



KULa RuhR

**Von intelligenten Zisternen, modernen
Wärmeleitern und gewaschenen
Dämmsystemen**



KULa RuhR

Von intelligenten Zisternen, modernen Wärmeleitern und gewaschenen Dämmsystemen

Dipl.-Ing. Benjamin Keser, Dr.-Ing. Thorsten Mietzel, Prof. Dr.-Ing. R. Widmann

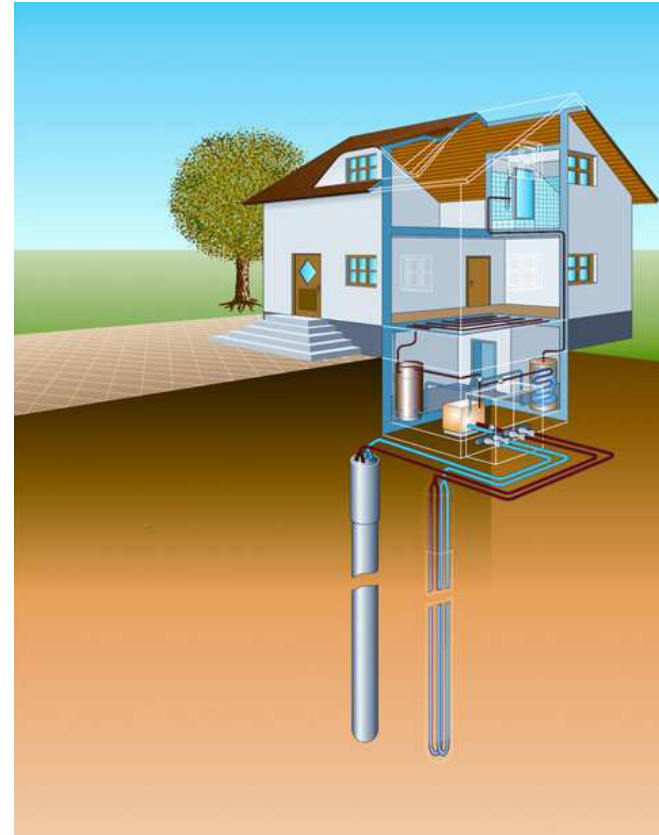
Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft

Benjamin.Keser@uni-due.de

www.uni-due.de/SiwAwi

Einsatz von Wärmepumpen zum Beheizen von Gebäuden

- Etablierte und zuverlässige Technik
- Einsatzgebiet von Einfamilienhäusern bis hin zu großen gewerblichen Immobilien
- Stand der Technik sind Luft-, Erdwärme- und Flächenkollektorwärmepumpen
- Effizienz der Wärmepumpe ist abhängig von der Temperaturdifferenz, die die Wärmepumpe leisten muss => je wärmer das wärmeliefernde Medium desto effizienter



Bildquelle: Bundesverband Wärmepumpen e.V.

Abwasserwärmenutzung

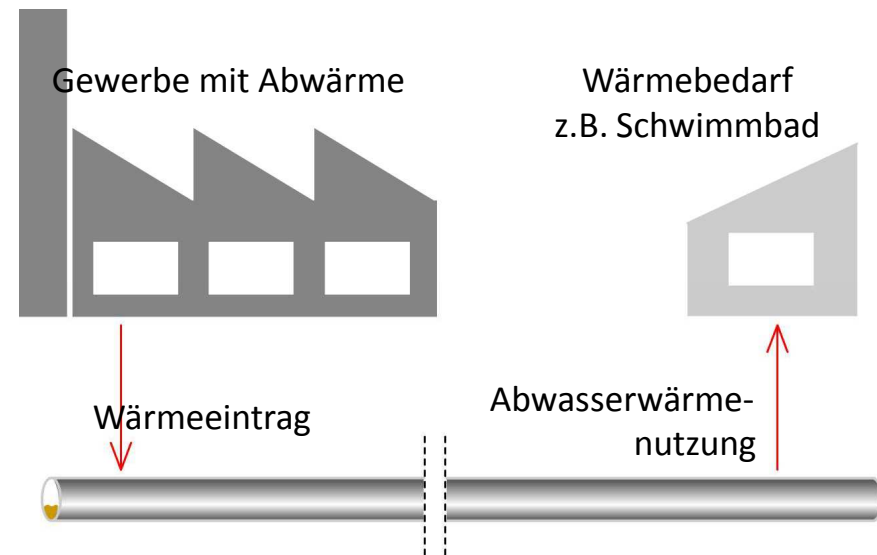
- Abwassertemperatur liegt im Mittel bei 14 °C und sinkt auch im Winter selten unter 10 °C
- Durch eine Wärmepumpe wird das Temperaturniveau auf 40-70°C erhöht
- Etablierte Technik in der Schweiz
- Demonstrationsanlagen in Deutschland (z.B. Nordwestbad in Bochum)
- Wärmepumpe liefert Grundlast und wird um andere Heizungsarten ergänzt
- Energieeinsparung über 20%



Bildquelle: Emschergenossenschaft

Nutzung von Abwasserkanälen als Nahwärmesystem

- Abwärme aus Industriebetrieben oft ungenutzt
- Deutschlandweites Potential von geschätzten 230 TWh ($T < 80^{\circ}\text{C}$)
- Anschluss an Fernwärmesystem wegen geringer Temperaturen und Entfernungen unwirtschaftlich
- Nutzung des Abwasserkanals als Nahwärmesystem
- Aufwärmung des Abwassers an einem Ort mit Abwärme
- Entnahme der Wärme am Ort eines Verbrauchers (z.B. Schwimmbad)



Wesentliche Fragestellungen

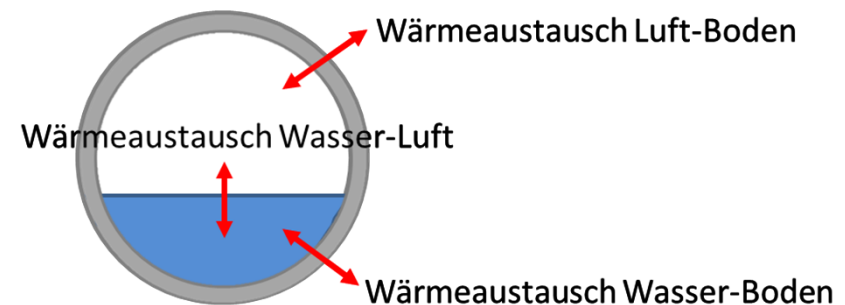
- Energetische Fragestellungen => Modellentwicklung
 - über welche Entfernungen kann Wärme transportiert werden
 - mit welchen Verlusten ist beim Transport zu rechnen
 - welche zusätzlichen Energie- und CO₂-Einsparungen sind möglich?
- Betriebliche Fragestellungen => Laborversuche
 - ab welcher Temperatur ist mit erhöhter Korrosion der Kanäle zu rechnen?
- Rechtliche Fragestellungen => RA Heinemann & Partner
 - wer sollte Betreiber des Wärmetauschers sein?
 - wem gehört das wärmere Abwasser
- Betriebswirtschaftliche Fragestellungen => LS BWL
 - Entwicklung von Betreibermodellen



