

Otfried BAUME, München

Mark VIETTER, München

Umweltveränderungen im Einzugsgebiet des Königssees (Berchtesgadener Alpen) – Ursachen, Auswirkungen, Handlungsmöglichkeiten

Summary

In the nature reserve National Park Berchtesgaden we face a certain dilemma. Due to the rigorous criteria from the IUCN no utilisation is allowed in the area. Nevertheless, utilisation there does exist in the form of tourism and alp pasture. But can this be considered a problem? And, above all, is this kind of utilisation the reason for the small scale environmental change detected in the area?

The analysis of early and recent data from utilisation in the National Park Berchtesgaden shows that there used to be considerable activities of utilisation in the past in this region. Regarding the last ten years in alp pasture management, it is possible to notice a moderate decrease. But according to estimations from experts the utilisation of alpine pastures will stay on the same level in the future.

In the tourism sector one can also observe a decrease of overnight stay and general guest figures, but nonetheless tourism there remains on a high level. That means that probably the intensity of utilisation in the protected area may not change significantly in the near future. How does this affect the landscape-ecological situation?

Examinations of the energy budget show that the temperature in the Königssee has increased over the last 20 years. On the other hand, previous investigations of the solution budget demonstrate no impact by utilisation, neither in the inflow to the lake nor in the lake itself. Ascertained environmental changes are not attributed to direct influences in the catchment area, but rather to nationwide or even global causes. Therefore it is possible to make the enjoyable statement, that National Park Berchtesgaden is a protected area, where the self-addressed rigorous criteria from its labelling as NP are not completely realised, but all the same one does not have to worry about negative effects by regional anthropogenic influences.

I Einleitung und Zielstellung

Die ersten Folgen des Klimawandels sind bereits zu beobachten, obwohl die Erde sich in den letzten hundert Jahren nur um 0,6 Kelvin erwärmt hat. Die mittlere globale Oberflächentemperatur wird erwartungsgemäß um zirka 3 bis 6 Kelvin ansteigen; in vielen Regionen der Welt werden so Mensch und Natur vor enorme Anpassungsschwierigkeiten gestellt. Experten weisen auf unkalkulierbare Risiken und tief greifende Veränderungen im Naturhaushalt der Erde hin. Der Klimawandel wird für Mensch und Natur vorwiegend negative Folgen haben. Schon heute sind in verschiedenen Ökosystemen Veränderungen zu beobachten, die auf die Erwärmung der Erde zurückgehen: Gletscher ziehen sich zurück, Vögel brüten früher und die Vegetationsperiode vieler Pflanzen hat sich verlängert. Besonders verwundbar gegenüber dem Klimawandel sind Ökosysteme, die sich nur langsam anpassen können, wie zum Beispiel Gletscher, Feuchtgebiete, Mangrovenwälder, Ökosysteme in der Arktis und in den Gebirgen (IPCC 2001).

Aus diesen alarmierenden Worten des o. g. Berichtes muss als Hauptziel für die Gesellschaft abgeleitet werden, Handlungsstrategien zu erarbeiten, wie u.a. in Hochgebirgsökosystemen eine Anpassung auf Klimaveränderungen in Form von Managementmaßnahmen aussehen kann. Um solche Anpassungsstrategien zu entwickeln, muss aber vorab eine genaue Analyse des zu betrachtenden Ökosystems erfolgen, um festzustellen, in welchen Teilen des Systems Veränderungen auftreten und welche Konsequenzen dies für andere Teile des Systems haben kann. Ein Ziel dieses Artikels ist es, Beispiele für derartige Analysen von Veränderungen darzustellen.

Hochgebirge gelten als eine der Schlüsselstellen für die Analyse der Umweltentwicklung infolge globaler Klimaveränderungen. Gerade in der Hochgebirgsstufe sind sie anhand von Gletscherschwankungen oder an der Verschiebung von Höhengrenzen deutlich ablesbar. Hier findet man auf engem Raum vergangene Klima- und Umweltveränderungen archiviert und aktuelle Veränderungen wirken sich in diesen sensiblen Ökosystemen besonders aus.

Ein weiterer Teil des notwendigen Handlungsprogramms betrifft den Aufbau von Informationssystemen zum besseren Management der Gebirgsräume besonders in Bezug auf die Bewertung von Ressourcen und Risiken.

In diesem Zusammenhang ist der Naturschutzaspekt zu berücksichtigen, der sich aus dem Anspruch von Nationalparks ergibt, als oberstes Ziel den Schutz der Natur in ihrer Ursprünglichkeit gelten zu lassen (NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN 2002). Gemeint ist damit, dass in Nationalparks kein direkter Einfluss auf die Natur durch den dort wirkenden Menschen stattfinden soll. Es ist leicht vorstellbar, dass dieses ehrgeizige Ziel in Mitteleuropa schwierig zu realisieren ist. Aspekte zu dieser Problematik sollen ebenso Bestandteil dieses Artikels sein.

All diese Themen fordern die Hochgebirgsforschung heraus, die in den letzten Jahren weltweit einen Aufschwung bekommen hat. Die Gründe hierfür sind vielfältig:

- neue Fragestellungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung hinsichtlich der Ressourcen und Risiken, die das Hochgebirge bietet,
- neue Meß- und Beobachtungsverfahren sowie effizientere Möglichkeiten der Datenauswertung,
- im Zusammenhang mit „global change“ nehmen Hochgebirge in ihrer räumlichen und zeitlichen Dynamik eine Schlüsselstellung ein.

Internationale und nationale Forschungsprogramme und -institutionen orientieren sich verstärkt auf geographische Forschung im Hochgebirge: Man and Biosphere (MAB), United Nations University (UNU), International Center for Integrated Mountain Development (ICIMOD), International Center for Alpin Environment (ICALPE), IGCP 415 Glaciation & Reorganization of Asia's Network of Drainage, African Mountain Association, Andean Mountain Association, International Mountain Research-Information Laboratory (IMRIL, Moskau), Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung sowie eine Vielzahl von geographischen Instituten an Universitäten und Akademien.

Bei dem Schutzgebiet Nationalpark Berchtesgaden handelt es sich um ein solches sensibles Hochgebirgsökosystem, welches auf Grund seiner Naturbelassenheit als Quasi-Naturraum angesehen werden muss. Gerade dies motiviert im Besonderen, Forschungen zu Umweltveränderungen und deren Folgen in diesem Gebiet durchzuführen. Darüber hinaus sollte uns aber noch ein anderer Grund dazu bewegen, Umweltuntersuchungen in diesen Gebieten in höchstem Maße zu forcieren: Die Sicherung von Erkenntnissen über landschaftsökologische Prozesse und Stoffkreisläufe. So können einerseits Aussagen über Referenzflächen (sog. „Nullflächen“) gewonnen werden und andererseits, gerade unter gegenwärtig ablaufenden Umweltveränderungen, durch besonders geschärfte Beobachtungen die damit zusammenhängenden Folgen dokumentiert werden. Insbesondere in komplexen Seeinzugsgebieten alpiner Regionen sind Veränderungen im Naturhaushalt schwierig zu erkennen und häufig auch komplizierter messtechnisch nachzuweisen. Mit dem Ziel, mehr Licht in diese Fragestellung zu bekommen, entstand 1999 das LAKE-Projekt (Landschaftsökologische Analysen im Königssee-Einzugsgebiet), in dem die angesprochenen Ziele verfolgt werden und dessen erste Ergebnisse hier dargestellt werden sollen.

