

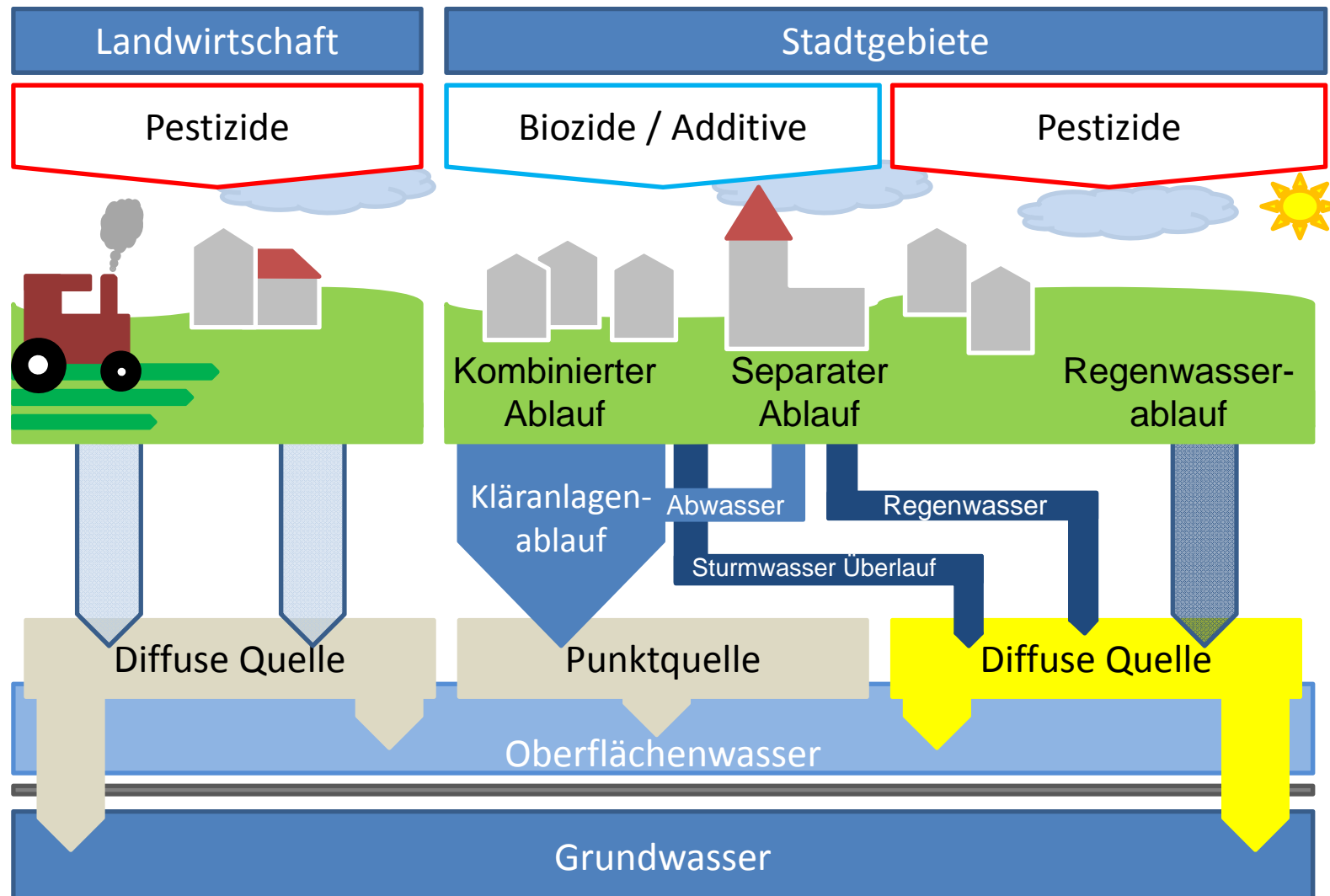


# Eintrag von Spurenstoffen durch niederschlagsbedingte Auswaschungen von gedämmten Gebäudefassaden in Gewässer

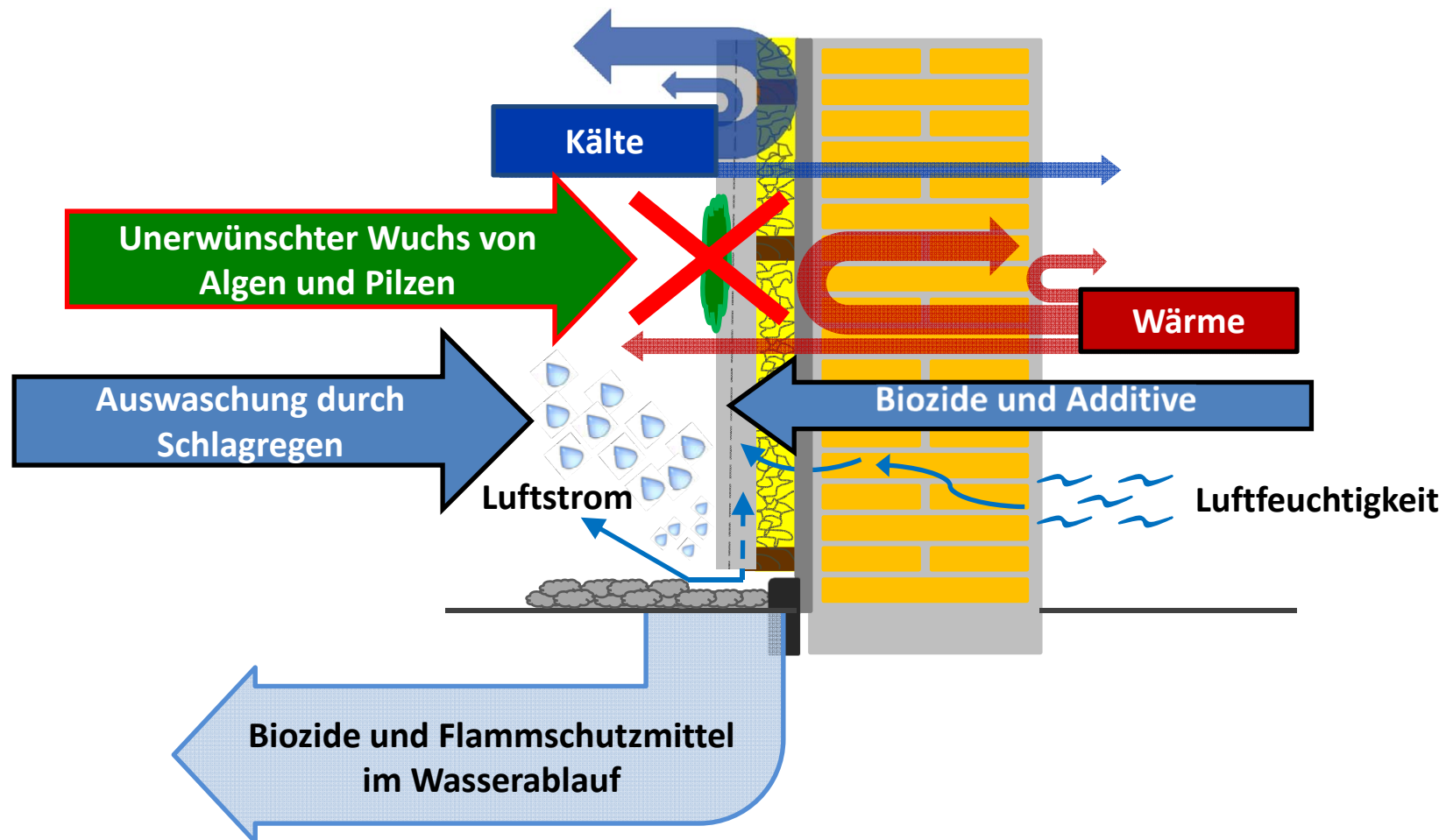
## Hintergrund und Motivation

- Prognosen gehen davon aus, dass:
- Bedingt durch den Klimawandel kommt es zu länger anhaltenden Trockenperioden als in der Vergangenheit
- Gleichzeitig gibt es vermehrt Starkregenereignisse
- Diese sind für die Mobilisierung von organischen Spurenstoffen verantwortlich
- Neue Wärmedämmverordnung führt zur Ausrüstung von Gebäudehüllen mit Polymermaterialien
- Diese Dämmstoffschichten werden zunehmend mit Bioziden, Flammschutzmitteln und anderen organischen Wirkstoffen ausgerüstet
- Vermehrte Abwaschung solcher Substanzen von den Gebäuden und deren Eintrag in Oberflächengewässer, da derzeit keine Behandlung vorgesehen ist