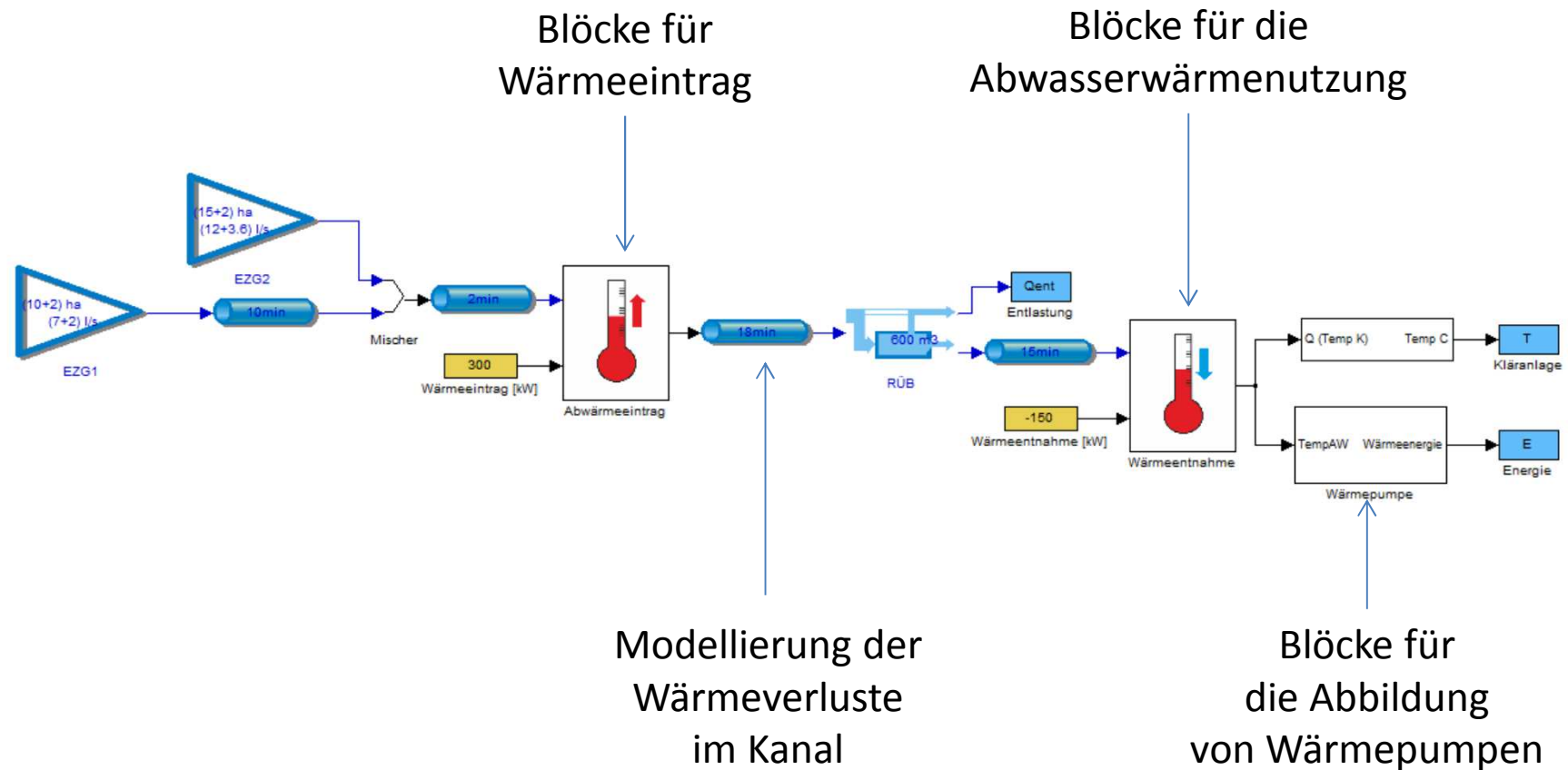
Anforderungen an ein Simulationsmodell

- Implementierung in ein gängiges Schmutzfrachtmodell mit dem auch Gewässer und Kläranlage modelliert werden kann
- Entwicklung von Blöcken zur Simulation
 - des Wärmeeintrags,
 - der Verluste im Kanalnetz,
 - der Wärmeentnahme und
 - der Wärmepumpe (Energieverbrauch und CO₂-Emissionen)

Zu berücksichtigende Verluste im Kanal:



Implementierung in das Schmutzfrachtmodell simba



Einsatz des Modells am Beispiel eines Schwimmbades

Wirtschaftlicher Vorteil und reduzierte Emissionen durch eine Abwassererwärmung um effektiv 3° am Beispiel des Nordwestbads in Bochum

Jährlicher thermischer Energiebedarf [MWh/a]	2.450
Elektrische Leistung der Wärmepumpe [kW]	46
Thermische Energie durch Wärmepumpe ohne Aufwärmen [MWh/a]	1.735
Abwärme aus 3 km oberhalb liegendem Industriegebiet [kW]	250
Thermische Energie durch Wärmepumpe mit Erwärmung des Abwassers um 3° [MWh/a]	2.000
Differenz die durch alternative Wärmequelle produziert werden muss [MWh/a]	265
Jährliche monetäre Einsparung bei einem Gaspreis vom 55 €/MWh	14.575
Jährliche CO ₂ -Einsparungen bei 0,2 kgCO ₂ pro kWh [t]	53

Randbedingungen für die Laborversuche



Ziel der labortechnischen Untersuchung:

- Untersuchung, ob eine Erwärmung des Abwassers die Wahrscheinlichkeit bio-korrosiver Prozesse in Betonkanälen erhöhen kann

Vorgehensweise:

- Im Labormaßstab werden Betonprüfkörper über einen 6-monatigen Zeitraum Abwasser mit unterschiedlichen Temperaturniveaus ausgesetzt
- Die Prüfkörper befinden sich in Reaktoren und werden durch eine kontinuierliche Messwerterfassung überwacht
- Mittels FisH-Analyse und Überprüfung der Biofilmentwicklung sollen die biologischen Prozesse bewertet werden

Versuchsaufbau

- Die Reaktoren wurden auf kontinuierlichen Durchfluss ausgelegt
- Betonprüfkörper befinden sich in der Reaktorkammer und werden vom
- Abwasser umströmt
- wöchentlicher Austausch des Abwassers
- Messungen:
 - kontinuierlich: Temperatur, Leitfähigkeit, pH
 - regelmäßig: CSB
- Zwei Reaktoren:
 - Reaktor 1: Abwassertemperatur 12-13 °C
 - Reaktor 2: Abwassertemperatur 17-19 °C bzw. 26-28 °C

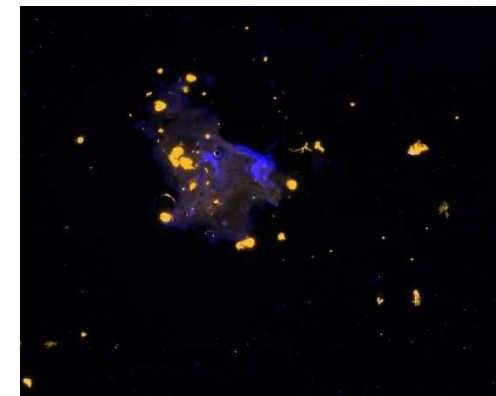
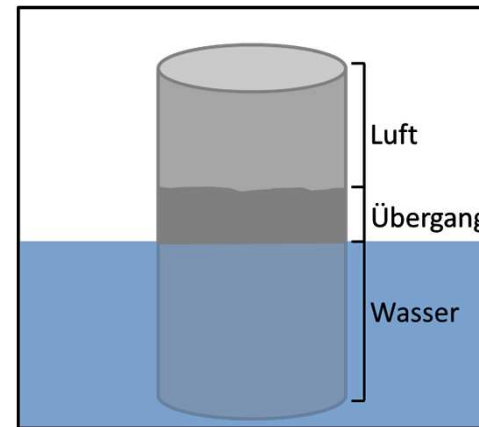
Referenzreaktor

- Um kontinuierlichen Durchfluss zu generieren, wurde die Pumpe gedrosselt, dadurch unerwünschte Wärmeentwicklung
- Aufstellort Referenzreaktor: Kühlkammer (um Abwassertemperatur von 12-13 °C zu halten)
- Temperierter Reaktor:
 - Abwassertemperatur Phase 1: 17-19 °C
 - Abwassertemperatur Phase 2: 26-28 °C



Ergebnisse der Laborversuche

- FisH-Analyse wurde bei Prüfkörpern aus beiden Rektoren und in allen Schichten durchgeführt:
 - bei 12°C und 17-19 °C Abwassertemperatur konnten in keiner Schicht schwefelwasserstoff-reduzierenden Bakterien nachgewiesen werden
 - bei Abwassertemperaturen von 26 °C – 28 °C wurden schwefelwasserstoffreduzierende Bakterien der Gattungen Desulfovibrionaceae, Desulfomicrobiaceae, Desulfohalobiaceae nachgewiesen



Biofilmuntersuchung

- Die Untersuchung des Biofilms unterstützt die Aussagen der Fish-Analyse quantitativ
- Betrachtet wird die Biofilmbildung von zwei Betonprüfkörpern nach sechs Monaten im Reaktor
 - Bild oben: Geringe Biofilmbildung bei Abwassertemperaturen von 17 - 19°C
 - Bild unten: Deutliche Ausprägung eines Biofilms bei 26 – 28 °C Temperaturniveau



Rechtliche Fragestellungen

- Eigentümer des Abwasser ist stets der Kanalnetzbetreiber
- Kanalnetzbetreiber erhält Eigentum an dem verbauten Wärmetauscher

- Zusätzliche privatrechtliche Regelungen notwendig:
 - Kostenübernahme im Sanierungs-/Erneuerungsfalls des Kanalabschnitts
 - Kostenübernahme für Wartung und Reinigung
 - Kostenübernahme bei zu geringem Wärmeeintrag
 - Detaillierte Hinweise zur Vertragsgestaltung zwischen den Akteuren bei Wegfall des Wärmenutzers oder -erzeugers

Zusammenfassung und Ausblick

- Abwassertemperatur sollte aus Korrosionsgründen nicht über 18 °C ansteigen
- Anstatt eines gleichmäßigen Wärmeeintrags über das Jahr ist ein geregelter Eintrag sinnvoll
- Über das Abwassernetz kann über mittlere Strecken (< 10 km) Wärme transportiert werden
- Längere Strecken sind aufgrund der Verluste im Kanal unwirtschaftlich
- Schon geringe Temperaturerhöhungen können zu erheblichen Kosten- & CO₂-Einsparungen führen
- Rechtliche Aspekte sind komplex und müssen zwischen den Beteiligten vertraglich geregelt werden

Niederschlagswasserbehandlung in der KuLaRuhr Region



- Entwässerung erfolgt größtenteils im Mischsystem
- Zum Schutz vor hydraulischer Überbelastung von Kanalnetz und Kläranlagen kommen zentrale Speicher, sog. Niederschlagswasserbehandlungsanlagen zum Einsatz (ca. 3.400 in NRW (IKT, 2003))
- Ergänzend in der Emscher-Lippe-Region:
„Zukunftsvereinbarung Regenwasser“ Ziel: 15 % Abkopplung in 15 Jahren
- Versickerung bei belasteten Böden und hohen Grundwasserspiegeln nicht möglich
- Nutzung von Niederschlagswasser mit Hilfe von Zisternen („Regentonnen“) – ggf. keine Entlastung der Infrastruktur da Speicher ggf. voll



Intelligente Steuerungen „smart home“

Viele Bereiche im privaten Haushalt können heute schon gesteuert werden:

- Rollläden bei Dunkelheit,
- Markisen bei Wind oder Niederschlag,
- Beleuchtung bei Anwesenheit und oder Dunkelheit,
- größere Verbraucher bei verfügbarem Photovoltaikstrom,
- Zentrale Steuerung von Kleinblockheizkraftwerken (virtuelle Kraftwerke) etc.