2 Vorstellung der Naturraum- und Nutzungscharakteristik des Untersuchungsgebietes

Der Nationalpark Berchtesgaden liegt im südöstlichsten Teil der Bundesrepublik Deutschland an der Grenze zu Österreich (Abb. 1). Die Besonderheit

und die Schutzwürdigkeit des Nationalparks liegt u.a. in seiner engen Aneinanderreihung von differenzierten Klimabedingungen auf kleinem Raum, wie es Hochgebirgslandschaften eigen ist. Dies führt zu einer spezifischen und seltenen Artenzusammensetzung in Flora und Fauna, die jedoch hinsichtlich der ökologischen Verhältnisse äußerst sensibel ist.

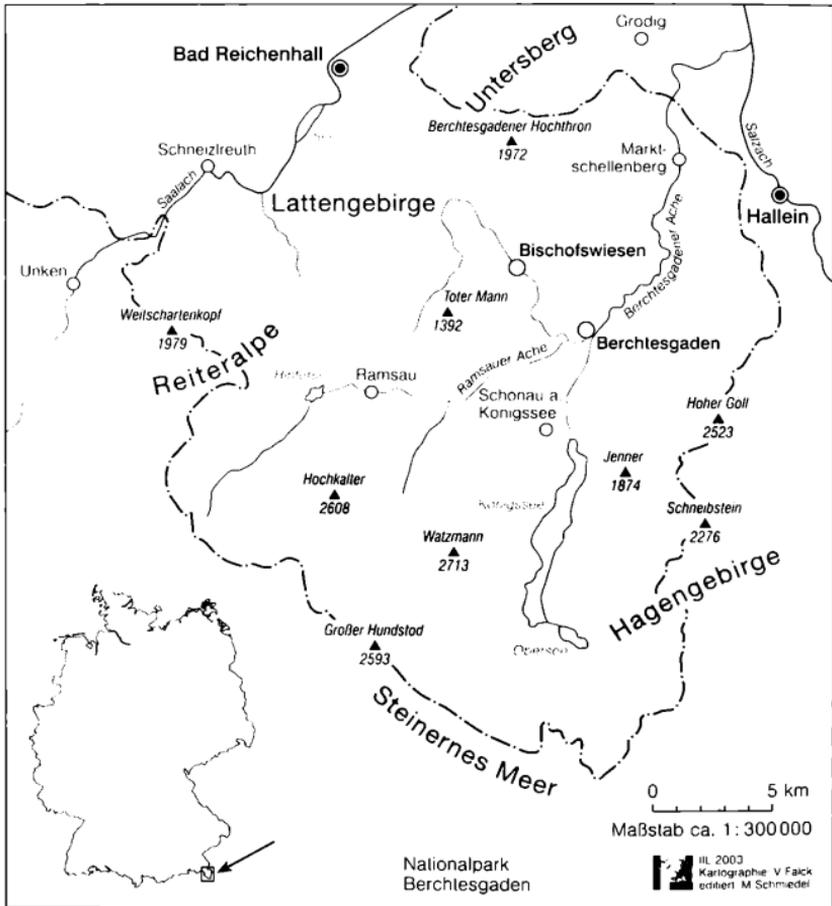


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet und seine Umgebung. Topographische Grundlage: BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN 2002

Eine detaillierte Beschreibung des Naturraumes würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Daher sei hier nur auf weiterführende Erläuterungen zu den einzelnen physisch-geographischen Themen in neueren Publikationen

verwiesen: Zur Geologie empfehlen sich die Arbeiten von LANGENSCHIEDT (1994) und BRAUN (1998). Zur Interpretation geomorphologischer Phänomene kann die Karte von FISCHER (2000) herangezogen werden. Ausführungen zu bodengeographischen Fragestellungen lassen sich u.a. bei STAHR (1997) finden. Klimatologische Aspekte wurden vor allem bei HOFMANN (1992) abgehandelt. Für Darstellungen zur Vegetation im Alpennationalpark sei hier ein Verweis auf SCHMIDTLEIN (2000) oder LIPPERT et al. (1997) gegeben. Alle naturräumlichen Befunde sind im Nationalpark in einer Datenbank vorbildlich gespeichert und meist digital vorhanden.

Beim Naturschutz-Fachpublikum impliziert die Schutzgebietskategorie Nationalpark häufig die Vorstellung, dass es sich hier um einen Raum mit sehr geringer oder keiner Nutzung handelt. Dass dieser Idealzustand im Nationalpark Berchtesgaden nicht gegeben ist, sollen die folgenden Ausführungen zeigen.

Der Eingriff des Menschen zur Nutzung der Ressourcen in dieser Hochgebirgslandschaft geht auf eine längere Tradition zurück. Befunde aus der Römerzeit im Dachsteingebiet belegen eine sehr frühe Beeinflussung dieses Raumes durch den Menschen (MANDL, 1996). Die ersten urkundlichen Nennungen von Almen sind aus dem 14. Jahrhundert bekannt (FEHN, 1968). Insbesondere im 19. Jahrhundert hat es intensive Waldrodungen zur Anlage von Almen und später zur Bereitstellung von Brennmaterial für die Salzgewinnung gegeben. Darüber hinaus kamen in der Zeit zusätzlich Jagdinteressen auf. Diese Nutzungsformen spielen jedoch – vor allem auf Grund des Nationalparkstatus – heute eine untergeordnete Rolle. Daher soll in den nun folgenden Teilkapiteln vor allem auf die zwei wesentlichen Hauptnutzungen zum gegenwärtigen Zeitpunkt eingegangen werden: Almwirtschaft und Tourismus.

Almwirtschaft

Wie oben angedeutet, geht die almwirtschaftliche Nutzung im Nationalpark Berchtesgaden auf eine jahrhundertalte Tradition zurück. Vor allem die rechtliche Situation um die Almen (Besitz-, Pacht-, Auftriebs-, Schwandrechte etc.) hat in dem Raum eine sehr wechselvolle Geschichte. Auch dies führte sicherlich zu ganz unterschiedlichen Nutzungsintensitäten der Almwirtschaft in der Vergangenheit (Abb. 2). Betrachtet man die almwirtschaftliche Entwicklung ab 1837 (seit diesem Zeitraum liegen verhältnismäßig verlässliche Zahlen vor), ist zu erkennen, dass es bis in die Mitte der 1970er Jahre des vorletzten Jahrhunderts eine permanente Abnahme der Zahl der Almen, aber auch des Bestosses gab. Nach den aktuelleren Zahlen sind in den letzten 20 Jahren hingegen die Anzahl der Almen und die Auftriebszahlen stabil geblieben (Abb. 3). Erst die jüngsten Zahlen zeigen eine leicht

rückläufige Tendenz, auf deren Hintergrund weiter unten noch eingegangen werden soll.

