



Technologien für sauberes Wasser

Bewältigung der Herausforderung einer trockeneren Welt



Vorwort

Zusammenfassung

Eine trockenere Welt

Wasser-technologien

Die Chance nutzen

Vorwort

Die Wende im Kampf gegen die Wasserknappheit

Rund die Hälfte der Weltbevölkerung leidet derzeit, zumindest während eines Teils des Jahres, unter starker Wasserknappheit (laut Intergovernmental Panel on Climate Change). Die UNO schätzt, dass derzeit etwa zwei Milliarden Menschen keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser haben.

Der Druck auf die weltweite Versorgung mit sauberem Wasser, der durch die wachsende Bevölkerung und den zunehmenden Verbrauch der Industrie verschärft wird, rückt zunehmend in den Fokus von Öffentlichkeit und Politik. Neben Hunderten von Zusagen und Verpflichtungen treiben die Regierungen Investitionen in sauberes Wasser voran. Die Europäische Investitionsbank sagt jährlich 3 Mrd. € für Investitionen in die Wasserinfrastruktur zu, und in den USA wurde mit dem Bipartisan Infrastructure Law ein 50 Milliarden Euro schweres Programm für die Wasserinfrastruktur auf den Weg gebracht.

Ergänzt werden die staatlichen Initiativen durch Lösungen aus dem privaten Sektor. Dort wird versucht, mittels innovativer Technologien die Wasserversorgung zu erhöhen, die Wasserqualität zu verbessern und den Verbrauch effizienter zu gestalten.

In diesem Beitrag werden die Technologien untersucht, die Lösungen im Bereich Sauberes Wasser bieten, von Entsalzungsanlagen über Infrastrukturausrüstungen bis hin zum Management von Leckagen.

Sauberes Wasser ist kostbar und knapp, aber die Bemühungen, es zu erhalten, schaffen Wachstumschancen in der gesamten Wertschöpfungskette.

Quelle: (SDG-Bericht 2022), [https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/water#:~:text=About%20two%20billion%20people%20worldwide.and%20population%20growth%20\(WMO\)](https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/water#:~:text=About%20two%20billion%20people%20worldwide.and%20population%20growth%20(WMO).). 22. März 2023, Nachrichten der Europäischen Investitionsbank. <https://www.eib.org/en/press/news/maximising-scarce-resources-eib-updates-its-water-sector-policy>

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Inhalt

- 1 Vorwort
- 3 Kurzfassung
- 4 Eine trockenere Welt
- 9 Wassertechnologien
- 17 Die Chance nutzen



Dies ist ein interaktives PDF

Nutzen Sie die Inhaltsliste und die seitlichen Schaltflächen, um sich im Dokument zu bewegen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

Kurzfassung

Wasserknappheit ist ein dringendes Problem, das immer schlimmer wird

26 % der Weltbevölkerung haben kein sicheres Trinkwasser und 46 %¹ haben keinen Zugang zu sicheren sanitären Einrichtungen.

Die Wassernachfrage wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich um bis zu 30 % steigen². Doch Wasserversorgung, -quantität und -qualität sind zunehmend problematisch.

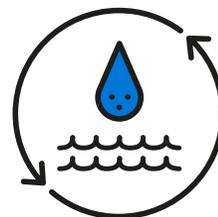


Technologie bietet eine Reihe von möglichen Lösungen

In naher Zukunft ermöglichen Digitalisierung und intelligentes Wassermanagement den Wasserversorgern einen effizienteren Betrieb.

Mittelfristig versprechen Technologien eine Erhöhung des Anteils des wiederverwendeten Wassers.

Langfristig könnte Technologie heute unbrauchbare Wasserressourcen in erschwingliches Süßwasser umwandeln.



Potenzielle Wachstumschancen zeichnen sich ab

Von Privatpersonen, über Haushalte und Unternehmen bis hin zu nationalen Organisationen investieren viele Einrichtungen in moderne Wassertechnologie und leisten so einen wichtigen Beitrag.

Es wird erwartet, dass der globale Markt für Technologien zur Wasser- und Abwasseraufbereitung bis im Jahr 2028 ein Volumen von 515,8 Mrd. USD erreicht und zwischen 2023 und 2028 pro Jahr um durchschnittlich 11,2 % wächst.³



¹ [UN World Water Development Report 2023, 2023](#)

² [Unesco Partnerships and Cooperation for Water, 2023](#)

³ [Business Wire: Global Water and Wastewater Treatment Technologies Market Report 2023](#)

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
Welt

Wasser-
technologien

Die Chance nutzen

Eine trockenere Welt



Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Wasser wird immer knapper, und die Nachfrage könnte das Angebot bis 2030 um 40 % übersteigen⁴

Bis 2050 wird sich die mit Wasserknappheit konfrontierte Stadtbevölkerung von 930 Millionen Menschen (ein Drittel) im Jahr 2016 auf bis zu 2,4 Milliarden (fast die Hälfte der Stadtbevölkerung) mehr als verdoppeln.

Insgesamt wird der weltweite Wasserbedarf bis 2050 um schätzungsweise 30 % steigen. Städte, Industrie und Landwirtschaft sind die drei großen Wassernutzer, die den künftigen Bedarf bestimmen werden.

Obwohl 70 % der Fläche unseres Planeten mit Wasser bedeckt sind, sind nur 3 % davon Süßwasser, das Menschen, Tiere und Pflanzen benötigen. Zwei Drittel dieses knappen Süßwassers sind in Gletschern eingeschlossen oder stehen aus anderen Gründen nicht zur Verfügung.⁵

Das Problem wird dadurch verschärft, dass ein Großteil unseres zugänglichen Süßwassers verschmutzt ist. Der Klimawandel führt außerdem dazu, dass extreme Wetterereignisse immer häufiger auftreten.

Alle diese Faktoren zusammengenommen haben unsere Süßwasserressourcen stark unter Druck gesetzt.⁶

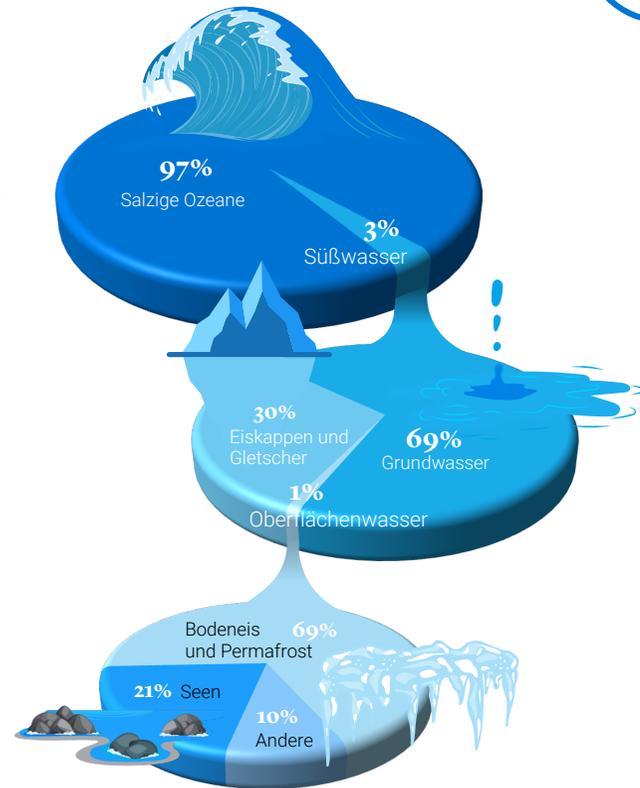
⁴ The Guardian: [Global fresh water demand will outstrip supply by 40% by 2030, say experts](#), 2023 ⁵ WWF: [Water Scarcity](#), 2024

⁶ PhysOrg: [Is the world running out of water?](#), 2023 ⁷ UN: [Water – at the center of the climate crisis](#), 2024 ⁸ IEA: [Energy and Water – Exploring the interdependence of two critical resources](#), 2024

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Wo befindet sich das Wasser der Welt?



Wussten Sie das?

Wasserknappheit und Klimawandel sind miteinander verbunden

Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf +1,5°C im Vergleich zu +2°C würde den Anteil der Weltbevölkerung, der voraussichtlich unter Wasserknappheit leiden wird, ungefähr halbieren⁷ (IPCC).

Saubere Energieerzeugung verbraucht weniger Wasser⁸

Fast 20 Billionen Liter Wasser könnten bis 2030 im Energiesektor eingespart werden, legt man das IEA-Szenario "Netto-Null-Emissionen bis 2050" zugrunde, in dem fast 15 % der Kohleverstromung durch Sonnen- und Windenergie ersetzt werden.

Vorwort

Kurzfassung

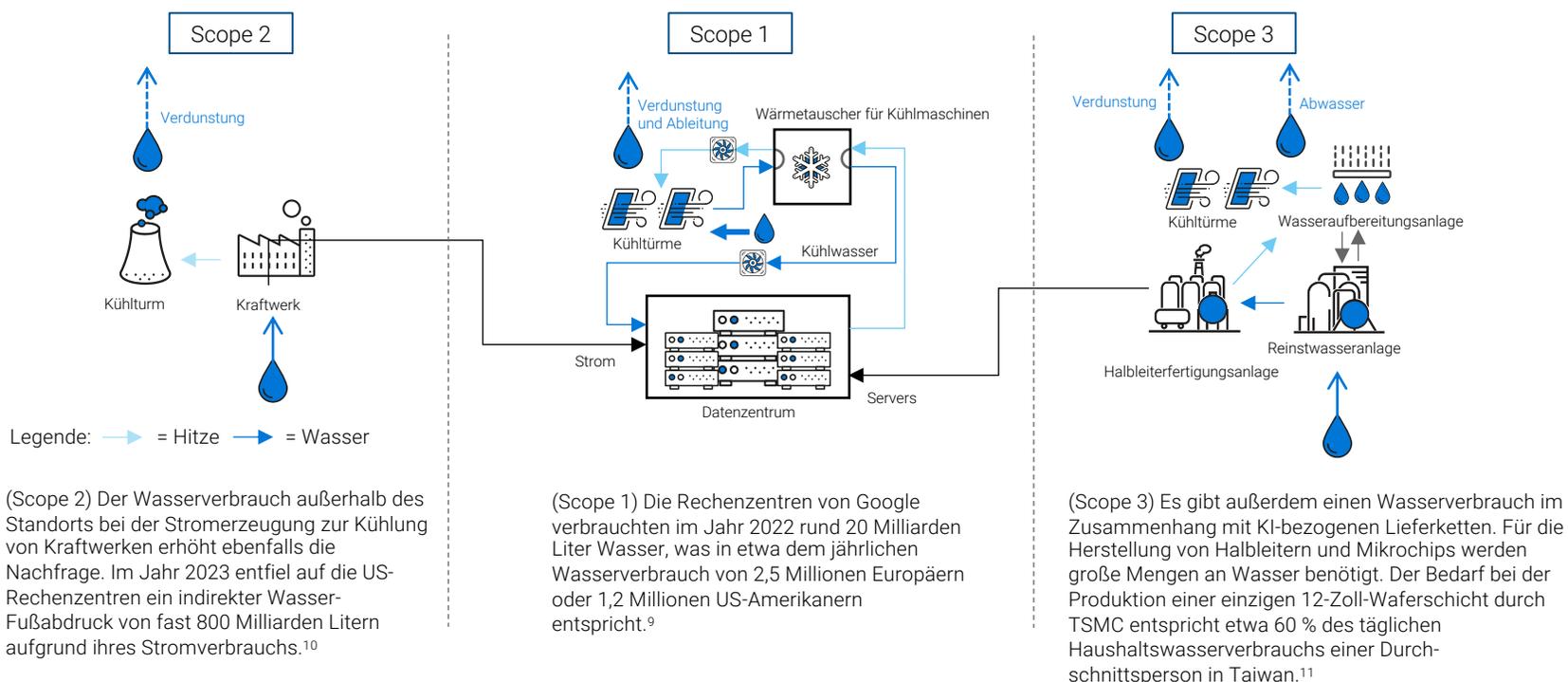
Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

Generative KI trägt erheblich zum Anstieg des Wasserbedarf bei

Jede ChatGPT-Abfrage löst eine enorme Zahl von Berechnungen aus. Zur Kühlung der Server, welche diese Daten verarbeiten, wird sauberes Wasser benötigt.

