

VI

Umweltverträglichkeit von Zement und Beton

Durch das in der Öffentlichkeit stark gestiegene Umweltbewusstsein hat die Umweltverträglichkeit von Baustoffen in den letzten Jahren einen immer größeren Stellenwert erlangt. Heute werden Entscheidungen für bestimmte Baustoffe und Bauweisen nicht nur von technischen und wirtschaftlichen, sondern zunehmend auch von ökologischen Gesichtspunkten beeinflusst. Ziel ist es, ein auf die Bedürfnisse des Nutzers zugeschnittenes Bauwerk zu erstellen, das von seiner Errichtung über seine Nutzung bis zu seinem Rückbau insgesamt geringe Umweltwirkungen bei möglichst niedrigen Kosten verursacht. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Umweltverträglichkeit der eingesetzten Baustoffe.

Zement und Beton haben sich seit Jahrzehnten für Bauteile in Kontakt mit Boden, Grundwasser und Trinkwasser hervorragend bewährt. Umfangreiche Untersuchungen belegen, dass Spurenelemente oder kritische organische Substanzen nur in äußerst geringen Mengen vorhanden sind, die dem Eintrag aus den Roh- und Prozessstoffen entsprechen. Die Freisetzung solcher Spurenstoffe während der Nutzung der Bauwerke ist aufgrund des großen Bindevermögens des Zementsteins für Spurenelemente und der Einkapselung in das feste und dichte Zementsteingefüge nur sehr gering und liegt häufig an der Nachweisgrenze der modernen, sehr empfindlichen Analysemethoden.

Zuverlässige und dauerhafte Betonbauteile und -werke wie z. B. Abwasseranlagen und Kläranlagen tragen zum Schutz der Umwelt bei. Direkte Umweltentlastungen entstehen durch den Einsatz sekundärer Roh- und Brennstoffe bei der Klinkerherstellung sowie durch die Verwertung geeigneter Reststoffe bei der Zementherstellung. Grundsätzlich kommen dabei nur solche Sekundärstoffe zum Einsatz, die weder die Emissionen noch die Gleichmäßigkeit und die bautechnischen Eigenschaften des Zements sowie dessen Umweltverträglichkeit beeinträchtigen.

Die zunehmende Bedeutung des Umweltrechts für das Bauen spiegelt sich auch in Regelwerken und Normen wider. Neben nationalen Regelungen, die z. B. die hygienischen und umweltrelevanten Anforderungen an zementgebundene Baustoffe im Kontakt mit Boden, Grundwasser und Trinkwasser festlegen, werden zurzeit entsprechende europäische Regelungen ausgearbeitet. Das Forschungsinstitut verfolgt bei der Mitarbeit in diesen Gremien das Ziel, die bestehenden positiven Erfahrungen zur Umweltverträglichkeit zementgebundener Baustoffe in den Regelwerken zu verankern und den Prüfumfang auf das erforderliche Maß zu begrenzen.



Umweltkriterien für zementgebundene Baustoffe ■

Der Klinkerbrennprozess zeichnet sich durch das stark basisch reagierende Brenngut, die hohen Brennguttemperaturen sowie den intensiven Kontakt zwischen den Feststoffen und dem Ofengas – mit Gastemperaturen von bis zu 2000 °C – aus. Damit bieten Drehrohrofenanlagen der Zementindustrie ausgezeichnete Bedingungen für die zuverlässige und umweltverträgliche Verwertung vieler Reststoffe.

Die deutsche Zementindustrie leistet durch die Verwertung geeigneter Reststoffe einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der Umwelt. Dadurch werden Primärenergieträger eingespart, der Entsorgungsdruck der Industrie und der Kommunen gemindert sowie natürliche Rohstoffquellen geschont. Grundsätzlich kommen nur solche Stoffe zum Einsatz, die die Emissionen, die Gleichmäßigkeit und die bautechnischen Eigenschaften des Zements sowie dessen Umweltverträglichkeit nicht beeinträchtigen.

Sekundärbrenn- und -rohstoffe

Für die Klinkerherstellung wurden im Jahr 2003 in Deutschland 38 % der Primärbrennstoffe durch Sekundärbrennstoffe ersetzt. Die größte Bedeutung haben dabei aufbereitete Fraktionen aus Industrie- und Gewerbeabfällen, Altreifen, Altöl, Tiermehle und -fette sowie Altholz. Die energetische Verwertung energiehaltiger Reststoffe bei der Klinkerherstellung leistet einen Beitrag zur CO₂-Minderung, ohne dass dabei weitere produktionsspezifische Reststoffe anfallen. Aufgrund der sehr hohen Temperaturen der Drehofenfeuerung werden organische Stoffe praktisch vollständig zu Kohlendioxid und Wasser umgesetzt. Von daher sind insbesondere die Emissionskonzentrationen von Dioxinen und Furanen sehr gering. Dies gilt unabhängig von den eingesetzten Brennstoffen.

Neben Sekundärbrennstoffen können in Abhängigkeit von der Rohstoffsituation eines Zementwerks geeignete sekundäre Nebenprodukte wie Industriekalk, Gießereialtsande, Kiesabbrand, Flugaschen sowie Reststoffe aus der Eisen- und Stahlindustrie als Rohmaterialkomponenten bzw. als Korrekturstoffe für die Rohmischung umweltverträglich eingesetzt werden.

Spurenelementgehalte im Zement

Zement enthält wie alle aus natürlichen Rohstoffen stammenden Baustoffe geringe Mengen an Spurenelementen, die mit den Roh- und Brennstoffen in den Herstel-

lungsprozess gelangen. Je nach Flüchtigkeit und Prozessbedingungen verbleiben diese mehr oder weniger vollständig im Klinker. Ein wichtiges Beurteilungskriterium für die umweltverträgliche Verwertung von sekundären Roh- und Brennstoffen ist deshalb deren Spurenelementgehalt. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass diese Sekundärstoffe lediglich einen entsprechenden Anteil ebenfalls spurenelementhaltiger, primärer Einsatzstoffe ersetzen.

Alle bislang durchgeführten Untersuchungen belegen, dass der heute übliche Einsatz von Sekundärstoffen in der deutschen Zementindustrie zu keiner wesentlichen Änderung der Spurenelementgehalte im Produkt führt. Insgesamt gesehen liegen die Spurenelementgehalte deutscher Zemente in der gleichen Größenordnung wie die Gehalte in natürlichen Gesteinen, Böden und Tonen, unabhängig davon, ob bei der Zementproduktion Sekundärstoffe eingesetzt werden oder nicht.

Spurenelementfreisetzung

Wie der Zement enthalten auch Gesteinskörnungen und Betonzusatzstoffe geringe Mengen an Spurenelementen. Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit eines Baustoffs ist jedoch nicht dessen Gehalt an Spurenelementen entscheidend, sondern nur der Anteil, der während der Herstellung und Nutzung auf die Umweltmedien Wasser, Boden oder Luft übergehen kann. Entscheidend für eine Freisetzung ist der im Porenwasser gelöste Spurenelementanteil. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die meisten Spurenelemente wie zum Beispiel Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Vanadium, Zink usw. in Frischmörteln oder -betonen in fast vollständig unlöslicher Form vorliegen und nur in äußerst geringen Mengen freigesetzt werden. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Spurenelementen können die in Zementen enthaltenen Alkali- und Chromverbindungen eine höhere Löslichkeit im Porenwasser aufweisen. Deshalb war zu prüfen, welche Mengen dieser Substanzen aus Mörteln und Betonen freigesetzt werden können. Intensive Forschungsarbeiten am Institut für Bauforschung (ibac) haben Untersuchungen des Forschungsinstituts zur Abgabe von Alkali- und Chromverbindungen aus Frischbeton bestätigt. Demnach ist Chrom das einzige untersuchte Spurenelement, das aus Frischbeton in möglicherweise umweltrelevanten Konzentrationen freigesetzt werden kann. Die Untersuchungen haben jedoch auch ergeben, dass erhöhte Chromgehalte nur in der unmittelbaren Kontaktzone und nur für kurze Zeit auftreten. Für alle Substanzen

gilt, dass die Freisetzung mit fortschreitender Hydratation durch die Ausbildung der dichten, festen Zementsteinmatrix sehr stark vermindert wird. Beim Chrom kommt hinzu, dass der gelöste Anteil chemisch in den Chromatettringit eingebunden wird und damit zeitverzögert in eine praktisch wasserunlösliche Verbindung übergeht.

Insgesamt zeigen alle Untersuchungen, dass beim Betonieren in der gesättigten Bodenzone erhöhte Stoffkonzentrationen im Grundwasser nur in geringen Abständen zum Bauteil und nur für kurze Zeiträume auftreten können. Wegen der sehr geringen Frachten bewirken sie keine dauernde oder erhebliche schädliche Veränderung des Grundwassers und sind somit aus Sicht des Umweltschutzes nicht relevant.

Um das grundsätzliche Verständnis zur Freisetzung von Spurenelementen aus zementgebundenen Baustoffen zu vertiefen und Kriterien zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Mörteln und Betonen abzuleiten, wurde von einem europäischen Konsortium bereits vor mehreren Jahren das Forschungsvorhaben „Environmental Criteria For Cement Based Products (EC-RICEM)“ begonnen. Forschungspartner sind das Energy Research Centre for the Netherlands (ECN), die Holcim Group Support Ltd. Ciments d'Obourg, Norcem A.S. sowie der Verein Deutscher Zementwerke. Schwerpunkt dieser Forschungsarbeiten war zunächst die Charakterisierung des Auslaugverhaltens zementgebundener Baustoffe, die mit weltweit bezogenen Portlandzementen mit möglichst hohen Spurenelementgehalten hergestellt wurden. Darüber hinaus kamen zwei Technikumszemente mit künstlich erhöhtem Spurenelementanteil zum Einsatz. Dabei wurden diejenigen Auslaugverfahren eingesetzt, die derzeit in Europa am häufigsten angewendet werden. Bei allen Untersuchungen zeigte sich, dass die Abgabe von Spurenelementen aus zementgebundenen Baustoffen unter üblichen Anwendungsbedingungen keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt hat, selbst wenn der Spurenelementanteil im Zement durch gezielte Dotierung deutlich erhöht wird.

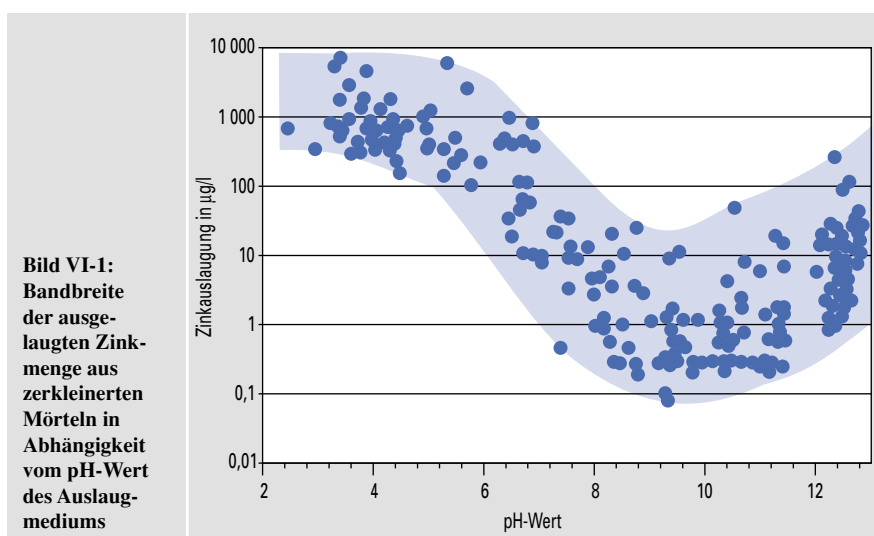
Der erste Teil des ECRICEM-Projekts, der sich im Wesentlichen auf Versuche mit Portlandzementen konzentriert hatte, wurde Ende des Jahres 2001 abgeschlossen. Im Berichtszeitraum wurden in einer zweiten Phase (ECRICEM II) intensive Untersuchungen zu Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen durchgeführt. Die Ergebnisse der durchgeführten Auslaugversuche haben das günstige Umweltverhalten zementge-

bundener Werkstoffe bestätigt. Sie haben auch gezeigt, dass Mörtel mit Zementen mit mehreren Hauptbestandteilen generell eine gleiche Freisetzungsscharakteristik für Spurenelemente aufweisen wie solche mit Portlandzementen.

Bild VI-1 zeigt zum Beispiel die Bandbreite der ausgelaugten Zinkmenge aus zerkleinerten Mörteln in Abhängigkeit vom pH-Wert des Auslaugmediums. Für diese Untersuchungen kamen Mörtel (Korngröße < 2 mm) zum Einsatz, die mit mehr als 40 verschiedenen Zementen (CEM I bis CEM V) hergestellt wurden. Aus dem Bild geht hervor, dass trotz der erheblichen Bandbreite der Einzelwerte eine vergleichbare pH-Wert-Abhängigkeit der Zinkauslaugung gegeben ist. Bei der Bewertung der freigesetzten Zinkmengen muss berücksichtigt werden, dass diese Auslaugversuche an zerkleinerten Mörteln und über einen großen pH-Wert-Bereich durchgeführt wurden. Unter üblichen Anwendungsbedingungen wird das Auslaugverhalten zementgebundener Baustoffe durch die natürliche Alkalität und die Dichtheit des Zementsteins bestimmt. Von daher hat die Zinkabgabe keine Umweltrelevanz. Eine Ausnahme hinsichtlich der generellen Freisetzungsscharakteristik ergab sich für das Element Chrom. Hier zeigte sich, dass Mörtel, die mit hüttensandhaltigen Zementen hergestellt wurden, nur sehr geringe Mengen an Chrom auslaugten, die deutlich unter den Werten selbst von chromatreduzierten Portlandzementen lagen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die in Hüttensanden enthaltenen reduzierenden Bestandteile für die geringe Freisetzung verantwortlich sind.

Neben den Auslauguntersuchungen wurde im Berichtszeitraum intensiv an der Modellierung chemischer Reaktionen in zementgebundenen Baustoffen gearbeitet. Das Verständnis solcher Reaktionen, die die Löslichkeit der entsprechenden Substanzen im Porenwasser und damit auch die diffusionskontrollierte Auslaugung bestimmen, bildet die Basis für die Beschreibung des Langzeitverhaltens zementgebundener Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser, Grundwasser und Boden. Diese Modellierungen können ebenfalls dazu dienen, Kriterien für den umweltverträglichen Einsatz von Sekundärstoffen in der Zementindustrie besser zu beschreiben.

Weiterhin wurde an möglichen Freisetzungsszenarien sowie an der Modellierung der Auslaugung und Ausbreitung von Substanzen im Boden und Grundwasser gearbeitet. Eine sachgerechte Beurteilung



von Laborergebnissen kann nur auf der Basis einer vorgegebenen Boden- oder Grundwasserqualität in einem bestimmten Abstand zum Bauwerk in Verbindung mit geeigneten, standardisierten Freisetzungsszenarien erfolgen. Die Ergebnisse des ECRICEM-Projekts werden in die anstehenden europäischen Normungsarbeiten einfließen. Sie können dazu beitragen, die Diskussionen zur Verankerung der wesentlichen Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umwelt in den harmonisierten europäischen Produktnormen auf eine wissenschaftlich abgesicherte Basis zu stellen.

Europäische Bauproduktenrichtlinie ■

Im Jahr 1989 wurde die Europäische Bauproduktenrichtlinie verabschiedet. Sie fordert, dass die auf dem europäischen Binnenmarkt gehandelten Bauprodukte so beschaffen sind, dass die daraus hergestellten Bauwerke allen wesentlichen Anforderungen z. B. an Standfestigkeit, Feuersicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit entsprechen. Neben diesen traditionell im Baurecht verankerten Anforderungen nimmt die europäische Bauproduktenrichtlinie gezielt Bezug auf den Schutz von Hygiene, Gesundheit und Umwelt.

Von Normen, die im Sinne der Europäischen Bauproduktenrichtlinie harmonisiert sind, wird gefordert, dass sie die für den Schutz der unmittelbaren Umgebung eines Bauwerks notwendigen Festlegungen enthalten. Die Ausarbeitung solcher Festlegungen setzt allerdings voraus, dass qualitative und wenn notwendig auch quantitative Anforderungen in den entsprechenden Bauordnungen der Mitgliedsstaaten

vorhanden sind. Eine Analyse der bestehenden Anforderungen in den Mitgliedsstaaten der EU hat ergeben, dass zurzeit offensichtlich nur zwei Mitgliedsstaaten, die Niederlande und Deutschland, quantitative Anforderungen an Bauprodukte stellen. Diese sind darauf gerichtet, die Freisetzung gefährlicher Substanzen an die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft aus Bauprodukten während der Nutzung von Bauwerken zu begrenzen.

Dieser geringe Bestand entsprechender nationaler Regelungen hat dazu geführt, dass die bisher verabschiedeten harmonisierten Produktnormen, darunter die europäische Zementnorm EN 197-1, ausschließlich allgemeine Hinweise auf bestehende nationale Anforderungen enthalten. Für die zukünftige Aus- und Überarbeitung harmonisierter technischer Spezifikationen sollen nun ein Nachweiskonzept und zugehörige Nachweisinstrumente, wie z. B. Prüfverfahren und Analysemethoden, erarbeitet werden. Dazu hat die EU-Kommission ein Mandat entworfen, das den Titel trägt: „Development of horizontal standardized assessment methods for harmonized approaches relating to dangerous substances under the construction products directive“. Ende des Jahres 2004 hat der „Ständige Ausschuss für das Bauwesen (SCC)“ dem Mandat zugestimmt.

Nachweiskonzept

Unter Einbindung der interessierten Kreise konnte bei der EU ein mehrstufiges Nachweiskonzept durchgesetzt werden. Vertreter des Forschungsinstituts haben sich als Repräsentanten der europäischen Baustoffindustrie aktiv in die entsprechenden Beratungen eingebracht. Das mehrstufige Konzept soll sicherstellen, dass nur dort Nachweise gefordert werden, wo dies unter Beurteilung möglicher Gefährdungen der

Umweltmedien Wasser, Boden und Luft durch das jeweilige Bauprodukt tatsächlich notwendig ist. Im Einzelnen sind folgende drei Nachweismöglichkeiten vorgesehen:

- Nachweis ohne Prüfung (Without Testing), so genannte „WT-Produkte“
- Nachweis ohne regelmäßige Prüfung (Without Further Testing), so genannte „WFT-Produkte“
- Nachweis durch regelmäßige Prüfung (With Further Testing), so genannte „FT-Produkte“.

Bei der Beurteilung einer möglichen Umweltgefährdung durch Bauprodukte wird die Freisetzung gefährlicher Substanzen in die Innenraumluft von Bauwerken (Ausgasung) sowie die Freisetzung gefährlicher Substanzen in Boden und Grundwasser (Auslaugung) betrachtet. Für rein anorganische, zementgebundene Baustoffe sollte die Ausgasung gefährlicher Substanzen keine Bedeutung haben.

Nachweisinstrumente

Zur Zuordnung der Bauprodukte zu den oben genannten Nachweismöglichkeiten sollen die nötigen Instrumente europaweit vereinheitlicht werden, indem entsprechende europäische Normen erarbeitet werden. Bevor diese angewendet werden, muss sichergestellt sein, dass für die jeweiligen Bauprodukte die praktische Erfahrung aus der Anwendung angemessen berücksichtigt wird. Dies ist besonders wichtig, wenn die Beurteilung ohne Prüfung erfolgt (WT-Produkt).

Sind Prüfungen erforderlich, um ein Bauprodukt als WFT-Produkt einzustufen, sind dafür Charakterisierungsprüfungen vorgesehen. Mit diesen Prüfungen sollen sowohl der Gehalt als auch die Freisetzung gefährlicher Substanzen beurteilt werden. Bei Produkten, die bei Konformitätsnachweisen zu prüfen sind, spricht man auch hier von Erst- und Regelprüfungen. Hierzu sind genormte Prüfverfahren zu erarbeiten, die weitestgehend horizontal, d.h. in ihren Grundzügen produktunabhängig sein sollen.

Nach den Vorstellungen der EU-Kommission soll die Entscheidung über die für ein Bauprodukt erforderlichen Nachweise durch die Mitgliedsstaaten, vertreten durch den „Ständigen Ausschuss für das Bauwesen“, getroffen werden. Dies gilt insbesondere für die Freistellung von Prüfungen für WT-Produkte. Zur Vorbereitung dieser Entscheidungen wird durch die EU-Kommission die Expertengruppe „Dangerous Substances“ eingerichtet. Die

Expertengruppe soll sich nach Möglichkeit nur auf Arbeitsvorlagen stützen, die von den europäischen Normungs- bzw. Zulassungsinstitutionen CEN bzw. EOTA, d.h. von den zuständigen Produktkomitees, erstellt werden. Vertreter des FIZ arbeiten in den maßgeblichen Produktkomitees mit und werden ihre Standpunkte über die „Vereinigung Europäischer Baustoffhersteller (CEPMC)“ in die zuständige Expertengruppe einbringen.

Auswirkungen auf zementgebundene Baustoffe

Zementgebundene Baustoffe haben sich seit Jahrzehnten für Bauteile im Kontakt mit Boden und Grundwasser bewährt. Umfangreiche Laboruntersuchungen belegen, dass Spurenelemente oder kritische organische Verbindungen nur in Spuren vorhanden sind, die dem Eintrag aus den Roh- und Prozessstoffen entsprechen. Die Freisetzung solcher Spurenstoffe unter den Nutzungszuständen der Bauwerke ist sehr gering und liegt häufig an der analytischen Nachweisgrenze. Diese Aussage ist durch umfangreiche Untersuchungen auch für Zemente belegt, bei denen sekundäre Roh- und Brennstoffe zum Einsatz kommen (s. Abschnitt: Umweltkriterien für zementgebundene Baustoffe).

Aus Sicht der Zementindustrie sind die vorliegenden Untersuchungsergebnisse die Basis dafür, dass Zemente nach EN 197-1 ohne Prüfung zur Herstellung von Bauprodukten und Bauteilen im Kontakt mit Boden und Grundwasser eingesetzt werden können (WT-Produkt). Konkret wird diese Einstufung in Mitgliedsstaaten zu vertreten sein, in denen Anforderungen an Bauprodukte hinsichtlich des Boden- und Grundwasserschutzes bestehen. Dieses gilt derzeit für die Niederlande und für Deutschland.

DIBt-Merkblatt „Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ ■

Für Bauprodukte, die eine bauaufsichtliche Zulassung benötigen, müssen bei den entsprechenden Zulassungsprüfungen auch mögliche Boden- und Grundwassergefährdungen berücksichtigt werden. Das Merkblatt „Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) fasst dazu die naturwissenschaftlichen, technischen und rechtlichen Grundlagen zusammen. Dieses allgemeine Bewertungskonzept, das für alle

Bauprodukte in Kontakt mit Boden und Grundwasser gilt, wurde in der Fassung November 2000 veröffentlicht und wird zurzeit überarbeitet.

Um die stoffspezifischen Eigenschaften der verschiedenen Baustoffe sachgerecht zu berücksichtigen, werden die allgemeinen Bewertungsgrundsätze in einem Teil II für unterschiedliche Bauprodukte konkretisiert. Dazu wurden vom DIBt die Projektgruppen

- Beton und zementgebundene Baustoffe,
- Bodeninjektionsmittel und
- Kanalrohrsanierungsmittel

eingerichtet. Die Projektgruppe „Beton und zementgebundene Baustoffe“ hat im Berichtszeitraum das Bewertungskonzept für „Beton und Betonausgangsstoffe“ fertig gestellt. Obwohl es noch nicht veröffentlicht ist, wendet das DIBt dieses Bewertungskonzept bereits bei den Zulassungsprüfungen an.

Das Bewertungskonzept gilt für Zemente, Betonzusatzstoffe, Betonzusatzmittel und Gesteinskörnungen sowie für Konstruktionsmörtel und Betone, die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung benötigen. Die Sachverständigen des DIBt legen die durchzuführenden Untersuchungen fest. Sie beziehen sich dabei auf Informationen zum Bauprodukt, die der Antragsteller bereitstellt. Um die Stofffreisetzung zu ermitteln stehen unterschiedliche Auslaugungsverfahren zur Verfügung.

Für den seltenen Fall der wasserdurchlässigen Betonbauweisen legt der entsprechende Sachverständigenausschuss die Prüfverfahren im Einzelfall fest. Wasserundurchlässige Bauweisen über dem Grundwasserspiegel werden im Allgemeinen als unkritisch angesehen; deshalb sind hierfür nur in Sonderfällen Auslaugprüfungen notwendig. Diese sind entsprechend dem Trogverfahren durchzuführen, das von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) entwickelt wurde. Dabei müssen die Inhaltsstoffe in den Eluaten direkt die im DIBt-Merkblatt aufgeführten Geringfügigkeitsschwellenwerte bzw. die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung oder vergleichbare Werte einhalten.

Wasserundurchlässige Bauweisen im Grundwasser werden beurteilt, indem das Kontaktgrundwasser zur Abschätzung der Stofffreisetzung aus realen Bauteilen herangezogen wird. In Modellrechnungen werden die Auslaugung aus dem Bau-

stoff mit einem Diffusionsmodell und die Stoffausbreitung im Boden / Grundwasser durch ein geologisches Strömungs- und Transportmodell ermittelt. Durch die Kombination der beiden Modelle kann der zeitliche Verlauf der Stoffkonzentrationen im Grundwasser für definierte Randbedingungen prognostiziert werden (Bild VI-2).

Zur Berechnung der Freisetzung mit dem Diffusionsmodell sind die Ergebnisse von Langzeitstandtests geeignet. Ein Arbeitskreis des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) hat unter Mitwirkung des Forschungsinstituts einen entsprechenden Test für Festbeton zur Normung vorbereitet. Er sieht Auslaugprüfungen an $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ Betonwürfeln und die Entnahme von sechs Eluatn vor, die nach unterschiedlichen Versuchsdauern erhalten werden. Die Gesamtversuchszeit beträgt 56 Tage.

Als Randbedingungen für die Modellrechnung sieht der Teil II des DIBt-Merkblatts „Beton und Betonausgangsstoffe“ eine Bauteilfläche von 400 m^2 , einen Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens von 10^{-4} m/s und eine effektive Porosität von 0,1 sowie ein Grundwassergefälle von 10^{-3} vor. Die Schichtdicke des Kontaktgrundwassers (X_R) für die kleinräumige Mittelwertbildung beträgt 0 bis 0,3 m. Als Zeitspanne, über die zeitlich gemittelt wird, sind 6 Monate festgelegt. Als Bodentemperatur werden 10 °C angenommen. Bei der Berechnung darf keine Retardierung und kein chemischer oder biologischer Abbau berücksichtigt werden. Die Randbedingungen sind bewusst scharf gewählt, damit möglichst vielfältige Einsatzbereiche durch den konventionellen Nachweis erfasst werden.

Auf der Grundlage dieser festgelegten Modellparameter können mit dem Freisetzungsmo- dell unter Bezug auf die festgelegten jeweiligen Geringfügigkeitsschwellenwerte der verschiedenen Substanzen die im 56-Tage-Standtest einzuhaltenden maximal zulässigen Freisetzungsmengen berechnet werden. In Tafel VI-1 sind die derzeit zu untersuchenden Spurenelemente für zementgebundene Baustoffe und die zulässigen Freisetzungsmengen zusammengefasst.

Ein Unterausschuss der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) befasste sich schon seit längerer Zeit mit der Überarbeitung der bestehenden Geringfügigkeitsschwellenwerte und der Ableitung neuer Werte für weitere Parameter. Hierzu

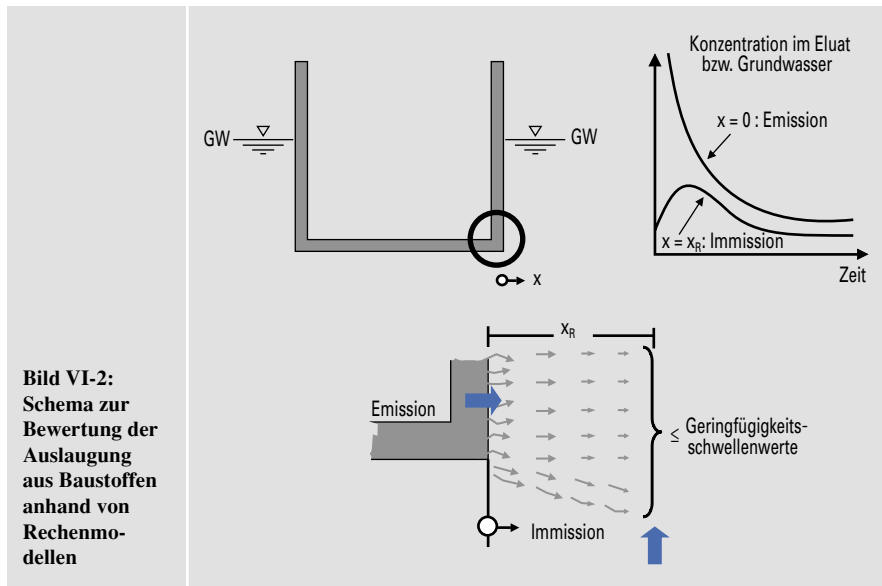


Bild VI-2: Schema zur Bewertung der Auslaugung aus Baustoffen anhand von Rechenmodellen

Tafel VI-1: Maximal zulässige Freisetzung aus zementgebundenen Baustoffen im Langzeitstandtest nach 56 Tagen entsprechend DIBt-Merkblatt Teil II

Element	Maximal zulässige Freisetzung im Langzeitstandtest nach 56 Tagen in mg/m^2
Arsen (As)	5
Blei (Pb)	12
Cadmium (Cd)	2,4
Chrom (Cr ges.)	24
Chrom (Cr(VI))	4
Kobalt (Co)	24
Kupfer (Cu)	24
Nickel (Ni)	24
Zink (Zn)	150

gehören zum Beispiel Barium und Vanadium. Die überarbeiteten und ergänzten Geringfügigkeitsschwellenwerte sind Ende des Jahres 2004 von der Umweltministerkonferenz (UMK) zur Veröffentlichung freigegeben worden. Es ist davon auszugehen, dass das DIBt die neuen Werte und Parameter in das Merkblatt aufnehmen wird. Welche neuen Parameter für den speziellen Teil II „Beton und Betonausgangsstoffe“ relevant sind, muss noch diskutiert werden. In Tafel VI-2 sind die neuen Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA den zurzeit gültigen DIBt-Werten gegenübergestellt. Aus der Tafel geht hervor, dass die Werte zum Teil drastisch abgesenkt wurden. Dies gilt zum Beispiel für Cadmium und Zink. Auch der neue Wert für Vanadium ist sehr niedrig angesetzt. Allerdings ist die

Anwendung des Geringfügigkeitsschwellenwerts für Vanadium bis zum 31. 12. 2007 ausgesetzt, um der Industrie Gelegenheit zu geben, die unvollständige Datenbasis zur Human- und Ökotoxizität zu ergänzen und den Nachweis zu führen, dass ein höherer Wert wissenschaftlich gerechtfertigt ist.

Die neuen Geringfügigkeitsschwellenwerte und Parameter und die damit verbundenen erheblichen Herabsetzungen der zulässigen Freisetzungsraten werden von der betroffenen Baupraxis nachdrücklich in Frage gestellt. Darüber hinaus erscheint es ungewöhnlich und verwunderlich, dass die Industrie die erforderlichen Nachweise für eine sachgerechte Einstufung erbringen soll.

Tafel VI-2: Gegenüberstellung der zurzeit gültigen DIBt-Werte und der neuen Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA für anorganische Parameter zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen

Anorganische Parameter	Geringfügigkeitsschwellenwert in µg/l	
	DIBt-Merkblatt	LAWA-Wert
Antimon (Sb)	10	5
Arsen (As)	10	10
Barium (Ba)	-	340
Blei (Pb)	25	7
Bor (B)	-	740
Cadmium (Cd)	5	0,5
Chrom, gesamt (Cr)	50	-
Chromat (Cr)	8	7
Kobalt (Co)	50	8
Kupfer (Cu)	50	14
Molybdän (Mo)	50	35
Nickel (Ni)	50	14
Quecksilber (Hg)	1	0,2
Selen (Se)	10	7
Thallium (Tl)	-	0,8
Vanadium (V)	-	4*
Zink (Zn)	500	58
Zinn (Sn)	40	-
Chlorid (Cl ⁻)	-	250000
Cyanid, gesamt (CN ⁻)	50	50
Cyanid, leicht freisetzbar (CN ⁻)	10	5
Fluorid (F ⁻)	750	750
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	-	240000

* Die Anwendung des Geringfügigkeitsschwellenwertes für Vanadium ist bis zum 31.12.2007 ausgesetzt.

Tafel VI-3: Vergleich der Höchstwerte der Spurenelementgehalte der zur Betonherstellung eingesetzten Zemente mit den Mittelwerten deutscher Normzemente (VDZ: Spurenelemente in deutschen Normzementen 2001)

Element	Höchstwert der eingesetzten Zemente in mg/kg	Mittelwert deutscher Zemente in mg/kg
Antimon (Sb)	23,1	2,9
Arsen (As)	37,5	7,0
Barium (Ba)	14990	Keine Angabe
Blei (Pb)	34,4	17
Cadmium (Cd)	1,0	0,4
Chrom (Cr)	118	41
Kobalt (Co)	13,1	8,7
Kupfer (Cu)	108	31
Mangan (Mn)	4503	759
Molybdän (Mo)	14,2	Keine Angabe
Nickel (Ni)	44,3	23
Quecksilber (Hg)	0,08	0,06
Thallium (Tl)	1,8	0,4
Vanadium (V)	190	50
Zink (Zn)	303	192
Zinn (Sn)	5,4	3,6

Um die Erfahrungen mit dem DIBt-Bewertungskonzept für zementgebundene Baustoffe zu vertiefen, wurden im Berichtszeitraum im Forschungsinstitut 13 Betone entsprechend dem Konzept hergestellt und im Langzeitstandtest ausgelagert. Um eine möglichst große Bandbreite der Spurenelementgehalte der in Deutschland

hergestellten Normzemente zu erfassen, wurden für die Betonherstellung gezielt Zemente eingesetzt, die für ein oder mehrere Spurenelemente möglichst hohe Stoffgehalte aufwiesen. In **Tafel VI-3** sind die Höchstwerte der 13 untersuchten Zemente den Mittelwerten deutscher Normzemente (VDZ: Spurenelemente in deutschen Normzementen 2001) gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Langzeitstandtests zeigen, dass die Mehrzahl der Eluatwerte für die verschiedenen Spurenelemente unterhalb der Bestimmungsgrenze der eingesetzten, sehr empfindlichen Nachweismethoden liegen. Für die Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Thallium und Zinn haben die Tests zu keinen messbaren Werten geführt. Alle untersuchten Elemente unterschreiten die derzeit gültigen DIBt-Werte (**Tafel VI-1**). Etwas anders sieht es bei der Betrachtung der neuen Geringfügigkeitsschwellenwerte und Parameter der LAWA aus. Werden die zulässigen Freisetzungsraten im Langzeitstandtest mit dem bestehenden Modell und den derzeit festgelegten Randbedingungen berechnet, so zeigt sich, dass bei der Auslaugung von Barium, Chromat, Nickel und Vanadium in einigen Fällen Überschreitungen möglich sind.

Für die Baupraxis ist die starke Absenkung der Geringfügigkeitsschwellenwerte nicht akzeptabel. Aus Sicht der Industrie hat die LAWA nicht den erforderlichen Nachweis erbracht, dass eine derart weitgehende Vorsorge notwendig ist. Die LAWA ist jedoch nicht bereit, von diesen Werten – mit Ausnahme des Wertes für Vanadium – abzugehen. Allerdings hat sie angedeutet, dass ggf. eine Anpassung der Randbedingungen bei der Modellrechnung erfolgen kann. So könnte zum Beispiel eine Erhöhung der Schichtdicke (X_R) für die kleinräumige Mittelwertbildung von derzeit 0 bis 0,3 m auf 0 bis 1,0 m oder 2,0 m (d. h. immer noch die unmittelbare Umgebung eines Bauwerks) die Auswirkungen der verschärften Anforderungen etwas mindern. Es bleibt zu hoffen, dass bei den anstehenden Diskussionen eine für beide Seiten zufrieden stellende Lösung gefunden wird.

DVGW-Arbeitsblatt W 347 ■

Aufgrund der großen Bedeutung einer einwandfreien Trinkwasserversorgung werden an alle Werkstoffe, die bei der Trinkwassergewinnung, -speicherung oder beim Transport vom Erzeuger bis zur Entnahmestelle des Verbrauchers in direkten Kontakt mit dem Trinkwasser kommen, strenge hygienische Anforderungen gestellt. Zementgebundene Werkstoffe haben sich seit Jahrzehnten in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung bewährt. Mit dem Arbeitsblatt W 347 „Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung“ (Ausgabe Oktober 1999) der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) entstand erstmalig ein Regelwerk, das die spezifischen Eigen-

schaften zementgebundener Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser sachgerecht berücksichtigt. Das Arbeitsblatt wird zurzeit auf Veranlassung des DVGW überarbeitet. Hintergrund dafür sind die Einführung der europäischen Normen für Zement, Gesteinskörnungen, Betonzusatzmittel usw. sowie die Arbeiten der AHG 6 „Einfluss zementgebundener Produkte auf Wasser für den menschlichen Gebrauch“ des CEN/TC 164 „Trinkwasserversorgung“.

Im aktuellen Entwurf des Arbeitsblatts wurden die Vorbehandlung der Prüfkörper und die Zusammensetzung des Prüfwassers an den Entwurf der europäischen Prüfnorm „Einfluss fabrikmäßig hergestellter zementgebundener Produkte auf organoleptische Parameter“ angepasst. Nach den bislang vorliegenden Untersuchungsergebnissen wird dies jedoch kaum einen Einfluss auf die trinkwasserhygienische Beurteilung zementgebundener Werkstoffe haben. Aufgrund der günstigen Erfahrungen mit dem bestehenden Arbeitsblatt konnte in dem neuen Entwurf auf eine Reihe von Prüfungen verzichtet werden. So ist für Bauwerke in Trinkwasserschutzzonen die Prüfung der TOC-Abgabe nicht mehr erforderlich; weiterhin ist bei den organoleptischen Parametern die Geschmacksprüfung entfallen.

Eine wesentliche, konzeptionelle Änderung des Arbeitsblattes W 347 ergab sich durch die harmonisierte europäische Zementnorm EN 197. Die deutschen Trinkwasserhygieniker waren nicht bereit, die gegenüber der DIN 1164 deutlich erweiterte Palette der europäischen Zementarten ohne weitere Festlegungen für den Einsatz im Trinkwasserbereich zu akzeptieren. So haben sie zunächst gefordert, den Gesamtgehalt bestimmter Spurenelemente im Zement zu begrenzen. In intensiven Diskussionen konnte erreicht werden, dass die Spurenelementgehalte im Zement nicht als absolute „Grenzwerte“ festgelegt werden. Vielmehr wurden für einige Elemente die in **Tafel VI-4** aufgeführten zulässigen Gehalte festgeschrieben, bei deren Einhaltung keine gesonderten Auslaugprüfungen notwendig sind. Werden diese Gehalte überschritten, muss durch Auslaugprüfungen nachgewiesen werden, dass die ebenfalls in der Tafel angegebenen, maximal zulässigen Abgabemengen der entsprechenden Elemente eingehalten werden. Die Prüfung der Lithiumabgabe ist nur dann erforderlich, wenn Lithiumverbindungen als Betonzusatzmittel eingesetzt werden.

Tafel VI-4: Gesamtgehalte der Spurenelemente im Zement, bei deren Überschreitung eine Auslaugprüfung erforderlich wird, sowie die entsprechenden zulässigen Abgabemengen

Element	Gesamtgehalt im Zement in M-%	Abgabemenge in mg m ⁻² d ⁻¹
Arsen (As)	0,01	0,05
Blei (Pb)	0,05	0,1
Cadmium (Cd)	0,001	0,05
Chrom (Cr)	0,05	0,3
Nickel (Ni)	0,05	0,2
Lithium (Li)	Keine Anforderung	0,3

Die in Tafel VI-4 angegebenen Gesamtgehalte und die zulässigen Abgabemengen können von den in Deutschland hergestellten Zementen eingehalten werden. Es ist damit zu rechnen, dass die neue Ausgabe des Arbeitsblattes W 347 im Jahr 2005 durch die DVGW fertig gestellt und verabschiedet wird.

Europäisches Bewertungssystem für Bauprodukte in Kontakt mit Trinkwasser

Seit 1999 arbeiten von den EU-Mitgliedsstaaten autorisierte Trinkwasserhygieniker in der „Regulators Group for Construction Products in Contact with Drinking Water (RG-CPDW)“ an einem europäischen Bewertungssystem „European Acceptance Scheme (EAS)“ für Bauprodukte in Kontakt mit Trinkwasser. Das EAS soll für alle Bauprodukte wie Kunststoffe, Metalle, zementgebundene Werkstoffe usw. gelten, die in Kontakt mit Trinkwasser kommen. Auf der Grundlage eines EU-Mandats, dass sich auf die europäische Trinkwasser- und Bauproduktenrichtlinie bezieht, soll eine Harmonisierung der Konformitätsnachweise und der konkreten materiellen Anforderungen erreicht werden. Das zu erarbeitende europäische Bewertungssystem soll dabei auf den folgenden Prinzipien beruhen:

- Erhaltung der jeweils vorhandenen nationalen Verbraucherschutzniveaus
- Gewährleistung der Einsatzmöglichkeiten für alle üblichen Werkstoffe
- Erarbeitung eines kompletten Bewertungssystems
- Gewährleistung von Transparenz und Vertraulichkeit

Regulatorengruppe „Zement“

Während die Arbeiten für Kunststoffe und Metalle im Trinkwasserbereich unmittelbar mit der Gründung der Regulatorengruppe begannen, wurden zementgebundene Werkstoffe lange Zeit nur am Rande behandelt. Ende des Jahres 2003 wurde dann eine RG-CPDW-Untergruppe „Zement“ gegründet, die Vorschläge für Positivlisten, bewährte

Bestandteile und Bewertungskriterien erarbeiten soll. In der Untergruppe sind Regulatoren bzw. Experten aus Belgien, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, den Niederlanden und Spanien sowie eine Delegation des für die Betonnormung zuständigen CEN/TC 104 „Beton und zugehörige Produkte“ vertreten. Für Deutschland wurde vom Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung ein Mitarbeiter des Forschungsinstituts als Experte benannt.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt der anstehenden Arbeiten ist die Beratung des vom CEN/TC 104 vorgeschlagenen Konzepts der Liste bewährter Bestandteile (Approved Constituent List, ACL), die für Baustellenbetone mit späterem Trinkwasserkontakt ohne Prüfung eingesetzt werden können. Zurzeit ist die ACL eine Liste von Bestandteilen, wie zum Beispiel Zemente, Betonzusatzstoffe, Betonzusatzmittel usw., die traditionell im Trinkwasserbereich eingesetzt werden und in wenigstens einem EU-Mitgliedsstaat für diesen Zweck zugelassen sind. Die Ausgangsstoffe für Betonzusatzmittel müssen außerdem in einer zu erstellenden Positivliste (PL) enthalten sein, die die toxikologische Eignung dieser Stoffe für den Einsatz im Trinkwasserbereich nachweist. Welche Daten bzw. Informationen notwendig sind, damit diese anfängliche Liste zukünftig im Rahmen des EAS anerkannt wird, ist noch nicht abzusehen. Auch steht noch nicht fest, welches Komitee bzw. welche Expertengruppe über die ACL entscheidet.

Ziel des ACL-Konzepts ist, den erforderlichen Prüfumfang für Produkte in Kontakt mit Trinkwasser auf das tatsächlich notwendige Maß zu begrenzen. Bei der Zuordnung von Stoffen zur ACL ist es hilfreich, wenn die entsprechenden Produktnormen die Anforderungen des Trinkwasserbereichs bereits berücksichtigen. Trinkwasserhygieniker beurteilen zum Beispiel organische (Zement)Zusätze (Additive) sehr kritisch. Deshalb wird bei der anstehenden Überarbeitung der harmonisierten Zementnorm EN 197-1 diskutiert, die maximal zulässige

Zugabemenge solcher Stoffe von derzeit 0,5 % auf beispielsweise 0,2 % zu reduzieren. Wird dieser Wert überschritten, muss dies deklariert werden.

Das Forschungsinstitut wirkt bei den Arbeiten zum Trinkwasserbereich intensiv mit, da die Regelungen für diesen besonders sensiblen Bereich eventuell auch für andere Einsatzgebiete zementgebundener Werkstoffe Bedeutung erlangen. So könnte das ACL-Konzept z. B. als Modell für die Ausarbeitung von Kriterien zur Einstufung als so genanntes WT-Produkt (Nachweis ohne Prüfung) im Rahmen der Bauproduktenrichtlinie dienen.

Nachhaltiges Bauen ■

Nachhaltiges Bauen heißt, ein auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnittenes Bauwerk zu erstellen, das von seiner Erstellung über seine Nutzung bis zu seinem Rückbau insgesamt geringe Kosten und Umweltwirkungen verursacht. Eine Grundvoraussetzung ist die Umweltverträglichkeit des Baustoffs, d. h. sein unbedenklicher Einsatz im direkten Kontakt mit Wasser, Boden und der (Innenraum-)Luft. Darüber hinaus gehen die mit der Herstellung verbundenen Umweltwirkungen wie beispielsweise der Verbrauch an Energieträgern oder die luftgetragenen Emissionen genauso in eine umfassende Bewertung des Bauwerks ein wie die Herstellkosten. Eine Bewertung kann jedoch nur im Zusammenhang mit den über den ganzen Lebensweg hinweg verursachten Kosten und Umweltwirkungen erfolgen. Der entscheidende Beitrag eines Baustoffs zur Nachhaltigkeit liegt daher in seinem Potential, mit ihm ein gleichzeitig bedarfsgerechtes und insgesamt kosten- und umweltschonendes Bauwerk zu errichten.

Runder Tisch Nachhaltiges Bauen

Vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) wurde der Runde Tisch Nachhaltiges Bauen eingerichtet. In ihm sind die interessierten Kreise von den Baustoffherstellern über die Bauindustrie und Architekten bis hin zu den öffentlichen Bauherren vertreten. Ziel des Runden Tisches ist es, sich über die Grundsätze nachhaltigen Bauens und deren praktische Umsetzung zu verständigen. Diese sollen zunächst insbesondere in den Baumaßnahmen des Bundes angewandt werden. Damit wird die Entwicklung des nachhaltigen Bauens, die mit der Herausgabe des Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“ im März 2001 begonnen wurde, durch das BMVBW fortgeführt.

Ein zentraler Diskussionspunkt des Runden Tisches ist die Frage, wodurch sich nachhaltiges Bauen auszeichnet. Inzwischen hat der Runde Tisch Indikatoren festgelegt, die nach Klärung einiger zurzeit noch offener Detailfragen in einer Erprobungsphase bei Bundesbaumaßnahmen in der Praxis getestet werden sollen. Die Liste dieser Indikatoren umfasst beispielsweise Kenngrößen aus der Ökobilanz. Hierzu gehören das Treibhauspotential ebenso wie die Baukosten und die Baunutzungskosten. Die thermische Behaglichkeit wird als ein Indikator für Komfort vorgeschlagen und kann als Beispiel für eine Kenngröße aus dem Bereich der sozialen Dimension dienen. Zur Beschreibung einiger spezieller Sachverhalte wie beispielsweise der Inanspruchnahme nicht-energetischer Rohstoffe besteht noch keine Einigkeit über eine sachgerechte Kenngröße. Auch wird es in einigen Fällen schwer möglich sein, spezielle Aspekte durch eine Kennziffer zu erfassen. Dies gilt zum Beispiel für die Behaglichkeit. In solchen Fällen kann eine rein verbale Beschreibung angemessener sein. Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit die umfassende Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden künftig durch Computermodelle unterstützt werden kann. Entscheidend wird sein, dass diese Programme den am Runden Tisch erzielten Konsens zum Vorgehen unterstützen, und nicht die Umsetzung sich umgekehrt an schon existierende Programme anpasst.

Die Nutzungsdauer eines Bauwerks beeinflusst seine Nachhaltigkeitsbewertung wesentlich. Hier versucht das BMVBW die allgemein als zu pauschal angesehene tabellarische Zusammenstellung von Bauteillebensdauern durch einen differenzierten Ansatz zu ersetzen. Dazu sollen beispielweise auch in der jeweiligen Bauaufgabe durch Planung und Ausführung erzielte Steigerungen der Dauerhaftigkeit berücksichtigt werden können. Hier ist zu prüfen, ob dadurch die einzelnen Bauweisen, wie z. B. die Betonbauweise, sachgerecht behandelt werden.

Die weiteren Aktivitäten des BMVBW erstrecken sich auf die Entwicklung eines Leitfadens Nachhaltiges Bauen für den Gebäudebestand sowie auf die Herausstellung von beispielhaften Bauwerken. Der VDZ begleitet die Arbeiten gemeinsam mit dem Bundesverband der Deutschen Zementindustrie sowie mit dem Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden durch seine Mitarbeit am Runden Tisch und in dessen Arbeitskreisen.

Umweltkennzeichnung

Umweltdeklarationen sollen die mit der Herstellung eines Produkts verbundenen Umweltwirkungen dokumentieren und dadurch die Voraussetzung für eine ökologische Betrachtung ihres Lebenswegs schaffen. Solche Umweltdeklarationen enthalten im Unterschied zu herkömmlichen Umweltzeichen keine Bewertung eines Produktes. Vielmehr werden in ihnen die Umweltwirkungen, die mit der Herstellung und – soweit bekannt – mit der Nutzung eines Produkts verbunden sind, dokumentiert.

Die Umweltwirkungen werden in Ökobilanzstudien ermittelt und beruhen im Wesentlichen auf dem Verbrauch von Rohstoffen, dem Aufwand an Energie sowie auf den mit der Herstellung verbundenen Emissionen und Abfällen. Dabei werden auch die Umweltwirkungen betrachtet, die in den so genannten Vorketten, z. B. bei der Erzeugung der im Produktionsprozess benötigten Brennstoffe oder der eingesetzten Elektrizität, entstehen. Im Bauwesen tragen solche Informationen zu Bauprodukten zu einer umfassenden Betrachtung des Lebensweges von Bauwerken bei, wenn sie für alle wesentlichen Bauprodukte vorliegen. In einer sachgerechten Bewertung müssen jedoch unbedingt auch die Umweltwirkungen der Bauwerksnutzung, die häufig deutlich größer sind als die der Bauproduktherstellung, berücksichtigt werden.

Schon das Projekt „Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden (GaBi)“ entwickelte unter Mitwirkung der Zementindustrie ein Baustoffprofil, das wesentliche Elemente einer solchen Deklaration vorwegnimmt (siehe Tätigkeitsbericht 1996 - 1999). Die in **Tafel VI-5** dargestellten Inhalte einer Umweltdeklaration für Zement stimmen weitgehend mit den im GaBi-Projekt erarbeiteten Datenkategorien überein und werden inzwischen allgemein als wesentliche Bestandteile einer Deklaration in der europäischen Zementindustrie angesehen. Die Deklaration kann sich konkret auf den in einem Werk hergestellten Zement beziehen. Sie kann auch die Umweltwirkungen für einen generischen Zement, wie beispielsweise einen angenommenen nationalen oder europäischen Durchschnittszement, darstellen. In der Anwendung werden generische Daten im Allgemeinen als Information für eine Bauwerksbetrachtung ausreichend sein, um die mit einem Bauprodukt verbundenen Umweltwirkungen in die Planung einfließen zu lassen.

In Deutschland weisen auch die von der Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt (AUB) für andere Bauprodukte erstellten Umweltdeklarationen vergleichbare Inhalte auf. Darüber hinaus werden in diesen Umweltdeklarationen ggf. Hinweise auf die unmittelbaren Umweltwirkungen auf die Medien Wasser, Boden und insbesondere Innenraumluft gegeben. Weil die Ansätze vergleichbar sind, ist die Möglichkeit gegeben, Umweltdeklarationen für Zement zu erstellen, die mit den in Deutschland für andere Baustoffe ausgearbeiteten Deklarationen korrespondieren und zugleich in Europa weitgehend verstanden und akzeptiert werden.

Normung

Die internationale Normenorganisation ISO arbeitet schon seit mehreren Jahren an einem Normenpaket zum nachhaltigen Bauen. Dieses breit angelegte Paket betrachtet vom Grundgedanken her alle Bauwerke über ihren gesamten Lebenszyklus. Dabei werden die zur Errichtung benötigten Bauprodukte sowie die Bauwerksumgebung berücksichtigt (s. Bild VI-3). Die potentiellen Kenngrößen nachhaltigen Bauens werden in einem Normentwurf zusammengefasst, in dem die allgemein zu beachtenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte dargestellt und beispielhaft mit Kenngrößen illustriert werden. Die Umweltbewertung von Bauwerken als Teil der Nachhaltigkeitsbetrachtung wird in einem eigenen Normentwurf weiter konkretisiert. Darin werden sowohl Kenngrößen der Ökobilanz als auch den Innenraum betreffende Faktoren wie Lärm, Emissionen in den Innenraum oder Lichtqualität betrachtet. Am weitesten gediehen ist der Normentwurf zur Umweltdeklaration von Bauprodukten. Er geht über Vorgaben zum Inhalt der Deklaration hinaus. So behandelt der Normentwurf auch Aspekte wie die Verifikation der Deklaration oder das Vorgehen zur Ableitung von bauprodukt-spezifischen Regeln der Datenerhebung. Dabei lehnt er sich bei vielen Gesichtspunkten an die zeitgleich in Überarbeitung befindliche Norm ISO 14025 an, die die Umweltdeklaration für Produkte auch außerhalb des Baubereichs allgemein beschreibt. Soweit bekannt, ist damit das Bauwesen der erste Bereich, in dem sich das Leitbild der Nachhaltigkeit explizit in Normungsvorhaben niederschlägt.

Dennoch geht der Europäischen Kommission der von ISO verfolgte Ansatz nicht weit genug. Sie befürchtet aufgrund unterschiedlicher nationaler Entwicklungen insbesondere der Bauproduktdeklaratio-

Tafel VI-5: Datenkategorien in einer potentiellen Umweltdeklaration für Zement

Rohstoffverbrauch	<ul style="list-style-type: none"> • primäre Rohstoffe • sekundäre Rohstoffe
Wasserverbrauch	
Energieaufwand (einschließlich Elektrizität)	<ul style="list-style-type: none"> • primäre Energieträger • sekundäre Energieträger (jeweils unterteilt in erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger)
Potentielle Umweltwirkungen aufgrund von gasförmigen Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhauspotential • Versauerungspotential • Ozonabbaupotential • Photooxidantienpotential (Sommersmog) • Überdüngungspotential
Abfall zur Deponierung	<ul style="list-style-type: none"> • nicht gefährliche Abfälle • gefährliche Abfälle

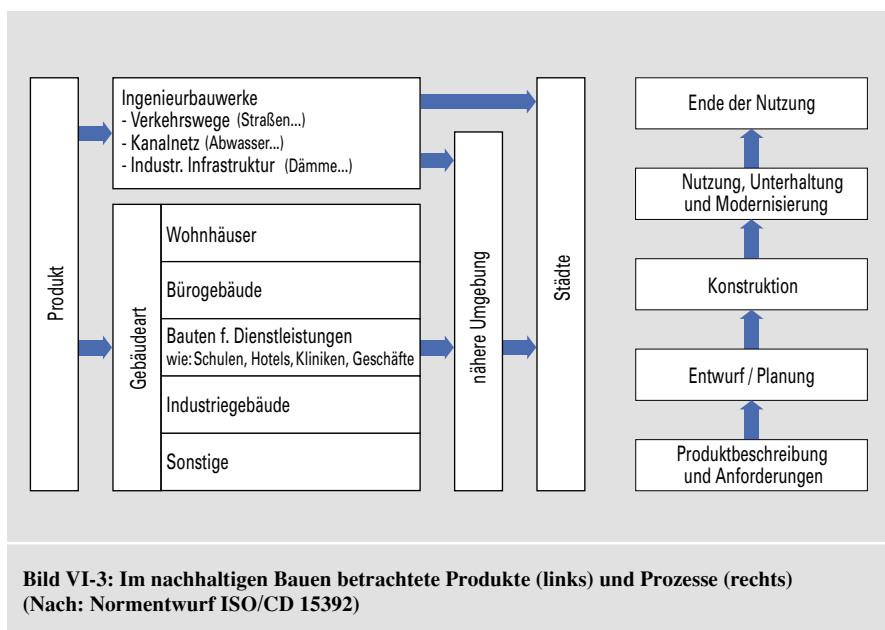


Bild VI-3: Im nachhaltigen Bauen betrachtete Produkte (links) und Prozesse (rechts) (Nach: Normentwurf ISO/CD 15392)

nen, dass Handelshemmnisse entstehen, denen durch die ISO-Normung nicht hinreichend begegnet werden kann. Infolgedessen wurde inzwischen ein Mandat an CEN gegeben, nach dem sowohl für die Umwelteleistungsbewertung von Bauwerken als auch für die Umweltdeklaration von Bauprodukten konkretere Normen entwickelt werden sollen. Dieses europäische Normenwerk soll auch eine Norm zur Ökobilanz von Bauprodukten und eine Norm zur Zusammenfassung von Ökobilanzdaten auf Bauwerksebene einschließen. Diese Normen unterliegen dabei nicht der Bauproduktenrichtlinie und verbleiben damit im freiwilligen Bereich. Dennoch ist abzusehen, dass diese Normen einen großen Einfluss auf die Umweltdeklaration von Bauprodukten in Europa haben werden.

Nachhaltiger Betonbau

Nachhaltiges Bauen kann in der Praxis nur umgesetzt werden, wenn auch konkrete

Hilfestellungen für die einzelnen Bauweisen existieren. Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) hat es sich zum Ziel gesetzt, mittelfristig ein Grundsatzpapier zum nachhaltigen Bauen mit Beton zu erarbeiten, das diese Lücke schließen soll. Um dieses Ziel zu erreichen, hat der DAfStb ein Forschungsprojekt vorbereitet, das im Falle einer Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Jahr 2005 in einer ersten Phase anlaufen soll. Das Projekt soll u. a. der Frage nachgehen, wie die Nachhaltigkeitsbewertung konkret an den Betonbau angepasst werden kann. Daneben spricht es zentrale Fragen der Baustofftechnologie, der Bemessung und des Lebenszyklus-Managements an. Der VDZ ist mit seinem Forschungsinstitut in die Planung des Vorhabens eingebunden. Er wird sich im Falle einer Bewilligung mit einer Studie zu den Potentialen des Sekundärstoffeinsatzes im Betonbau an den Forschungsarbeiten beteiligen.