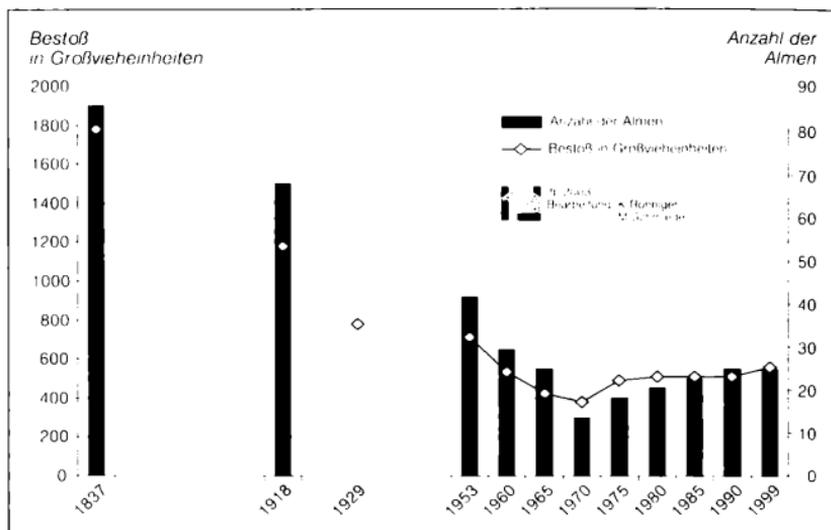


Abb. 2: Almwirtschaftliche Entwicklung im Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden. Vor 1953 gibt es nur vereinzelt Daten.
Quelle: NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1990 und AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG Laufen/Traunstein 2002

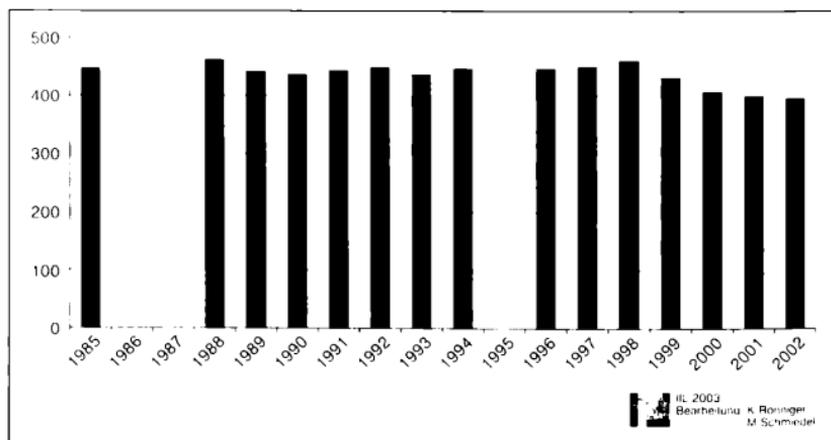


Abb. 3: Almauftrieb in KG seit 1985 bis heute. Quelle: AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG Laufen/Traunstein 2002

Dass die almwirtschaftliche Nutzung im Nationalpark Berchtesgaden relativ stabil ist und dies nach Meinung des Amtes für Landwirtschaft weiterhin so bleiben kann, hängt mit folgenden Umständen zusammen: Es gibt heute im wesentlichen – neben den Einnahmen durch die eigentliche landwirtschaftliche Tätigkeit – vor allem zwei weitere Einnahmequellen für die Almbauern. Zum einem sind dies die Fördermittel, die aus dem Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) den Almbauern gezahlt werden (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2002), zum anderen die Möglichkeit der Nutzung des Betriebs durch eine sog. „kleine Ausschanklizenz“. So besteht für die Sennerin oder den Almbauern die Möglichkeit, ihren Betrieb gastronomisch zu nutzen.

Die schon angedeutete derzeitige Abnahme des Viehautriebs hängt mit der Tatsache zusammen, dass in den vergangenen Jahren die Almbauern verstärkt Fremdvieh (von anderen Landwirten) mit aufgetrieben hatten, was heute in dem Maße nicht mehr der Fall ist. Die Zahl der Almen und der Beschäftigten in der Almwirtschaft ist aber in den letzten Jahren nahezu unverändert: Derzeit werden 25 Almen im Nationalpark bestoßen. Nach den Aussagen des Amtes für Landwirtschaft, ist das Verhältnis zwischen den Interessen des Nationalparks und denen der Almbauern derzeit praktisch konfliktfrei.

Als Fazit kann damit festgestellt werden, dass weiterhin im Nationalparkgebiet mit almwirtschaftlicher Nutzung von ungefähr gleichbleibender Intensität zu rechnen ist.

Tourismus

Die Region wurde schnell durch Reisebeschreibungen im ausgehenden 18. Jahrhundert als Sommerresidenz und Jagdrevier der bayerischen Könige bekannt. Die touristische Nachfrage nahm bis zum ersten Weltkrieg allmählich zu, was vor allem dem Ausbau der Bahnstrecke nach Berchtesgaden im Jahre 1888 zu verdanken ist (Abb. 4).

Zur Darstellung der touristischen Entwicklung in der letzten Dekade des 20. Jahrhunderts sollen stellvertretend die Zahlen der Königsseeschiffahrt verwendet werden (Abb. 5).

Von 1950 bis in die 1970er Jahre ist eine stetige Zunahme des Fahrgastaufkommens bei der Königsseeschiffahrt zu verzeichnen. In der Folge setzte eine Abnahme der Passagierzahlen ein, die erst durch den verstärkten touristischen Andrang nach der Wiedervereinigung abgefangen wurde. Seit 1994 bis heute sind die Zahlen wieder leicht rückläufig.

Die Jahreswerte alleine reichen allerdings nicht aus, um abzuleiten, welche temporäre touristische Belastung u.U. im Untersuchungsgebiet herrschen kann. Abb. 6 zeigt die saisonale Schwankungen des Fahrgastaufkommens gemittelt über verschiedene Jahre. Deutlich wird, dass im Sommer

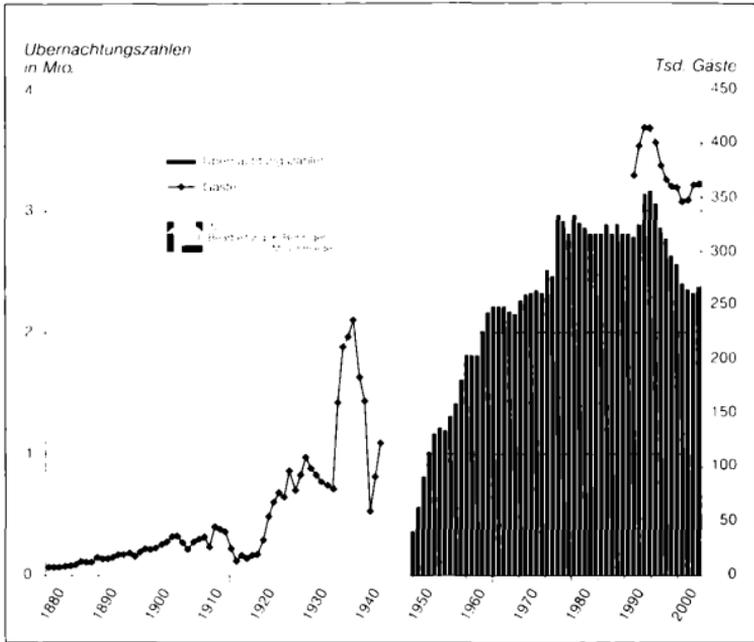


Abb. 4: Übernachtungs- und Gästezahlen im Verbandsgebiet 1880 bis heute. Zwischen 1942 und 1989 liegen keine Gästezahlen, vor 1948 keine Übernachtungszahlen vor.
 Quellen: SCHÖNER, 1971 und 1974; BRETL, 1978 und KURDIREKTION DES BERCITTESGADENER LANDES 2002