Direkter und indirekter Wasserverbrauch von KI



Quelle: ⁹ [Data Center Water Usage: A Comprehensive Guide - DatL Infra](#), ¹⁰ [Berkeley Lab: 2024 United States Data Center Energy Usage Report](#), ¹¹ [TSMC: Sustainability Report, 2023](#) und Statista

Hauptrisiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es gibt keine Garantie dafür, dass die Prognosen eintreten werden.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

Der Wasserverbrauch von Rechenzentren soll mindestens bis 2030 zunehmen

Der Gesamtwasserverbrauch von Rechenzentren (einschließlich des Wasserverbrauchs vor Ort für die Kühlung und außerhalb des Standorts für die Stromerzeugung) ist weltweit gestiegen. Laut Bluefield Research hat er sich von 2017 bis 2022 um 6 % pro Jahr erhöht und wird bis 2030 schätzungsweise 450 Millionen Gallonen pro Tag erreichen.

Wissenschaftler gehen davon aus, dass die Nachfrage durch Künstliche Intelligenz die Wasserentnahme aus dem Boden oder aus Oberflächengewässern bis 2027 auf 4,2 bis 6,6 Milliarden Kubikmeter ansteigen lassen wird. Das entspricht dem Fünffachen des jährlichen Wasserverbrauchs Dänemarks.¹²

Generative KI (GenAI), die auf Basis großer Sprachmodelle (LLMs) Texte, Bilder und andere Ergebnisse liefert, erfordert den Einsatz riesiger Serveranlagen. Zur Kühlung der Geräte wird Wasser verwendet, mit dem der Luft Wärme entzogen wird. Das zur Kühlung von Rechenzentren verwendete Wasser wird zum Teil mehrmals in das Kühlsystem zurückgeführt, bevor es abgeleitet wird, während der Rest während des Kühlvorgangs verdampft.

Allerdings gibt es dabei Unterschiede zu berücksichtigen. So verbrauchen ältere Rechenzentren oft deutlich mehr Wasser als neuere. Jüngere Konstruktionen können von vornherein mit Nachhaltigkeitsmerkmalen ausgestattet sein, z.B. mit hochmodernen Wasserrecycling-Anlagen und KI-gesteuerten vorausschauenden Wartungssystemen.

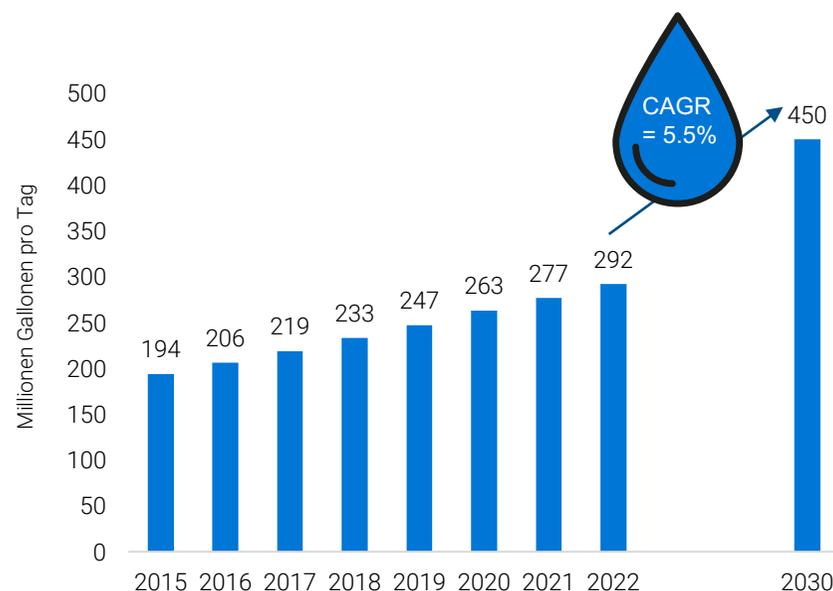
Ohne Zweifel werden Rechenzentren für eine Reihe wichtiger Dienstleistungen benötigt und spielen eine zentrale Rolle bei der Erschließung von Produktivitätszuwächsen durch KI. Beispielsweise werden Rechenzentren von der britischen Regierung inzwischen als „kritische Infrastruktur“ eingestuft, da sie wichtige Leistungen für Krankenhäuser, Notdienste, das Finanzsystem usw. erbringen. Der Schwerpunkt liegt nun darauf, Rechenzentren nachhaltiger zu gestalten.

Quelle: ¹² [AI boom sparks concern over Big Tech's water consumption](#)

Hauptrisiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es gibt keine Garantie dafür, dass die Prognosen eintreten werden.

Globaler Wasserverbrauch von Rechenzentren steigt voraussichtlich weiter



Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
Welt

Wasser-
technologien

Die Chance nutzen



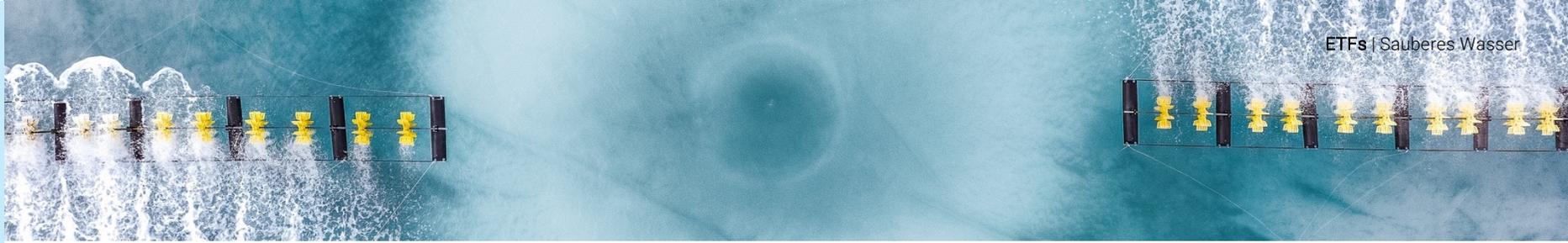
Wasser- technologien

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Entsalzungstechnologie kann die Wasserknappheit lindern

Moderne Entsalzungsverfahren, Regenwassernutzung, Systeme zur Wiederverwendung von Wasser, intelligente Instrumente zum Wassermanagement und Lecksuchgeräte könnten die Wasserversorgung erhöhen, die Wasserverschwendung verringern und die Effizienz verbessern.

Es werden zwar Fortschritte erzielt, aber es sind kontinuierliche Investitionen und die Umsetzung entscheidend, um das Blatt zu wenden. Dieser Leitfaden konzentriert sich auf Technologien, die entweder schnell entstehen, sich schnell entwickeln oder bereits weit verbreitet sind.

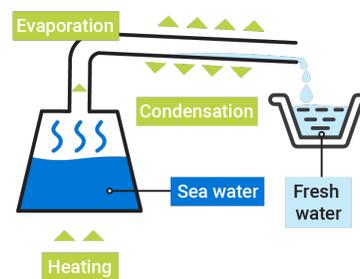
Erhöhung des nutzbaren Wasserangebots: Entsalzung ist ein sich rapide weiterentwickelndes Verfahren

Da nur 3 % des Wassers auf der Erde Süßwasser ist, ist die Umwandlung von reichlich vorhandenem Salzwasser in Süßwasser ein naheliegender Weg, der Wasserknappheit zu begegnen. Die Entsalzung wird immer attraktiver, da die Kosten wettbewerbsfähiger werden, die Technologie sich weiterentwickelt und die Süßwasservorräte schrumpfen. Entsalzungsprozesse können mechanisch (Dampfkompensation und Umkehrosmose), thermisch (d. h. einfache Destillation, Mehrstufen-Destillation, Multi-Stage Flash-Verdampfung, thermische Dampfkompensation) oder elektrisch (Elektrodialyse) erfolgen. Die Umkehrosmose ist ein mit Druck arbeitendes mechanisches Verfahren, das am häufigsten eingesetzt wird. Es verbraucht weniger Energie als andere Verfahren, da es auf der Verwendung halbdurchlässiger Membranen beruht, die kleine Wassermoleküle, aber nicht die größeren Salzmoleküle durchlässt. Das Speisewasser wird mit hohem Druck gepumpt und durch die Membran gepresst. Das zurückgewonnene Wasser wird gesammelt, während das übriggebliebene Konzentrat separat abgeleitet wird.

Thermische Entsalzung

Zu den thermischen Verfahren gehört die Destillation. Bei diesem energieintensiven Prozess wird Wasser in einem Destillierapparat gekocht, der den Dampf für die Frischwassergewinnung auffängt und kondensiert. Die solare Destillation nutzt die Verdunstung von Wasser in großen Anlagen, die viel Platz benötigen.

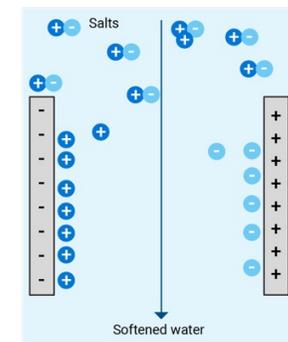
Die Multi-Stage Flash-Entsalzung (MSF), bei der Meerwasser in mehreren Stufen erhitzt und kondensiert wird, ist im Nahen Osten weit verbreitet.



Elektrische Entsalzung

Eine elektrische Methode ist die Elektrodialyse, bei der Wasser durch elektrisch geladene Membranen geleitet wird, die die im Wasser gelösten Salzionen auffangen und vom Süßwasser trennen.

Die Elektrodialyse kann bei niedrigen Salzkonzentrationen energieeffizienter sein als die Umkehrosmose. Denn je höher die Konzentration, desto höher ist der Energieverbrauch. Die Elektrodialyse wird auch bei sehr hohen Konzentrationen bevorzugt, die mit der Umkehrosmose nicht abgetrennt werden können.



Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

Entsalzung: die Komponenten im Detail

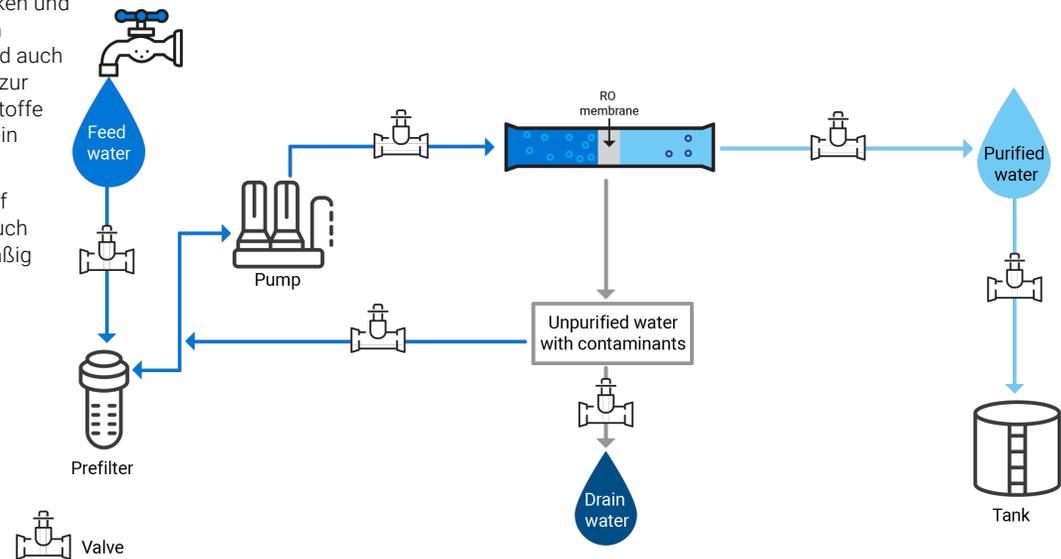
Für Verfahren wie die Umkehrosmose werden Rohre und Ventile benötigt. Es gibt viele Arten von Ventilen, aber ihr gemeinsames Ziel ist es, den Druck zu überwachen und den Wasserdurchfluss zu steuern. Einige Ventile sind elektromagnetisch (Magnetventile), andere werden manuell oder elektrisch gesteuert (Kugelventile und Absperrklappen), und wieder andere funktionieren automatisch, basierend auf dem Durchflussdruck. Ventile sind für die Effizienz und Zuverlässigkeit einer Anlage unverzichtbar.¹³

In einer Entsalzungsanlage steuert zunächst ein Speisewasserventil den Zufluss von Speisewasser. Während das Wasser zur Umkehrosmose-Membran gepumpt wird, überwacht ein Ventil den Druck, und ab der Umkehrosmose-Membran sorgt ein Rückschlagventil dafür, dass das Wasser durchfließt, um einen Rückfluss zu verhindern. An diesem Punkt leiten vier Ventile das Wasser in vier verschiedene Richtungen. Zunächst lässt ein Probenahmeventil eine kleine Menge gereinigten Wassers in eine zu prüfende Probe fließen; anschließend lässt ein Verteilventil das überschüssige gereinigte Wasser in Tanks fließen; dann führt ein Rücklaufventil das Wasser in das System zurück und schließlich lässt ein Rücklaufventil das ungereinigte Wasser ab. Ein Schwimmerventil verhindert, dass die Tanks mit überschüssigem gereinigtem Wasser überlaufen.

