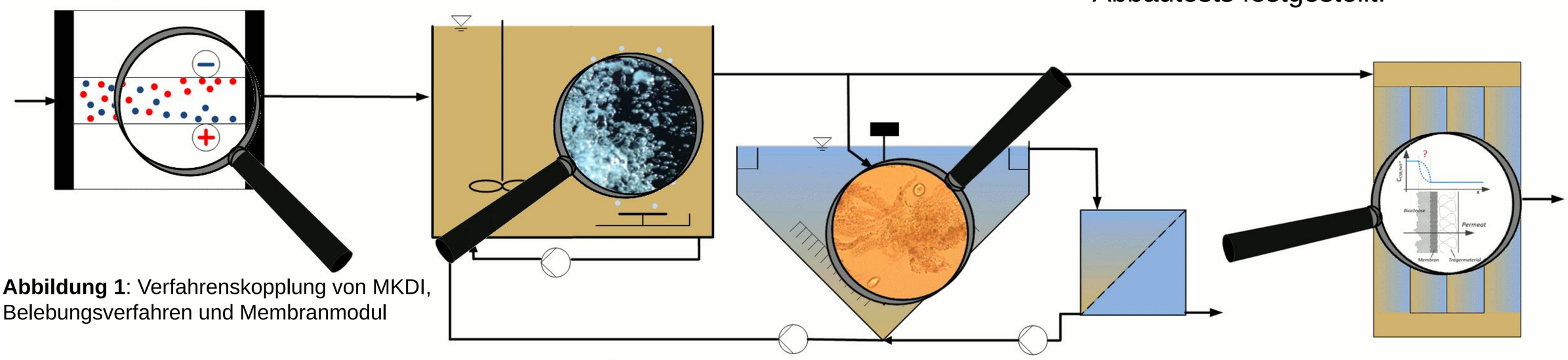


Abbildung 1: Verfahrenskopplung von MKDI, Belebungsverfahren und Membranmodul

Entsalzung im elektrischen Feld:

Die selektive Ionentrennung mittels kapazitiver Deionisierung wurde mit Mischsalzlösungen untersucht.

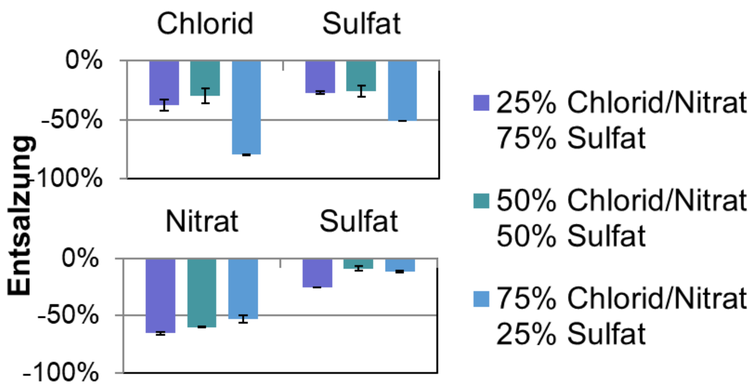
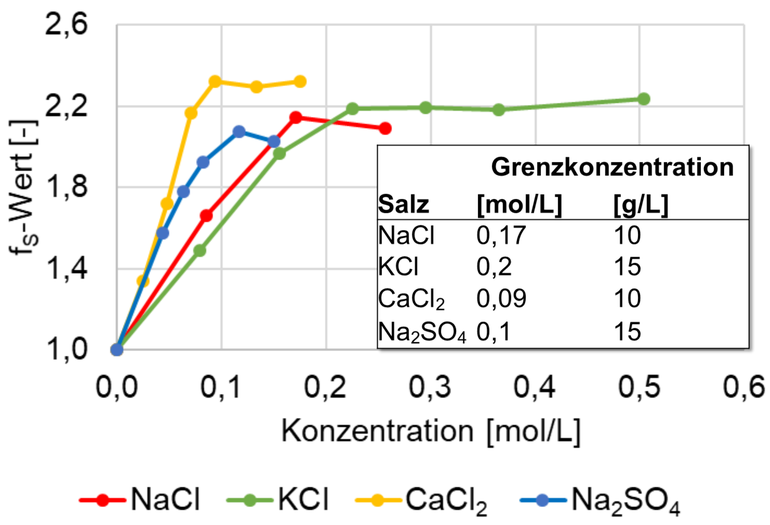


