

Dr. Ralf Mitsdoerffer, Daniel Hoedemacker, Manfred Schmid

ISS – Integrale Sanierungs-Strategie für Abwasser-Pumpwerke

Die Ammerseewerke nutzen ein neues Instrument zur nachhaltigen Sanierung der Abwasser-Infrastruktur.

Erhalt und Optimierung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur stehen bei vielen Kommunen zwangsläufig ganz oben auf der Tagesordnung. Bei der Einsparung von Energie auf Kläranlagen und der Sanierung von Kanälen sind hierzu in den vergangenen Jahren vielfach auch gute Fortschritte zu verzeichnen.

So sind auch die Ammerseewerke, die für die Ring- und Ortskanäle des Ammersee West-Ufers sowie für die dazugehörige Kläranlage Eching am Ammersee verantwortlich zeichnen, ihren Aufgaben rund um Kläranlage und Kanal bereits nachgekommen. Bisher offen waren aber die Antworten auf die Fragen nach Art, Umfang und Zeitpunkt für Instandhaltungs- und Optimierungsmaßnahmen der vorhandenen 37 Mischwasser-Pumpwerke. Schnell war den Verantwortlichen klar, dass eine ausschließliche energetische Betrachtung der Pumpstationen, wie sie heute oftmals propagiert wird, viel zu kurz greift und ein integraler Ansatz gefunden werden muss, der die Belange

- Bau- und Maschinentechnik
- Betriebstechnik
- Energieoptimierung sowie
- Betriebs- und Arbeitssicherheit berücksichtigt.

Zur Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen müssen dabei immer auch die Finanzmittel mit deren zeitlicher Verfügbarkeit in einem zu definierenden Zeitraum berücksichtigt werden. Somit sind zunächst die Schäden nach dem Umfang und der Bedeutung zu bewerten, um daraus eine Prioritätenliste für die Dringlichkeit der Sanierung zu entwickeln.

Selbstverständlich sind hierbei die Anforderungen an die Arbeits- und Betriebssicherheit deutlich höher zu bewerten als eventuelle Schäden an Betonoberflächen oder einer Pumpe mit einem zu geringen Wirkungsgrad.

Um alle genannten Aspekte für die Sanierung von Pumpstationen zu berücksichtigen, wurde die „Integrale Sanierungs-Strategie“ (ISS) entwickelt. Dazu werden als Grund-

lage objektive Beurteilungskriterien von Einzelschäden eingeführt, die durch einen neu entwickelten Algorithmus bewertet werden, so dass die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen gemäß Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit in einem vorgegebenen Zeitraum umgesetzt werden können.

Durch diese neu entwickelte Methodik der ISS bleibt der Wert der Infrastrukturanlage nachhaltig gesichert, die Finanzierbarkeit wird berücksichtigt und zusätzlich wird auch noch Energie für den Anlagenbetrieb eingespart.

Die ISS-Methodik lehnt sich dabei zum einen an die „Arbeitshilfen Abwasser“ 1/1 der Bundesministerien BMUB und BMVg sowie dem DWA-Merkblatt 149-3 2/ an. Diese bestehenden Bewertungsverfahren eignen sich jedoch nur bedingt für die Sanierung von Pumpstationen, da

- unterschiedliche Arten von Schäden auftreten
- bei Pumpstationen eine größere Anzahl unterschiedlicher Schäden auftritt, so dass der Einfluss von Einzelschäden auf

die Gesamtschadensklasse geringer zu bewerten ist.

Der Grundgedanke der Bewertung wurde jedoch aus der genannten Literatur übernommen.

Umsetzung der Integralen Sanierungsstrategie – ISS

Die Umsetzung der ISS für Pumpstationen gliedert sich in drei grundlegende Schritte

1. Bestandsaufnahme
2. Bewertung
3. Festlegung der Maßnahmen.

Diese Schritte werden im Folgenden anhand von Beispielen vorgestellt.

Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme setzt sich im Wesentlichen aus der Sichtung und Zusammenstellung der Bestandsunterlagen mit deren Überprüfung und Ergänzung vor Ort sowie der Dokumentation des Ist-Zustandes des jeweiligen Pumpwerkes zusammen.



Bild 1 Maschinenraum der Pumpstation Greifenberg: Fehlender Arbeitsraum ergibt eine ungünstige Bewertung für die Betriebstechnik.



Bild 2 Maschinenraum des Pumpwerks Beuern: Geringe Bauwerksabmessungen beeinträchtigen die Betriebstechnik, der Wasserzähler ist schlecht erreichbar. Der Energieverbrauch der Pumpen ist deutlich zu hoch.

Als Bestandsunterlagen sind im Allgemeinen verfügbar

- Unterlagen zum Bauentwurf und/oder Ausführungsplanung der Pumpstation mit Angaben zur technischen Ausstattung
- hydraulische Bemessung der Pumpen und Druckleitungen
- Betriebsdaten wie Fördermengen, Stromverbrauch, Pumpen-Schaltpunkte.

Aus diesen Unterlagen kann bereits der spezifische Energieverbrauch ($\text{Wh}/(\text{m} \cdot \text{m}^3)$) der einzelnen Pumpen ermittelt werden, indem der Gesamtstromverbrauch mit der Förderhöhe und dem Volumenstrom ins Verhältnis gesetzt wird.

Unverzichtbar ist aber die Bestandsaufnahme vor Ort, bei der jede Pumpstation im Detail dokumentiert wird. Hierzu sind allgemeine Angaben zur örtlichen und räumlichen Lage, der Bauform, der Zugänglichkeit sowie der maschinentechnischen Ausstattung zu machen.

Bereits bei der Begehung werden die Schäden vor Ort durch einen fachkundigen Bauingenieur in Einzelschadensklassen (ESK) gemäß Tabelle 1 eingeteilt.

Analog wurde der Energieverbrauch gemäß der Pumpen-Wirkungsgrade in Tabelle 2 den jeweiligen Einzelschadensklassen zugeordnet. Für die Bewertung der Einzelschadensklas-

sen ist zwischen den folgenden Schadenskategorien zu differenzieren:

- **Bautechnik** wie Zustand von Bauwerken, Bauteilen, Ausführung von Rohrdurchführungen, räumliche Abmessungen
- **Maschinentechnik** wie Zustand von Pumpen, Lüftungs- und Heizungsanlagen
- **Betriebstechnik** wie Effektivität von Arbeitsabläufen für das Betriebspersonal
- **Energieverbrauch** der jeweiligen Aggregate (hydraulisch/elektrisch/steuerungstechnisch)
- **Betriebssicherheit** hinsichtlich der Konsequenzen durch Ausfall einzelner Aggregate für den gesamten Kanalbetrieb

Tab. 1 Vor-Ort-Bewertung durch Einteilung in Einzelschadensklassen (ESK)

ESK	Beschreibung
0	kein Schaden
1	leichte Schäden mit sehr geringen Auswirkungen
2	Schäden mit geringen Auswirkungen Flächenschaden (Häufung leichter Schäden mit sehr geringen Auswirkungen)
3	Schäden mit mittelfristigen Auswirkungen Flächenschaden (Häufung von Schäden mit geringen Auswirkungen)
4	starke Schäden mit erheblichen Auswirkungen Flächenschaden (Häufung von Schäden mit mittelfristigen Auswirkungen)
5	sehr starke Schäden mit erheblichen Auswirkungen

Tab. 2 Bewertung des Energieverbrauchs der Pumpen durch Einteilung in Einzelschadensklassen (ESK)

ESK	Energieverbrauch ($\text{Wh}/(\text{m} \cdot \text{m}^3)$)	entspricht einem Gesamt-Anlagenwirkungsgrad von
1	4 - 5	0,68 - 0,55
2	5 - 6	0,55 - 0,45
3	6 - 8	0,45 - 0,34
4	8 - 15	0,34 - 0,18
5	> 15	< 0,18



Bild 3 Graffiti-beschriftete Pumpstation Riederau – kein Grund für eine Sanierung



Bild 4 Ansicht der Pumpstation DZ04 der Ammerseewerke

Arbeitssicherheit hinsichtlich Gefährdungspotenziale gegenüber Betriebspersonal und der Allgemeinheit

So zeigen sich beispielsweise für die in Bild 4 dargestellte Pumpstation DZ04, die im Jahr 1999 errichtet wurde und als unterirdisches Bauwerk aus Ort beton und Betonfertigteilen mit zwei trocken aufgestellten Pumpen ausgeführt ist, die folgenden Schäden mit der entsprechenden Bewertung in Einzelschadensklassen (ESK) analog der Tab. 1 und 2.

Bautechnik:

Fugen zwischen den Fertigteilen sind undicht (ESK = 4)

Beschichtung des Betons im Pumpensumpf ist rissig (ESK = 2)

Maschinenteknik:

Kompressor verliert Maschinenöl (ESK = 2)

Zugangsöffnungen am Kompressor sind korrodiert (ESK = 1)

Energieverbrauch:

23,6 Wh/(m³) (ESK = 5)

Betriebssicherheit:

Korrosion an der Druckleitung (ESK = 2)

Arbeitssicherheit:

Stoßkanten im Pumpenbereich (ESK = 2)

Rutschgefahr durch Ölfilm (ESK = 1)

Bewertung der Schäden

Durch die Einteilung der einzelnen Schäden in Einzelschadensklassen verfügt man über eine Datenbasis, mit deren Hilfe die Bewertung der Dringlichkeit einer Sanierung erfolgen kann. Dabei ist es Ziel der Bewertung, Schäden mit einer hohen Einzelschadensklasse und einem großen Gefährdungspotenzial hervorzuheben, selbst wenn die Anzahl der Schäden für eine Pumpstation gering ist.

Das bedeutet, dass marode Anlagen, die eine Gefährdung für Leib und Leben des Betriebspersonals darstellen, in jedem Fall zuerst saniert werden müssen.

Beim entwickelten ISS-Verfahren werden dazu die Pumpstationen in sechs verschiedene Objektklassen eingeteilt, wobei die Klasse 0 die beste und die Klasse 5 die schlechteste ist. Zur Ermittlung der jeweiligen Objektklasse werden den bereits bei der Bestandsaufnahme in Einzelschadensklassen kategorisierten Schäden Einzelschadenszahlen (ESZ) zugewiesen.

Hierbei müssen massive Schäden mit erheblichen Auswirkungen (ESK = 5) deutlich höher gewichtet werden als Schäden, die nur geringe Auswirkungen erwarten lassen. Aus diesen Überlegungen ist die Zuordnung der Einzelschadensklassen in Einzelschadenszahlen gemäß Tabelle 3 entstanden.

Vergleichbar mit der so genannten FMEA (Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse) wird dann die Auswirkung einer Schadens-kategorie mit einem Gewichtungsbeiwert



Bild 5 Undichte Fugen zwischen den Beton-Fertigteilen bei der Pumpstation DZ04



Bild 6 Maschinenraum der Pumpstation Dießen: Eingeschränkte Betriebstechnik durch zu geringe Abmessungen, mangelhafte Bauausführung.

Fotos: GFM Beratende Ingenieure GmbH, München

multipliziert, um beispielsweise Schäden im Bereich der Arbeitssicherheit höher zu bewerten als der Energieverbrauch einer Pumpe.

Mit der aus den Einzelschadenszahlen ermittelten Schadensanzahl und dem Gewichtungsfaktor je Schadenskategorie lässt sich dann für jede Pumpstation eine Gesamtschadenszahl (GSZ) berechnen, die sich wiederum mit Hilfe einer mathematischen Funktion in eine Objektklasse analog der Tabelle 4 einteilen lässt.

Als Ergebnis der Berechnung erhält man so für jede Pumpstation die Objektklasse, durch die die Priorität der Sanierungsmaßnahmen angezeigt wird. Für die Ammerseewerke ergab sich die in Bild 9 dargestellte Verteilung der Objektklassen, aus der ersichtlich ist, dass mehr als 50 % der Pumpstationen einer Klasse zuzuordnen sind, für die innerhalb eines Jahres Sanierungsbedarf besteht.

Bild 8 gibt Auskunft über die Verteilung der Schadenskategorien, die weitgehend gleichmäßig verteilt sind. Es fällt jedoch auf, dass der größte Teil der Schäden in die Kategorie „Arbeitssicherheit“ fällt, was auch den hohen Anteil der Objektklasse 5 transparent macht. Allerdings signalisieren natürlich nicht alle Schäden dieser Kategorie aufgrund ihrer Geringfügigkeit einen unmittelbaren Handlungsbedarf, was sich aber erst durch die Gesamtauswertung der ISS-Berechnung ergibt (hier nicht dargestellt).

Festlegung der Maßnahmen

Da durch die Bewertung nach ISS noch keine Aussagen über die Höhe der erforderlichen Investitionen getroffen werden können, müssen in einem nächsten Schritt Sanierungsmaßnahmen festgelegt und monetär bewertet werden. Dieser Schritt muss – bei aller Vereinfachung durch die ISS-Berechnung – durch einen fachkundigen Bauingenieur erfolgen. Hierzu sind zunächst die Pumpstationen der Objektklasse 5 detailliert zu betrachten, die sich im Wesentlichen durch Schäden hinsichtlich der Arbeits- und Betriebssicherheit auszeichnen und die somit unmittelbar saniert werden müssen. Daran anschließend sind die Maßnahmen für die Objektklasse 4 festzulegen. Bei der Auswahl der Sanierungsverfahren sind jeweils die vergebene Einzelschadensklasse und die Schadenskategorie zu berücksichtigen, da Schäden innerhalb der Objektklasse 4 oder 5 selbstverständlich auch Einzelschäden der Klasse 3 oder besser aufweisen können. Auch wenn es oftmals wirtschaftlich ist alle Schäden innerhalb einer Pumpstation – also auch die mit Objektklasse 3 – gleichzeitig zu sanieren, wird eine Einzelbewertung des jeweiligen Schadens empfohlen, um hohe Investitionen für die Beseitigung kleinerer Schäden zu vermeiden.

Bei der Kategorie „Energieverbrauch“ ist vor einer Sanierung die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme wie einem Austausch der

Pumpe oder einer Veränderung der Leitungsführung nachzuweisen. Als Methodik zur Wirtschaftlichkeitsberechnung kann dabei das DWA-Arbeitsblatt 216 „Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen“ /3/ in Verbindung mit DWA-KVR-Leitlinien /4/ angewendet werden. Die gängigen Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs von Pumpstationen werden von Müller/Kobel /5/ zusammengefasst.

Bevor im Detail die Sanierungsmaßnahmen für Pumpstationen in der Objektklasse 3 und besser ausgearbeitet werden, sollte zu einem späteren Zeitpunkt eine erneute Bewertung durchgeführt werden, da diese Maßnahmen ohnehin 5 Jahre oder länger aufschiebbar sind und somit kein unmittelbarer Handlungsbedarf gegeben ist.

Für die Ammerseewerke ergibt sich nach Umsetzung der als wirtschaftlich identifizierten Maßnahmen, die in Bild 7 dargestellte Verteilung der Objektklassen. Durch die Fokussierung auf die wesentlichen Maßnahmen, durch deren Umsetzung jedoch die Qualität der Pumpstation nachhaltig verbessert wird, muss nur ein Bruchteil der Kosten einer pauschalen Sanierung aufgewendet werden. Berechnungen zeigen, dass eine pauschale Sanierung der betrachteten Pumpstationen Kosten in Höhe von rund 2,2 Mio. Euro verursachen würde.

In Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Planer sollte zudem ein Objektklassen-Standard für alle Pumpstationen festgelegt

Tab. 3 Zuordnung der Einzelschadensklassen (ESK) zu Einzelschadenszahlen (ESZ)

Einzelschadensklasse (ESK)	Einzelschadenszahl (ESZ)
0	0
1	10
2	200
3	300
4	900
5	6000

Tab. 4 Vor-Ort-Bewertung durch Einteilung in Einzelschadensklassen (ESK)

Objektklasse	Beschreibung
0	kein Schaden, kein Handlungsbedarf
1	geringfügige Schäden ohne unmittelbar festzulegenden Handlungsbedarf
2	langfristiger Handlungsbedarf (> 60 Monate)
3	mittelfristiger Handlungsbedarf (24 bis 60 Monate)
4	kurzfristiger Handlungsbedarf (6 bis 24 Monate)
5	umgehender Handlungsbedarf (sofort)

prozentuale Verteilung der Objektklassen (OK)

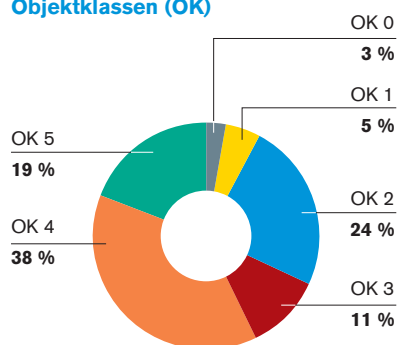


Bild 7 Prozentuale Verteilung der Objektklassen für die 44 Pumpstationen im Zuständigkeitsgebiet der Ammerseewerke

werden, bis zu dem die Sanierung zu erfolgen hat. Mit den Ammerseewerken erfolgte diese Festlegung auf die Objektklasse 2, so dass dem Ingenieur mit Hilfe der ISS die Möglichkeit eröffnet wird, zielgenau die erforderlichen Maßnahmen zu planen und unnötig teure „Luxussanierungen“ zu vermeiden.

Zusammenfassung

Aufgrund der Vielzahl von Daten, die bei der Grundlagenermittlung im Rahmen der Sanierungsplanung von Pumpstationen innerhalb eines Kanaleinzugsgebietes auflaufen, musste ein Algorithmus gefunden werden, mit dem die Einordnung der Schäden jeder Pumpstation objektiv bewertet und zugleich die Dringlichkeit zu deren Behebung transparent wird. Hierzu wurde als Bewertungs- und Priorisierungs-Instrument die „Integrale Sanie-

prozentuale Verteilung der Objektklassen nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen

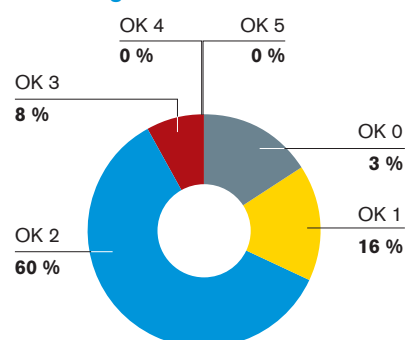


Bild 9 Verteilung der Schadenskategorien der 37 Pumpstationen nach Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen

Schadensanteil je Kategorie

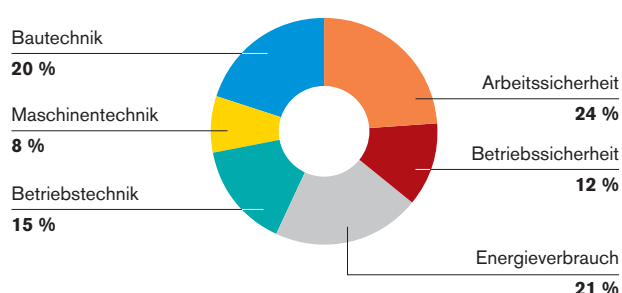


Bild 8 Verteilung der Schadenskategorien der 37 Pumpstationen im Zuständigkeitsgebiet der Ammerseewerke

rungs-Strategie“ (ISS) entwickelt, mit Hilfe derer alle Bewertungskriterien im Format einer Tabellenkalkulation zusammengefasst werden und als Ergebnis zu einer Prioritätenliste mit Angabe von Art und Umfang notwendiger Sanierungsarbeiten führen. Die Festlegung der Qualität der Sanierung bleibt durch die Anpassung der ISS-Parameter in der Entscheidungskompetenz des Anlagenbetreibers.

Für die Sanierung der 37 Pumpstationen der Ammerseewerke konnten durch ISS aus einer Vielzahl von Daten gezielt die unmittelbar erforderlichen Sanierungsmaßnahmen herausgearbeitet werden, die die Ziele der Arbeits- und Betriebssicherheit sowie auch den langfristigen Erhalt der bau- und maschinentechnischen Substanz verfolgen. Gleichzeitig wurden aber auch Maßnahmen identifiziert, die erst zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt werden können, die den genannten Zielen aber dennoch vollumfänglich gerecht werden.

So wird es möglich sein, für vergleichsweise geringe Investitionen die Gesamtheit der Pumpstationen der Ammerseewerke effektiv und nachhaltig zu sanieren.

Trotz des praktikablen Bewertungsinstruments der ISS ist für die Bewertung der Schäden und die Ableitung von Sanierungsmaßnahmen der Einsatz von fachkundigen Bauingenieuren unerlässlich. Mit ISS wird der Umfang und die Priorisierung der Maßnahmen jedoch auf eine objektive Basis gestellt. Zudem führen Fehleinschätzungen von Schäden infolge der Gewichtungsfaktoren bei der ISS-Berechnung zu keiner fehlerhaften Gesamtaussage, so dass das Bewertungsinstrument äußerst fehler-tolerant ist.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Fokussierung auf nur einen Aspekt bei der Sanierung von Pumpstationen wie die Senkung des Energieverbrauchs, die Synergieeffekte ignoriert, die sich bei einer gesamt-heitlichen System-Betrachtung ergeben würden. Vor dem Hintergrund einer wirt-

schaftlichen und nachhaltigen Funktions-erhaltung von Pumpstationen greift ein solcher Blickwinkel daher zu kurz und ist abzulehnen.

LITERATUR

- /1/ Arbeitshilfen Abwasser; 2014: Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in den Liegenschaften des Bundes; Hrsg. BMUB, BMVg, 2. Auflage; Berlin, 10/2014
- /2/ DWA-Merkblatt 149-3, 2007: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden; Verlag DWA, 09/2008, ISBN: 13 978-940173-34-8, Hennef
- /3/ DWA-Arbeitsblatt 216; 2013: Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen; Verlag DWA, Entwurf, April 2013, Hennef
- /4/ DWA-KVR-Leitlinien; 2012: Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, 8. überarbeitete Auflage – (Juli 2012), Ausgabe: 07/2012, Verlag DWA, ISBN: 978-3-941897-55-7, Hennef
- /5/ Müller, E.A.; Kobel, B. Verstecktes Energiepotenzial bei Abwasserpumpwerken. In: wwt-Modernisierungsreport 2014/2015, HUSS-Medien GmbH, Berlin, S. 53 bis 56

KONTAKT

Dr.-Ing. Ralf Mitsdoerffer
Daniel Hoedemacker
GFM Beratende Ingenieure GmbH
 Akademiestraße 7 · 80799 München
 Tel.: 089/380178-0
 E-Mail: info@gfm.com
 www.gfm.com

Manfred Schmid
Ammerseewerke gKU
 Stegener Straße 99 · 82279 Eching a. Ammersee
 Tel.: 08143/99258-0
 E-Mail: info@ammerseewerke.de
 www.ammerseewerke.de

Kanalisation

Kanalbau, Pumpstationen, Kanalsanierung
Regenwasser, Generalentwässerungsplan



Energie

Energieoptimierung, Regenerative Energien



GFM GMBH
BERATENDE INGENIEURE

Infrastruktur
Gebäude
Energie



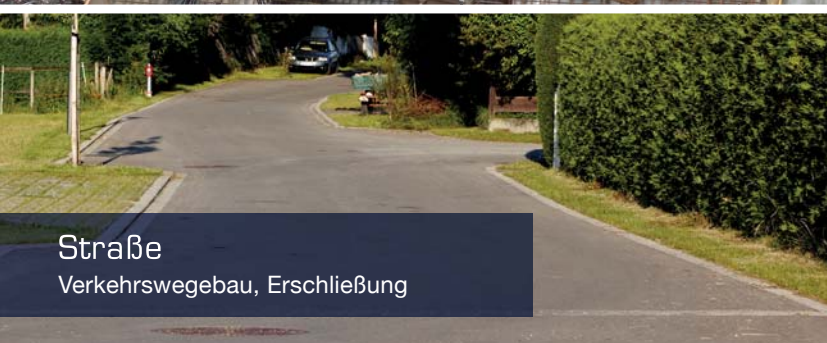
Tragwerke

Neubau, Bauen im Bestand, Spezialtiefbau



Kläranlage

Abwasserreinigung,
Schlamm- und Reststoffbehandlung



Straße

Verkehrswegebau, Erschließung



Gebäudesanierung

Bauschadensanalyse, Bauliche Sanierung,
Energetische Sanierung