Rohre sind auch ein wichtiger Bestandteil von Entsalzungsanlagen. Denn sie müssen Korrosion durch Meerwasser, hohen Drücken und Temperaturen, UV-Veränderungen und Verschleiß durch Lösungsmittel, Öl, Klima und die Zeit widerstehen. Rohre sind auch Kalkablagerungen durch Kalzium, Magnesium, Chemikalien zur Vorbehandlung und Chlor ausgesetzt. Auslaugung, bei der Stoffe aus dem Rohr austreten und das Wasser verunreinigen, ist ein weiteres mögliches Problem.

Die Forschung zu speziellen Materialien konzentriert sich auf fortschrittliche Lösungen, die sowohl gegen Korrosion als auch gegen Auslaugung resistent sind. Die Rohre werden regelmäßig auf Verschleiß überwacht, um unerwünschte Ausfälle zu vermeiden und Investitionsausgaben planen zu können.

Ventile sind wesentliche Bestandteile der Wassertechnologie



¹³ Water Technology : [Die Funktionsweise von Umkehrosmoseventilen verstehen](#), 2018

Wesentliche Risiken

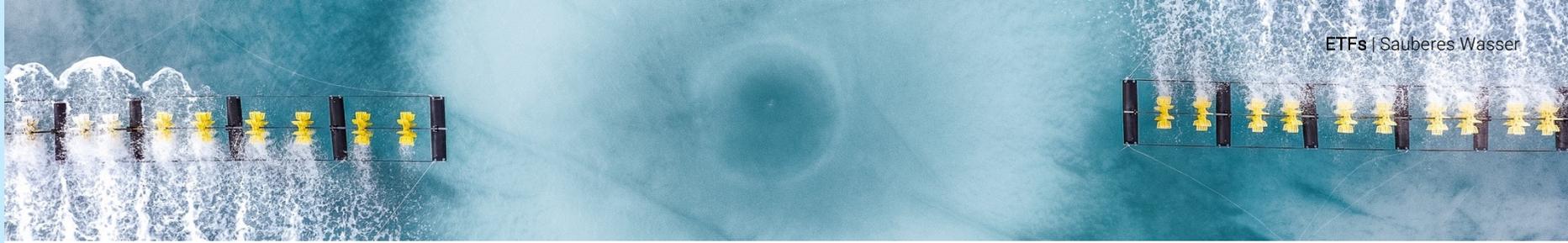
Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Entsalzung: bestehende Anlagen und Anwendungen

Entsalzungsanlagen befinden sich in der Regel in Ländern mit hohem Einkommensniveau, in kleinen Inselstaaten oder in Ländern, in denen es keine Alternative für den Zugang zu Süßwasser gibt. Derzeit gibt es weltweit etwa 16.000 Entsalzungsanlagen, von denen die Hälfte im Nahen Osten (vor allem in Saudi-Arabien, Kuwait, den Vereinigten Arabischen Emiraten, Katar, Bahrain und Israel) stehen und etwa 70 % der weltweiten Kapazität ausmachen. Weitere befinden sich in Nordafrika (vor allem Libyen und Algerien), wo etwa 6 % der weltweiten Kapazität genutzt werden, sowie in den USA (Kalifornien und Teile Floridas).¹⁰

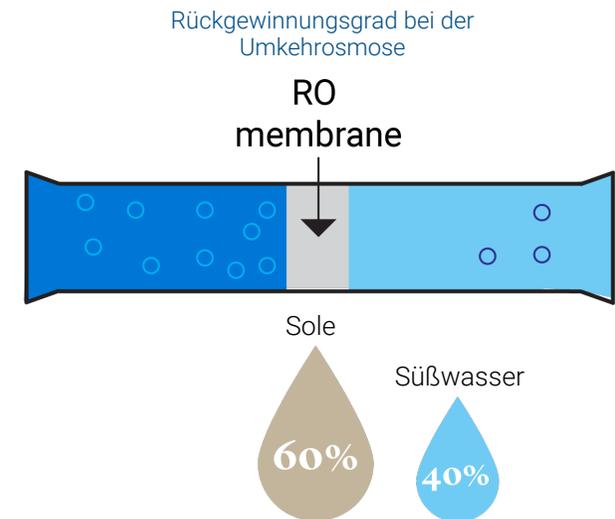
Entsalztes Meerwasser wird nicht nur für den häuslichen Gebrauch hergestellt, sondern auch für die Bewässerung in der Landwirtschaft und für Prozesse, die sehr hohe Wasserqualität erfordern, z.B. in Heizkesseln, um Kalkablagerungen zu vermeiden. Weitere Beispiele sind die Herstellung von Arzneimitteln, Halbleitern und Festplattenlaufwerken.

Künftiger Ausbau der Entsalzung

Die Entsalzung ist mit zwei großen Nachteilen verbunden: die Energieintensität und der zurückbleibenden Salzlauge. Während das erste Problem durch erneuerbare Energien angegangen wird, gibt der zweite Punkt Anlass zur Sorge um Meereslebewesen und die Verschmutzung der Nahrungskette. Salzsole ist ein konzentriertes Wassergemisch aus Salz- und Metallverbindungen, das aus dem Süßwasser abgetrennt wird, und seine Einleitung ins Meer hat negative Folgen für die Umwelt und die marinen Ökosysteme. Eine Vielzahl von Metallen findet sich in der Sole. Deren Gewinnung ist immer noch weitgehend unwirtschaftlich, obwohl die Technologie in dem Bemühen, die Soleproduktion profitabel zu machen, verbessert wird.¹⁵

Die Menge und Qualität der abgelassenen Sole hängt von der Art der Entsalzung ab. Zum Beispiel erzeugt die Umkehrosmose in den USA nur ein Viertel so viel Sole wie die im Nahen Osten verwendeten thermischen Verfahren.

Eine Entsalzungsanlage, die mit Umkehrosmose arbeitet, hat im Durchschnitt einen Rückgewinnungsgrad von 40 %, d. h. sie produziert 40 % Wasser und 60 % Salzsole.¹⁶ Es gibt auch einen Unterschied zwischen Brackwasser, dessen Salzgehalt zwischen dem von Süß- und Meerwasser liegt, und Meerwasser, da letzteres mehr gelöste Feststoffe enthält und zu höheren Energiekosten führt.



¹⁴ USGS: [Desalination](#), 2019

¹⁵ Akademisches Papier: [Metals Recovery from Seawater Desalination Brines: Technologies, Opportunities and Challenges](#), 2019

¹⁶ Akademisches Papier: [Sustainable brine management from the perspectives of water, energy and mineral recovery: A comprehensive review](#), 2021

Wesentliche Risiken

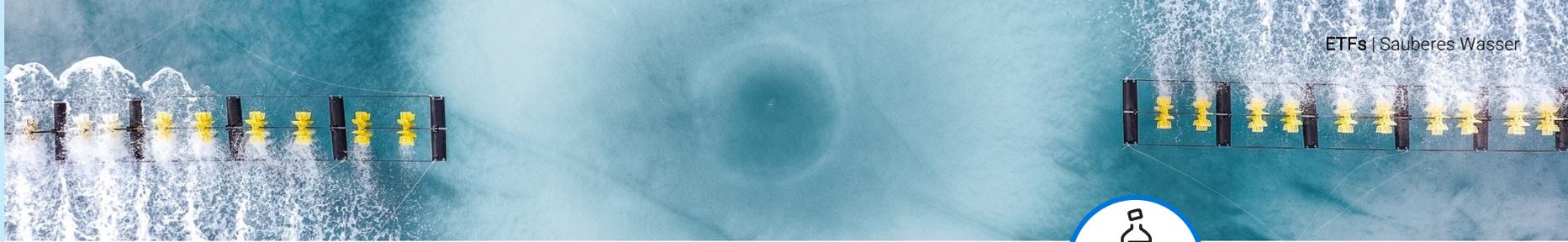
Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Entsalzung: Wachstum und Ausblick

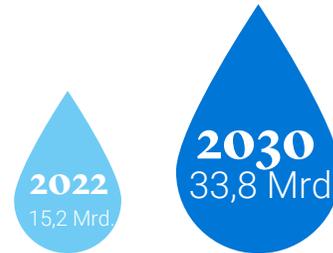
Die Märkte für Meerwasser- und Brackwasserentsalzung wachsen weiter. GWI geht davon aus, dass die Investitionsausgaben von knapp 6 Mrd. Dollar im Jahr 2022 auf 9,4 Mrd. Dollar im Jahr 2027 und die Betriebskosten von 10,6 Mrd. Dollar im Jahr 2022 auf 13,4 Mrd. Dollar steigen werden. Die wichtigsten Märkte sind der Golf-Kooperationsrat, einschließlich Saudi-Arabien, die Vereinigten Arabischen Emirate, Kuwait und Katar. Weitere Wachstumsmärkte sind Ägypten, das versucht, die Abhängigkeit vom Nil zu verringern, sowie Kalifornien und Texas (Entsalzung von Brack- und Oberflächenwasser). Saudi-Arabien ist bei weitem der Markt mit dem größten Investitionsvolumen im Zeitraum 2018-2027.

Der Entsalzungsmarkt soll im Schnitt um etwa 10 % pro Jahr wachsen.¹

Ausgaben nach Anwendungen



Wachstum des Marktvolumens



Regenwasser- nutzung

Die Regenwassernutzung bietet mehrere Vorteile:

- Deutliche Senkung der Wasserrechnung
- Verringerung des Bedarfs an importiertem Wasser
- Beitrag zur Senkung von Nachfragespitzen im Sommer
- Dient als Backup für Notfälle
- Verringerung des Abflusses von Regenwasser (und damit der Verschmutzung des Wassers)
- Für Pflanzen gut geeignetes Wasser, da es chlorfrei ist
- Es muss nicht wie kommunales Wasser aufbereitet werden, sodass weniger Pumpenergie benötigt wird
- Regenwasser ist nicht hart, sodass sich keine Ablagerungen bilden

Jedoch ist die Installation komplex, da wechselnde Regenmengen berücksichtigt werden müssen und ein Auffangbehälter notwendig ist. Es sind noch Fragen zu klären, bevor diese Technologie in größerem Umfang eingesetzt werden kann.

¹ Quellen: GWI, Straits Research, Transparency Market Research, Precision Business Insights, Data Intelligence, 2023.

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

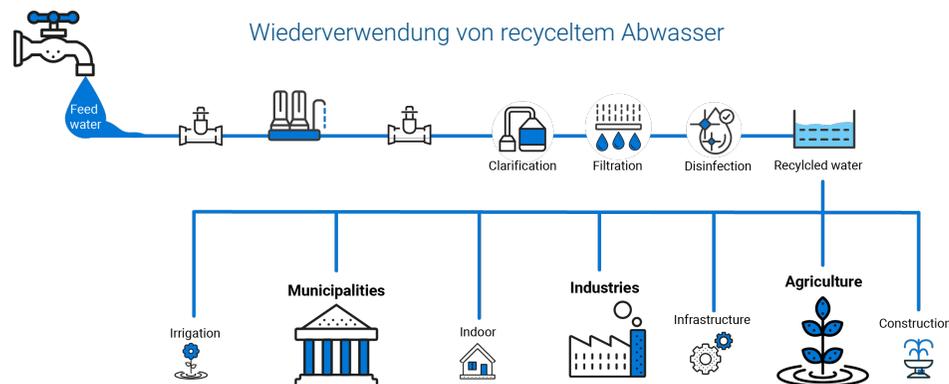
Bessere Wasserqualität und mehr Wiederverwendung: Technologien zur Wasseraufbereitung

Wasseraufbereitung ist der Prozess der Verbesserung der Wasserqualität. In den meisten Fällen wird daraus Trinkwasser und Brauchwasser, oder es wird sicher in Flüsse, Seen und Meere zurückgeführt.¹⁷

Die Abwasseraufbereitung zur Wiederverwendung spielt eine zentrale Rolle als Teil der Lösung von Wasserknappheit und Verschmutzungsproblemen", so Jennifer Sara, Global Director im Bereich Water Global Practice bei der Weltbank.¹⁸

Das Wasser, das in städtischen oder industriellen Prozessen bzw. zur Wiederauffüllung von Umweltquellen verwendet wird, muss bestimmte Parameter erfüllen. So hat die US-Umweltschutzbehörde Grenzwerte für über 90 verschiedene Schadstoffe festgelegt, um die Sicherheit des Trinkwassers zu gewährleisten.¹⁶ Auch Industrieanlagen müssen sicherstellen, dass die Qualität des Wassers für die Herstellung, Verarbeitung, Reinigung, Verdünnung, Kühlung oder den Transport eines Produkts akzeptabel ist.

