

EMISSIONSBASIERTE BAUPRODUKTEBEWERTUNG

GEWÄSSERSCHUTZ AN DER QUELLE: NACHHALTIGES BAUEN DURCH ANWENDUNG EINES NEUEN KONZEPTS

Die Auslaugung von Stoffen aus Bauprodukten unter dem Einfluss der natürlichen Witterung führt in der Nutzungsphase zu einem Stoffeintrag in die Umwelt. Diese Auswirkung eines Gebäudes lässt sich mit einer neuen Bewertungsmethodik abschätzen und damit Herstellern und Anwendern Hinweise zur möglichen Belastung in Gewässern geben. Das Resultat der Bewertung wird drei Belastungsklassen zugeordnet, wie sie bei eco-bau und durch den VSA definiert sind.

Michael Burkhardt; Mirko Rohr; Olaf Tietje, OST Ostschweizer Fachhochschule
Matthias Klingler; Daniel Savi, Büro für Umweltochemie GmbH
Marion Junghans, Ökotoxzentrum*

RÉSUMÉ

PROTECTION DES EAUX À LA SOURCE: ÉVALUATION DES PRODUITS DE CONSTRUCTION BASÉE SUR LES ÉMISSIONS

Le lessivage des substances des bâtiments sous l'influence naturelle des conditions météorologiques entraîne un apport de ces mêmes substances dans l'environnement. Les biocides des revêtements ou les additifs organiques des bandes d'étanchéité en font notamment partie. Pour être en mesure d'estimer de tels effets, une méthode d'évaluation a été développée, qui permet de donner des informations sur d'éventuelles pollutions des eaux aux fabricants et aux utilisateurs des produits concernés.

Les effets ont été examinés de manière approfondie sous deux angles: d'une part par l'évaluation des concentrations dans les cours d'eau, comparées aux valeurs d'évaluation aiguës et chroniques et, d'autre part, au moyen d'unités de charge écologique pour l'émission globale.

L'approche favorisée à l'aide de l'évaluation de la concentration dresse un bilan de la durée de tous les pics de concentration par l'intermédiaire des valeurs d'évaluation (quotient de risque). La base de données constitue quant à elle la déclaration de tous les composants et un facteur PT (persistance, toxicité). Les substances qui ne respectent pas certaines exigences en matière de dégradation et d'écotoxicité

EINLEITUNG

Durch Regen werden Schwermetalle, Biozide und andere Chemikalien von Gebäuden ausgewaschen [1-3]. Bekannt sind Stoffemissionen von Metallflächen, aus Dachabdeckungen, Fassadenbeschichtungen und Holzschutzmitteln [4-7]. Massgebliche Einflussfaktoren auf die Auswaschmengen sind die Stoff- und Materialeigenschaften sowie die Witterung. Untersuchungen im Labor oder im Feld zeigen, dass die Stofffreisetzung aus Bauprodukten bei Regenwetter in der Regel über die Zeit abnimmt.

Die regenbedingten Stoffemissionen gelangen über versickertes Niederschlagswasser, Versickerungsanlagen, Mischwasserentlastung oder Direkteinleitung via Trennkanalisation in Boden sowie Gewässer [8-12]. Da die Auswaschung mit Regenereignissen korreliert, zeigen sich im Siedlungsgebiet während und kurz nach Regenereignissen ausgeprägte Schadstoffspitzen in Fliessgewässern. Die Stossbelastungen betreffen meistens urban geprägte, kleine Gewässer.

Solche Stofffreisetzungen und Einträge in die Umwelt sind im Rahmen von Verordnungen zu beurteilen. Beispielsweise verlangt die Biozidprodukteverordnung (VBP), die Umweltrisiken bei der Zulassung von Biozidprodukten abzuschätzen und mög-

* Kontakt: michael.burkhardt@ost.ch

liche Strategien zur Vermeidung oder Minimierung herzuleiten. Die Bauproduktenverordnung (Bauproduktenverordnung VO [EU]Nr. 305/2011) wiederum legt als dritte Grundanforderung fest, dass Stoffemissionen über den Lebenszyklus die Umwelt nicht übermässig belasten dürfen. Für die Bestimmung möglicher Emissionen sind zwar Labortests definiert worden, bis heute müssen aber Bauprodukte nicht auf die Auslaugung untersucht werden, sodass die Umweltauswirkung höchstens freiwillig durch einige wenige Hersteller ausgewiesen wird.

Für Anwender und Gebäudelabels bedeutet das Informationsdefizit, dass die

mögliche Belastung nicht erkannt bzw. berücksichtigt werden kann. Heutige Gebäude können folglich in Bezug auf die Umwelteinflüsse von Emissionen in Gewässer nicht beurteilt werden. Zudem geht die Freisetzung von Stoffen in die Umwelt mit einem Verlust an Funktionalität einher, wodurch die Lebensdauer der Bauprodukte beeinflusst wird. Für Hersteller, Verbraucher und Gebäudelabels sollten daher Stoffemissionen von besonderem Interesse für die Nutzungsphase sein.

Gemäss VSA-Richtlinie zur Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter [13] soll die potenzielle Belastung anhand von drei Belastungsklassen abgeschätzt

werden: gering, mittel und hoch. Um die Bauprodukte für Dach und Fassaden den Klassen zuzuordnen, fehlen aber auch hierfür die erforderlichen Auswaschdaten.

In einer Studie im Auftrag der Hochbauämter von Stadt und Kanton Zürich und des Bundesamts für Umwelt (BAFU) wurden die Auswirkungen von Schadstoffemissionen während der Nutzungsphase von Baustoffen auf die Ökobilanz untersucht [14]. Die Studie hat gezeigt, dass die Auslaugung von Schwermetallen, Bioziden und weiteren Additiven für die Umwelteinwirkungen von Bauprodukten - und damit die Ökobilanz - relevant sein kann, wobei sich die Produkte wiederum deutlich voneinander unterscheiden können.

Das eco-Produktlabel des Vereins eco-bau zeichnet Produkte aufgrund ihrer ökologischen Merkmale aus. Produkte erhalten eine Einstufung in eine von drei Klassen: eco-1, eco-2 oder eco-basis, wobei eco-1 für die umweltfreundlichsten Produkte steht.

Bisher wurde in der Methodik von eco-bau die Nutzungsphase über das Vorhandensein von umwelt- und gesundheitsrelevanten Stoffen oder Bioziden zum Filmschutz bewertet [15]. Es handelt sich dabei um Inhaltstoffe, die im ausgehärteten Produkt nicht chemisch gebunden und mit einem H-Satz gekennzeichnet sind. Effektive Stofffreisetzungen ins Regenwasser waren bisher nicht Gegenstand der Bewertung.

BEWERTUNGSMETHODIK FÜR BAUPRODUKTE

Zwei mögliche Ansätze zur Bewertung von Stoffemissionen aus Bauprodukten in Oberflächengewässer über die Nutzungsphase wurden erarbeitet, um diese in eine ökologische Bewertungsmethodik zu integrieren, entweder als eigenständige Methodik zur Produktkennzeichnung oder um die Emissionen in Ökobilanzen zu verwenden. Der erste Ansatz bewertet Konzentrationen im Gewässer anhand von ökotoxikologischen Richtwerten, der zweite die Emissionen mit Umweltbelastungspunkten gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [16]. Beide Methoden wurden anhand von Auswaschtests und Modellierungen für Dichtungsbahnen (horizontale Bauteile) und Aussenputze (vertikale Bauteile) entwickelt und geprüft.

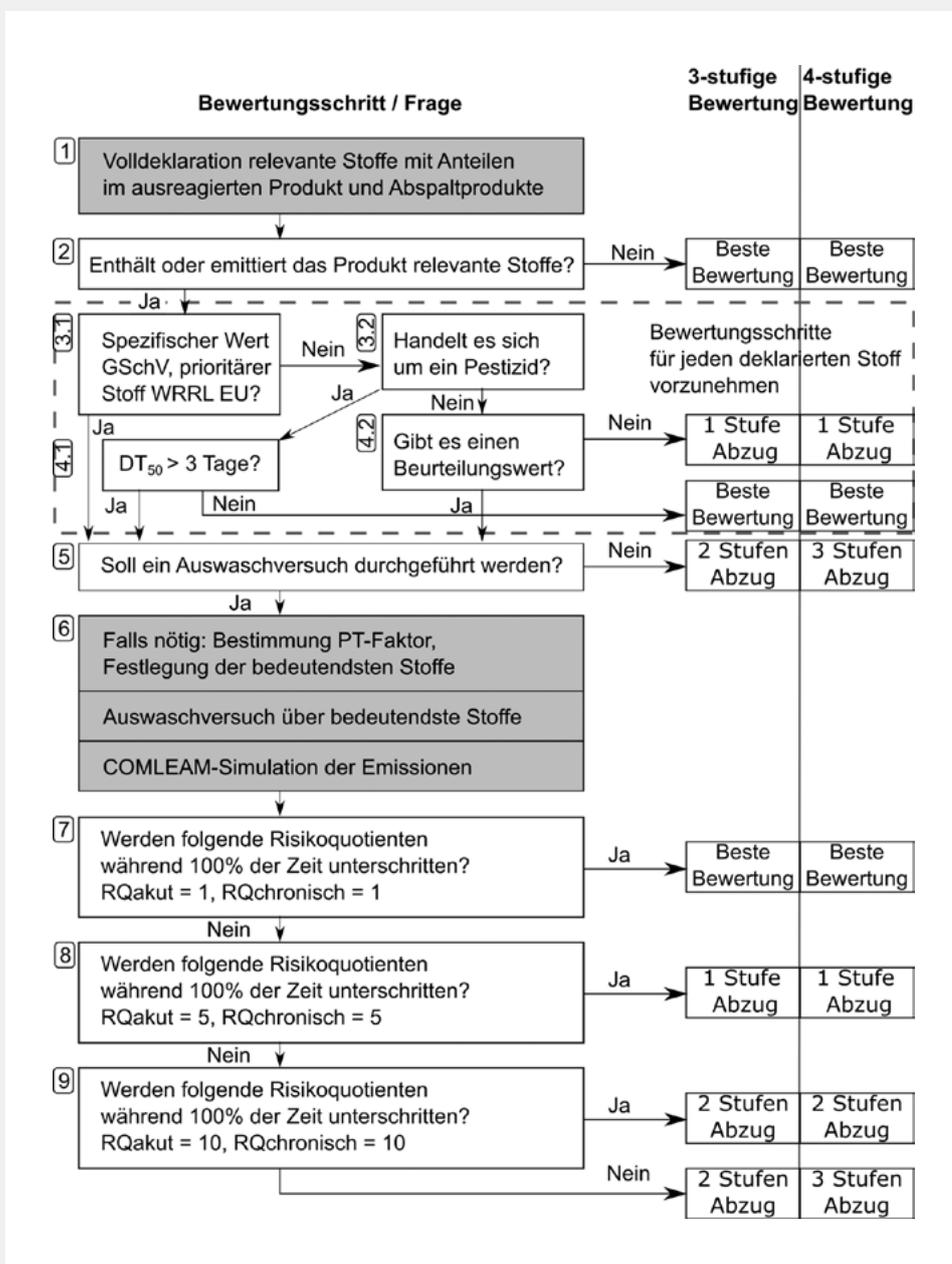


Fig. 1 Schrittweiser Ablauf der emissionsbasierten Bauproduktbewertung: von der Inhaltsstoffdeklaration bis zur Risikobewertung.

Dem Verbraucher sollen damit emissionsorientierte Produktinformationen in aggregierter Form bereitgestellt werden, die in drei oder vier Klassen münden. Die drei Klassen sind korrespondierend sowohl mit den eco-bau-Beurteilungsstufen eco-1, eco-2, eco-basis als auch mit den Belastungsklassen gering, mittel und hoch gemäss VSA-Richtlinie zur Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter [13].

Nachfolgend wird nur der erste Ansatz vorgestellt, weil dieser im Februar 2021 von eco-bau für Dichtungsbahnen und Putze eingeführt wurde. Er beruht auf einer Abfolge von klassierungsrelevanten Schritten. Dieses «Rezeptbuch» gliedert sich in vier wesentliche Vorgehensweisen (Fig. 1):

A) BEURTEILUNG DER BAUPRODUKTEREZEPTUREN

Schritte 1-2

Falls ein Produkt keine umweltrelevanten Stoffe enthält, wird die Nutzungsphase mit der bestmöglichen Bewertung versehen. Auch Produkte, die Stoffe mit $DT_{50} < 3$ Tagen aufweisen (4.1, Fig. 1), werden in die beste Klasse eingeteilt. Dies verbindet sich mit einer geringen Belastung.

Schritte 3-4

Diese Fragen werden pro Substanz beantwortet. Produkte, die nur relevante Stoffe enthalten, für die es keinen Beurteilungswert gibt (4.2, Fig. 1), werden mit einem Abzug von einer Stufe belegt, vergleichbar mit einer mittleren Belastung.

B) LABORVERSUCHE ZUM AUSLAUGVERHALTEN

Schritt 5

Für alle Produkte mit mindestens einer Substanz mit Beurteilungswert ist die Frage zu beantworten, ob ein Auswaschversuch durchgeführt werden soll. Dies legt der Hersteller fest. Ein Verzicht auf Auswaschversuche kann sinnvoll sein, wenn nach der Festlegung der relevanten Stoffe in einem Produkt bereits klar wird, dass durch die Emissionsmodellierung (s. u.) keine bessere Bewertung als der höchstmögliche Abzug zu erwarten ist.

C) MODELLIERUNG DER STOFFEMISSION

Schritt 6

Falls ein Auswaschversuch durchgeführt wird, erfolgt eine Modellierung der Emissionen über fünf Jahre Nutzungsdauer mit der Software COMLEAM (s. Box S. 60). Die Bewertung erfolgt dann gemäss den Schritten 7-9 (Fig. 1).

D) RISIKOBEWERTUNG FÜR GEWÄSSER

Schritte 7-9

Die Einstufung in Klassen erfolgt anhand von Risikoquotienten RQ, die anschliessende Bewertung mit drei Klassengrenzwerten:

RQ = 1 für Bewertungsstufe 1

RQ = 5 für Bewertungsstufe 2

RQ = 10 für Bewertungsstufe 3

Das Produkt muss den Grenzwert während 100% der Zeit unterschreiten, damit die zugehörige Bewertungsstufe erreicht ist. Da

die Grenzwerte auf Prozent genau gerundet werden, ergibt sich eine maximal zulässige Überschreitung von wenigen Tagen in Bewertungsstufe 1.

Die grundsätzliche Vorgehensweise wird nachfolgend anhand konkreter Produktbeispiele erläutert. Insgesamt wurden 26 Bauprodukte, die überwiegend auf dem Schweizer Markt vertreten sind, untersucht, davon 15 Dichtungsbahnen, zehn Aussenputze und eine Farbe.

Das Vorgehen und alle Resultate sind im Schlussbericht «Entwicklung einer emissionsbasierten Bauproduktbewertung – Anwendung des Konzepts für Dachbahnen und Fassadenputze» dargestellt [17]. Für die Anwendung in der eco-bau-Methodik wurde der Ansatz weiter vereinfacht, da die relevanten Stoffe weitgehend bekannt sind.

A) BEURTEILUNG DER BAUPRODUKTEREZEPTUREN

VOLLDEKLARATION DER INHALTSSTOFFE

In Bauprodukten können verschiedene wassermobilisierbare Stoffe vorhanden sein, beispielsweise Biozide als Filmschutzmittel oder Durchwurzelungsschutzmittel, welche über die Nutzungsdauer am Gebäude in die Umwelt gelangen. Deshalb beginnt der Bewertungsprozess für ein Produkt mit der Deklaration aller Inhaltsstoffe und Abspaltprodukte durch den Hersteller (Volldeklaration), um einen Überblick zu den potenziell problematischen Stoffen und deren Einsatzmengen zu erhalten (Fig. 1).

Diese Deklaration wird der Stelle eingereicht, welche die Prüfung durchführt. Dort werden die Bewertungsschritte für jeden der identifizierten relevanten Stoffe gemäss dem Ablaufschema im gestrichelten Rahmen (Schritte 3.1-4.2, Fig. 1) vorgenommen. Beizuziehen sind die substanzspezifische Ökotoxizität, Persistenz und ein Qualitätskriterium oder Beurteilungswert s. u.

PT-FAKTOR FÜR UMWELTRELEVANTE STOFFE

Da mehrere Stoffe zu gewässergefährdenden Emissionen führen können, müssten theoretisch alle separat bewertet werden. Für eine Produktprüfung im Rahmen des ökologischen Produktzertifikats muss aber der Aufwand auf ein vertretbares Ausmass reduziert werden, sodass auf die relevantesten Stoffe fokussiert wird. Daher werden alle Inhaltsstoffe mit einem eigens entwickelten «Persistenz-Toxizität»-Faktor (PT-Faktor) priorisiert (Schritte 2-5, Fig. 1), der sich wie folgt berechnet:

$$PT - \text{Faktor} = \frac{M \times DT_{50}}{QK}$$

M: Applizierte Menge des umweltrelevanten Bestandteils [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]

DT_{50} : Halbwertszeit [Tage]

QK: Qualitätskriterium, Beurteilungswert [$\mu\text{g}/\text{l}$]

Dieser Faktor dient zur Auswahl der Stoffe, die für die Umwelteinwirkung die grösste Relevanz erwarten lassen. Elementare Bestandteile wie Schwermetalle werden nicht mit dem PT-Faktor bewertet und sind stets zu analysieren.

Die Halbwertszeit (DT_{50}) beschreibt die Anzahl Tage, bis ein organischer Stoff zur Hälfte abgebaut ist. Da in der vorliegenden Untersuchung Emissionen in Gewässer betrachtet werden, ist der DT_{50} im Gewässer relevant (Gewässer-Sediment).

Beim Qualitätskriterium handelt es sich um die Stoffkonzentration in der Umwelt, die gemäss Gesetzgebung oder Empfehlung nicht überschritten werden sollte. Je geringer das Qualitätskriterium, desto toxischer ist ein Bestandteil in der Umwelt und desto grösser ist der entsprechende PT-Faktor. In der Erarbeitung des PT-Faktors wurden verschiedene Werte berücksichtigt, einerseits Kriterien des Ökotoxizentrums (CQK: chronisches Qualitätskriterium, AQK: akutes Qualitätskriterium) und andererseits PNEC (*Predicted No Effect Concentration*).

Die PT-Faktoren der Substanzen werden summiert. Die Stoffe mit den grössten Anteilen am PT-Faktor werden für die Laboruntersuchung ausgewählt. Für eine Produktbewertung reicht es aus, nur die Stoffe mit den grössten Anteilen an der Summe der PT-Faktoren zu berücksichtigen, bis 90% der Gesamtwirkung erreicht sind. Die Stoffe werden dabei in der Reihenfolge abnehmender Anteile berücksichtigt. Für Produkte mit mehreren Bioziden sollen mindestens zwei Wirkstoffe beigezogen werden.

In den beispielhaft untersuchten Aussenputzen waren zwei Wirkstoffe, Diuron und Carbendazim, relevant. Dabei überwog der Anteil von Diuron an der Summe der PT-Faktoren deutlich. Auch unter Berücksichtigung der kurzen Halbwertszeiten der Isothiazolinone und der PNEC haben Diuron und Carbendazim die grössten Anteile an der Summe der PT-Faktoren. Die Auswertung zeigte, dass jeweils eine oder zwei Substanzen mehr als 90% der Gesamtwirkung ausmachen.

B) LABORVERSUCHE ZUM AUSLAUGVERHALTEN

VORGEHEN BEI BAUPRODUKTEN

Das Auslaugverhalten von Putzen und Farben wird im sogenannten Immersionstest über neun Zyklen bestimmt (EN 16105:2011) und von Dachbahnen in der horizontalen dynamischen Oberflächenauslaugprüfung über acht Zyklen (CEN/TS 16637-2, DSLT). Mit diesen standardisierten Labortests lässt sich die Auslaugung aus Bauprodukten vergleichend quantifizieren. In Feldstudien beeinflusst der Witterungsverlauf die Freisetzungsdynamik, wodurch Zufälligkeiten wie Einstrahlung, Niederschlagsverteilung usw. einen unmittelbaren Produktvergleich untereinander limitieren.

Zu den exemplarisch untersuchten Produkten gehören zehn Putze, davon sechs mit Kunstharzbindemittel, vier mit vorwiegend mineralischem Bindemittel und eine Silikonharzfarbe. Filmschützende Biozide (> 500 ppm) sollen das Produkt während der Nutzung vor Algen- und Pilzbefall schützen. Diese Biozide waren verkapselt eingesetzt, um durch verzögerte Freisetzung den Langzeitschutz zu verbessern. Topfkonserverier, wie die Isothiazolinone MIT und BIT, werden nicht verkapselt und in deutlich geringeren Konzentrationen (<100 ppm) eingesetzt. Sie sollen das Produkt während der Lagerung vor Befall durch Mikroorganismen schützen.

Die 15 Dachbahnen für Flachdächer umfassen acht Bitumen-, drei EPDM-, drei FPO- und eine PVC-Bahn. Anders als bei biozidhaltigen Beschichtungen sind Sicherheitsdatenblätter für Dachbahnen

chemikalienrechtlich nicht vorgesehen, weil sie als Erzeugnisse gelten. Für enthaltene umweltrelevante Stoffe (z. B. chemische Wurzelschutzmittel) sind daher Informationen der Hersteller besonders wichtig. Präsentiert werden hier nur die Resultate für Bitumen- sowie EPDM-Bahnen.

Für die Studie wurde keine Auswahl der Substanzen vorgenommen, da ein möglichst umfassendes Bild über die Produktemissionen angestrebt wurde. Die Eluate der Aussenputze, Farbe und Dachbahnen wurden auf 14 organische Wirkstoffe (Pflanzenschutzmittel, Biozide) mit einer Bestimmungsgrenze von je 0,025 µg/l (LC-HRMS) analysiert. Bei den EPDM-Bahnen wurden 15 Metalle mit Bestimmungsgrenzen von ca. 1,0 µg/l (ICP-MS), bei den Putzen fünf Schwermetalle (Cr, Cu, Ni, V, Zn) und bei den Bitumenbahnen keine Metalle analysiert, da Bitumenbahnen Metalle nicht in relevanten Mengen auswaschen. Zusätzlich wurde in den Eluaten der EPDM-Bahnen das Benzothiazol (Vulkanisationsbeschleuniger) quantifiziert.

RESULTATE FÜR PUTZE UND FARBEN

Die Ergebnisse der Auswaschversuche sind als kumulierte Emissionen dargestellt (Fig. 2). Die Steigung weist darauf hin, wie schnell der Wirkstoff aus dem jeweiligen Produkt freigesetzt wird. Details zu den Produktauswaschungen sind im Schlussbericht enthalten [17].

In allen Eluaten der polymervergüteten Aussenputze sind Diuron und OIT, in vier Produkten auch Carbendazim, nachweisbar (Fig. 2). Die Diuron-Emissionen der sechs Produkte streuen um einen

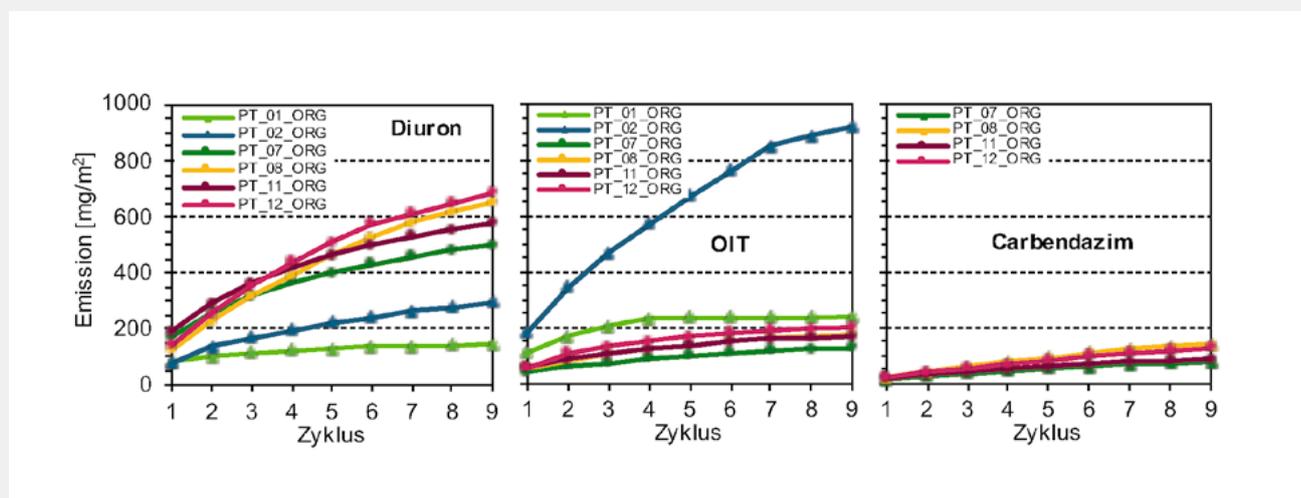


Fig. 2 Kumulierte Emissionen von Diuron (links), OIT (mittig) und Carbendazim (rechts) aus organischen Aussenputzen im Immersionstest.

▲ = verkapselt; ● = nicht verkapselt

Faktor 3, während sich die OIT-Emissionen – mit Ausnahme eines Produkts – in einem engeren Band bewegen.

Mit zunehmender Einsatzkonzentration nimmt tendenziell die kumulierte Emission zu, aber die Korrelation ist nicht immer eindeutig. Zwei Produkte mit den geringsten verkapselten Diuroneinsatzmengen (*PT_01_ORG*, *PT_02_ORG*) emittieren am wenigsten, hingegen zwei andere Produkte mit nur durchschnittliche Einsatzmengen (*PT_08_ORG*, *PT_12_ORG*) am meisten. Auch für Carbendazim resultieren die höchsten Emissionen aus *PT_08_ORG* und *PT_12_ORG*, obwohl die Einsatzkonzentrationen geringer sind als in den Produkten *PT_07_ORG* und *PT_11_ORG*. Insgesamt liegen in den vier Produkten die Einsatzkonzentrationen von Carbendazim nur halb so hoch wie von Diuron.

Daraus lässt sich schliessen, dass die Gesamt Rezeptur die Freisetzung massgeblich beeinflusst und nicht allein die Stoffeigenschaften (Wasserlöslichkeit, K_{ow}) oder die eingesetzte Menge entscheidend sind. Erst eine auswaschoptimierte Rezeptur durch den Einsatz verkapselter Wirkstoffe, migrationshemmender Bindemittel und richtig eingestellter Pigment-Volumen-Konzentration (PVK) reduziert signifikant die Stoffemissionen, sodass die Belastung im Wasser geringer ausfällt. Diese Produkteigenschaft ist von zentraler Bedeutung für die effektive Gewässerbelastung, die Dauerhaftigkeit der Schutzwirkung (Funktionalität) und kann durch das neue Bewertungskonzept Anwendern zugänglich gemacht werden. Bemerkenswert ist bei der Farbe, dass Isoproturon rund achtmal stärker freigesetzt wird als Terbutryn, obwohl die Einsatzmenge nur doppelt so hoch ist. Wesent-

lich ist hierbei der erste Zyklus, in dem fast 20% der Terbutryn-, aber rund 50% der Isoproturonemission emittieren. Das deklarierte IPBC wurde in den Eluaten nachgewiesen, jedoch mit deutlich geringeren Konzentrationen.

Die Emissionen der filmschützenden Biozide aus der Farbe sind im Vergleich mit Putzen geringer. Dies liegt zum einen daran, dass z.B. die Einsatzkonzentration von Terbutryn in der Farbe geringer ist als von Diuron in den Putzen. Zum anderen beträgt der Flächenauftrag der Farbe (0,3 kg/m² pro Anstrich) nur rund ein Zehntel vom Putz (3,5 kg/m²). Wird hingegen die relative Freisetzung betrachtet, eluieren die Biozide aus der Farbe deutlich stärker. Für die Umweltbewertung ist aber nur die absolute Freisetzung pro Flächeneinheit relevant.

In allen pastösen Produkten werden die deklarierten Topfkonservierer nachgewiesen. Im ersten Zyklus gelangen zwischen 20 bis 60% vom BIT und 20 bis 80% vom MIT in die Eluate. Die schnelle Auswaschung zeigt, dass diese Stoffe über die Lebensdauer eines Produkts keine umweltrelevante Rolle spielen. Da Isothiazolinone im Gewässer schnell abbauen ($DT_{50} < 3$ Tage), werden Isothiazolinone und IPBC gegenüber den in Gewässern schlecht abbaubaren Bioziden Diuron, Terbutryn und Isoproturon nicht als prioritär betrachtet.

In den mineralischen Produkten (Sackware) waren wie erwartet keine Biozide nachweisbar. Der Filmschutz erfolgt allein durch den hochalkalischen pH-Wert. Von den fünf analysierten Schwermetallen kommt nur Zink vor, jedoch in sehr geringen Mengen von maximal 4 mg/m² (*PT_13_MIN*). In zusätzlichen

Analysen zeigte sich, dass diese Putze auch keine auffälligen Schwermetallgehalte aufweisen. Deshalb sind die Emissionen aus den untersuchten mineralischen Putzen im Vergleich zu den organischen Bioziden und den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung als gering einzustufen.

RESULTATE FÜR DICHTUNGSBAHNEN

In den acht untersuchten wurzelfesten Bitumenbahnen wurden in fünf Produkten Mecoprop (MCCP) und in drei Bahnen MCPA nachgewiesen. MCPA wird in Deutschland bereits als Substitut für MCCP eingesetzt, die Ökotoxizität von MCPA ist jedoch höher als von MCCP. Durch die Berücksichtigung sollte ein Hinweis auf eine mögliche Marktveränderung in der Schweiz erarbeitet werden.

Die MCCP-Emissionen unterscheiden sich um mehr als einen Faktor 200 (Fig. 3). Am meisten emittierte die Bitumenbahn *DB_22_BIT* mit rund 130 mg/m². Das Produkt enthält den Glykolester, formuliert als *Preventol B2®*, ist aber seit ca. 2010 nicht mehr auf dem Schweizer Markt erhältlich. Dagegen liegt die Auswaschung von MCCP aus dem Ethylhexylester, der heute eingesetzt wird, rund 10- bis 20-mal niedriger. Die Bitumenbahn mit der geringsten Emission von 0,5 mg/m² (*DB_13_BIT*) wurde als auswaschreduziertes Produkt entwickelt und wird entsprechend vermarktet.

Die kumulierten MCPA-Emissionen streuen um einen Faktor 5 (Fig. 3). Die geringste Emission von 20 mg/m² MCPA trat in einer Bahn auf, die nicht als wurzelfest gekennzeichnet war (*DB_01_BIT*).

Die drei EPDM-Bahnen weisen wie die Bitumenbahnen deutliche Unterschiede in

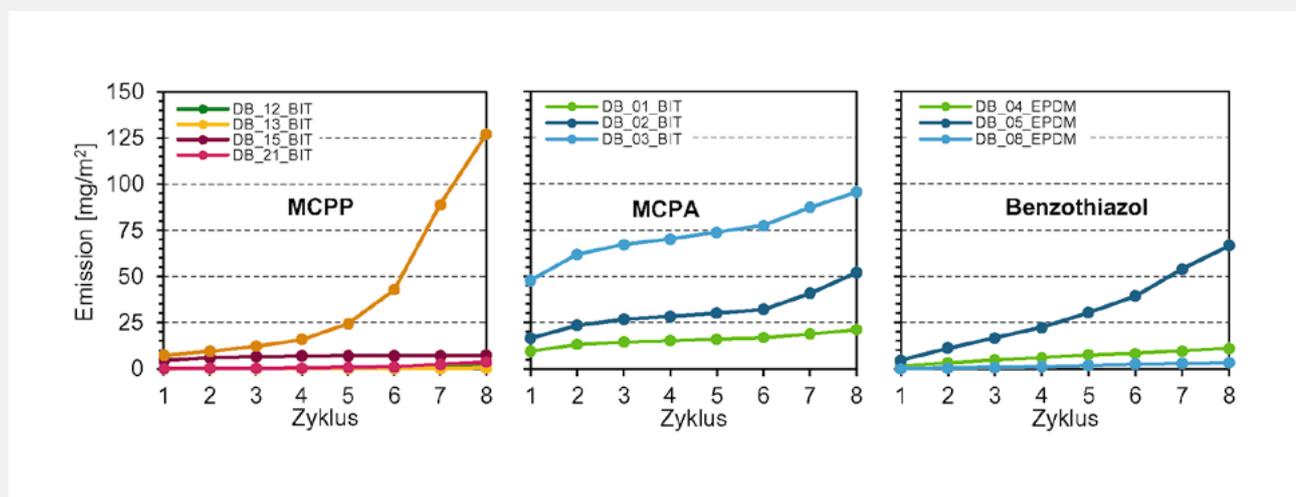


Fig. 3 Kumulierte Emissionen von MCPA (links) und MCCP mittig) für acht Bitumenbahnen und Benzothiazol aus drei EPDM-Bahnen (rechts).

den Emissionen auf: bei Benzothiazol ein Faktor 20 (Fig. 3), bei Zink sogar ein Faktor 60 (nicht gezeigt). Eine geringere Zinkfracht korreliert mit einer höheren Benzothiazolfracht. Weiterhin beeinflusst der Vernetzungsgrad die Auslaugung. Eine teilvernetzte EPDM-Bahn setzt weniger Zink und Benzothiazol frei als vollvernetzte.

C) MODELLIERUNG DER STOFFEMISSION

Die Modellierung mit der Software *COMLEAM* ermöglicht es, anhand der produktspezifischen kumulierten Emissionen aus Laborversuchen (Immersionstest, DSLT) das mögliche Belastungsrisiko durch Stoffe im Gewässer abzuschätzen (Box 1). Mit den Labordaten wird eine spezifische Emissionsfunktion mittels nichtlinearer Regression parametrisiert, wobei für organische Stoffe (z. B. Biozide) die logarithmische Funktion meistens die beste Voraussagegüte zeigt [18].

Das entwickelte Emissionsszenario für die Extrapolation der Daten basiert auf einem Gebäude mit Entwässerung in ein Oberflächengewässer. Mehrere Einzugsgebiete wurden analysiert, um die Modellparameter wie spezifische Geometrie-, Wetter- und Umgebungsdaten herzuleiten (Tab. 1). Simuliert wird über einen Zeitraum von fünf Jahren, da über diese Zeitspanne bei allen Bauprodukten in der realen Anwendung die höchsten Emissionen auftreten.

Parameter	Wert	Einheit
Betrachteter Zeitraum	5	Jahre
Wetterdaten von MeteoSchweiz Station Kloten	ZH	-
Länge Einzelgebäude	17,5	m
Breite Einzelgebäude	7,5	m
Höhe Fassade Einzelgebäude	10	m
Dachfläche (mit 0,5m Dachüberstand):	145	m ²
Zusätzliche versiegelte Fläche pro Gebäude	400	m ²
Anteil Direktabfluss pro Gebäude	20	%
Anzahl Gebäude im EZG	1000	-
Abflussanteil am Gewässer pro Gebäude	5	l/s

Tab. 1 Zusammenfassung der gewählten Parameter für das bestmögliche Emissionsszenario in der Bauproduktbewertung.

Die Wetterdaten von Zürich-Kloten (MeteoSchweiz) wurden für die Zeitspanne vom 1.1.2001 bis 1.1.2006 in der Modellierung verwendet. Das festgelegte Startjahr weist eine hohe Niederschlagsmenge auf, sodass die Anfangsauswaschung nicht unterschätzt wird aufgrund ausbleibenden Niederschlags.

Die Geometrie wurde von einem existierenden Gebäudemodell hergeleitet, das in der Biozidzulassung etabliert ist. Das gängige Gebäude weist die Masse 17,5 m Länge, 7,5 m Breite und 2,5 m Höhe auf. Als Referenzhaus für eine urbane Siedlung ist ein einstöckiges Gebäude nicht repräsentativ, sodass es auf vier Stockwerke mit 10 m Höhe vergrössert wurde. Die Dachfläche von 145 m² (Grundfläche zzgl. 0,5 m Dachüberstand) wurde beibehalten und als Flachdach definiert. Die beiden längeren Fassaden sind nach Westen respektive Osten ausgerichtet. Die Hauptwindrichtung in Mitteleuropa ist West, sodass an die grössere Fassadenfläche der Schlagregen gelangt und die damit verbundene Freisetzung konservativ definiert ist.

COMLEAM

Die Software *COMLEAM* (*Construction Material Leaching Model*), entwickelt von der OST Ostschweizer Fachhochschule, zur dynamischen Modellierung der Stoffauswaschung aus Bauprodukten, kann den zeitlichen Verlauf des Stoffaustrags aus Fassaden, Dächern, Gebäuden oder Siedlungen abschätzen. Sie ermöglicht die Vorhersage von Stoffkonzentrationen im abfliessenden Niederschlagswasser und in Gewässern. Abgeschlossene Simulationen werden automatisiert in einen standardisierten Bericht (pdf-Format) und in einer Datei (.csv-Format) bereitgestellt. Die Eignung von *COMLEAM* für die Expositionsanalyse wurde in verschiedenen Anwendungen aufgezeigt. Die Software ist frei verfügbar unter: www.comleam.ch

Box 1

Für die Fassaden beträgt der Abflussbeiwert 0,7, hergeleitet aus Feldmessungen [3], der Wasseraufnahme, -abprall und Verdunstung abdeckt. Für das Dach wurde ein Abflussbeiwert von 1,0 gewählt, womit der Niederschlag vollständig abfließt. Geprüft wurde auch ein Abflussbeiwert von 0,7, der ein begrüntes Dach widerspiegelt. Die Ergebnisse zeigten jedoch nur geringe Unterschiede bei den Auswaschkonzentrationen, weshalb der grössere Abflussbeiwert gewählt wurde (Vorsorgegedanke).

Zusätzlich wurde eine Verdünnungsfläche festgelegt, die versiegelte Flächen im urbanen Raum repräsentiert. Die versiegelte Flächengrösse pro Gebäude wurde aus der Arealstatistik Bodenbedeckung des Bundes gemäss Klassierung NOLC04 abgeleitet [19]. Bezogen auf den Grundriss des Gebäudes ergeben sich rund 400 m² versiegelte Fläche, entsprechend pro m² Grundfläche 3 m² versiegelte Fläche bzw. ein Hausumschwung mit 5,5 m Abstand vom Gebäude.

Bewertet wird der kritischste Eintragspfad für Gewässer, die Direkteinleitung. Hierbei bleiben Abbau und weitere Stoffretardation unberücksichtigt (Worst Case). Für die Festlegung der Gewässergrösse wurde aus allen Gewässern der Schweiz mit Pegelstation eines mit hohem Anteil von urbaner Nutzung im Einzugsgebiet ermittelt. Es stellte sich heraus, dass der Strackbach mit dem Einzugsgebiet Gerlafingen dies erfüllt. Die erhobenen Kennzahlen wurden auf 1000 Gebäude und 1000 l/s Abfluss gerundet. Um die Gesamtemissionen aus dem Einzugsgebiet auf ein einzelnes Gebäude umzurechnen, wurde die Annahme getroffen, dass jedem Einzelgebäude ein gewisser Anteil am Abfluss zusteht. Gemäss (SVGW, 2012) wird Niederschlagswasser in der Siedlungsentwässerung zu 30% getrennt abgeleitet, davon ca. 10% via Versickerung und 20% via Direkteinleitung in Gewässer. Dieser Anteil des gesamten Niederschlagsabflusses wurde für das Szenario festgelegt. Unter Berücksichtigung von 20% Direkteinleitung pro Gebäude resultiert folgende Gewässergrösse pro Gebäude:

$$\frac{\text{Gewässergrösse}}{\text{Gebäudezahl} \times \text{Anteil Direkteinleitung}} = \frac{1000 \frac{\text{L}}{\text{s}}}{1000 \times 0.2} = 5 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Wird dieser Abfluss pro Gebäude nicht übermässig belastet, resultiert auch für das Einzugsgebiet keine übermässige Gewässerbelastung.

D) RISIKOBEWERTUNG FÜR GEWÄSSER

Zur Beurteilung der Gewässerbelastung wird ein Risikoquotient (RQ) ermittelt, der auf dem Konzept der Mischungstoxizität basiert [20]. Dafür wird zunächst der stoffspezifische Konzentrationsverlauf aus der Emissionsmodellierung über 3,5 Tage (Beurteilung mit dem akuten Beurteilungswert) bzw. 14 Tage (Beurteilung mit dem chronischen Beurteilungswert) gemittelt und nachher der RQ_{akut} bzw. $RQ_{\text{chronisch}}$ aus Gewässerkonzentration und Beurteilungswert bestimmt. Die Zeitreihen mit RQ_{akut} und $RQ_{\text{chronisch}}$ werden über alle Substanzen eines Bauprodukts summiert.

$$RQ_{\text{akut}} = \sum_i \frac{\text{Konzentration 3.5 - Tagesmittel}_{\text{Substanz } i}}{\text{akuter Beurteilungswert}_{\text{Substanz } i}}$$

$$RQ_{\text{chronisch}} = \sum_i \frac{\text{Konzentration 14 - Tagesmittel}_{\text{Substanz } i}}{\text{chronischer Beurteilungswert}_{\text{Substanz } i}}$$

Für die Beurteilungswerte stehen mehrere Referenzen zur Verfügung, die in nachfolgender Reihenfolge beigezogen werden:

- Stoffspezifische numerische Anforderungen in Anhang 2 der Schweizer Gewässerschutzverordnung
- Qualitätskriterien des Ökotoxizentrums in der jeweils gültigen Fassung und allgemeine numerische Anforderung in Anhang 2 der Schweizer Gewässerschutzverordnung. Wenn es sich um ein Pestizid handelt und der vorhergesagte akute oder chronische Beurteilungswert grösser als $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ ist, wird der Anforderungswert von $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ der Schweizer Gewässerschutzverordnung beigezogen

- Allgemeine Anforderungen an Industrieabwässer für die Einleitung in Gewässer in Anhang 3.2 der Schweizer Gewässerschutzverordnung geteilt durch einen Faktor 200
- PNEC gemäss REACH-Zulassungsdossier der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA)

Für die Beurteilung von Produkten werden die RQ der Mischungstoxizität verglichen mit Klassengrenzwerten. Der tiefste Wert beträgt 1 und der grösste 10. Damit ein Klassengrenzwert eingehalten ist, dürfen diesen weder RQ_{akut} noch $RQ_{\text{chronisch}}$ während der Simulationsdauer überschreiten. Für die Beurteilung wird der Anteil der Zeit berechnet, in welcher der RQ überschritten ist. Dies geschieht mit einer Genauigkeit von einem Prozent. Wenn der zeitliche Anteil der Überschreitung $< 0,5\%$ (9 Tage in 5 Jahren) beträgt, gilt das Kriterium als eingehalten. Falls ein Produkt mehrere relevante Stoffe emittiert, müssen die Konzentrationen der Einzelstoffe kleiner als das jeweilige Qualitätskriterium sein, damit der RQ für die Mischtoxizität < 1 wird.

Ein Produkt mit $RQ < 1$ (=Klassengrenzwert) für die Mischungstoxizität wird deshalb als gut bewertet, weil damit der Beurteilungswert für das Gewässer eingehalten wird. Hingegen ist eine Schädigung von Wasserorganismen bei $RQ > 5$ möglich (= mittlere Belastung), bei $RQ > 10$ sogar wahrscheinlich (hohe Belastung).

Die Diuron-Spitzen RQ_{akut} und $RQ_{\text{chronisch}}$ für einen Putz (*PT_01_ORG*) zeigen, dass die Belastungen während eines grossen Teils der Simulationsdauer über den Beurteilungswerten von $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ bzw. $0,07 \mu\text{g}/\text{l}$ liegen (Fig. 4). Die Belastungen sind in einem Bereich, der eine Schädigung von Wasserorganismen als wahrscheinlich erscheinen lässt (mittlere bis hohe Belastung).

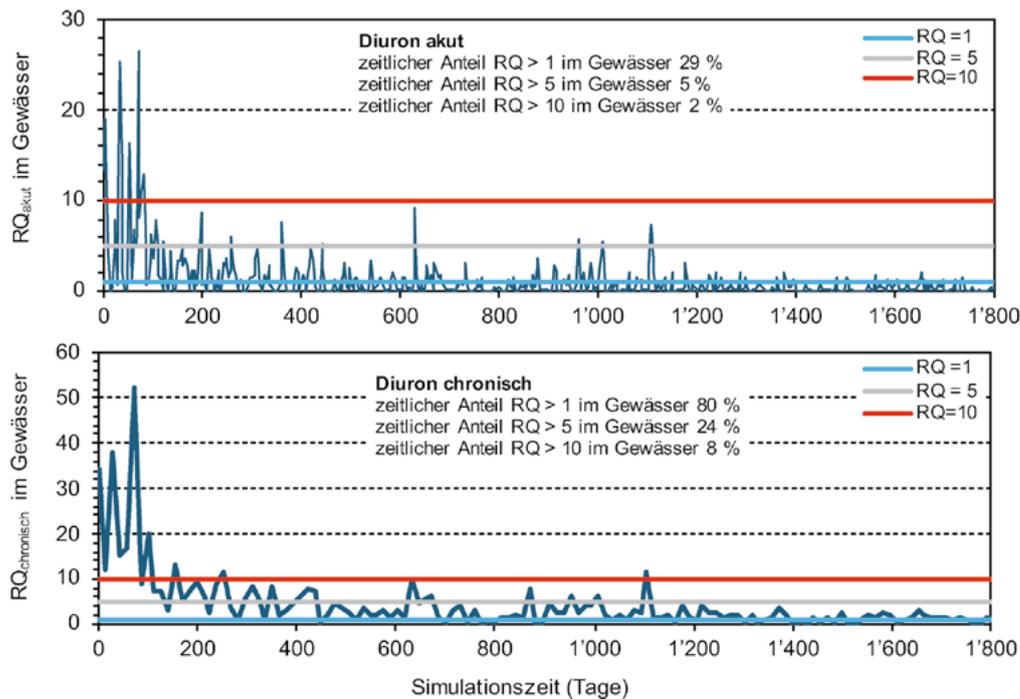


Fig. 4 Verlauf von RQ_{akut} und $RQ_{\text{chronisch}}$ im Gewässer für Diuron aus einem Putz (*PT_01_ORG*) über eine Simulationszeit von fünf Jahren.

Ein Vergleich des Kurvenverlaufs von RQ_{akut} für zwei verschiedene MCPP-haltige Bitumenbahnen mit der höchsten und der geringsten Emission im Labortest zeigt eine deutliche Differenzierung zwischen den Produkten. Die Dachbahn *DB_13_BIT* hält den Beurteilungswert ($0,1 \mu\text{g/l}$ MCPP) über die gesamte Simulationsdauer ein (geringe Belastung), während das Produkt *DB_22_BIT* weit darü-

ber liegt (Fig. 5; hohe Belastung). Für den Vergleich der 14-Tages-Mittel ergibt sich dasselbe Bild.

Eine EPDM-Bahn wurde stellvertretend für diese Produktkategorie bewertet. Das Produkt emittiert Zink und Benzothiazol, beides Stoffe mit festgelegten Beurteilungswerten. Wie Fig. 6 zeigt, liegt die Mischungstoxizität RQ_{akut} nur zu Beginn über dem Klassengrenzwerten. Zink wird

mit der Anforderung von $20 \mu\text{g/l}$ Zink total und $5 \mu\text{g/l}$ Zink gelöst aus der GSchV beurteilt. Benzothiazol dagegen wird mit den Qualitätskriterien vom Ökotoxzentrum eingestuft, die für die akute Ökotoxizität $250 \mu\text{g/l}$ und die chronische $240 \mu\text{g/l}$ betragen. Unter Berücksichtigung der erwarteten Gewässerbelastung durch die Mischung aus Zink und Benzothiazol sowie deren Qualitätskriterien erfolgt kein

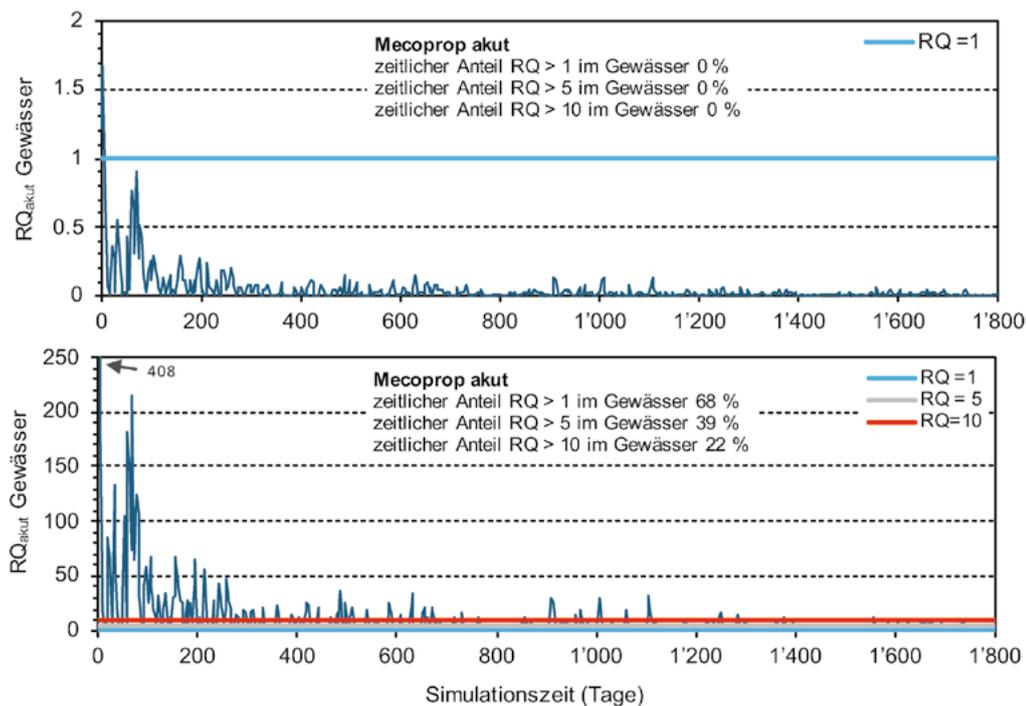


Fig. 5 Verlauf von RQ_{akut} im Gewässer für Mecoprop aus zwei Bitumenbahnen. Die Bahn mit geringer Emission (oben, *DB_13*) führt zu keinem Punktabzug (beste Klasse = geringe Gewässerbelastung) und die mit hoher Emission (unten, *DB_22*) zu zwei Stufen Abzug (tiefste Klasse = hohe Gewässerbelastung).

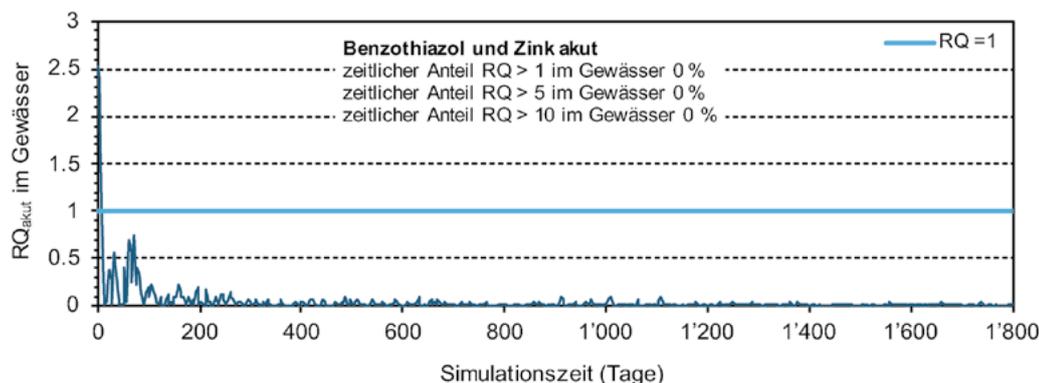


Fig. 6 Verlauf von RQ_{akut} im Gewässer für die Mischung aus Benzothiazol und Zink aus einer EPDM-Bahn (*DB_04*).

Punktabzug für das EPDM-Produkt, korrespondierend mit der VSA-Belastungsklasse «gering».

Einen besonderen Einfluss auf die Produkteinstufung haben folglich die stoffspezifischen Qualitätskriterien. So beträgt der Unterschied zwischen Mecoprop und Benzothiazol mehr als einen Faktor 1000.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Die entwickelte konzentrationsbasierte Methode bewertet die problematischen Emissionen von Bauprodukten ins Gewässer anhand von Klassengrenzwerten und ermöglicht eine plausible Differenzierung der Produkte anhand der ausgelösten Emissionen. Die Systematik schafft einen Anreiz zur Produktverbesserung, da sich auswaschreduzierte Rezepturen in der Klassierung verbessern können. Auswaschreduzierte Produkte zeichnen sich nicht nur durch geringe Belastungen aus, sondern sind nachhaltiger aufgrund der länger anhaltenden Funktionalität. Heute übliche Bewertungsmethoden aufgrund des Vorkommens von Stoffen in der Rezeptur können dies nicht abbilden.

Dies lässt sich anhand von Durchwurzelungsschutzmitteln in Bitumenbahnen nachvollziehen. Während Bitumenbahnen mit starker Auswaschung (mit Polyglykolester) in die schlechteste Klasse eingeordnet werden – diese sind jedoch seit mehr als zehn Jahren vom Schweizer Markt verschwunden –, gelangt ein auswaschreduziertes Produkt mit der geringsten MCPP-Auswaschung sogar in die beste Klasse, entsprechend eine geringe Gewässerbelastung. Im Gegensatz dazu besteht bei organischen Beschichtungen noch Spielraum für auswaschreduzierende Massnahmen. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst beim Einsatz verkapselte Biozide aus einzelnen organischen Putzen stärker als im Durchschnitt freigesetzt werden, weil nicht das gesamte Optimierungspotenzial ausgeschöpft wurde. Eine Produktbewertung, welche die Emissionen sichtbar macht und geringe Belastungen belohnt, setzt einen wirksamen Anreiz zur Verbesserung.

Die Bewertungsmethodik stellt nach aktuellem Stand des Wissens sicher, dass Produkte, die im Szenario als unkritisch bezüglich der Emissionen ins Oberflächengewässer beurteilt werden, keine kritische Belastung hervorrufen (vorsorgeorientiert). Sie ist fortschrittlich durch Berücksichtigung von Mischungstoxizitäten, konsistent mit den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung und gut kommunizierbar. Für die Produktgruppen der Bitumen- und EPDM-Bahnen und Putze ist das Konzept einsatzfähig. Daher hat eco-bau die heute übliche Bewertung von Inhaltsstoffen seit Februar 2021 mit der neuen emissionsbasierten Bewertung ergänzt.

Aus der Produktgruppe der Farben wurde nur ein Produkt untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Methodik prinzipiell auch dafür geeignet ist. Die Robustheit der Bewertung kann mit weiteren Abklärungen wie für Holzschutzmittel und beschichtete Metallflächen vertieft werden. Die Bewertung von Kunststoffdichtungsbahnen (FPO, PVC) konnte nicht in der gleichen Genauigkeit wie bei Bitumenbahnen, EPDM-Bahnen oder Putzen erfolgen, da weniger Kenntnisse zur emittierbaren Stoffvielfalt vorliegen.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Müller, A. et al. (2019): Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study. *Science of the Total Environment*, 680: 190–197

VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

AQK	Akutes Qualitätskriterium
BIT	Benzisothiazolinon
CQK	Chronisches Qualitätskriterium
DT ₅₀	Halbwertszeit
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)
FPO	flexible Polyolefine
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
IPBC	Iodocarb
LC-HRMS	Liquid Chromatography – High Resolution Mass Spectrometry
MCPP	Mecoprop
MIT	Methylisothiazolinon
OIT	Octylisothiazolinon
PNEC	Predicted No Effect Concentration
PT	Persistenz-Toxizität
PVC	Polyvinylchlorid
PVK	Pigment-Volumen-Konzentration
QK	Qualitätskriterium
RQ	Risikoquotient

DANK

Das Projekt wurde durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und das Amt für Hochbauten (AHB) Stadt Zürich gefördert. Für die fachliche Begleitung möchten wir uns bei *Michael Pöll*, AHB Stadt Zürich – Fachstelle Nachhaltiges Bauen, und *Peter Gerber*, BAFU – Sektion Konsum und Produkte, herzlich bedanken. Den Teilnehmern des Abschluss-Workshops aus Industrie, Behörden und Verbänden danken wir für die wertvollen, positiven Rückmeldungen.

- [2] *Pajjens, C. et al. (2020): Urban pathways of biocides towards surface waters during dry and wet weathers: Assessment at the Paris conurbation scale. Journal of Hazardous Materials*, 402
- [3] *Wicke, D. et al. (2021): Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt. UBA Texte, Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau*
- [4] *Burkhardt, M. et al. (2012): Leaching of Biocides from Façades under Natural Weather Conditions. Environmental Science & Technology*, 46(10):5497–5503
- [5] *Bollmann, U. et al. (2014): Dynamics of biocide emissions from buildings in a suburban stormwater catchment – Concentrations, mass loads and emission processes. Water Research* 56: 66–76
- [6] *Burkhardt, M.; Hodel, P. (2019): Abschwemmung von Metallflächen und Eintrag ins Grundwasser – Literaturrecherche und Messungen unter Berücksichtigung von drei urbanen Pestiziden. Bericht im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Umwelt (BAFU), Rapperswil*
- [7] *Burkhardt, M. et al. (2020): Niederschlagswasser von Kunststoffdachbahnen – Auslaugung von Stoffen und deren Ökotoxizität für aquatische Organismen. Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 13(8): 418–424
- [8] *Wittmer, I. et al. (2011): Loss rates of urban biocides can exceed those of agricultural pesticides. Science of the Total Environment* 409: 920–932
- [9] *Clara, M. et al. (2014): Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Österreich*
- [10] *Lange, J. et al. (2017): Urbane Regenwasserversickerung als Eintragspfad für biozide Wirkstoffe in das Grundwasser? KW Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 198–202
- [11] *Wicke, D. et al. (2017): Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins. Korrespondenz Abwasser, Abfall*, 65(5), 394–404
- [12] *Pajjens, C. et al. (2019): Biocide emissions from building materials during wet*

weather: Identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 3768–3791

- [13] VSA (2019): *Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Basismodul B*, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg
- [14] Kasser, U.; Savi, D.; Klingler, M. (2015): *Ökobilanzierung der Nutzungsphase von Baustoffen – Schlussbericht*. Zürich: Fachstelle nachhaltiges Bauen, Stadt Zürich – Baudirektion, Kanton Zürich – Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern
- [15] *eco-bau (2020): Methodik Baumaterialien eco-bau*. Hrsg. Verein eco-bau, Zürich
- [16] Frischknecht, R.; Büsler Knöpfel, S. (2013): *Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz (Umwelt-Wissen 1330) (S. 256)*. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Ökonomie und Umweltbeobachtung, Fachbereich Ökobilanzen
- [17] Burkhardt, M. et al. (2021): *Entwicklung einer emissionsbasierten Bauproduktbewertung – Anwendung des Konzepts für Dachbahnen und Fassadenputze*. Zürich: Schweizer Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Konsum und Produkte; Amt für Hochbauten der Stadt Zürich (AHB), Fachstelle Nachhaltiges Bauen
- [18] Tietje, O. et al. (2018): *Emissions- und Übertragungsfunktionen für die Modellierung der Auslagerung von Bauprodukten*. UBA-Texte, Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau
- [19] BFS (2020): *Arealstatistik Land Cover (NOLC04)*. Abgerufen 1. Oktober 2020, von [https://www.bfs.](https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/arealstatistik/nolc2004.html)

[admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/arealstatistik/nolc2004.html](https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/arealstatistik/nolc2004.html)

[20] Junghans, M.; Kunz, P.; Werner, I. (2013): *Toxizität von Mischungen*. *Aqua & Gas*, (5): 54–61

> SUITE DU RÉSUMÉ

sont examinées en profondeur dans le cadre de tests de lessivage standardisés. Sur la base des données de laboratoire, les émissions des substances critiques sont modélisées avec le logiciel Comleam (www.comleam.ch). Un modèle d'environnement pour un cours d'eau urbain a été défini pour la méthode d'évaluation, et les produits sont ensuite évalués à l'aide des émissions modélisées. La méthode a été élaborée à l'aide de quinze bandes d'étanchéité, dix crépis extérieurs et une peinture.

En raison de la qualité élevée de la prédiction et du lien étroit avec les prescriptions en matière de protection des eaux, ce concept s'avère particulièrement prometteur. L'évaluation des concentrations permet de déterminer trois classes de produits correspondant à une pollution faible, moyenne et élevée des eaux. Cette classification s'intègre d'une part dans la grille de l'association eco-bau (eco-1, eco-2, eco-basis), d'autre part, elle est identique aux exigences du VSA relatives aux classes de pollution de l'eau de pluie.

L'évaluation des produits de construction basées sur les émissions garantit que les produits jugés non critiques en matière d'émissions avec ce modèle ne provoquent pas de pollution critique des eaux (approche axée sur la prévention) et permet une différenciation plausible des produits. Cette méthode crée une incitation à améliorer les produits, car une réduction du lessivage a une influence directe sur leur classification.

Le nouveau concept d'évaluation pour les produits de construction est introduit par eco-bau sur la base de la méthode 2021 pour les crépis extérieurs et les bandes d'étanchéité exposées aux intempéries.

AQUA PILOT

Mise en œuvre intelligente des «Bonnes pratiques destinées aux distributeurs d'eau potable» selon la Directive W12



- Mise en œuvre numérique intégrale de la Directive SSIGE W12
- Outil intelligent pour l'exploitation et la maintenance
- Solution idéale pour les petits et moyens distributeurs d'eau
- Sécurité élevée de protection des données



Observez cette marque de conformité. Elle garantit la mise en œuvre intégrale de solutions IT selon la Directive W12.



www.svgw.ch/AquaPilot