

Modellierung der Freisetzung von Stoffen aus Gebäuden und des Eintrags in Gewässer bei Regenwetter

Mirko Rohr, Olaf Tietje, Michael Burkhardt
HSR Hochschule für Technik, Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil, Schweiz
Kontakt: michael.burkhardt@hsr.ch

Problem

Bei Regenwetter werden von Gebäuden verschiedenste Stoffe (Biozide, Metalle, Flammschutzmittel, Weichmacher etc.) ausgewaschen und in die Umwelt eingetragen. Im vorliegenden Projekt wurde die Freisetzung von organischen Bioziden exemplarisch für drei Gebäudehöhen und -ausrichtungen und deren Eintrag in Gewässer modellgestützt abgeschätzt. Die berücksichtigte Emissionsfunktion beschreibt die kumuliert ausgewaschene Stoffmenge (mg/m^2) als Funktion der kumulierten Menge von Ablaufwasser (L/m^2).

Lösungsweg

Mit dem modular aufgebauten Modell COMLEAM (Construction Material Leaching Model) lassen sich der expositionsabhängige Schlagregen an vertikalen Bauteilen und der horizontale Abfluss mit der Stoffauswaschung koppeln (Abb. 1). Die Software berechnet die Stoffflüsse aus den Modulen Geometrie / Baumaterial, Emission und Wetter. Dafür wird jeweils der Abfluss pro Bauteil, z.B. einer Westfassade oder dem Dach, in einer Schnittstelle (Abb. 1: IC) bilanziert und den Umweltkompartimenten zugeführt.

Für die Fallstudie wurde die über 370 Tage gemessene Terbutryn-Emission mit logarithmischer Emissionsfunktion abgebildet sowie die Auswaschung und Gewässerbelastung mit stündlicher Auflösung über 20 Jahre für drei Gebäudehöhen (2.5, 7.5, 21 m) für den Standort Hamburg modelliert (Tab. 1).

Resultate

Entsprechend der Niederschlagsverteilung und beeinflusst durch die Windrichtung ergeben sich die höchsten Emissionen an der Westfassade (Abb. 2). Jedoch treten auch an den weniger windexponierten Ost- und Nordfassaden bei Schlagregen noch relativ hohe Emissionen auf.

Die gesamte Emissionsmenge an einer hohen Fassade bzw. einem hohen Gebäude ist größer als die an einer niedrigen Fassade bzw. einem niedrigen Gebäude. Wegen verschiedener Effekte (Verdunstung, Windprofil etc.) ist jedoch die Emissionsmenge je Quadratmeter Fassadenfläche am hohen Haus kleiner. Wegen der größeren Auswaschmenge am Hochhaus sind die Konzentrationen von Terbutryn im Bach entsprechend hoch. Beim OECD-Haus werden nur 5 Grenzwertüberschreitungen mit 125 h Dauer erwartet. Beim Hochhaus, welches achtmal höher ist als das OECD-Haus, treten dagegen 30mal häufiger Überschreitungen (149) mit insgesamt 4844 h Dauer auf (38mal mehr) (Abb. 3).

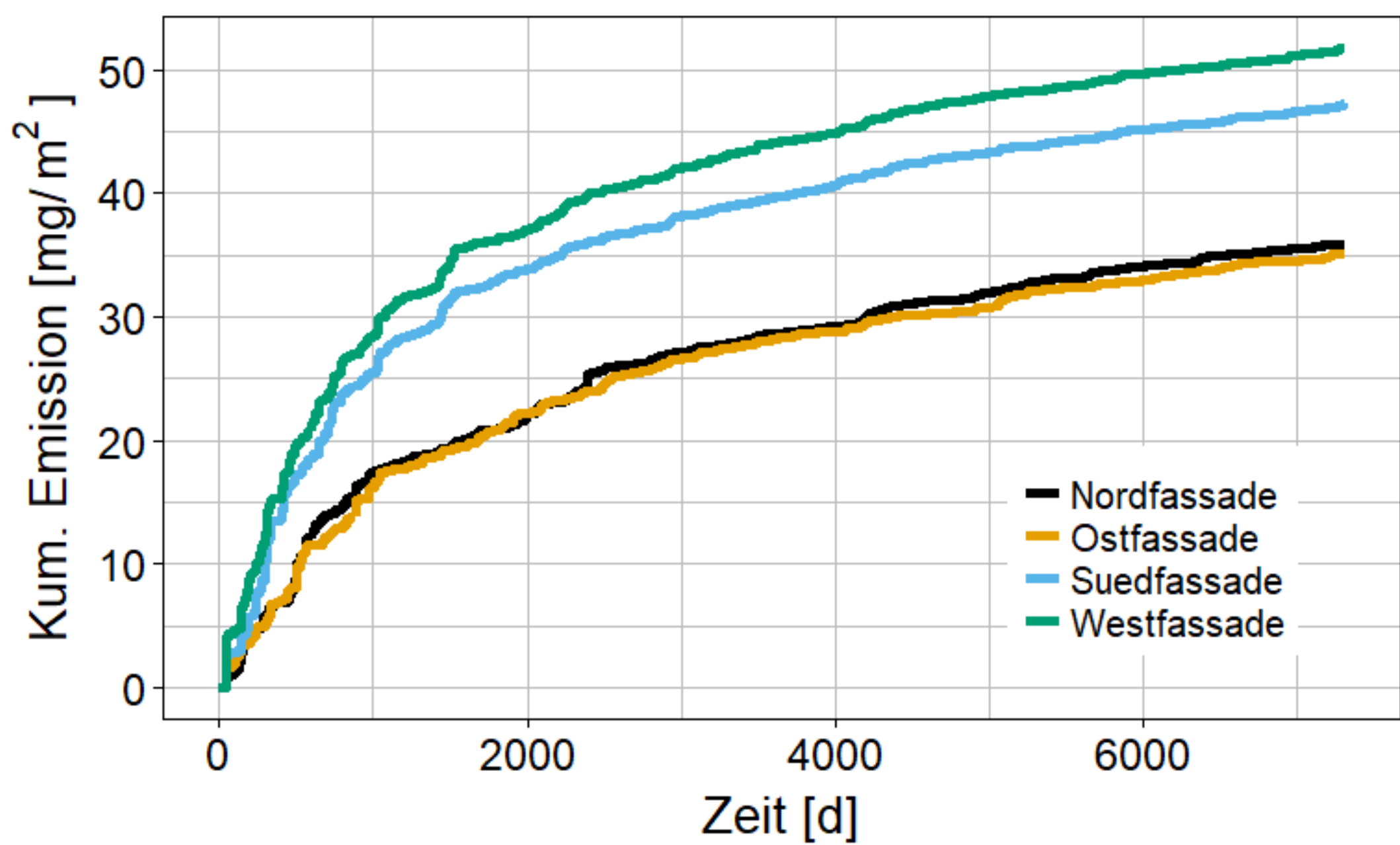


Abb. 2: Terbutryn-Emissionen an den vier Fassaden des sog. OECD-Hauses mit 2.5 Höhe. Die Nord- und Ostfassade sind für den Standort Hamburg weniger austragsrelevant als die West- und Südfassade.

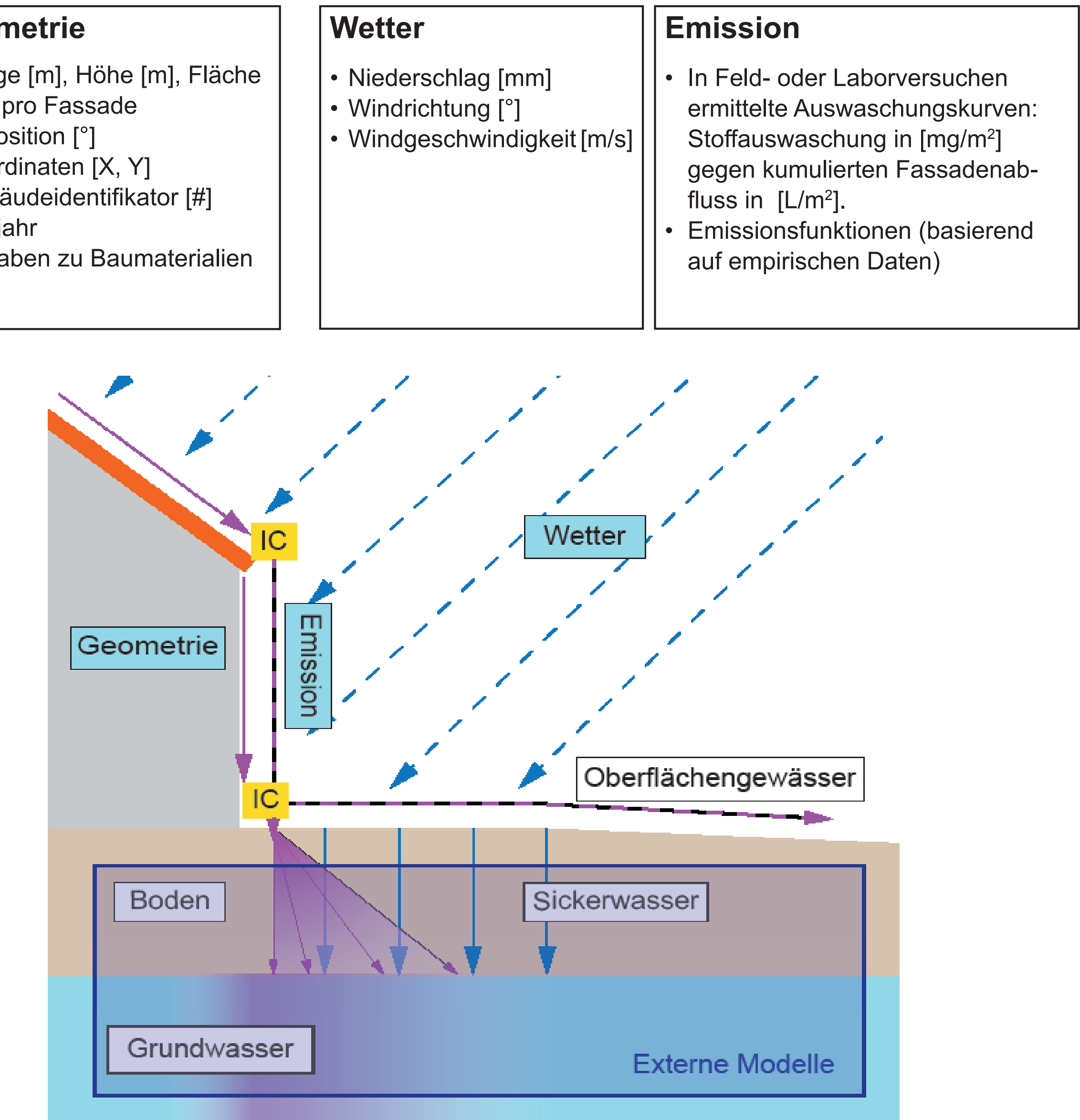


Abb. 1: Drei Hauptmodule des Modells COMLEAM zur Vorhersage der Auswaschung aus berechneten Bauteilen. Bilanzierung beliebiger Stoffe pro Bauteil, Gebäude oder Siedlung jeweils in Schnittstellen (IC).

Tab. 1: Fassadenanteile nach deren Ausrichtung für das OECD-Haus mit 2.5 m Höhe, das DIBt-Haus mit 7.5 m Höhe und das Hochhaus mit 21 m Höhe.

	2,5 m Höhe		7,5 m Höhe		21 m Höhe	
Exposition [°]	Fläche [m²]	Terbutryn [m²]	Fläche [m²]	Terbutryn [m²]	Fläche [m²]	Terbutryn [m²]
0	18,75	15	56,25	45	157,5	126
90	43,75	35	131,25	105	367,5	294
180	18,75	15	56,25	45	157,5	126
270	43,75	35	131,25	105	367,5	294
Total	125	100	375	292	1050	840

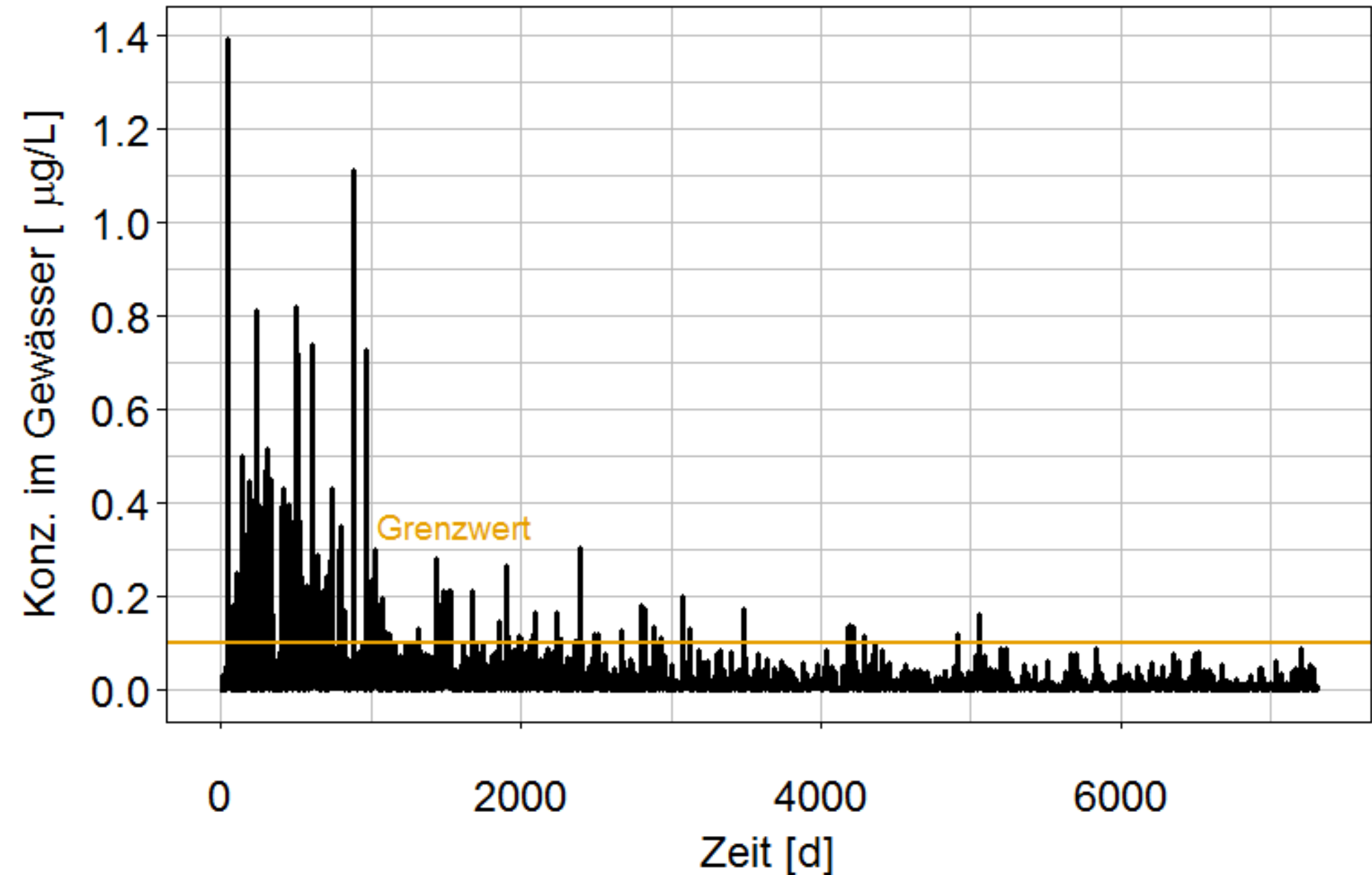


Abb. 3: Vorkommen von Terbutryn in einem kleinen Fließgewässer (50 L/s) durch Einleitung vom Fassadenwasser des Hochhauses (21 m Höhe).

Schlussfolgerungen & Ausblick

- Die Software COMLEAM bietet hohe Benutzerfreundlichkeit und kann über Schnittstellen mit anderen Modellen verknüpft werden.
- Die Gebäudehöhe hat einen signifikanten Einfluss auf die Auswaschmenge. Verläuft das Gewässer neben einem Hochhaus, so nehmen die Anzahl und das Dauer der Grenzwertüberschreitungen sowie die Höhe der Konzentrationsspitzen (sog. Pulsbelastungen) zu.
- Der Einfluss von Einzugsgebietsflächen, die den Abfluss von emissionsbehafteten Flächen verdünnen (z.B. Dächer, Parkplätze etc.), und der Gewässergröße im Vergleich zur Gebäudehöhe soll abgeschätzt werden.
- Szenarien werden entwickelt, um den Einfluss von Siedlungsstrukturen auf die urbane Gewässerbelastung abzuschätzen, kritische Standorte und Stoffe zu identifizieren sowie Bauprodukte emissionsbasiert zu bewerten.