Die Verwendung von recyceltem Abwasser - auch bekannt als graues Wasser - für Bewässerungszwecke wird immer häufiger, vor allem in dürranfälligen und wasserarmen Regionen. Eine ordnungsgemäße Aufbereitung und Überwachung ist erforderlich, um die Wasserqualität zu gewährleisten und mögliche Gesundheitsrisiken zu vermeiden.¹⁹



¹⁷ SafetyCulture: [A Guide to Understand Water Treatment](#), 2024 ¹⁸ Idrica water technology: [Water Trends in water reuse for 2023: Water, from waste to resource](#), 2023 ¹⁹ Sensorex: [Three Main Types of Water Quality Parameters Explained](#), 2024 ²⁰ H2O Global News: [Innovative Water Technologies Solutions To Global Water Crisis](#), 2023

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.



Kennen Sie Wasser?



Grünes Wasser
Im Boden gespeichertes Wasser, das für die Evapotranspiration durch Pflanzen zur Verfügung steht



Blaues Wasser
Flüsse, Seen, Feuchtgebiete, Grundwasser und Wasserspeicher



Weißes Wasser
Gletscher, Schnee und Eis



Graues Wasser
Abwasser mit Verunreinigungen, ausgenommen menschliche Abfälle



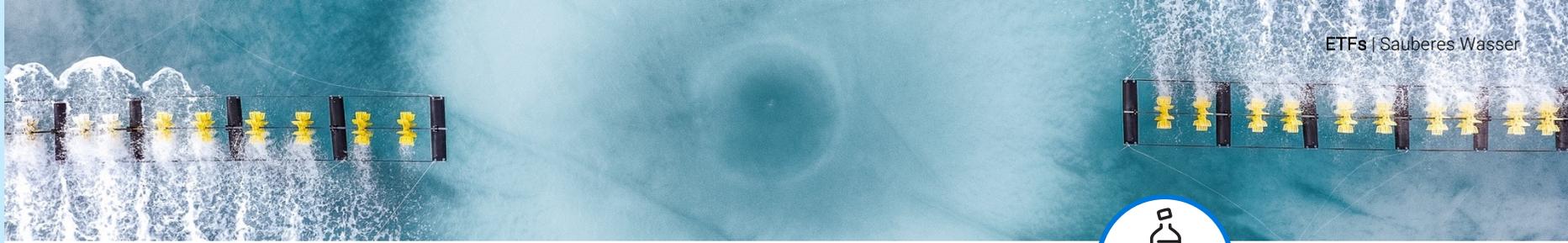
Schwarzes Wasser
Abwasser, das durch menschliche Fäkalien und andere Verunreinigungen belastet ist

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Technologien zur Wasseraufbereitung

Der weltweit wachsende Bedarf an Wassereinsparung und -wiederverwendung hat zur Entwicklung innovativer Technologien zur Wasseraufbereitung geführt. Dieser Beitrag konzentriert sich auf Innovationen im Bereich der Filtrationsmembran-Verfahren, aber es sind auch andere Technologien auf dem Markt vertreten:



Physikalisch-chemische Behandlung

Konzentriert sich in erster Linie auf die Abtrennung von Schwebstoffen, was hauptsächlich durch chemische Zusätze erreicht wird, die bei der Aufbereitung von Wasser eingesetzt werden.



Biologische Behandlung

Einsatz von Bakterien zur Behandlung organischer Verunreinigungen im Wasser. Weit verbreitet in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie in der Zellstoff- und Papierindustrie, die Abwasser mit hohem Kohlenstoff- oder Stickstoffgehalt produzieren.



Adsorption

Anlagerung von Schadstoffen an ein festes Material (Adsorptionsmittel). So wird beispielsweise Kohlenstoff vor allem zur Entfernung organischer Stoffe aus Wasser- und Abwasserströmen eingesetzt.



Entfernung gelöster Feststoffe

Technologie, die Salze, Mineralien und andere Stoffe aus dem Wasser entfernt. Zum Beispiel werden beim Ionenaustausch unerwünschte gelöste Ionen in Wasser und Abwasser entfernt, die oft als Schadstoffe im Wasser auftreten.²¹



Desinfektion

Verfahren, bei denen Mikroorganismen zerstört oder inaktiviert werden, sodass ihr Wachstum und ihre Vermehrung beendet werden. Eingesetzt als letzter Schritt bei Anwendungen zur Wiederverwendung von Wasser.

Wissen Sie, was Reinstwasser ist?

Reinstwasser ist Wasser, das so nah wie möglich an reinem H₂O hergestellt wurde. Würden wir Menschen ultrareines Wasser trinken, verlören wir viele wichtige Elektrolyte und fühlten uns unwohl. Reinstwasser wird in der Halbleiter- und Pharmaindustrie sowie im Labor verwendet, wo eine Verunreinigung durch gelöste Partikel problematisch wäre.²²

Das künftige Wachstum dürfte von der Halbleiterindustrie angetrieben werden, für die in den nächsten 10 Jahren ein Wachstum von 8 % p.a. prognostiziert wird. Gleichzeitig steigen die Anforderungen in den Bereichen KI und Rechenzentren und die Pharmaindustrie expandiert aufgrund der steigenden Bevölkerungszahl.²³

²¹ [AtlasScientific: Ion Exchange In Water Treatment](#), ²² [ELGAVeolia: Ultra-pure Water](#), ²⁰ [CDP: Water security needs to step into the limelight at COP28](#)

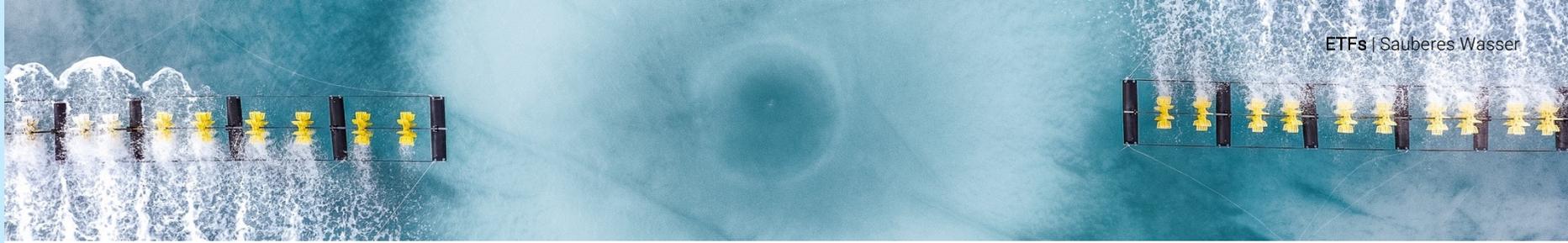
Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere Welt

Wasser-
technologien

Die Chance nutzen



Technologien zur Wasseraufbereitung im Fokus: Membranen

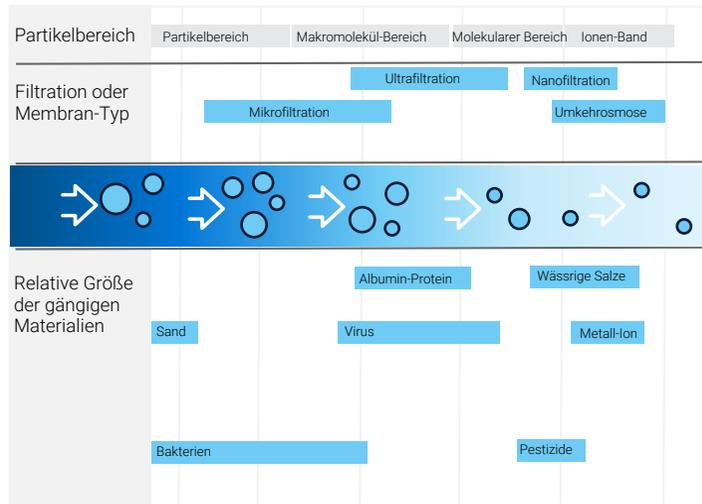
Unter allen Methoden der Wasserwiederverwendung ist die Membrantechnologie besonders hervorzuheben.

Die Membrantechnologie umfasst eine Vielzahl von Flüssigkeitsfiltrations- und Trennverfahren (von der größten bis zur kleinsten Porengröße): Mikrofiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration und Umkehrosmose. Da keine Wärmequelle benötigt wird, verbraucht die Membrantrennung in der Regel viel weniger Energie als andere ähnliche Verfahren.

Ultrafiltration und Mikrofiltration entfernen Bakterien und Krankheitserreger, während die Graphen-gestützte Adsorption auf neu auftretende Verunreinigungen wie Antibiotika, Medikamente, sogenannte "Ewigkeits-Chemikalien" (PFAS) und Schwermetalle abzielt. Die Verschärfung der Vorschriften für die Abwassereinleitung in China und Indien sowie die strengeren Trinkwasserstandards in den USA treiben das Wachstum voran.

Das Wachstum bei den Membranen wird nicht nur durch die steigende Nachfrage, sondern auch durch den Ersatzbedarf angetrieben, da die Membranen Oberflächenproblemen wie Ablagerungen und Fouling ausgesetzt sind. Zu den Behandlungslösungen gehören Antiscalants, Reiniger, Biozid-Kontrollmittel, Membran-Hilfsstoffe, Chlorabsorber und Mittel zur Membrankonservierung (Kurita). Außerdem können die Membranen selbst mit Bakterien verunreinigt werden, so dass das gefilterte Wasser möglicherweise behandelt werden muss.

Technologien zur Membrantrennung



²⁴ Filtration+Separation: [10 current trends in filtration and separation](#), 2023

²⁵ Straits Research: [Membrane Separation Technology Market](#), 2022

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

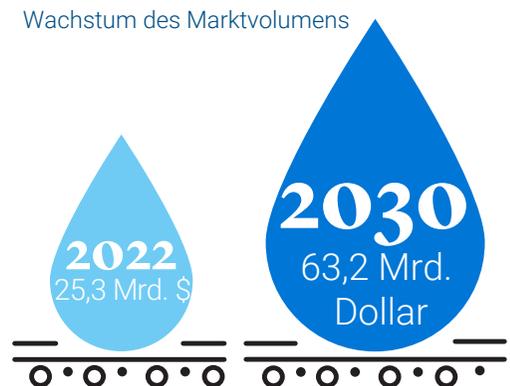
Neue Materialien wie Graphen oder Membranen, die der Natur nachempfunden sind, könnten die nächste Innovationswelle in im Bereich der Wassertechnologie einleiten.

Die Membrantechnologie wird nicht nur noch feiner und präziser sein, sondern auch zunehmend digitalisiert werden. KI kann zur Überwachung und Optimierung von Filtersystemen in Echtzeit eingesetzt werden.

Variablen wie Druck und Durchflussmengen können gesteuert werden, um die Filtrationseffizienz zu maximieren. KI ermöglicht die Entwicklung von Filtern, die sich besser an spezifische Anforderungen anpassen können.

Die Möglichkeiten reichen von der Anpassung an variable Partikelgrößen bis zur Berücksichtigung den spezifischen chemischen Eigenschaften der zu filternden Stoffe.²¹

Der Weltmarkt für Membrantrenntechnik wurde 2022 auf 25,3 Mrd. Dollar geschätzt. Bis 2030 soll er 63,2 Mrd. \$ erreichen, mit einem Wachstum von durchschnittlich 12,1 % p.a. zwischen 2023 und 2031,²². Treiber sind zunehmende Auflagen für die Einleitung von Abwässern und die steigende Nutzung in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie.