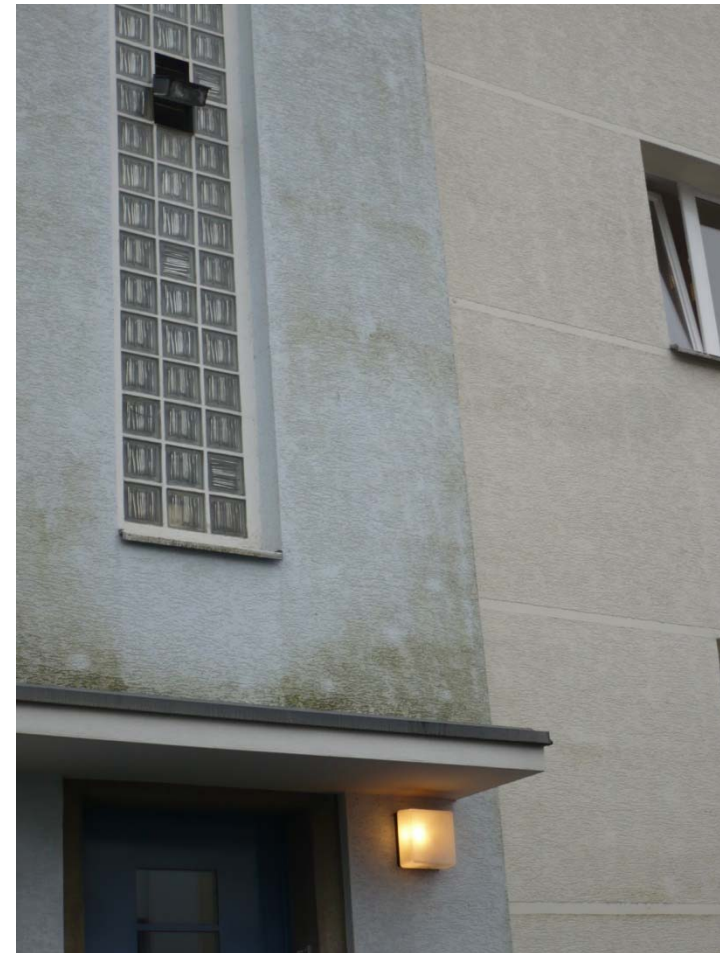
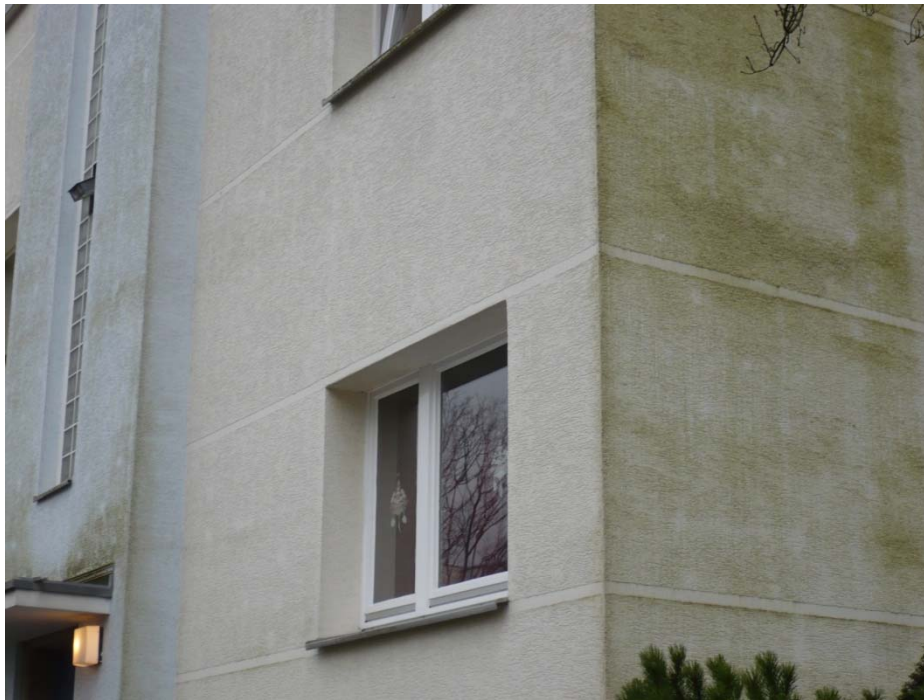
# Eintragswege von Spurenstoffen ins Wasser