Abbildung 2: Versuche zur Entsalzung mit kapazitiver Deionisierung in Mischsalzlösungen

Einwertigen Ionen wurden an den Kohlenstoffelektroden adsorbiert, so aus dem Diluat entfernt und mit dem Konzentrat ausgeschleust. Die mehrwertigen Sulfat-Ionen dagegen liefen mit dem Diluat durch das System. Durch richtige Wahl der Stromstärke sowie Dauer und Volumenstrom bei Entsalzung und Regeneration war eine selektive Anreicherung der ein- und mehrwertigen Ionen möglich.

Mit Sauerstoffeintragsmessungen bei unterschiedlichen Konzentrationen verschiedener Salze wurden erstmals Grenzkonzenrationen im technischen Maßstab mit konventionellen Belüfterelementen ermittelt. Die Grenzkonzentration bezeichnet die Konzentration eines Salzes, ab der die Koaleszenz eines Systems vollständig gehemmt ist. In einem solchen System erreicht die Grenzfläche ihr Maximum und damit auch der Sauerstoffeintrag.



Salz	Grenzkonzentration [mol/L]	[g/L]
NaCl	0,17	10
KCl	0,2	15
$CaCl_2$	0,09	10
Na_2SO_4	0,1	15

Abbildung 3: f_S-Werte und ermittelte Grenzkonzentration verschiedener Salze

Bei kontinuierlichen Versuchen mit Rest-CSB-haltigen Abwässern sollen Prozessparameter untersucht werden die einen Einfluss auf den Abbau/ Reduktion in der Deckschicht haben:

- O_2-Konz. in der Deckschicht
- Schlammalter u. -/belastung
- Adsorption
- Mobilität der Organismen

Für eine isolierte Betrachtung kommen verschiedene Reaktortypen zum Einsatz.

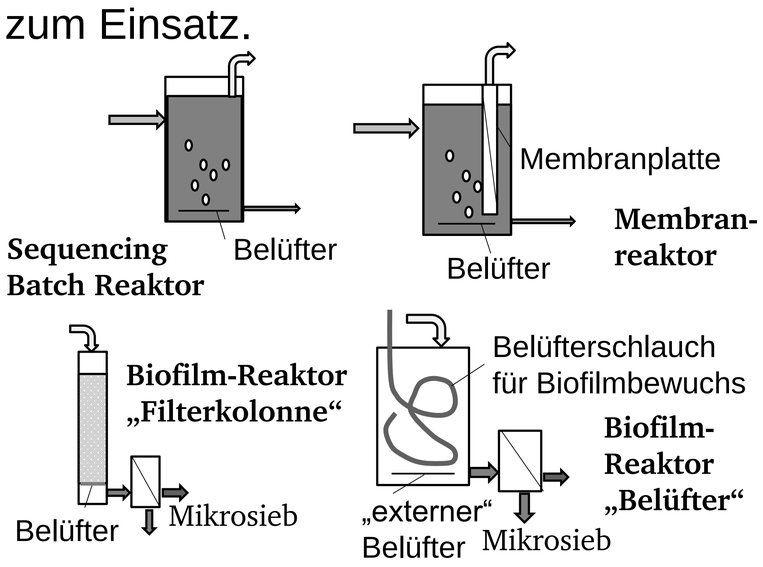


Abbildung 4: Reaktorkonfiguration zur isolierten Untersuchung einzelner Einflussparameter