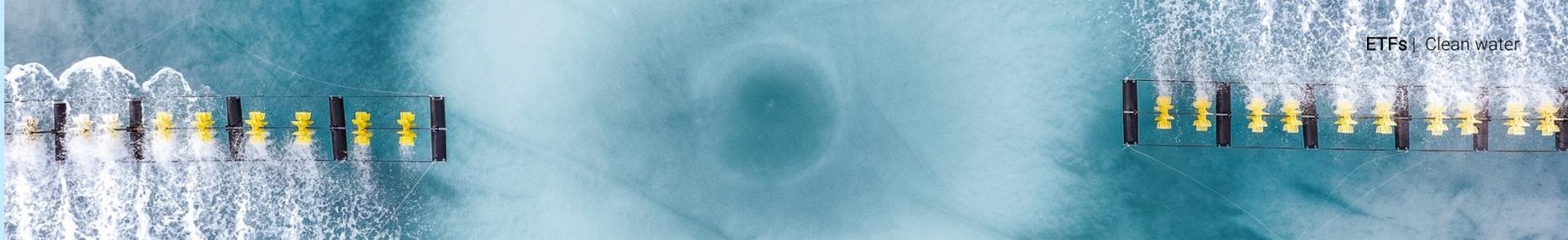


Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Wassertechnologien für KI im Fokus: wasserbasierte Kühlungslösungen

Rechenzentren werden mit einer Vielzahl von Systemen gekühlt, und die Betreiber verwenden oft unterschiedliche Lösungen für ihre weltweiten Standorte. Es gibt keine Einheitslösung, da das lokale Klima vorgibt, welche Systeme am besten geeignet sind. Während einige Rechenzentren zu alternativen Kühlmethoden übergehen, sind nach wie vor Verdunstungskühltürme üblich, die Luft durch Verdunstung von Wasser kühlen. In diesen Kühlsystemen werden täglich Millionen von Litern Wasser verdampft.²⁶

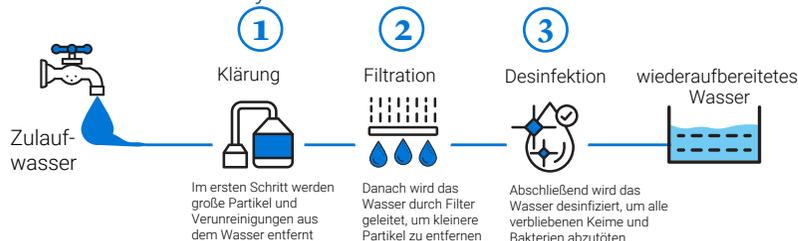
Wenn Kühlsysteme auf Wasserbasis verwendet werden müssen, kann die Entnahme durch Nutzung alternativer Wasserquellen reduziert werden.

Während Trinkwasser die gängigste Wasserquelle für Rechenzentren ist, wächst das Interesse an Quellen wie Regenwasser, Meerwasser und recyceltem kommunalem Abwasser, insbesondere in wasserarmen Regionen.

Einige Kühlsysteme sind so konzipiert, dass sie das Wasser im Kreislauf halten, um Verluste zu minimieren, indem sie Regen- und Grauwasser auffangen oder Wasser für die örtliche Kommune wiederaufbereiten. Das Google-Rechenzentrum im finnischen Hamina war beispielsweise das erste, das ein modernes Meerwasserkühlsystem verwendete.

Verschiedene Technologien zur Wasseraufbereitung sollten von diesem Trend profitieren, z.B. Filter und Membranen, Umkehrosmose und Desinfektion.

Wie wird Abwasser recycelt?



Auch mit intelligentem Wassermanagement lässt sich die Effizienz steigern. Effektiv sein könnte zum Beispiel die Umstellung von der herkömmlichen Kühlung auf eine gezielte Kühlung, die sich auf einzelne Serverreihen konzentriert. Darüber hinaus nutzt Google KI und Machine Learning, um neuronale Netze in seinen Rechenzentren zu trainieren und so den Energieverbrauch zu optimieren.

Quelle: ²⁶ [Lenovo Story hub](#), ²⁷ [Microsoft](#), [AKCP](#)

Hauptrisiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es gibt keine Garantie dafür, dass die Prognosen eintreten werden.

Wie werden Rechenzentren gekühlt?

Rechenzentren werden mit einer Vielzahl von Systemen gekühlt, und die Betreiber verwenden oft unterschiedliche Lösungen für ihre weltweiten Standorte.²⁷



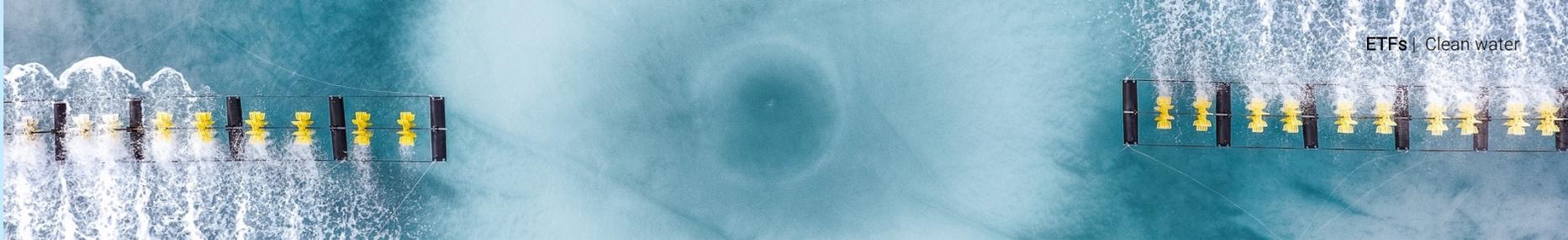
Kühlsystem	Beschreibung	Wasser- verbrauch	Beschränkungen
Offener Kühlturm	Verlässt sich auf Wasserverdunstung. Das Wasser wird dazu durch die Serverräume gepumpt, um die Wärme aus dem Rechenzentrum aufzunehmen. Die Kühltürme kühlen dann dieses erhitzte Wasser, indem sie es der Luft aussetzen, wobei ein Teil des Wassers verdampft.	Hoch bis mittel 	Wasserintensiv
Adiabatische	Kombiniert Luftkühlung und Wasserverdampfung zur Steigerung der Kühleffizienz. Die Luft zirkuliert durch die Serverräume und nimmt dabei Wärme auf. Die erwärmte Luft strömt durch einen Wärmetauscher, wo sie durch Außenluft abgekühlt wird, welche mittels Wasserverdunstung gekühlt wurde.	Mittel bis niedrig 	Funktioniert am besten in trockenem Klima
Freie Luftkühlung	Verwendet das ganze Jahr über Außenluft. Bei der freien Luftkühlung wird kühle Außenluft über Lüftungsschlitze und Lamellen zugeführt und warme Luft aus dem Rechenzentrum abgeführt.	Keiner	Nur für kalte Regionen geeignet

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Wassertechnologien für AI im Fokus: Lösungsanbieter

Mit der zunehmenden Komplexität der Anforderungen des Sektors an die Wasserqualität wachsen auch die Möglichkeiten für das Outsourcing der Wasseraufbereitung, was wiederum Chancen für Lösungsanbieter schafft. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgeführt:



Ecolab* - Lösungen für das Wassermanagement in Rechenzentren

Ecolab ist ein weltweit führender Anbieter von Lösungen für die Wasseraufbereitung, Hygiene und Infektionsprävention mit besonderem Schwerpunkt auf dem Industriesektor.

Das Unternehmen betont die Bereiche Global High-Tech und Ecolab Digital als wichtige Wachstumstreiber für die Zukunft hervor. Ecolab Digital setzt KI ein, um Einblicke zu gewinnen und die Leistung der Anlagen zu optimieren. Gleichzeitig entwickelt sich der Bereich Global High-Tech, der Kühlung für Rechenzentren und Wasserkreisläufe für mikroelektronische Fabriken umfasst, zu einem starken neuen Geschäftsfeld von Ecolab.

Die 3D TRASAR-Kühlwasserprogramme von Ecolab integrieren intelligente Sensortechnologie und industrielle Wasseraufbereitungstechnologie zur Optimierung von Kühlsystemen. Das Unternehmen hat mit einer zentralen Wasseraufbereitungsanlage, die für eine Million Quadratmeter Bürofläche sowie für die Kühlung des Rechenzentrums vor Ort zuständig ist, jährlich 2,9 Millionen Gallonen Wasser eingespart. Dies ermöglicht jährliche Kostensenkungen von 15.532 US-Dollar.²⁸

Quelle:²⁸ [Ecolab company website](#), ²⁹ [Xylem company website](#)

Hauptrisiken

Die Informationen dienen nur zur Veranschaulichung. Die Erwähnung eines bestimmten Wertpapiers bezieht sich auf die Vergangenheit und bedeutet nicht, dass das Wertpapier derzeit in einem L&G-Portfolio gehalten wird oder werden soll. Ist oder in einem L&G-Portfolio gehalten wird. Die obigen Informationen stellen keine Empfehlung zum Kauf oder Verkauf eines Wertpapiers dar.



Xylem* - Lösungen für die Wasseraufbereitung in Rechenzentren

Xylem ist ein weltweiter Anbieter von Wassertechnik, der sich auf Pumpen, Analyseinstrumente und Abwassertechnologie spezialisiert hat.

Das Unternehmen stellte fest, dass trotz gestiegener Zinsen die Nachfrage auf dem Endmarkt stabil geblieben ist. Die Zunahme der inländischen Produktion und der Ausbau von Rechenzentren werden voraussichtlich die Energienachfrage erhöhen, was wiederum für mehr Nachfrage nach Wasseraufbereitung sorgen dürfte.

Xylem bietet moderne Lösungen zur Wasseraufbereitungsanlagen auch für Rechenzentren an. Ein globales Hyperscale-Rechenzentrum, das Technik von Xylem einsetzt, konnte den Wasserverbrauch im Vergleich zur herkömmlichen Sandfiltration um 40 % senken und den Wartungsaufwand beim Kühlturm halbieren.²⁹



Organo* - Herstellung von ultrareinem Wasser

Organo ist auf die Herstellung von Prozess- und Reinstwasser spezialisiert und beliefert vor allem die Energie- und Mikroelektronikindustrie in Taiwan und Japan. Über 60 % seines Umsatzes stammen aus dem Bereich der Wasseraufbereitung für die Halbleiterindustrie. Seit der Installation seiner ersten Wasseraufbereitungsanlagen in den frühen 2000er Jahren ist Organo für die Produktion und Lieferung von Reinstwasser in fast allen Werken von TSMC* verantwortlich.

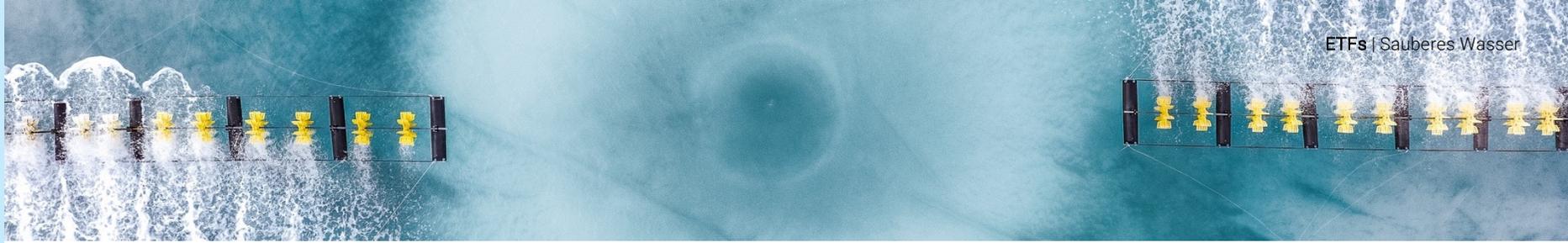
Bei der Instandhaltung von Reinstwasseranlagen werden meist hochwertige und leistungsfähige Materialien wie Ionenaustausch-Harze und Wasseraufbereitungsmembranen verwendet. Bei der Abwasseraufbereitung werden dagegen auch viele Verbrauchsmaterialien wie Chemikalien und Funktionswasser verwendet. Daher sind bei der Instandhaltung von Reinstwasseranlagen die Gewinnspannen tendenziell höher als bei der Abwasseraufbereitung.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



Mehr Effizienz beim Wasserverbrauch: Technologien zum Wasser-Management

Neben der Erhöhung der Menge und Qualität des nutzbaren Wassers ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Wassernutzung effizienter wird. Mit digitalen Lösungen zur verbesserten Überwachung und Modellierung wollen Wasserversorger zunehmend die Belastbarkeit und Flexibilität der Wassernetze verbessern. Dabei geht es nicht nur um die Einsparung von Wasser; Versorger müssen auch Lösungen zur Verringerung der Wasserverluste einführen, die im System auftreten und denen kein Ertrag gegenübersteht.

Der erste Schritt zur Gewährleistung eines widerstandsfähigen Wassernetzes ist die Erkennung und Behebung von Lecks. Akustische Sensoren, die entlang der Rohrleitungen installiert werden, können Lecks in Echtzeit erkennen und melden. Sie liefern den Betreibern Informationen zur Planung und Behebung von Lecks, bevor ernstere Probleme auftreten. Aufgrund ihrer Fähigkeit, Leckagen über große Entfernungen zu erkennen, sind akustische Sensoren unverzichtbar für die effiziente Wasserverteilung geworden.

Die von den Sensoren gelieferten Daten zeichnen ein wichtiges Bild für die Wasserversorger. Doch für ein vollständig robustes System ist eine ganzheitliche Sicht erforderlich. Digitale hydraulische Modelle ganzer Wasserverteilungsnetze bieten den Betreibern eine Fülle von Informationen für Planung, Management und Reaktion auf Ereignisse. Es gibt im Wesentlichen zwei Arten von digitalen Modellen:

Offline-Modell



Beim Offline-Modell, das am verbreitetsten ist, werden die Auswirkungen auf das Netz auf Basis historischer Daten von Sensoren, Durchflussmessgeräten oder Reports über Überläufe vorhergesagt. Offline-Modelle werden anhand von Praxiserfahrungen kalibriert, um ein genaueres Bild des Netzes im Zeitverlauf zu erhalten.

Online-Modell



Online-Modelle bieten eine umfassendere und dynamischere Sicht auf ein Wassernetz und nutzen Echtzeitdaten von Live-Sensoren und -Monitoren, oft in Kombination mit Wetter-, Gezeiten- oder anderen Umweltdaten.

Online-Modelle nutzen jetzt KI und maschinelles Lernen, um im Vorfeld von Ereignissen zu warnen. So können die Betreiber handeln, indem sie Wasser- oder Abwasserströme von Problembereichen weglenken und Infrastrukturen wie Regenrückhaltebecken oder sogar latente Kapazitäten im Rohrnetz voll ausnutzen. In vielen Fällen können intelligente Ventile und Druckmesser automatisch reagieren, um das Gleichgewicht in den Wassersystemen aufrechtzuerhalten und Wasserverluste zu verringern. In Anbetracht des direkten Zusammenhangs zwischen der Überdruckbelastung von Leitungen und der Zunahme von Leckagen ist diese Art der Überwachung für Versorger, die eine alternde Infrastruktur verwalten, von entscheidender Bedeutung für die Verringerung der Wasserverluste.

Nicht nur Probleme mit zuviel Wasser können mit digitalen Lösungen bewältigt werden, sondern zunehmend auch Probleme mit zu wenig Wasser. Die Bewältigung von Dürreperioden durch Szenariotests unter Verwendung detaillierter Digitaler Zwillinge ist bereits entscheidend, da der Klimawandel Wetter und Niederschlagsmuster beeinflusst.

Der Weltmarkt für digitale Lösungen und -dienstleistungen zur Wassereinsparung wird zwischen 2023 und 2028 voraussichtlich mit durchschnittlich etwa 12,7 % p.a. wachsen.

Quelle: Global Digital Water Solutions and Services Market Research Report Feb 2023 <https://www.markteladvisors.com/research-library/digital-water-solutions-and-services-market.html#~:text=Der%20Globale%20Digitale%20Wasser%20lösungen%20und%20Dienstleistungen%20Markt,wie%20lösungen%20zur%20Wassereinsparung%20effizient%20%26%20wirksam,sind>

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

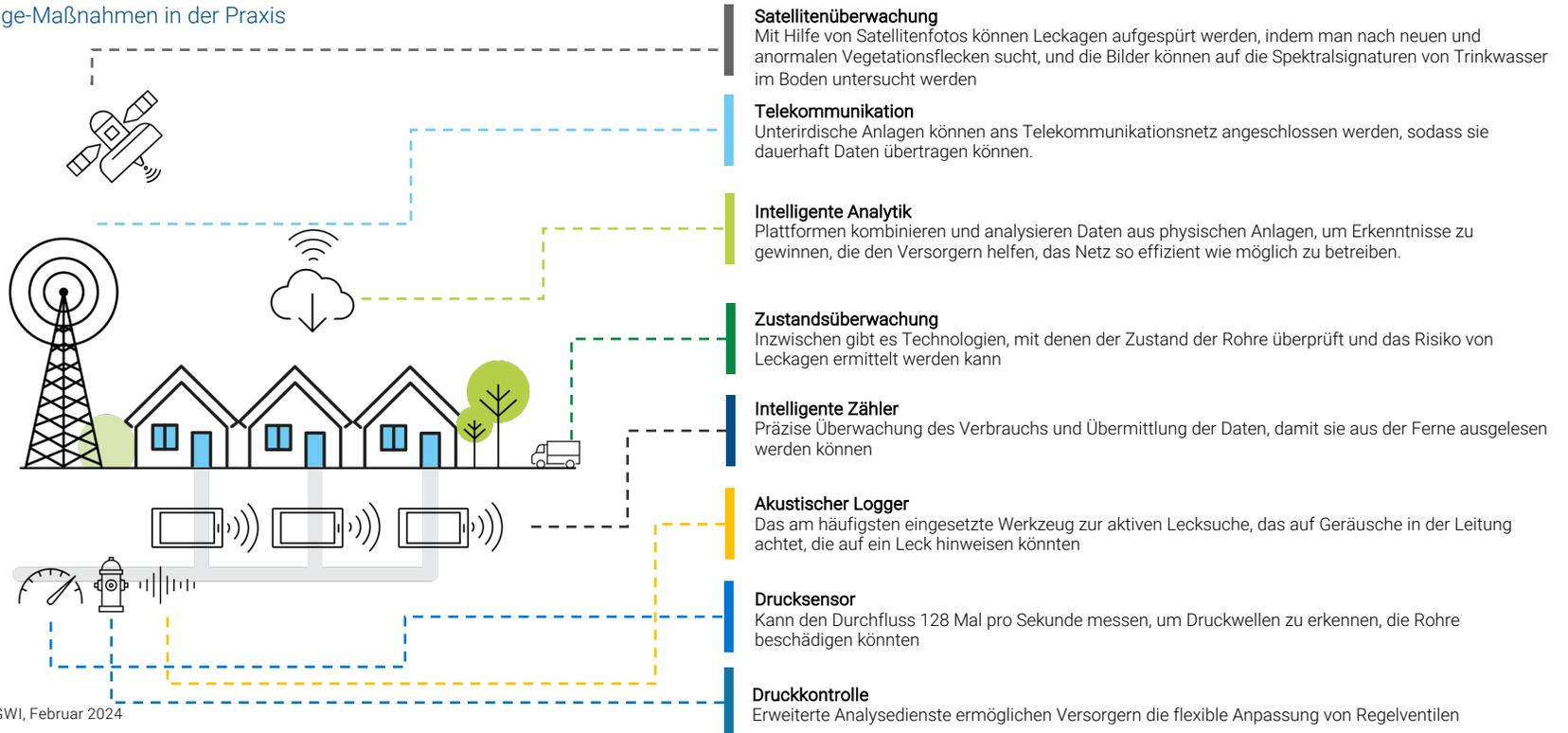
Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

Vermeidung von Frischwasserverschwendung durch Leckagen

Jede Technologie spielt eine wichtige Rolle bei der Kontrolle von Leckagen, sei es beim Auffinden von Leckagen oder beim Druckmanagement, um das Risiko von Leckagen von vornherein zu verringern. Durch Integration dieser Technologien könnte der Wasserverlust auf unter 10 % gesenkt werden.

Leckage-Maßnahmen in der Praxis



Quelle: GWI, Februar 2024

Wesentliche Risiken

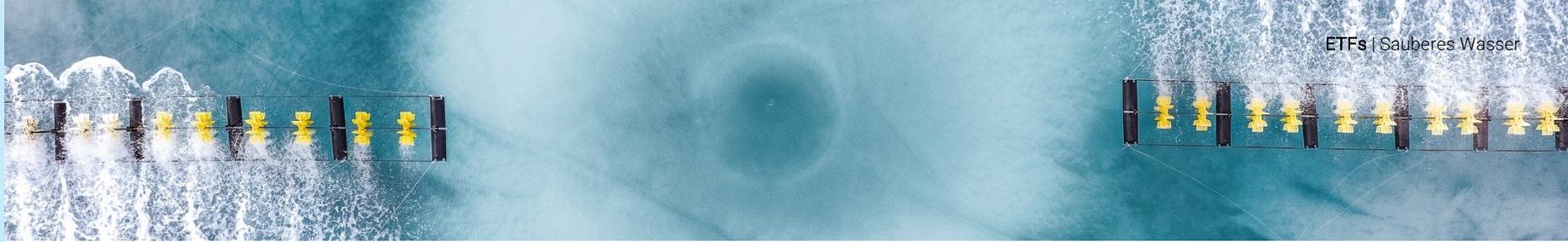
Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen

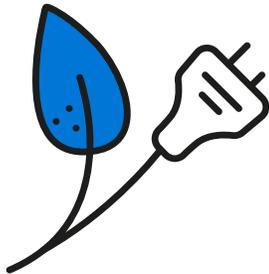


Die Zukunft der Wasserinfrastruktur

Wie sieht ein vollständig integriertes und zukunftssicheres System mit den in diesem Papier erwähnten Technologien aus? Emissionsfrei, intelligent und selbsterhaltend.

Emissionsfrei

Viele Gebiete der Welt, die am stärksten vom Klimawandel und der Wasserknappheit betroffen sind, verfügen über ein hohes Potenzial für die Erzeugung von Strom aus Solar- und Windenergie. Durch Kombination der effizientesten erneuerbaren Energien und Technologien wie hochwirksame Umkehrosmose zur Entsalzung besteht die Möglichkeit, die Wasserverfügbarkeit weltweit drastisch zu verbessern.



Quelle: Neom, 2023

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

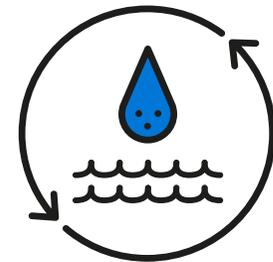
Intelligent

Intelligente Systeme können ein Maß an Effizienz und Verlustvermeidung erreichen, das in der Vergangenheit unvorstellbar gewesen wäre. In vielen Städten der Welt gehen 30-60 % des Wassers aufgrund alter oder fehlerhafter Infrastruktur verloren. Moderne intelligente Systeme zielen auf eine Verlustrate von nur noch 3 % ab, was einen enormen Effizienzsprung darstellt.



Selbsterhaltend

Durch Management des gesamten Wasserkreislaufs, einschließlich der Wiederverwendung von Abwasser lassen sich geschlossene Systeme schaffen, welche die Gesamteffizienz maximieren. Diese Netze erzeugen zusätzliche wertvolle Produkte: Salze oder andere Mineralien aus Meerwasser wie Natriumhydroxid und Gips, Dünger oder Energie aus Biomasse. Die Erschließung dieser Outputs kann zusätzlichen Wert schaffen und die Selbsterhaltung fördern.

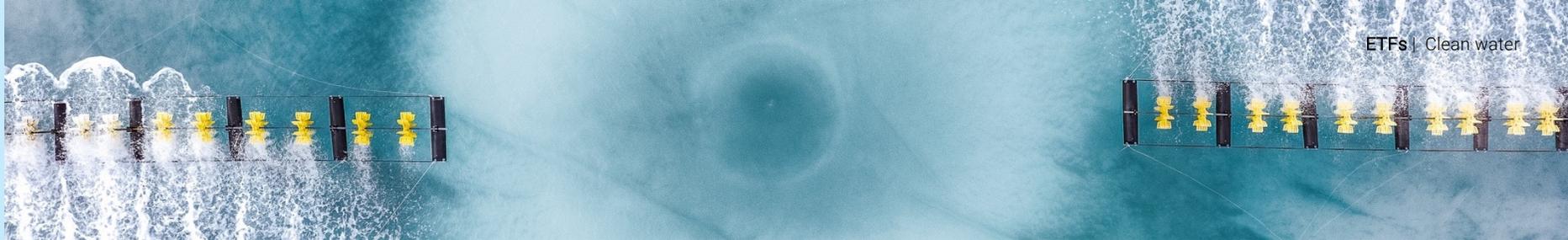


Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

Die Chance nutzen



KI für die gesamte Wasserwirtschaft: Eine intelligente Zukunft

Vorausschauende Wartung zur Priorisierung von Infrastruktur-Upgrades.

Die alternde Infrastruktur wird weiter leiden, wenn wir nicht intelligentere Managementstrategien anwenden. Dank prädiktiver KI können Versorger mögliche Schwachstellen schnell erkennen, Prioritäten für die Wartung setzen und Ausfälle verhindern, bevor sie auftreten.