Erste Ansätze im Bereich der Wasserversorgung (Gartenbewässerung)



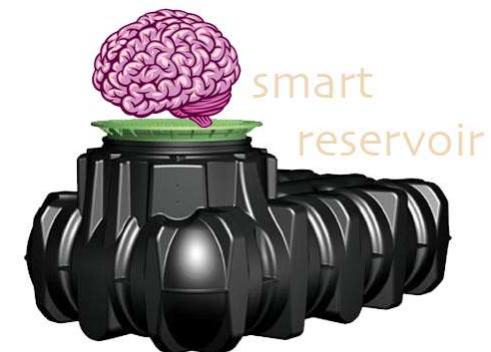
Steuerung in der Entwässerung

- Bewirtschaftung von Kanalnetzen: zentrale Steuerung der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- Erste Forschungsvorhaben dazu z.B. in Dresden und Wien
- Steuerung auf Basis von Wasserständen und kurzfristigen Niederschlagsvorhersagen (Radardaten)
- Bisher keine Ansätze für Steuerungen im privaten Haushalt

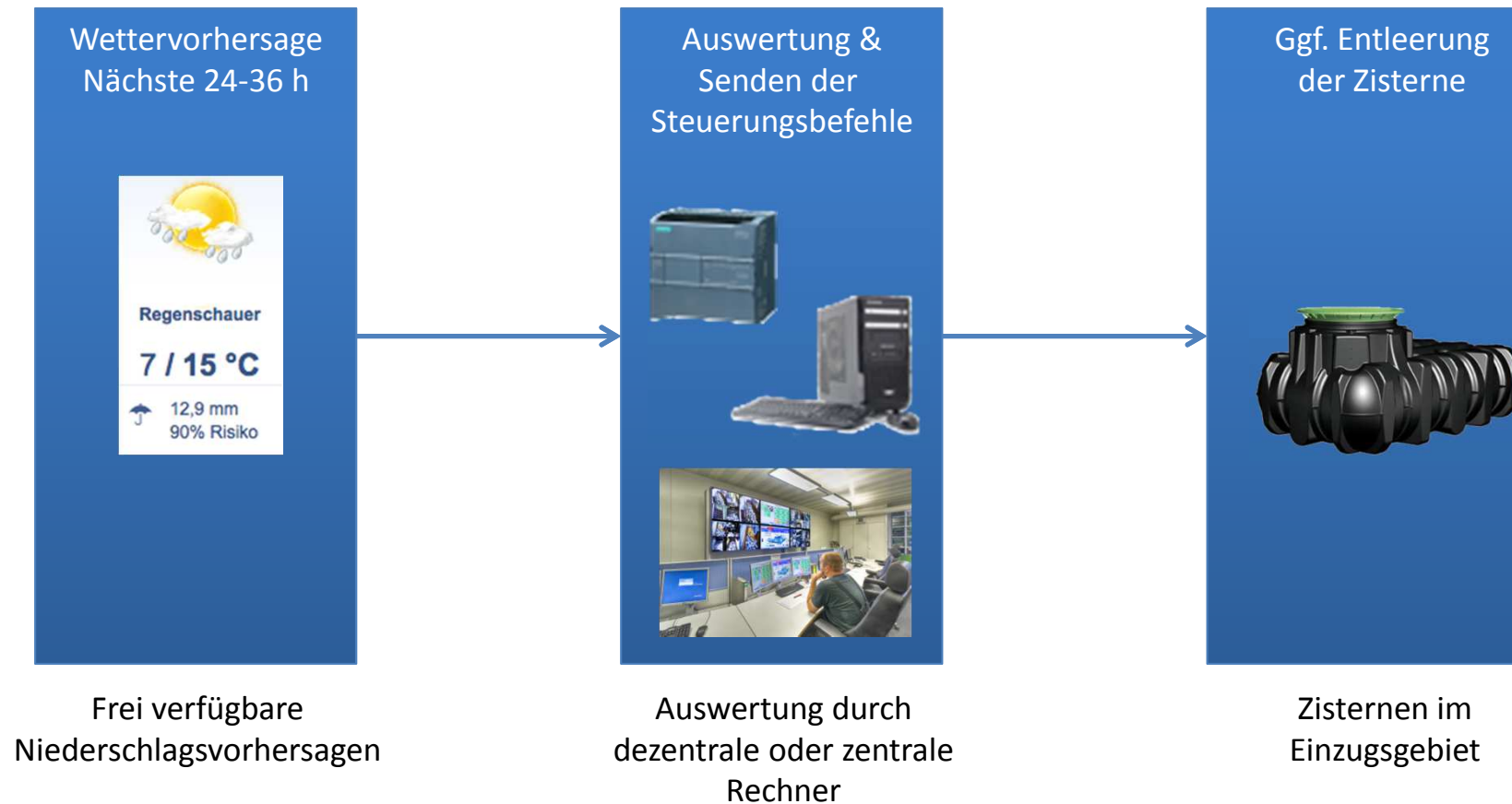


Dezentrale gesteuerte Speicher

- Zisternen können Niederschlagswasser speichern und als Brauchwasser für Gartenbewässerung oder z. B. Toilettenspülung zur Verfügung stellen
- Bei voller Zisterne gelangt der Niederschlag ins Kanalnetz
- Gerade bei starken Niederschlagsereignissen helfen Zisternen nicht das Kanalnetz zu entlasten
- Neuer Ansatz: gesteuerte Zisternen
 - Auswertung frei zugänglicher Niederschlagsvorhersagen
 - Entleerung der Zisterne wenn das freie Volumen nicht ausreicht um den Niederschlag aufzunehmen
 - Idealer Weise steht so in Trockenzeiten Brauchwasser zur Verfügung, bei Niederschlag steht aber auch Retentionsvolumen zur Verfügung
 - Durch die Entleerung der Zisternen vor einem Regen wird das Kanalnetz gespült



Gesteuerte Zisternen als Komponente des „smart homes“



Wesentliche Fragestellungen

=> Prognosequalität

- Sind Niederschlagsprognosen gut genug um auf Basis ihrer Anlagen zu steuern?

=> Entwicklung einer wirtschaftlichen Steuerungstechnik

- Können dynamische Zisternen ohne exzessive Mehrkosten realisiert werden?
- Kann eine stabile und zuverlässige Steuerung der Zisternen erreicht werden?

=> Steuerungsstrategie

- Ist es möglich durch die Verwendung unterschiedlicher Steuerungsstrategien, die Leistungsfähigkeit dynamischer Zisternen zu erhöhen?

=> Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG

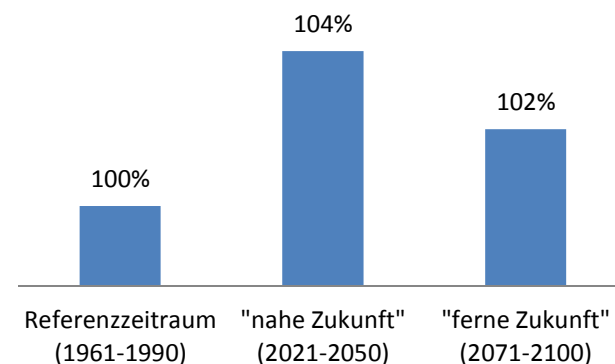
- Können Mischwassereinträge in Gewässer reduziert werden?
- Sind dynamische Zisternen besser als Retentionszisternen?

Niederschlagsveränderungen in der KuLaRuhr Region

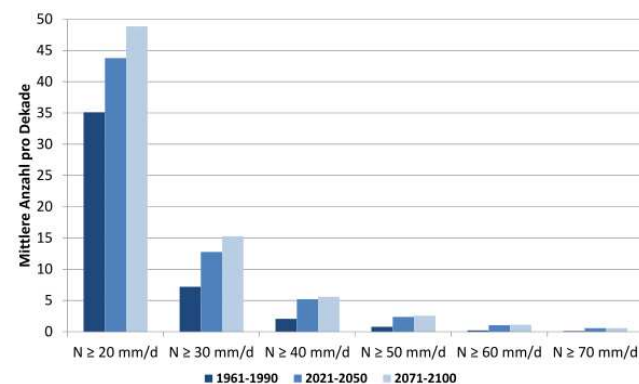


- Prognosen gehen davon aus, dass bedingt durch den Klimawandel, sich die Niederschlagscharakteristik ändern wird
- Der Jahresniederschlag wird sich in Zukunft leicht erhöhen
- Ausgeprägte Zunahmen werden bei der Intensität und Häufigkeit von Starkregenereignissen erwartet
- Gleichzeitig werden Trockentage (< 0,1 l/d) quantitativ zunehmen und zu längeren Trockenperioden führen

Jahresniederschlag



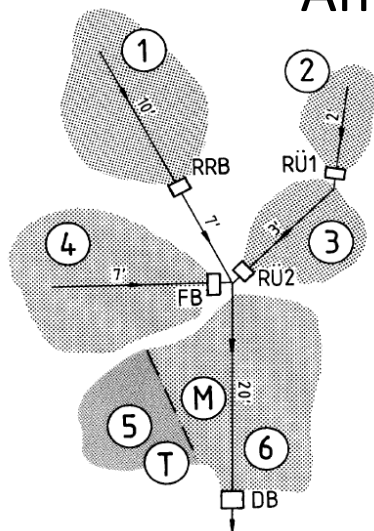
Starkregentage über Schwellenwert



Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG

Modellierung eines Kläranlageneinzugsgebietes

Annahmen:

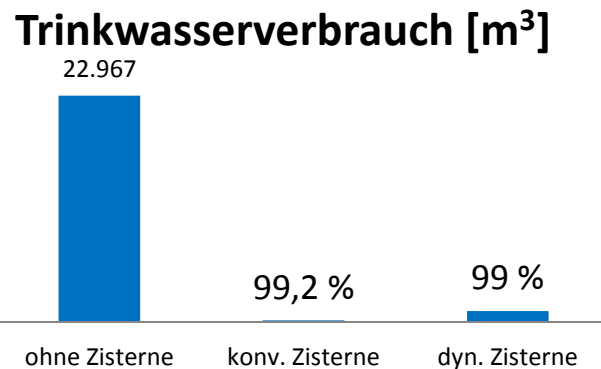


- Einzugsgebiet aus dem Regelwerk ATV A-128
- 30 % der versiegelten Flächen kann durch Zisternen abgekoppelt werden
- Pro 100 m² wird 3 m³ Zisternenvolumen bereitgestellt
- Je 100 m² versiegelte Fläche gehören 200 m² zu bewässernde Fläche
- Brauchwasserverbräuche: 25 l/E und 0,2 l/m² (nur wenn es warm ist)
- Besiedlungsdichte: 3.000 E/km²
- Simulationszeitraum ca. 4 Jahre

Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG

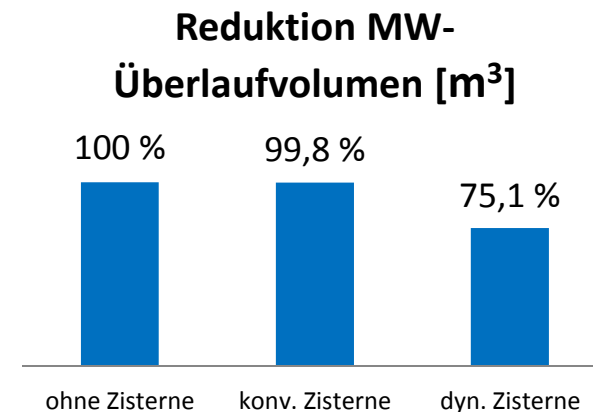


- Kann durch Zisternen Trinkwasser eingespart werden?



- Ja, Zisternen decken nahezu den gesamten Brauchwasserbedarf eines Haushaltes ab
- Tendenziell reduziert sich die Trinkwasserversorgungssicherheit mit zunehmender Entlastungssicherheit des Kanals

- Können MW-Einträge ins Gewässer reduziert werden?



- Dynamische Zisternen verbessern die Retentionswirkung konventioneller Zisternen deutlich.
- Konventionelle Zisternen sind meist schon stark gefüllt, wenn das Starkregenereignis eintritt.

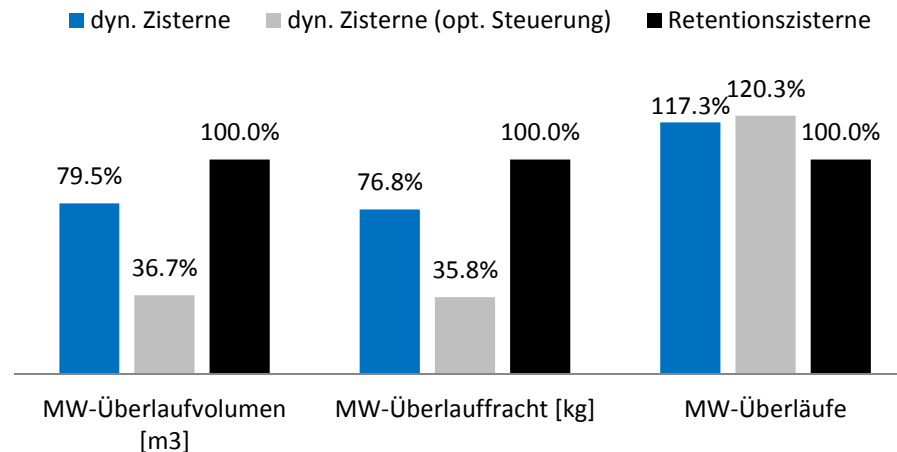
Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG



Sind dynamische Zisternen besser als Retentionszisternen?

- Die Simulation hat gezeigt, dass dynamische Zisternen die stofflichen und mengenmäßigen MW-Einträge ins Gewässer besser reduzieren als Retentionszisternen
- Retentionszisternen liefern, je nach Steuerung eine besser Versorgungssicherheit mit Brauchwasser und reduzieren die quantitativen Überlaufereignisse besser

Vergleich dyn. vs. Retentionszisterne



Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der
Metropole Ruhr

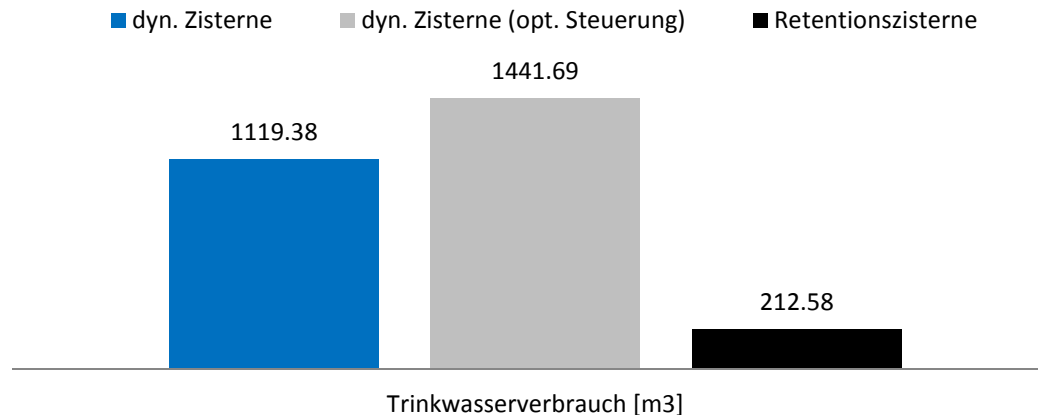
Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG



Sind dynamische Zisternen besser als Retentionszisternen?

- Die Simulation hat gezeigt, dass dynamische Zisternen die stofflichen und mengenmäßigen MW-Einträge ins Gewässer besser reduzieren als Retentionszisternen
- Retentionszisternen liefern, je nach Steuerung eine besser Versorgungssicherheit mit Brauchwasser und reduzieren die quantitativen Überlaufereignisse besser

Vergleich dyn. vs. Retentionszisterne



Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der
Metropole Ruhr

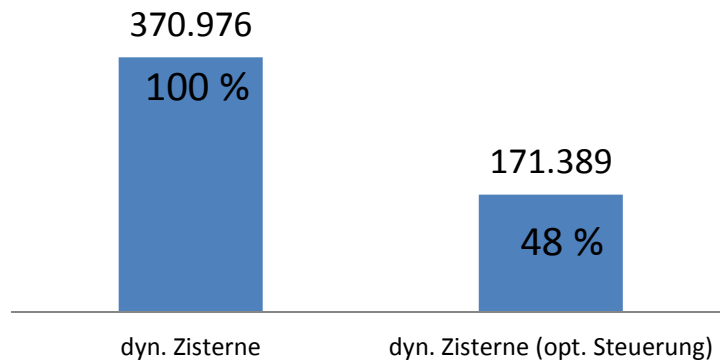
Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG



Ist es möglich durch die Verwendung unterschiedlicher Steuerungsstrategien, die Leistungsfähigkeit dynamischer Zisternen zu erhöhen?

- Ja, durch die Verwendung von Steuerungsstrategien kann die Leistungsfähigkeit dynamischer Zisternen verbessert werden.
- Aber, eine für die abflussreduzierende Wirkung optimale Steuerung reduziert die Versorgungssicherheit des Haushaltes mit Brauchwasser.

MW-Überlaufvolumen [m3]



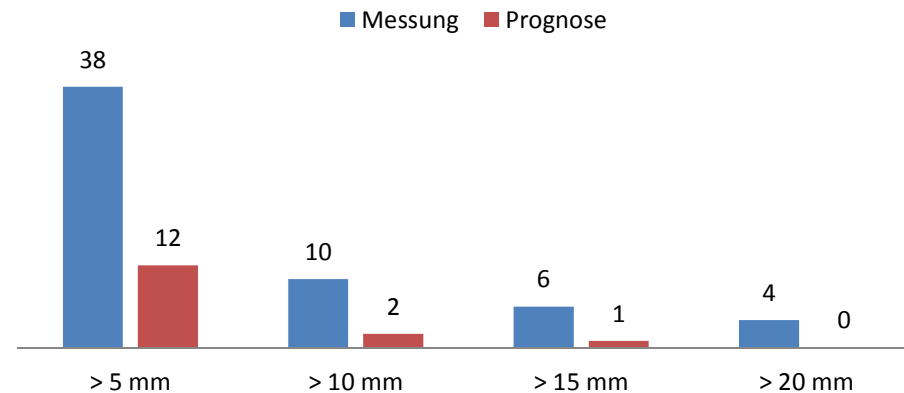
- Verwendung von 24 Std- und 48 Std-Prognosen
- Vierstufige Entleerungsschritte in Abhängigkeit von der prognostizierten Niederschlagshöhe
- Simulationszeitraum nur 350 Tage

Nachhaltige urbane Kulturlandschaft in der
Metropole Ruhr

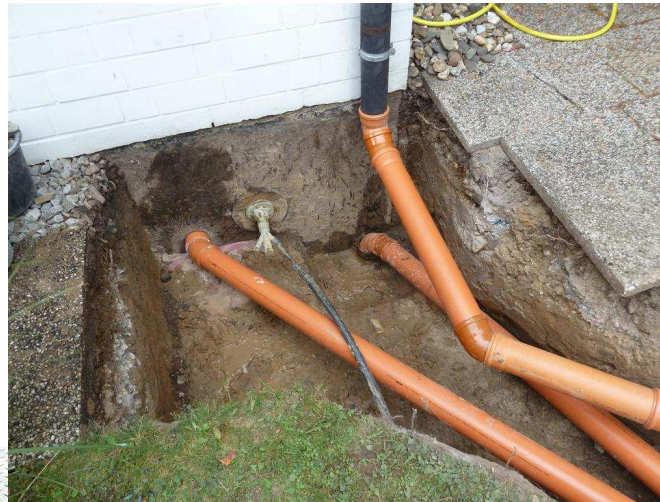
Wie gut sind Wetterprognosen?

