

Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement

Stand 05. Februar 2007

**Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft
Wasser**



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Niedrigwasser	2
2 Auswirkungen von Niedrigwasser	5
2.1 Ökologische Auswirkungen	5
2.2 Nutzungsbezogene Auswirkungen	7
3 Strategien zur Verminderung der Auswirkungen	9
4 Leitsätze	12
5 Handlungsempfehlungen	14

Vorwort

In Europa sind Dürren, Niedrigwasser- und Trockenperioden in den letzten Jahren deutlich in den Fokus gerückt. Insbesondere in Südeuropa treffen zunehmend außergewöhnliche Trockenperioden mit steigendem Wasserbedarf für Tourismus und Landwirtschaft zusammen. Die im Jahr 2003 europaweit durch Trockenheit entstandenen volkswirtschaftlichen Schäden übersteigen die des Hochwassers im Jahr 2002. Europäische Leitlinien zum Umgang mit Dürren und Wassermangel sind in Arbeit.

In Deutschland hat die Niedrigwasser- und Hitzeperiode lokal zu Problemen bei verschiedenen Wassernutzern sowie zu Wasserqualitätsproblemen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften im Gewässer geführt. Die Ereignisse haben deutlich gemacht, dass die Vorsorge gegenüber Niedrigwasserereignissen bisher nicht umfassend ist. Unter dem Aspekt des fortschreitenden Klimawandels ist künftig mit größeren und häufigeren Niedrigwasser-, Trocken- und Hitzeperioden zu rechnen. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) kam daher zu der Überzeugung, dass analog zu den bereits vorliegenden Leitlinien und Handlungsanweisungen für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz (LAWA 1995 a, LAWA 2000) eine Leitlinie für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement notwendig ist, um konkrete Hilfen für die spezifischen Fragestellungen in Deutschland zu bieten.

Die vorliegenden Leitlinien richten sich an Planungs- und Wasserwirtschaftsbehörden sowie an Wassernutzer. Auf WasserBLICK (www.wasserblick.net) eingestellte Materialien bieten zusätzliches Hintergrundwissen zum Thema Niedrigwasser sowie eine umfangreiche Literaturliste. Die Leitlinien zeigen Strategien zur Verminderung der Auswirkungen von Niedrigwasser auf und formulieren Leitsätze und Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement. Der Vorsorge - sowohl im Hinblick auf eine Abschwächung des Extremereignisses Niedrigwasser als auch gegenüber den Folgen eines außergewöhnlichen Niedrigwasserereignisses - kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

1 Niedrigwasser

Niedrigwasser ist ein natürliches Ereignis. Ursache von Niedrigwasser ist meist eine länger andauernde Trockenperiode, in der die Wasservorräte in Grundwasser und Seen durch Verdunstung und Abfluss reduziert werden. Die Ursache „Trockenperiode“ kann zeitlich weit vor der Wirkung „Niedrigwasserperiode“ liegen. Natürliche Niedrigwasser werden durch Niederschlagsmangel oft in Verbindung mit hoher Verdunstung oder durch die Speicherung des Niederschlags in der Schneedecke, in Gletschern und im gefrorenen Untergrund hervorgerufen.

Niedrigwasser - Ursachen und Einflüsse

- Ausbleiben von Niederschlägen
- meteorologische Bedingungen wie Wind, Hitze oder Frost
- hydrologische Voraussetzungen wie die Höhe der Grundwasserstände
- anthropogene Einflüsse

Zeitpunkt und Ausmaß des Niedrigwassers hängen von Lage und Eigenschaften des Einzugsgebietes ab. In Mitteleuropa sind im Wesentlichen zwei Typen charakteristisch:

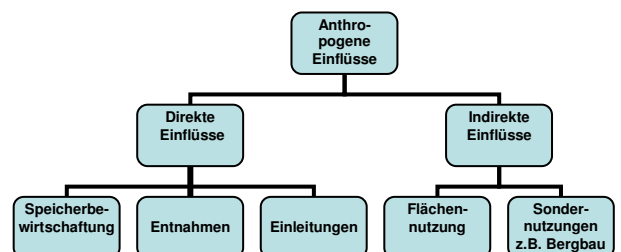
- Im überwiegend ozeanisch geprägten Klima treten Niedrigwasserereignisse vor allem im Sommer oder Herbst auf. Bei lang anhaltender Trockenheit ist der Abfluss als Leerlaufen des Grundwasserspeichers anzusehen, dessen Füllung vor allem von den Winterniederschlägen abhängt.
- Unter alpinen Verhältnissen bleibt der Winterniederschlag in den Hochlagen als Schnee liegen. Niedrigwasser tritt deshalb vor allem im Frühjahr vor der Schneeschmelze in den Hochlagen auf.



Abb. 1: Niedrigwasser am Rhein 2003

Anthropogene Einflüsse

Durch den Menschen herbeigeführte Verstärkungen oder Abschwächung der Niedrigwasserverhältnisse lassen sich nicht immer klar von den natürlichen Schwankungen der niedrigen Abflüsse und Wasserstände abgrenzen. Dabei kann der Mensch die Niedrigwasserverhältnisse bereits weit in der Vergangenheit beeinflusst haben.



Veränderungen von Niedrigwasser können indirekt durch Nutzungsänderungen im Einzugsgebiet verursacht worden sein oder direkt infolge von Speicherbewirtschaftung, Entnahmen und Einleitungen auftreten. Veränderungen aufgrund direkter Einflüsse sind meist quantifizierbar, während die indirekt hervorgerufenen Veränderungen sich nur sehr schwer quantifizieren lassen.

Direkt beeinflusst die Bewirtschaftung von Speichern und Seen die Niedrigwasserführung durch Abgabe von Wasser, das in ab-

flussreichen Zeiten gespeichert und in Niedrigwasserzeiten abgegeben wird.

Entnahmen führen dann zu einem Einfluss auf Niedrigwasser, wenn das entnommene Wasser verbraucht (z. B. als Kühlwasser verdunstet, Bewässerung) oder in andere Einzugsgebiete übergeleitet wird (z. B. überregionale Wasserversorgung). Lokal kann es zu extremen Niedrigwasserverhältnissen kommen, wenn entnommenes Wasser erst weiter unten am Gewässer wieder eingeleitet wird (z. B. bei Wasserkraftanlagen).