Zum Beispiel arbeiten Itron, Inc* und VODA.ai* zusammen, um die Identifizierung und Prognose von Mängeln an Rohranlagen zu vereinfachen, die ersetzt bzw. saniert werden müssen oder Blei enthalten. Itron wird dabei Pipe Asset Management einführen - eine Lösung, mit der Versorger die mit dem Tausch von Rohrleitungen verbundenen Kosten senken können, indem sie detaillierte Zählerdaten von Itron und dem KI-Engine von VODA.ai kombiniert.³⁰

Sicherstellung einer stabilen Wasserversorgung

Um auch bei Reparaturen eine stetige Wasserversorgung aufrechtzuerhalten, können KI-Algorithmen Durchflussdaten in Echtzeit analysieren. Anhand darauf basierender Erkenntnisse können Versorger Wasserdurchfluss und -druck anpassen, um Wasserverluste zu minimieren und die Leistung des Netzes zu verbessern.

Messdienstleister bauen zunehmend KI- und Analysefunktionen aus, um die Datenanalyse und Zuverlässigkeit zu verbessern. Inzwischen gibt es Software, mittels KI automatisch die erforderlichen Zählerinformationen (wie Seriennummern und Messwerte) anhand eines von Kunden und/oder Technikern aufgenommenen Fotos ermitteln.

Quelle: ³⁰ [Company announcement](#) ³¹ [Bluefield research, 2022](#)

Hauptrisiken

Angaben nur zu Illustrationszwecken. Die Erwähnung eines bestimmten Wertpapiers erfolgt mit Bezug zur Vergangenheit und bedeutet nicht, dass das Wertpapier derzeit in einem L&G-Portfolio gehalten wird oder werden wird. Die obigen Informationen stellen keine Empfehlung zum Kauf oder Verkauf eines Wertpapiers dar.

Überwachung der Wasserqualität für Versorger

KI-gestützte Sensoren überwachen die Wasserqualität kontinuierlich in Echtzeit. Diese Sensoren erkennen Veränderungen bei Parametern wie pH-Wert, Eintrübung und Verunreinigungen. KI-Algorithmen analysieren diese Daten, um potenzielle Gefahren zu erkennen und sicherzustellen, dass das Wasser für den Verbrauch geeignet bleibt.

Intelligente Bewässerungssysteme

KI-gesteuerte Bewässerungssysteme nutzen Daten aus Wettervorhersagen und Bodensensoren, um Bewässerungspläne zu optimieren. So wird sichergestellt, dass die Pflanzen die richtige Menge Wasser zur richtigen Zeit erhalten, was die landwirtschaftliche Effizienz verbessert und Wasser spart.

Erleichterung der Planung globaler Projekte

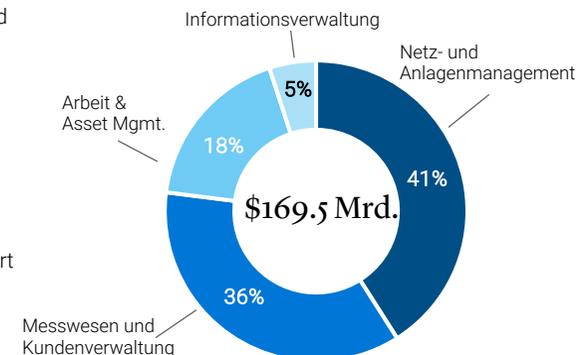
KI kann dabei helfen, Wasserressourcen effizienter zu verwalten. Durch Analyse von Daten zur Wasserverfügbarkeit, zu Nutzungsmustern und zum Bevölkerungswachstum können KI-Algorithmen den Behörden helfen, fundierte Entscheidungen über die Wasserversorgung und die Planung der Infrastruktur zu treffen, insbesondere im Hinblick auf Wasserknappheit.

Integration von KI in die industrielle Wasseraufbereitung

Ähnlich wie die oben genannten Vorteile für Versorger umfasst der Einsatz von KI in der Wasseraufbereitung Echtzeitüberwachung und Fernsteuerung, vorausschauende Wartung und Prozessoptimierung

Auf dem nordamerikanischen Markt besteht eine beträchtliche Nachfrage nach digitalen Wasserlösungen: Es wird erwartet, dass das Marktvolumen von 11,5 Milliarden Dollar im Jahr 2024 auf 23,8 Milliarden Dollar im Jahr 2033 anwächst.

Nordamerikanische kumulierte Ausgaben für digitalen Wasserverbrauch nach Technologien 2024-2033



Ausblick auf den nordamerikanischen Markt für digitale Wasserlösungen



Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
Welt

Wasser-
technologien

Die Chance nutzen



Die Chance nutzen

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere Welt

Wasser-
technologien

Die Chance nutzen



Wasser ist eine Voraussetzung für Wirtschaftswachstum

In diesem Papier wurden Technologien vorgestellt, die die Verfügbarkeit von Wasser erhöhen, die Wasserqualität verbessern und die Effizienz steigern könnten. Angesichts der Bedeutung von Wasser für das tägliche Leben liegt der Wert dieser Technologien auf der Hand. Doch wie sollten Investoren die potenziellen Chancen sehen?

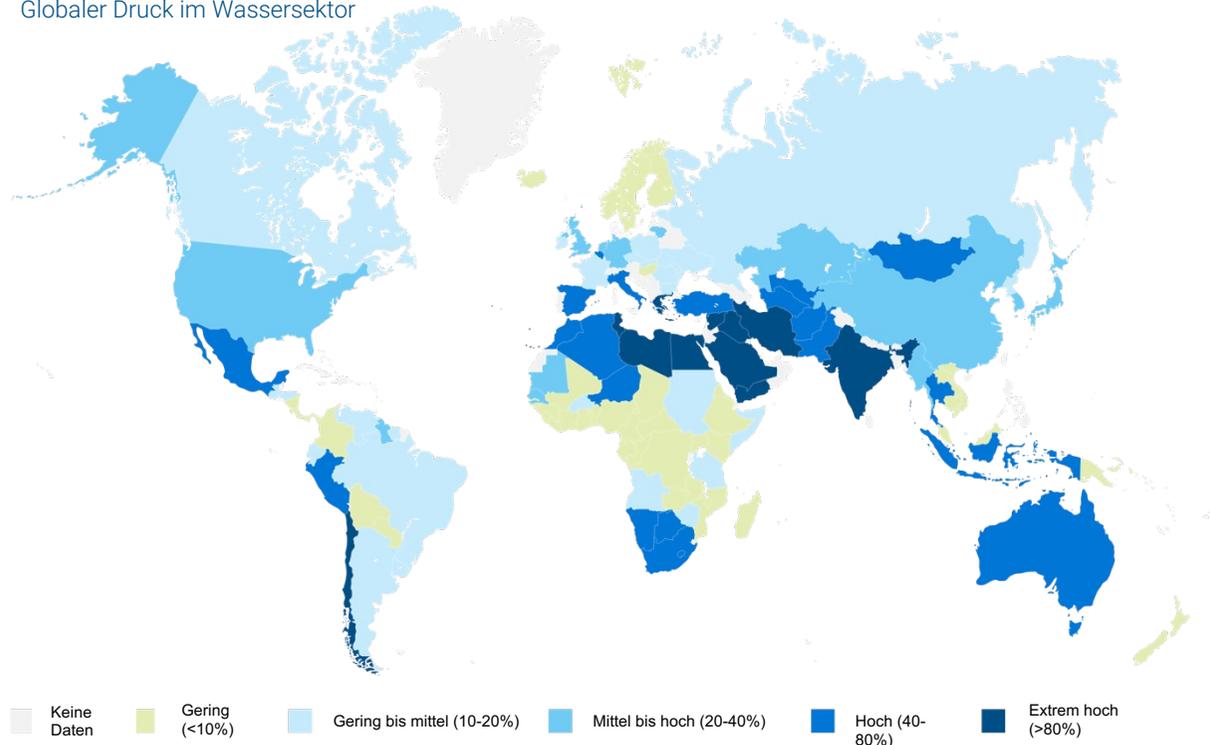
Wirtschaftswachstum (ver)braucht Wasser. Mangelnder Zugang zu sauberem Wasser ist sowohl ein humanitäres Problem als auch ein Hindernis für das Wirtschaftswachstum. In den aufstrebenden Regionen - lange Zeit der Wachstumsmotor der Weltwirtschaft könnte die Dynamik in den nächsten 30 Jahren aufgrund des fehlenden Zugangs zu sauberem Wasser schätzungsweise um bis zu 6 % sinken.³³

Geopolitische Risiken im Nahen Osten (Tigris-Euphrat), in Indien und Pakistan (Indus) und in Nordostafrika (Nilbecken) werden durch Wasserknappheit verursacht.

Auch Wasser und Klimawandel sind miteinander verbunden, da steigende Temperaturen die Systeme zur Wasserbewirtschaftung zusätzlich belasten. 90 % der Naturkatastrophen, darunter Überschwemmungen, Dürren und Stürme, hängen mit Wasser zusammen³⁴. Deshalb sind weitere Investitionen in die nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen eine wichtige Voraussetzung für die Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels.

Laut Modellen werden 33 Länder bis 2040 mit extrem hohem Druck im Wassersektor konfrontiert sein.³⁵

Globaler Druck im Wassersektor



³² The World Bank: [Water overview](#), 2024 ³³ World Economic Forum: [Liquid asset: why we won't solve the climate crisis without fixing water](#), 2023. ³⁴ [World resources institute](#)

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere Welt

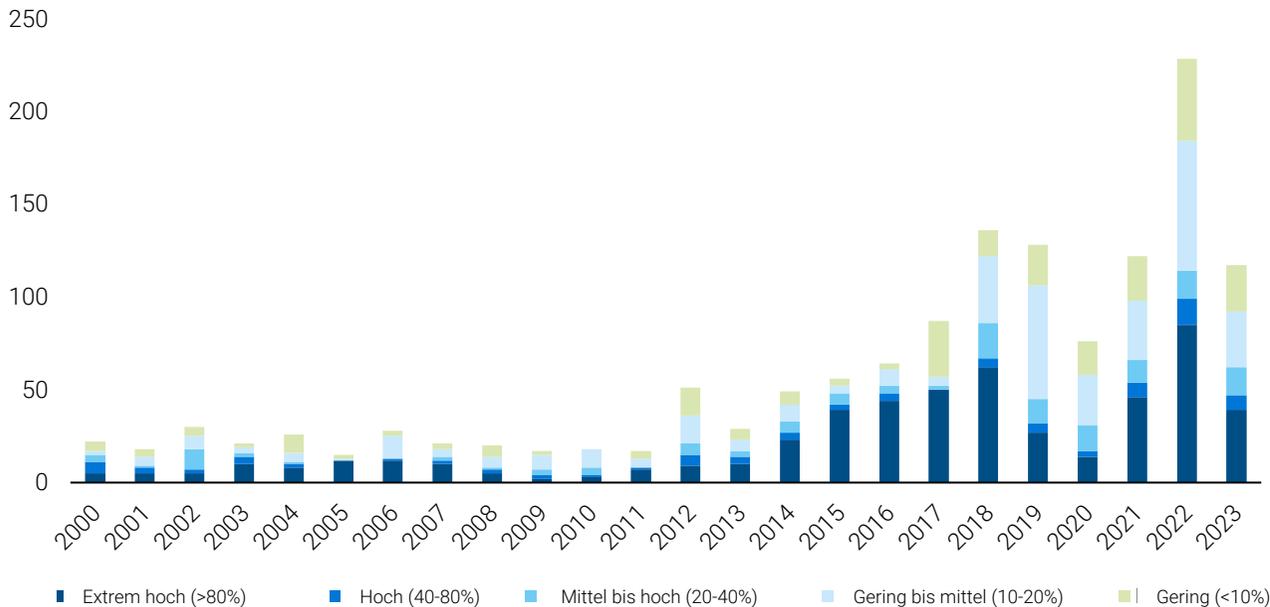
Wasser-technologien

Die Chance nutzen



Konflikte über die Kontrolle von Wasserressourcen nehmen zu

Globale Wasserkonflikte



Daten sind auf Worldwater.org zu finden (2023: 117 Konflikte, 2022: 228 Konflikte, 2021: 112 Konflikte)

³⁵ World Resources Institute: [Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040](#), 2015 ³⁶ CME Group: [Nasdaq Veles California Water Index](#), 2024

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Wussten Sie das?

Angesichts der Bedeutung von Wasser als wichtiger Rohstoff für viele Industriezweige sind Nutzer und Investoren daran interessiert, den Wasserpreis direkt abzusichern.

Mit der Einführung der Nasdaq Veles California Water Index Futures an der CME im Jahr 2020 ist dies möglich. Diese Futures repräsentieren den größten Einzelmarkt für Wasser in den USA, und ermöglichen Marktteilnehmern den Zugang zum Preis des Rohstoffs selbst.

