

Die Zukunft des Bodensees

4.1 Defizite und bisherige Verbesserungen des Seezustandes

Die in den vorangegangenen Kapiteln ausgearbeitete Gesamtschau zum ökologischen Zustand des Bodensees gibt einen aktuellen Einblick in alle wichtigen Einflüsse und ihre Verflechtungen, die auf die verschiedenen Kompartimente des Bodensees und seines Einzugsgebietes wirken. Im letzten Kapitel werden noch einmal die wichtigsten Defizite und ihre Ursachen sowie Ziele und Handlungserfordernisse zusammenfassend dargestellt. Eine ausführlichere Auflistung mit Bezug zum jeweiligen Themenbereich findet sich in den entsprechenden Fachkapiteln.

Zusammenfassung der wichtigsten Ziele und Handlungserfordernisse

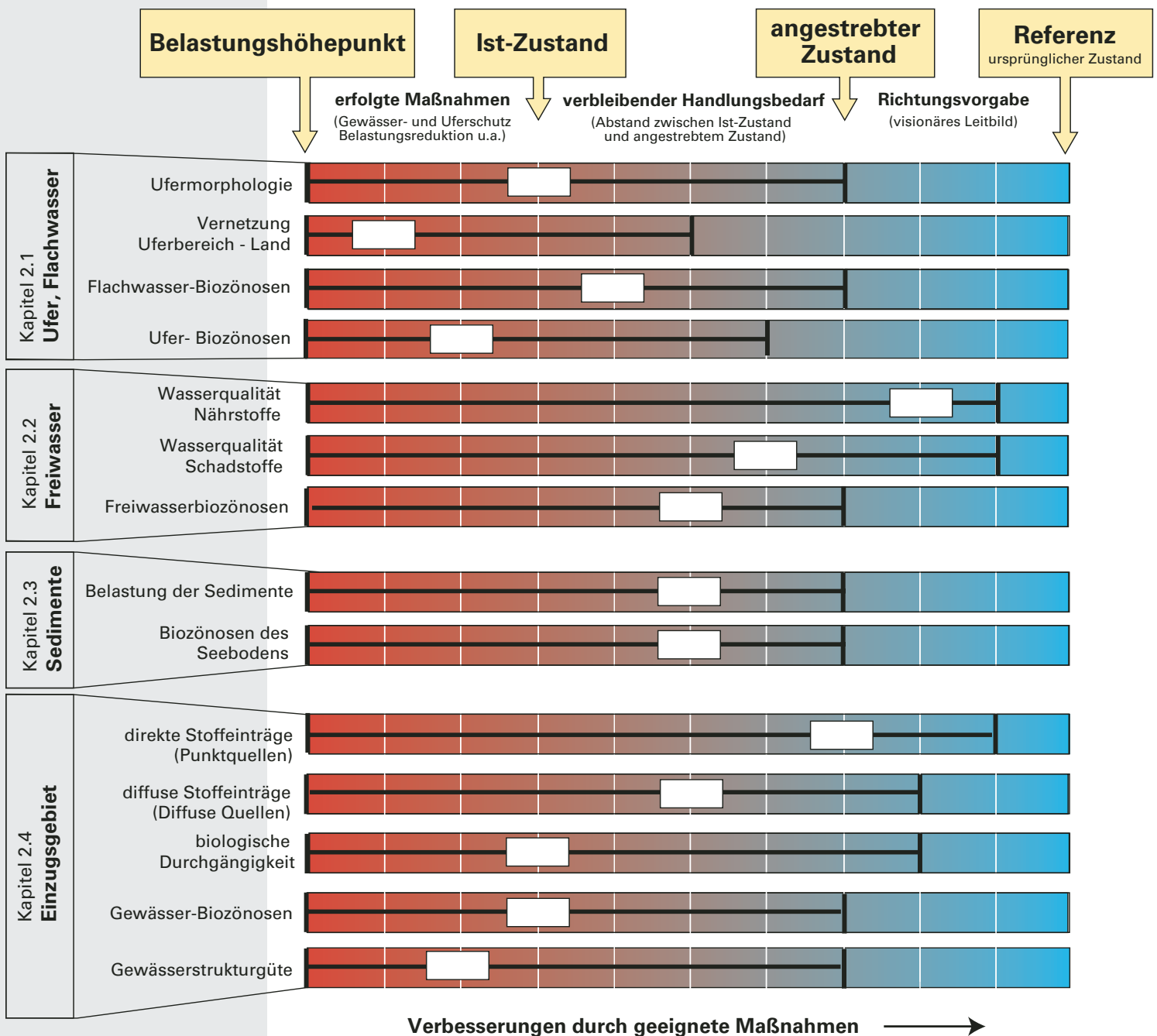


Abb. 4.1-1: Qualitative Entwicklung wichtiger Kompartimente des Bodensees und seines Einzugsgebiets, bereits erfolgte Verbesserung als Folge verschiedener Maßnahmen und verbleibender Handlungsbedarf. Darstellung der Qualitätszustände auf einer nicht dimensionierten Skala.

Die Bilanz wird zu einem Zeitpunkt gezogen, an dem das Maximum der Gewässerbelastung mit der daraus folgenden Bodensee-Eutrophierung mehr als zwei Jahrzehnte zurück liegt. Nach der Darstellung der zeitlichen Entwicklung, die beim Belastungshöhepunkt des Sees beginnt und bei der natürlichen Referenz, einem heute nicht mehr erreichbaren Idealzustand, endet, hat sich der Zustand des Bodensees ökologisch bereits wieder deutlich verbessert (Abb. 4.1-1). Für die verschiedenen morphologischen und funktionellen Kompartimente sind Verbesserungen in unterschiedlichem Ausmaß erreicht worden, es ergibt sich aber auch ein je nach Kompartiment unterschiedlicher Handlungsbedarf.

Es zeigt sich, dass sich die Situation gegenüber früheren kritischen Zuständen vor allem dort deutlich verbessert hat, wo konsequente Gewässerschutzprogramme, kombiniert mit moderner Technologie, zur Belastungsreduktion beigetragen haben (Abwasserentsorgung, Phosphateliminierung) oder neue Erkenntnisse über Systemzusammenhänge einen Anstoß für Sanierungsmaßnahmen gaben (z.B. im Rahmen von Uferrevitalisierungen und strukturellen Verbesserungen im Einzugsgebiet).

