



Bayerische
Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts



Nachhaltigkeit in der kommunalen Infrastruktur

| | |
|---|----|
| Nachhaltigkeit in der kommunalen Infrastruktur | 2 |
| A Bauwerke der Wasserwirtschaft | 4 |
| 1. Wasserversorgung | 5 |
| 2. Abwasserableitung | 7 |
| 3. Abwasserreinigung | 10 |
| 4. Nachhaltigkeit im Hochwasserschutz | 13 |
| B Verkehrsanlagen | 15 |
| 1. Ingenieurbauwerke | 15 |
| 2. Verkehrswege – kommunale Wegenetze | 19 |
| 3. Anlagen des Öffentlichen Personennahverkehrs | 23 |
| Ausblick | 25 |
| Literaturnachweise | 26 |

Nachhaltigkeit in der kommunalen Infrastruktur

Die Bedeutung der öffentlichen Infrastruktur ist der Allgemeinheit oft nicht bekannt. Vielfach wird deren Erhalt und deren Unterhalt vernachlässigt, bis oft nur noch Ersatzneubauten möglich sind. Die Bayerische Ingenieurekammer-Bau will die Verantwortung des Ingenieurs, als Vertreter des Bauherrn und der Planer, auch in diesem Bereich stärker in das Licht der Öffentlichkeit stellen.

Nachhaltiges Handeln, Bauen und Gestalten ist derzeit eines der wesentlichen gesellschaftlichen und politischen Ziele. Bislang wurden Bauwerke der kommunalen Infrastruktur im Wesentlichen nur nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geplant und ausgeführt. Geplante und neu zu errichtende Bauwerke sollen nun aber, unter Berücksichtigung der Aspekte der Nachhaltigkeit, ökologisch verträglich, ökonomisch vertretbar und soziokulturell anerkannt sein sowie die erforderliche funktionale Qualität aufweisen. In der Immobilienwirtschaft und dem Hochbau ist das Thema Nachhaltigkeit mittlerweile allgegenwärtig, es stehen Konzepte zur Verfügung, die eine einheitliche und nachvollziehbare Nachhaltigkeitsprüfung ermöglichen. Im Bereich der kommunalen Infrastruktur befindet man sich noch in den Anfängen.

Nachhaltigkeit bedeutet, mit unserem Handeln auch für künftige Generationen die gleiche Qualität und Quantität der natürlichen Ressourcen zu erhalten. Alle Maßnahmen sind an ökologischen, ökonomischen und sozialen Kriterien auszurichten.

Die Definition »nachhaltiger Planung« ist auf die Bewertung der Nachhaltigkeit über eine gemeinsame »Bewertungseinheit« angewiesen. Sinnvoll erscheint es, die entstehenden Kosten über den gesamten Lebenszyklus in Euro/Jahr als mögliche Vergleichseinheit auszudrücken. Definition und Bewertung von Nachhaltigkeit erfolgen anhand folgender Kriterien:

- Festlegung des geplanten Lebenszyklus
- Bedarfsermittlung
- Berücksichtigung von Erweiterungsmöglichkeiten
- Bewertung der Kosten über alle Lebensphasen des Bauwerks (Herstellung, Unterhalt, Rückbau, Ökobilanz)
- Materialauswahl

Die Bewertung des Faktors »Ökologie« wirft Fragen auf. Eine rein monetäre Bewertung dieses Bereiches, auch unter Zuhilfenahme eines Fachmanns, ist nicht zielführend, da viele Argumente abschließend nicht nachvollziehbar bewertet werden können. Somit ist es empfehlenswert, die Konzeption zur Ökologie im Rahmen der Bewertung Nachhaltigkeit mit der Auflistung »weicher Sachargumente« für einen Entscheidungsträger zu untermauern.



Der kommunalen Infrastruktur werden nachfolgend aufgeführte Einrichtungen zugeordnet:

A Bauwerke der Wasserwirtschaft

- Wasserversorgung
- Abwasserableitung
- Abwasserbehandlung
- Hochwasserschutz

B Verkehrsanlagen

- Ingenieurbauwerke
(z. B. Brücken, Stützwände, Tiefgaragen)
- Verkehrswege
- Anlagen des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV)

In der vorliegenden Broschüre werden Bautechnik und Bauwerke der kommunalen Infrastruktur betrachtet. Ein nachhaltiges Wirken kann aber nur erzielt werden, wenn die vorgesehenen Maßnahmen im Zusammenspiel mit anderen Bereichen und Überlegungen zum Einsatz kommen. Beispielhaft seien hierfür der demografische Wandel, der Einsatz effektiver Energiegewinnung oder aber Strategien zur Parkraumbewirtschaftung und Mobilität genannt. Nur eine Vernetzung unterschiedlichster Anforderungen und Vorgehensweisen führt letztlich zum Erfolg.



A Bauwerke der Wasserwirtschaft

Die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser, unter Berücksichtigung der klimatischen, demografischen und ökonomischen Veränderungen, stellt eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft dar. Der volkswirtschaftliche Wohlstand einer Gesellschaft steht in direktem Zusammenhang mit der Bewirtschaftung der Wasserressourcen. Dabei ist die Wasserwirtschaft auch in einem hoch urbanisierten Land wie Deutschland ein essentiell wichtiges Element der Daseinsfürsorge, von dem viele andere Sektoren abhängig sind. Die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft sorgen im Spannungsfeld zwischen Umwelteinflüssen und anthropogenen Eingriffen für die sichere Versorgung mit Trinkwasser und für hygienische Verhältnisse in menschlichen Siedlungen.²

Viele der bestehenden Infrastrukturen in diesem Bereich weisen in Deutschland bereits eine lange Nutzungsdauer auf, wodurch sich ein erheblicher Reinvestitionsbedarf in naher und mittlerer Zukunft ergibt. Das über Jahrzehnte gewachsene komplexe System der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung gerät aber auch zunehmend unter Veränderungsdruck. Neben den steigenden Anforderungen an Ressourceneffizienz und ökologischer Nachhaltigkeit sind es insbesondere Probleme, die sich aufgrund demografischer Veränderungen und des Klimawandels ergeben. Unter den sich ändernden Randbedingungen

werden verschiedene infrastrukturelle Schwachstellen sichtbar. Die Anpassung der Siedlungswasserwirtschaft an die genannten Veränderungen verlangt nach neuen, Sektor übergreifenden Lösungsansätzen durch die integrierte Betrachtung ökologischer, sozio-ökonomischer und technischer Aspekte der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung.²

Wasser ist die wichtigste Ressource für den Menschen – ohne Wasser kein Leben! Wasser ist (z. B. im Gegensatz zu Energieträgern) durch nichts zu ersetzen; das Angebot ist begrenzt, die Nachfrage steigt. Dabei wird Wasser als Ressource nicht im eigentlichen Sinne verbraucht, aber z. B. durch Verschmutzung für den Menschen unbrauchbar.¹

Die Sicht auf die Ressource »Wasser« ist global, die Lösungen hingegen müssen regionaler Natur sein.¹

Ein nachhaltiges Wassermanagement hat den Ausgleich zwischen Wasserangebot und der Nachfrage sicherzustellen, bei gleichzeitigem Schutz der Ressource. Nachhaltiges Wassermanagement wird in wenigen Jahren einen Stellenwert einnehmen wie heute das nachhaltige Energiemanagement.¹

Wasserschutzgebiet mit Beschränkungen



1. Wasserversorgung

Betrachtet man die vier Bereiche der Trinkwasserversorgung mit Wassergewinnung, Wasseraufbereitung und -förderung, Wasserspeicherung und -verteilung, so werden unterschiedliche Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit angewendet werden müssen.

Bei der Wassergewinnung wird für die Bewertung der Nachhaltigkeit der Schutz des Gewinnungsgebietes der wichtigste Faktor sein. Es ist hierbei unerheblich, ob die Wassergewinnung mit Grundwasserbrunnen, aus Quellen, stehenden Gewässern oder aus Fließgewässern erfolgt.

Für die Gewinnung aus Grundwasser sind Schutzgebiete erforderlich. Um die Wasserqualität zu erhalten ist der Eintrag von Schadstoffen in diesen Gebieten zu minimieren oder auszuschließen. Zum Schutz der dargebotenen Quantität sind technische Überwachungseinrichtungen erforderlich, die die Grundwasserabsenkung beobachten. Die Entnahme von Grundwasser ist auf die mögliche Neubildung zu beschränken.

Bei der Gewinnung aus Oberflächengewässern ist der Schadstoffeintrag in diese Gewässer zu minimieren. Die dargebotene Wasserquantität ist hier von untergeordneter Bedeutung, wobei durch den Klimawandel sich die Gegebenheiten rasch verändern können. Niedrigwasser in längeren Trockenperioden oder Hochwasser kann die Qualität und Sicherheit der Wasserversorgung beeinträchtigen.

Die Wasseraufbereitung und -förderung wird bestimmt durch hohen Energieaufwand. Ein nachhaltiger Betrieb kann durch Optimierung des Energieaufwandes und durch Senkung der Lebenszykluskosten der Aggregate erreicht werden. Zukünftig können durch eine Erhöhung der Effizienz wesentliche Verbesserungen der Energiebilanz erzielt werden.

In der Speicherung und Verteilung von Trinkwasser kennzeichnen neben der Effizienzsteigerung und der Schonung von Ressourcen beim Bau der Anlagen soziale Kriterien die Qualität der Nachhaltigkeit. Es gilt Gesundheitsrisiken durch verminderte Wasserqualität in den Hausinstallationen, im Verteilungsnetz und insbesondere in den Speicherbehältern zu vermeiden.