- Berechnung des Heidke-Skill Scores unterstützt die Erfahrungswerte:
 - 5 mm → 55 %
 - 10 mm → 44 %
 - 15 mm → 26 %
 - 20 mm → 35 %
- Die Prognosen, ob ein Schwellenwert überschritten ist, sind zu schlecht um jedes Ereignis vorherzusagen
- Jedoch wurden in 50% der Niederschlagsereignisse > 20 mm eine mehr als 14 mm prognostiziert
- Mit steigender Vorhersagequalität steigt die Leistungsfähigkeit der dynamischen Zisternen
- Prognosen eher pessimistisch, nur 3 Fehlentleerungen

Wie gut sind meine Prognosen? 01.01.2014 - 17.09.2014



Feldversuch: Zisterneneinbau

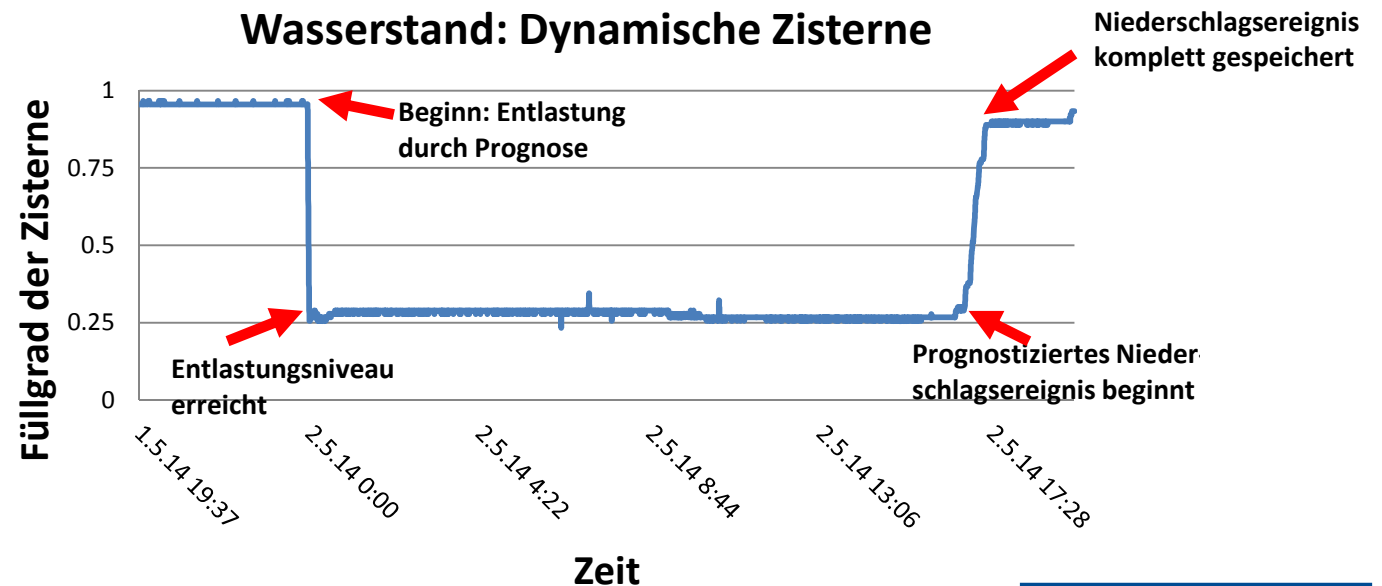


- Insgesamt 4 Zisternen verbaut
- Speichervolumen 10,5 m³
- Versuchsdauer:
04.11.2013-31.10.2014



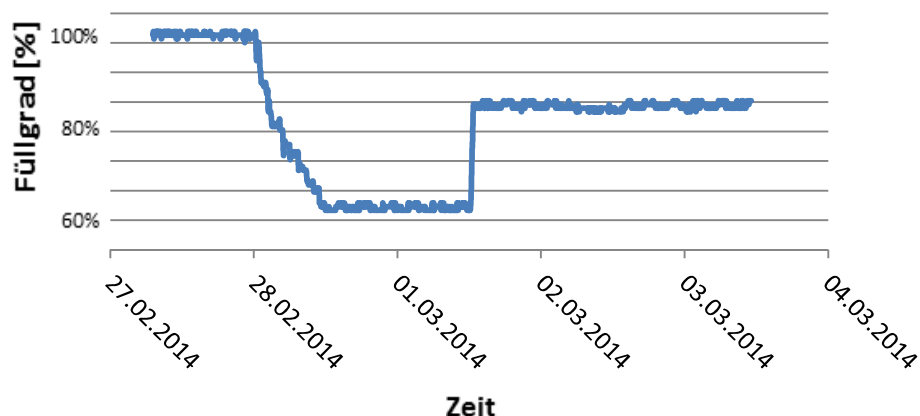
Feldversuch: Verbau dynamischer Zisternen

- Niederschlagsprognose gibt an, dass mehr als 15 mm/d fallen werden
- Zisterne wird auf $\frac{1}{4}$ entleert
- Um ca. 17 Uhr des Folgetages tritt das Ereignis ein und der Niederschlag kann komplett gespeichert werden



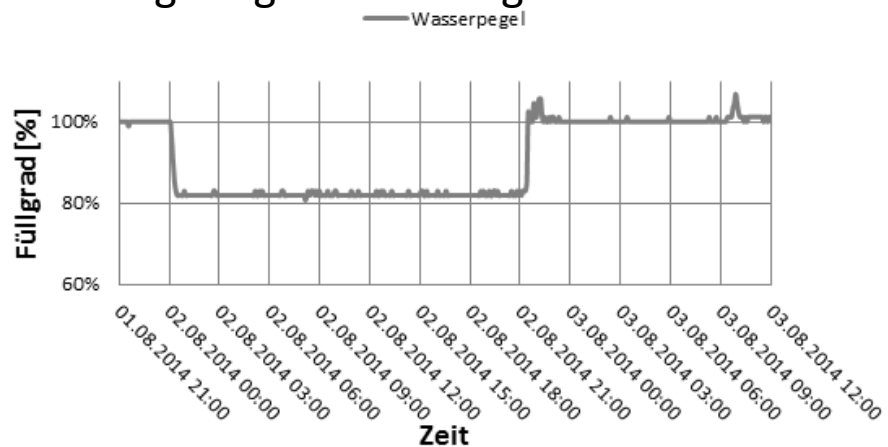
Feldversuch: Steuerung ist wichtig!

Zu große Entleerung:



- Dem Haushalt steht nicht die optimale Menge an Brauchwasser zur Verfügung
- Meist unproblematisch, da sich die Zisterne beim nächsten Regen wieder füllt
- Probleme können bei langen Trockenperioden auftreten

Zu geringe Entleerung:



- Das Niederschlagsereignis kann nicht komplett aufgefangen werden
- Das Kanalnetz wird nicht optimal entlastet

Zusammenfassung und Ausblick

=> Prognosequalität

- Die verwendeten Niederschlagsprognosen sind nicht optimal
- Durch eine Anpassung der Steuerungsstrategie kann der schlechten Prognosequalität entgegen gewirkt werden.

=> Entwicklung einer wirtschaftlichen Steuerungstechnik

- Die Erfahrungen im KuLaRuhr-Projekt haben gezeigt, dass die verwendete Steuerungstechnik zuverlässig ist und weitestgehend störungsfrei lief. Die Mehrkosten für die Erweiterung liegen bei ca. 400-500 €
- Kosten pro m³: Zisterne: ca. 1.000 € RÜB: ca.2.000 – 3.000€

=> Steuerungsstrategie

- Eine Steuerungsstrategie und Einbeziehung möglichst vieler Informationen/Prognosen führt je nach Zielsetzung zu einer Verbesserung der Retentions- oder Versorgungsleistung der Zisterne

=> Auswirkung dynamischer Zisternen auf ein EZG

- Mit Hilfe dynamischer Zisternen kann die Anzahl der Entlastungen, das Volumen und die Fracht von Mischwassereinträgen ins Gewässer reduziert werden.
- Im Rahmen der Simulation hat sich herausgestellt, dass dynamische Zisternen in punkto Abflussreduktion Retentionszisternen überlegen sind. Retentionszisternen hingegen bieten eine bessere Versorgungssicherheit mit Brauchwasser und reduzieren die Anzahl der Mischwasserüberläufe besser.



KULa RuhR

Von intelligenten Zisternen, modernen Wärmeleitern und gewaschenen Dämmsystemen

M.Sc. **Jörg Eltfeld** und Prof Dr. Torsten Schmidt

Instrumental Analytical Chemistry

Joerg.Eltfeld@uni-due.de

www.uni-due.de/iac



Hintergrund und Motivation

Klimawandel

- Länger anhaltenden Trockenperioden als in der Vergangenheit
- Vermehrte Starkregenereignisse
 - > verantwortlich für Mobilisierung von organischen Spurenstoffen
- Wärmedämmverordnung: Ausrüstung von Gebäudehüllen mit Polymermaterialien
- Ausrüstung der Dämmstoffschichten mit Bioziden, Flammschutzmitteln und anderen organischen Wirkstoffen
- Auswaschung dieser Substanzen von Fassaden
- Eintrag in Oberflächengewässer (derzeit keine Behandlung vorgesehen)

Brisanz bei der Bevölkerung: BIOZID-ALARM

<http://www.derwesten.de/region/trinkwassergefahr-durch-biozide-das-gift-kommt-aus-der-hauswand-id7546078.html>

BIOZID-ALARM

Trinkwassergefahr durch Biozide - das Gift kommt aus der Hauswand

01.02.2013 | 20:32 Uhr

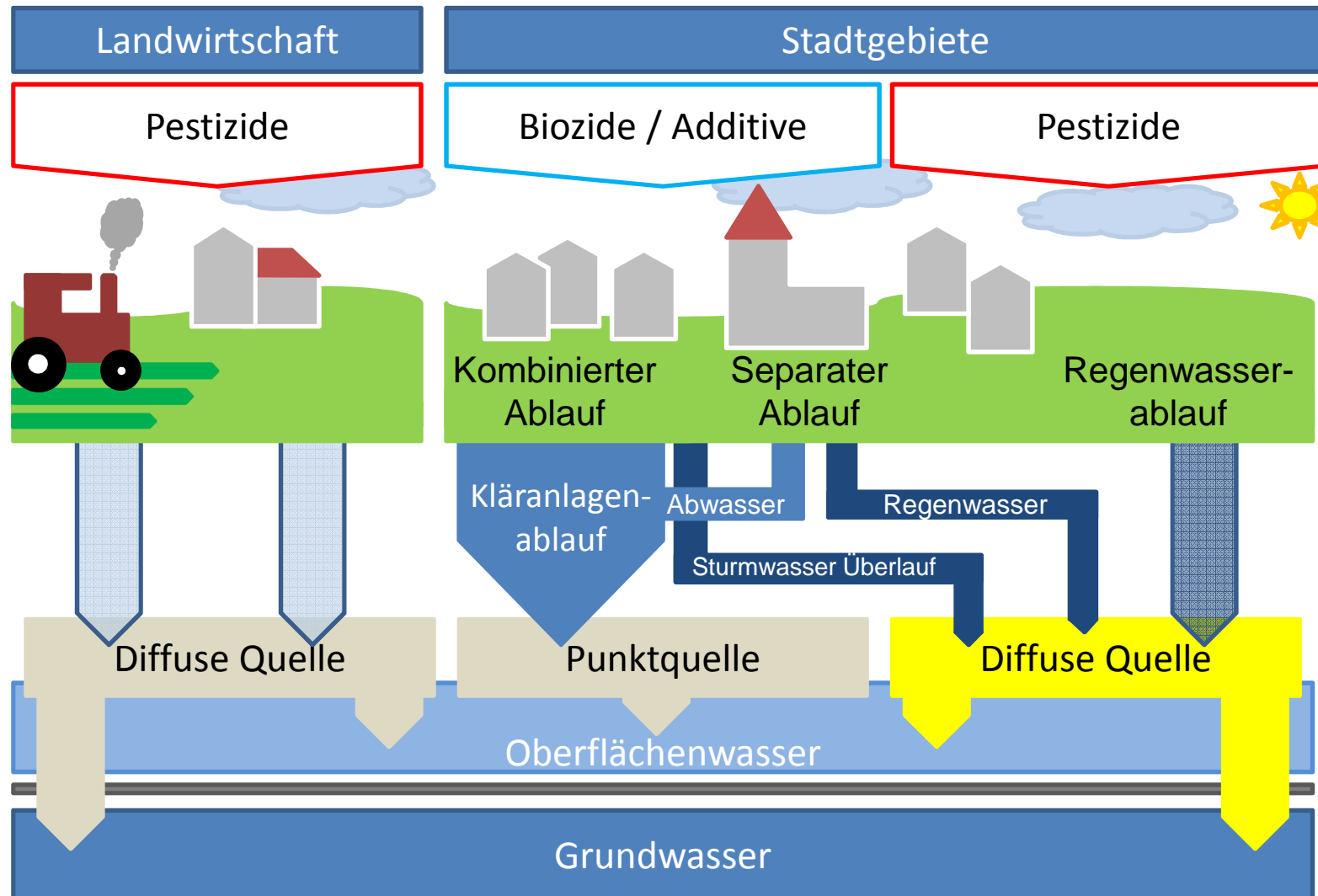


Seit sie weiß, dass giftige Biozide ihre Hausfassade sauber halten, fühlt sich Geske Houtrouw unwohl.

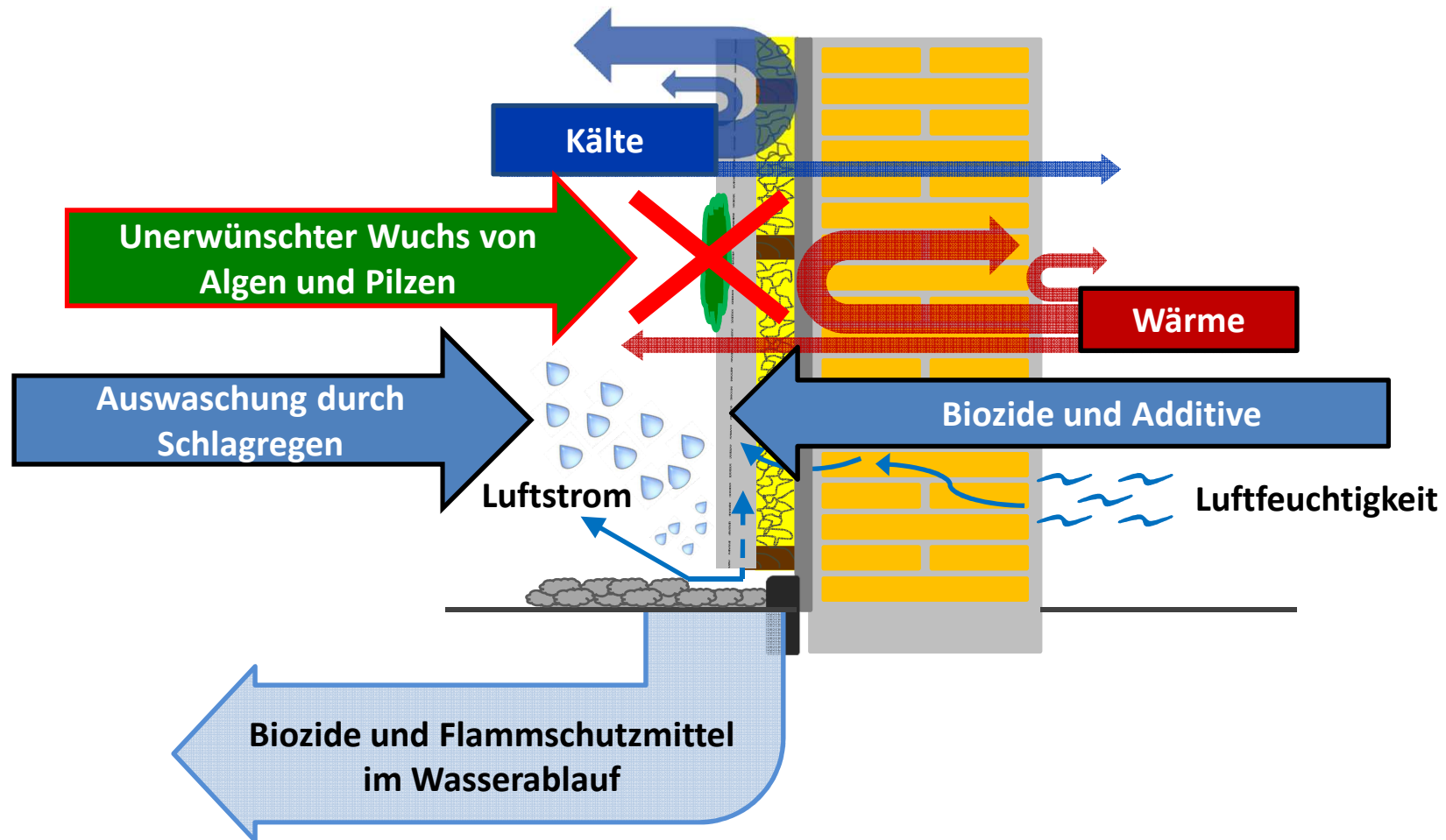
Foto: Thomas Nitsche

Gefährliche Biozide dringen aus wärmedämmten Fassaden in die Umwelt. Eine Wittener Familie wollte mit der Sanierung ihres Hauses Gutes tun – und befürchtet nun ein böses Erwachen. Denn das Gift sorgt offenbar dafür, dass Gewässer in großem Stil verschmutzt werden. „Es kommt der Tag, an dem wir eine Wirkung am Menschen sehen“, sagte in Toxikologe.

