

## Wasserversorgungsunternehmen passen sich an

Die Bereitstellung von Trinkwasser in ausreichender Menge und einwandfreier Qualität ist eine der Hauptprämissen von Wasserversorgungsunternehmen, die – in Verbindung mit einer kosteneffizienten Versorgung mit Brauchwasser – einen bedeutenden Standortfaktor für die wirtschaftliche Entwicklung der Modellregion Dresden darstellt. Neben verschiedenen Wandelprozessen, stellen die Auswirkungen des Klimawandels die regionalen Wasserversorgungsunternehmen vor neue Herausforderungen.

### Klimaentwicklung unter dem Gesichtspunkt der Wasserversorgung

Im Rahmen des REGKLAM-Projektes wurde für die Modellregion Dresden (*Abbildung 1*) die Entwicklung verschiedener Klimakenngrößen bis 2100 berechnet (Bernhofer et al. 2011). So zeigen derzeitige Projektionen für die Modellregion Dresden unter anderem einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um  $+2,8^{\circ}\text{C}$  ( $+1,4^{\circ}\text{C}$  bis  $3,2^{\circ}\text{C}$ ). Neben den langfristigen Änderungen ist von einer Zunahme von Extremereignissen (Hitzeperioden und Starkregen) auszugehen. Diese klimatischen Veränderungen haben einen differenzierten Einfluss auf die verschiedenen Bereiche der Wasserversorgung. Unterteilt man die Wasserversorgung in die Bereiche:

- Rohwassergewinnung (Wasserdargebot)
- Wasseraufbereitung
- Wasserverteilung

kann der Einfluss ausgewählter Klimakenngrößen qualitativ wie folgt dargestellt werden (*Abbildung 2*).

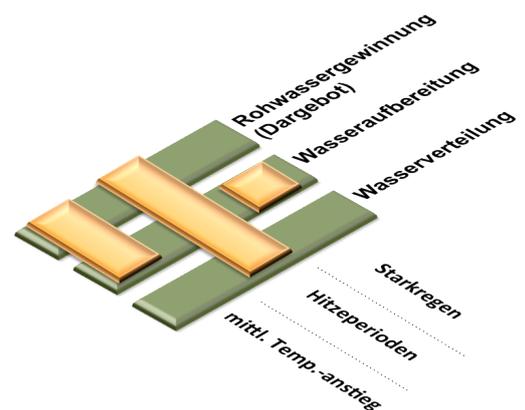
### Wasserdargebot

Zur Herstellung von Trinkwasser stehen in der Modellregion Dresden Grundwasservorkommen und Oberflächenwasser zur Verfügung (*Abbildung 3, siehe S. 2*). Grundsätzlich dienen ausgewiesene Wasserschutzgebiete dem Erhalt dieser Ressourcen. Grundsätzlich schützen ausgewiesene Wasserschutzgebiete diese Ressourcen. Derzeitig ist noch nicht vollständig aufgeklärt, inwieweit sich der Anstieg der mittleren Durchschnittstemperatur auf die genutzten Grundwasserleiter auswirkt. Eine weitere wichtige Rohwasserressource sind die Trinkwassertalsperren in der Modellregion Dresden. Neben der Bereitstellung von Rohwasser stellen diese ein wichtiges Element des Hochwasserschutzes in der Modellregion Dresden dar.

Höhere Lufttemperaturen und längere Trockenperioden werden sowohl in der Talsperre als auch in den Zuflüssen zur Talsperre zur Erhöhung der Wassertemperatur führen, was unter anderem eine höhere Verdunstung und geringere Zuflussmengen zur Folge hat. Weiterhin wirkt sich der Temperaturanstieg auf das aquatische System aus. Eine höhere mikrobielle Aktivität und ein steigendes Potential für die Ansiedlung von Neophyten sind die Folge. Die Beschaffenheit des Talsperrenwassers bzw. der Zuflüsse wird weiterhin durch die geänderte Niederschlagscharakteristik beeinflusst. Die während Starkregenereignissen auftretenden Regenwasserspenden können nicht vollständig versickert bzw. zurückgehalten werden und fließen oberirdisch ab, so auch in die Talsperren und in deren Zuflüssen. Die einhergehende Abschwemmung von Bodenmaterial, Düngemitteln von landwirtschaftlich genutzten Flächen und von weiteren Schadstoffen wirken sich negativ auf die chemisch/physikalische Beschaffenheit des Talsperrenwassers aus.



(Abbildung 1)  
REGKLAM-Modellregion Dresden Übersicht



(Abbildung 2)  
Darstellung des qualitativen Einflusses von Klimakenngrößen auf drei festgelegte Bereiche der Wasserversorgung.