Im neuen Hochbehälter (Fertigstellung 2012) der Wasserversorgung Bayerischer Wald, waldwasser, können höchste Ansprüche an die Trinkwasserqualität bei gleichzeitig niedrigem Wartungsaufwand eingehalten werden. Das Trinkwasser ist in frei im Gebäude stehenden Edelstahl tanks hermetisch gegen Umwelteinflüsse abgeriegelt. Durch die bauliche Trennung von Gebäudehülle und Wasserspeicherung können Wartung und Reparaturen ohne Einwirkung auf die Wasserqualität ausgeführt werden.

Trennung von Gebäudehülle und Wasserspeicher-Hochbehälter Reißing, waldwasser



Blick in die Wasserkammer – Hochbehälter Reißing, waldwasser



Beim Bau der Zuleitung ist hochwertiges Rohrmaterial mit einem rationellen Bauverfahren verknüpft worden. Verwendet wurden kunststoffummantelte, verschweißte Stahlrohre mit sehr hoher Lebensdauer. Verlegt wurden diese mit einem Rohrpfug unter größtmöglicher Schonung der benutzten Wege und landwirtschaftlichen Flächen.

Die Globalisierung der Wirtschaftssysteme, demografische Veränderungen und Prozesse des Strukturwandels führen zu einem immer stärkeren Nutzungsdruck auf die Wasserressourcen, insbesondere in urbanen Ballungsräumen, aber auch in deren Umland und im ländlichen Raum. Hinzu kommt vielerorts eine wachsende Belastung mit Schad- und Nährstoffen.¹

Es besteht großer Bedarf an Forschung und Entwicklung um die Trinkwasserversorgung an die Herausforderungen der zukünftigen Strukturen anzupassen.

Rohrleitungsverlegung im Pflugverfahren – waldwasser



Sowohl Fragen der Wasserqualität als auch der Wasserquantität sind gleichermaßen von Bedeutung, regional aber sehr unterschiedlich ausgeprägt. Entscheidend sind deshalb übergreifende Lösungen im Sinne eines nachhaltigen Wassermanagements.¹

Insofern sind die Herausforderungen sehr unterschiedlicher Natur, wobei soziale, ökologische und ökonomische Dimensionen betroffen sind. Grundlegend steht die Forderung nach Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung im Wassermanagement an oberster Stelle.¹

Die wichtigsten Herausforderungen sind:

- Förderung eines effizienten Umgangs mit Wasserressourcen vor dem Hintergrund der weltweit zunehmenden Wasser- und Ressourcenverknappung¹
- Erhöhung der Sicherheit bei der Versorgung und Entsorgung von Wasser und Ermöglichung eines nachhaltigen Wasserkreislaufes¹
- Herstellung eines Ausgleichs zwischen unterschiedlichen Nutzungsansprüchen unter Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsprinzips¹

2. Abwasserableitung

Eine wichtige Pflichtaufgabe der Kommunen ist die Abwasserbeseitigung zum Wohl der Allgemeinheit.³ Die Kanalnetze sind meist die größten Anlagewerte, die in Städten und Gemeinden vorhanden sind.^{4,5} In Deutschland ist die bestehende öffentliche Kanalisation mit einer Länge von 540.000 km rund 400 Mrd. Euro wert.^{6,12}

Neben den öffentlichen Abwasserkanälen gibt es Entwässerungskanäle im privaten Grundstücksbereich, die etwa 2–3 Mal so lange sind, wie die öffentlichen Kanäle. Ein Großteil des öffentlichen Kanalnetzes ist untersucht, somit ist dessen Zustand bekannt. Dagegen ist im privaten Bereich bis dato nur ein geringer Anteil inspiziert und es herrscht Ungewissheit bezüglich dessen Beschaffenheit.

Aus wirtschaftlichen wie ökologischen Gründen gilt es, das öffentliche und private Anlagevermögen zu erhalten.

Neben der Aufgabe der Abwasserableitung ist ein intaktes Entwässerungssystem die Voraussetzung, um zum einen Verunreinigungen des Grundwassers durch austretendes Abwasser und zum anderen das Eindringen von Grundwasser in den Kanal zu vermeiden⁵ und damit Schaden von den vorhandenen Grundwasserressourcen, vor allem auch für künftige Generationen abzuwenden und Betriebskosten zu senken. Auch ist ein sparsamer und schonender Umgang mit Wasser, sowie die Entwicklung eines neuen Wasserbewusstseins notwendig.⁷ Weiterhin sollen Werkstoffe verwendet werden, die eine Erschöpfung von endlichen Ressourcen minimieren, mit geringem Energieaufwand genutzt und mit minimalen Auswirkungen auf die Umwelt gebaut, betrieben und am Ende der Nutzungszeit stillgelegt werden können.⁸ Dabei sollten neben dem Ressourcenverbrauch auch die CO₂-Emissionen und der Energieverbrauch bei der Produktion und Entsorgung von Bauwerken und Baustoffen berücksichtigt werden.⁹

Im Juli 2013 trat die neue EU-Bauproduktenverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Ver-



Rückhaltebecken:
Zum Schutz von Gewässern
und zum Wohl der künftigen
Generation

marktung von Bauprodukten in Kraft, in der auch Aspekte der Nachhaltigkeit geregelt sind.¹⁰ Somit ergibt sich auch von Seiten der Bauwerkserstellung eine Verpflichtung zur Nachhaltigkeit in der Bausubstanz, die auch auf Baumaßnahmen im Kanal übertragbar ist.¹⁰ Die neue Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates ersetzt die Bauproduktenrichtlinie aus dem Jahr 1988. Weiterhin ist in der Vergabeverordnung (VgV) bereits seit längerem geregelt, dass in einer Leistungsbeschreibung oder an anderer geeigneter Stelle in den Vergabeunterlagen konkrete Angaben zum Energieverbrauch oder in geeigneten Fällen Lebenszykluskosten bzw. die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit gefordert werden sollen (§ 6 Abs. 4 VgV). Die in der Überprüfung ermittelte Energieeffizienz kann bei einer Vergabe als Zuschlagskriterium angemessen berücksichtigt werden (§ 97 Abs. 5 GWB i. V. m. § 6 Abs. 4 und 5 VgV).^{4,5,6}

Kanaldimensionierung:
Berücksichtigung von
Siedlungsentwicklungen
und Starkregen



Beispielhaft kann die Nachhaltigkeit im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft und insbesondere in der Kanalisation gut anhand der Aufgaben der Abwasserableitung beschrieben werden:

Bei der Planung von Abwassersystemen ist bereits im ersten Schritt der Bedarfsplanung, in der Gesamtentwässerungsplanung, der Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu beachten und in allen Projektphasen (Planung, Ausschreibung und Ausführung) anzuwenden.⁹ Denn Umfang, Bauweise sowie der Zeitpunkt des Projektes bestimmen maßgeblich die Ergebnisqualität, Dauerhaftigkeit und Kosten der Maßnahme. Es ist daher notwendig, den gesamten Lebenszyklus von der Planung über die Herstellung und Nutzung bis zur Entsorgung zu betrachten. Insbesondere die Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Bauteilen bedingt die Lebensdauer der Infrastruktur.¹⁰

Bei der Dimensionierung wiederum sind sich verändernde Randbedingungen zu beachten, wie beispielsweise der Klimawandel und die Demographie. Vorrangig zu berücksichtigen ist die Entsiegelung, da diese maßgeblich Einfluss auf die Grundwasserneubildung sowie die Kanaldimensionierung und damit auf die Wirtschaftlichkeit hat. Nach den Grundsätzen der Abwasserbeseitigung gem. § 55 Abs. 2 WHG soll Niederschlagswasser ortsnah versickert, verrieselt oder direkt über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche, sonstige

öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen. Weiterhin ist die Leistungsfähigkeit der Kläranlage zu berücksichtigen, da diese die transportierten Abwassermengen ohne betriebliche Beeinträchtigungen aufnehmen muss.