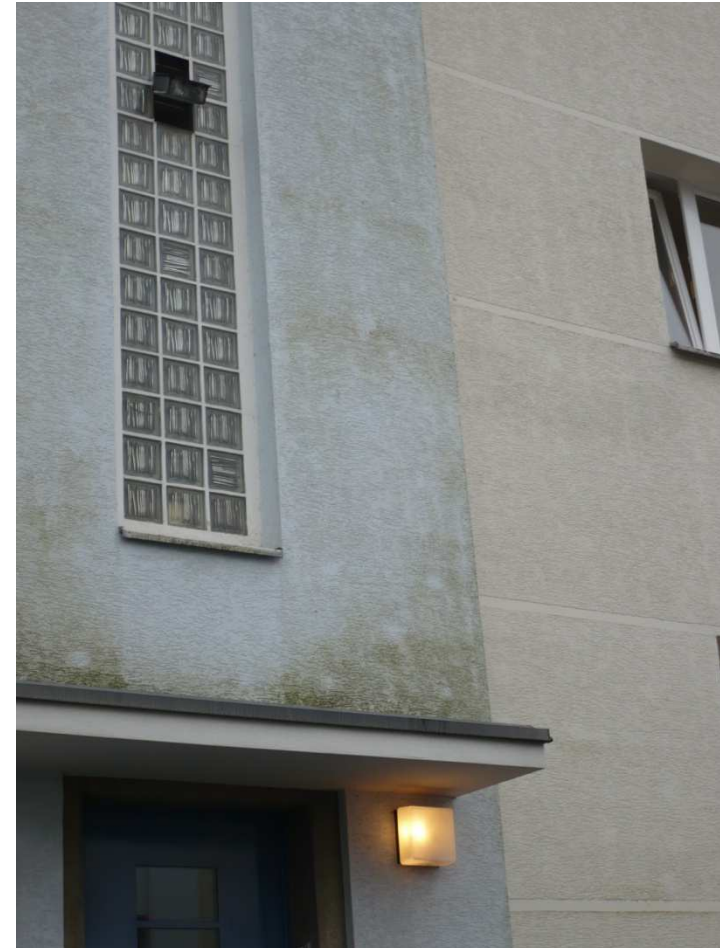
Eintragswege von Spurenstoffen ins Wasser



Wege der Auswaschung von Bioziden und Additiven



Algenbewuchs an Gebäudefassaden

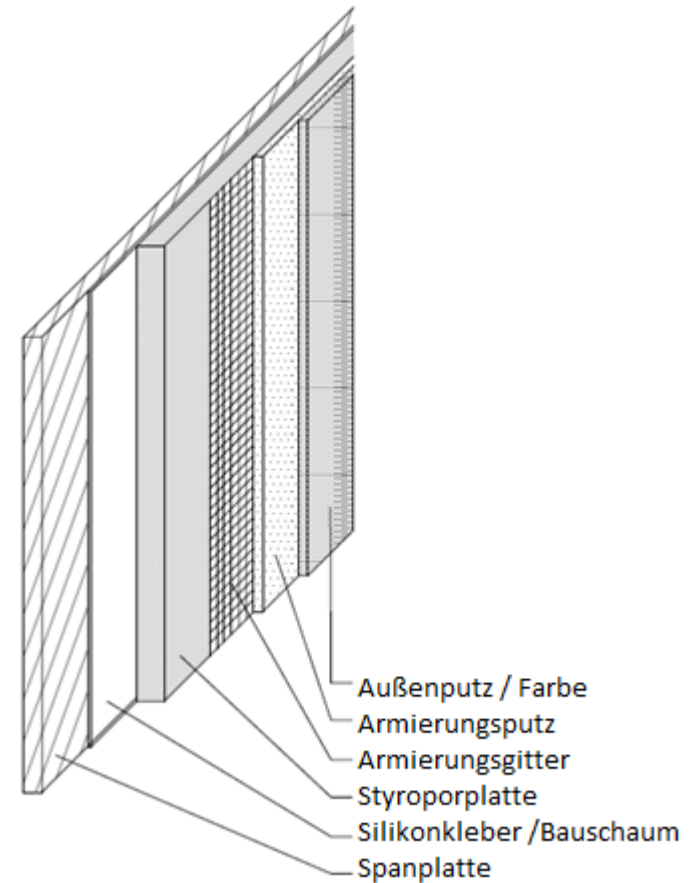
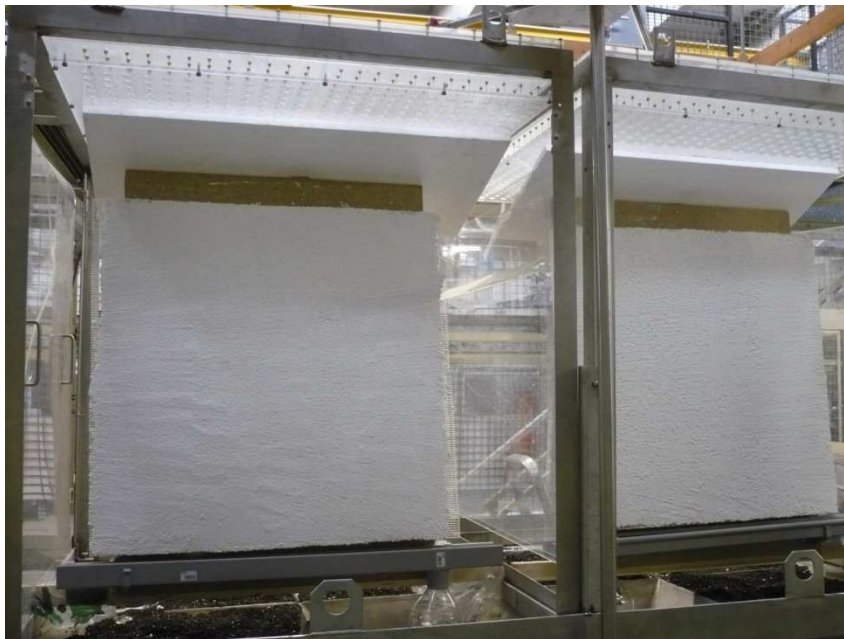


Markersubstanzen

- Terbutryn: Gruppe der Triazine; selektives Herbizid (Wirkung als Photoinhibitor); wird im Körper gespeichert (Fettgewebe und Gehirn) und wirkt als Nervengift; seit 1997 in der Landwirtschaft verboten
- Methyl,- Octyl-Isothiazolinon (MI, OIT): werden als Algizid, Bakterizid und Fungizid eingesetzt
- TCPP: Flammschutzmittel mit bioziden Eigenschaften; Einsatz als Weichmacher in Teppichen, Polyurethanschäumen- und Wänden,...

Bestimmung der Markersubstanzen in einer Multimethode mittels GC-MS

Laborversuch: Modellregenanlage und Fassadenaufbau



Zusammensetzung der Fassadenplatten

Fassadenmodell	Fassade 1	Fassade 2	Fassade 3	Fassade 4
Kleber	Silikon	Silikon	PU-Schaum	PU-Schaum
Isolierung	Styropor 29 mm	Styropor 29 mm	Styropor 29 mm	Styropor 29 mm
Armierung	+	+	+	+
Unterputz	Klebespachtel	Klebespachtel	Zementfreier Spachtel	Zementfreier Spachtel
Putzgrund	+	+	-	-
Außenputz	Mineralischer Reibeputz	Mineralischer Reibeputz	Silikon Top	Silikon Top
Fassadengrund	-	+	-	+
Fassadenfarbe	-	+	-	+
Anti-Schimmel Zusatz	-	+	-	+

Durchführung der Beregnungsversuches

- Bis zur ersten Beregnung verging ein Monat, damit die vorgeschriebenen Trockenzeiten eingehalten werden konnten
- Jede künstliche Fassade wurde 20 mal beregnet
- Es wurde jeweils 1 Liter des Fassadenablaufes aufgefangen
- Dieser wurde mittels Festphasenextraktion (SPE) angereichert, fraktioniert, eingeeengt und im Anschluss mittels GC-MS analysiert

Ergebnisse der Berechnungsversuche

Spurenstoff	Fassade 1	Fassade 2	Fassade 3	Fassade 4
TCP	-	-	-	-
Terbutryn	-	-	+	+
MI	+	+	-	-
OIT	-	+	+	+

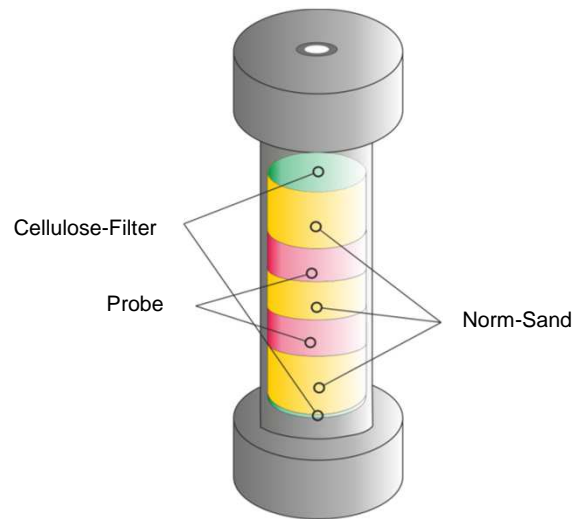
Fazit:

- TCP wurde nicht ausgewaschen
- Terbutryn stammt nur aus dem Silikonharzputz
- MI wurde nur in den mit mineralischen Putz behandelten Fassaden detektiert (Klebspachtel / Putzgrund)
- OIT wird im Antischimmelzusatz, so wie im Silikonharzputz verwendet