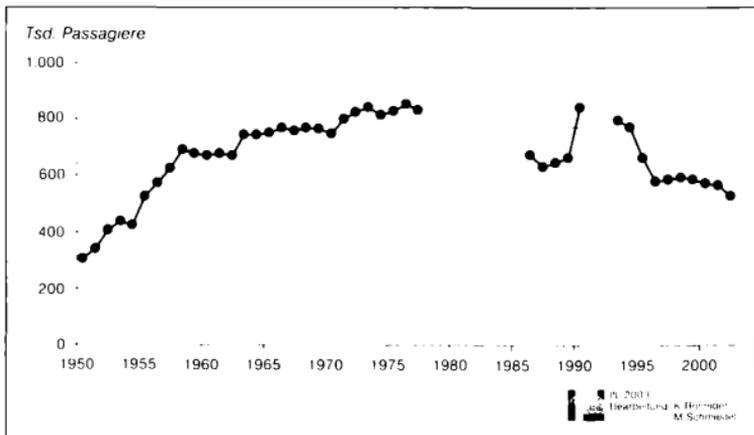


Abb. 5: Passagierzahlen der Königsseeschifffahrt 1950 bis heute. Aus den Zeiträumen 1978-1985 und 1991/92 liegen keine Daten vor.
 Quelle: STAATLICHE SEENSCHIFFFAHRT KÖNIGSSEE 2002

ein höherer touristischer Andrang zu verzeichnen ist. 54% der Fahrgäste kommen in den Monaten Juli, August und September. Nach mündlicher Auskunft der Königsseeschifffahrt können an einem schönen Sommertag in Ausnahmefällen durchaus um 10.000 Fahrgäste über den Königssee transportiert werden.

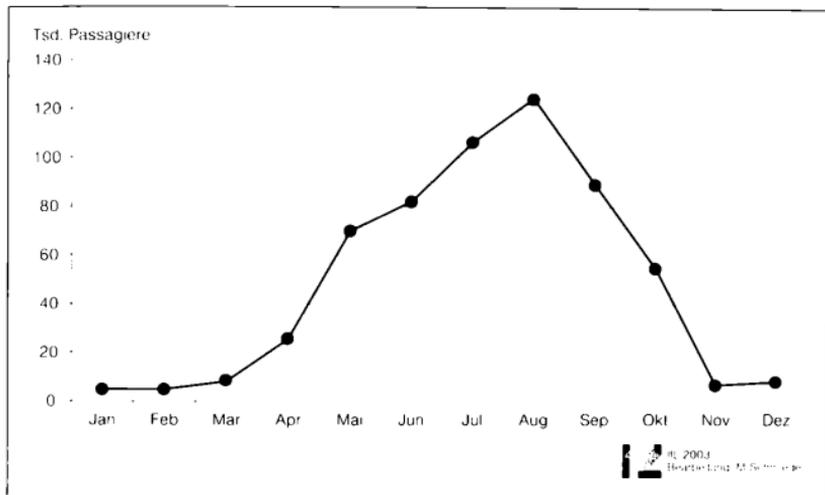


Abb. 6: Saisonale Schwankungen im Fahrgastaufkommen der Königsseeschifffahrt (gemittelte Werte 1995-2002).

Quelle: STAATLICHE SEENSCHIFFFAHRT KÖNIGSSEE 2002

Betrachtet man zusammenfassend die Zahlen zum Tourismus im Untersuchungsgebiet, ist derzeit zwar ein Rückgang an Besuchern der Region zu erkennen, aber dennoch findet der Fremdenverkehr zahlenmäßig auf hohem Niveau statt. Mit 2.362.080 Übernachtungen im Jahr 2001 in den fünf Gemeinden des Fremdenverkehrsverbandes (Berchtesgaden, Schönau am Königssee, Bischofswiesen, Marktschellenberg und Ramsau) kann die Region als massentouristisches Zentrum bezeichnet werden.

3 Entwicklung des Naturschutzes im Nationalpark Berchtesgaden

Naturschutzbestrebungen gehen in Berchtesgaden auf eine lange Geschichte zurück. Bereits 1910 wurde der „Pflanzenschonbezirk Berchtesgadener Alpen“ gegründet. Dieser Erfolg geht auf das Wirken des „Vereins zum Schutz und zur Pflege der Alpenpflanzen“ zurück. Die damals 83 qkm große Schutzfläche umfasste den südlichen Teil des heutigen Nationalparks mit dem Obersee, dem Königssee, und den direkt angrenzenden Gebirgsstöcken.

Die zuerst nur floristischen Schutzintensionen wurden 1921 um den Schutz der Tierwelt erweitert. Mit der Gründung des Naturschutzgebietes Königssee wurde der ursprüngliche Pflanzenschonbezirk auf eine Fläche von fast 200 qkm erweitert, weil die Gebiete Hoher Göll, bayerisches Hagengebirge, der bayerische Teil des Steinernen Meeres, der Watzmann, Hochkalter und der südliche Teil der bayerischen Reiteralme hinzukam. Erst 1972 beschloss dann der bayerische Landtag die Ausweisung eines besonderen Schutzgebietes, welches über die bisherigen Ansprüche hinausgehen sollte. Dies führte dann nach sechs-jähriger Planung am 01.08.1978 zur Gründung des Nationalparks Berchtesgaden mit der heutigen Fläche von 210 qkm. Anfang der 1990er Jahre wurde das Schutzgebiet noch einmal um sein Vorfeld auf insgesamt 460 qkm erweitert, welches dann zusammen mit der heutigen Nationalparkfläche das Biosphärenreservat Berchtesgaden bildet.

Um das hohe touristische Potenzial nicht ungenutzt zu lassen und die traditionelle Almwirtschaft mit ihren althergebrachten Almrechten in Einklang mit den strengen Vorgaben der IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) zur Durchsetzung der Schutzziele in Nationalparks zu bringen, wurde ein Zonierungskonzept aufgestellt (EUROPARC und IUCN 2000). Der Anspruch der IUCN, welche eine Kernzone von 75% und eine Pflege und Erhaltungszone von 25% der Fläche für Nationalparks vorgeben, gilt in Berchtesgaden nur als Zielvorstellung. Derzeit gehören 67% der Fläche zur Kernzone. Die Planung geht dahin, diese Zone bis 2010 auf 77% zu erweitern (NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN 2000).

4 Methodische Vorgehensweise im LAKE-Projekt

Der klassische methodische Ansatz für landschaftsökologische Forschung zeigt sich schon in der Wahl des Untersuchungsgebietes: Ein Seeinzugsgebiet wurde ausgewählt, um Stoff- und Energieflüsse im Landschaftshaushalt zu untersuchen. In der ersten Phase des Forschungsprojektes hat nach gründlichem Literatur- und Datenstudium eine landschaftsökologische Bestandsaufnahme des Untersuchungsgebietes stattgefunden. Hier kann auf einen reichhaltigen Fundus der im GIS-Format vorliegenden Daten des Nationalparks zurückgegriffen werden. Die Literatur- und computergestützte Kartenauswertung sowie die Erfassung der aktuellen und historischen Nutzung im UG bildeten die Grundlage für die Auswahl der Standorte, die in der zweiten Phase als Messpunkte für die regelmäßigen hydrologischen und hydrochemischen Untersuchungen dienten. Ebenso hat in dieser Phase die Aufnahme sämtlicher Daten des anthropogenen Einflusses stattgefunden (Befragung von Landwirten, Touristen, Nationalparkpersonal, Einsicht in die Daten des Wasserwirtschaftsamtes, Erfassung der Gemeindedaten).

Kern der Untersuchungen waren jedoch die Gewässeranalysen. Dabei wurden in Zeitabständen von einer Woche an verschiedenen Messpunkten Proben entnommen. Die Proben stammten von verschiedenen repräsentativen oberirdischen Zuflüssen des Königssees, vom See selbst und von dessen Abfluss. In erster Linie wurden Analysen zum Jahrgang des Nährstoffgehaltes (NO_2 , NO_3 , NH_4 , PO_4 und Cl), des Sauerstoffgehaltes, zum pH-Wert und zur Wassertemperatur durchgeführt. Die Methodik bei Probenentnahme, Transport, Konservierung und Untersuchung orientiert sich an den DIN-Vorschriften. Die Wasserinhaltsstoffe wurden hauptsächlich ionenchromatographisch bestimmt. Die Erstellung eines hydrologisch-hydrochemischen Tiefenprofils erfolgte mit einer Multiparametersonde von einem Forschungsboot aus. Abb. 7 zeigt den Königssee mit seinen verschiedenen Messstellen.

In einer dritten Phase wurden die quantitativen Daten der Gewässeruntersuchungen ausgewertet. In Korrelation mit den qualitativ und quantitativ gewonnenen Daten erfolgte dann eine Analyse und Bewertung des anthropogenen Einflusses im Zusammenhang mit den landschaftsökologischen Parametern.

Als Vergleichsmöglichkeit zu früheren Umweltverhältnissen konnte im Bereich des Königssees eine limnologische Studie vom Anfang der 1980er Jahre (SIEBECK 1982) herangezogen werden. Zur Ergänzung dienten die Ergebnisdaten von LANDAU und WÖRLE (1988), um Aussagen allgemeiner Art zur Veränderung des Landschaftshaushaltes zu machen. Durch die Zusammenstellung der Daten und durch die Auswertung mit einem GIS wurde eine Bewertung der Umweltveränderungen durch anthropogene und natürliche Einflüsse vorgenommen.

5 Ergebnisse und Diskussion

Im LAKE-Projekt sollen Stoff- und Energiehaushalt im Untersuchungsgebiet erforscht werden, um eventuelle Umweltveränderungen und deren Zusammenhänge aufzudecken.

5.1 Zum Energiehaushalt im Königssee

In den Abb. 8 bis 11 sind Aspekte des Energiehaushaltes am Beispiel des Parameters Temperatur des Königsseewassers an einem ausgewählten Standort dargestellt. Abb. 8 zeigt das Temperaturverhalten über den Zeitraum von mehr als 2 Jahren in den obersten 20 m des Sees. Deutlich erkennbar ist, dass das Epilimnion selten und nur kurzfristig im Sommer ausgeprägt ist, diese Verhältnisse sind auch schon von SIEBECK (1982) beobachtet worden. Eine deutlich erkennbare Sprungschicht konnte in den Sommermonaten nur an wenigen Messterminen an den besonders eng beieinander

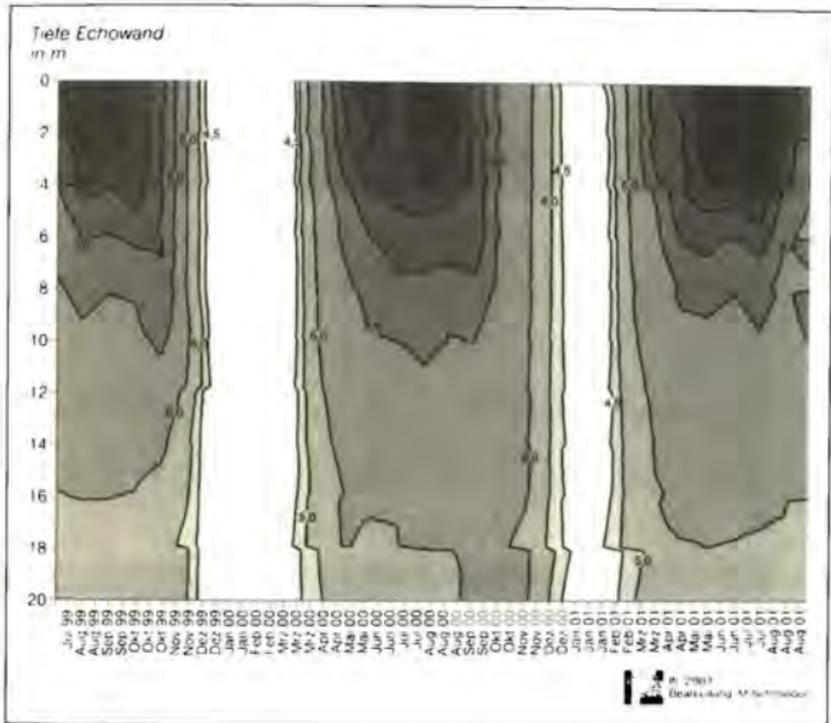


Abb. 8: Temperaturverhältnisse in °C bis 20 m Tiefe im Untersuchungszeitraum am Messpunkt Echowand

Für die ökologische Gesamtsituation in tiefen Seen ist die Frage von großer Bedeutung, ob eine komplette Durchmischung des gesamten Wasserkörpers (Holomixis) oder eine Teildurchmischung des Sees (Meromixis) vorliegt. Für eine Holomixis ist zu erwarten, dass die Tiefe der Erdoberde, Schichten des Sees ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Um dies zu erkennen, bedarf es einer anderen Darstellung: Abb. 9 zeigt analog zur Abb. 8 die Temperaturverhältnisse an dem gleichen Standort, nur diesmal über den gesamten Wasserkörper. Gleiches gilt für die Abb. 10, allerdings aus einem früheren Zeitraum.