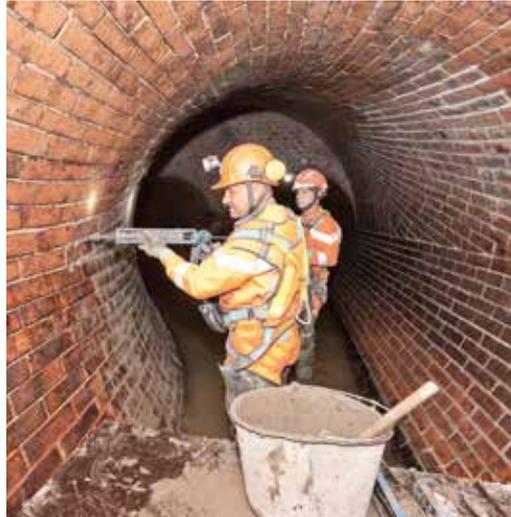
Nachhaltige Kanalisation bedeutet daher, Abwassernetze unter ökologischen und ökonomischen Aspekten zu bauen und diese möglichst lange betriebssicher und wirtschaftlich für die an das Kanalnetz angeschlossenen Kunden zu betreiben. Bauverfahren können unter Nachhaltigkeitsaspekten ausgewählt werden, der notwendige Aufwand zur Sanierung der Kanalisation muss finanziert werden. So wird beispielsweise bei einer geschlossenen Bauweise die Infrastruktur während der Bautätigkeit weniger gestört und statische Belastungen für das Abwasserrohr werden infolge optimaler Auflagerung stark reduziert. Dies kann längere Nutzungszeiten für mit Vortriebsverfahren gebauten Abwasserleitungen bedeuten.⁹ Insbesondere in Zeiten knapper Kassen ist sicher zu stellen, dass die erforderlichen und die vorhandenen Mittel zielgerichtet und nachhaltig eingesetzt werden.⁷ Zur nachhaltigen Nutzung eines Kanalnetzes bedarf es Methoden zur Auswahl des geeigneten Sanierungsverfahrens mit Varianten- und Lebenszyklusbetrachtungen. Eine für die jeweilige Kommune passende Sanierungsstrategie ist zu entwickeln, die Rückschlüsse auf die Entwicklung wichtiger Parameter (z. B. die Gebührenentwicklung) liefern sollte.¹¹

Kanalsanierung in geschlossener Bauweise: geringere Störung der Infrastruktur



Eine vorausschauende Kanalstandhaltung gewährleistet einen wirtschaftlichen und ordnungsgemäßen Kanalbetrieb.⁸ Einzubeziehen sind hier Kosten für den Betrieb z. B. Pumpenergie sowie Unterhaltungs- und Wartungskosten bis hin zur Frage späterer Sanierungsmöglichkeiten.⁹

Auch im Bereich der bestehenden privaten Entwässerungsanlagen sind bei Sanierungen oft komplexe, technische Fragestellungen zu lösen. Im Interesse der Nachhaltigkeit ist eine fachgerechte und qualifizierte Beratung durch Bauingenieure hier von großer Wichtigkeit. Denn der Werterhalt, die weitere zu erwartende Lebensdauer und die Gewährleistung der vollen Funktionsfähigkeit der Kanäle sind entscheidend für die



links:
Rasengittersteine

rechts:
Sanierung statt Neubau

Auswahl von Sanierungsmethoden und den daraus resultierenden finanziellen Sanierungsaufwand.¹² Diese technischen Fragestellungen sind für einen Laien ohne Beratung nur schwer zu bewältigen, obwohl nach den anerkannten Regeln der Technik gemäß § 60 WHG für Grundstücksentwässerungsanlagen des privaten Bereichs die gleichen Anforderungen gelten, wie für öffentliche Kanäle.¹³ Die Schadensquote bestehender privater Leitungen ist mehr als doppelt so hoch, als bei öffentlichen Kanälen.¹⁴ Zugleich sind die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten für eine Inspektion und Sanierung ungleich schwieriger.

In München beschloss der Stadtrat bereits 1998 eine Änderung seiner Politik bei der Entsorgung des Niederschlagswassers: bei privaten als auch bei öffentlichen Flächen hat die Versickerung von Niederschlagswasser absoluten Vorrang. Bei allen Neubauten und bei größeren Umbauten an Grundstücksentwässerungsanlagen ist seither zu prüfen, ob das Regenwasser vor Ort versickert oder auf kurzem Weg in die Isar oder einen Stadtbach eingeleitet werden kann. Als Ziel wurde im Generalentwässerungsplan definiert, das 15 Prozent von den im Jahr 1997 versiegelten Flächen bis 2020 wieder entsiegelt sein sollen. Dies entspricht einer Fläche von ca. 800 Hektar.

15 Jahre nach dem Start des Vorhabens waren ca. sechs Prozent der früher versiegelten Flächen bzw. etwas mehr als 300 Hektar wieder entsiegelt. Zum Vergleich: dies entspricht einer Fläche von fast 500 Fußballfeldern und ca. 2.000.000 Kubikmeter Regenwasser im Jahr. Das Regenwasser, das nicht mehr ins Kanalnetz gelangt, dient

der Grundwasserneubildung und die Grünflächen, die durch die Entsiegelung entstehen, begünstigen die Verdunstung und sind somit für das Stadtklima förderlich.¹⁵

In neuartigen Projekten, wie dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten KREIS-Forschungsverbundprojekt, wird die Versorgung mit Energie und die Entsorgung von Abwasser in städtischen Räumen weiterentwickelt und untersucht. Die Umsetzung erfolgt im Modellprojekt Jenfelder Au, wo auf 35 Hektar ca. 770 neue Wohneinheiten entstehen, von denen etwa 610 Wohneinheiten an das neuartige Entwässerungskonzept HAMBURG WATER CYCLE® (HWC) angeschlossen sind. Die getrennte Erfassung, Sammlung und Behandlung verschiedener Abwässer (Teilstrombehandlung) ist das wesentliche Element des HWC mit dem Ziel, Energie, Ressourcen und Kosten einzusparen. Schwarzwasser vergärt aufgrund seiner organischen Stoffe und liefert dadurch Biogas, das in einem Blockheizkraftwerk zu Wärme und Strom transformiert wird. Die Reste, die nach der Vergärung zurück bleiben, können zur Verbesserung des Bodens oder als Düngemittel genutzt werden. Das geringer verschmutzte Grauwasser wird energieschonend gereinigt und wieder in die Umwelt zurückgeführt bzw. nach einer weiteren Reinigung als Brauchwasser z. B. für die Toilettenspülung genutzt. Niederschlagswasser wird beim HWC in geeigneten Anlagen (z. B. als gestalterisches Element auf einer Freifläche) aufgefangen und über Versickerung oder Verdunstung dem Wasserkreislauf zurückgeführt. Mit diesen Maßnahmen soll der Wärmebedarf zu 100 Prozent und der Strombedarf zu 50 Prozent gedeckt werden.¹⁶

Energetisch optimierte Kläranlage Sarnberger See

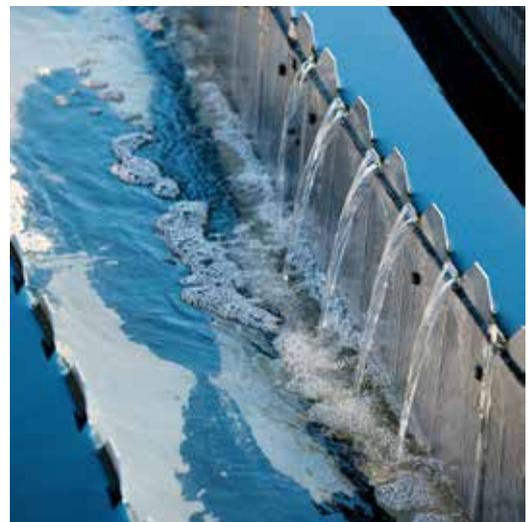
3. Abwasserreinigung

Abwasser beinhaltet kostbare Wertstoffe wie unter anderem Bioenergie, Stickstoff und Phosphor, jedoch auch Schadstoffe wie beispielhaft Schwermetalle oder anthropogene Stoffe.

Im Gegensatz zur heutigen Abwasserreinigung bei der unter Zuhilfenahme von Energie sämtliche Wert- und Schadstoffe zerstört bzw. in andere Umweltbereiche verschoben werden, liegt die Zukunft der Abwasserreinigung in der weitergehenden Nutzung der Wertstoffe und der Vermeidung und umweltfreundliche Umwandlung von Schadstoffen bei minimalen Energieeinsatz. Die Zukunftsthemen der Abwasserreinigung, werden sein:

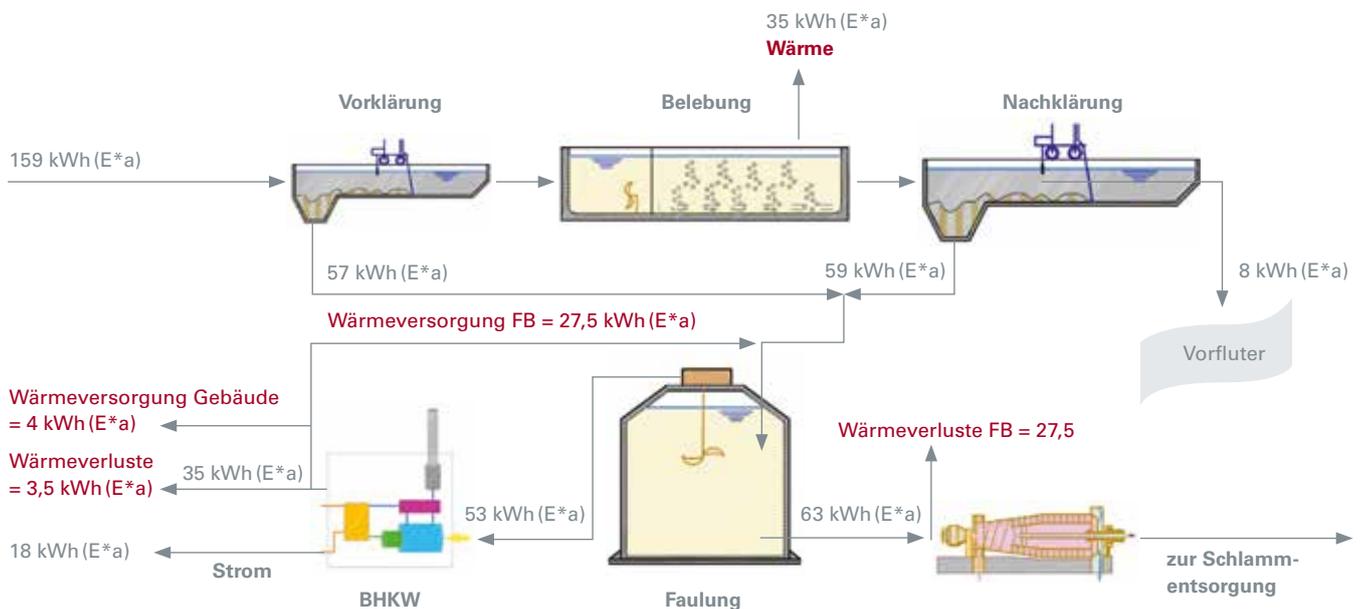
1. Nutzung der Wertstoffe
2. Umwandlung der Schadstoffe
3. Minimierter Energieeinsatz

Beispiele für innovative Themenbereiche, mit denen wir uns schon kurz- oder mittelfristig befassen werden, sind nachfolgend aufgeführt.



