

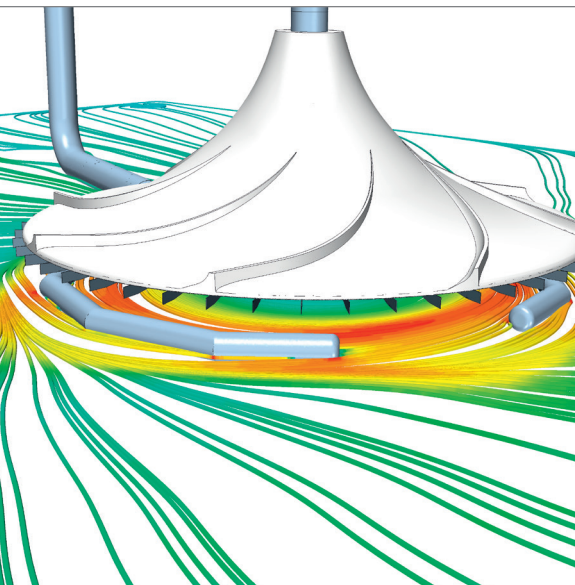
# Abwassertechnik und Kläranlagen

Ausgabe 2018/2019





INNOVATION  
FOR NATURE



HCMA®-Rühr- und Begasungssystem: CFD (Computational Fluid Dynamics) -Darstellung des Strömungsverlaufes

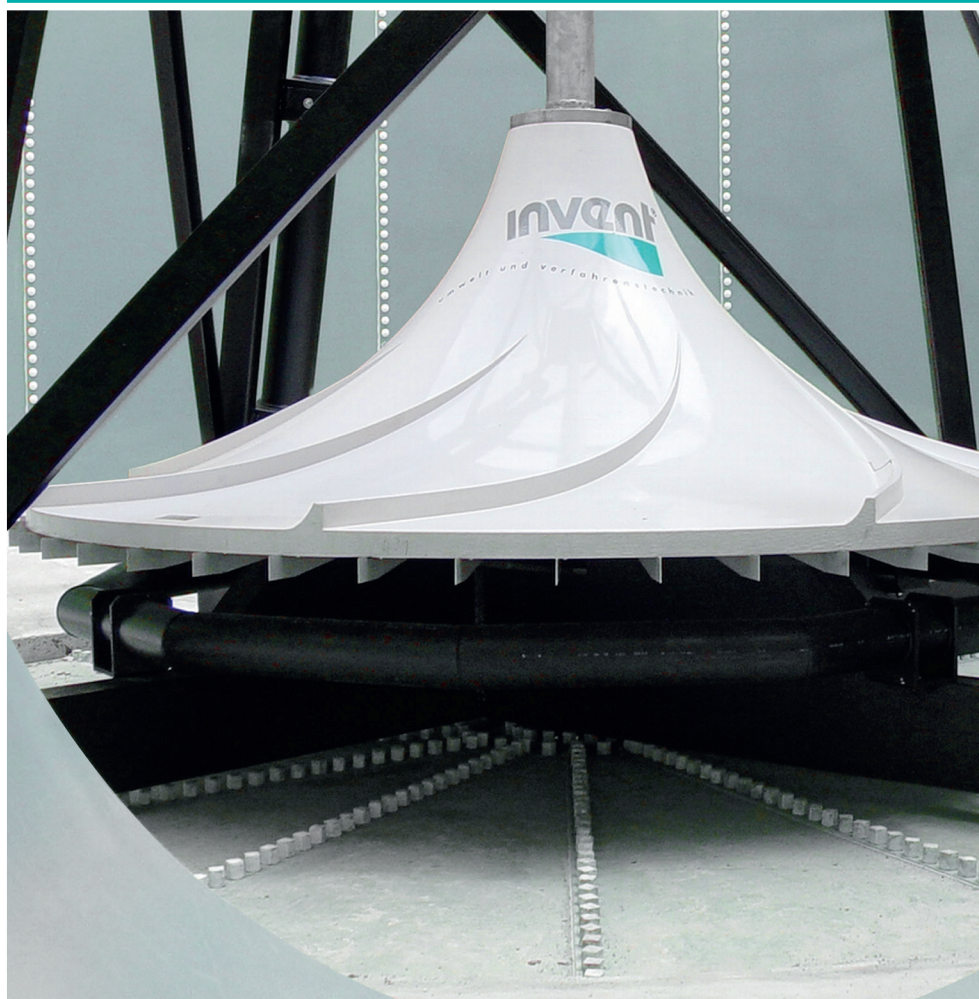
HCMA®-Rühr- und Begasungssystem



# DAS HYPERCLASSIC® - RÜHR- UND BEGASUNGSSYSTEM

Das **HCMA®** sorgt für die effiziente Sauerstoffzufuhr und optimale Durchmischung in der biologischen Stufe. Es arbeitet auch dort noch zuverlässig, effizient und sicher, wo herkömmliche Belüftungssysteme bereits versagen und dies ohne Verschleiß, Druckverlustanstieg oder Verstopfen.

Anspruchsvolle Anwendungen und aggressive Abwässer aus Industrie und Kommunen sind das optimale Einsatzgebiet für das **HYPERCLASSIC®** Rühr- und Begasungssystem.



INVENT Umwelt- und Verfahrenstechnik AG  
Am Pestalozziring 21 | 91058 Erlangen  
Tel 09131 690 98-0 | Fax 09131 690 98-99

[WWW.INVENT-UV.DE](http://WWW.INVENT-UV.DE)

WASSER- UND ABWASSERREINIGUNG

Rührwerke | **Rühr- und Begasungssysteme**

Membran-Belüftungssysteme

Fest-Flüssig-Trennung | Systemlösungen

Engineering & Consulting

**invent**®  
umwelt und verfahrenstechnik

# Verursacherprinzip: Neue Denkansätze in der Abwasserentsorgung?

Eine der spektakulärsten Schlagzeilen 2018 für die Abwasserbranche war die Meldung zu möglichen Umweltabgaben für die Pharmaindustrie und die Verbraucher: „Wir brauchen eine neue Arzneimittelstrategie“, heißt es seitens des bdeu, der zum Thema Spurenstoffe und Abwassergebühren berichtet. Man sehe zwar keine Gefahr für die hohe Qualität unseres Trinkwassers, aber dennoch sollten wir über zukunftsweisende Alternativen nachdenken. Apotheker sollen bedarfsgerechte Packungsgrößen bereithalten und Verbraucher auf eine fachgerechte Entsorgung von Altmedikamenten achten. Zudem ist die Pharmaindustrie angehalten, wenn möglich, umweltunverträgliche Wirkstoffe zu ersetzen. Zahlen soll der Verursacher, nicht der Verbraucher. Denn, das besagen weitere Prognosen, die Abwasseraufbereitung wird in den kommenden Jahren teurer werden. Um Spurenstoffe zu entfernen, müssen wir einen höheren Aufwand betreiben. An verschiedenen Methoden wird geforscht, einige Pilotprojekte sind gestartet mit einer vierten Reinigungsstufe. Aber warum setzen wir erst bei der Kläranlage an? Not macht erfinderisch, so blicken wir auf ein sehr abwechslungsreiches Jahr in der Abwasserbranche zurück. Das vorliegende Praxiswissen informiert Sie mit ausgewählten Beiträgen über Gebührenmodelle, Energieoptimierungen und Spurenstoffelimination, sowie Phosphorrückgewinnung auf kommunalen Kläranlagen.

Spannend waren auch die Neuerungen in der Industrie- und Prozesswasseraufbereitung, die in einem IFAT- und AICHEMIA-Jahr auf gleich zwei bedeutenden internationalen Messen vorgestellt wurden. Lesen Sie über die Prozesswasseraufbereitung in der Triebwerksfertigung bei MTU in München und über die Entwicklungen in der industriellen Wasser- und Abwasserbehandlung innerhalb der letzten 40 Jahre vom reinen Fokus auf Vermeidung von Kontaminationen hin zu Wasserrecycling und Wertstoffwiederverwendung. Auch die Digitalisierung spielt hier eine bedeutende Rolle nicht nur im Anlagenbetrieb sondern auch in der Fehlerfrüherkennung – Vorbeugen ist eben besser, als heilen!

**Dr. Hella Runge**  
Chefredakteurin,  
gwfc Wasser|Abwasser und WaterSolutions





# Inhalt

## ■ Kommunale Kläranlagen

Gebührenmodell-Check für Abwasserentsorger	4
Verdreifachung der Standzeit in Kläranlage: FSIP®-Pumpendesign erlaubt situationsspezifische Anpassung	10
Kläranlagen energieneutral betreiben	13
Geruchsbelastungen durch Berechnung vermindern und vermeiden	16
MBR-Kompaktanlagen: Dezentral, entfernt Keime sowie Mikroplastik	22
Spurenstoffelimination aus Abwasser mittels Pulveraktivkohleadsorption	24
Auftreten und Entfernung von antibiotika-resistenten <i>E. coli</i> aus städtischem Abwasser am Beispiel zweier norwegischer Abwasserkläranlagen	34
Anforderungen an Phosphor-Rezyklate und Vermarktungskonzepte: Aspekte für eine zukünftige Phosphorrückgewinnung	43



**Seite 10:** Pumpen mit „Full Service in Place Konzept“ sind kompakt, halten länger, vereinfachen Eingriffe in die Pumpentechnik und sparen Zeit bei Inspektionen, Wartung, Reparatur und Reinigung



**Seite 13:** Durch den zusätzlichen Einsatz einer Hochlastfaulung in die bestehende Faulung, wird in Wagbach der Energiebedarf vollständig abgedeckt

## ■ Prozesswasseraufbereitung

„Eine Anlage zur Aufbereitung von Prozesswasser ist keine Waschmaschine“ \_\_\_\_\_ 47

Prozesswasseraufbereitung:  
Innovation und Präzision in der Triebwerksfertigung \_\_\_\_\_ 51

Möglichkeiten und Grenzen der Behandlung von Prozesswässern  
aus der Hydrothermalen Carbonisierung \_\_\_\_\_ 53

## ■ Industrierwasser

Industrierwasser-Behandlung: Komplexitäten beherrschbar machen \_\_\_\_\_ 68

Firmenverzeichnis \_\_\_\_\_ 72



**Seite 22:** Kompakte dezentrale Abwasserreinigung mit Kleinkläranlagen ermöglicht zugleich die Wiederverwertung des Wassers und erhöht die Reinigungsleistung bei einfachem, zuverlässigem Betrieb



**Seite 68:** Es gilt die Komplexitäten der Industrierwasser-Behandlung beherrschbar zu machen und sich aktuellen und zukünftigen Herausforderungen zu stellen

# Gebührenmodell-Check für Abwasserentsorger

Internetbasierte Prüfung individueller Abwassergebühren auf Ertragsstabilität bei Nachfragerückgängen – ist Ihr Gebührensystem nachhaltig?

## Einleitung

Die Notwendigkeit zur Umstellung von Gebührenmodellen besteht sowohl in der Wasserver- als auch in der Abwasserentsorgung. Zentrales Ziel ist dabei die Einführung einer Grundgebühr bzw. die Erhöhung der mengenabhängigen Entgeltkomponente, um Erlöse beziehungsweise Gebührenaufkommen robuster gegenüber Rückgängen der Trink- und damit Schmutzwassermenge zu machen. Dabei zeigt sich, dass auch Kommunen mit Bevölkerungszuwachs betroffen sind, wenn die Schmutzwassermenge pro Anschluss sinkt.

Nach dem Internettool „Tarifmodell-Wasser.de“ hat der BDEW in Zusammenarbeit mit der Unternehmensberatung MOcons einen Gebührenmodell-Check für Abwasserentsorger entwickelt: Auf der Internetseite [www.guebuehrenmodell-abwasser.de](http://www.guebuehrenmodell-abwasser.de) können Abwasserentsorger kostenlos prüfen, wie notwendig und dringend eine Umstellung des

Gebührenmodells zur Stabilisierung des Gebührenaufkommens ist. Weder der BDEW noch MOcons erhalten dabei Kenntnis über die Eingaben der Nutzer.

## Herausforderung Nachfragerückgang aktiv bewältigen

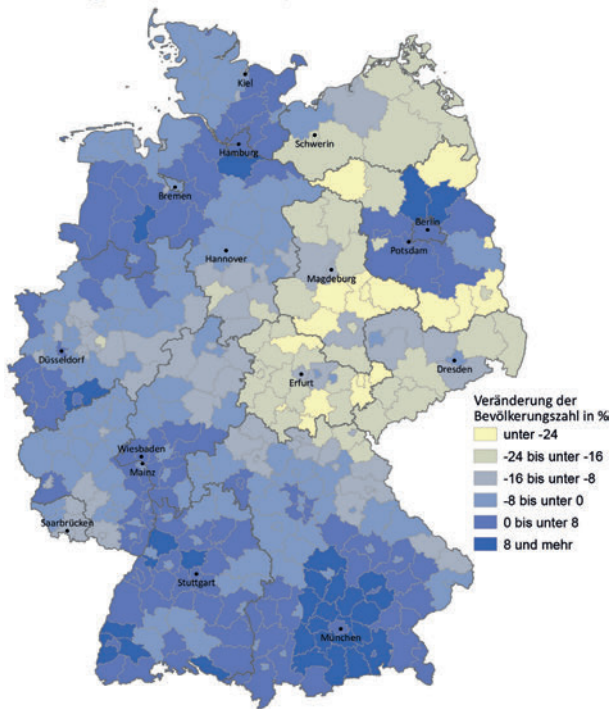
In den letzten 20 Jahren hat sich das Nachfrageverhalten im Bereich Trink- und Schmutzwasser erheblich verändert. Insbesondere Abwasserentsorger sind bei der Ableitung und der Reinigung von Schmutzwasser von teils erheblich gesunkenen Frischwassermengen betroffen: Große Industriestandorte wurden verlagert oder Produktionsprozesse hinsichtlich der Wassereinsparung optimiert. Den größten Anteil des jährlichen Trinkwasserbedarfs machen jedoch nach wie vor Haushalts- und Kleingewerbetunden aus (deutschlandweit ungefähr 80 % im Jahr 2010 [1]). Bei dieser Kundengruppe ist ebenfalls ein absoluter und spezifischer Nachfragerückgang zu beobachten.

Dabei sind die historischen Forderungen der Politik hin zu wassersparendem Verhalten der Bevölkerung noch spürbar. In größeren Mehrfamilienhäusern mag sich dieser Effekt nur bedingt auswirken, weil die Abwassergebühr dort zumeist als Bestandteil der Nebenkostenabrechnung durch den Eigentümer auf Basis von Wohnungsgröße oder Personen pro Haushalt auf die Mieter umgelegt wird: Dadurch lösen individuelle Einsparbemühungen nur eine marginale Reduktion des zu zahlenden Beitrags je Haushalt aus.

Im Gegensatz dazu erhöht sich durch die anhaltende starke Bautätigkeit von Ein- und Zweifamilienhaussiedlungen [2] der Anteil eben dieser Wohngebäudeklassen in zahlreichen Entsorgungsgebieten. Hier profitieren die einzelnen Haushalte dann unmittelbar von dem Einsatz wassersparender Armaturen und Haushaltsgeräte als direkte Empfänger niedrigerer Jahresrechnungen durch den Trinkwasserver- beziehungsweise Abwasserentsorger. Das spezifische Gebührenaufkommen je Haushalt geht dabei für den jeweiligen Abwasserentsorger zurück.

Die Singularisierung der Haushalte, also die immer kleiner werdende Personenzahl eines Haushalts, führt zu einer absoluten Verringerung der für die Abwassergebühr relevanten anrechenbaren Frischwassermenge je Haushalt [3]. In den allermeisten Fällen ist der (modi-

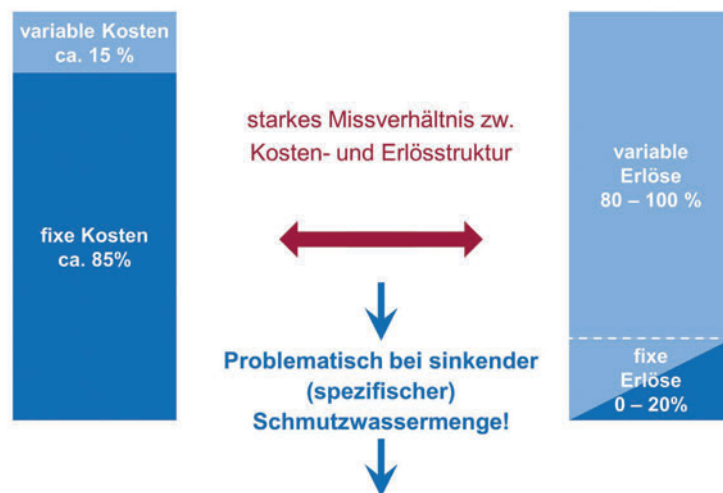
Bevölkerungswachstum nach Kreisen, 2012-2035



Datenquelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung  
Geometrische Grundlage: © Geobasis-DE / BKG (2015)

© BIB 2016 / demografie-portal.de

**Bild 1:** Bevölkerungsentwicklung nach Kreisen im Zeitraum von 2012-2035 [16]



**Bild 2:** Missverhältnis zwischen Kosten- und Erlösstruktur bei Abwasserentsorgern

**Umstellung des Gebührenmodells (→ Einführung einer Grundgebühr) als Ausweg!**

fizierte) Frischwassermaßstab die einzige Bemessungsgrundlage für die individuelle Höhe der zu zahlenden Abwassergebühr. Bei vielen Entsorgern sind – bis auf wenige Ausnahmen – keine fixen Gebührenbestandteile in den Abwassergebühren berücksichtigt [4]. Bei bis zu 85 % fixen Kosten eines Abwasserentsorgers und einer 100 % variablen Abwassergebühr sinkt bei rückläufiger Menge das Gebührenaufkommen je Hausanschluss. Es entsteht eine Kostendeckungslücke, von der explizit auch Kommunen mit (starkem) Wachstum betroffen sind.

Dabei hinterlässt der demografische Wandel vielerorts seine Spuren, indem sinkende Geburtenraten und Wanderungsbewegungen zu einem Bevölkerungsrückgang führen. Letzteres ist in weiten Teilen der neuen Bundesländer, aber auch punktuell in den alten Bundesländern, vor allem in kleinen und mittleren Gemeinden und Städten in strukturschwachen ländlichen Räumen der Fall. Dazu zählen zum Beispiel die (süd-)östlichen Landkreise in NRW und Niedersachsen, der nördliche Raum in Hessen und Bayern sowie einige mittig-liegenden Kommunen in Rheinland-Pfalz oder Baden-Württemberg (**Bild 1**) [5].

Bei den ursprünglich für größere Abwassermengen ausgelegten Querschnitten im Kanalnetz resultieren Überkapazitäten mit den Begleiterscheinungen teils bedenklicher Ablagerungen und der Gefahr der Faulgasbildung. Daneben bestehen die Überkapazitäten auch bei den Klär- und sonstigen Anlagen im Abwassersektor. Bei den sehr langen Nutzungsdauern der Rohre und Anlagen kann dieses Problem nur in der Langfrist-Perspektive abgemildert werden. Die also vorerst gleichbleibenden fixen Kosten für die permanente Vorhalteleistung des Schmutzwassersystems werden in der Folge von immer weniger Nutzern getragen. Dies führt zu einer stärkeren Belastung des Einzelnen.

Ähnlich gelagert ist die Problematik in der Veränderung der Siedlungsstruktur (auch) bei wachsenden Kommunen, bei denen ein Trend hin zum Bau von kleineren Wohngebäuden – insbesondere Einfamilienhäusern (s. o.) – zu beobachten ist [6]. Fixkostenintensive Investitionen bei dem Anschluss von Neubaugebieten und die Integration in das bestehende Kanalsystem (nach Abzug der Kanalanschlussgebühren) können auf nur wenige Nutzer umgelegt werden und erhöhen die finanzielle Belastung der Gesamtheit aller angeschlossenen Nutzer.

Auf spezifische und absolute Nachfrage- und somit Erlösrückgänge reagieren die Abwasserentsorgungsbetriebe mit Gebührenerhöhungen, um die konstant hohen Fixkosten der Abwasserentsorgung decken zu können. Findet die Gebührenerhöhung dabei ausschließlich in der Mengengebühr statt, entsteht ein erneuter Anreiz für den Nutzer des Abwassersystems, seinen individuellen Frischwasserbezug noch stärker zu reduzieren. Auf diese Weise setzt sich eine Gebührensphäre mit bedenklichen Auswirkungen in Gang: Vor allem diejenigen Haushalte in Mehrfamilienhäusern, welche als Mieter nur in geringem Umfang gebührenwirksame Wassersparmaßnahmen umsetzen können, werden in der Folge durch den Anstieg der variablen Gebühr stärker zur Deckung der Fixkosten herangezogen.

Die beschriebene Problematik der Gebührensphäre verschärft sich überdies, sobald hohe (Ersatz-) Investitionen fällig werden oder Kläranlagen etwa mit einer vierten Reinigungsstufe nachgerüstet werden müssen. Auch die bevorstehende Verpflichtung zur Klärschlammverwertung wird bei einigen Entsorgern zu erheblichem Kostendruck führen. Doch wie könnte eine solche Gebührensphäre vermieden werden?

Eine erfolgreiche Umgestaltung des Gebührensystems mit dem Ziel der stärkeren Erlösstabilität sowie Ausgewogenheit zwischen den Endkunden wird nur durch die Einführung einer Grundgebühr beziehungs-



weise die Erhöhung des fixen Anteils an dem Gebührenaufkommen ermöglicht (**Bild 2**). Hier nimmt die Wasserversorgung eine gewisse Vorreiterrolle ein, denn dort vollzieht sich der Wandel bereits seit einigen Jahren kontinuierlich – mit positiven Reaktionen von Seiten der Bevölkerung, der Politik und anderen Stakeholdern [7].

### Auch andere Netzsektoren sind betroffen

Neben den Abwasserentsorgern sind auch bei anderen Betreibern städtischer Infrastrukturen sehr ähnliche Ausgangssituationen zu beobachten. Analogien bestehen darunter etwa in den Netzsektoren der Wasser- und Fernwärmeversorgung sowie bei den Strom- und Gasnetzen.

Ein hohes Maß an Fixkostenanteilen (an den Gesamtkosten) durch die starke Leitungsgebundenheit, das Missverhältnis zwischen Kosten- und Erlösstruktur oder die rückläufige absolute und spezifische Nachfrage sind nur einige Beispiele dafür, dass die zuvor getroffenen Grundüberlegungen im Abwassersektor auf andere Netzsektoren übertragbar sind [8].

Für den sehr eng mit der Abwasserwirtschaft verknüpften Trinkwassersektor wurde in Zusammenarbeit zwischen BDEW und MOcons bereits in der Vergangenheit ein Tarifmodell-Check für Trinkwasserversorger entwickelt. Dieser steht ebenfalls kostenlos als Webtool zur Verfügung, ist online abrufbar und tastet dabei die Datenhoheit der teilnehmenden Wasserversorger nicht an [9]. Die ausführliche Vorstellung dieses Tarifmodell-Checks für Trinkwasserversorger erfolgte in der gwf-Ausgabe 3/2015 [10].



**Bild 3:** Der Nutzer des Gebührenmodell-Checks macht Eingaben in 8 Themenblöcken:

- I. Grundsätzliches
- II. Einwohner im Entsorgungsgebiet
- III. Wohngebäudestruktur
- IV. Schmutz- und Trinkwassermende
- V. Nicht-Haushaltskunden
- VI. Schmutzwassergebühr
- VII. Trinkwassertarife
- VIII. Weitere Informationen

### Ihr aktuelles Gebührenmodell auf dem Prüfstand

Um Abwasserentsorgern ökonomisch nachhaltige und rechtssichere Alternativen zu ihren jetzigen, ausschließlich auf Mengengebühren basierenden Gebührenmodellen darzustellen, wurden diese Themen bereits in unterschiedlichen Studien und Fachartikeln diskutiert [11, 12, 13, 14].

Vor diesem Hintergrund hat die Unternehmensberatung MOcons in enger Zusammenarbeit mit der BDEW-„Projektgruppe Abwassergebührekalkulation“ das Webtool „Gebührenmodell-Check“ entwickelt ([www.gebuehrenmodell-abwasser.de](http://www.gebuehrenmodell-abwasser.de)). Dieses Webtool greift die Fragen und Bedürfnisse in Bezug auf Gebührenmodell-Umstellungen für unterschiedliche Situationen von Abwasserentsorgern individuell auf [15].

Dabei sind der Erfahrungsschatz von Trinkwasser-Umstellungsprojekten in mehr als 40 Versorgungsgebieten, die Durchführung von Gebührenprognosen für Abwasserentsorger und -verbände sowie der Austausch durch eine enge Verzahnung mit Ingenieurbüros, juristischen Sachverständigen und Kommunikationsexperten in den „Gebührenmodell-Check“ eingeflossen. Zur Nutzung des Webtools muss keine externe Software installiert werden: Benötigt werden lediglich ein internetfähiges Endgerät sowie eine Software zum Lesen von PDF-Dokumenten. Der Abwasserentsorger trägt die relevanten Merkmale des Entsorgungsgebietes in eine web-basierte Eingabemaske ein und erhält daraufhin eine PDF-Datei mit Hinweisen bezüglich der Notwendigkeit und Dringlichkeit einer Gebührenmodellumstellung.

### Der Gebührenmodell-Check im Detail

Die Eingabemaske des Gebührenmodell-Checks beschränkt sich auf wesentliche Kenngrößen, um den Aufwand für den Anwender überschaubar zu halten. Dabei sind Eingaben zu acht Themenblöcken notwendig, die anschließend ad hoc verarbeitet (**Bild 3**) und miteinander in Beziehung gesetzt werden.

Für den Nutzer des Webtools mag die Eingabe einzelner Werte nicht ganz einfach sein (z. B. „prognostizierte Einwohnerentwicklung“). Zu diesem Zweck wurden Sekundärquellen ausgewertet, die dem Nutzer Orientierungswerte an die Hand geben (**Bild 4**). Zudem sorgen Prüfschleifen dafür, dass unlogisch oder sehr ungewöhnlich erscheinende Eingaben identifiziert und vom Nutzer korrigiert werden können.

Das Webtool ist grundsätzlich für die ganze Breite von Abwasserentsorgern mit Endkundenkontakt ausgelegt und hält Eingabemöglichkeiten für unterschiedliche Ausgangssituationen bereit. So werden die Fragen in der Eingabemaske in Abhängigkeit der spezifischen Situation angepasst, je nachdem ob es sich bei dem Nutzer etwa um einen Entsorger handelt, der bereits eine Grundge-