Betrachten wir zunächst die Abb. 9, d.h. die thermischen Verhältnisse im Königssee an der Messstelle Echowand, um die Durchmischungsverhältnisse im See zu erläutern. In die Abbildung gehen, verteilt über den ganzen Untersuchungszeitraum, mehr als 4.000 Einzeltemperaturmessungen ein. Die winterlichen Temperaturen 1999/2000 führten im südlichen Teil des Königssees zur Vereisung. An der Echowand hingegen, der Teil der etwas nördlicher liegt, ist der See relativ breit, und die Möglichkeit des Zufrierens

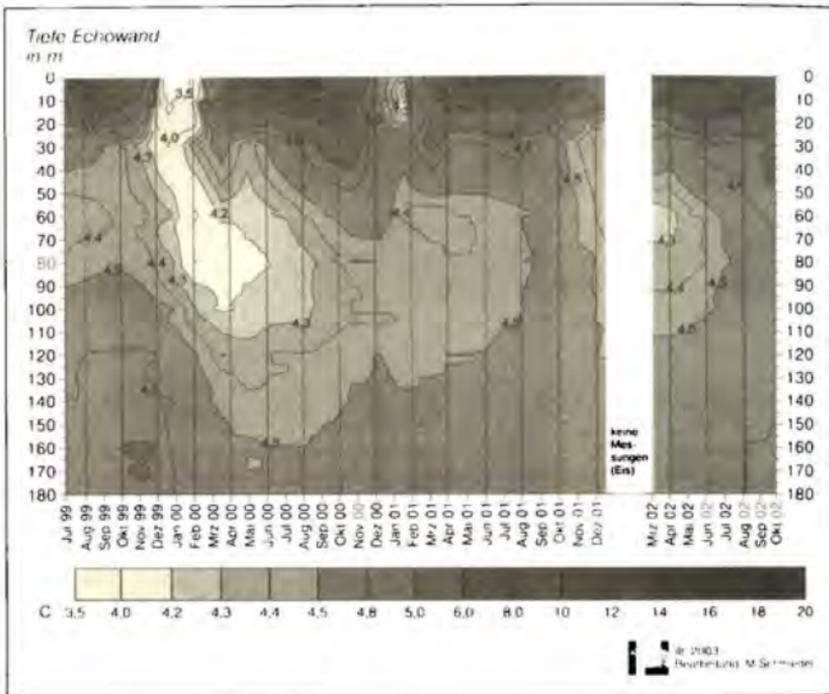


Abb. 9: Temperaturverhalten in °C von Juli 1999 bis Oktober 2002 über den gesamten Wasserkörper am Messpunkt Echowand

dadurch schwieriger gegeben. Kommt es dann – bei relativ kalten Lufttemperaturen – zur Windaktivität, gelangt das kalte Oberflächenwasser, welches nur geringfügig über Null °C liegt, schnell in die tieferen Schichten des Sees. Dies war zwischen Dezember 1999 und März 2000 zu beobachten. Neutriebwind aber auch, dass die Durchmischung nicht, des, kometen... Wasserkörper betraf. Ein Einfluss ist hier bis ca. 140 m Tiefe erkennbar. Also kann nicht von einer Vollzirkulation die Rede sein. Interessant ist auch die Feststellung, dass sich das kältere Wasser in den tieferen Bereichen des Sees auch über die Sommermonate hinaus, Frontal, 30 Jahre, bis zur, eine... neue, intrusive, Windaktivität im Herbst 2000, das, durch, das, Sommer, wärmte Oberflächenwasser in die Tiefe verlagert wurde (Oktober-Dezember 2000). Dann hat sich das Wasser in den oberen Schichten wieder so weit abgekühlt, dass wir zum Beginn des Jahres 2001 wieder isothermische Verhältnisse haben, allerdings auch nur in dem Einflussbereich bis ungefähr 70 m Tiefe.

Der Winter 2000/2001 war in der Region Berchtesgaden milder und offensichtlich war auch die Windaktivität in dieser Zeit nicht so intensiv wie

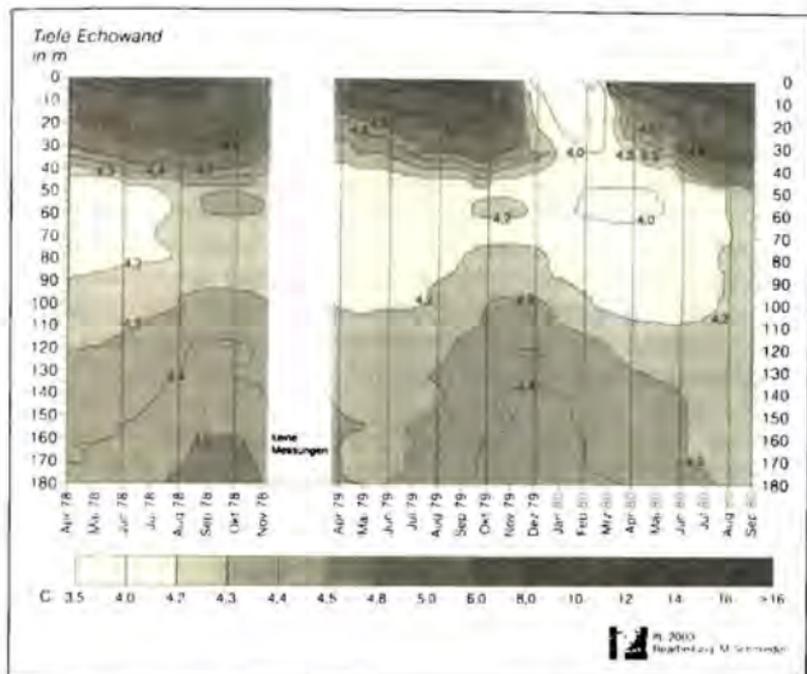


Abb. 10: Darstellung des Temperaturverhaltens in °C 1978–1980 am Messpunkt Echowand (Datengrundlage: SILBECK 1982)

in dem Winter zuvor. Die Messungen zeigen, dass es im Winter 2001 lediglich zu einer Durchmischung der obersten 30–40 m des Sees kam. Die Kaltwasserschicht von ungefähr 4,4°C in 60–70 m Tiefe scheint sich aus dem Vorjahr noch erhalten zu haben. Der August 2001 war vergleichsweise warm. Dort konnten wir an der Oberfläche des Königssees den höchsten Wert im ganzen Messzeitraum von 21,3°C am 15.8.2001 feststellen. Die sich anschließende herbstliche Saison mit verstärkter Windaktivität verlagerte dann dieses wärmere Wasser wieder in die tieferen Schichten des Sees. So kommt es, dass wir im Oktober/November 2001 in den tieferen Schichten bis ca. 140 m Tiefe relativ einheitliche Temperaturverhältnisse haben. Zum Dezember 2001 hin waren leider Messungen nicht mehr möglich. Nicht trag- oder bruchfähiges Eis auf dem gesamten Königssee verhinderte die Untersuchungen bis März 2002. Dann wurde zumindest in ungefähr 50–70 m Tiefe eine kältere Wasserschicht mit Temperaturen zwischen 4,1 und 4,3°C ausgemacht. Da die Oberflächentemperatur zu diesem Zeitpunkt schon höher lag, liegt die Vermutung nahe, dass sich die kälteren Temperaturverhältnisse aus dem ausgehenden Herbst 2001 unterhalb der Eisdecke gehalten haben müssen.

Um über einen bestimmten Zeitraum Umweltveränderungen aufzudecken, wurde ein Vergleich mit den Verhältnissen Ende der 1970er Jahre durchgeführt, wie sie nach den Daten von SIEBECK (1982) in Abb. 10 rekonstruiert wurden. Als Erstes fällt auf, dass die Temperaturen heute in den tieferen Schichten und an der Oberfläche merklich höher liegen. Abgesehen davon, lässt sich im Zirkulationsgeschehen kein großer Unterschied konstatieren. Auch SIEBECK (1982) hat isothermische Verhältnisse bis in 120 m Tiefe festgestellt. Lediglich die Temperaturamplituden sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt höher. Während Ende der 1970er Jahre sich die Temperatur ab ungefähr 35 m Tiefe nur noch um wenige Zehntel Grad veränderte, können wir heute doch Differenzen bis zu etwas mehr als einem halben Grad im gleichen Tiefenabschnitt messen.

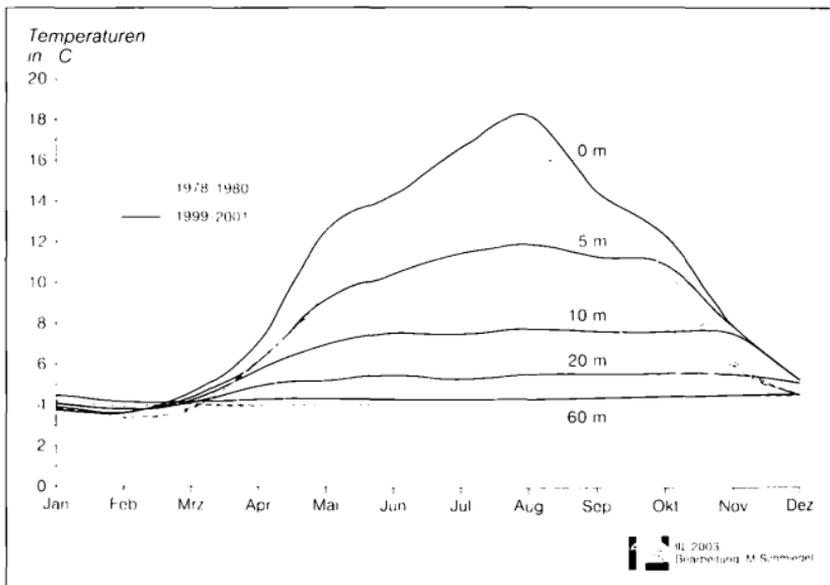


Abb. 11: Temperaturen im Königsee in verschiedenen Tiefen während der Messzeiträume 1978-1980 und 1999-2001.

Quelle: eigene Erhebungen und SIEBECK 1982

Allerdings fallen vor allem die Temperaturunterschiede im Vergleich mit der Studie von SIEBECK (1982) ins Auge (Abb. 11). Im Wasserkörper des Königsees konnten so in den letzten Jahren Temperaturen festgestellt werden, die deutlich über den Werten liegen, die in dieser Studie vor über 20 Jahren gemessen wurden. Die im LAKE-Projekt gemessenen Werte liegen an der Oberfläche im Jahresmittel um ca. 1,3 K höher. Jedoch könn-

ten an der Oberfläche tageszeitliche Schwankungen bei unterschiedlichen Messungen Einfluss auf die Temperatur haben. Repräsentativer sind daher die Werte in den tieferen Schichten. In 5 m Tiefe, wo wir in den meisten Fällen schon unter dem Metalimnion liegen, lagen die Werte früher um 1 K tiefer. Auch in den tieferen Schichten sind noch Temperaturunterschiede im Jahresmittel feststellbar gewesen (in 20 m liegen die Werte heute um 0,5 K und in 60 m Tiefe um 0,25 K höher).

Wie oben erwähnt, bestimmt das Durchmischungsverhalten das Sauerstoffangebot in der Tiefe, welches für die Versorgung der Lebewesen unerlässlich ist. Da die Durchmischung maßgebend durch die Windverhältnisse beeinflusst wird, welche wiederum im Zusammenhang mit dem globalen oder überregionalen atmosphärischen Zirkulationsgeschehen stehen, ist zu schlussfolgern, dass eine genaue Beobachtung der Zusammenhänge zwischen Windaktivität und Durchmischung des Seekörpers notwendig erscheint. In unserem Beispiel lassen sich neben den erhöhten Temperaturen keinerlei gravierende Veränderungen im Durchmischungsverhalten des Sees feststellen. Forschungsbedarf besteht in der gezielten Untersuchung des Zusammenhangs von gegebenenfalls veränderter Windaktivität bei veränderten Klimarahmenbedingungen. Möglicherweise lässt sich gar die gewagte These aufstellen, dass eine im Zusammenhang mit Klimaveränderungen gebrachte verstärkte Windtätigkeit für die Durchmischung von Seen einen positiven Nebeneffekt hätte.

5.2 Zum Stoffhaushalt im Einzugsgebiet des Königssees

Der Königssee gilt als einer der saubersten Seen Deutschlands. Nicht umsonst fungiert er als Trinkwasserreservegebiet für umliegende Gemeinden. Aber wird dies so bleiben?

Ionenchromatographische Untersuchungen von Phosphat im Gewässer ergaben, dass die Werte an der Nachweisgrenze liegen, genauso wie dies schon vor mehr als 20 Jahren gemessen wurde. Im Rahmen der Routineuntersuchungen konnte nur eine Nachweisgrenze von 0,28 mg/l PO_4 berücksichtigt werden. Das heißt, dass oberhalb dieser Grenze keinerlei Veränderungen über die letzten 25 Jahre festgestellt werden konnte.

Generell ist ein Vergleich der Nitratstickstoffwerte im Gewässer aus drei Gründen schwierig: Zum einen müssten Analysen zum Eintrag von Luftstickstoff mit herangezogen werden, zum anderen ist der allgemeine Jahresstickstoffkreislauf in Abhängigkeit von Temperatur und Angebot an organischer Substanz zu betrachten und zum dritten muss die mögliche Umwandlung in die verschiedenen Formen des Stickstoffs berücksichtigt werden.

Möglicherweise zeigt gerade deshalb der Vergleich der Nitratuntersuchungen aus den verschiedenen Messzeiträumen keinen eindeutigen Trend. Bei der Gegenüberstellung der Werte des Seegewässers aus den Analysen

von 1992 (BARTHELMEß 1997) mit den eigenen Untersuchungen. lässt sich am Standort Kauerwand ein geringfügiger Rückgang konstataieren (Abb. 12 und Abb. 13).

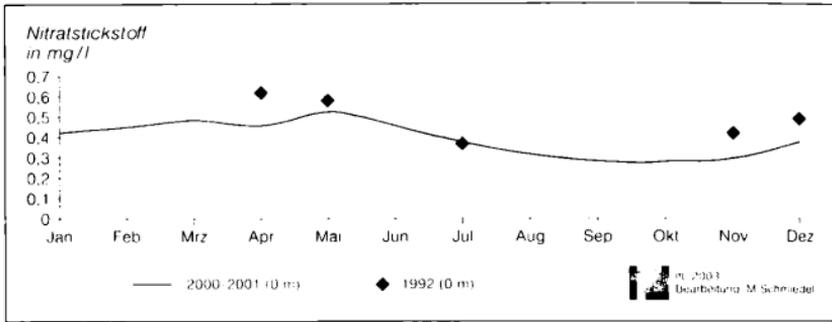


Abb. 12: Gemittelte Werte der Nitratstickstoffmessungen von 1992 und heute an der Seeoberfläche am Messpunkt Kauerwand