Wasser-Futures sind historisch gesehen nicht sehr liquide und müssen sich noch etablieren, bevor Wasser in breite Rohstoffindizes wie dem Bloomberg Commodity Index (BCOM) aufgenommen werden kann.³⁶

Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere
WeltWasser-
technologien

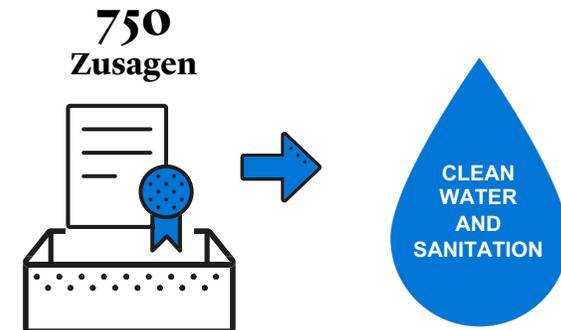
Die Chance nutzen



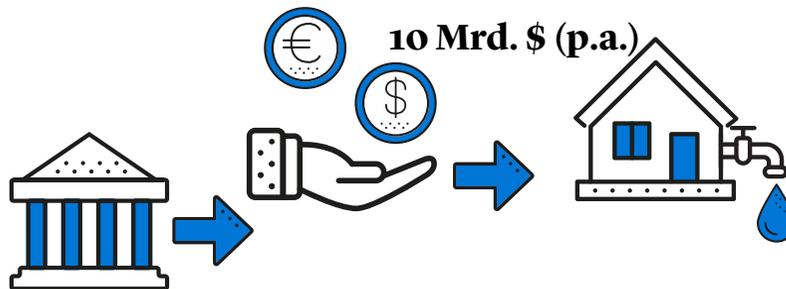
Internationale Organisationen schärfen das Bewusstsein für die Wasserproblematik

Angesichts der Krise im Wassersektor ist es keine Überraschung, dass das Thema zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit und der Politik rückt. Die UN Water Conference im März 2023 war die erste ihrer Art seit fast 50 Jahren. Dort wurden mehr als 750 Selbstverpflichtungen, Zusagen und Maßnahmen von öffentlichen, zwischenstaatlichen, privaten und zivilgesellschaftlichen Akteuren hinsichtlich der Water Action Agenda unterzeichnet. Das SGD6-Ziel der UNO (2015 ins Leben gerufen) konzentriert sich auf Wasser und Sanitärversorgung.³⁷

In Europa und Nordamerika gibt es bereits etablierte Vorschriften in Bezug auf Wasser und Abwasser. China und Indien holen unterdessen mit Vorschriften zur Entfernung von Mikroverunreinigungen aus dem Trinkwasser und zur Vermeidung von Umweltschäden durch unbehandelten Schlamm auf.



3 Mrd. € (p.a.)



Großinvestitionen reformieren die Wasserwirtschaft

Im Durchschnitt finanziert die Europäische Investitionsbank jedes Jahr Wasserinfrastrukturprojekte im Wert von 3 Mrd. EUR. Dabei werden etwa 30% dieser Projekte außerhalb der EU durchgeführt³⁸, unter anderem in einigen der ärmsten von Dürre betroffenen Ländern der Welt in Afrika, Asien, Lateinamerika und im Nahen Osten.

In den USA wurden über das Bipartisan Infrastructure Law der Environmental Protection Agency bis 2026 mehr als 50 Mrd. Dollar zur Verfügung gestellt (ca. 10 Mrd. Dollar pro Jahr), um die Trinkwasser-, Abwasser- und Regenwasserinfrastruktur zu verbessern. Dies stellt die größte Einzelinvestition im Wassersektor dar, welche die US-Regierung je getätigt hat.

³⁷ McKinsey: [COP28: Food and water](#), 2023 ³⁸ European Investment Bank: [Maximising scarce resources: EIB updates its water sector policy](#), 2023

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.



Vorwort

Kurzfassung

Eine trockenere Welt

Wasser-technologien

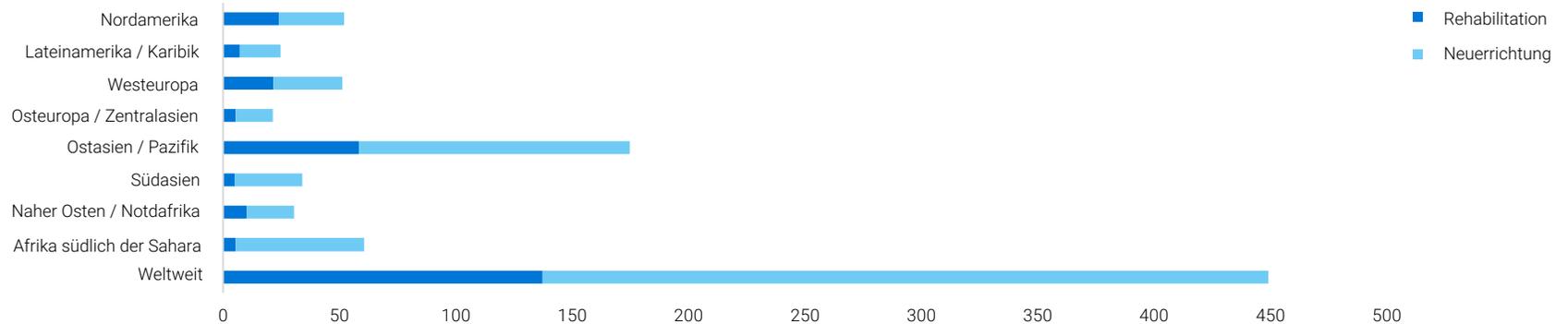
Die Chance nutzen



Auf der Seite der Versorgerunternehmen werden in künftig Wassereffizienz und Wasseraufbereitung im Mittelpunkt stehen

Der europäische Markt kann aufgrund der von der britischen Regulierungsbehörde Ofwat gesetzten Ziele und der EU-Normen für die Wasserqualität als recht ausgereift angesehen werden. Die dortigen Versorger setzen bereits digitale Lösungen zur Verbesserung der Leitungsnetze und zur Modellierung der Wasserströme ein. Am nordamerikanischen Markt wird daran gearbeitet, die Kluft zwischen finanzstarken Organisationen und kleineren Versorgern zu überbrücken. Lateinamerika bietet Chancen für digitale Technologien aufgrund gesetzlicher Vorgaben in Bezug auf Wasserknappheit und Netto-Wasserverluste. Der Nahe Osten und Afrika können von der Einführung von Entsalzungstechnologien und dem Ausbau der Wasserinfrastruktur profitieren. In China, Australien, Singapur und Südkorea gewinnen digitale Technologien zur Wassereinsparung und Verbrauchsmessung hinzu.

Globaler und regionaler Wasserinvestitionsbedarf bis 2030



Auf der Technologieseite halten wir die Bereiche Fluid-Handling und Abwassermanagement für die wichtigsten Wachstumsbereiche

Der Markt für Wassertechnologie wird von 2022 bis 2028 voraussichtlich um 32 % wachse. Dabei dürfte sich der Großteil der Gesamtausgaben nach Technologien auf Ausrüstung für den Flüssigkeitstransport wie Rohre, Pumpen und Ventile konzentrieren. Die Bereiche mit dem höchsten erwarteten Wachstum in den nächsten ~5 Jahren sind die biologische Behandlung (27 % Wachstum bis 2028) und die physikalische/chemische Behandlung (28% Wachstum bis 2028). Hinzu kommt die Nachfrage nach Nährstoffentfernung und modernen Verfahren wie Umkehrosmose. Die Umstellung auf Kreislaufwirtschaft gibt der Schlammbehandlung Auftrieb, für die bis 2028 ein Wachstum von 50 % erwartet wird.³⁹

Der kommunale und industrielle Ausbau im Nahen Osten schafft Möglichkeiten in den Bereichen Entsalzung, Energie und kommunale Abwässer. Wachstumsbereiche in der Region sind aerobe Behandlung, Öl-Wasser-Trennung und Umkehrosmose, zusammen mit den erforderlichen Pumpen und Ventilen. Ein weiterer Wachstumsmarkt ist Indien. Die höchsten Technologieausgaben werden in Ostasien, Europa und Nordamerika getätigt.

³⁹ Quelle: GWI, Dezember 2023

Wesentliche Risiken

Die Annahmen, Meinungen und Schätzungen dienen lediglich der Veranschaulichung. Es kann nicht garantiert werden, dass die Prognosen eintreffen.

Vorwort

Zusammenfassung

Eine trockenere Welt

Wassertechnologien

Die Chance nutzen



Innovative Wassertechnologien, unterstützt durch Schlüsselkomponenten, prägen die Zukunft des Bereichs Sauberes Wasser.

Vor dem Hintergrund der weltweit zunehmenden Wasserknappheit sorgt dies für Wachstum in der gesamten Wertschöpfungskette des Wassersektors und schafft Chancen für Anleger.

Kontaktieren Sie uns!

Bei Fragen zu diesem Bericht wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Ansprechpartner bei L&G oder senden Sie eine E-Mail an Deutschland@lgim.com. Alle Anrufe werden aufgezeichnet. Die Gesprächsgebühren können variieren.



Deutschland@lgim.com



<https://am.landq.com/de-de/adviser-wealth/>



ETF Investment Strategies

Michael Stewart
Aude Martin
Tobias Merfeld
Elisa Piscopiello
Karan Bhanot
Ali Sabri
Shichen Zhao

Hauptrisiken

Der Wert einer Anlage und die daraus erzielten Erträge sind nicht garantiert und können sowohl steigen als auch fallen, und der Anleger erhält möglicherweise weniger als den ursprünglich investierten Betrag zurück. Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist kein Indikator für die zukünftige Wertentwicklung.

Wichtige Informationen

Die Informationen in diesem Dokument sind nur für professionelle Anleger und deren Berater bestimmt. Dieses Dokument dient nur zu Informationszwecken und wir fordern Sie nicht auf, auf der Grundlage dieses Dokuments zu handeln. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen stellen weder ein Angebot noch eine Empfehlung zum Kauf oder Verkauf von Wertpapieren oder zur Verfolgung einer bestimmten Anlagestrategie dar und sind keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung. Alle Anlageentscheidungen, die Sie treffen, sollten auf Ihrer eigenen Analyse und Ihrem eigenen Urteilsvermögen (und/oder dem Ihrer professionellen Berater) beruhen und nicht im Vertrauen auf uns oder die Informationen.

Dieses Dokument erklärt nicht alle Risiken, die mit einer Investition in die Anlagestrategie verbunden sind, und ist nicht abschließend. Sie sollten keine Entscheidung über eine Investition in die Anlagestrategie treffen, ohne vorher mit dem Kundenbetreuer gesprochen zu haben.

Dieses Dokument wurde von Legal & General Investment Management Limited und/oder mit ihr verbundenen Unternehmen („L&G“, „wir“ oder „uns“) erstellt. Die Informationen in diesem Dokument sind Eigentum und/oder vertrauliche Informationen von L&G und dürfen ohne vorherige schriftliche Zustimmung von Legal & General weder ganz noch teilweise vervielfältigt oder an andere Personen weitergegeben oder offengelegt werden. Sie dürfen nicht an Personen verteilt werden, die in einem Land ansässig sind, in dem eine solche Verteilung gegen lokale Gesetze oder Vorschriften verstoßen würde.

Keine Partei hat ein Klagerecht gegen L&G in Bezug auf die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen in diesem Dokument. Wir gehen davon aus, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen und Ansichten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung richtig und vollständig sind, doch sollte man sich nicht auf sie verlassen, da sie sich ohne vorherige Ankündigung ändern können. Wir sind nicht verpflichtet, die Informationen in diesem Dokument zu aktualisieren oder zu ändern. Sofern dieses Dokument Daten von Dritten enthält, können wir nicht für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Zuverlässigkeit dieser Daten garantieren und wir übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung in Bezug auf diese Daten. Diese Finanzwerbung wird von Legal & General Investment Management Limited herausgegeben. Im Europäischen Wirtschaftsraum wird dieses Dokument von LGIM Managers (Europe) Limited herausgegeben, die von der irischen Zentralbank als OGAW-Verwaltungsgesellschaft (gemäß den European Communities (Undertakings for Collective Investment in Transferable Securities) Regulations, 2011 (in der jeweils gültigen Fassung) und als Verwalter alternativer Investmentfonds (gemäß den European Union (Alternative Investment Fund Managers) Regulations 2013 (in der jeweils gültigen Fassung) zugelassen ist und reguliert wird. Der eingetragene Sitz von LGIM Managers (Europe) Limited befindet sich in 70 Sir John Rogerson's Quay, Dublin, 2, Irland, und das Unternehmen ist beim irischen Handelsregister unter der Firmennummer 609677.