## Wasseraufbereitung

Für die Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser von hoher Qualität steht eine Vielzahl von Technologien zur Verfügung. Eine durch den Klimawandel veränderte Rohwasserbeschaffenheit bedingt einen optimierten Einsatz bestehender Anlagen oder eine Installation weiterer Aufbereitungstechnologien. So kann z.B. häufigeres Auftreten von unerwünschtem Geschmack, Geruch und Färbung zu einem höheren Flockungsmittelsatz führen. Weiterhin führen höhere Konzentration an partikulären Wasserinhaltsstoffen zu kürzeren Laufzeiten von Filtern und der nachgewiesene Anstieg von gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen (DOC) ist hinsichtlich der Auswirkungen auf die Desinfektion zu beachten. Grundlegend stehen den Wasserversorgungsunternehmen Technologien zur Verfügung, die die Aufbereitung des durch den Klimawandel beeinflussten Rohwassers problemlos ermöglichen. Jedoch führt der erhöhte Einsatz z.B. von Flockungsmitteln, zu einem Kostenanstieg für die Wasseraufbereitung. Ein höherer Energiebedarf und zusätzliche Infrastruktur bzw. Aufbereitungstechnik verstärken diesen Effekt.

## Wasserverteilung

Ein intaktes Verteilungsnetz ist Grundlage für den sicheren Transport hygienisch einwandfreien Trinkwassers. Der sinkende Wasserbedarf - meist demografisch bedingt - führt heute schon zu steigenden Kosten bei der Unterhaltung der Verteilungsnetze (z.B. Vermeidung von Stagnationswasser). Höhere Rohwassertemperaturen bedingen auch einen Temperaturanstieg des zu verteilenden Trinkwassers, dass das Potential für hygienische Beeinträchtigungen bei einem unzureichend gewarteten Verteilungsnetz weiter erhöht.

Die Anforderungen zur Abdeckung von Spitzenwasserverbräuchen und der Erhalt der gesetzlich vorgeschrieben Trinkwasserqualität in Phasen eines geringeren Wasserbedarfes werden durch die Auswirkungen des Klimawandels in der Modellregion Dresden erhöht. Wenn auch nach derzeitigem Erkenntnisstand nur bedingt mit dem Klimawandel in Verbindung zu bringen, gilt der Schutz der Wasserversorgungsinfrastruktur vor Hochwasserschäden. Dies ist eine weitere wichtige Anforderung zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in der Modellregion Dresden. Wasserversorgungsunternehmen der Modellregion Dresden können hier auf Erfahrungen aus der Flut 2002 zurückgreifen und von umgesetzten Schutzmaßnahmen profitieren.

## Kosten des Klimawandels

Auf Unternehmensebene spiegeln sich die finanziellen Auswirkungen in der Gewinn- und Verlustrechnung sowie in der Bilanz wider:

- höherer Materialaufwand, z.B. mehr Chemikalien durch steigende Temperaturen für den Erhalt der Wasserqualität
- Investitionen in höheres Vorratsvermögen
- hohe Schadenskosten, Ausfallkosten infolge Extremwetter bedingter Schäden (z.B. Hochwasser 2002, 2010)
- höhere Aufwendungen in der Überwachung, Analytik und der Aufbereitung (z.B. Nachdesinfektion aufbauen, Rohrstangenabschnitte spülen)
- erhöhte Klimatisierungskosten durch steigende Temperaturen
- steigender Absatz durch heißes, trockenes Wetter (z.B. Dusch- und Waschprozesse)
- Anstieg der Schadensanfälligkeit von Rohrleitungen bei extremer Hitze sowie extremer Kälte
- höhere Versicherungsleistungen



(Abbildung 3)

Herkunft des Trinkwassers im Freistaat Sachsen 2010 (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft 2012).

## Chancen für regionale Wasserversorgungsunternehmen

Für die Wasserversorgungsunternehmen ergeben sich basierend auf diesen Veränderungen verschiedene Chancen und Risiken. Zu den positiven Auswirkungen zählen:

- periodisch steigenden Bedarf an Trinkwasser
- Zunahme der Nachfrage nach Brauchwasser
- steigender Bedarf an Kühlnetzen, die auf der Nutzung von kaltem Grundwasser basieren

## Risiken und Anpassungsmaßnahmen für regionale Wasserversorgungsunternehmen

Neben den oben beispielhaft aufgeführten Chancen für Wasserversorgungsunternehmen ist die Entwicklung und Implementierung von technologischen, strukturellen und unternehmenspolitischen Anpassungsmaßnahmen zur Minimierung von Klimawandelrisiken grundlegend notwendig. Den Unternehmen steht hierfür eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung.

So sichert der **Erhalt und Ausbau von Verbundsystemen** die Versorgung mit Trinkwasser während Havarie bedingtem Ausfall und innerhalb von Spitzenverbräuchen.

Basis für eine **effiziente Aufbereitung** des Rohwassers ist u.a. die Kenntnis über die derzeitige und zukünftige Beschaffenheit des verwendeten Rohwassers. Der Betrieb und Ausbau von Monitoringnetzen für die Wasserressourcen stellt hierfür eine wichtige Grundlage dar. Weiterhin besteht die integrative Aufgabe, mögliche Eintragspfade von Schad- und Störstoffen in Oberflächengewässer und Grundwasserleiter zu minimieren. Die Verminderung von Bodenerosionen, z.B. in der Landwirtschaft durch den flächendeckenden Einsatz konservierender Bodenbearbeitung und einer fachgerechten Bewirtschaftung von Gewässerrandstreifen, besitzt positive Sekundäreffekte für die Wasserversorgung.

Die **Optimierung von Stauräumen** in Trink- und Brauchwassertalsperren dient dem Hochwasserschutz und vermeidet Engpässe in der Rohwasserbereitstellung. Diese derzeitige bereits eingesetzte Maßnahme ist stetig weiterzuentwickeln, gerade auch unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels.

Die **Dynamisierung von Aufbereitungsverfahren** ermöglicht eine zeitnahe Reaktion auf sich ändernde Rohwasserbeschaffenheiten und sichert den kosteneffizienten Einsatz von Flockungsmitteln, Hilfs- und Betriebsstoffen.

Durch die klimawandelbedingten Auswirkungen steigen die Anforderungen an das Verteilungsnetz hinsichtlich des Zustandes, der Vermeidung von Stagnationsbereichen und der **Minimierung des Einflusses steigender Temperaturen auf das zu verteilende Trinkwasser**.

Untersuchungen im Rahmen des REGKLAM Projektes zeigten, dass die Unternehmen der Wasserversorgung in der Modellregion Klimarisiken bereits grundlegend identifiziert haben. Die Berücksichtigung der zu erwartenden Änderungen innerhalb der Unternehmensprozesse findet statt und wird stetig erweitert, was durch das große Interesse an aktuellen Forschungsergebnissen untermauert wurde.

## Methoden und Instrumente

Für die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels und die Ermittlung damit verbundener Anpassungsmaßnahmen stehen verschiedene Methoden und Instrumente zur Verfügung wie z.B. die Szenario-Analyse oder die Risiko-/Chancen-Analyse (Risikomatrix). Für die Kalkulation der finanziellen Folgen des Klimawandels einschließlich der Anpassungsmaßnahmen können Methoden wie die differenzierte Kostenrechnung, die Lebenszykluskostenrechnung oder der Ökonomisch-Ökologische Nettoeffekt eingesetzt werden.

### Differenzierte Kostenrechnung

Basierend auf dem traditionellen Controlling können Kostenarten-, Kostenstellen- oder Kostenträgerrechnung differenziert werden und zu einem Umweltkostenrechnungssystem weiterentwickelt werden, d.h. klimabedingte Kosten und Erlöse werden differenziert ausgewiesen. In Bezug auf die Klimawandelanpassung werden somit diejenigen Kosten gesondert ausgewiesen, die direkt und indirekt auf die Auswirkungen des Klimawandels zurückzuführen sind. Somit kann der Anteil an Investitionen, die auf die neuen Erfordernisse des Klimawandels zurückzuführen sind, mittels dieser Methode explizit offen gelegt werden.

### Lebenszykluskostenrechnung

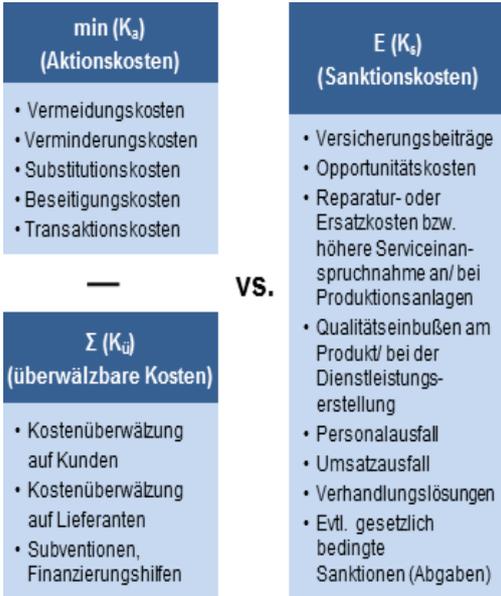
Die Methode der Lebenszykluskostenrechnung hat in den vergangenen Jahren Eingang in verschiedene ISO-Normen, wie z. B. der ISO 15686-5: Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer – Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer, Eingang gefunden. Als Lebenszykluskosten werden diejenigen „Kosten, die durch ein Gebäude oder Bauwerksteil über dessen gesamten Lebenszyklus durch die Erfüllung der technischen und funktionalen Anforderungen entstehen“ bezeichnet (ISO 15686-5 zitiert in DIN Deutsches Institut für Normung, 2010). Für Unternehmen der Wasserversorgung können somit v.a. auch langlebige Produkte mit einem hohen Anspruch an ihre Zuverlässigkeit wirtschaftlich analysiert werden, in dem neben den gesamten Beschaffungs-, Besitz- und Entsorgungskosten insbesondere diejenigen Kosten, die mit der Produktzuverlässigkeit in Zusammenhang stehen, ermittelt werden.

## Ökonomisch-Ökologischer Nettoeffekt

In einem nächsten Schritt können Kosten für Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels, d.h. Aktionskosten, denen des Nicht-Handelns, d.h. Sanktionskosten, gegenübergestellt werden. Zu den Aktionskosten, häufig im Sinne von Investitionskosten zu betrachten, zählen z.B. Kosten in Grundstücke, Gebäude bzw. Sachanlagen, Kosten für angepasste flexible Installationen (z.B. Demontage von Schaltstellen bei Hochwasser), Investitionskosten für das Versorgungsnetz, Kosten für den Rückbau von Schächten bzw. der Abdichtung der Schächte mit speziellen Deckeln oder der Kauf von Kleidung mit UV-Schutz für das Personal.

Zu den Sanktionskosten zählen die in Verbindung mit einem Schadensereignis entstehenden Kosten, wie z.B. Technischäden, Umweltschäden, aber auch ein durch Hitze bedingter Personalausfall. Des Weiteren sind Umsatzausfälle, steigende Versicherungskosten oder ein erhöhter Aufwand in der Wasserversorgungskonzeption (z.B. Rohrleitungsdimensionierung, Dimensionierung von Pumpstationen und Speicherbehältern) einzukalkulieren. Darüber hinaus ist eventuell mit spezifischen Abgaben für die Klimawandelanpassung zu rechnen.

Neben den Aktions- und Sanktionskosten sind die überwälzbaren Kosten zu berücksichtigen, d.h. Kosten, die die Aktionskosten mindern (Abbildung 4).



(Abbildung 4)

Ökonomisch-Ökologischer Nettoeffekt

## Weitere Faktenblätter

Im Rahmen des REGKLAM Verbundprojektes wurden - neben den Wasserversorgungsunternehmen u.a. folgende branchenspezifische Faktenblätter erstellt:

- **Baugewerbe**
- **Energiewirtschaft**
- **Tourismusbranche**

Zudem wurden auch weitere REGKLAM-Faktenblätter, und umfangreiches Hintergrundmaterial zum Klimawandel und zur Klimaanpassung auf der Projektseite [www.regklam.de](http://www.regklam.de) veröffentlicht.

## Quelle

BERNHOFER, C.; HEIDENREICH, M.; RIEDEL, K. (2011): Klimafakten zur REGKLAM-Modellregion Dresden. Stand Mai 2011.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2012): Wasserdargebote für Trinkwasserversorgung. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6649.htm>

## Zusammenfassung

Die Auswirkungen des regionalen Klimawandels werden bereits heute von Wasserversorgungsunternehmen in der Modellregion Dresden berücksichtigt. So finden neue Erkenntnisse Eingang in Planungen zur Sicherstellung der Versorgung mit Trink- und Brauchwasser. Zu den wichtigsten Chancen zählt der steigende Bedarf an:

- Trinkwasser durch höhere Temperaturen
- Brauchwasser, z.B. für den Betrieb von Kühlnetzen.

Den Chancen und Risiken des Klimawandels können Wasserversorgungsunternehmen mithilfe von geeigneten Maßnahmen begegnen, die im Rahmen des Projekts REGKLAM für die Modellregion Dresden entwickelt wurden. Hierzu gehören u.a.:

- Optimierung von Stauräumen in Trink- und Brauchwassertalsperren
- Dynamisierung von Aufbereitungsverfahren zur zeitnahen Reaktion auf sich ändernde Rohwasserbeschaffenheiten und Sicherung eines kosteneffizienten Einsatzes von Flockungsmitteln, Hilfs- und Betriebsstoffen

## Impressum

TU Dresden - Lehrstuhl für BWL, insb. Betriebliche Umweltökonomie - Prof. Dr. Edeltraud Günther, Kristin Stechemesser, Julian Meyr, Jana Herrmann, Anne Bergmann  
bu@mailbox.tu-dresden.de

TU Dresden - Institut für Siedlungs- und Industrierwirtschaft - Professur Siedlungswirtschaft - Prof. Dr. Peter Krebs, Sebastian Kempke; isi@mail.zih.tu-dresden.de

## Projektpartner, Projektförderer und -träger