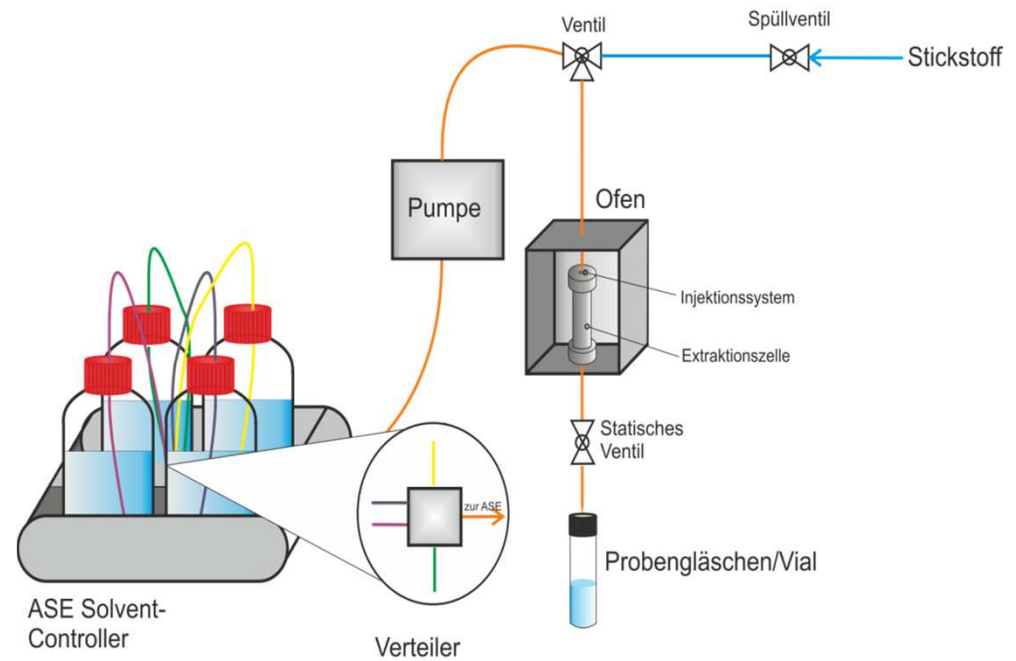
Beschleunigte Lösemittelextraktion

- „Auslaugeschnelltest“ mittels ASE 200 DIONEX
- Simulation von aufgeheizten Außenfassaden bzw. beschleunigte Alterung der Materialien
- Die ASE bietet die Möglichkeit mit unterschiedlichen Lösemitteln, Druck (200 bar), Temperaturen (40 – 200 °C) und Verweilzeiten zu arbeiten
- Untersuchung des Einflusses von Wasser auf das Auslaugeverhalten von phosphorisierten Flammschutzmitteln (TCPP) bei verschiedenen Temperaturen
- Analyse der einzelnen Fassadenmaterialien
 - Isolierung: Styropor / Styrodur / Polyurethanschaum
 - Verputzungsmaterialien: Spachtelmasse / Silikonharzputz

Prinzip und Aufbau der ASE 200



Extraktionszelle



Ergebnisse der Schnelltests

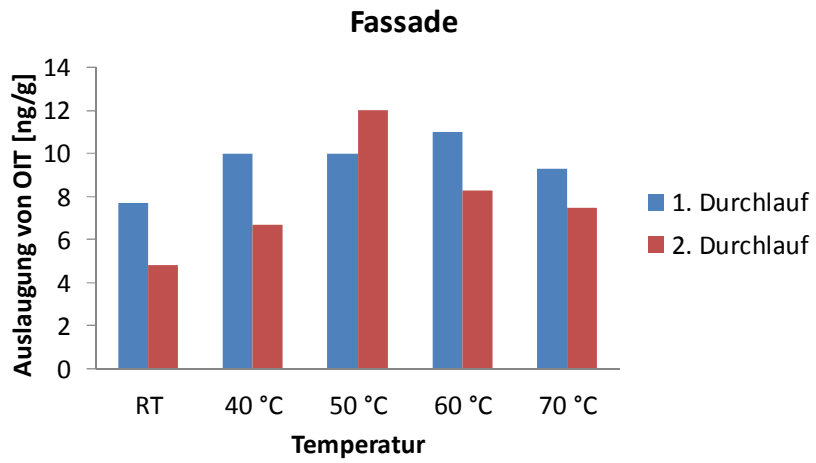
- Die Proben wurden durch Festphasenextraktion angereichert, eingeeengt und im Anschluss mittels GC-MS analysiert
- In den untersuchten Styropor -bzw. Styrodur-Platten konnte kein TCPD nachgewiesen werden
- Der untersuchte Polyurethanschaum hingegen wies TCPD auf, welches einer seiner Hauptbestandteile ist
- Ebenfalls wurde das krebserzeugende Diphenylmethandiisocyanat detektiert, welches mit Phosgen zu Polyurethan reagiert
- Terbutryn wurde im Putzgrund (Spachtelmasse)* so wie im Silikonharzputz nachgewiesen

*NICHT im Sicherheitsdatenblatt angegeben

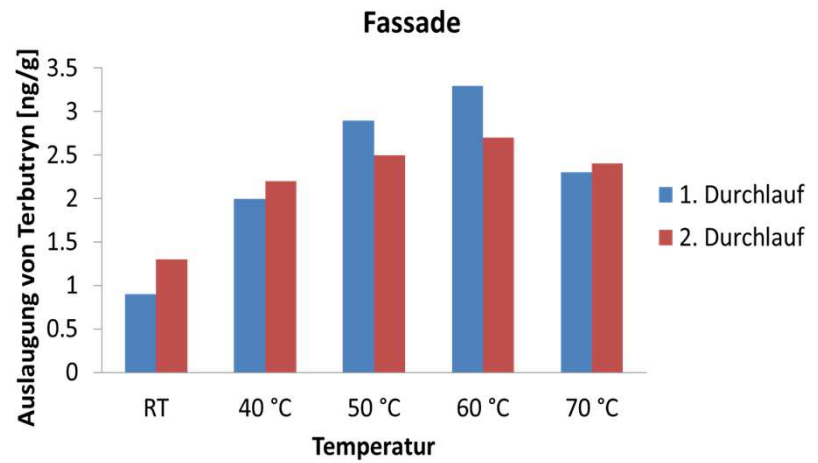
Ergebnisse der Schnelltests

- Der erste Durchlauf der ASE wäscht nicht alle Spurenstoffe aus
- OIT konnte in fünf der sechs Fassaden, so wie dem Putzgrund, Reibputz und Silikonharzputz nachgewiesen werden
- Terbutryn wurde im Montageschaum, Putzgrund und Silikonharzputz nachgewiesen
- TCPP konnte aus der Polyurethanplatte und dem Montageschaum extrahiert werden

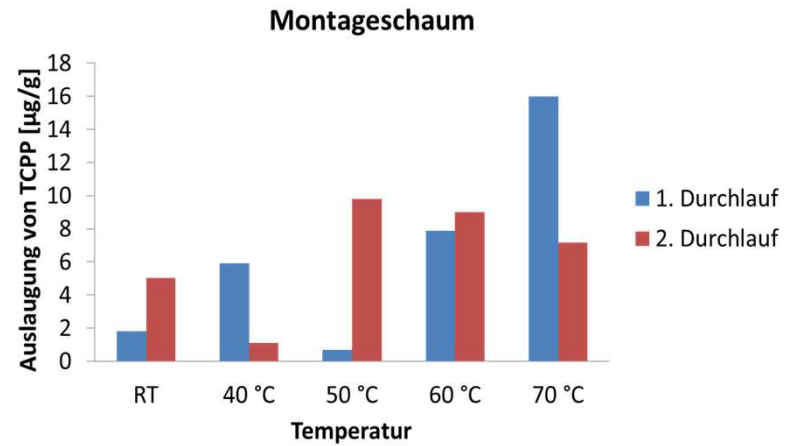
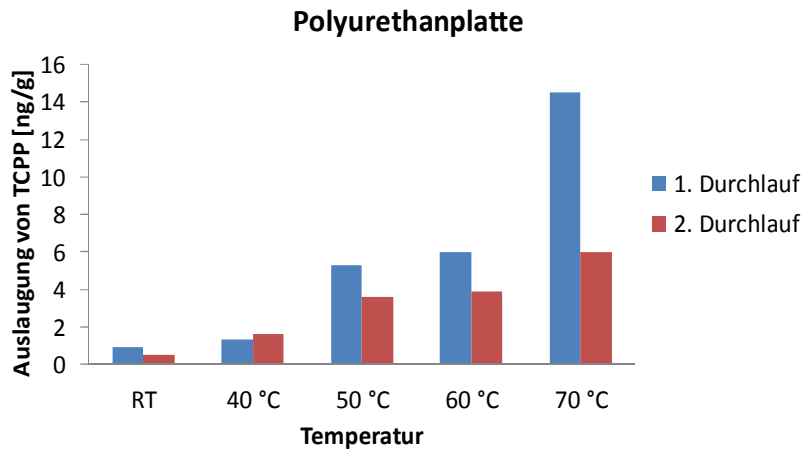
Auslaugung von OIT



Auslaugung von Terbutryn



Auslaugung von TCP



Fazit und Ausblick

- Es gibt keine ideale Temperatur um gleichzeitig alle Spurenstoffe aus den Materialien zu extrahieren / (Höchsten Werte: 50 – 70 °C)
- Beide Durchläufe der ASE zeigten nahezu identische Mengen an extrahierten Spurenstoffen
- Wasser eignet sich nur bedingt für den Schnelltest (Regensimulation)



KULa RuhR

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit