

Korrespondenz Abwasser · Abfall

1|20

SHL Laborbedarf GmbH & Co. KG

Rundum Betreuung für Ihre Kommune



Service · Handel · Laborbedarf

in Zusammenarbeit mit

MARTIN PSA

BERATUNG

individuelle
Lösungen

VERKAUF + EINWEISUNG vor Ort

Jährliche
Sicherheitsunterweisung
§12 ArbStättG

Geräteunterweisung
PSA-Verordnung
(EU) 2016/425



AFTER SALES BETREUUNG

Jahresnachprüfungen bequem
für Sie vor Ort



Sie finden uns in
Halle B1 Stand Nr.300

ab Januar 2020 Ihre
Gebietsvertretung in
Bayern für MARTIN PS

Integriertes Nieder-
schlagsmanagement
Seite 12

Blended Learning
Seite 15

Abfluss-
messprogramme
Seite 19



Abfiltrierbare Stoffe
Seite 28



Thermische Klär-
schlammbehandlung
Seite 37



Kunststoff-
dichtungsbahnen
Seite 43

Einsatz von Kunststoffdichtungsbahnen im Tunnelbau

Hans-Peter Lühr (Berlin)

Zusammenfassung

Bei der Abdichtung von Tunnelwänden werden Folien eingesetzt, die je nach Situation ständig durch Gebirgs-/Grundwasser umspült werden. Im Sinne der ökologischen Produktverträglichkeit erhebt sich die Frage, ob Schadstoffe dabei freigesetzt werden können. Es werden verschiedene Folien näher betrachtet und einem Bewertungssystem unterworfen. Dabei ergibt sich, dass insbesondere Kunststoffdichtungsbahnen mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften, wie Phthalate, aus Vorsorgegründen generell von der Umwelt fernzuhalten sind, auch wenn einige Phthalat-Weichmacher noch nicht durch die EU bewertet sind. Sie haben die Eigenschaft, dass sie aus den Folien in erheblicher Größenordnung freigesetzt werden.

Schlagwörter: Recht, Dichtungsbahn, Tunnel, Ausbau, Schadstoff, Freisetzung, Grundwasser

DOI: 10.3242/kae2020.01.004

Abstract

Using geomembranes in tunnel construction

Film is used to seal tunnel walls that are constantly flushed with mountain water and groundwater, depending on the situation. There are questions about whether pollutants may be released in the process for environmental compatibility reasons. This article examines a variety of films in greater detail and puts them through a rating system. This reveals that geomembranes with characteristics of especially high concern, like phthalates, should generally be kept away from the environment for precautionary reasons, even though a few phthalate softeners have not been evaluated by the EU yet. They have the characteristic of being released from film on a considerable scale.

Key words: law, geomembrane, tunnel construction, expansion, pollutant, release, groundwater

1 Aufgabenstellung

Im Gegensatz zum anlagenbezogenen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, also in Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Umschlagen, Herstellen, Behandeln und Verwenden, müssen beim anwendungsbezogenen Umgang mit wassergefährdenden Stoffen/Produkten, also wenn die Stoffe bzw. Produkte in das offene System Umwelt eingebracht werden, die Anforderungen

- bautechnisch geeignet sowie
- umweltverträglich

erfüllt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass für alle in Frage kommenden Produkte zur Abdichtung von Tunnelwänden die erste Anforderung erfüllt wird. Mit der zweiten Anforderung ist die ökologische Produktverträglichkeit von Dichtungsbahnen im Tunnelbau aufgerufen.

Bei Produkten im offenen System Umwelt geht es um die Fragen:

1. Werden Stoffe aus dem Produkt durch Ausgasung oder durch Milieubedingungen freigesetzt?
2. Wie gefährlich sind die freigesetzten Stoffe für Gewässer, Boden?

Für die hier anstehenden, bautechnischen Maßnahmen der Abdichtung von Tunnelwänden durch Dichtungsbahnen werden in der Regel sehr viele Quadratmeter von diesem Material eingesetzt, sodass es bei einer Freisetzung von gefährlichen Stoffen zu kritischen Mengen dieser Stoffe kommen kann, die über den Pfad Oberflächen- und oder Grundwasser in die Umwelt gelangen können.

2 Rechtlicher Rahmen

Betrachtet man die verschiedenen Pfade der möglichen Umweltbeeinträchtigungen, dann kann im vorliegenden Anwendungsfall der Dichtungsbahnen im Tunnelbau das Schutzgut Boden entfallen, da man sich im Festgestein befindet. Der Luftpfad und damit ursächlich im Zusammenhang stehend mit dem Gesundheitsschutz ist nur dann relevant, wenn sich Menschen bei Wartungs- und Baumaßnahmen im Tunnel aufhalten, was aber nur zeitbefristet ist. Somit ist der Wasserpfad relevant, da das Wasser im klüftigen Gestein gefährliche Stoffe aus den Dichtungsbahnen lösen kann und über den Wasserpfad in das Grundwasser und unter bestimmten Bedingungen in Oberflächengewässer eintragen kann.

Somit wird im Folgenden das wasserrechtliche Instrumentarium als Bewertungsraster zugrunde gelegt. Grundlage ist das Wasserhaushaltsgesetz [1].

§ 5 WHG – Allgemeine Sorgfaltspflichten

(1) Jede Person ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um

1. eine nachteilige Veränderung der Gewässereigenschaften zu vermeiden,
2. eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers sicherzustellen,
3. die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts zu erhalten und eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.

§ 47 WHG – Bewirtschaftungsziele für das Grundwasser

(1) Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;
2. alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;
3. ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung.

§ 48 WHG – Reinhaltung des Grundwassers

(1) Eine Erlaubnis für das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser darf nur erteilt werden, wenn eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist.

Der in § 48 zugrunde gelegte Besorgnisgrundsatz ist der maßgebende Maßstab des vorsorgenden Grundwasserschutzes. Der Besorgnisgrundsatz ist über mehrere Gerichtsurteile des Bundesverwaltungsgerichts als äußerst stringent definiert. Im Folgenden sind einige Zitate wiedergegeben.

- 1966 Ein Eintritt einer Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften muss nach menschlicher Erfahrung unwahrscheinlich sein.
Je größer und folgenschwerer der möglicherweise eintretende Schaden sein kann, um so höhere Anforderungen sind an die Unwahrscheinlichkeit des Schadenseintritts zu stellen. Dies kann im Einzelfall dazu führen, dass ein Grad an Unwahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts zu verlangen ist, welcher der Unmöglichkeit nahe- oder gleichkommt.
- 1971 Für die in der Wasserwirtschaft Verantwortlichen darf kein Grund zur Sorge verbleiben.
- 1981 Jeder auch noch so wenig naheliegenden Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung des besonders schutzwürdigen und schutzbedürftigen Grundwassers ist vorzubeugen.
Eine Schädigung des Grundwassers ist immer schon dann zu besorgen, wenn die Möglichkeit im Rahmen einer sachlichen vertretbaren Prognose nicht von der Hand zu weisen ist.

Weiter ist die Grundwasserverordnung [2] zu beachten, die einzuhaltende Schwellenwerte hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit vorschreibt.

§ 5 GrwV – Kriterien für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustands

(1) Grundlage für die Beurteilung des chemischen Grundwasserzustands sind die in Anlage 2 aufgeführten Schwellenwerte.

Anlage 2 Schwellenwerte

Substanzname	CAS-Nr. I	Schwellenwert
Nitrat (NO ₃ ⁻)	–	50 mg/l
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln und Biosidprodukten einschließlich relevanter Stoffwechsel-, Abbau- und Reaktionsprodukte	–	jeweils 0,1 µg/l insgesamt 0,5
Arsen (As)	7440-38-2	10 µg/l
Cadmium (Cd)	7440-43-9	0,5 µg/l
Blei (Pb)	7439-92-1	10 µg/l
Quecksilber (Hg)	7439-97-6	0,2 µg/l
Ammonium (NH ₄ ⁺)	7664-41-7	0,5 mg/l
Chlorid (Cl ⁻)	168876-00-6	250 mg/l
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	14808-79-8	240 mg/l
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	79-01-6 127-18-4	10 µg/l

Zur bundeseinheitlichen Bewertung von Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit, die es zu verhindern gilt, hat die Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) nachvollziehbare und einheitliche Bewertungskriterien [3] entwickelt, bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers (Grundwasserunreinigung) vorliegt. Dieser Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) [4].

Die Geringfügigkeitsschwelle wird definiert als die Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.

Im Sinne des vorsorgenden Gewässerschutzes bedarf jede Benutzung eines Gewässers gemäß § 9 WHG der Erlaubnis. Benutzungstatbestände, die zu Veränderungen von Stoffkonzentrationen im Grundwasser führen können, sind insbesondere das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG).

Nachteilig ist die Veränderung der Wasserbeschaffenheit, wenn sie eine nicht nur geringfügige Beeinträchtigung im Vergleich zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit darstellt. Die GFS-Werte werden bei der Prüfung der Frage herangezogen, ob mit den prognostizierten oder ermittelten Stoffkonzentrationen

trationen aufgrund einer beabsichtigten Handlung oder konkret beantragten Grundwasserbenutzung eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit zu besorgen ist.

Die Grundwasserverordnung (GrwV) definiert „Schwellenwerte“ als Konzentration eines Schadstoffes oder einer Schadstoffgruppe, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt festgelegt werden (§ 1 Nr. 1 GrwV). Die Schwellenwerte sind Grundlage für die Beurteilung des chemischen Grundwasser-Zustands.

Die deutschen Schwellenwerte in der GrwV wurden aufgrund der Ableitungssystematik für die GFS-Werte entwickelt, enthalten aber aktuell nur ein geringes Parameterspektrum. Die GFS-Werte können für die Festlegung weiterer Schwellenwerte durch die zuständige Behörde herangezogen werden, wenn für einen Grundwasserkörper ein Risiko in Bezug auf den chemischen Zustand durch einen nicht in der Anlage 2 zur GrwV aufgeführten Stoff oder eine Stoffgruppe ausgeht. Überschreiten die regionalen oder lokalen geogenen Hintergrundwerte im Grundwasser die GFS-Werte, können von den zuständigen Behörden nach den Vorgaben der Grundwasserverordnung abweichende Schwellenwerte festgelegt werden.

Die Geringfügigkeitsschwelle ist der zentrale Beurteilungsmaßstab für alle Anwendungsbereiche, die einen Bezug zum Grundwasser haben (Abbildung 1). Für die bei der vorliegen-



Abb. 1: Anwendungsbereiche der Geringfügigkeitsschwelle

den Problematik relevanten Stoffe (Weichmacher) sind bislang noch keine Geringfügigkeitsschwellenwerte abgeleitet worden.

Die Wassergefährdungsklasse (WGK) ist für die hier anstehende Fragestellung kein unmittelbarer Maßstab, da die WGK

www.dwa.de/kanalbetriebstage

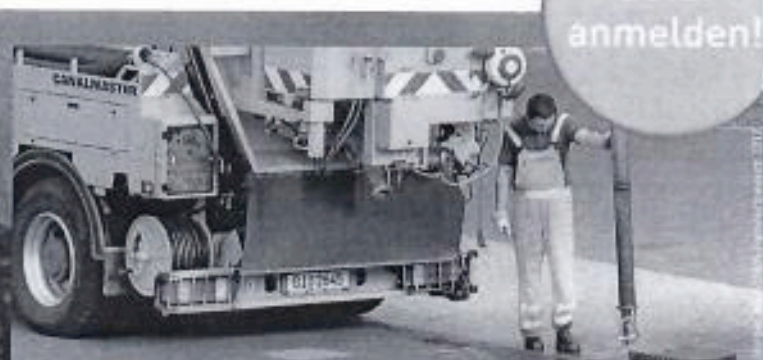


KanalbetriebsTage

31. März - 01. April 2020, Nürnberg

Tagung mit begleitender Fachausstellung

Jetzt anmelden!



- | Betriebsführungssysteme
- | Betrieb und Unterhalt von dezentralen Regenwasserbewirtschaftungsanlagen
- | Feuchtreinigungstücher
- | Betrieb und Unterhalt von Abwasserpumpenanlagen

- | Arbeiten im Straßenverkehr
- | Notfallkonzepte und Vorsorgemaßnahmen
- | Gesundheitsprävention in Entwässerungsbetrieben
- | Rattenbekämpfung in der Kanalisation

Weitere Informationen: Frau Himani Karjala · Tel.: +49 2242 872-244 · Fax: +49 2242 872-135 · E-Mail: karjala@dwa.de

eine „Anlagenkennziffer“ ist. Sie dient gemäß Anlagenverordnung [5] dem Schutz der Gewässer vor nachteiligen Veränderungen ihrer Eigenschaften durch Freisetzungen von wassergefährdenden Stoffen aus Anlagen zum Umgang mit diesen Stoffen und beschreibt die Anforderungen an eine sichere Anlage, so dass im bestimmungsgemäßen und nicht bestimmungsgemäßen Betrieb keine wassergefährdenden Stoffe unkontrolliert in das offene System Umwelt freigesetzt werden. Gleichwohl kann die WGK zur Charakterisierung von Stoffen hinsichtlich der Gefährdung der Gewässer herangezogen werden.

Für die Beurteilung von Bauprodukten hat das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) Grundsätze [6] entwickelt, die als Regeln der Technik herangezogen werden können. Sie dienen der Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser bei der Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen durch das DIBt.

Der Beurteilung liegt ein Bewertungskonzept vor, das zwei Stufen umfasst:

- Stufe 1: Ermittlung und Bewertung aller Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts
- Stufe 2: Ermittlung und Bewertung der mobilisierbaren Inhaltsstoffe des zu bewertenden Bauprodukts.

Die 2. Stufe umfasst die Ermittlung und Bewertung

- der allgemeinen Parameter in einem 1. Schritt,
- der stofflichen-chemischen Parameter in einem 2. Schritt und
- der biologischen Parameter in einem 3. Schritt.

Das Ablaufschema für diese stufenweise Bewertung der ökologischen Produktverträglichkeit ist in Abbildung 2 dargestellt.

Stufe 1

Zur Bewertung der relevanten Inhaltsstoffe werden die folgenden Kriterien herangezogen:

- Anwendung von Ausschlusskriterien für einzelne Inhaltsstoffe,
- gesicherte Kenntnisse über die Unbedenklichkeit aller Inhaltsstoffe bezüglich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung und der einer Grundwassercontamination,
- Vergleich mit bereits auf der Grundlage dieser Grundsätze bewerteten Bauprodukten gleichartiger Zusammensetzung.

Folgende Ausschlusskriterien gelten:

- Geltende gesetzliche Verwendungsverbote und Beschränkungen für spezielle Stoffe müssen eingehalten werden (z. B. Chemikalienverbotsverordnung).
- Der Einsatz von Stoffen, die nach der EU-Richtlinie 67/548/EWG in der jeweils aktuell geltenden Fassung mit „N“, „T+“ und „T“ gekennzeichnet werden müssen, sollte vermieden werden; falls solche Stoffe technisch unvermeidbar sind, muss eine Bewertung nach Stufe 2 durchgeführt werden. Die Bewertung nach Stufe 2 kann entfallen, falls die Unbedenklichkeit dieser Stoffe im Produkt durch andere Nachweise belegt werden kann.
- Persistente Stoffe („Persistent Organic Pollutants (POPs)“) aus der jeweils aktuellen ICCA Liste dürfen nicht aktiv eingesetzt werden.
- Werden krebserzeugende (R 45), erbgutverändernde (R 46) oder reproduktions-toxische Stoffe (R 60, R 61) gemäß der

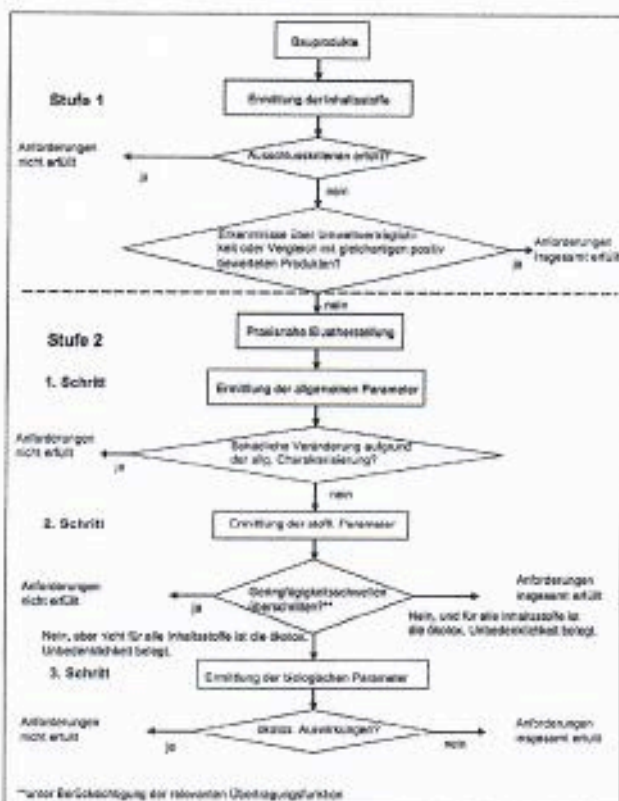


Abbildung 13: Ablaufschema zur Bewertung von Bauprodukten hinsichtlich Boden- und Grundwasserrecht

Abb. 2: Ablaufschema aus [6]

EU-Richtlinie 67/548/EWG zur Herstellung des Bauprodukts verwendet, ist zunächst zu prüfen, ob von ihnen ein Risiko für Boden und Grundwasser ausgehen kann. Ist das der Fall, dürfen sie nicht aktiv eingesetzt werden. Diese Regelungen gelten nicht für Stoffe, deren gefährliche Wirkung ausschließlich über eine inhalative Exposition hervorgerufen wird.

Stufe 2

In diesen Grundsätzen zur Bewertung von Bauprodukten wird gefordert, dass die Geringfügigkeitsschwellen an den Orten der Einhaltung der Geringfügigkeitsschwellen nicht überschritten werden und somit dort keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten.

3 Bauweisen im Tunnelbau

Tunnelbauwerke sind stets dem Einfluss des Wassers im umgebenden Gebirge ausgesetzt. Dabei wird der Entwurf eines Tunnelquerschnittes maßgebend von der Lage zum Grundwasser bestimmt, wobei grundsätzlich zu entscheiden ist, ob der Querschnitt druckwasserentlastet oder druckwasserhaltend ausgebildet wird. Diese weitreichende Entscheidung hat auch einen entscheidenden Einfluss auf die Wahl des Abdichtungssystems und die Abdichtungsgeometrie. Die Entscheidung hängt unter anderem von folgenden Gesichtspunkten ab:

- Liegt der Tunnel über dem Grundwasserspiegel, so kommt der Tunnel nur mit Sickerwasser in Berührung und kann im Regelfall druckwasserentlastet ausgebildet werden.
- Liegt der Tunnel unter dem Grundwasserspiegel, so ist der Wasserdruck über Sohl drainagen abzubauen. Der Tunnel

kann druckwasserentlastet ausgebildet werden. Dabei wird in der Regel nur im Gewölbe ein Abdichtungssystem (Regenschirmabdichtung) vorgesehen sowie eine Drainage zur Ableitung des Grundwassers in der Sohle.

- Bei dauerndem Wasserdruck auf den Tunnelquerschnitt ist er druckwasserhaltend auszubilden. Dabei ist das Abdichtungssystem über den gesamten Querschnitt (Rundumabdichtung) vorzusehen.

Druckwasserentlastete Querschnitte setzen eine sichere und dauerhafte Ableitung der Grund- und Sickerwässer (Anschluss an eine Vorflut) voraus. Hierbei kann es zu Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Abdichtungssystems und den abgeleiteten Wässern kommen, die zu Schäden am Gesamtbauwerk, aber auch zu nachteiligen Veränderungen der Gewässer-eigenschaften führen.

Ein wesentliches Element der Abdichtungssysteme sind Kunststoffdichtungsbahnen (KDB), mit denen sich alle Arten von Wasserbelastungen für das Tunnelbauwerk beherrschen lassen. So sind zum Beispiel nach dem Regelwerk der Deutschen Bahn Abdichtungen aus Kunststoffdichtungsbahnen wie folgt zugelassen:

1. als lose verlegte Kunststoffdichtungsbahnen im zweischaligen Tunnelausbau bei Bodenfeuchte, nichtdrückendem und drückendem Wasser,
2. als lose verlegte Kunststoffdichtungsbahnen für Regenschirmabdichtungen im Tunnelbau bei Bodenfeuchte und nichtdrückendem Wasser,
3. als lose verlegte Kunststoffdichtungsbahnen in Kombination mit einer wasserundurchlässigen Stahlbetonkonstruktion (WUBKO) bei drückendem Wasser.

4 Belastungen für Gewässer

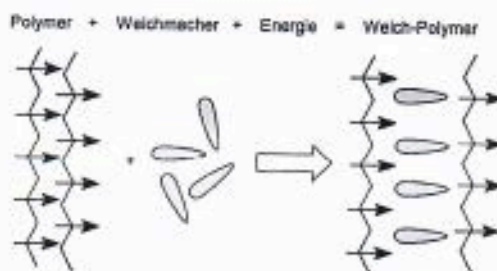
Bei Tunnelbauwerken mit druckwasserentlastender Abdichtung ist besonders bei der Auswahl der Baumaterialien für die Tunnelauskleidungen darauf zu achten, dass keine grundwassergefährdenden Stoffe durch Auswaschen freigesetzt werden, die dann über die Drainagen der freien Vorflut zugeführt werden. Sie können aber auch, zumindest Teile des abströmenden Grundwassers, die mit den Materialien in Berührung kommen, direkt ins Grundwasser gelangen und somit das umliegende Grundwasser mit den freigesetzten Stoffen belasten und auch Heilquellen gefährden.

5 Dichtungsbahnen aus Kunststoffen

Für die Beurteilung und Auswahl von Bauprodukten bei Planen, Bauen und Betreiben von Bauwerken kann u. a. auf das Datenbanksystem WECOBIS [7] zurückgegriffen werden. Es bietet Informationen zu Umwelt- und Gesundheitsaspekten wichtiger Bauproduktgruppen im Kontext des nachhaltigen Bauens an. Die Informationen in WECOBIS beziehen sich auf die grundsätzlichen „mittleren“ Materialeigenschaften.

5.1 Aufbau der Dichtungsbahnen

Grundsätzlich kann zwischen mehrschichtigen Bahnen und homogenen Bahnen unterschieden werden. Während die homogenen Kunststoffdichtungsbahnen nur aus einer einschichtigen Folie bestehen, haben die mehrschichtigen Kunststoffdich-



Quelle: M. Bonnet, 2., überarb. u. erw. Aufl. 2014, XII, Verlag: Springer Vieweg

Abb. 3: Aufbau von PVC-P

tungsbahnen eine innere Tragschicht (Einlage), die beidseitig von Deckschichten bedeckt wird. Das Material der Deckschichten bestimmt die Bezeichnung der Kunststoffbahn. So wird zum Beispiel eine Bahn mit Deckschichten aus flexiblen Polyolefinen (FPO) als FPO-Dichtungsbahn bezeichnet.

Die Anwendungshäufigkeit der Kunststoffdichtungsbahnen verschiedener Materialgruppen unterscheidet sich stark. Dabei werden am häufigsten PVC-P-Bahnen eingesetzt.

5.2 Charakteristik

Für die Abdichtung von Tunnelbauwerken mit Kunststoffdichtungsbahnen werden flexible Polyolefine (FPO), very low density polyethylene (VLDPE) oder mit Ethylvinylacetat modifiziertes Polyethylen (EVA) oder weichmacherhaltiges PVC (PVC-P) verwendet.

Mehrschichtige Bahnen bestehen aus einer Tragschicht aus Glas oder Polyestervlies und Deckschichten aus Polyvinylchlorid (PVC-P), Polyolefinen (FPO), Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer (EPDM), Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer (EVA, VAE), Ethylen-Copolymerisat-Bitumen (ECB), chloriertem Polyethylen (PE-C) oder Polyisobutylen (PIB). Aktuelle FPO- und PVC-Dichtungsbahnen sind mehrschichtig aufgebaut. Auch EPDM- und EVA-Bahnen werden mit Einlage angeboten.

Homogene Bahnen werden aus EPDM für die flächige Abdichtung angeboten.

In der Regel werden die Bahnen aus Polyvinylchlorid (PVC-P), Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer (EVA, VAE), Ethylen-Copolymerisat-Bitumen (ECB) oder Polyisobutylen (PIB) für die flächige Abdichtung nur noch für Randanschlüsse eingesetzt.

PVC-Dichtungsbahnen

PVC-Dichtungsbahnen gehören zu den ältesten Kunststoffabdichtungssystemen. Sie bestehen im Wesentlichen aus weichgemachtem Polyvinylchlorid, sog. PVC-P. Reines PVC ist hart und relativ spröde und wird erst durch Zusatz von bis zu 50 % Weichmacher-Additiven zum Polymer erweicht (Abbildung 3). Als Weichmacher kommen vorwiegend Phthalate (Phthalsäureester) zum Einsatz. Weichmacher sind toxikologisch von Bedeutung, da sie im Allgemeinen während der gesamten Lebensdauer eines Produkts freigesetzt werden können.

Durch den Zusatz von Stabilisatoren wird PVC gegen Licht- und Witterungseinfluss beständig. Beim Abbau des Kunststoffs, der durch Verfärbung und Versprödung erkennbar wird, können Schadstoffe freigesetzt werden [7]. Der wichtigste Stabilisator ist Blei.

Bei den PVC-Dichtungsbahnen unterscheidet man:

PVC-Art	Kurzbezeichnung
Polyvinylchlorid hart	PVC-U für „PVC unplastifiziert“
Polyvinylchlorid weich	PVC-P für „PVC plastifiziert“
Chloriertes Polyvinylchlorid	PVC-C
Polyvinylidenchlorid (Copolymerisation mit Vinylidenchlorid)	PVDC

PVDC und PVC-C sind Modifikationen mit höherem Chloranteil als PVC.

Polyolefin-Dichtungsbahnen

Mit Polyolefinen (PO) wird eine Gruppe von Kunststoffen bezeichnet, zu denen so bekannte Vertreter wie Polyethylen, Polypropylen und Polybutylen gehören. Das Gerüst dieser Kunststoffe besteht nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Die Polyolefine bestehen aus Legierungen dieser Einzelkunststoffe und werden häufig auch als flexible Polyolefine bezeichnet (FPO-A, A für Alloy=Legierung), weil sie deutlich weniger steif sind als beispielsweise Polyethylen. Seit Anfang der Neunzigerjahre werden FPO in breiterem Maße in den Bauwerksabdichtungs-Technologien verwendet. Zur besseren Flexibilität und Alterungsbeständigkeit werden Zusatzstoffe beigemischt.

EPDM-Dichtungsbahnen

EPDM ist die Abkürzung für Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer. Der Kunststoff besteht aus einer Kombination der drei Polymere Ethylen, Propylen und Dien, die zu einem größeren Polymer verkettet sind. Neben EPDM werden Polypropylen oder weitere, nicht näher bezeichnete thermoplastische Elastomere zur Produktion von EPDM-Dichtungsbahnen eingesetzt. EPDM-Bahnen weisen eine Glasübergangstemperatur von unter 0 °C auf, womit sie auch bei tiefen Temperaturen flexibel bleiben. Gemäß nicht mehr aktueller DIN-Norm werden sie auch als „Elastomerbahnen“ bezeichnet.

EVA-Dichtungsbahnen

EVA steht für Ethylen-Vinylacetat und bezeichnet Copolymere von Ethylen und Polyvinylacetat. Das Kunststoffpolymer ist aus Polymeren verschiedener Kunststoffe zusammengesetzt. In EVA-Dichtungsbahnen wird EVA mit einem Anteil $\geq 25\%$ eingesetzt und PVC mit einem Anteil $\leq 50\%$. Als weitere Kunststoffsorte kann Ethylen-Butyl-Acrylat beigemischt sein. Weiter können diese Dichtungsbahnen Weichmacher auf Phthalatbasis enthalten.

Um im Bauzustand Beschädigungen erkennen zu können, erhalten die Kunststoffdichtungsbahnen grundsätzlich einseitig eine hellfarbige Signalschicht. Ebenso werden hierdurch die Arbeitsbedingungen im Tunnel verbessert und damit die Arbeitssicherheit erhöht. Für Tunnel die in offener Bauweise erstellt werden, ist eine hellfarbige Signalschicht zur Verhinderung von Faltenbildung durch Sonneneinstrahlung sinnvoll.

Die unterschiedlichen Werkstoffe führen dazu, dass bei der Auswahl alle Aspekte des Umweltschutzes, der Werkstoffbeständigkeit (zum Beispiel beim Gütertransport), der mechanischen Langzeitbeständigkeit sowie des Brandverhaltens (Entstehung toxischer Gase und Freisetzung metallangreifender Chloride) berücksichtigt werden müssen.

6 Bewertung

Für die im Tunnelbau zum Einsatz kommenden Kunststoffdichtungsbahnen sind die relevanten Schadstoffe und deren Freisetzungspotenzial zu betrachten.

6.1 PVC Dichtungsbahnen

Der kritische Punkt im Zusammenhang mit den für die Umwelt und Gesundheit möglichen Gefahren, die von Kunststoffdichtungsbahnen ausgehen, sind die Phthalate, die als Weichmacher dem PVC zugesetzt werden. Phthalate können durch Ausgasen oder Auswaschen aus dem Produkt „Kunststoffdichtungsbahn“ freigesetzt werden, da sie generell im PVC chemisch nicht fest gebunden sind. Der Vorgang des Auswaschens ist im Falle des Einsatzes von Kunststoffdichtungsbahnen im Tunnelbau durch den ständigen Kontakt mit vorbeifließendem Grundwasser gegeben. Sie gelten als schwerflüchtige Verbindungen und können demnach langsam und dauerhaft aus Produkten ausdünsten oder sich beim Kontakt mit Flüssigkeiten oder Fetten lösen. Aufgrund des geringen Dampfdruckes ist die Freisetzung in die Luft aber von untergeordneter Bedeutung. Außerdem neigen Phthalate dazu, sich an Partikeln anzulagern.

Wenn sie ins Abwasser gelangen, lagern sie sich in den Kläranlagen überwiegend am Klärschlamm an und können so mit diesem auf Feldern ausgebracht werden und Böden verunreinigen.

Die meisten Phthalate sind schädlich für Wasserorganismen, wie zum Beispiel Kleinkrebse und sind in der Wassergefährdungsklasse 1 „schwach wassergefährdend“ eingestuft und sollten dennoch nicht in das Grundwasser, in die Gewässer oder in die Kanalisation gelangen.

Bei den Phthalate unterscheidet man niedermolekulare Phthalate (low molecular weight = LMW) und hochmolekulare Phthalate (high molecular weight = HMW) [7].

Zu den LMW gehören Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Dibutyl-phthalat (DBP), Benzyl-butyl-phthalat (BBP) und Diisobutyl-phthalat (DIBP). Diese vier niedermolekularen Phthalate sind als reproduktionstoxisch (fortpflanzungsgefährdend) eingestuft, für die ab 21. Januar 2015 das Inverkehrbringen und der Gebrauch (Tabelle 1) der Substanz ohne Zulassung verboten sind [8].

Zu den HMW gehören unter anderem Di-isodecyl-phthalat (DIDP), Di-isononyl-phthalat (DINP) und Di-2-propyl-heptyl-phthalat (DPHP). Für die heute vermehrt (mehr als 70 % aller Weichmacher in Europa [9]) eingesetzten Phthalate DIDP, DINP und DPHP wurden bisher keine auffälligen Befunde in der Umwelt gemacht. Gleichwohl wurden die Phthalate DIDP, DINP und DPHP von den Herstellern unter REACH registriert. Das heißt, dass die Hersteller für DIDP, DINP und DPHP Daten geliefert haben, um deren sichere Herstellung und Verwendung nachzuweisen.

Auffallendes Kriterium ist ihre reproduktionstoxische Eigenschaft.

Definition Reproduktionstoxizität:

Beeinträchtigung der männlichen und weiblichen Fortpflanzungsfunktionen bzw. -fähigkeit (Fertilität) und der Entwicklungsschäden (vorgeburtliche nicht vererbare gesundheitliche Schäden und Fruchtschäden).

Stoff	Inhärente Eigenschaft(en) nach Artikel 57	Übergangsregelungen		Ausgenommene Verwendungen oder Verwendungskategorien
		Antragsschluss	Ablauftermin	
Bis (2-ethylhexyl) phthalat (DEHP) EG-Nr.: 204-211-0 CAS-Nr.: 117-81-7	fortpflanzungs-gefährdend (Kategorie 1B)	21. Juli 2013	21. Januar 2015	Verwendungen in der Primärverpackung von Arzneimitteln, die unter die Verordnung (EG) Nr. 726/2004, die Richtlinie 2001/82/EG und/ oder die Richtlinie 2001/83/EG fallen
Benzylbutylphthalat (BBP) EG-Nr.: 201-622-7 CAS Nr.: 85-68-7	fortpflanzungs-gefährdend (Kategorie 1B)	21. Juli 2013	21. Januar 2015	
Dibutylphthalat (DBP) EG-Nr.: 201-557-4 CAS Nr.: 84-74-2	fortpflanzungs-gefährdend (Kategorie 1B)	21. Juli 2013	21. Januar 2015	

Tabelle 1: Anhang XIV der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

Das sind Schädigungen aller Abschnitte der Fortpflanzung: von der Beeinträchtigung der weiblichen und männlichen Sexualfunktionen und Fruchtbarkeit über Schädigungen während der Schwangerschaft und Stillzeit bis hin zu Effekten, die pränatal ausgelöst werden und sich erst in der nachfolgenden Generation manifestieren.

Dazu zählt auch die Wirkung auf die Laktation, das heißt die Milchabgabe von stillenden Frauen.

Gemäß GHS-VO sind diese Phthalate mit den Gefahrenhinweisen

- H360F: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
- H360D: Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- H361f: Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen,
- H361d: Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
- H362: Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

versehen und sind mit dem Piktogramm GHS 08 gekennzeichnet.

DEHP, DBP und BBP sind sehr giftig für Wasserorganismen und können Gewässer längerfristig schädigen. Sie sind in der EU als umweltgefährdend eingestuft.

Die niedermolekularen Phthalate (LMW) DEHP, DBP und BBP sind aufgrund ihrer Einstufung als reproduktionstoxisch als sogenannte „besonders Besorgnis erregende Stoffe“ („substances of very high concern“-SVHC) identifiziert und in den Anhang XIV der EG-Verordnung Nr. 1907/2006 über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) eingetragen. Sie unterliegen damit dem im Chemikalienrecht verankerten Zulassungsverfahren. Dieses zielt darauf ab, die betreffenden Stoffe mittelfristig aus dem Markt zu entfernen. So soll die menschliche Gesundheit bzw. die Umwelt vor den unerwünschten Wirkungen der betreffenden Stoffe geschützt werden.

Das niedermolekulare Phthalat DIBP wurde bisher noch nicht auf EU-Ebene bewertet und unterliegt somit keinem EU-Verbot.

Für zulassungspflichtige Stoffe gilt ein generelles Herstellungs- und Verwendungsverbot ab dem sogenannten „Ablauftermin“ (Tabelle 1), der ebenfalls im REACH-Anhang tabelliert ist. Für die genannten drei Phthalate ist der Ablauftermin der 21. Februar 2015 [8].

In der EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG [10] wird DEHP als prioritärer Stoff gelistet.

Nach der neuen CLP-Verordnung [11] ist das Phthalat DBP als „sehr giftig für Wasserorganismen“ und das Phthalat BBP als „sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung“ eingestuft.

Die EU-Kommission erteilte für die Phthalate DEHP, DBP und BBP ein Anwendungsverbot bei Babyartikel und Kinderspielzeug, wenn sie in Konzentrationen von mehr als 0,1 Masse-% des weichmacherhaltigen Materials enthalten (Verordnung (EU) Nr. 1907/2006, Anhang XVII; 51). Auch für die Herstellung von kosmetischen Mitteln sowie in Gemischen, wie Lacke und Farben, die an private Endverbraucher verkauft werden, dürfen diese drei Stoffe nicht verwendet werden.

Nach dem Ablauftermin darf ein zulassungspflichtiger Stoff ausschließlich mit einer Ausnahmegenehmigung („Zulassung“) befristet verwendet oder hergestellt werden. Die zuständige Europäische Kommission erteilt solche Zulassungen nur dann, wenn der Antragsteller nachweisen kann, dass er die mit der speziellen Verwendung des betreffenden Stoffes einhergehenden Risiken angemessen beherrscht oder, wenn der gesamtgesellschaftliche Nutzen diese Risiken überwiegt. Für DEHP, DBP und BBP besteht eine Ausnahme von der Zulassungspflicht für die Verwendung in Verpackungen für Arzneimittel.

Das Umweltbundesamt [12] tritt dafür ein, dass Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften, hier Phthalate, aus Vorsorgegründen generell nicht in die Umwelt gelangen sollten.

Abschätzung der Freisetzungsmenge

Geht man davon aus, dass PVC erst durch den Zusatz von 40 bis 50 % Weichmachern geeignet ist, um als Dichtungsbahn im Tunnelbau eingesetzt zu werden, dann ergibt sich für eine Dichtungsbahn von 3 mm Stärke bei einer mittleren Dichte des PVC von 1,30 g/cm³ eine Menge an Phthalate pro m² von

$$10^4 \text{ cm}^2 \times 0,3 \text{ cm} \times 1,30 \text{ g/cm}^3 \times 0,4 = 1560 \text{ g}$$

Geht man weiter von einer Freisetzungsrate der Phthalate von nur 10 % (optimistisch betrachtet) aus, dann werden über die Jahre 156 g/m² in das offene System Umwelt, ins Grundwasser bzw. Oberflächengewässer entlassen.

Bei einer Tunnelbaumaßnahme, bezogen auf 10000 m² Dichtungsbahnen dieser Materialsorte, würden beispielsweise 1560 kg freigesetzt werden, um ein Gefühl für die Größenordnung zu bekommen.

6.2 Polyolefin-Dichtungsbahnen

Als Alternative zu Weich-PVC werden überwiegend Polyolefine (Polyethylen = PE, Polypropylen = PP) eingesetzt.

Zu dieser Gruppe von Kunststoffen gehören Vertreter wie Polyethylen, Polypropylen und Polybutylen. Das Gerüst dieser Kunststoffe besteht nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Die Polyolefine bestehen aus Legierungen dieser Einzelkunststoffe und werden häufig auch als flexible Polyolefine bezeichnet (FPO-A, A für Alloy = Legierung), weil sie deutlich weniger steif sind als beispielsweise Polyethylen. Aufgrund der Zusammensetzung sind keine relevanten Emissionen zu erwarten.

6.3 EPDM-Dichtungsbahnen

EPDM ist die Abkürzung für Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer. Der Kunststoff besteht also aus einer Kombination der drei Polymere Ethylen, Propylen und Dien, die zu einem größeren Polymer verkettet sind. EPDM-Dichtungsbahnen sind insbesondere bei tiefen Temperaturen flexibel. Aufgrund der Zusammensetzung sind keine relevanten Emissionen zu erwarten.

6.4 EVA-Dichtungsbahnen

Als weitere Alternative zu Weich-PVC wird auch Ethylvinylacetat (EVA) eingesetzt. Das Kunststoffpolymer ist in sich wiederum aus Co-Polymeren zusammengesetzt. Die Ethylvinylacetat-Co-Polymere sind ungiftig. Sie enthalten keine Weichmacher oder andere Hilfsstoffe. In EVA-Dichtungsbahnen wird Vinylacetat (VA) mit einem Anteil $\geq 25\%$ eingesetzt.

6.5 Pigmente und Stabilisatoren

Als Pigmente werden Schwermetalle eingesetzt. Sie sind in aller Regel in den Endprodukten in eine stabile Kunststoffmatrix eingebettet und damit in der Nutzungsphase nur dann einer Freisetzung zugänglich, wenn diese Produkte einem starken Abrieb unterliegen. Dieses ist im vorliegenden Fall der Tunnelauskleidung nicht gegeben.

Als Stabilisatoren, die den Kunststoffen zugesetzt werden, um deren Zersetzung durch Temperatur, Sauerstoff und Licht zu vermeiden, werden die Schwermetalle Blei und Cadmium in unterschiedlichen Verbindungen zugesetzt. Sie gewährleisten aufgrund verschiedener chemischer Mechanismen, dass die Fehlstellen der Polymerisation des Vinylchlorids (zum Beispiel ungesättigte Endgruppen, Doppelbindungen) nicht zum Ausgangspunkt der Abspaltung von Chlorwasserstoff und damit einer kettenartigen Zersetzung des Polymers werden. Daneben spielen schwefelfreie und schwefelhaltige Zinn-Stabilisatoren sowie unterschiedliche organische Verbindungen als Stabilisatoren eine wichtige Rolle.

Wenn Kunststoffdichtungsbahnen aus Polyethylene (PE) nicht stabilisiert werden, so altern sie unter normalen Bedingungen je nach den Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe innerhalb einiger Jahre bis weniger Jahrzehnte durch den oxidativen Abbau [13].

Polyethylenen werden daher Antioxidantien für die Langzeitstabilisierung (zum Beispiel hochmolekulares phenolisches Antioxidans) beigemischt. Darüber hinaus werden Stabilisato-

ren für die Verarbeitung (z. B. Phosphit zur Verarbeitungsstabilisierung) und für eine längere Lagerung, beigemischt. Typischerweise beträgt in Summe der Anteil von Antioxidantien und Stabilisatoren zwischen 0,1 und 0,5 Gewichtsprozent.

Die Situation der Stabilisatoren hat sich in den letzten Jahren gravierend geändert. So wurde der Verkauf von Cadmium-Stabilisatoren in der EU Ende 2007 eingestellt. Der Einsatz von Stabilisatoren auf Blei-Basis in PVC wurde bis 2010 in der EU um mehr als 70 % reduziert.

Bis 2015 haben sich die europäischen PVC-Hersteller zu einem vollständigen Verzicht auf bleihaltige Stabilisatoren verpflichtet [9]. Es kann aber auch nach diesem Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden, dass PVC-Produkte mit bleihaltigen Stabilisatoren aus Nicht-EU-Ländern (zum Beispiel China) importiert werden. Die bleihaltigen Stabilisatoren werden vorwiegend durch Stabilisatoren auf Calciumbasis ersetzt.

Zinn-Stabilisatoren werden laut [9] nur in Hart-PVC-Anwendungen eingesetzt. Laut [14] sind die Zinn-Stabilisatoren auch wegen der höheren Kosten keine Alternative zu den bleihaltigen Stabilisatoren.

Da die Stabilisatoren fest in die stabile Kunststoffmatrix eingebettet sind, werden während der Nutzungsphase praktisch keine Schwermetalle freigesetzt, abgesehen von Produkten, die durch die Nutzung einem starken Abrieb unterliegen. Dieses ist im vorliegenden Fall der Tunnelauskleidung nicht gegeben.

6.6 Zusammenfassende Bewertung

Im Wasserrecht ist der Besorgnisgrundsatz der Hauptpfeiler der Betrachtung. Und wenn bestimmte Weichmacher offiziell diskreditiert sind oder ein begründeter Verdacht einer Gefährlichkeit besteht, dann ist die Besorgnis gegeben, auch wenn die Stoffe nicht im Gesetz oder einer Verordnung explizit geregelt sind. Der sogenannte Jedermannparagraf (§ 5 WHG) gilt immer und das ist unabhängig von der Menge.

Die ökologische Produktverträglichkeit von Kunststoffdichtungsbahnen sollte sich an der prinzipiellen Vorgehensweise für die Beurteilung von Bauprodukten des DIBt [6] orientieren, wie es in Abbildung 2 dargestellt ist oder wie es mit dem Bewertungssystem „Nachhaltiges Bauen (BNB)“ [15] des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit vorgesehen ist.

Nach dem Ansatz des DIBt (Abbildung 2) erfüllen die PVC-Dichtungsbahnen, die niedermolekulare Phthalate (DEHP), (DBP), (BBP) und (DIBP) enthalten, nicht die Anforderungen, die der Boden- und Grundwasserschutz verlangen. Bereits nach Stufe 1 der Bewertung ist dieser Sachverhalt gegeben, da die wesentlichen, zum Einsatz kommenden Stoffe aufgrund ihrer reproduktionstoxischen Eigenschaften gemäß EG-VO als umweltgefährdend eingestuft sind und ein generelles Herstellungs- und Verwendungsverbot besteht. Entscheidend jedoch ist ihr sehr großes Freisetzungspotenzial, sodass die Stoffe unkontrolliert in das offene System Umwelt (hier Grundwasser) gelangen.

Auch wenn über einige hochmolekulare Phthalate (DIDP), (DINP) und (DPHP) auf EU-Ebene noch keine Bewertungen vorliegen und sie somit keinem EU-Verbot unterliegen, sollten PVC-Dichtungsbahnen mit diesen Stoffen aus Vorsorgegründen nicht zum Einsatz [12] kommen.

Legt man das Bewertungssystem „Nachhaltiges Bauen (BNB)“ [15] zugrunde, so sind danach für die Bewertung der

Kunststoffdichtungsbahnen drei potenzielle Schadstoffgruppen zu betrachten:

1. Gefährliche und besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC),
2. Gefährliche Stoffe, die ausgelaugt werden können,
3. Schwermetalle (bei Dichtungsbahnen als Stabilisatoren in Kunststoffen).

Hiermit kommt die Bewertung zum gleichen Ergebnis wie zuvor. Alle Kunststoffdichtungsbahnen mit reproduktionstoxischen Phthalaten als Weichmacher sind somit nicht geeignet für den Einsatz zur Abdichtung im Tunnelbau, auch wenn über das Freisetzungspotenzial nur indirekt in der Qualitätsstufe QN 5 über eine Dokumentation der Eluatwerte etwas gefordert ist.

Das Thema der Schwermetallstabilisatoren spielt in dem hier zu behandelnden Fall des Einsatzes von Kunststoffdichtungsbahnen im Tunnelbau keine Rolle, da ein Abrieb und eine Entsorgung im konkreten Einsatzgebiet nicht zum Tragen kommen.

7 Schlussfolgerungen

Bei der Bewertung der Kunststoff-Dichtungsbahnen im speziellen Einsatzgebiet des Tunnelbaus ist aus der Sicht des Umweltschutzes nur der Grundwasserpfad zu betrachten. Gebrauchsaktivitäten wie Abrieb und Entsorgung kommen aufgrund des Einbaus in die Tunnelauskleidungskonstruktion nicht in Betracht. Arbeitsschutzaspekte und bautechnische Anforderungen standen hier nicht zur Bewertung an.

Nach der Bewertung in Kapitel 6 sind alle Kunststoffdichtungsbahnen mit Phthalat-Weichmachern vom Einsatz im Tunnelbau auszuschließen, auch wenn einige Phthalat-Weichmacher noch nicht durch die EU bewertet sind.

Den Kunststoffdichtungsbahnen dürfen keine Stoffe zugesetzt sein, die eingestuft sind als

- krebserzeugend der Kategorien 1 oder 2 bzw. Kategorien 1A und 1B der EG-Verordnung 1272/2008 (CLP-VO)
- erbgutverändernd der Kategorien 1 oder 2 bzw. Kategorien 1A und 1B der EG-Verordnung 1272/2008 (CLP-VO)
- fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1 oder 2 bzw. Kategorien 1A und 1B der EG-Verordnung 1272/2008 (CLP-VO)
- besonders besorgniserregend aus anderen Gründen nach den Kriterien des Anhang XIII der REACH-Verordnung, insofern sie in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte Kandidatenliste) aufgenommen wurden.

Schwermetallstabilisatoren und Schwermetallpigmente spielen bei dieser Betrachtung keine Rolle, da sie kein Freisetzungspotenzial haben.

Alternativprodukte wie Polyolefin-Dichtungsbahnen, EPDM-Dichtungsbahnen und EVA-Dichtungsbahnen, von denen keine Gefährdungen für das Grundwasser ausgehen, stehen unter dem hier betrachteten Einsatz zur Verfügung.

In jedem Fall ist bei der Produktauswahl darauf zu achten, dass das Freisetzungspotenzial von Stoffen in der Produktmat-

rix unter den jeweiligen Einsatzbedingungen und Umgebungsbedingungen vorab zu prüfen und auf Umweltrelevanz zu bewerten ist. In jedem Einzelfall ist zu prüfen, ob Weichmacher wie zum Beispiel DEHP [Di(ethylhexyl)phthalat], die nach EG-VO nicht mehr zugelassen sind, enthalten sind.

Die Auffassung des Umweltbundesamtes von 2007 [12], Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften wie Phthalate aus Vorsorgegründen generell von der Umwelt fernzuhalten, kann an dieser Stelle nur noch einmal betont werden, zumal andere Dichtungsbahnen vorhanden sind. Dabei ist es unerheblich, ob 20 % oder nur 2 % gefährliche Stoffe in die Umwelt gelangen.

Literatur

- [1] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG – Wasserhaushaltsgesetz) vom 31. Juli 2009, (BGBl. I Nr. 51 S. 2585), zuletzt geändert am 04.12.2018
- [2] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (GnwV – Grundwasserverordnung) vom 9. November 2010, (BGBl. Nr. 59, S. 1513)
- [3] Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Stand 15. Juli 2015
- [4] Lühr, H.-P.: Die Geringfügigkeitsschwelle – Dreh- und Angelpunkt im Boden- und Grundwasserschutz, *TerraTech* 10/2004
- [5] AwSV – Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vom 18. April 2017, (BGBl. I Nr. 22 S. 905)
- [6] Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser, Deutsches Institut für Bautechnik, 2011
- [7] WECOBIS – Ökologisches Baustoffinformationssystem, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und Bayerische Architektenkammer
- [8] Verordnung (EU) 2018/2005 der Kommission vom 17. Dezember 2018 zur Änderung des Anhangs XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) in Bezug auf Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), Dibutylphthalat (DBP), Benzylbutylphthalat (BBP) und Diisobutylphthalat (DIBP) (ABl. Nr. L 322 vom 18.12.2018 S. 14)
- [9] Nachhaltigkeitsinitiative der europäischen PVC Industrie (Vinyl 2010)
- [10] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik vom 23. Oktober 2000 (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1)
- [11] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP- oder GHS-Verordnung) vom 13. Dezember 2008, (ABl. L 353, S. 1)
- [12] Phthalate – Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften, Umweltbundesamt, Februar 2007
- [13] Müller, W.: *Handbuch der PE-HD-Dichtungsbahnen in der Geotechnik*, Birkhäuser, 2001
- [14] Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte, Teil 5 „Hinweise zur Substitution gefährlicher Stoffe – 5.3 Funktion: Pigmente und Stabilisatoren“, Herausgeber: Umweltbundesamt, Berlin, 2003
- [15] Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2019

Autor

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Lühr
HPL-Umwelt-Consult
Edelhofdamm 33, 13465 Berlin