Kontakt

Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart
Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner
engelhart@iwar.tu-darmstadt.de

EnviroChemie GmbH
Dr.-Ing Eva Gilbert
David Londono
eva.gilbert@envirochemie.com

Leibniz Universität Hannover-ISAH
Prof. Dr.-Ing. K.-H. Rosenwinkel
Dr.-Ing. M. Beier
beier@isah.uni-hannover.de

BMBF Förderkennzeichen: 02WAV1409A
Oktober 2016 – September 2019
http://www.bmbf-wave.de
http://www.wareip.de

Water-Reuse in Industrieparks

WaReIp

NaWaM WavE

FONA Forschung für nachhaltige Entwicklungen BMBF

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bewertungsmethoden und Soziotechnische Betrachtung

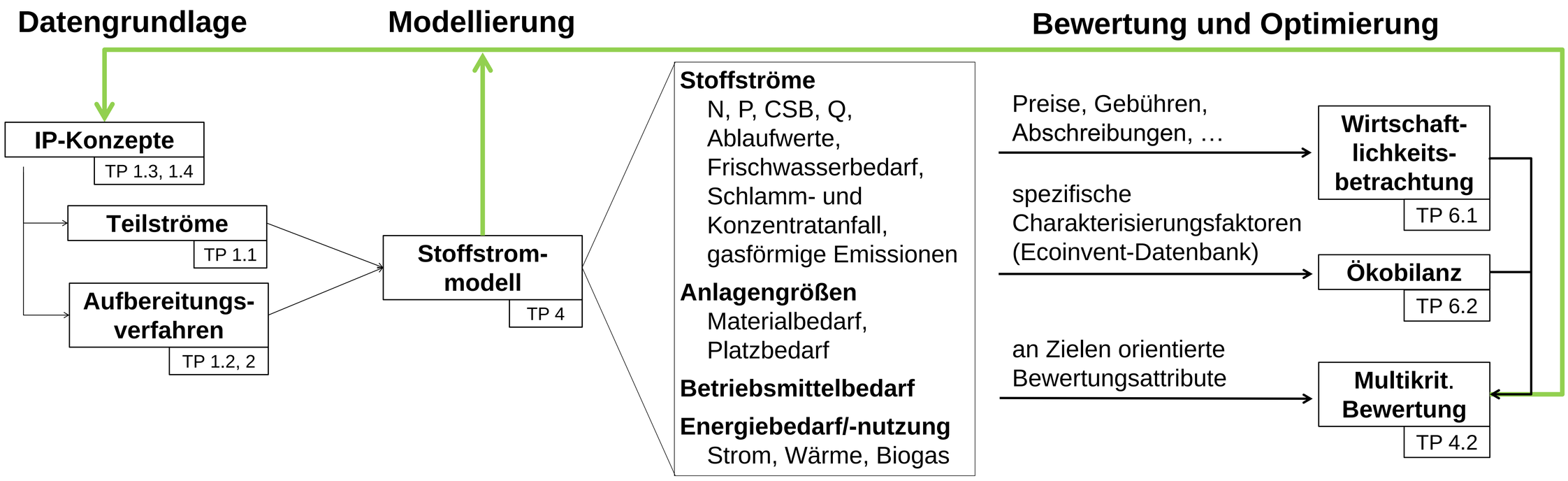
Modellbasierte Industrieparkplanung und -bewertung (TP 4, 6.1 & 6.2)

