

Pour les hommes et l'environnement

La bonne gestion des eaux pluviales - un guide pour la construction durable

Éviter les charges polluantes dans les écoulements d'eaux pluviales des bâtiments



Les eaux pluviales constituent à maints égards de grands défis aux espaces urbains en raison de leur grande imperméabilité. En cas de pluies abondantes, en particulier de fortes précipitations, les égouts sont surchargés et dans les milieux aquatiques, les organismes qui y vivent sont soumis au stress hydraulique, voire même des inondations se produisent. Par contre, en cas de sécheresse, il y a un manque d'eau. De nos jours, les eaux pluviales sont déjà souvent gérées de manière ciblée, d'une part pour qu'elles soient disponibles en tant que ressource, par exemple pour le rafraîchissement des bâtiments, pour l'irrigation ou pour fermer le cycle urbain de l'eau par l'infiltration, et d'autre part pour réduire les surcharges des égouts et des milieux aquatiques [1].

Ce guide attire l'attention sur les charges polluantes possibles de l'écoulement des eaux pluviales, qui sont dues à des produits de construction et peuvent avoir un impact notable sur l'état des eaux dans les zones urbaines. Lors du contact des surfaces de bâtiment avec la pluie, diverses substances sont lessivées. Le lessivage peut affecter la fonctionnalité d'origine (vieillesse) et apporter des substances ayant un impact environnemental dans les eaux de surfaces ou les eaux souterraines.

Pour réduire significativement l'écoulement des eaux pluviales et éviter ou réduire l'apport de substances polluantes, un concept de planification global est indispensable pour une bonne gestion des eaux pluviales. À cet effet, il est essentiel de connaître et d'appliquer les mesures appropriées.

L'objectif du guide et des fiches d'information est de montrer les possibilités en matière de bâtiments et de terrain (sol) afin d'éviter ou tout au moins de réduire une altération de l'environnement par les écoulements d'eaux pluviales des bâtiments. Il est recommandé d'intégrer ces informations dans les certifications des produits ou des bâtiments pour renforcer notablement la protection des sols et des eaux lors de la construction, de l'assainissement ou de la maintenance des bâtiments.

Le présent guide s'adresse aux bureaux d'architecture, aux spécialistes de la planification sectorielle, aux utilisateurs et aux sociétés de logement, mais aussi aux communes, aux associations, aux fabricants et aux médias spécialisés.



Les informations et recommandations ci-après se fondent sur plusieurs études, notamment sur le projet «Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt - Wegweisung für Regelung und Akteure» (« Construire et assainir en tant que source de pollution dans l'environnement urbain – orientation pour la réglementation et les acteurs ») [2]



1 Contexte

L'écoulement des eaux pluviales dans l'espace urbain peut être contaminé par de multiples sources de substances. Parmi les sources connues depuis longtemps, les aires de circulation sont notamment responsables des apports de substances solides (résultant par exemple de l'usure des pneus ou des garnitures de freins), de métaux lourds, de résidus d'huile et de composés traces organiques (p. ex. HAP) dans les milieux aquatiques et les sols via les écoulements d'eaux pluviales. Les matériaux de construction ont également focalisé l'attention ces dernières années. Ainsi les façades, les surfaces métalliques et les membranes de toiture sont décrites [3, 4, 5] comme sources de pollution. Par exemple, les biocides provenant des revêtements de façade, les agents de protection contre les racines contenus dans les lés bitumeux des toits et les additifs des matières plastiques se retrouvent dans les écoulements d'eaux pluviales. Ces substances sont regroupées sous la dénomination de composés traces organiques. Depuis longtemps déjà, de fortes concentrations en métaux lourds comme le cuivre et le zinc, dépassant en général nettement la quantité des composés traces organiques, sont détectées dans les eaux pluviales [6].

Des études menées dans divers bassins versants urbains ont montré que ces substances passent dans le sol, les eaux souterraines et les eaux de surface, et que les pollutions sont en lien étroit avec les voies d'apport [6, 7]. Outre l'apport diffus dans l'environnement, p. ex. lorsque les gouttes d'eau coulent au niveau du socle des façades sur le sol ou les chemins, il convient de distinguer fondamentalement trois voies d'apport significatives :

- ▶ **Déversement direct** : En cas de déversement direct dans les eaux de surface via un collecteur d'eaux pluviales (système séparatif d'assainissement), les substances sont encore fréquemment déversées sans traitement.
- ▶ **Infiltration** : Dans le cas de l'infiltration, l'écoulement pluvial est acheminé par exemple dans des cuvettes, des surfaces ou des rigoles. De nombreuses substances sont retenues dans le sol. Mais en cas de rétention insuffisante, les substances pénètrent dans les eaux souterraines.
- ▶ **Station d'épuration** : Lors de la dérivation vers la station d'épuration, les eaux pluviales sont certes traitées, toutefois la performance d'épuration est souvent insuffisante. La rétention des composés traces est souvent inférieure à 50 %, même dans des conditions optimales [8]. De plus, en cas de fortes



précipitations, les volumes d'eau ne peuvent être entièrement traités et pénètrent directement dans les milieux aquatiques via les déversoirs d'eau mixte sans passer par la station d'épuration.

Les apports de substances dus à la pluie sont soumis à une haute variabilité qui est influencée d'une part par les conditions météorologiques, d'autre part par le type et l'âge des produits de construction. Recenser et évaluer ces substances constitue un défi majeur en matière de prélèvements et d'analyses.



2 Substances ayant une incidence sur l'environnement et leurs sources

Quelques produits de construction, ainsi que leurs substances ayant un impact sur l'environnement qui peuvent contaminer les écoulements pluviaux, sont présentés ci-après à titre d'exemple. Ces exemples sont donnés à titre d'orientation sommaire, car au fil des développements de produits, des substances autres sont continuellement mises en œuvre. L'accent est mis sur des substances pour lesquelles le temps de séjour dans l'environnement (dégradabilité) et la rétention dans le sol ou dans la station d'épuration (mobilité) sont associés à des risques environnementaux.

La dégradabilité est décrite au moyen de la demi-vie (DT_{50}). Celle-ci indique combien de temps s'écoule jusqu'à ce que la moitié de la substance initiale reste par exemple encore présente dans le sol ou dans les eaux. Les produits issus de la dégradation sont appelés produits de transformation. En cas de dégradation lente, c'est-à-dire de long temps de séjour dans l'environnement, l'effet nocif sur les organismes peut être très critique.

Pour certaines substances prioritaires, il convient d'appliquer les valeurs maximales pour eaux souterraines et eaux de surface (normes de qualité environnementale NQE). Pour les eaux de surface, les NQE ont été déduites aussi bien de la moyenne annuelle (Qdéversé - NQE) que de la concentration maximale admissible (CMA - NQE) afin d'évaluer ainsi l'état écologique des eaux [9]. Si les NQE ne sont pas respectées, l'état écologique est tout au plus moyen. Il convient de noter que les NQE sont applicables aux milieux aquatiques, et non aux écoulements d'eaux pluviales. Mais la CMA-NQE peut être utilisée comme valeur d'orientation directement ou en tenant compte d'un facteur de mélange de p. ex. 1:10.

La **déclaration des substances susceptibles d'être libérées par lessivage** contenues dans les produits de construction n'est malheureusement pas réglementée. Actuellement, la seule possibilité d'obtenir des informations sur la formule et la lessivabilité des composants ayant une incidence sur l'environnement est de demander des preuves (p. ex. test en laboratoire selon DIN EN 16105 [10], DIN CEN/TS 1663'7-2 [11]). Toutefois pour les produits qui, selon la législation sur les produits chimiques, sont des « mélanges », p. ex des crépis ou des peintures, il existe des fiches de données de sécurité indiquant les composants ayant un



impact sur l'environnement. Mais des fiches de données de sécurité ne sont pas prévues pour les produits de construction qui, selon la législation sur les produits chimiques, sont considérés comme « articles ». Dans ce cas, il n'est pas obligatoire d'indiquer les substances éventuellement contenues ayant une incidence sur l'environnement (p. ex. des agents anti-racines). On trouve parfois des informations sur les adjuvants tels que les retardateurs de flamme ou les plastifiants dans les déclarations environnementales de produits ou dans les fiches techniques.



2.1 Biocides

Les produits biocides comptent plusieurs centaines de substances actives dont l'utilisation est autorisée dans 22 types de produits, p. ex. pour la désinfection, comme agent de protection ou pour la lutte antiparasitaire. Ces applications sont réglementées par la directive sur les biocides [12].

Les agents de protection pelliculaire sont des biocides contenus dans les revêtements (type de produit 7 de la directive sur les biocides) et servent à la préservation des caractéristiques initiales des surfaces, notamment pour éviter la formation d'algues et de champignons dans les crépis extérieurs et peintures de toiture et de façade enrichis au polymère. L'ajout de l'agent de protection pelliculaire dans le produit final - peinture ou crépi - fait de celui-ci ce qu'on appelle un produit traité. Dans les produits modernes, on utilise une combinaison de deux à quatre produits sous forme encapsulée. Des formules de produit très répandues contiennent des biocides tels que le diuron, la terbutryne ou l'isoproturon contre les algues et le carbendazime, la pyridinethione de zinc ou l'IPBC contre les champignons. Les isothiazolinones OIT et DCOIT sont également répandus dans les nouvelles formules en tant que biocides pour la protection pelliculaire, même sans les autres biocides. Les demi-vies des algicides (diuron, terbutryne, isoproturon) sont d'environ 50 à 100 jours – la dégradation est lente, ce qui entraîne fréquemment un dépassement des NQE dans les eaux. Par contre, les isothiazolinones et l'IPBC se dégradent rapidement dans l'environnement avec des demi-vies inférieures à trois jours. Le nano-argent est également mis en œuvre comme biocide, mais il est quantitativement totalement négligeable. Les substances actives biocides sont déclarées dans la fiche de données de sécurité, habituellement avec mention d'une encapsulation.

Les **agents conservateurs pour conteneurs** (type de produit 6) servent à la protection de produits aqueux (p.ex. crépi à la résine synthétique, peinture à la résine de silicone) pendant le stockage. Il s'agit en principe uniquement de substances actives rapidement dégradables dans l'environnement telles que OIT, BIT, CMIT et MIT. C'est pourquoi ces substances sont difficiles à détecter dans les stations d'épuration ou dans les eaux.

Les **agents de préservation du bois** sont des produits biocides (type de produit 8) qui sont



prévus pour la protection des produits en bois. Pour le traitement des produits en bois, on utilise des produits pour couche de fond (par exemple pour les fenêtres et l'habillage de façades), des sous-couches, lasures, imprégnations et produits insecticides et fongicides. Parmi les substances actives les plus répandues, citons p. ex. l'IPBC, le propiconazole, le tébuconazole, l'oxyde de cuivre, le dichlofluanide et la perméthrine. Dans les produits modernes, on utilise une combinaison de deux à quatre produits sous forme encapsulée.



L'ordonnance sur les eaux souterraines (« Grundwasserverordnung ») fixe de faibles concentrations maximales pour les biocides et leurs produits de transformations, à savoir de 0,1 µg/l pour chaque substance et de 0,5 µg/l pour la somme de tous les biocides et produits phytosanitaires. Concernant les eaux de surface, des valeurs individuelles ont été élaborées pour quelques biocides, p.ex. pour l'isoproturon : NQE-MA 0,3 µg/l et NQE-CMA 1,0 µg/l. Si des eaux de surfaces ne répondent pas à ces normes de qualités environnementales, l'autorité responsable considère l'état chimique comme mauvais. L'objectif visé est que l'état de tous les cours d'eau, lacs, eaux souterraines et eaux côtières atteigne une bonne qualité au plus tard d'ici 2027.

2.2 Agents de protection contre l'enracinement

Dans la plupart des **lés d'étanchéité bitumeux** résistants aux racines, on met en œuvre des agents chimiques anti-racine qui protègent contre la pénétration des racines. De tels revêtements anti-racine sont utilisés sur les toitures végétalisées ou les toits de parkings souterrains, mais aussi (inutilement) sur les toits plats non végétalisés. Des agents de protection très répandus sont à base de mécoprop ou de MCPA. La substance active n'est libérée chimiquement qu'au contact de l'eau, mais certains produits sont quasi insensibles au lessivage en raison de leur formule. Ces substances sont toxiques pour les organismes aquatiques, ont une demi-vie de >50 jours dans les eaux et sont mal retenues dans le sol (haute mobilité). Pour la moyenne annuelle dans les eaux de surface, la NQE-MA est de 0,1 µg/L pour le mécoprop et 2 µg/L pour le MCPA [9]. Des concentrations maximales autorisées ne sont pas définies. Dans les eaux souterraines, la concentration maximale qui s'applique pour ces deux substances et leurs produits de transformation est de 0,1 µg/l par substance.

2.3 Métaux lourds

Le zinc et le cuivre, les deux principaux métaux lourds dans le domaine de la construction, proviennent des **tôles métalliques utilisées** pour les surfaces de toiture et de façades, les gouttières, les tuyaux de descente et les revêtements des rebords de fenêtre et des bords de toiture. Le lessivage des tôles de zinc ou de cuivre non revêtues par les eaux pluviales entraîne annuellement de 2,0 à 3,5 g/m² de zinc et 1,5 g/m² de cuivre [4, 13]. C'est-à-dire



une quantité 10 à 100 fois plus grande que celle des biocides [6].

Les **lés de toiture EPDM** pour l'étanchéité du toit émettent du zinc parce que l'on utilise de l'oxyde de zinc comme accélérateur de vulcanisation dans la matière à base de caoutchouc.

Du zinc est émis par les **revêtements** (crépi, peintures) lorsque du sulfure de zinc ou de l'oxyde de zinc (pigment blanc) ainsi que de la pyrithione de zinc sont utilisés dans le produit minéral.



Les métaux lourds sont présents majoritairement sous forme dissoute dans les écoulements d'eaux pluviales, ils ne sont pas dégradables et se concentrent dans le sol et les sédiments des cours d'eau. Les valeurs proposées comme NQE pour les eaux de surface sont 33 µg/l pour le zinc et 2,4 µg/l pour le cuivre [14]. Dans les sédiments fluviaux, les quantités maximales contraignantes sont 800 mg/kg pour le zinc, et 160 mg/kg pour le cuivre [9].

2.4 Autres substances

D'autres substances émises par lessivage appartiennent à la classe de produit des lés d'étanchéité pour toitures plates. Outre les lés bitumeux, ce sont surtout les lés de toiture EPDM à base de caoutchouc ainsi que les membranes synthétiques en PVC et à base de polyoléfinnes thermoplastiques (TPO) qui jouent un rôle important.

Les **étanchéités EPDM pour toiture** contiennent du benzothiazole, un agent de réticulation, qui est légèrement lessivé par la pluie. Pour la concentration du benzothiazole en milieu aquatique, le Centre Écotox suisse a proposé un critère de qualité en exposition aiguë de 250 µg/l. Malgré ses risques pour la santé, cette substance est en conséquence d'une écotoxicité comparativement moindre.

Les **membranes d'étanchéité en PVC** contiennent toujours des plastifiants (jusqu'à 40 % de la masse totale) afin de garantir l'élasticité souhaitée. Par le passé, on utilisait par exemple du DEHP pour lequel l'OGewV (Règlement sur les eaux de surface) stipule une valeur limite de 1,3 µg/l. Actuellement, le DEHP est souvent remplacé par le DINP et le DIDP, de moindre toxicité, mais pour lesquels les valeurs limites font défaut.

Les **membranes d'étanchéités synthétiques en TPO** contiennent des retardateurs de flamme comme p. ex. des organophosphorés, parfois aussi des oxydes inorganiques (p. ex. trioxyde d'antimoine). Dans les écoulements d'eaux pluviales, on détecte en outre des phosphates du TCPP [2] [6], bien que cette substance ne soit plus fabriquée dans l'UE. Mais la lessivabilité et l'écotoxicité des retardateurs de flamme utilisés dans les produits TPO actuels sont relativement faibles par comparaison avec les biocides ou les agents anti-racine.



3 Gestion des eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales a une importance capitale dans les domaines de la construction nouvelle, de la conversion et de l'assainissement. Les objectifs principaux concernent le régime des eaux, la protection contre les inondations ainsi que la charge hydraulique et la charge polluante des rivières. Ils sont concrétisés dans la loi allemande sur le régime des eaux (Wasserhaushaltsgesetz), la loi des Länder relative à l'eau (Landeswassergesetz), dans les dispositions subordonnées et dans les règles techniques. La capacité d'approbation en vertu du droit de l'eau est une condition de base pour la capacité d'approbation des plans d'aménagement et des mesures de construction en vertu du droit en matière d'urbanisme.



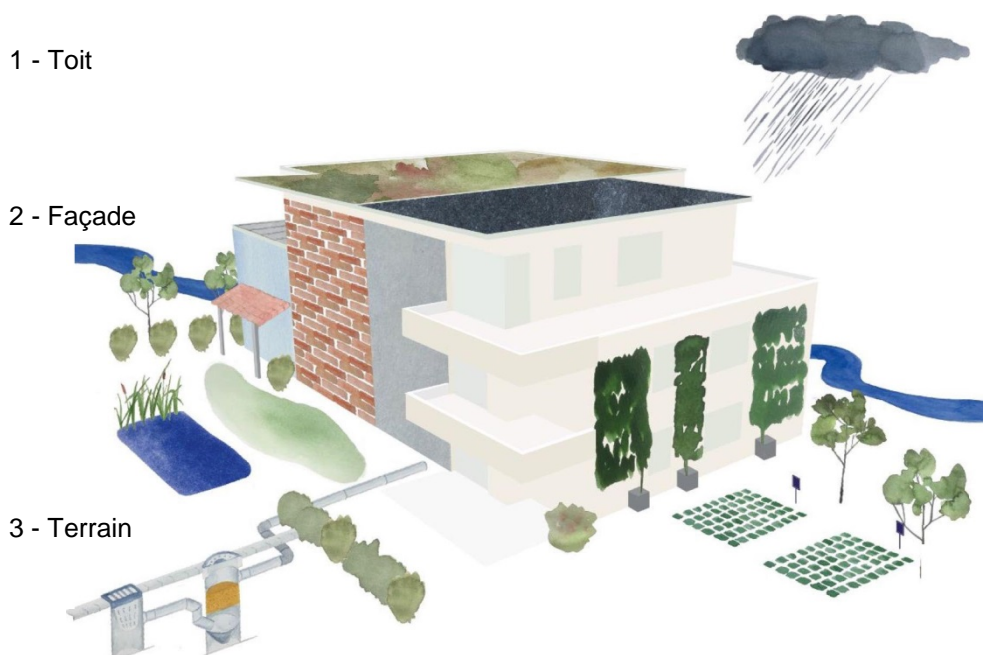
Une gestion des eaux pluviales tournée vers l'avenir associe des mesures ciblées sur les sources et des mesures en aval pour la réduction des émissions avec des mesures de réduction, de ralentissement ou d'utilisation de l'écoulement. Les pollutions par des substances dues aux produits de construction et aux utilisations doivent être évitées dans une large mesure, p. ex. grâce à des produits sans lessivage polluant et des matériaux avec lessivage réduit. La rétention et l'évaporation s'obtiennent par une végétalisation intensive des espaces publics et privés et des bâtiments (végétalisation de toitures et de façades), des surfaces d'eau ouvertes et des systèmes de stockage en surface ou souterrains. L'infiltration des eaux de pluie (surfaces, cuvettes, systèmes rigoles et cuvettes) réduit l'écoulement et accroît le renouvellement de la nappe phréatique, mais ne contribue guère à l'évaporation. Les eaux pluviales peuvent aussi servir d'eaux de traitement et, en été, à l'arrosage des espaces verts ou au refroidissement des bâtiments. Toutes les mesures confondues réduisent les pollutions, le volume d'eau à évacuer et ont des effets positifs avérés sur le climat urbain (évaporation) et la biodiversité urbaine (végétalisation).

Les mesures relatives à la végétalisation des bâtiments doivent être soigneusement évaluées en ce qui concerne leurs besoins en matériaux de construction, leur efficacité de rafraîchissement pour l'homme et leur rentabilité. Les différentes mesures ainsi que des informations complémentaires sur leur impact et des recommandations relatives à la planification, au dimensionnement et à l'entretien sont consultables dans les fiches « Maßnahmensteckbriefen der Regenwasserbewirtschaftung » [1] et dans les cartes « Maßnahmenkarten für die Planung blau-grün-grau gekoppelter Infrastrukturen in der wassersensiblen Stadt ».



4 Étapes de planification pour une construction écologique sensible à l'eau

Les objectifs et mesures de la gestion des eaux pluviales doivent être définis dès le début de la phase de planification (phase 0) d'un projet de construction. Le besoin en surfaces et tracés est inclus dans les étapes de planification suivantes. La gestion des eaux pluviales doit être intégrée dans un **concept écologique global**, qui permet d'escompter une mise en œuvre réussie et une haute acceptation à long terme [16, 17].



©KWB

Illustration 1 : Trois domaines de recommandations de mesures - Toit, façade et terrain

Outre les **quantités de pluie déversées** (en fonction de la localisation), les **émissions** des bâtiments dans l'écoulement pluvial doivent également être prises en compte lors de la planification et de l'exécution afin de réduire la dégradation des eaux souterraines et de surface. Une bonne planification peut permettre d'éviter dans une large mesure les pollutions de l'écoulement pluvial par des substances émises par les produits de construction et par les utilisations.

Les **mesures ciblées sur les sources** se fondent sur deux principes de base. D'une part, le fait d'éviter ou de réduire l'utilisation de produits contenant des substances ayant un impact sur l'environnement (voir 2) entraîne une réduction des apports dans l'environnement. En



font notamment partie par exemple le choix de produits de construction à faible potentiel polluant ainsi que des mesures de protection liées à la conception. D'autre part, une réduction du volume d'eau évacuée a généralement pour effet de réduire aussi la charge polluante et de délester les réseaux d'égouts et les eaux.

Si une charge polluante ne peut être évitée, un **traitement décentralisé en aval** de l'écoulement d'eaux pluviales sur le terrain peut éviter une dégradation des eaux souterraines et de surface. Les substances indésirables dans l'environnement s'accumulent notamment dans les substrats ou dans le sol et doivent le cas échéant être éliminées, c'est pourquoi la prévention est toujours préférable.

Pour toutes les mesures, une planification en réseau, une exécution correcte, ainsi que l'exploitation sûre et l'entretien des bâtiments et des installations sont d'une importance cruciale pour garantir une haute efficacité. La planification, la construction et l'exploitation doivent être confiées à des entreprises spécialisées expérimentées. Dès la phase de planification et d'appel d'offres, il convient de prendre en compte et de décrire en détail les recommandations d'entretien et de maintenance [16].



5 Fiches signalétiques pour les mesures

Les mesures possibles de réduction des pollutions par des apports de substances sont présentées chacune dans une fiche signalétique de manière différenciée par rapport au bâtiment (toit et façade) et au terrain (ill. 1). Les **trois fiches signalétiques** appropriées doivent être prises en compte dans une phase précoce de planification des projets de construction :

- ▶ **Fiche signalétique 1** : Principes de base pour la planification de toitures
- ▶ **Fiche signalétique 2** : Principes de base pour la planification de façades
- ▶ **Fiche signalétique 3** : Gestion des eaux pluviales sur le terrain

Les trois fiches signalétiques de mesures sont structurées de manière identique. Un certain nombre d'informations importantes sur le contexte sont suivies par des mesures individuelles spécifiques dont les principales informations sont présentées sur une demi-page. La dernière page donne des recommandations pour les appels d'offre ainsi que des informations détaillées pour une meilleure compréhension. Les références bibliographiques sont mentionnées à la fin de ce guide dans une liste commune de références. Les fiches signalétiques sont jointes au guide et sont également disponibles en fichiers séparés.



Références pour le guide et les fiches signalétiques

- [1] Riechel, M., Remy, C., Matzinger, A. et al. (2017): Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung-Ergebnisse des Projektes KU RAS. Berlin. ([Lien](#))
- [2] Wicke, D., Rouault, P., Rohr, M., Burkhardt, M. (2021): Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt. Abschlussbericht, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- [3] Burkhardt, M., Junghans, M., Zuleeg, S. et al. (2009): Biozide in Gebäudefassaden - ökotoxikologische Effekte, Auswaschung und Belastungsabschätzung für Gewässer. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 21(1): 36-47.
- [4] Burkhardt, M., Hodel, P. (2019): Abschwemmung von Metallflächen und Eintrag ins Grundwasser. Bericht im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Umwelt (BAFU). p. 44 ([Lien](#))
- [5] Burkhardt, M., Junghans, M., Zuleeg, S. et al. (2009): Mecoprop in Bitumenbahnen. Auswaschung von Mecoprop aus Bitumenbahnen und Vorkommen im Regenkanal. Forschungsbericht. Eawag, Dübendorf; Empa, Dübendorf. ([Lien](#))
- [6] Wicke, D., Matzinger, A., Sonnenberg, H., Caradot, N., Schubert, R., Rouault, P., Heinzmann, B., Dünnbier, U., von Seggern, D. (2017): Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 5: 394-404.
- [7] Lange, J., Olsson, O., Jackisch, N., Weber, T., Hensen, B., Zieger, F., Schütz, T., Kümmerer, K. (2017):
Urbane Regenwasserversickerung als Eintragspfad für biozide Wirkstoffe in das Grundwasser? Korrespondenz Wasserwirtschaft, 4: 198-202.
- [8] Toshovski, S., Kaiser, M., Fuchs, S., Sacher, F., Thoma, A., Kümmel, V., Lambert, B. (2020): Prioritäre Stoffe in kommunalen Kläranlagen, Texte 173/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. ([Lien](#))
- [9] OGEwV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, BGBl. 1 S. 1373. ([Lien](#))
- [10] DIN CEN/TS 16637-2:2014-11 (2014): Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung. ([Lien](#))
- [11] DIN EN 16105:2011-12 (2011): Beschichtungsstoffe - Laborverfahren zur Bestimmung der Freisetzung von Substanzen aus Beschichtungen in intermittierendem Kontakt mit Wasser. ([Lien](#))
- [12] Règlement (UE) No 528/2012 du Parlement Européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides. ([Lien](#))





- [13] Rösel, L., Hildmann, C., Walko, M., Heinkele, T. (2020): Anwendungsgrundsätze für Geringfügigkeitsschwellen zum Schutz des Grundwassers (GFS-Werte) am Beispiel der Niederschlagswasserversickerung. Texte 151/2020, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. ([Lien](#))
- [14] Wenzel, A., Schlich, K., Shemotyuk, L. & Nendza, M. (2015): Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe. Texte 47/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. ([Lien](#))
- [15] Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2020): Maßnahmenkarten für die Planung blau-grün-grau gekoppelter Infrastrukturen in der wassersensiblen Stadt. ([Lien](#))
- [16] SenStadt (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung. ISBN 978-3-88961-140-6 ([Lien](#))
- [17] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin (2019): ökologische Kriterien für Wettbewerbe/ Projekte/ Bauvorhaben. ([Lien](#))
- [18] SenStadtUm und LaGeSo (2013): Handlungsempfehlungen zur Vermeidung der Umweltbelastung durch die Freisetzung des Herbizids Mecoprop aus wurzelfesten Bitumenbahnen. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Landesamt für Gesundheit und Soziales, Berlin. ([Lien](#))
- [19] Burkhardt M., Rohr M., Heisterkamp 1., Gartiser S. (2020): Niederschlagswasser von Kunststoffdachbahnen: Auslaugung von Stoffen und deren Ökotoxizität für aquatische Organismen, KW - Korrespondenz Wasserwirtschaft 08/2020, 418-424. ([Lien](#))
- [20] Hoffmann, M., Rudolphi, A. (2005) Leitfaden für das Bauwesen - Reduktion von Schwermetalleinträgen aus dem Bauwesen in die Umwelt. Texte 17 /05, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. ([Lien](#))
- [21] FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen (6. Ausgabe). Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V., Bonn. ([Lien](#))
- [22] Instandhaltungsleitfaden - Beschichtungen und Verputze auf Fassaden und WärmedämmVerbundsystemen (2008): Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Bundesverband Ausbau und Fassade. ([Lien](#))
- [23] Umweltbundesamt (2014): Merkblätter zur Verringerung des Biozideinsatzes an Fassaden. ([Lien](#))



[24] Blauer Engel (2020): Liste umweltfreundlicher Wärmedämmverbundsysteme ([Lien](#))

[25] FLL (2018): Fassadenbegrünungsrichtlinie. Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Wand- und Fassadenbegrünung, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V., Bonn. ([Lien](#))

[26] Technische Information - Algen und Pilze auf Fassaden (2004): Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz, Deutscher Stuckgewerbebund, Fachverband Putz und Dekor, Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme, Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Industrieverband WerkMörtel. ([Lien](#))

[27] Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin (2018): Monographie - Leistungsfähigkeit von Praxiserprobten Formen der dezentralen und zentralen Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Kontext. ([Lien](#))

[28] DWA (2020): Arbeitsblatt DWA-A 138 -1-Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser- Teil 1: Planung, Bau, Betrieb - Entwurf November 2020.

[29] FLL (2005): Empfehlungen zur Versickerung und Wasserrückhaltung, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Bonn. ([Lien](#))



Remerciements

Le guide et les fiches signalétiques des mesures ont été créés avec la collaboration ainsi qu'avec le feedback professionnel d'un grand nombre de personnes et d'institutions que nous remercions ici très chaleureusement.

Nous remercions pour leur assistance technique la Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, le département Urbanisme et projets, domaine de spécialisation Construction écologique et projets pilotes, Brigitte Reichmann.

Nous remercions également Dr. Ute Schoknecht, Susanne Smolka, Hans Dieterle, Lutz Mertens, Dr. Jörg Lippert, Dörthe von Seggern, Dr. Peter Wagner, Alex Probst, Holger Kreth, Simone Fleischer, Michael Pöll, Prof. Wolfgang Linden, Prof. Antje Welker et Prof. Mathias Uhl pour leur feedback précieux.



Mentions légales

Éditeur

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
buergerservice@uba.de
www.umweltbundesamt.de



Auteurs

Daniel Wicke et Pascale Rouault,
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH (KWB)
Mirko Rohr et Michael Burkhardt,
OST - Ostschweizer Fachhochschule,
Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC)

État : mars 2021

Ce dépliant est basé sur
[les guides pour la construction durable de l'Agence fédérale de l'environnement](#)
(UBA, Dessau-Roßlau, Allemagne) et a été traduit dans le cadre du projet de recherche
européen NAVEBGO.