# Wege der Auswaschung von Bioziden und Additiven



## Algenbewuchs an Gebäudefassaden





## Fassadenisolierung im Rohbau



## Markersubstanzen

In dem Projekt wird mit ausgewählten Markersubstanzen gearbeitet

- Terbutryn: Gehört zur 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

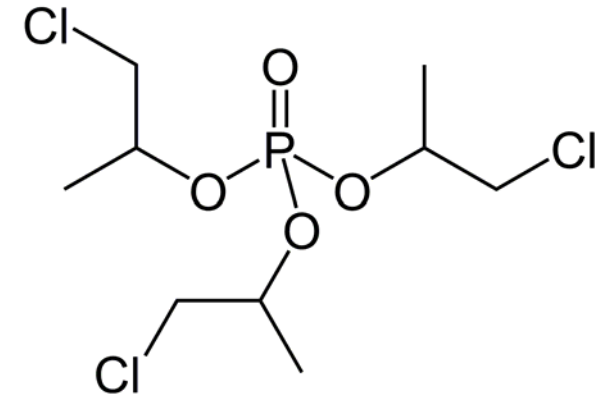
Vorzugsweise werden diese Markersubstanzen mit einer Multimethode bestimmt

## Organophosphate im Focus

### TCPP [Tris(2-chlorisopropyl)phosphat]

- Chlorhaltiger, aliphatischer Phosphorsäureester
- Hauptsächlichste Anwendung als Weichmacher mit flammhemmenden und bioziden Eigenschaften für:

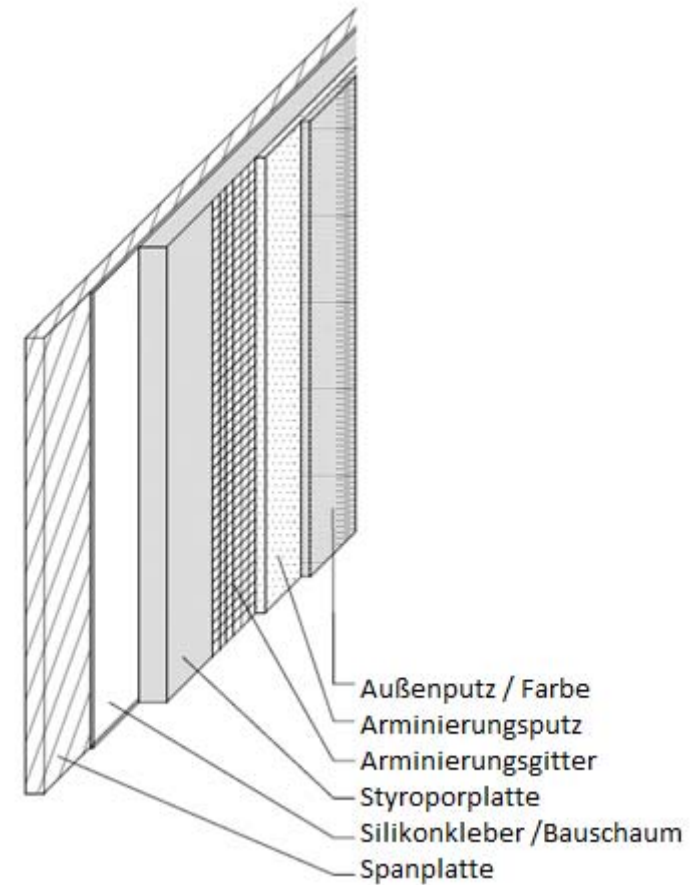
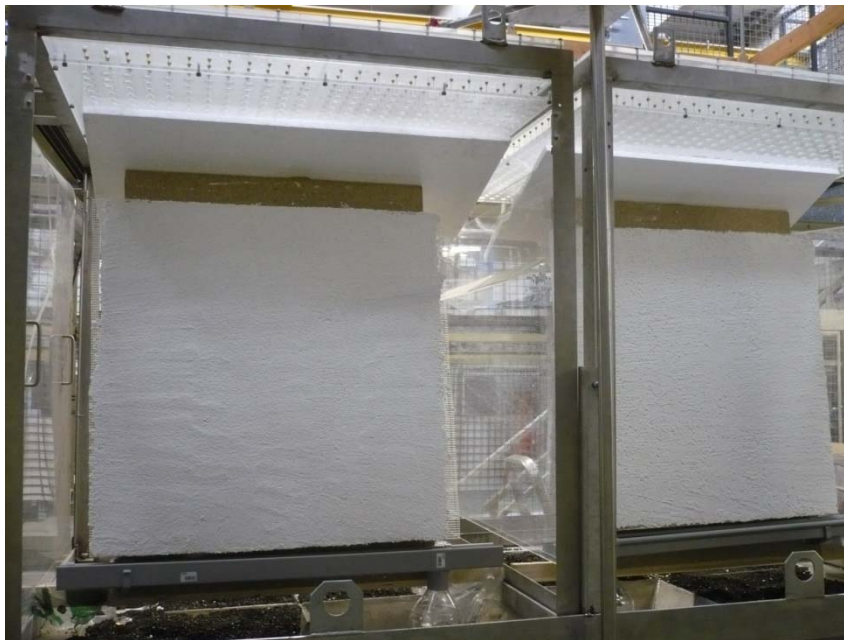
**Polyurethanschäume- und Wände**, Teppiche, Polster- und Bezugstoffe



- ! Wird durch Belebtschlammverfahren so gut wie nicht eliminiert
- ! Steht im Verdacht durch Bioakkumulation kanzerogen zu wirken



# 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 bislang 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
- Bislang wurde nur qualitativ gearbeitet um einen Überblick über die ausgewaschenen Substanzen zu erhalten

## Ergebnisse der Berechnungsversuche

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

Fazit:

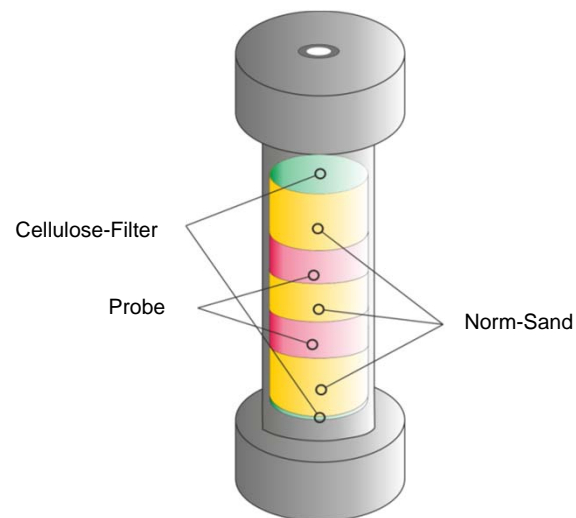
- TCP wurde nicht ausgewaschen
- Terbutryn stammt nur aus dem Silikonharzputz
- MI wurde nur in den mit mineralischen Putz behandelten Fassaden detektiert (Klebspachtel / Putzgrund)
- OIT wird im Antischimmelzusatz, so wie im Silikonharzputz verwendet