Detailaufnahme Ablaufrinne Nachklärbecken

Bioenergie im Abwasser – Bilanz



3.1 Nutzung der Wertstoffe

Die Nutzung der Abwasserinhaltsstoffe kann auf unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. Nachfolgend sind Beispiele zur Wertstoffnutzung dargestellt.

Neuartige Sanitärsysteme

Herkömmliche Abwasserentsorgungskonzepte sehen vor, das Abwasseraufkommen zu einer zentralen Abwasserreinigungsanlage zu leiten. Ein alternatives Konzept ist mit den Neuartigen Sanitärsystemen (NaS) gegeben.¹⁷ Hierbei werden die verschiedenen Abwasserströme, wie Gelb-, Grau-, Schwarzwasser getrennt erfasst und in dezentralen oder semizentralen Anlagen gesondert behandelt. So kann z.B. aus dem Gelbwasser insbesondere Phosphor und Stickstoff zurückgewonnen werden, Grauwasser kann problemlos recycelt werden und aus dem Schwarzwasser ist Energie zu gewinnen.

Phosphorrecycling aus Abwasser und Schlamm

Die deutsche Landwirtschaft benötigte im Jahr 2009 76.000 Mg Phosphor (P). Die deutsche Importmenge von Phosphor und phosphorhaltigen Rohstoffen betrug sogar 187.000 Mg P/a. Da einerseits die Phosphor-Ressourcen sich verknappen und zudem die Abbaugelände in den heutigen Krisengebieten unserer Welt liegen, ist für Deutschland ein Phosphorrecycling unumgänglich.

Im Abwasserstrom sind deutschlandweit ca. 73.000 Mg P/a enthalten, wobei 10 % der Fracht über den Kläranlagenablauf verloren gehen. Entsprechend beträgt das maximale Recyclingpotenzial aus dem Bereich Abwasser-/Schlammbehandlung theoretisch 65.000 Mg P/a. Die Stoffströme auf einer Kläranlage aus denen der Phosphor recycelt werden kann, sind das Abwasser, der Faulschlamm, das Prozesswasser der Schlammbehandlung und die Klärschlammmasche.^{18,19}



3.2 Umwandlung der Schadstoffe

Die intensive Verwendung von anthropogenen Stoffen wie Medikamente, Zusatzstoffe in Lebensmitteln und Industrieprodukten, Kosmetika und Pestizide führt zu erhöhten Schadstoffbelastungen unserer Gewässer, die für uns und unsere nachfolgenden Generationen jedoch die Lebensgrundlage bilden. Im Sinne eines vorsorgenden Gewässer- und Verbraucherschutzes sind umfassende Anstrengungen erforderlich. Neben einem umweltbewussten Konsum dieser Produkte sind Verfahren zur Reduzierung dieser Schadstoffe vor der Einleitung in die Vorflut notwendig.^{20,21}

Zukünftig werden unsere Kläranlagen mit einer 4. Reinigungsstufe ausgerüstet, die die anthropogenen Stoffe aus dem Abwasser wieder entfernen sollen. Erste großtechnische Anlagen sind in NRW und Baden-Württemberg bereits in Betrieb gegangen. Mehrere Pilotprojekte stehen auch in Bayern vor der technischen Umsetzung.

3.3 Minimierter Energieeinsatz

Das in Kläranlagen zu reinigende Abwasser verursacht nicht nur Stromkosten, sondern lässt sich auch als Energiequelle nutzen. Entsprechend muss ein Ziel der nachhaltigen Abwasserreinigung die stromautonome Abwasserreinigung sein. Untersuchungen, gefördert durch den Freistaat Bayern, haben Einsparungen bezüglich des Strombezugs von über 50 % ergeben.²²

Organische Schmutzstoffe im Abwasser werden durch Bakterien in Faulgas umgewandelt, das zum Beispiel in Blockheizkraftwerken zu Strom- und Wärmeerzeugung verwendet werden kann. Man spricht von Bioenergie. Die im Abwasser enthaltene Bioenergiemenge beträgt zwar ein Vielfaches des Stromverbrauchs, der zur Reinigung des Abwassers benötigt wird; leider können aufgrund der heute vorhandenen Technik jedoch nur 60 bis 80 % des Stromverbrauchs der Kläranlage mit der Bioenergie gedeckt werden. Weitere Anstrengungen sind daher von den Ingenieuren erforderlich.

Für das Ziel »energieautonome Kläranlage« sind die drei nachfolgend aufgeführten Schritte umzusetzen.

1. Energieeinsparung

- a) Reduzierung der Maschinenlaufzeit und -leistung
- b) Verfahrenstechnische Optimierung der Kläranlagen

2. Steigerung der Energieeffizienz der Aggregate

- a) Austausch von Maschinen

3. Ersatz fossiler Energieträger

- a) Verfahrenstechnische Umrüstung von Kläranlagen auf eine Schlammstabilisierung mit Faulung
- b) Einsatz von Co-Substraten²³

Anregungen, Arbeitsanweisungen und Standards zur Erreichung der »energieautonome Kläranlage« sind dem Leitfaden »Energie aus Abwasser«²² sowie dem Arbeitsblatt – A 216²⁴ zu entnehmen.

Nutzung von Bioenergie –
Faulbehälter und Schlamm-
speicher der Kläranlage
Freising



4. Nachhaltigkeit im Hochwasserschutz

Der Hochwasserschutz ist ein Thema, das gerade nach jedem Extremereignis mit entsprechend dramatischen Schadensverläufen an Aktualität gewinnt. Nach einigen Wochen der intensiven Diskussion in der Öffentlichkeit tritt das Thema jedoch bedauerlicherweise bald wieder in den Hintergrund. Die ursprünglich als dringend eingestuften Maßnahmen werden angesichts anderweitigem Investitionsbedarfs zeitlich gestreckt oder zurückgestellt.

Die Zuständigkeit für den Hochwasserschutz ergibt sich aus dem WHG sowie dem BayWG. Für den Hochwasserschutz an Gewässern I. und II. Ordnung ist die staatliche Zuständigkeit gegeben, für Gewässer III. Ordnung und für »wild abfließendes Oberflächenwasser« sind die Kommunen in ihrem eigenen Bereich zuständig. Unter »wild abfließendem Oberflächenwasser« versteht man den Wasserabfluss im Gelände, hervorgerufen durch Starkregenereignisse oder Schneeschmelze.

Während die Einflüsse auf den Hochwasserabfluss durch bauliche Veränderungen, wie zum Beispiel durch den Neubau von Bauvorhaben des Hochbaus oder auch Brücken, durch die Genehmigungsbehörden intensiv verfolgt wird, werden die Kommunen im Fall von wild abfließendem Oberflächenwasser auf ihre eigene Zuständigkeit gegenüber den Bürgern verwiesen. Oft herrscht im Schadensfall Ratlosigkeit im Hinblick auf zu treffende Maßnahmen und Schadensersatz.

Um für die Zukunft Verbesserungen zu erreichen, wäre es wichtig, der Abflussbildung oberhalb von Fließgewässern, unabhängig welcher Ordnung und Zuständigkeit, mehr Aufmerksamkeit zu geben. Der Rückhalt im Entstehungsbereich des Oberflächenwasserabflusses sollte in Gesamtbilanzen stärker Berücksichtigung finden.

Es fehlen Vorgaben für die Behandlung von wild abfließendem Oberflächenwasser. Es gibt keine konkreten Richtlinien, an denen sich der kommunale Träger in seiner Verantwortung orientieren könnte. Durch zuständige Stellen und Verbände sollten konkrete Arbeitshilfen und Regelwerke zum Umgang mit wild abfließendem Oberflächenwasser und Schmelzwasser erarbeitet werden. Dies muss über den bisher praktizierten konstruktiven Schutz hinausgehen. Derartige Regelwerke könnten auch Basis einer Regulierung von Schadensfällen sein.

Auch der Einfluss der Flächennutzung auf die Abflussbildung sollte stärkere Berücksichtigung finden. Dies muss über das Erkennen dieser Einflüsse und Hinweise an den jeweiligen Bewirtschafter von Flächen deutlich hinausgehen.

Wild abfließendes
Oberflächenwasser



Schon bei der Beurteilung des Abflussverhaltens einzelner Flächen sollte der Grundstückseigentümer mit einbezogen werden. Entsprechende gesetzliche Vorgaben müssen eine Einflussnahme auf den Umgang mit dem Grundstück deutlicher ermöglichen als dies bisher der Fall ist. Gegebenenfalls müssen für den Ausgleich entstehender Nachteile für den Einzelnen Entschädigungsregelungen gefunden werden.

Oft kann das Entstehen von Abflussereignissen, die Siedlungsgebiete gefährden, schon oberhalb vorhandener Fließgewässer durch das Treffen entsprechender Maßnahmen, wie zum Beispiel das Anlegen von Rückhaltemulden oder -becken positiv beeinflusst werden. Durch staatliche Förderung von Planung und Umsetzung derartiger Maßnahmen könnte ein erheblicher An Schub kommunaler Investitionen in diesen Bereich gefördert werden. Dies ist auch im Hinblick darauf anstrengenswert, dass der am Entstehungsort des Abflusses bereits getätigte Rückhalt zur Minderung von Abflussspitzen in Fließgewässern einen nicht unerheblichen Beitrag leisten kann.

oben:
Ackerfurchen

unten:
Hochwasserrückhalteraum,
attraktiv ins
Ortsbild integriert



B Verkehrsanlagen

1. Ingenieurbauwerke

Im Bereich der kommunalen Verkehrsinfrastruktur (Verkehrswege) und insbesondere des Ingenieurbaus (Tunnel und Brücken) werden aktuell von verschiedenen Gruppierungen auf kommunaler, nationaler und internationaler Ebene Untersuchungen zur Nachhaltigkeit durchgeführt. Das ehemalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) hat als Systemersteller der öffentlichen Hand ein Bewertungssystem entwickelt und veröffentlicht, das unter dem Namen »Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen« (BNB) im Internetportal des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) unter [→ www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de) einsehbar ist.

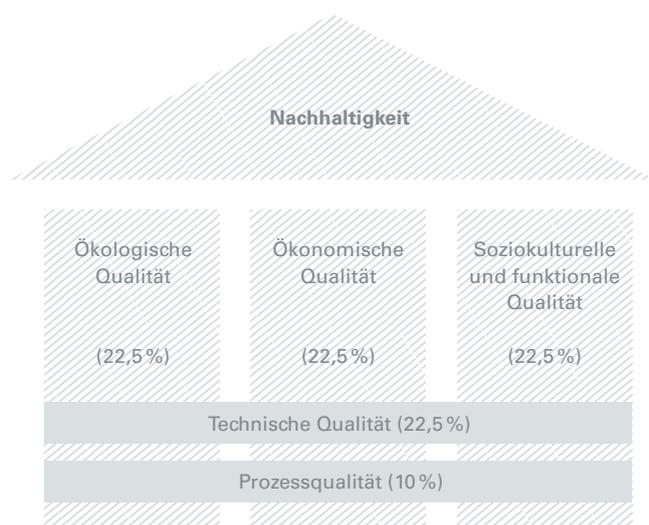
Bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) werden in Kooperation mit den Bundesministerien für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie BMUB bundesweite Forschungsprojekte zum Thema der Nachhaltigkeit von Infrastrukturmaßnahmen durchgeführt. Beteiligt sind hierbei Vertreter von Verbänden der Bauwirtschaft, der Industrie, der am Bau beteiligten Partner sowie Vertreter der Bauverwaltungen und der Wirtschaft. Ziel der Untersuchungen ist die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen. Es sollen Entscheidungshilfsmittel für eine nachhaltige Planung, die nachhaltige Herstellung sowie für den nachhaltigen Erhalt im Lebenszyklus von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen erarbeitet werden. Diese Untersuchungen könnten auch als Argumentationshilfen im Zuge von Bürgerbeteiligungen hilfreich sein. Eine Zertifizierung wie im Hochbau (z. B. DGNB) wird für die Verkehrsinfrastruktur sehr kontrovers diskutiert und von der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau bislang als nicht sinnvoll angesehen.

Mitglieder der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau sind im oben genannten Arbeitskreis der BASt/BMVI vertreten, und an den einzelnen Forschungsprojekten beteiligt. Konkret handelt es sich hier um folgende Projekte: Pilotstudie zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Straßenbrücken im Lebenszyklus, Einheitliche Bewertungskriterien für Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur im Hinblick auf Nachhaltigkeit – Straße

und Tunnel, Erneuerung und Ertüchtigung von Infrastrukturbauwerken und Nachhaltigkeitsbewertung für Erhaltungs- und Ertüchtigungskonzepte von Straßenbrücken. Des Weiteren besteht ein reger Austausch mit weiteren Forschungsgruppen (z. B. NaBRÜ, etc.), die sich auf nationaler und internationaler Ebene mit diesem Thema auseinandersetzen. ^{25, 26, 27, 28}

Im Aufsatz von Fischer O. et al. ist die grundsätzliche Methodik einer Nachhaltigkeitsuntersuchung von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen dargestellt.²⁵ Die zu untersuchende Infrastrukturmaßnahme wird bezüglich dieser einzelnen Bereiche analysiert und beurteilt. Für eine gesamtheitliche Betrachtung werden die einzelnen Bereiche anschließend in Relation zueinander gestellt. Hierbei werden neben der Zuordnung einzelner Kriterien zu Stakeholdern (Betroffene) eine zeitliche Differenzierung (z. B. Zeitpunkt der Entstehung von Kosten, Emissionen, etc.) und die Gegenüberstellung einer monetären Bewertung zur Punktebewertung durchgeführt. Das System zielt dabei auf einen relativen Vergleich von möglichen Varianten ab.

Bereiche der Nachhaltigkeitsbetrachtung von Verkehrsinfrastruktur mit einer möglichen Gewichtung der Teilbereiche



Im Unterschied zum Bereich des Hochbaus, in dem sich ein Nachhaltigkeitsgütesiegel (mitunter auch als Marketinginstrument) durchgesetzt hat und die Bewertung (Zertifizierung) im Regelfall am fertiggestellten Objekt erfolgt, wo sie auf einen absoluten Vergleich von Gebäuden an unterschiedlichen Standorten abzielt, ergeben sich bei den Bauwerken der Verkehrsinfrastruktur andere Randbedingungen. Hier sind Reihe zusätzlicher Gesichtspunkte die bei der Konzeption eines möglichst wirksamen Bewertungssystems zu beachten. Wesentliche Unterschiede im Bereich der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur sind:

Es besteht eine »Kostenteilung« zwischen Bauherrn (direkte Kosten) und Nutzern/Umwelt (indirekte Kosten, z. B. Staukosten).

Die Dauerhaftigkeit und die Robustheit der unmittelbar den äußeren Einwirkungen ausgesetzten Tragstruktur und ihrer Komponenten (u. a. Lager, Übergangskonstruktionen) haben einen wesentlichen Einfluss.

Indirekte »externe« Effekte (volkswirtschaftliche Kosten und Emissionen durch Staubbildung oder weiträumige Umfahrungen etc.) können einen großen Einfluss haben.

Neben der Zuordnung der Einflüsse auf verschiedene Stakeholder (konkrete Bürger, einzelner Staat, Weltbevölkerung bzw. lokale oder globale Umwelt) ist bei den für sehr lange Zeiträume (ca. 100 Jahre) auszulegenden Verkehrsbauwerken auch der Zeitpunkt der entstehenden Kosten/Wirkungen wesentlich.

Konzeptentwurf einer Nachhaltigen Brücke im Rahmen des Wettbewerbs »Nachhaltige Brücke« der Bayerischen Ingenieurkammer-Bau



Eine erste pilothafte Anwendung der Nachhaltigkeitsbeurteilung bei einem Ingenieurbauwerk erfolgte im Rahmen eines Ideenwettbewerbes der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau zusammen mit der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren vom Januar 2011. Im Wettbewerb wurde der Neubau einer Bundesstraßenbrücke über die Isar bei Landshut ausgeschrieben. Zielsetzung war es das Brückenbauwerk gemäß der Kriterien der Nachhaltigkeit zu entwerfen und bei der Optimierung auch den Bauprozess sowie den gesamten Lebenszyklus mit einzubeziehen.²⁹

Zur Bewertung der Wettbewerbsbeiträge wurden ein vereinfachtes Bewertungsschema für die Beurteilung der Nachhaltigkeit mit insgesamt zwölf Kriterien konzipiert und die Bewertungskriterien in der Ausschreibung ausführlich erläutert. Zum besseren Verständnis ist eine exemplarische Beispielbewertung dargestellt.

Bewertungsschema des Wettbewerbs »Nachhaltige Brücke« der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau²⁹

| Bewertungsschema Wettbewerb | | | | | | | | |
|--|-----------------|--|-------------------|---------------|--------------|----------------|---------|---------------|
| Hauptgruppe | Einzelkriterien | | Gewichtung 1–3 | Punkte 0–5 | Gesamtpunkte | max. Punkte | Prozent | Wertung |
| 1 Ökologische Qualität | Kriterium 1 | Treibhauspotential – CO ₂ -E-Herstellung | 3 | z. B.: 4 | 29 von | 40 | 72,50% | 25 x 0,725 |
| | Kriterium 2 | Treibhauspotential – CO ₂ -E-Lebensdauer inkl. Abbruch | 2 | z. B.: 2 | | | | |
| | Kriterium 3 | Treibhauspotential – CO ₂ -E-Staubildung bei Unterhaltmaßnahmen | 1 | z. B.: 3 | | | | |
| | Kriterium 4 | Risiken für die lokale Umwelt | 2 | z. B.: 5 | | | | |
| 2 Ökonomische Qualität | Kriterium 1 | Herstellungskosten (inkl. Kosten CO ₂ -E) | 3 | z. B.: 5 | 23 von | 30 | 76,67% | 25 x 0,767 |
| | Kriterium 2 | Kosten Unterhalt/Sanierung/Abbruch (inkl. Kosten CO ₂ -E) | 2 | z. B.: 3 | | | | |
| | Kriterium 3 | Externe Kosten durch Staubildung (inkl. Kosten CO ₂ -E) | 1 | z. B.: 2 | | | | |
| 3 Soziokulturelle Qualität | Kriterium 1 | Gestaltung des Bauwerkes und Einbindung in die Umgebung | 3 | z. B.: 5 | 18 von | 20 | 90,00% | 25 x 0,90 |
| | Kriterium 2 | Benutzerfreundlichkeit | 1 | z. B.: 3 | | | | |
| 4 Technische Qualität | Kriterium 1 | Konstruktive Qualität | 3 | z. B.: 3 | 20 von | 30 | 66,67% | 25 x 0,667 |
| | Kriterium 2 | Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit | 2 | z. B.: 3 | | | | |
| | Kriterium 3 | Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit, Demontagefreundlichkeit | 1 | z. B.: 5 | | | | |
| Gesamtwert (die blauen Zahlen sind zum besseren Verständnis als beispielhafte Wertung ausgefüllt) | | | | | | | | 76,475 |

Feuchtesensor »Multiringelektrode« zur Bestimmung der Feuchteverteilung in der Betonrandzone und zur Überwachung der Wirksamkeit von Beschichtungssystemen



Korrosionssensor »Anodenleiter« zum Überwachen des zeitabhängigen Eindringens von Chloriden bzw. der Carbonatisierungsfront in den Beton



1.1 Lebensdauerbemessung

Zentrales Element des Lebensdauermanagements von Stahlbetonbauwerken ist die Lebensdauerbemessung. Diese wird in Abhängigkeit von der Beanspruchung einzelner Bauteile beziehungsweise den daraus resultierenden Schädigungsmechanismen im Vorfeld der Baumaßnahme durchgeführt. Dabei wird eine zeitabhängige Eintretenswahrscheinlichkeit für definierte Grenzzustände, wie beispielsweise die der Depassivierung der Bewehrung, ermittelt. Durch die Optimierung von Betonrezepturen und die Wahl geeigneter Bindemittel auf Grundlage der Lebensdauerbemessung kann die Lebensdauer der Stahlbetonbauteile positiv beeinflusst werden.

Die in der vorläufigen Lebensdauerbemessung ermittelten Materialkennwerte werden fortlaufend mit Eignungsprüfungen bei der Herstellung überprüft und gegebenenfalls durch Änderungen bei der Rezeptur optimiert.

Während der Planungs- und Ausführungsphase werden Maßnahmen zur Sicherstellung der geforderten Qualität durchgeführt und dokumentiert. So werden Kontrollprüfungen zum Nachweis der geforderten Betoneigenschaften, Betonüberdeckungsmessungen oder Risskartierungen durchgeführt. Deren Ergebnisse werden zusammen mit den Erkenntnissen der Lebensdauerbemessung und der Eignungsprüfungen zum Zeitpunkt der Abnahme in einem Geburtszertifikat zusammengefasst und bewertet. Das Geburtszertifikat enthält folglich den Ist-Zustand des fertiggestellten Bauwerks bei der Abnahme.

Schon bei der Herstellung der Bauwerke werden an ausgewählten Stellen Monitoring-Elemente vorgesehen und eingebaut, mit deren Messwerten regelmäßig der Zustand der Bauteile festgestellt und die Prognose der Zustandsentwicklung während der Nutzung kontinuierlich fortgeschrieben und angepasst werden kann.

2. Verkehrswege – kommunale Wegenetze

2.1 Aktueller Zustand

Eine nahezu uneingeschränkte Mobilität gilt als Grundmerkmal unserer modernen Gesellschaft. Straßen und Wege sind die Lebensadern unserer Wirtschaft, gerade im ländlichen Raum. Zweidrittel des Gesamtstraßennetzes sind den kommunalen Verkehrswegenetzen zuzurechnen. Diese unter hohem Investitionsaufwand geschaffene Verkehrsinfrastruktur leistungsfähig und nachhaltig im Bestand zu sichern, gilt bereits heute als anspruchsvolle Verpflichtung und wird im Spannungsfeld von Kosten, Zeit und individuellem Funktionsanspruch künftig noch mehr herausfordern.

Eine umfassende Erhaltung der kommunalen Wegenetze weist in der Praxis im ländlichen Bereich häufig erhebliche Defizite auf; entweder aus Gründen fehlender Finanzmittel oder aus Gründen eines ungenügenden Erhaltungsmanagements oder aber auch aus Gründen des fehlenden Verständnisses dafür. Anfangsschäden werden oftmals nicht frühzeitig behandelt. So kommt es zur raschen Schadensfortbildung und damit nicht nur zum schleichenden Substanzverzehr sondern vielfach zum völligen Substanz- und Werteverlust, wenn die Soll-Aufwendungen die Ist-Aufwendungen übersteigen. Als Folge bleiben oft nur kostenintensive Erhaltungsmaßnahmen oder sogar komplette Erneuerungen in Form einer vollständigen Wiederherstellung.

Die Länge des Gesamtstraßennetzes in Deutschland beträgt rund 688.000 Kilometer. Davon zählen zu den Autobahnen, Bundesstraßen, Land- und Kreisstraßen 231.000 Kilometer. Den Löwenanteil von 457.000 Kilometer bilden die Gemeindestraßen.³⁰ Mit prozentualer Bewertung liegen über 66 % der Streckenlängen in der Bau- und Unterhaltungspflicht der Gemeinden. Auf den Freistaat Bayern werden insgesamt knapp 87.000 Kilometer Weglängen in kommunaler Baulast gerechnet.

Das Anlagevermögen der kommunalen Wegenetze beträgt etwa 202 Milliarden Euro. Für die Erhaltung müssten jährlich 1,5 % des Anlagevermögens aufgebracht werden. In Finanzwerten errechnet sich etwa 1,40 Euro pro Quadratmeter Verkehrsfläche, tatsächlich werden nur 75 Euro-cent investiert.³¹ Ein permanenter Wert- und Qualitätsverlust ist damit vorprogrammiert.

Ländlicher
Verbindungsweg



2.2 Vision

Die finanziellen Investitionsspielräume der Kommunen sind eng. Umso wichtiger erscheint es, dass die vorhandenen Mittel effektiv eingesetzt werden. Dafür notwendig ist ein umfassendes Erhaltungsmanagement mit der bedarfsgerechten Anwendung der Werkzeuge im Zuschnitt auf die kommunalen Wegenetze, insbesondere im ländlichen Raum. Allein auf diese Art kann ein langfristiges und optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis der investierten Finanzmittel erreicht werden.

Ein totaler Substanzverlust kann nicht hingenommen werden. Bisher wird jedoch bei den wenigsten Kommunen im ländlichen Raum ein konsequentes und systematisches Erhaltungs-

management praktiziert. Der Anfang ist schwer, wenngleich es, einmalig eingespielt, auch langfristig Einsparungen bringt. Zudem entwickeln sich positive Effekte wie Nachhaltigkeit, Umweltfreundlichkeit und Schonung der Ressourcen.

Einen Beitrag leistet hier sicherlich eine permanente, stetige und gewissenhafte Betriebliche Erhaltung in der Form von einfacher Kontrolle und Wartung. ^{32, 33}

Eine große Hürde bleiben dennoch die finanziellen Mittel. Wichtig ist vor allem, ein entsprechendes Netzwerk zu unterhalten, über das entsprechende Bezugsmöglichkeiten von Finanzmitteln frühzeitig erkannt werden. Hierfür ist jedoch eine Bestandsaufnahme der Wegenetze mit entsprechender Datenbank in Form eines periodisch aktualisierten Wegekatasters ³² erforderlich, um bei Freigabe von Förderprogrammen und -mitteln ohne Verzögerungen handlungsfähig zu sein. Beispiele wie das Konjunkturpaket II haben das bewiesen. Wer zuerst kommt, mahlt zuerst.

Für eine systematische Zustandsbeurteilung und daraus abzuleitende Bedarfsermittlung genügt im kommunalen Bereich ein einfaches Bewertungsschema auf Basis einer visuellen Zustandserfassung. Beispielsweise sind nach einem Ampelsystem drei Bewertungseinheiten mit »Maßnahmen nicht oder in absehbarer Zeit oder sofort erforderlich« sicherlich weitgehend ausreichend. ³² Nicht minder wertvoll sind aktualisierte Informationen über künftige Vorhaben der Ver- und Entsorgungsträger, deren Spartenleitungen und Einbauten oftmals in den Wegetrassen verlaufen.

Erneuerung im Kaltrecycling nach totalem Substanzverlust



Als Wunschziel gilt, diese Informationen in einer übergeordneten Koordination zu verwerten. Zudem sollten demografische Überlegungen für Prognoseansatz und Erhaltungsbedarf kein Tabuthema sein. Nachhaltige Maßnahmen zur Bestandssicherung kommunaler Wegenetze in Quantität und Qualität sind hinsichtlich der zweifelsfrei schrumpfenden Landbevölkerung durchaus kritisch zu bewerten.

Es sollten entsprechende Kooperationen und Partnerschaften stärker in Betracht gezogen werden unter dem Motto »Kräfte bündeln und gemeinsam gestalten«. Vor allem in den Formen Public Private Partnership (PPP) oder Interkommunaler Zusammenarbeit liegen viele Chancen. In die Gestaltung derartiger Modelle sollen Fachingenieure von Beginn an ihr Wissen einbringen. Schlagwörter wie einfach, effektiv, bedarfsgerecht, erschwinglich, nachhaltig und umweltschonend sollten die Maxime bilden, damit die zur Verfügung stehenden Mittel optimal eingesetzt werden können.