Einleitungen haben einen Einfluss auf Niedrigwasser, wenn das eingeleitete Wasser nicht an derselben Stelle entnommen wurde (z. B. Kläranlagen, Dränagen, Sumpfungswasser).

Indirekt wird Niedrigwasser über die Wirkungskette - Nutzungsänderung im Einzugsgebiet – Einfluss auf den Wasserhaushalt – Einfluss auf Niedrigwasser - verändert.

Flächenversiegelungen unterbinden die Versickerung. Damit wird weniger Grundwasser neu gebildet und steht somit dem Gewässer in Niedrigwasserzeiten nicht zur Verfügung.

Jede Vegetationsart beeinflusst Verdunstung und Grundwasserneubildung unterschiedlich. So ist zum Beispiel die Grundwasserneubildung unter Laubwäldern größer als unter Nadelwäldern.

Eine Intensivierung der Landwirtschaft mit dichteren und höheren Pflanzenbeständen sowie Kulturen mit hohem Wasserbedarf erhöhen die Pflanzenverdunstung (Interzeption) und können dadurch die Versickerung und Grundwasserneubildung verringern. Behindert wird die Versickerung auch durch die von schweren landwirtschaftlichen Maschinen verursachte Bodenverdichtung (Staunässe).

Sondernutzungen wie der Kohleabbau haben bedeutenden Einfluss auf die Abflussverhältnisse. Durch Wasserhaltung werden großflächig Grundwasserabsenkungen verursacht. Bei der Stilllegung von Tagebauen füllen sich die Grundwasserabsenkungstrichter nur sehr allmählich wieder auf. In diesen Bereichen muss daher über lange Zeiträume mit kritischen Niedrigwasserabflüssen gerechnet werden. Auskiesungen führen in kleinräumigem Maßstab zu vergleichbaren Folgen.

Veränderungen durch den Klimawandel

Der sich aktuell abzeichnende Klimawandel ist eine vom Menschen mit verursachte Veränderung.

Das als Treibhauseffekt bekannte Phänomen bewirkt in erster Linie einen Temperaturanstieg. Die höheren Temperaturen treiben den Wasserkreislauf von Verdunstung, Niederschlag und Abfluss an. Die wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen.

Unter Berücksichtigung der natürlichen Schwankungen der Klimadaten und der bereits feststellbaren Veränderungen zeichnet sich ein Trend zu nasserem Winter und trockeneren Sommern mit erhöhtem Starkregenrisiko ab.

Regional sind deutliche Unterschiede erkennbar, wie vorliegende Untersuchungen belegen. Um die Folgen für die Gewässer abschätzen zu können, sind daher die Veränderungen des Wasserhaushaltes im regionalen Maßstab zu betrachten.

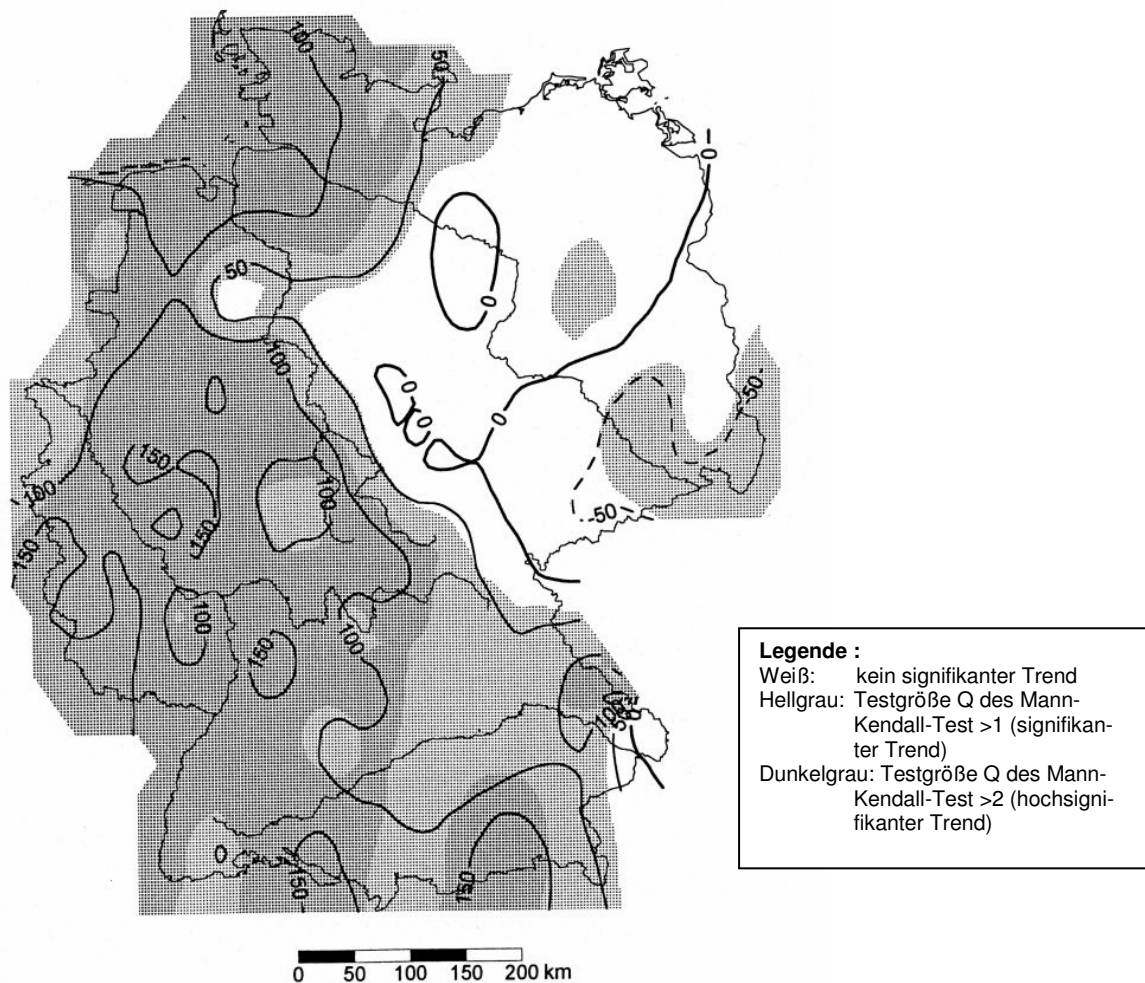


Abbildung 2: Linearer Trend des Niederschlags [mm] mit signifikanten Gebieten, Jahresreihe 1891-1990 (Rapp und Schönwiese, 1996)

Die tendenziell nasseren Winter können zu einer erhöhten Grundwasserneubildung führen. Für die Sommer sind längere Trockenperioden und eine erhöhte Verdunstung zu erwarten.