Um den Zustand einzelner Kompartimente zu verbessern oder zu halten, sind unterschiedlich große und dauernde Anstrengungen nötig. Während sich Maßnahmen zur Sicherung des natürlichen Energiehaushalts des Bodensees im regionalen Rahmen auf die Vermeidung von Störungen (Wärmenutzung, Kühlung) beschränken können, muss zum Erhalt bereits erreichter Standards bei der Wasserqualität auf Dauer ein ständig hoher Aufwand betrieben werden. In einigen Bereichen liegt der nach heutiger Kenntnis erreichbare *anzustrebende Zustand* (Entwicklungsziel) sehr nahe am ökologischen Ideal (natürliche Referenz), bei anderen bleibt er auch zukünftig, auf Grund weiter bestehender Nutzungsansprüche oder irreversibler Entwicklungen, weiter davon entfernt.

4.2 Nutzungen und ihre Folgen für den Zustand des Bodensees

Während im vorangehenden Abschnitt der Zustand der Kompartimente in Abhängigkeit von bereits erfolgten und noch ausstehenden Maßnahmen dargestellt wurde (Abb 4.1-1), werden im Folgenden die Auswirkungen komplexer Nutzungsformen für den See zusammenfassend betrachtet (Tab. 4.2-1).

Die verschiedenen Nutzungsformen belasten den Bodensee und sein Einzugsgebiet in unterschiedlichem Maße. Manche Nutzungen müssen im Sinne einer ökologischen Verträglichkeit weiter reduziert oder modifiziert, andere können in ihrer derzeitigen Form belassen werden. Bei Nutzungen, die räumlich ausgedehnt, intensiviert oder relevant verändert werden sollen, sind im Rahmen künftiger Bewirtschaftungspläne und Aktionsprogramme die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie besonders zu berücksichtigen. Die diesbezüglich wichtigsten Nutzungen sind:

- die Raumnutzung am See und im Einzugsgebiet;
- die Siedlungswasserwirtschaft;
- die Nutzung und strukturelle Veränderung der Ufer- und Flachwasserzone;
- die Schifffahrt und Schifffahrtseinrichtungen;
- der Verkehr und Transporte;
- die Land- und Forstwirtschaft;
- der Tourismus und die Naherholung;
- die Seewassernutzung;
- die Fischereiliche Nutzung;
- die Nutzungen und strukturelle Veränderungen der Zuflüsse.