Auch das Bundesbauministerium engagiert sich mit Förderprogrammen in der Initiative Ländliche Infrastruktur. Unterstützt werden kleinere Kommunen in der Zusammenarbeit und Netzwerkbildung über die Gemeindegrenzen hinweg, um die erforderliche Infrastruktur zu organisieren.³⁴

Betriebliche Erhaltung zur Oberflächenentwässerung über die Seitenbereiche ist zu jeder Jahreszeit erforderlich



2.3 Beispielhafte Anwendung

Grundlegend für ein effektives Erhaltungsmanagement ist das konsequente Umsetzen der Erhaltungseinheiten. Die Betriebliche Erhaltung eignet sich durch regelmäßige Kontrollgänge und einfache Wartungsarbeiten zum frühzeitigen Erkennen von Schäden und sich abzeichnenden Schäden. Bei akuten Schäden sollten umgehend die Ursachen auf Grundlage des Schadensbildes geklärt, Sofortmaßnahmen, die einen Schadensfortschritt verhindern, durchgeführt und Substanz erhaltende Maßnahmen geplant und ausgeführt werden.

Ein beispielhaftes Erhaltungsmanagement zeigt ein von der Obersten Baubehörde entworfener Prozesskreislauf.³⁵ Beginnend mit dem ersten Schritt erfolgt die Datenpflege mit Bestands- und Aufbaudaten. Anschließend folgt die Zustandserfassung und -bewertung, auf deren Grundlage Zustandsentwicklungen prognostiziert werden können. Mit den Ergebnissen werden Erhaltungsstrategien unter technischen, funktionalen, finanziellen und baubetrieblichen Zielvorgaben definiert; daraus wird ein Erhaltungsprogramm mit Maßnahmenplanung und Maßnahmenoptimierung entwickelt. Ein konkretes Bauprogramm unter Berücksichtigung von Dringlichkeit, Randbedingungen sowie Finanzierung und Durchföhrung wird formuliert. Es folgt die Bauabwicklung und ein anschließendes Controlling, um die Bestandsdaten unter Schritt 1 wiederum zu pflegen.



3. Anlagen des Öffentlichen Personennahverkehrs ^{36, 37, 38, 39}

3.1 Beitrag des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) für die Nachhaltige Entwicklung

Der ÖPNV leistet einen großen Beitrag zur umweltverträglichen Mobilität. In 2012 nutzten deutschlandweit 9,8 Milliarden Kunden den ÖPNV. Damit sind die Fahrgastzahlen seit 2002 um etwa 8 % gestiegen. Dieser Trend setzte sich auch in 2013 vor allem in den Großstädten und Ballungsräumen fort.

Der ÖPNV hat systembedingt vor allem gegenüber dem motorisierten Individualverkehr große Vorteile, da Emissionen und Flächenverbrauch bezogen auf die beförderten Personen und die zurückgelegten Personenkilometer geringer sind. Der Förderung des Ausbaus und der Erhaltung kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu.

Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen hat in einer umfangreichen Arbeit 39 Ausführungsbeispiele zusammengestellt, die allgemeine Grundsätze sowie auch spezielle Anwendungsfälle sowohl im Bereich der Betriebsführung als auch bei der Infrastruktur beinhalten.

Die Stadtwerke München GmbH (SWM) haben mit ihrer Tochter, der Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, als kommunales Unternehmen eine besondere Verantwortung für die nachhaltige Abwicklung des Verkehrs und damit für die kommunale Entwicklung und sind daher der UITP-Charta für nachhaltige Entwicklung beigetreten. Sie verpflichten sich damit, die sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung als strategisches Ziel in ihrer Geschäftspolitik zu verankern.

3.2 Nachhaltigkeit im Bereich der Infrastruktur

Bezogen auf den Bereich der Verkehrsinfrastruktur bestehen verschiedene Handlungsfelder, die im Einzelnen verfolgt werden:

- Gesellschaft
- Wirtschaftlichkeit
- Umwelt- und Klimaschutz

Im Handlungsfeld der Gesellschaft investieren die SWM in die Sicherheit ihrer Betriebsanlagen. Als Beispiele sind zu nennen:

- Die Aufstellung von neuen Notfallsäulen bis Ende 2013
- Der bereits abgeschlossene Ausbau des Mobilfunkempfangs in der Münchner U-Bahn
- Die flächendeckende Ausrüstung aller U-Bahnhöfe mit Videokameras

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit prüfen die SWM ihre Bauwerke in einem fünfjährigen Turnus nach den Gesichtspunkten der Verkehrssicherheit, der Standsicherheit und der Dauerhaftigkeit und klassifizieren die Bauwerke nach Noten von 1–4. Daneben werden bauliche (Altlasten, Brandschutz, Erscheinungsbild, Mobilitätszustand) und auch kaufmännische Entscheidungshilfen definiert, um auf der Basis möglichst ganzheitlicher Entscheidungsgrundlagen die kurz- und mittelfristig erforderlichen Maßnahmen festzulegen. Die SWM verfolgen dabei die Strategie, Schäden im möglichst frühen Stadium zu beheben, um das Schadensausmaß zu begrenzen und damit den finanziellen Aufwand zur Schadensbeseitigung und Auswirkungen auf den Fahrgastbetrieb zu minimieren.

Im Rahmen des Neu- und Ausbaus und der Erneuerung der Infrastruktur wird fortlaufend die Entwicklung und Durchführung wirtschaftlich darstellbarer Möglichkeiten zur Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes geprüft.

Beispielhaft können die nachstehenden Projekte und Themen genannt werden:

1. Rampenheizung am U-Bahnhof Therese-Giehse-Allee

Bei Münchner U-Bahnhöfen werden an vielen Stellen durch elektrische Heizsysteme die Freiflächen beheizt, um durch Abtauen von Schnee und Eis den Winterdienst zu reduzieren und gleichzeitig frostbedingte Bauwerksschäden zu vermindern. Aufgrund des hohen Energieverbrauchs derartiger Systeme wurden zwei alternative Systeme entwickelt und am U-Bahnhof Therese-Giehse-Allee baulich umgesetzt. So wurde ein Grundwasser-Heizsystem installiert, für dessen Betrieb lediglich eine elektrisch betriebene Pumpe erforderlich ist. Messungen ergaben eine Energieeinsparung von 90 %.

Noch weitergehend ist der Betrieb eines geschlossenen CO₂-Heizsystems, das ohne Stromzufuhr auskommt. Hierbei werden Rohre in den Bodenbelägen verlegt, die bis in das Grundwasser reichen und mit CO₂ gefüllt sind. Im warmen Grundwasser verdampft das CO₂. Es kondensiert wieder unterhalb der Bodenbeläge wobei es seine gewonnene Wärmeenergie wieder abgibt. Die Energieeinsparung beträgt 100 % gegenüber einer konventionellen Heizung.

links:
Rampenheizung U-Bahnhof
Therese-Giehse-Allee

rechts:
LED-Beleuchtung im
Zwischengeschoss U-Bahn-
hof Hauptbahnhof

Beide Systeme haben sich in inzwischen in zwei Heizperioden bewährt.

2. Einsatz von LED-Beleuchtung bei Sanierungsmaßnahmen in U-Bahnhöfen

Die SWM führen derzeit bei zwei ihrer zentralen Bahnhöfe im Stadtzentrum Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen durch. Dabei wird die Beleuchtung größtenteils von herkömmlichen Leuchtstoffröhren auf LED umgestellt. Die im Vorfeld der Realisierung durchgeführte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat ergeben, dass die Verwendung der LED-Beleuchtung trotz höherer Anschaffungskosten durch den erheblich geringeren Energieverbrauch effizienter ist. Das neue Zwischengeschoss am Hauptbahnhof wurde im Februar 2014, das am Marienplatz wird im Herbst 2015 eröffnet.



Ausblick

Kommunale Infrastruktur bildet wie kaum ein anderer Bereich die Grundlage für das funktionierende Zusammenleben von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Während in den zurückliegenden Jahrzehnten der flächendeckende Ausbau im Vordergrund stand, gilt es jetzt das Augenmerk auf den Erhalt dieser Infrastruktur zu legen.

Dies kann auf der einen Seite nur durch die Bereitstellung ausreichender Finanzen sichergestellt werden. Auf der anderen Seite muss gewährleistet sein, dass die knappen Finanzmittel effizient eingesetzt werden. Dabei heißt effizienter Einsatz gerade nicht das Suchen nach der scheinbar aktuell »billigsten« Lösung, sondern einer Lösung unter Betrachtung aller Aspekte, die die weitere Entwicklung der Infrastruktur beeinflussen.

Als Beispiele seien hier Energiebedarf und Ökologie, aber auch Ressourcenverbrauch und Wartungsfreundlichkeit genannt. Nur eine Betrachtung aller in Frage kommenden Aspekte bei Bau, Erhalt und Sanierung der kommunalen Infrastruktur stellt die Nachhaltigkeit sicher.



Literatur

- 1** Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF (Hrsg.): FONA Forschung für nachhaltige Entwicklung, Förderschwerpunkt »Nachhaltiges Wassermanagement« (NaWaM), Bonn 2012. → www.fona.de
- 2** Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF: Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet »Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung« im Rahmen des Förderprogramms »Forschung für nachhaltige Entwicklungen«, Berlin 2011
→ www.bmbf.de/foerderungen/16719.php
- 3** Bayerisches Wassergesetz in der Fassung vom 25.02.2010, GVBl 2010, S.66
- 4** Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) (Hrsg.): Die neue Wasserkunst der nachhaltigen Bewirtschaftung, Schrift zum Kongress Nachhaltigkeit in der Bayerischen Wasserwirtschaft, München 2012
- 5** Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hrsg.): Leitfaden zur Inspektion und Sanierung kommunaler Abwasserkanäle, Augsburg 2010
- 6** Statistisches Bundesamt: Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007; Umwelt Fachserie 19; Reihe 2.1; Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2009
- 7** Ludin, D.; Rahemeyer, F.; Wörner, D. In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft der Wasserver- und Entsorgungsunternehmen in Schwaben: Nachhaltige Wasserwirtschaft durch Synergie – Mögliche Kooperationen bei der Wasserver- und Entsorgung, Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Augsburg (Hrsg.), Augsburg 2001
- 8** DIN EN 752:2008-04: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- 9** Böhme, Dietmar T.: Die Bedeutung der Kanalisation in der Infrastruktur – Umweltrelevanz und Nachhaltigkeit beim Bau von Abwassersystemen, Ausarbeitung anlässlich des Rohrbau Kongress, Weimar 2008
- 10** Arbeitsgemeinschaft Impulse pro Kanalbau (Hrsg.): Impulse pro Kanalbau – Forderungskatalog zur nachhaltigen Sicherung der Kanalisation in Deutschland, München 2012
- 11** Wolf, Martin: Nachhaltige Kanalsanierung – Berücksichtigung von Werterhalt und Gebührenverlauf, Ausarbeitung anlässlich des Rohrbau Kongress, Weimar 2004
- 12** DWA – Leitfaden für die Zustandserfassung, -beurteilung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen
- 13** WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31.7.2009
- 14** Cvaci, Darius: Zustandserfassung und Bewertung von Grundstücksentwässerungsanlagen unter Einbeziehung einer optimierten organisatorischen Vorgehensweise, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg 2009
- 15** Klotz, Herrmann: Nachhaltige Niederschlagswasserbeseitigung in München – ein aktueller Sachstandsbericht, DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband Bayern, Mitglieder-Rundbrief 1/2012, München 2012
- 16** HAMBURG WASSER (Hrsg.): KREIS – Versorgung durch Entsorgung, Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung, Hamburg 2012
- 17** DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Neuartige Sanitärsysteme, DWA-Themen, Dezember 2008
- 18** Bundesministerium für Bildung und Forschung: Rückgewinnung von Pflanzennährstoffen, insbesondere Phosphor aus der Asche von Klärschlamm, Abschlussbericht PASCH, 2010
- 19** Umwelt Bundes Amt: Rückgewinnung eines schadstofffreien, mineralischen Kombinationsdünger »Magnesiumphosphat – MAP« aus Abwasser und Klärschlamm, ISSN 1862-4804, 2000
- 20** Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW
→ www.masterplan-wasser.nrw.de
- 21** Abwasserverband Obere Lutter
→ www.mikroverunreinigungen.de
- 22** Bayerisches Landesamt für Umwelt: Energie aus Abwasser: Ein Leitfaden für Kommunen, 2013
- 23** Bayerisches Landesamt für Umwelt: Co-Vergärung auf Kläranlagen, Umwelt spezial, 2011

- 24** DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.: Arbeitsblatt A 216 »Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen«, Gelbdruck April 2013
- 25** Baumgärtner U., Fischer O., Jungwirth J., Katz C., Lederer W., Putz A., Streit W., Willberg U., Wüst W., Ganzheitliche Beurteilung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 8, 2012.
- 26** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) Bekanntmachung über die Nutzung und die Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen. In: Bundesanzeiger vom 07.05.2010, Nr. 70, S. 1642–S. 1644, Berlin 2010
- 27** BBSR-Berichte KOMPAKT 14/10: Nachhaltiges Bauen. Strategien – Methodik – Praxis – Dezember 2010: 2. neubearb. und erw. Auflage – April 2011 (nachhaltiges-bauen@bbr.bund.de)
- 28** Expertengespräch Stahlbrückenbau – »Nachhaltigkeit im Brückenbau«: Dr. Ing. P. Haardt, Dipl.-Umweltwiss. C. Schmellekamp, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach 27.09.2011
- 29** Auslobungsunterlagen der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau zusammen mit der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren vom 31.01.2011 für den Ideenwettbewerb Straßenbrücke – Entwurf nach ganzheitlichen Werten
- 30** Der Elsner, Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen, 2011
- 31** Allgemeiner Deutscher Automobilclub, ADAC Straßenerhaltung von Kommunalstraßen, Ein Leitfaden für kommunalpolitische Entscheidungsträger, München 2007
- 32** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln Merkblatt für die Erhaltung Ländlicher Wege – M ELW, Ausgabe 2009
- 33** Straube/Krass: Straßenbau und Straßenerhaltung, ES Verlag
- 34** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Initiative Ländliche Infrastruktur
→ www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/SW/initiative-laendliche-infrastruktur.html
- 35** Bayerische Staatsbauverwaltung für Hochbau, Städtebau, Wohnungsbau, Straßen- und Brückenbau Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern, Sonderheft 2009
- 36** Münchner Verkehrsgesellschaft mbH
→ www.mvg-mobil.de/ueberuns/nachhaltigkeit.html
→ Nachhaltigkeitsbericht 2010
- 37** Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
→ www.vdv.de/nachhaltigkeit.aspx
- 38** Verband Deutscher Verkehrsunternehmen,
→ www.vdv.de/blaue-buecher.aspx
Nachhaltiger Nahverkehr, Beiträge des ÖPNV zum Umwelt- und Klimaschutz
- 39** UITP → www.uitp.org/Public-Transport/sustainabledevelopment/

**Erarbeitet von Mitgliedern des Arbeitskreises
Nachhaltigkeit in der kommunalen Infrastruktur**

Leiter Arbeitskreis:

Dipl.-Ing. Univ. Josef Goldbrunner
Goldbrunner Ingenieure GmbH
Obere Marktstraße 5
85080 Gaimersheim
info@ib-goldbrunner.de
www.ib-goldbrunner.de

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Hollmann
Prüf- und Sachverständigenbüro
Kemnater Straße 1
87600 Kaufbeuren
info@khollmann-rohrpruefbuero.de
www.khollmann-rohrpruefbuero.de

Dipl.-Ing. Univ. Alexander Kressierer
Landeshauptstadt München
Baureferat Ingenieurbau
Friedenstraße 40
81660 München
alexander.kressierer@muenchen.de

Dr.-Ing. Ralf Mitsdörffer
GFM Beratende Ingenieure GmbH
Akademiestraße 7
80799 München
mits@gfm.com
www.gfm.com

Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Schönmaier M.Eng.
Verband für Ländliche Entwicklung Niederbayern
Dammstraße 10
94405 Landau a. d. Isar
bernhard.schoenmaier@vle-ndb.bayern.de

Dipl.-Ing. Univ. Dionys Stelzenberger
S² BERATENDE INGENIEURE
Stelzenberger + Scholz + Schmid
Partnerschaftsgesellschaft
Sarching Feld 1
93092 Barbing
info@s2bi.de
www.s2bi.de

Baudirektorin Karen Vestner
Landeshauptstadt München
Münchner Stadtentwässerung
Friedenstraße 40
81660 München
karen.vestner@muenchen.de

Dr.-Ing. Werner Weigl
BBI Bauer Beratende Ingenieure GmbH
Neidenburger Straße 6a
84030 Landshut
werner.weigl@bbi-ingenieure.de
www.bbi-ingenieure.de

Arne Petersen (Gast)
SWM – MVG
Strategische Planungsprojekte
Emmy-Noether-Straße 2
80992 München
petersen.arne@swm.de
www.mvg.de

© 2015

Bayerische Ingenieurkammer-Bau
Körperschaft des öffentlichen Rechts
Schloßschmidstraße 3
80639 München

Bildnachweise

Seite 2: s_eyerkauffer/iStockphoto.com; Seite 3: Gerd Altmann/pixelio.de, Baureferat München; Seite 4: Dipl.-Ing. Univ. Dionys Stelzenberger; Seite 5, 6 oben: Hermann Gruber, Werkleiter, waldwasser; Seite 6 unten: Dipl.-Ing. Univ. Dionys Stelzenberger; Seite 7, 8, 9 rechts: Alberto Avellina; Seite 9 links: Mathias Wünsch, Münchner Stadtentwässerung; Seite 10, 11, 12: Dr.-Ing. Ralf Mitsdörffer; Seite 13, 14: Goldbrunner Ingenieure GmbH; Grafik Seite 15: Baumgärtner, U., Fischer, O., Jungwirth, J., Katz, C., Lederer, W., Putz, A., Streit, W., Willberg, U. and Wüst, W. (2012), Ganzheitliche Beurteilung von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Beton- und Stahlbetonbau, 107: 510-523. doi: 10.1002/best.201200029; Seite 16: Bayerische Ingenieurkammer-Bau; Seite 18: Dipl.-Ing. Alexander Kressierer; Seite 19, 20, 21, 22: Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Schönmaier M. Eng.; Seite 24: Stadtwerke München GmbH; Seite 25/Titel: logoboom/clipdealer.com



Bayerische Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Schloßschmidstraße 3
80639 München
Telefon 089 419434-0
Telefax 089 419434-20
info@bayika.de
www.bayika.de