Erste Berechnungen für die Zukunft in verschiedenen Bundesländern zeigen, dass regional differenziert mit einer Abnahme der Niedrigwasserabflüsse und einer Verlängerung von Niedrigwasserperioden bei gleichzeitiger Erhöhung der Wassertemperaturen zu rechnen ist.

Die regionale Beobachtung der Klimaveränderung und die Bewertung ihrer Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sind fortzuführen bzw. zu intensivieren, um verbesserte

Modellrechnungen und Aussagen zu ermöglichen.

Eine sichere Differenzierung zwischen den Folgen des Klimawandels und den sonstigen anthropogenen Einflüssen auf das Niedrigwasser ist nicht möglich.

Beobachtung

Für die Beurteilung aktueller Niedrigwassersituationen sowie der langfristigen Veränderungen von Niedrigwasser werden Analysen der langjährigen Niedrigwasserstände und des Abflussverhaltens im Niedrigwasserbereich benötigt. Weiter sind Informationen zur Gewässerbiologie und -chemie, zur Landnut-

zung und zu den Gewässerbenutzungen erforderlich. Diese Informationen müssen bei der Analyse der Datenreihen und bei der Entwicklung von Strategien berücksichtigt werden.

Niedrigwasser messen

Abflussermittlungen im Niedrigwasserbereich müssen mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden, da die Abflusskurve durch Veränderungen des Abflussquerschnittes, beispielsweise durch Bewuchs, Anlandungen oder Erosion, stark beeinflusst wird. Abflussmessungen mit Hilfe von Messflügeln sind infolge der niedrigen Wasserstände oft nicht möglich, so dass es erforderlich sein kann, besondere Niedrigwassermessstellen oder –einrichtungen wie z. B. Messwehre zu errichten.

Relevante Kenngrößen für die Analyse von Niedrigwasserereignissen sind beispielsweise der mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ und NM7Q, das niedrigste arithmetische Mittel von 7 aufeinander folgenden Tagen. Mit Hilfe von Regionalisierungsverfahren kann von örtlich bekannten Werten einer Kenngröße auf den unbekannten Wert dieser Kenngröße an einem anderen Ort geschlossen werden.

Für komplexere Untersuchungen, oder wenn die zur Verfügung stehenden Durchflussdaten quantitativ oder qualitativ nicht ausreichend sind, können Niedrigwasserkenngrößen auch mit Hilfe von Wasserhaushaltsmodellen simuliert werden. Wasserhaushaltsmodelle sind mathematische Simulationsmodelle, die den Wasserkreislauf in Einzugsgebieten flächendetailliert mit konzeptionellen Ansätzen auf physikalischer oder empirischer Grundlage darstellen. Mit Gewässergütemodellen, die in mathematischer Weise die komplexen chemischen und biologischen Vorgänge in Gewässern beschreiben, können auch die Auswirkungen geringer Abflüsse und hoher Temperaturen auf den Stoffhaushalt abgebildet werden.

2 Auswirkungen von Niedrigwasser

2.1 Ökologische Auswirkungen

Tiere und Pflanzen der Fließgewässerlebensgemeinschaften sind an Niedrigwasserperioden als natürlichem Bestandteil der Gewässerdynamik angepasst. Sie weichen bei abnehmender Wasserführung aus, suchen aktiv Refugialräume auf (Resilienz) und bilden bei Austrocknung eines Gewässers Ruhestadien aus (Resistenz). Darüber hinaus gibt es Arten, die außerhalb des Gewässers überdauern und bei ausreichender Wasserführung zurückkehren. Bei lang anhaltenden Niedrigwasserperioden zeigen sich jedoch deutliche ökologische Auswirkungen.

Fließgewässer sind lineare Lebensräume. Entlang der Fließstrecke von der Quelle bis zur Mündung verändern sich als wesentliche Faktoren die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse, die Fließgeschwindigkeit und die strukturelle Ausprägung der Gewässersohle.

Ökologische Auswirkungen von Niedrigwasser betreffen den aquatischen und amphibischen Bereich eines Fließgewässers. Darüber hinaus haben durch Niedrigwasserperioden hervorgerufene Grundwasserabsenkungen Auswirkungen auf grundwasserabhängige Biotope in der Aue.

Durch das menschliche Handeln verursachte oder verstärkte Niedrigwasserperioden können gravierende ökologische Folgen hervorrufen. Darüber hinaus können sich auch Niedrigwasseraufhöhungen durch eine Vergleichmäßigung der Wasserführung negativ auswirken.

Veränderungen der chemisch-physikalischen Verhältnisse bei Niedrigwasser

- Die Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit in Niedrigwasserperioden führt zu einer verstärkten Ablagerung von Feinsedimenten und damit zu einer Verstopfung des Sohlrückensystems (Interstitial). Dies grenzt die Rückzugsmöglichkeiten zahlreicher Organismen ein, beeinträchtigt Fortpflanzungshabitate und zerstört Lebensräume.
- Das Absinken des Wasserstandes sowie das Trockenfallen von Ufer- und Sohlabschnitten beeinträchtigen Fischpopulationen auch durch ein vermindertes Nahrungsangebot. Die ungewöhnlich hohen Individuendichten erzeugen einen weiteren Belastungsfaktor und erhöhen das Risiko der Übertragung von Krankheiten.
- Ist das Gewässerkontinuum unterbrochen, wird das Wanderverhalten verschiedener Fischarten gehemmt.
- Hohe Wassertemperaturen wirken sich negativ auf aquatische Lebensgemeinschaften aus. Sie führen zu einer Schwächung der Organismen, in deren Folge die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Infektionen eingeschränkt wird.
- Mit zunehmender Wassertemperatur sinkt die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser. Sauerstoffkonzentrationen unter 4 mg/l werden für Fischpopulationen und andere Organismen als kritisch angesehen. Eine weitere Reduzierung des Sauerstoffgehalts im Gewässer erfolgt durch die sich parallel erhöhenden Umsatzraten von biologischen und chemischen Abbauprozessen.
- Eine Erhöhung der Nähr- und Schadstoffkonzentrationen durch abnehmende Durchflüsse kann insbesondere in vorbelasteten Gewässern zu einer Überschreitung von Toleranzgrenzen aquatischer Lebensgemeinschaften führen.
- Sinkende Sauerstoffkonzentrationen führen insbesondere in staugeregelten Gewässern zu einer verstärkten Rücklösung von Stickstoff, Phosphor und evtl. auch Schwermetallen aus dem Sediment.

Beispiel für Auswirkungen

Im Sommer 2003 trat in einigen Bereichen des Rheins ein Aalsterben auf, das durch eine Bakterieninfektion, die Rotseuche, hervorgerufen wurde. Die Ausbreitung der Krankheit war durch hohe Wassertemperaturen und durch Reduzierung des durchflossenen Querschnittes begünstigt.



Abb. 3: Aalsterben im Sommer 2003

Über die natürliche Niedrigwasservariabilität hinausgehende Trockenperioden führen zu Artenverschiebungen im und am Gewässer. Die Verdrängung von Arten aufgrund veränderter Lebensbedingungen hat immer auch Auswirkungen auf das Nahrungsgefüge und kann daher weitere Verschiebungen in der Artenzusammensetzung bewirken.

2.2 Nutzungsbezogene Auswirkungen

Niedrigwasser beeinflusst unterschiedliche Nutzungen in komplexer Weise durch das verringerte Wasserdargebot und durch Veränderungen der Wasserqualität. Zwischen den betroffenen Nutzungen bestehen vielfache Verflechtungen und Abhängigkeiten, die Nutzungskonflikte erwarten lassen.

Wasserversorgung

Sinkende Wasserstände in Flüssen und Talsperren erschweren oder verhindern im Ex-

tremfall die Wasserentnahme sowie die Gewinnung von Uferfiltrat. Lang anhaltende Trockenperioden führen zu einer Verringerung des für die Wasserversorgung nutzbaren Grundwasserdargebots.

Eine schlechtere Wasserqualität und erhöhte Wassertemperaturen können die Eignung des Wassers für spezielle Verwendungszwecke einschränken.

Als Folge der Wasserknappheit drohen bei der öffentlichen Wasserversorgung sowie bei Wasserentnahmen im Rahmen des so genannten Gemeingebrauchs Einschränkungen.

Für betroffene Betriebe können durch Begrenzungen in der Kühl- und Brauchwasserversorgung Produktionsausfälle entstehen, die wirtschaftliche Schäden und Wettbewerbsnachteile nach sich ziehen.

Energiewirtschaft

Bei Wasserkraftanlagen führt die geringere nutzbare Wassermenge zu Einbußen bei der Kraftwerksleistung und zu zeitlichen Einschränkungen des Turbinenbetriebes.

Fossil befeuerte Wärmekraftwerke sowie Kernkraftwerke entnehmen das benötigte Kühlwasser aus größeren Flüssen und leiten es mit erhöhter Temperatur wieder ein. Aus gewässerökologischen Gründen sind Grenzwerte für die zulässige Temperatur und die Aufwärmspanne im Gewässer unterhalb der Einleitungsstelle sowie für die Einleittemperatur einzuhalten. Zusätzlich kann die zulässige Verdunstungswassermenge festgeschrieben werden.

Steht Wasser für die Kühlung nicht in ausreichender Menge zur Verfügung oder können die Grenzwerte nicht eingehalten werden, muss die Kraftwerksleistung gedrosselt werden. Im Extremfall müssen einzelne Kraftwerke abgeschaltet werden.

Bei konventionellen Kraftwerken kann zusätzlich die Brennstoffanlieferung mit Binnenschiffen eingeschränkt sein.

Die reduzierte Stromproduktion beeinträchtigt die Versorgungssicherheit, zumal während

einer Hitzeperiode mit einem erhöhten Strombedarf für den Betrieb von Klimaanlage und Kühlaggregaten zu rechnen ist. Im Extremfall drohen Stromrationierungen oder Netzausfälle mit weit reichenden wirtschaftlichen Folgen.

Verkehr, Schifffahrt

Die Schifffahrt wird in frei fließenden Flüssen durch die geringere Abladetiefe und die Einengung der Fahrrinne behindert. Die Transportkosten erhöhen sich. Die Gefahr eines Unfalles durch Grundberührung oder Havarien in den verengten Fahrrinnen steigt. Bei extremen Niedrigwasserständen muss die Schifffahrt eingestellt werden. In staugeregelten Gewässern und Kanälen kann der Schleusungsbetrieb wegen der fehlenden Wassermenge beeinträchtigt sein.



Abb. 4: Rheinhafen bei Andernach 2003

Wichtige Transporte müssen vom Schiff auf die Schiene oder Straße verlagert werden. Dies hat für die Binnenschifffahrt und Verbraucher wirtschaftliche Nachteile. Bei länger andauernden Niedrigwasserperioden drohen Versorgungsengpässe, z. B. bei Kohle, Öl, Treibstoffen usw., was wiederum Produktionsausfälle in abhängigen Industriebetrieben oder Kraftwerken zur Folge haben kann.

Neben der Frachtschifffahrt ist der Betrieb von Fahrgastschiffen und Fähren betroffen.

Land- und Forstwirtschaft

In vielen Regionen ist die künstliche Beregnung oder Staubbewässerung landwirtschaftli-

cher Flächen erforderlich. Das benötigte Wasser wird aus Oberflächengewässern oder dem Grundwasser entnommen. Ein verringertes Wasserdargebot führt zu einer Reduzierung der Entnahmemenge oder zur Einstellung der künstlichen Bewässerung.

Für die Landwirte sind Verdienstaufschläge zu erwarten. Die Lebensmittelpreise können steigen.

In der Forstwirtschaft reduziert sich die Holzproduktion durch die sinkenden Grundwasserstände. Eine Zunahme der Waldschäden auch durch eine höhere Anfälligkeit für Krankheiten und Schädlingsbefall ist zu befürchten. Daraus resultiert eine größere Gefahr für Sturmschäden. Während der Trockenperiode steigt die Waldbrandgefahr. Die Löschwasserversorgung kann zudem durch ausgetrocknete Gewässer beeinträchtigt sein.

Fischerei

Die ökologischen Auswirkungen von Niedrigwasserereignissen, wie z. B. Fischsterben und gehäuftes Auftreten von Krankheiten, reduzieren die Erträge sowohl der Fischerei als auch der Freizeitangler. Hinzu kommen die finanziellen Aufwendungen für den Neubesatz der betroffenen Gewässerabschnitte.

Abwasserbeseitigung

Im Niedrigwasserfall können sich Einleitungen aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen aufgrund der verringerten Verdünnung und der damit verbundenen erhöhten Stoffkonzentration sowie der Temperaturerhöhung im Gewässer negativ auf die Gewässerökologie und auf andere Nutzungen auswirken. Außerdem bewirken Spülstöße aus Misch- und Regenwasserentlastungen bei Starkregenereignissen nach längeren Trockenperioden eine signifikante Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse.

Entsprechende Probleme ergeben sich ebenso bei der Einleitung von Produktionsabwässern oder Kühlwasser. Werden aufgrund des geringeren Verdünnungsverhältnisses die vorgegebenen Grenzwerte hinsichtlich der Schadstoffkonzentration oder der Temperatur im Gewässer überschritten, muss die Was-

sereinleitung gedrosselt oder völlig eingestellt werden.

Tourismus, Freizeit, Erholung

Aktivitäten wie Baden, Wasser- und Boots-sport werden durch die geringere Wasserfläche und –tiefe behindert. Der Betrieb von Privatbooten und Fahrgastschiffen kann ein-

geschränkt sein. Außerdem drohen Badever-bote infolge verschlechterter Wasserqualität.

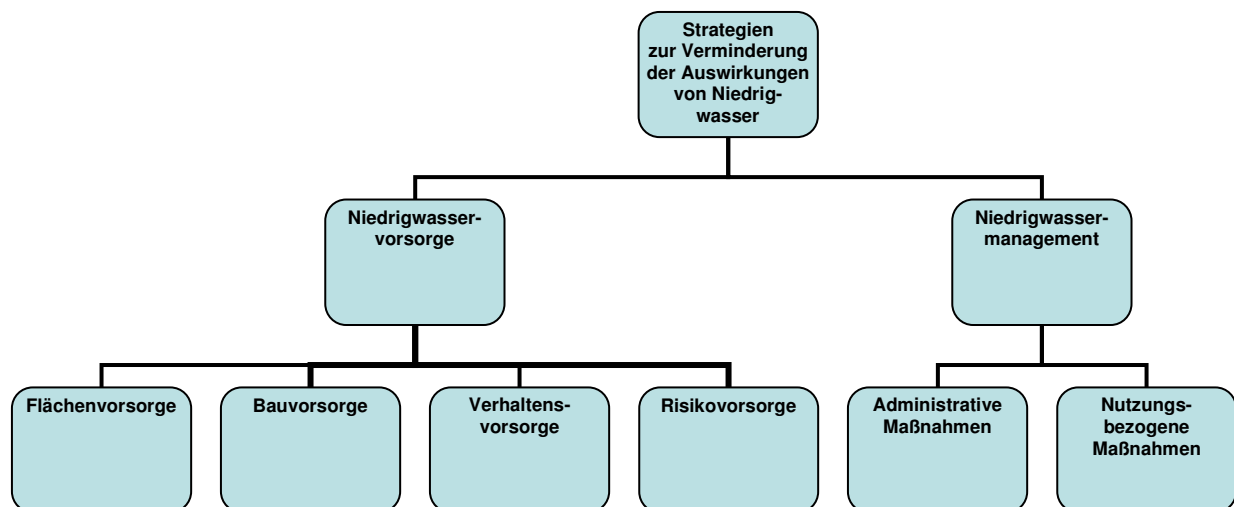
In den betroffenen Regionen sind Einnahme-verluste in der Tourismusbranche zu erwar-ten.

Andererseits üben trocken gefallene Flüsse und Talsperren eine anziehende Wirkung aus.

3 Strategien zur Verminderung der Auswirkungen

Die nachhaltige Reduzierung der Auswirkun-gen von Niedrigwasserereignissen erfordert eine ganzheitliche Strategie, die administrati-ve, planungs- sowie steuerungsrelevante Aspekte berücksichtigt. Der räumliche Maß-stab von Niedrigwasserereignissen erfordert die Betrachtung auf der Ebene von Flussge-bieten.

Niedrigwassermanagement ist auf die Bewirt-schaftung von Menge und Beschaffenheit sowie die Steuerung der Ressource Wasser im Hinblick auf die Vermeidung von Schäden in Zeiten mit geringem Wasserdargebot aus-gerichtet.



Strategien zur Verminderung der Auswirkungen von Niedrigwasserereignissen werden unterschieden in

- Niedrigwasservorsorge und
- Niedrigwassermanagement.

Vorsorge umfasst alle Maßnahmen, die geeignet sind, die Entstehung und die Wirkung von Niedrigwasserereignissen im Vorfeld zu minimieren. Dazu gehören insbesondere administrative und planerische Aspekte. Durch vorausschauende Planung kann die Empfindlichkeit gegenüber Niedrigwasser verringert

werden. Die zentralen Aufgaben der Niedrigwasservorsorge können in die Kategorien Flächenvorsorge, Bauvorsorge, Verhaltensvorsorge und Risikovorsorge untergliedert werden.

Niedrigwasservorsorge

Flächenvorsorge

Die Flächenvorsorge kann sich der Raumplanung bedienen. Über die Ausweisung von

Vorranggebieten können Flächen für die Grundwasserneubildung gesichert werden. Durch Ausweisung von Vorbehaltsgebieten können zusätzliche Schadensrisiken vermieden werden, indem dort Nutzungen mit hohem Wasserbedarf bzw. hoher Wärmelast ausgeschlossen werden.

Alle Maßnahmen, die den Wasserrückhalt in der Fläche erhöhen bzw. wieder herstellen, haben positive Wirkungen auf den Grundwasserspeicher und damit die Niedrigwasserabflüsse. Die naturnahe Entwicklung der Gewässer und Auen sowie die Renaturierung von naturfern ausgebauten Gewässerabschnitten ermöglichen es dem Ökosystem Fließgewässer, mit Niedrigwasser besser umzugehen.

Bauvorsorge

Durch angepasste Bauweisen können der Oberflächenabfluss verringert und die dezentrale Versickerung gefördert werden. Die entsprechenden Vorgaben sind in der Bauleitplanung der Kommunen zu verankern. Anreize zur Nutzung bzw. ortsnahe Versickerung des Niederschlagswassers können zudem durch eine gesplittete Abwassergebühr mit einer gesonderten Gebühr für das eingeleitete Niederschlagswasser geschaffen werden.

Zum Ausgleich kritischer Niedrigwassersituationen können im Einzelfall folgende technische Maßnahmen in Betracht kommen:

- Speicher zur Niedrigwasseraufhöhung
- Überleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten
- Pumpwerke an Wehren und Schleusen.

Die Realisierbarkeit sowie die Auswirkungen dieser Maßnahmen sind eingehend zu überprüfen.

Verhaltensvorsorge

Verhaltensvorsorge umfasst die Sensibilisierung von Politik, Verwaltungen, Nutzern und der Öffentlichkeit für das Problem Niedrig-

wasser sowie das Ergreifen vorsorgender Maßnahmen für Niedrigwassersituationen.

Die Wassergesetze verlangen eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer, um einen guten Zustand zu erhalten bzw. zu erreichen. Hierzu sind Maßnahmenprogramme sowie Bewirtschaftungspläne aufzustellen. Niedrigwassersituationen sind dabei in besonderem Maß zu berücksichtigen.

Für die Bewirtschaftung der Gewässer müssen mögliche Nutzungskonflikte im Vorfeld erkannt und Prioritäten festgelegt werden. Dazu sollten Schwellenwerte definiert und Festlegungen getroffen werden, welche Nutzungen bei deren Erreichen bzw. Unterschreiten einzuschränken sind. Einschränkungen für bestimmte Nutzungen im Niedrigwasserfall sind in die wasserrechtlichen Bescheide aufzunehmen; bestehende Bescheide sind entsprechend anzupassen.

Die verstärkte Überwachung der Gewässerbenutzungen sowie der erlassenen Nutzungsbeschränkungen muss im Vorfeld organisiert werden.

Die Entwicklung eines Niedrigwasserereignisses lässt sich nur begrenzt vorhersagen. Für ein fundiertes Niedrigwassermanagement sind jedoch zeitlich, räumlich und quantitativ differenzierte Vorhersagen notwendig. Ein effektives Niedrigwasser-Vorhersage- und -Monitoring-System ist daher zu entwickeln.

Mögliche Monitoring-Parameter:

- Gewässertemperatur
- Sauerstoffsättigung
- Wasserstand, Abfluss
- Dauer des Niedrigwasserereignisses

Da die Einschränkung von Nutzungen zu Konflikten führen kann, müssen neben den gewässerökologischen Kriterien auch die Handlungsspielräume der Wassernutzer in die Überlegung einbezogen werden.

Wo die Aufwärmung des Gewässers durch Kühlwassereinleitungen zu Problemen führt, empfiehlt es sich, Wärmelastpläne aufzustellen.

Die unterschiedlichen Wassernutzer wie Wasserversorgung, Energiewirtschaft, Schifffahrt, Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Abwasserbeseitigung und Tourismus müssen für ihren Verantwortungsbereich Vorsorgemaßnahmen für den Niedrigwasserfall treffen.

Risikovorsorge

Extreme Niedrigwasserereignisse können nicht verhindert werden. Da die Möglichkeiten zur Niedrigwasserstützung und –bewirtschaftung begrenzt sind, ist es wichtig, das Bewusstsein bei den Zuständigen und Betroffenen für das Niedrigwasserrisiko zu schaffen und zu erhalten.

Im Schadensfall wird oft finanzielle Unterstützung durch den Staat gefordert. Eine Risikovorsorge in Form einer Versicherung könnte die Eigenvorsorge unterstützen und die öffentliche Hand entlasten.

Niedrigwassermanagement - Administrative Maßnahmen

Auf der Grundlage der Niedrigwasservorhersage sind rechtzeitig Niedrigwasserwarnungen herauszugeben und die Öffentlichkeit sowie die betroffenen Nutzer und die weiteren in das Niedrigwassermanagement eingebundenen Behörden über die zu erwartende Entwicklung zu informieren.

Ausmaß und Auswirkungen des Niedrigwassers sind durch ein zeitnahes Monitoring (Menge, Güte, Nutzungen) zu erfassen. Darüber hinaus sind die in den wasserrechtlichen Bescheiden und Bewirtschaftungsplänen für den Niedrigwasserfall festgelegten Nutzungsbeschränkungen zu überwachen.

Falls erforderlich sind über die Festlegungen in den wasserrechtlichen Bescheiden hinausgehende Nutzungsbeschränkungen zu erlassen. Weiterhin sind Einschränkungen des Gemeingebrauchs oder Aufrufe an die Bevölkerung zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser erforderlich. In begründeten Einzelfällen kann die Erteilung von befristeten Ausnahmegenehmigungen in Frage kommen. Die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen muss jedoch äußerst restriktiv erfolgen. Ein begleitendes Monitoring ist sicher zu stellen.

Bei Niedrigwasser können insbesondere in der warmen Jahreszeit kritische Sauerstoff-

verhältnisse auftreten, die eine Belüftung zur Stützung des Sauerstoffgehaltes erforderlich machen.

Wasserwirtschaftliche Anlagen und Systeme wie Talsperren, Überleitungssysteme und Wehre sind im Niedrigwasserfall so zu steuern, dass nachteilige Folgen des Niedrigwassers in Bezug auf die Gewässerökologie und die Nutzungen am Gewässer minimiert werden.

Niedrigwassermanagement - Nutzungsbezogene Maßnahmen

Wenn sich aufgrund der Niedrigwasserprognose und der aktuellen Grundwasserstände bzw. Speicherinhalte eine Situation abzeichnet, die eine Gefährdung der **Trinkwasserversorgung** in einzelnen Regionen erwarten lässt, müssen rechtzeitig Appelle an die Verbraucher zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser erfolgen. Die Möglichkeit zum Bezug von Wasser aus anderen Regionen über Verbundleitungen ist zu nutzen.

Lässt sich die Mangelsituation nicht verhindern, müssen die zuständigen Behörden Nutzungsbeschränkungen erlassen. So kann z. B. die Nutzung von Trinkwasser für Bewässerungszwecke verboten werden.

Für die **Energiewirtschaft** kann es erforderlich sein, die Leistung einzelner Kraftwerke zu drosseln oder die Anlagen vollständig abzuschalten. In diesem Fall muss die Stromversorgung über das Verbundsystem durch Energiebezug von anderen Kraftwerken sichergestellt werden. Kraftwerke, die auf Brennstofflieferungen per Schiff angewiesen sind, müssen die gelagerten Brennstoffvorräte nutzen und auf alternative Transportsysteme, wie Bahn oder LKW, zurückgreifen.

Die **Schifffahrt** ist während der Niedrigwasserperiode gezwungen, Ladung und Fahrtrouten der jeweiligen Situation anzupassen.

Industrie und Gewerbebetriebe müssen auf alternative Wasserversorgungs- und Kühlmöglichkeiten zurückgreifen. Falls dies nicht möglich ist, muss die Produktion eingeschränkt oder umgestellt werden. Dies kann auch erforderlich werden, wenn die in den wasserrechtlichen Bescheiden und Bewirtschaftungsplänen festgesetzten Grenzwerte hinsichtlich Temperatur und Schadstoffgehalt nicht eingehalten werden können.

Nur wo die Möglichkeit besteht, Bewässerungswasser aus ausreichend leistungsstarken Fließgewässern, Seen, Grundwasserleitern oder Talsperren zu entnehmen, besteht für die **Landwirtschaft** die Möglichkeit, die Folgen eines Niedrigwasserereignisses auf ein erträgliches Maß zu reduzieren.

Die **Fischerei** kann zur Vermeidung von Fischsterben infolge von Sauerstoffmangel Maßnahmen zur Sauerstoffanreicherung ergreifen.

Kommunale Abwassereinleiter können durch eine rechtzeitige Reinigung der Kanäle die Auswirkungen von Spülstößen bei Starkregenereignissen nach einer längeren Trockenperiode verringern.

Die **Tourismusbranche** kann sich während des Niedrigwasserereignisses auf alternative Angebote umstellen und dabei soweit möglich auch die Vermarktung von Niedrigwasserereignissen mit einbeziehen.

4 Leitsätze

Ein abgestimmter, regional differenzierter und nachhaltiger Umgang mit Niedrigwasser sollte folgende Leitsätze berücksichtigen:

Einzugsgebiete integriert bewirtschaften

Niedrigwasservorsorge erfordert eine integrierte Bewirtschaftung der Einzugsgebiete unter Berücksichtigung aller Sektoren, die von Niedrigwasser betroffen sind oder es beeinflussen. Zur Erreichung des guten ökologischen Zustands der Gewässer sehen die Fachgesetze die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen vor. Auch in diesem Zusammenhang ist die Betrachtung der Niedrigwasserproblematik unerlässlich. Sie ist bei der Bewertung der Gewässer und bei der Aufstellung der Maßnahmenprogramme zu berücksichtigen.

Grenzen erkennen

Niedrigwasser resultieren überwiegend aus natürlichen Prozessen. Der Einfluss des Menschen kann verschärfend wirken. Maßnahmen des Niedrigwassermanagements haben nur in begrenztem Umfang Einfluss auf die Schadenshöhe. Unter dem Aspekt des prognostizierten Klimawandels können Veränderungen der mittleren und vor allem

auch der Extremwerte zur Verschärfung von Niedrigwasser führen. Neben der begrenzten Einflussnahme sind deshalb auch langfristigen Prognosen der Entwicklung von Niedrigwasser sowie der Niedrigwasservorsorge Grenzen gesetzt.

Wasser zurückhalten, Grundwasserneubildung fördern

Aus Sicht der Niedrigwasservorsorge sind alle Maßnahmen zu fördern, die zu einer Abflussverzögerung des Oberflächenwassers und zu einer Erhöhung der Grundwasserneubildung führen. Dies kann durch eine naturnahe Entwicklung der Gewässer und Auen sowie eine an regionale Gegebenheiten angepasste umweltschonende landwirtschaftliche Bewirtschaftungsweise erfolgen. Niederschlagsabflüsse von versiegelten Flächen sind möglichst zurückzuhalten und dezentral zu versickern. Bei Baumaßnahmen sind die Neuversiegelung zu minimieren und Möglichkeiten zur Entsiegelung zu nutzen. In der Forstwirtschaft ist eine naturnahe Waldentwicklung mit standorttypischen Mischbeständen anzustreben.

Schadenspotenzial vermindern

Im Gegensatz zur Niedrigwasserentstehung unterliegt das durch Niedrigwasserperioden hervorgerufene Schadenspotenzial nahezu vollständig der Kontrolle und dem Einfluss des Menschen. Dem ist bereits im Rahmen

der Flächenvorsorge zur Vermeidung von Schadensrisiken Rechnung zu tragen.

Niedrigwassergefahren bewusst machen

Anders als beim Hochwasser erfolgt beim Niedrigwasser ein allmählicher Übergang zu einer extremen Situation. Auch das Schadenspotenzial von Niedrigwasser wird gemeinhin unterschätzt. Es ist deshalb eine vordringliche Aufgabe, das Bewusstsein für die Niedrigwasserproblematik in Bevölkerung,

Politik, Verwaltung und bei den Nutzern zu schärfen.

Vor Niedrigwasser warnen

Anders als bei anderen Elementarrisiken ist die Niedrigwasserentwicklung über einen längeren Zeitraum absehbar. Dieser Zeitraum kann zur Information der Allgemeinheit sowie zur konkreten Warnung von Nutzern zur Schadensminimierung genutzt werden.

Niedrigwasser vorhersagen

Eine zeitliche und räumliche Niedrigwasservorhersage ist die Grundlage für ein fundiertes Niedrigwassermanagement. Die Qualität der Vorhersagen ist unter Beachtung konkreter Anforderungen weiterzuentwickeln.

Niedrigwasser managen

Für die Sicherung von Nutzungen und zur Minimierung negativer ökologischer Auswirkungen in Niedrigwasserperioden ist ein Niedrigwassermanagement erforderlich. Dies kann durch eine Vielzahl von Maßnahmen wie zum Beispiel die Bereitstellung von Wasser aus künstlichen Speichern, Wärmelastpläne oder Wassersparmaßnahmen erfolgen. Zur Optimierung des Niedrigwassermanagements können Bewirtschaftungs- bzw. Entscheidungsmodelle eingesetzt werden.

5 Handlungsempfehlungen

Grundlagenermittlung

- Grundlage für Niedrigwasservorsorge und –management sind zuverlässige Wasserstands- und Durchflussdaten und langjährige Durchflussreihen. Besondere Sorgfalt ist auf die Durchflussmessung und Auswertung der Messungen im Niedrigwasserbereich zu legen.
- Zusätzlich werden von anthropogenen Einflüssen bereinigte, quasi-natürliche Durchflüsse benötigt. Die wichtigsten anthropogenen Einflüsse auf den Durchflussprozess wie Entnahmen, Einleitungen und Speicherwirkungen sowie indirekt wirkende Faktoren wie Veränderungen der Nutzung und der Versiegelung sind dafür zu erfassen.
- Eine Niedrigwasserstatistik für die wichtigsten Niedrigwasserkenngößen ist zu erarbeiten und regelmäßig aktuell zu halten.
- Um auch für Orte ohne Durchflussbeobachtungen Planungsgrundlagen zu erhalten, sind diese mittels Regionalisierungsverfahren zu ermitteln. Dazu sollten auch flächendeckende Wasserhaushaltsmodelle aufgebaut und eingesetzt werden.
- Zur Untersuchung und Lösung von Wasserbewirtschaftungsproblemen sind wasserwirtschaftliche Bilanzen aufzustellen und/oder Wasserbewirtschaftungsmodelle aufzubauen, um Szenarioanalysen durchführen zu können. Aspekte der Wassergüte sind einzubeziehen. Die Bewirtschaftungsmodelle können mit Ökosystemmodellen und sozioökonomischen Modellen gekoppelt werden.

Niedrigwasservorsorge und Niedrigwassermanagement

Handlungsempfehlungen an die Behörden

- Im Zuge der Regionalplanung sollten Vorbehaltsgebiete für die Niedrigwasservorsorge gesichert werden, in denen Nutzungen mit hohem Wasserbedarf bzw. hoher Wärmelast ausgeschlossen werden oder die vorrangig der Grundwasserneubildung dienen.
- Der natürliche Wasserrückhalt ist zu fördern, z. B. durch die naturnahe Entwicklung von Gewässern und Auen, Renaturierungsmaßnahmen und eine angepasste und umweltschonende Land- und Forstwirtschaft.
- Die dezentrale Versickerung im urbanen Bereich ist zu fördern, z.B. durch Verzicht auf Flächenbefestigungen oder durch Entsiegelungsmaßnahmen sowie durch die Speicherung und ortsnahe Versickerung des Niederschlagswassers.
- Für den Niedrigwasserfall ist ein Monitoringsystem zu entwickeln. Während des Niedrigwasserereignisses sind die Durchflussmenge sowie relevante Güteparameter zu überwachen.
- Als Voraussetzung für ein effektives Niedrigwassermanagement ist eine möglichst flächendeckende Niedrigwasservorhersage einzuführen. Die Vorhersage sollte sich über mehrere Tage erstrecken.
- Bei Niedrigwasser sind die Öffentlichkeit und die Wassernutzer zu warnen, über die aktuelle Situation und die zu erwartende Entwicklung zu informieren und über angemessene Verhaltensweisen aufzuklären.

- Flussgebiete sind, soweit möglich, im Hinblick auf eine Minimierung der schädlichen Folgen des Niedrigwasserereignisses zu bewirtschaften.
- Es sind Bewirtschaftungspläne aufzustellen, die Aussagen zu den Maßnahmen enthalten müssen, die im Niedrigwasserfall zu treffen sind. Die bestehenden wasserrechtlichen Bescheide müssen entsprechend angepasst werden.
- Während des Niedrigwasserereignisses sind die in den wasserrechtlichen Bescheiden und Bewirtschaftungsplänen festgelegten Nutzungsbeschränkungen von den zuständigen Behörden zu überwachen.
- Bei Bedarf sind weitere Einschränkungen der Wassernutzung anzuordnen.
- Bei Bedarf ist der Gemeingebrauch einzuschränken.
- In Einzelfällen sind Ausnahmegenehmigungen zu erteilen.
- Zur Verbesserung der Gewässergütesituation können Maßnahmen zur künstlichen Belüftung von besonders betroffenen Gewässerabschnitten ergriffen werden.
- Die Politik muss, insbesondere im Hinblick auf die durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen, neben dem Hochwasserschutz auch die Niedrigwasservorsorge in ausreichendem Maße berücksichtigen.

Handlungsempfehlungen an die Wassernutzer

- Alle Wassernutzer müssen für den Niedrigwasserfall vorbereitende Maßnahmen ergreifen.
- Alle Wassernutzer müssen im Niedrigwasserfall auf einen besonders sparsamen Umgang mit der Ressource Wasser achten. Alternative Versorgungsmöglichkeiten müssen genutzt werden. Die hierfür entwickelten Vorsorgepläne sind anzuwenden.
- Wasserversorgungsunternehmen müssen Vorsorgemaßnahmen ergreifen, um die Wasserversorgung während eines Niedrigwasserereignisses sicherzustellen.
- Industrie und Gewerbebetriebe sollten Notfallpläne vorhalten, die alternative Versorgungsmöglichkeiten sowie Regelungen zu Produktionseinschränkungen oder -umstellungen enthalten.
- Soweit erforderlich müssen einzelne Produktionszweige eingeschränkt oder eingestellt werden.
- Die Energiewirtschaft muss sich auf Einschränkungen beim Betrieb einzelner Kraftwerke einstellen und Vorsorge für die Anlieferung von Brennstoffen treffen.
- Die Eigenvorsorge sollte durch die Bildung von Rücklagen oder durch den Abschluss von Versicherungen gestärkt werden.