**Erfolge der
Gewässerschutz-
programme**

**Unterschiedliche
Verbesserungen**

**Auswirkungen
komplexer
Nutzungsformen**

Bewertung der Einflüsse verschiedener Nutzungsformen

Folgen für den Bodensee → Nutzungen von See und Umland, sonstige Einflüsse ↓	Defizite im Uferbereich: Morphologie / Vernetzungen	Unnatürliche Sedimentation und Sedimentbelastung	Störungen des Energiehaushalts	Stoffliche Belastung, Beeinflussung der Wasserqualität	Störungen der Transport- und Austauschvorgänge	Störungen des Wasserhaushalts	Gefahrenpotenzial (Havarien / Altlasten etc.)	Defizite der Durchgängigkeit im/zum Einzugsgebiet	Veränderungen / Störungen der Biozönosen im/am See
Entwicklung der Raumnutzung	■		□	■	□	□	■	□	■
Siedlungswasserwirtschaft		□		■	□	□	■		□
Nutzung / Veränderung der Ufer- und Flachwasserzone	■	■		□	■			■	■
Industrie und Gewerbe - wassergefährdende Stoffe				■			■		□
Schifffahrt	■	□	□	■	□		■		■
Verkehr und Transporte	□			□			■		□
Land- und Forstwirtschaft	■	□		■	□	□	□	□	■
Tourismus und Naherholung	■			□					■
Seewassernutzung									
Fischereiliche Nutzung									□
Nutzungen und strukturelle Veränderungen der Zuflüsse	□	■	□	■	■	■	□	■	□

Tab. 4.2-1: Derzeitige Nutzungsformen und ihre Folgen (Defizite) für den Bodensee und sein Einzugsgebiet (gemäß Bilanz 2004). ■ = bedeutender, □ = weniger bedeutender Zusammenhang. Indirekte und lokal nicht regelbare Einflüsse (Atmosphärische Einträge, Klima, Witterung) wurden nicht berücksichtigt.

4.3 Angestrebter ökologischer Zustand des Bodensees (Entwicklungsziel)

Übergeordnetes Entwicklungsziel für die Naturräume des Bodensees und sein Einzugsgebiet ist es, einen *naturnahen Zustand* zu erhalten oder wieder zu erlangen. Funktionell kommt dieser Zustand dem natürlichen Referenzzustand nahe. Wichtige Charakteristika eines naturnahen Zustandes für den Bodensee sind:

- alle für den Bodensee und seine Kompartimente bedeutenden biologischen und abiotischen Prozesse laufen in natürlicher, vom Menschen nicht unterstützter Weise ab;
- das System Bodensee und seine Kompartimente unterliegen einer natürlichen Dynamik und Eigenentwicklung;
- der Bodensee und seine Kompartimente zeigen als Naturraum trotz anthropogener Nutzung kein unnatürliches oder unharmonisches Erscheinungsbild.

Charakteristika eines naturnahen Systems

Übergeordnete Qualitätsziele für den anzustrebenden Zustand des Bodensees sind:

- Der physikalisch-chemische und biologische Charakter des Bodensees (Wasser, Sedimente, Biozönosen), und seiner Uferbereiche soll dem eines großen oligotrophen Voralpensees entsprechen.
- Genutzte natürliche Ressourcen aus dem Bodensee und seinem Einzugsgebiet sollen sich selbst regenerieren können.
- Die verschiedenen Lebensräume des Bodensees sollen ausreichend groß, durchgängig und miteinander vernetzt sein. Sie sollen die Gewähr dafür bieten, dass natürliche Prozesse ablaufen können; in und am See sollen sich selbsterhaltende Populationen aller typischen Tier- und Pflanzenarten existieren können.
- Das Bodenseewasser darf auf die Lebensgemeinschaften im See keine negativen Wirkungen besitzen. Es sollte frei sein von anthropogenen Schad- und Fremdstoffen, auch von solchen, deren Wirkung und Zusammenwirken mit anderen Substanzen noch unbekannt sind. Die Trinkwasserqualität muss erhalten bleiben.
- Die Sedimente des Bodensees sollen frei sein von wassergefährdenden Stoffen.
- Hydrologische Verhältnisse und Struktur der dem Bodensee zufließenden Gewässer sollen ein naturnahes und für den Bodensee typisches Zufluss- und Abflussregime gewährleisten.
- Wassernutzung, Wasserrückhalt und Abflussregulierungen dürfen den Zustand des Sees und seiner Lebensgemeinschaften nicht durch untypische Wasserstände und/oder mitgebrachtes Material gefährden.
- Anthropogene Gefahren- und Belastungsquellen für die Biozönosen und die Wasserqualität von Bodensee und Einzugsgebiet müssen beseitigt oder bei ausreichender Kontrolle zumindest sicher und beständig eingegrenzt werden.
- Alle Nutzungen und Veränderungen des Bodensees, seiner Ufer und seines Umlandes müssen so ausgelegt sein, dass durch sie auch unter außergewöhnlichen klimatischen, hydrologischen (z.B. Hochwasser) oder geologischen (z.B. Erdbeben) Bedingungen keine langfristige oder gar nachhaltige Gefährdung für den See und seine Biozönosen ausgehen.

4.4 Handlungserfordernisse für den Bodensee

Um den angestrebten Zustand für den Bodensee und sein Einzugsgebiet innerhalb akzeptabler Fristen zu erreichen, müssen die aus dem jeweiligen Zustand des Sees resultierenden Handlungserfordernisse erkannt und umgesetzt werden. Alle Handlungen und Maßnahmen orientieren sich dabei an folgenden übergeordneten Prinzipien:

- Das *Prinzip der Nachhaltigkeit* geht über die rein ökologischen Ziele des Gewässerschutzes hinaus. Es besagt, dass Maßnahmen und Entwicklungen dann als nachhaltig zu werten sind, wenn sie die Bedürfnisse der Bevölkerung, der Natur- und Lebensräume der jetzigen und zukünftiger Generationen berücksichtigen.
- Das *Vorsorgeprinzip* umfasst Verhinderungs- und Abwehrmaßnahmen gegen negative Beeinflussung. Es beinhaltet z.B. für den Bodensee und seine Lebensräume die Forderung, dass keine Stoffe in den See gelangen dürfen, deren Wirkung noch unbekannt oder unsicher ist. Darüber hinaus fordert es eine Störfallprophylaxe sowie die Vermeidung und Behebung absichtlich oder leichtfertig verursachter Schäden im Seegefüge.

**Übergeordnete
Qualitätsziele für den
anzustrebenden Zustand**

**Übergeordnete
Handlungsprinzipien**

Übergeordnete Handlungsprinzipien

- Das *Minimierungsprinzip* verlangt Maßnahmen, welche die Belastungen des Bodensees so gering wie möglich halten, da einmal eingetretene Schäden oft nur schwer oder gar nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Für einige in ihrer Wirkung bekannte Stoffe und Stoffklassen müssen unter Berücksichtigung bestehender Nutzungsverhältnisse des Sees und seines Umlandes strenge Belastungsgrenzen vorgegeben werden. Auch Störungen sollen auf ein Minimum reduziert werden.
- Das *Verursacherprinzip* verlangt, dass jeder Verursacher direkter und indirekter Belastungen des Bodensees für seine Einwirkungen einzustehen hat. Belastungen müssen möglichst am Entstehungsort durch den Verursacher verhindert respektive beseitigt werden.
- Das *Kooperationsprinzip* besagt, dass zum Erreichen der gemeinsamen Ziele alle Institutionen - auch ohne gesetzlichen Zwang - zusammenarbeiten (z.B. die Kooperation innerhalb internationaler Kommissionen wie IGKB, IBK, IRKA und IBKF).

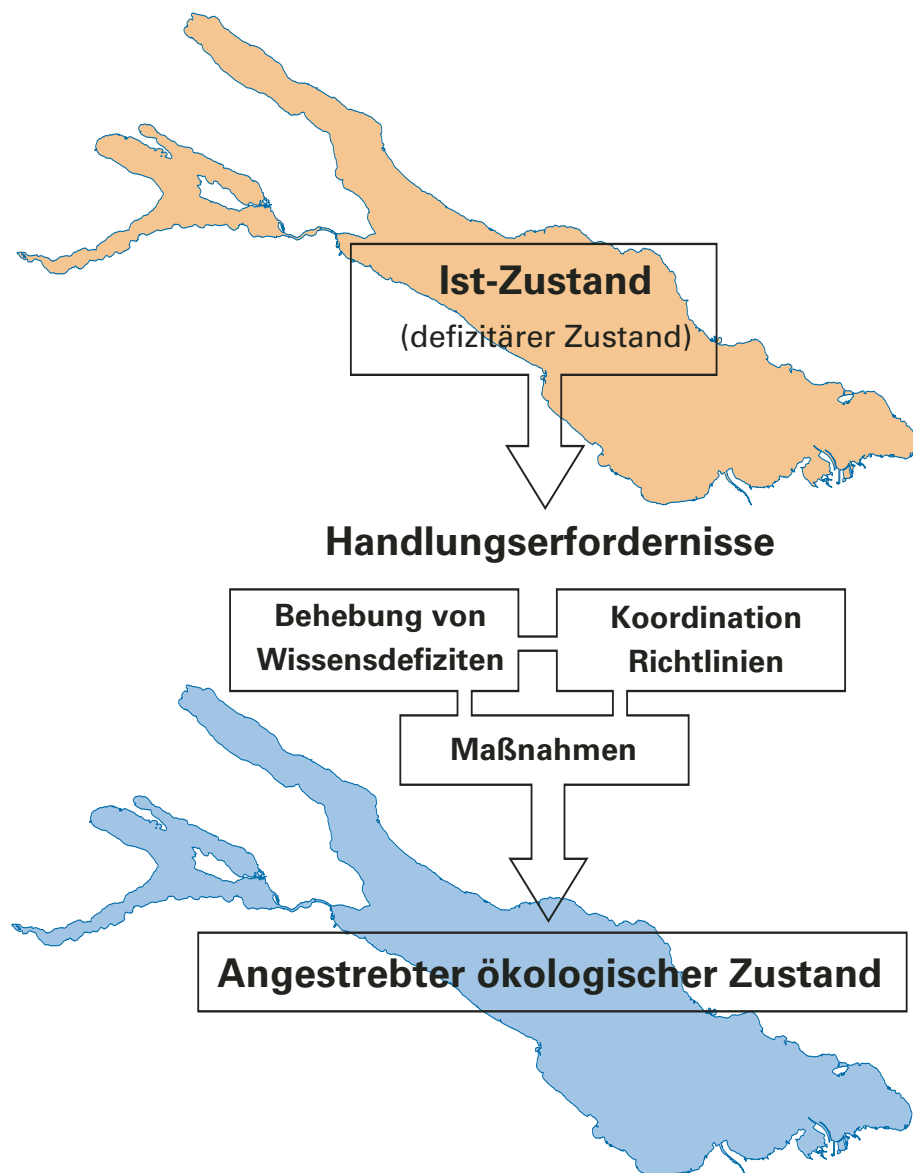


Abb. 4.4-1: Die Handlungserfordernisse für eine naturnahe Entwicklung des Bodensees und seines Einzugsgebiets lassen sich in drei große Blöcke fassen, die inhaltlich aufeinander aufbauen

Behebung von Wissensdefiziten

Ökosystemforschung

Eine wichtige Voraussetzung für die Bewertung von Defiziten am Bodensee und in seinem Einzugsgebiet sind fundierte Kenntnisse über ökosystemare Prozesse und kausale Zusammenhänge, z.B. zwischen strukturellen und funktionellen Systemkomponenten. Obwohl Funktionen und Prozesse des Bodensees schon seit den 1930er Jahren konsequent erforscht werden, gibt es im Zusammenhang mit der Aufstellung von Maßnahmenprogrammen noch immer Wissensdefizite, die eine weitere Vertiefung und Intensivierung der Ökosystemforschung erforderlich machen.

Ökotoxikologie

Ebenfalls hohen Stellenwert für den Bodensee besitzt die Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Ökotoxikologie. Noch immer gelangen synthetische Substanzen (potenzielle Schadstoffe) in größeren Mengen in den See. Ihre Wirkungen und synergistischen Wirkungen auf die Biozöosen des Sees sind aber immer noch weitgehend unbekannt. Gewässerschutzmaßnahmen gegen möglicherweise ökotoxikologisch wirksame Stoffe und Prozesse müssen stets nach dem Vorsorgeprinzip gehandhabt werden, bis mehr über die Ökosystemrelevanz solcher Stoffe und Stoffgemische bekannt ist.

Monitoringprogramme

Als Bindeglied zwischen Forschungsprogrammen und dem Gewässerschutz-Vollzug stehen die Monitoringprogramme als längerfristig anzusetzende Beobachtungen und Kontrollen konkreter Belastungsformen, aber auch von Nutzungen und deren Auswirkungen auf den See und sein Einzugsgebiet. Am Bodensee gibt es eine lange und erfolgreiche Tradition des Monitoring; unterschiedliche Belastungsarten und -intensitäten erfordern aber auch hier fortlaufend neue Konzepte. Um die Möglichkeiten solchen Monitorings voll auszuschöpfen, müssen sie zukünftig in noch engerer internationaler Zusammenarbeit geplant, durchgeführt und ausgewertet werden.

Koordination und Richtlinien

In den Ländern und Kantonen des Bodensees (vgl. Abb. 1.2-1) gelten für den Umgang mit vergleichbaren Problemen verschiedene Regelungen, z. B. durch Gesetze und Verordnungen. Die Gewässerschutzarbeit im Bodensee-Einzugsgebiet erfordert daher stets eine gemeinsam abgestimmte Lösung in Form multilateraler Vereinbarungen und Richtlinien. Auf dem Gebiet des Gewässerschutzes am Bodensee werden diese von der IGKB als zuständiger internationaler Kommission vorgeschlagen. Ein künftiges Aktionsprogramm für den Bodensee stellt besondere Anforderungen an das abgestimmte Handeln verschiedener Institutionen, die für den Gewässerschutz, den Hochwasserschutz und die Raumplanung verantwortlich sind oder die Interessen der Nutzer vertreten (Stichwort: "integrierter Umweltschutz"). Diese koordinierte Vorgehensweise ist ebenfalls zur Erarbeitung von Bewirtschaftungsplänen erforderlich, die zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie aufgestellt werden.

Forschungsbedarf

**Koordinationsbedarf
und Vorgaben**

Maßnahmen

Die Behebung der oben genannten Wissensdefizite und abgestimmte Vorgaben sind die Voraussetzung dafür, dass geeignete Maßnahmen ergriffen werden können, mit denen Gewässerschutzziele erreicht werden sollen und sich das gesamte System Bodensee und Einzugsgebiet dem angestrebten Zustand annähert (Abb. 4.4-1). Gut konzipierte und koordinierte Maßnahmenprogramme (z. B. auch im Vollzug der EU-Wasserrahmenrichtlinie) mit einem Gesamtansatz für den Bodensee und sein Einzugsgebiet sind lokal oder inhaltlich begrenzten Einzelmaßnahmen vorzuziehen. Sie zeigen bedeutende Auswirkung auf das gesamte System Bodensee mit Einzugsgebiet und berücksichtigen dabei auch großräumige Prozesse sowie Interaktionen zwischen verschiedenen Lebensräumen.

Umsetzung der Erkenntnisse und Vorgaben

Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeit ist über alle Maßnahmen in geeignetem Rahmen und geeigneter Weise zu informieren. Gründe für die jeweiligen Maßnahmen sind von zuständigen Stellen offen zu legen und zu erläutern. Der Dialog mit der Bevölkerung soll sowohl den Kenntnisstand als auch das Verantwortungsbewusstsein jedes Einzelnen fördern.

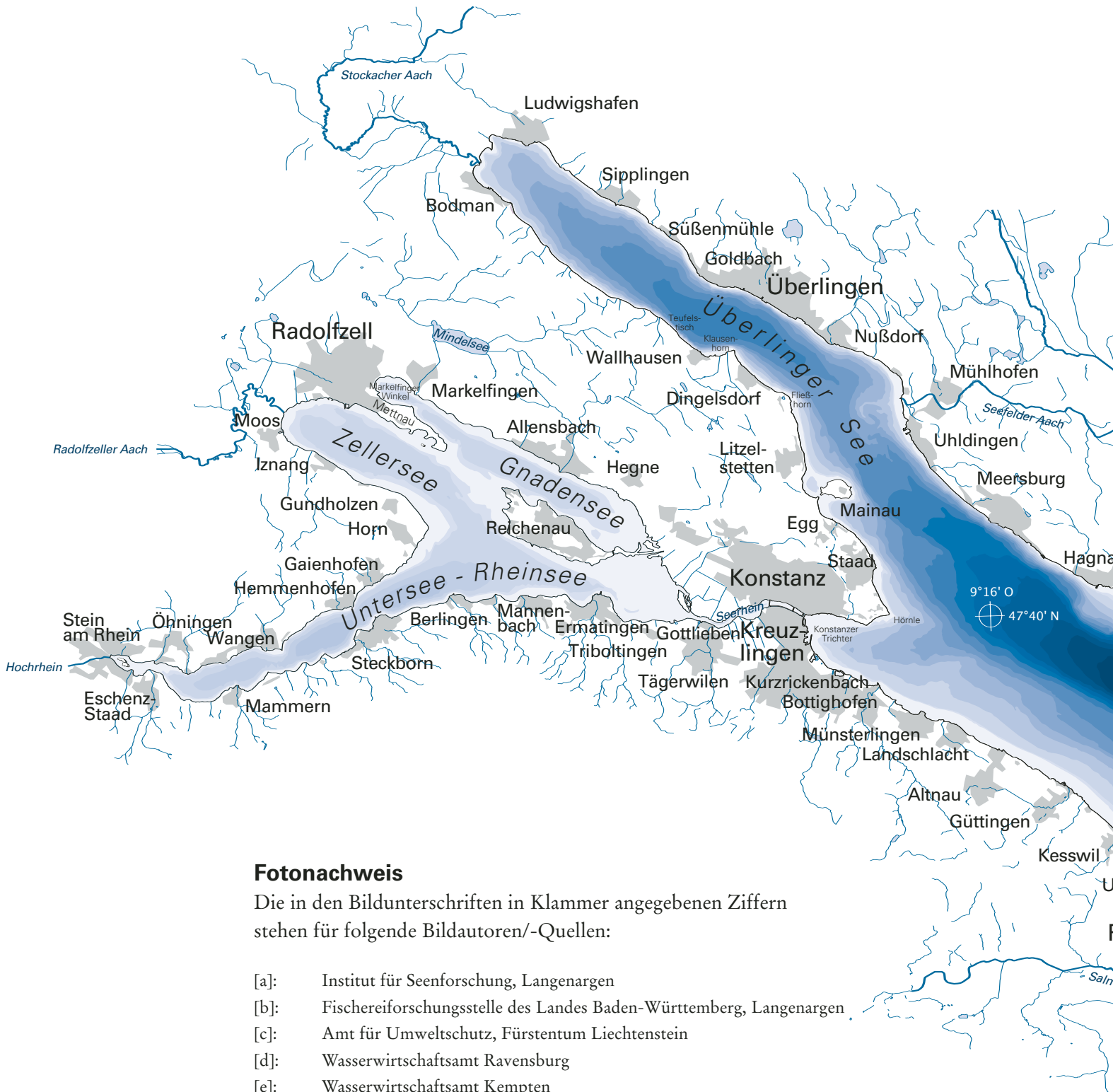
Schlussbemerkung

Dieser Statusbericht stellt wichtige Zusammenhänge dar und schafft eine Verbindung zwischen dem heutigen Zustand des Bodensees und zukünftiger Gewässerschutzarbeit. Bei der Bearbeitung wurde deutlich, dass der angestrebte Zustand (Entwicklungsziel) für den Bodensee noch mehr oder weniger weit entfernt ist, aber durch geeignete Maßnahmen entscheidende Verbesserungen erreicht werden können. Hierzu nötige Maßnahmenkonzepte – unter Gesichtspunkten des “integrierten Umweltschutzes” - müssen ständig aktualisiert und der jeweils veränderten Situation angepasst werden. Die aus heutiger Sicht nötigen Handlungserfordernisse sind in den jeweiligen Fachkapiteln dieses Berichts aufgeführt.

Noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts herrschten am Bodensee Verhältnisse, die heute als Referenz für einen “naturnahen” Systemzustand mit “seeverträglichen” Nutzungsformen herangezogen werden können (Kap. 1.3.2). Eine zunehmend intensiviertere Nutzung des Sees und seines Umlandes hat in der Folge zu einem beschleunigten Anstieg der Belastungen und zu ökologischen Defiziten des Sees und seines Einzugsgebiets geführt. Nachdem der Bodensee in den 1970er Jahren den Höhepunkt seiner Nährstoff-Belastung erreicht hatte, griffen die seitens der IGKB initiierten und von den Ländern und Kantonen kooperativ umgesetzten Gegenmaßnahmen. In den folgenden Jahrzehnten erholte sich der Bodensee nach und nach. Der Rückgang der Eutrophierungsphänomene machte die Sicht frei auf weitere Problemereiche, die bisher weniger beachtet wurden - allen voran die auffälligen strukturellen Defizite am Seeufer und an den Zuflüssen, aber auch auf Schadstoffe, die bislang unberücksichtigt blieben.

Die vorliegende Arbeit bestätigt, dass die konsequente länder- und kantonsübergreifende Gewässerschutzarbeit bereits zu bedeutenden Verbesserungen der gesamtökologischen Situation geführt hat. Der aktuelle ökologische Zustand des Systems Bodensee und seines Einzugsgebiets wird wieder als weitgehend funktionsfähig, in einigen Kompartimenten jedoch als noch immer gefährdet und insgesamt verbesserungswürdig beurteilt. Das generelle Entwicklungsziel ist ein naturnaher Zustand für das gesamte System. Dieses Ziel ist hoch gesteckt. Damit es innerhalb angemessener Fristen erreicht werden kann, müssen zukünftige Maßnahmenkonzepte mit hoher Effektivität geplant und umgesetzt werden.

Durch nachhaltigen Umgang mit dem Lebensraum Bodensee, seinem Einzugsgebiet und allen Ressourcen sollen zukünftigen Generationen und Lebensgemeinschaften alle Möglichkeiten erhalten bleiben, ihre jeweiligen Lebensansprüche und Nutzungsinteressen zu befriedigen.



Fotonachweis

Die in den Bildunterschriften in Klammer angegebenen Ziffern stehen für folgende Bildautoren/-Quellen:

- [a]: Institut für Seenforschung, Langenargen
- [b]: Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg, Langenargen
- [c]: Amt für Umweltschutz, Fürstentum Liechtenstein
- [d]: Wasserwirtschaftsamt Ravensburg
- [e]: Wasserwirtschaftsamt Kempten
- [f]: Internationale Rheinregulierung (IRR)
- [g]: Amt für Jagd und Fischerei Graubünden, Chur
- [h]: Amt für Umweltschutz, Kanton Thurgau, Frauenfeld
- [i]: HYDRA, Büro Peter Rey, Konstanz
- [j]: Julius Pietruske, Langenargen
- [k]: Stanko Petek, Radolfzell, <http://www.luftbild.com>
- [l]: Max Granitza, Konstanz
- [m]: Stadtwerke, Konstanz
- [n]: Reiner Eckmann, Limnologisches Institut der Univ. Konstanz

Wissenswertes über den Bodensee

Das Ur-Bodenseebecken ist nach Ende der Riss-Kaltzeit (Pleistozän) vor 1,3 bis 0,9 Mio. Jahren entstanden; seine heutige Form besitzt der See seit ca. 10 000 Jahren. Ufer und Hinterland sind seit rund 7 000 Jahren ununterbrochen besiedelt.

Meereshöhe über Normal Null:	395 m
Oberfläche gesamt:	535 km ²
Fläche Obersee:	472 km ²
Fläche Untersee:	62 km ²
Tiefste Stelle:	-254 m
Rauminhalt:	48,4 km ³
Uferlänge:	273 km
Längste Ausdehnung:	63 km
Größte Breite:	13 km

Einzugsgebiet, Fläche (ohne See):	10 903 km ²
Mittlerer jährlicher Durchfluss ca.	372 m ³ /s
Hauptzufluss	Alpenrhein ca. 230 m ³ /s
Seeabfluss	Hochrhein

Uferlänge gesamt	273 km
davon Baden-Württemberg	155 km
Bayern	18 km
Österreich	28 km
Schweiz	72 km