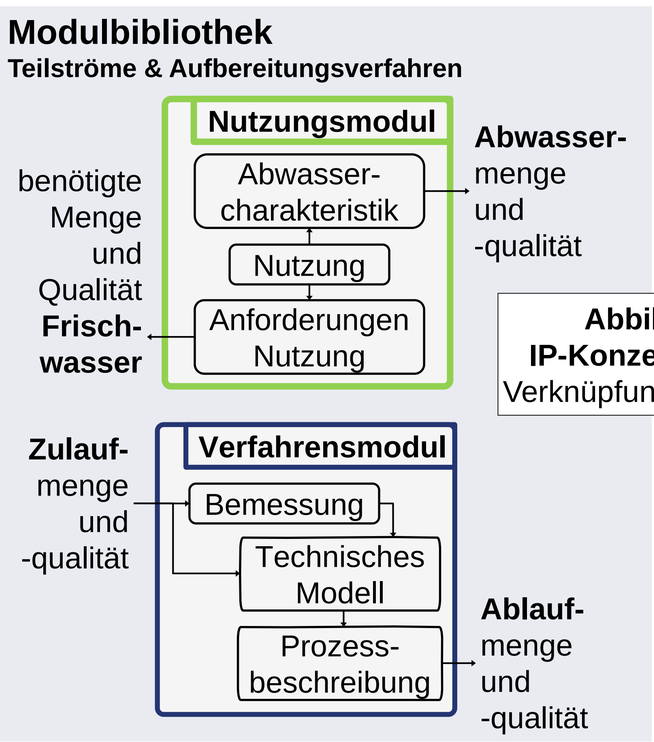
Zielstellung:
Entwicklung eines **Planungs- und Bewertungs-instrumentes** für Industriepark(IP)-Konzepte.
Mit dem Fokus

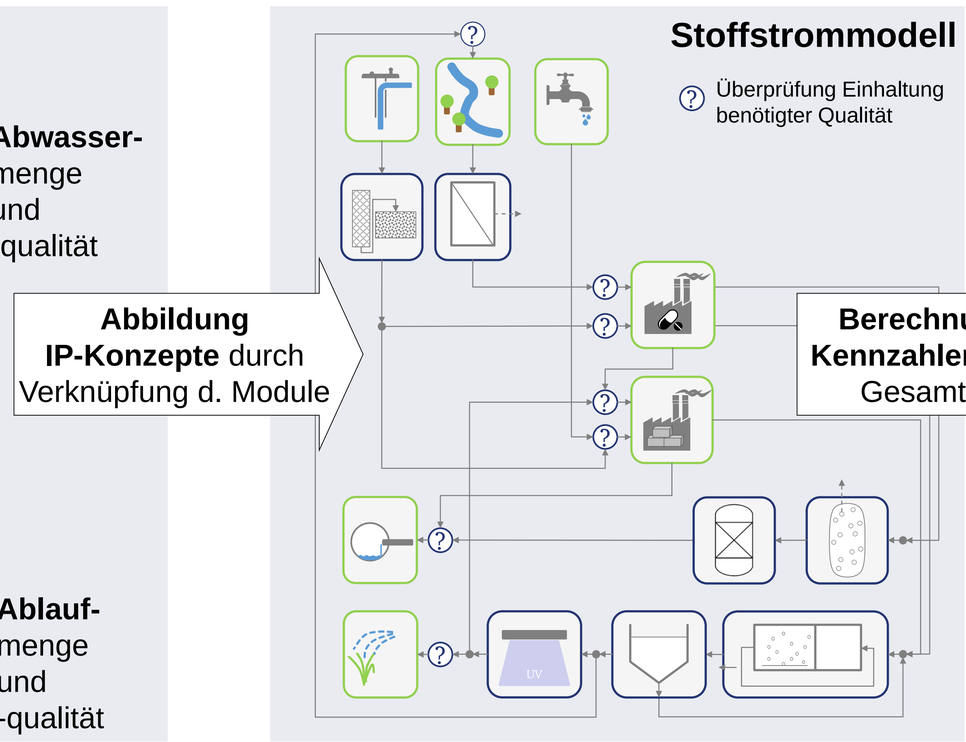
- Wasserwiederverwendung/Ressourcenschutz
- in der frühen Planung einsetzbar
- modular aufgebaut und flexibel anpassbar

Vorgehen:

- **Erstellung verschiedener Varianten** (IP-Konzepte) der Vernetzung und Verfahrenskombinationen
- Modellgestützte **Berechnung von Stoffströmen und Anlagendaten** (statisch) als Eingangsdaten für die Bewertung
- **Verbesserung und Optimierung** der IP-Konzepte anhand der Ergebnisse aus Stoffstrommodell und Bewertung







TP 6.1: Erweiterte **Kosten:Nutzen-Analyse** unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Parameter und volkswirtschaftlicher Effekte

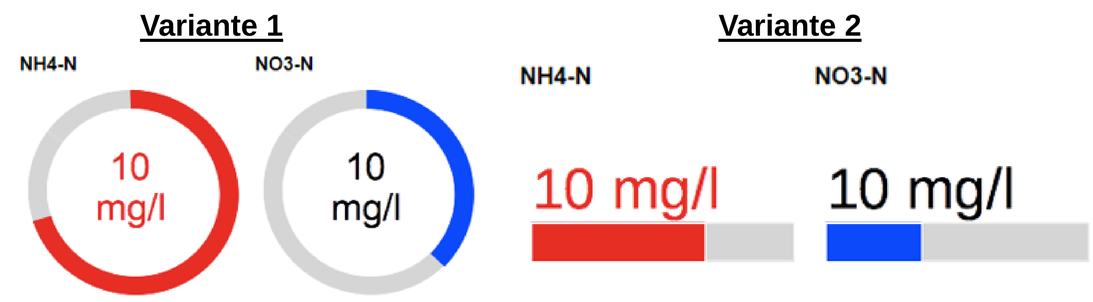
TP 6.2: "1 m³ Abwasser" als funktionelle Einheit; Anwendung der Methode „**Product Environmental Footprint**“ (14 empfohlene Wir-kungskategorien) für die Ökobilanz

TP 4.2: Gemeinsame Betrachtung der ökonomischen, ökologischen und technischen Bewertungsebene; Sensitivitätsanalyse und Optimierung

TP 6.3 Bewusstseinsbildung/ Mensch-Maschine-Interaktion

Zielstellung: Komplexe Situa-tionen und hohe Belastungen bei vertretbarer Be-anspruchung be-wältigen können.

Arbeitsziele: Sicherer Umgang mit dem User Interface (Dashboard) bei der tägl. Arbeit (Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung); Beurteilt nach den Grundsätzen der Informa-tionsdarstellung (ISO 9241-112): Entdeck-barkeit, Ablenkungsfreiheit, Unterscheid-barkeit, Eindeutigkeit, Kompaktheit, Konsistenz



Vorgehen: Durchführung einer formativen Evaluation mit zwei Nutzergruppen zu unter-schiedlichen Visualisierungs-varianten der Kennwerte

Ergebnisse: Variante 1 wird präferiert; schnelle und deutliche Farberkennung des Kennwertes und den Füllgrad als kritischen Wert

Kontakt

TP 4
Leibniz Universität Hannover, Siedlungs-wasserwirtschaft und Abfalltechnik - ISAH
Prof. Dr.-Ing. K.-H. Rosenwinkel
Dr.-Ing. M. Beier
D. Pohl, M.Sc.
beier@isah.uni-hannover.de

TP 6.1
IEEM gGmbH - Institut für Umwelt-technik und Management an der UWH
J. Hilbig, M.A.
D. Musiol, M.Sc.
Prof. Dr. mult. K.-U. Rudolph
mail@uni-wh-ieeem.de

TP 6.2
TU Darmstadt, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Dr. J. Cristobal
L.schebek@iwar.tu-darmstadt.de

TP 6.3
TU Darmstadt, Forschungsgruppe Arbeits- und Ingenieurpsychologie
Prof. Dr. J. Vogt
D. Penner, M.Sc.
penner@psychologie.tu-darmstadt.de