## Beschleunigte Lösemittlextraktion

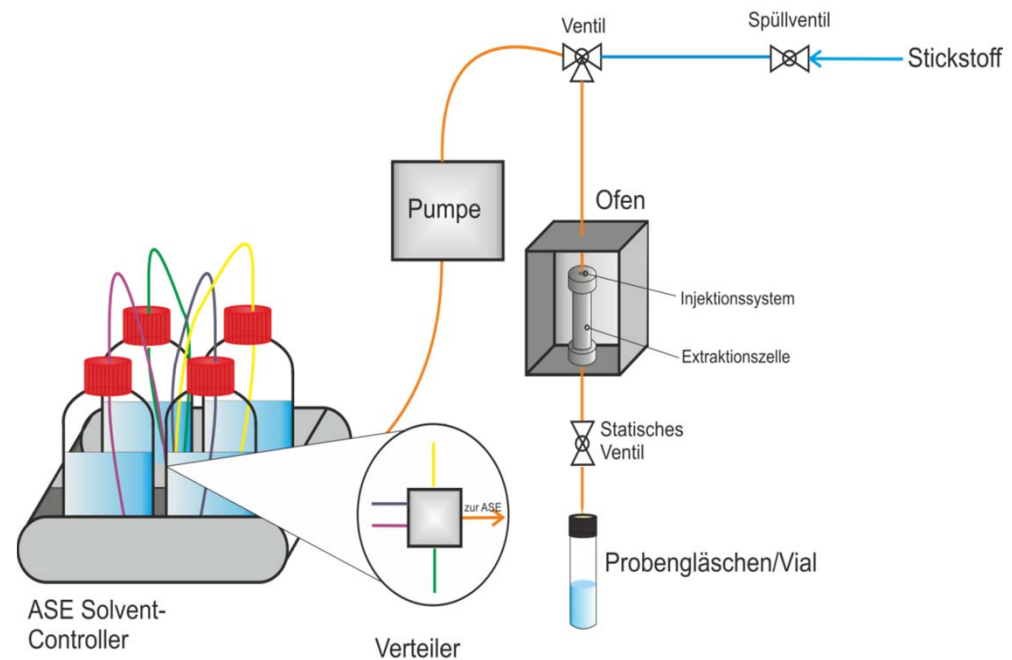
- „Auslaugeschnelltest“ mittels ASE 200 DIONEX
- Simulation von aufgeheizten Außenfassaden bzw. beschleunigte Alterung der Materialien
- Die ASE bietet die Möglichkeit mit unterschiedlichen Lösemitteln, Druck (200 bar), Temperaturen (40 - 200°C) und Verweilzeiten zu arbeiten
- Untersuchung des Einflusses von Wasser auf das Auslageverhalten 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 des 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 (bromierte Flammschutzmittel: HBCD)
- 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

## Ausblick

**COMING SOON**

- Die entsprechenden Standards wurden bestellt um eine quantitative Analyse der Proben durchzuführen
- Weitere Berechnungen werden durchgeführt (Langzeitwirkung)
- Neue Fassaden werden vor der Berechnung künstlich, durch Halogenstrahler, aufgeheizt um den Effekt von Sonneneinstrahlung im Sommer zu simulieren und so einen Vergleich zu schaffen
- Im Austausch mit anderen Teilprojekten und Kooperationspartnern werden Wasserproben nach Starkregenereignissen im Betrachtungsraumes, genommen und auf die verwendeten Markersubstanzen untersucht

Ausblick

COMING SOON

2

## Versuche im Freiland

- Probenahme an einer reellen Gebäudefassade durch die Montage einer Regenwasserauffangrinne
- Austausch über hochauflösende klimatechnische Daten (Niederschlag, Luftdruck, Temperatur,...) im Betrachtungsraum (TU Braunschweig)
- Untersuchung von Betonwänden/Prüfkörpern hinsichtlich des Additives TnBP, welches als Entschäumer eingesetzt wird

## Austausch mit anderen Teilprojekten

### **Nach Quantifizierung der Markersubstanzen im Ablaufwasser des Laborversuches**

- Untersuchungen zur Bioakkumulation, Ökotoxizität und Dosis-Wirkungsbeziehungen durch Angewandte Zoologie / Hydrobiologie (UDE)
- Rechtliche Fragestellungen zur Produkthaftung (Rechtsanwalt)  
(Wer ist verantwortlich für Umweltemissionen und deren Beseitigung: Hersteller, Bauunternehmen, Wasserentsorger,...?)



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit