

Thomas Kluge, Engelbert Schramm (Hrsg.)

# Wasser 2050

Mehr Nachhaltigkeit durch Systemlösungen

Institut für  
sozial-ökologische  
Forschung



 oekom







ClimatePartner<sup>o</sup>  
klimaneutral

Verlag | ID: 128-50040-1010-1082

Dieses Buch wurde klimaneutral hergestellt. CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeiden, reduzieren, kompensieren – nach diesem Grundsatz handelt der oekom verlag. Unvermeidbare Emissionen kompensiert der Verlag durch Investitionen in ein Gold-Standard-Projekt. Mehr Informationen finden Sie unter: [www.oekom.de](http://www.oekom.de)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2016 oekom, München  
oekom verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH  
Waltherstraße 29, 80337 München

Umschlagabbildung: © dommy.de – photocase

Druck: Friedrich Pustet GmbH, Regensburg

Dieses Buch wurde auf 100%igem Recyclingpapier gedruckt.

Alle Rechte vorbehalten  
ISBN 978-3-86581-218-6  
E-ISBN 978-3-96006-140-3

Thomas Kluge, Engelbert Schramm (Hrsg.)

# **Wasser 2050**

**Mehr Nachhaltigkeit durch Systemlösungen**



# Inhalt

*Thomas Kluge/Engelbert Schramm*

## Einleitung

Ziel für 2050: Systemlösungen als Chance der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt .....	9
--	---

## 1 Systemlösungen der Zukunft

*Silke Beck/Engelbert Schramm*

1.1 Wasserwirtschaftliche Systemlösungen: Industriepolitik, Governance und technische Optionen .....	17
--	----

*Christian Sartorius/Engelbert Schramm*

1.2 Innovationen: Vorbereiten auf eine nachhaltigere Zukunft .....	41
--	----

## 2 Vielfältige Erfahrungen machen Mut

*Thomas Hillenbrand/Harald Hiessl*

2.1 Pilotprojekt »DEUS 21«: Nachhaltige urbane Wasserinfrastruktursysteme .....	69
---	----

*Ulrich Scheele/Ernst Schäfer*

2.2 Mehr Teilhabe, mehr Stabilität: Beispiel »EVA-Lanxmeer« .....	81
---	----

*Engelbert Schramm*

2.3 Abwasser als Frischwasser: Wasserautonomie in Singapur als integrierte Dienstleistung.....	91
--	----

*Martin Anda/Ceri Evans/Goen Ho/Stewart Dallas*

2.4 Wassersicherheit durch Ressourcenmix: Semizentrale Wiederverwendung von Abwasser in Westaustralien .....	101
--	-----

*Julia Röhrig/Thomas Kluge*

2.5 »CuveWaters« – Integriertes Wasserressourcen-Management in Namibia .....	113
--	-----

*Susanne Bieker/Peter Cornel*

2.6 SEMIZENTRAL: Flexibilität durch innovative Verfahren .....	123
--	-----

3	Wassermärkte der Zukunft: Systemlösungen weltweit	
	<i>Engelbert Schramm</i>	
3.1	Systemische Lösungen für Stadt und Land – Modellfall China .....	135
	<i>Alexandra Lux</i>	
3.2	Desasteregerechtes Wassermanagement – Modellfall Maghreb .....	157
	<i>Stefan Liehr</i>	
3.3	Nachfrageorientierte Kooperation – Modellfall Indien.....	175
4	Akteure der Zukunft	
	<i>Hans Birle</i>	
4.1	Das Licht nicht unter den Scheffel stellen: Nachhaltige Wassertechnik – energieeffizient und ressourcenschonend.....	201
	<i>Stefania Paris/Hans Huber</i>	
4.2	Wasser wiederverwenden .....	211
	<i>Markus Gerlach</i>	
4.3	Ein kluger Weg aus der Krise: Vakuumtechnik als Erfolgsgeschichte des Systemwandels .....	225
	<i>Christian Günner</i>	
4.4	Integrierte Dienstleistungen als Geschäftsmodell kommunaler Unternehmen.....	233
	<i>Engelbert Schramm/Thomas Kluge</i>	
4.5	Unterstützendes Management zur Umsetzung integrierter Systemlösungen in Deutschland und andernorts.....	243
	<i>Claudia Müller/Robert Lutze/Markus Engelhart</i>	
4.6	Energie aus Abwasser.....	251

*Thomas Kluge/Silke Beck/Bernd Hansjürgens/Harald Hiessl/Christian Sartorius/Engelbert Schramm*

## 5 Auf in die Zukunft! Wege zu einer nachhaltigen und exportstarken Wasserwirtschaft

5.1	Flexibel und angepasst: Technologien und ihre Anwendungen.....	263
5.2	Integriert und nachhaltig: Exportpotenziale deutscher Wasserindustrie.....	265
5.3	Systemlösungen: So entfalten sich die Potenziale.....	267
5.4	Politik aus einem Guss.....	269
5.5	Wie bezahlt sich Innovation? .....	274
5.6	Dringend benötigt: eine gezielte Außenwirtschaftspolitik.....	278
5.7	Verbesserung exportorientierter <i>Capacity-Development</i> -Maßnahmen.....	280
5.8	Was ist und was werden könnte .....	284

Literaturverzeichnis .....	283
----------------------------	-----



Thomas Kluge/Engelbert Schramm

## Einleitung

# Ziel für 2050: Systemlösungen als Chance der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt

Die Ziele sind ehrgeizig: Die internationale Staatengemeinschaft hat sich zum Jahrtausendwechsel dazu verpflichtet, bis 2015 den Anteil der Weltbevölkerung ohne Zugang zu sauberem Wasser und vor allem zu hygienischer Abwasser Versorgung zu halbieren. Bis 2025 soll außerdem der dauerhafte Zugang zu Trinkwasser und zu sanitären Einrichtungen weitgehend für alle Menschen gesichert sein. Bis heute ist nicht deutlich ersichtlich, inwieweit sich das wirklich erreichen lässt. Zudem besteht in der Siedlungswasserwirtschaft der meisten Industrieländer ein hoher Investitions- und Erneuerungsbedarf: Die bestehenden öffentlichen und häuslichen Wasser- und Abwasserinfrastrukturen sind weitgehend erneuerungsbedürftig. Angesichts dieses globalen Investitionsbedarfs ist mit einem rasant wachsenden Markt für Wasser- und Abwassertechnologien und mit weiteren Absatzchancen auch für deutsche Produkte zu rechnen. Das interdisziplinäre Projekt »Wasser 2050« zeigt, dass vor diesem Hintergrund besonders integrierte Systemlösungen ein zunehmend interessantes Arbeitsfeld sind. Dieses Buch stellt die zentralen Ergebnisse des Projektes vor.

Die deutsche Wasserbranche – also die Ver- und Entsorgungsunternehmen, Technologiebereitsteller sowie die Beratungsunternehmen – ist bisher strategisch nicht optimal auf die potenziellen Zukunftsmärkte vorbereitet. Um dies zu unterstützen, hat das *Institut für sozial-ökologische Forschung* (ISOE) gemeinsam mit dem *Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung* (ISI) und dem *Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung* (UFZ) das besagte Verbundvorhaben des *Bundesministeriums für Bildung und Forschung* (BMBF) »Wasser 2050: Nachhaltige wasserwirtschaftliche Systemlösungen – künftige Chancen für die deutsche Wasserwirtschaft« durchgeführt. Im Mittelpunkt stand, Lösungen zu identifizieren, die sowohl marktfähig als auch nachhaltig sind. Deutsche Anbieter von Wassertechnologien und Know-how haben langfristig große Chancen auf dem Weltmarkt, wenn sie – außer auf technologische Einzelkomponenten – auf integrierte Systemlösungen setzen.

Systemlösungen sind für Technologieunternehmen zunächst nichts Neues. Anlagenbauer kombinieren immer schon technische Einzelkomponenten zu einem Ensemble. Konventionelle Systemlösungen machen aber an der Anlagengrenze halt. Das Systemgefüge der Siedlungswasserwirtschaft ist jedoch im Regelfall sehr komplex: Innerhalb eines Flusseinzugsgebietes liegen beispielsweise verschiedene Ver- und Entsorgungssysteme hintereinander und greifen überdies auch auf die gleiche Wasserressource zu, sodass Vernetzungen von Ober- und Unterliegern entstehen. Anders als eine konventionelle Systemlösung kann die integrierte Lösung diese Vernetzung und die Systemintegration besonders berücksichtigen und zum Beispiel den Grad der Verzahnung verbessern. Diese bewusste Gestaltung der Systemlösung kann auch die potenziellen Anwender mit ihren Wünschen und Anforderungen in der Entwurfsphase einbeziehen. Insofern geht es in integrierten Systemlösungen häufig nicht mehr nur um die Konstellation von Einzelkomponenten, sondern darum technische Bauteile und weitere Elemente wie zum Beispiel Computerprogramme, Dienstleistungen oder Managementkonzepte in einem Anwendungskontext intelligent zu kombinieren. Dabei kann auch der Anwendungskontext in sich neu aufgestellt sein und ebenfalls die Grenzen des Wassersektors überschreiten. Beispielsweise werden dann Trinkwasser-, Abwasser- und Abfalltechnologien mit Energietechnologien kombiniert, um sektorübergreifend zu Optimierungen zu führen.

Laut der »Wasser-2050«-Studie haben integrierte Systemlösungen ein beträchtliches Potenzial, weltweite Herausforderungen zu bewältigen. Angesichts dessen, dass der Klimawandel fortschreitet und die Energie- und Rohstoffpreise ständig steigen, wird dies noch weiter an Gewicht gewinnen. Zudem ermöglichen Systemlösungen langfristig einen Ausgleich zwischen unterschiedlichen wirtschaftlichen, ökologischen, sozialen und politischen Zielen – wie die Minderung des Ressourcenverbrauches und die Fortsetzung wirtschaftlicher Entwicklung. So lassen sich auch Synergiepotenziale zwischen unterschiedlichen Zielen realisieren, etwa zwischen der Modernisierung der Infrastruktur, der Ressourcen- und Kosteneffizienz und dem Umweltschutz. Das Projekt »Wasser 2050« hat daher aufbauend auf einer Analyse der gegenwärtigen Situation durch Verknüpfung geeigneter analytischer und prognostischer Methoden – etwa Technologievorausschau, Markt- und Restriktionsanalysen, Szenariotechnik, Backcasting – mögliche Entwicklungen bis zum Jahr 2050 untersucht. Wissenschaftler und nationale Stakeholder aus der Wirtschaft haben dafür eng zusammengearbeitet. Dabei ging es darum, langfristige Ziele und Erfolgsbedingungen für nachhaltige wasserwirtschaftliche Systemlösungen zu identifizieren, die in Handlungsempfehlungen für Wirtschaft und Politik mündeten.

Der sehr ausgedehnte Zeitrahmen bis 2050 wurde bewusst gesetzt. Es ist bekannt, dass die kapitalintensive Wasserinfrastruktur eine hohe Pfadabhängigkeit bewirkt, da gestrige Entscheidungen festlegen, was heute und teils auch zukünftig umgesetzt wird. Das führt dazu, dass solche Entwicklungen Vorrang bekommen, die innerhalb des jeweils vorhandenen infrastrukturellen Rahmens leicht machbar sind – zum Beispiel eine einheitliche Wasserver- und -entsorgung beibehalten statt nach Teilströmen zu differenzieren. Zudem sind die Netze zur Wasserverteilung und Abwassersammlung selbst sehr langlebig.

Schon vor Längerem haben einige Projekte und Forscherzusammenschlüsse Betrachtungen der Wassersituation weltweit und regional bis zu den Jahren 2025 oder 2030 veröffentlicht. Angesichts der Langlebigkeit der Wasserinfrastruktur sind aber die Märkte im Wasserbereich vergleichsweise träge. Ersatzinvestitionen sind in der Regel erst zu erwarten, wenn Anlagen und Netze abgeschrieben sind. Insofern ist eine noch längere Betrachtungsperspektive vorteilhaft. Dabei sind wir davon ausgegangen, dass sich aus den in dieser Zeit zu lösenden Wasserproblemen auch Hinweise für die künftige Marktentwicklung ergeben: Die Perspektive bis 2050 gestattet auch Lösungen, die nicht unbedingt in die vorhandenen Wasserinfrastrukturen eingepasst werden müssen, sondern diese auch überwinden können.

Die Projektbeteiligten identifizierten zunächst wahrscheinliche künftige Problemlagen: zum Beispiel, wie sich die Bevölkerung entwickelt und wie die Urbanisierung, Industrialisierung oder der Klimawandel fortschreiten. Dann folgte eine vergleichende Bewertung verschiedener grundlegender technischer Ansätze, um die technischen Potenziale abzustecken, mit denen wir den globalen Herausforderungen im Jahr 2050 nachhaltig begegnen können. Anschließend wurden für die drei sehr unterschiedliche Zielregionen China, Maghreb und Indien Szenarien für die Zukunftsmärkte im Jahr 2050 erarbeitet. Von besonderem Interesse waren Märkte, auf denen Systemlösungen dominieren. Schließlich wurde mithilfe des sogenannten Backcasting analysiert, wie sich diese wünschenswerten Zukünfte erreichen lassen, welche politischen Interventionen und technologischen Sprünge dafür erforderlich sind und welche Beiträge deutsche Wirtschaftsunternehmen leisten müssten, um die entsprechenden Marktchancen nutzen zu können. Diese Methode wurde bisher hauptsächlich im Energiesektor eingesetzt. Ergebnisse – vor allem aus den Niederlanden – haben aber deutlich gemacht, dass damit generell brauchbare Ansatzpunkte für eine nachhaltige Technikentwicklung gefunden werden können (Quist 2007).

Der Aufwand, Märkte zu entwickeln und zu erschließen, kann bei Systemlösungen zunächst höher sein, als wenn weiterhin konventionelle Strategien ver-

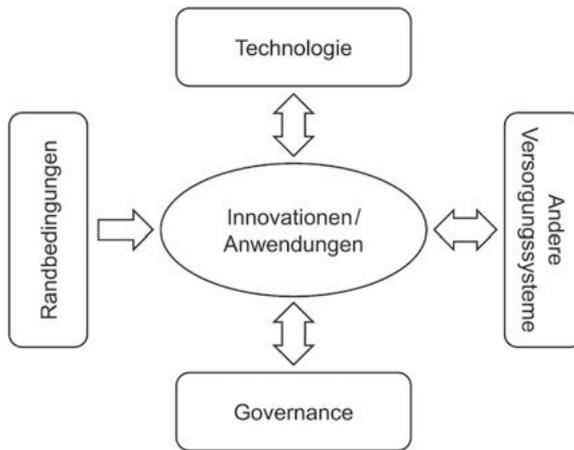
folgt würden. Aufgrund ihrer Synergiepotenziale können Systemlösungen jedoch auf Dauer volkswirtschaftlich überlegen sein: Mittel- bis langfristig setzen sie sich womöglich nicht nur flächendeckend auf Zielmärkten wie China und Indien durch, sondern greifen von dort auch auf andere, benachbarte Märkte über, ohne dass überproportionale Markterschließungskosten anfallen.

## Systemisches Verständnis verbessert die Exporterfolge

Um die zugrunde liegenden Probleme langfristig sicher bewältigen zu können, wurde bei den Lösungsansätzen darauf geachtet, dass es sich um integrierte Systemlösungen handelt, die den Erfordernissen nachhaltiger Entwicklung entsprechen. Diesem Leitbild wurde vor allem durch sparsamen Umgang mit Ressourcen Rechnung getragen, während sich der Systemcharakter in der ganzheitlichen Analyse verschiedener Teilsysteme niederschlägt: Zum Beispiel wird nicht für alle Zwecke per se Trinkwasser verwendet. Vielmehr wird schon bei der Aufbereitung von Wasser berücksichtigt, wofür es benutzt werden soll. Für die exemplarische Entwicklung integrierter Systemlösungen im Projekt »Wasser 2050« war Folgendes besonders bedeutend:

- Das Wasser stammt aus erneuerbaren Quellen.
- Wasser wird nur soweit aufbereitet, wie für die jeweilige Verwendung erforderlich.
- Wasser wird möglichst effizient, das heißt sparsam, genutzt.
- Wasser wird mehrfach genutzt.
- Nebenprodukte der Abwasserbehandlung werden vermieden oder wiedervernutzt – etwa Klärschlamm oder Phosphor-Recycling.
- Die Verwundbarkeit ist möglichst gering, die Sicherheit hoch.
- Die Systeme sind flexibel und anpassungsfähig, etwa durch Modularität.

Der systemische Ansatz zum Erzielen von Nachhaltigkeit wird im Projekt »Wasser 2050« aber nicht allein darauf bezogen, wie Innovationen technisch funktionieren. Wichtig sind auch Gewohnheiten, Normen und Werte der Nutzenden beziehungsweise Betreibenden von Technologien, ihr Wissen, die institutionellen und politischen Rahmenbedingungen einschließlich wirtschaftlicher Anreize sowie die allgemeinen Randbedingungen.



**Abbildung 1:** *Innovationen im Wassersystem und ihre Stellschraube* (eigene Darstellung)

Ein derart umfassender Blick auf die Technik sowie auf deren Anwendungszusammenhänge und Randbedingungen erlaubt, die Realisierbarkeit von Innovationen abzuschätzen – etwa wie die lokale Verwaltung und Politik überzeugt und einbezogen werden können, welche Anforderungen auf die örtlichen Verantwortlichen und Betreiber zukommen, welche Rolle lokale Fachleute spielen können und welche Anreize dafür zu schaffen sind. Wird all diesen Aspekten Rechnung getragen, können die neuen Systemlösungen im wahren Sinn des Wortes integriert und langfristig erfolgreich sein.

Dieser nachhaltige Systemansatz ist für die künftige Marktstellung der deutschen Anbieter von Wasser- und Abwassertechnik auf den Weltmärkten sehr bedeutend. Laut der »Wasser-2050«-Analyse spricht vieles dafür, künftig integrierte Systemlösungen stärker in den Mittelpunkt der Innovations- und Wirtschaftsaktivitäten zu rücken:

- In der Produktion von Einzelkomponenten wird Deutschland möglicherweise künftig nur noch in Nischen wettbewerbsfähig sein. Der Export deutscher Wassertechnologie wird sich in den nächsten Jahrzehnten zunehmend von Investitionsgütern hin zu verfahrenstechnischem und organisatorischem Know-how und integrierten Lösungen verschieben.
- Die eher lokale Struktur der deutschen Wasserwirtschaft, ihre Kooperationsfähigkeit und ihre gute umweltpolitische Einbettung sind gute Ausgangsbedingungen für ein verstärktes Engagement in integrierten Systemlösungen, auch auf den Heimatmärkten.