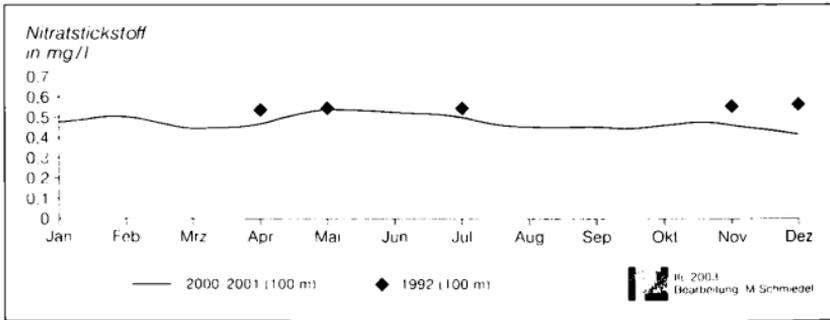


Abb. 13: Gemittelte Werte der Nitratstickstoffmessungen in mg/l von 1992 und heute in 100 m Tiefe am Messpunkt Kauerwand

Bei der Analyse der Nitratstickstoffwerte an einem anderen Messpunkt, der Echowand, ist kein eindeutiger Trend erkennbar (Abb. 14). Betrachten wir die Jahresmittelwerte, so lässt sich an der Oberfläche des Sees ein Rückgang der Nitratkonzentrationen feststellen, in den tieferen Schichten hingegen ist eher ein Anstieg der Werte messbar gewesen. Auch fällt auf, dass vor allem in den Monaten Juni und Juli vor 20 Jahren an der Oberfläche deutlich höhere Werte gemessen wurden, welche in den letzten Jahren nicht mehr erreicht wurden. Der Hauptgrund des Rückgangs liegt vermutlich im An-

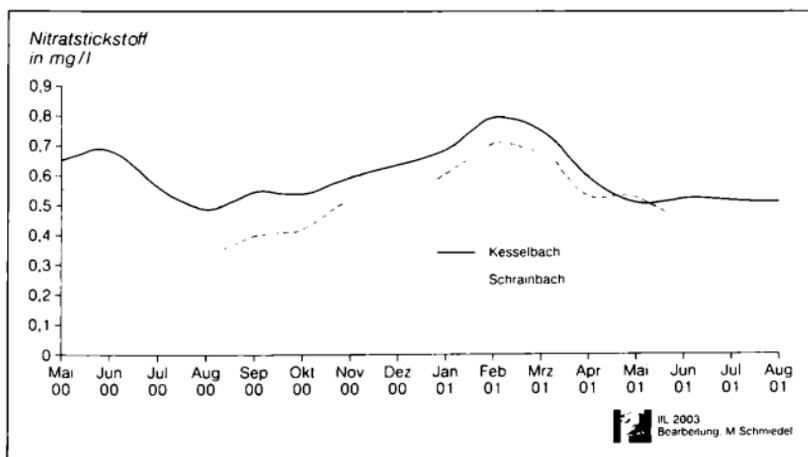
schluss der am Königssee gelegenen Gaststätten St. Bartholomä und Salet-
Alm an das örtliche Entsorgungsnetz im Jahr 1991. Der größte Teil an
Abwässern ist hierbei in den Sommermonaten angefallen.

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahres- mittel
Eigene Daten													
2000-2001 (0 m)	0,41	0,46	0,47	0,45	0,52	0,45	0,39	0,30	0,29	0,27	0,36	0,39	0,40
2000-2001 (100 m)	0,51	0,50	0,52	0,49	0,56	0,60	0,57	0,49	0,46	0,42	0,51	0,50	0,51
2000-2001 (180 m)	0,53	0,52	0,45	0,48	0,56	0,57	0,55	0,46	0,41	0,41	0,46	0,49	0,49
WWA Traunstein (1995)													
1993-1995 (0 m)	0,50	0,52	0,50	0,51	0,49	0,45	0,40	0,33	0,35	0,36	0,42	0,46	0,44
1993-1995 (100 m)	0,55	0,57	0,52	0,53	0,52	0,53	0,54	0,54	0,54	0,51	0,55	0,55	0,54
1993-1995 (180 m)	0,53	0,56	0,51	0,53	0,49	0,53	0,46	0,49	0,51	0,47	0,50	0,50	0,51
SIEBECK (1982)													
1978-1980 (0 m)	0,60	k. A.	k. A.	0,46	0,46	0,47	0,56	0,44	0,33	0,42	0,41	0,46	0,46
1978-1980 (100 m)	0,60	k. A.	k. A.	0,43	0,50	0,45	0,51	0,50	0,45	0,56	0,41	0,48	0,49
1978-1980 (180 m)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	0,48	0,41	0,44	0,48	0,47	0,58	0,37	0,44	0,46

IL 2003
Bearbeitung M Schmedel

Abb. 14: Tabelle zum Nitratstickstoffgehalt in den unterschiedlichen
Untersuchungszeiträumen

Im Folgenden soll darauf eingegangen werden, dass bei der Betrachtung der
Zuflüsse zum Königssee die Charakteristik der jeweiligen Teileinzugs-
gebiete eine wesentliche Rolle spielt.



IL 2003
Bearbeitung M Schmedel

Abb. 15: Gegenüberstellung des Nitratreintrages durch den Schrambach
und Kesselbach

Deutlich erkennbar ist, dass die Nitratkonzentrationen am Kesselbach fast ganzjährig über den Werten des anderen Zuflusses liegen (Abb. 15). Dies könnte darauf hindeuten, dass im Einzugsgebiet des Kesselbachs eine höhere Nutzungsintensität herrscht. Im Gegensatz zum Schrainbacheinzugsgebiet ist die Anzahl der Almen am Kesselbach deutlich höher. Generell ist aber anzumerken, dass die Nitratstickstoffwerte im Allgemeinen im gesamten Untersuchungsgebiet relativ gering sind, und mit Beträgen, die i. d. R. zwischen 0,3 und 0,6 mg/l liegen, den Trinkwassergrenzwert bei weitem nicht überschreiten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keine eindeutige Zu- oder Abnahme der Nährstoffgehalte im Gewässer in den letzten Jahrzehnten feststellbar ist.

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Betrachten wir das Schutzgebiet Berchtesgaden ergibt sich folgendes Dilemma: Nach den strengen Kriterien der IUCN dürfte im Gebiet eigentlich keine Nutzung stattfinden. Dennoch gibt es almwirtschaftliche und touristische Nutzung. Aber ist das ein Problem? Und vor allem, sind diese Nutzungen Ursache für festgestellte Umweltveränderungen?

Die Auswertungen früherer und heutiger Daten zur Nutzung im Nationalpark Berchtesgaden zeigen, dass das Gebiet zum Teil erheblicher Nutzungsaktivitäten unterlag. Bei der Betrachtung der letzten 10 Jahre ist in der almwirtschaftlichen Nutzung eine leichte Abnahme zu erkennen. Diese Nutzungsform bleibt aber nach Abschätzungen von Experten auf diesem Niveau stabil.

Im Tourismussektor ist ebenfalls derzeit ein Rückgang an Übernachtungs- und Gästezahlen zu erkennen, dennoch haben wir in diesen Raum eine touristische Nutzung auf hohem Niveau. So ergibt sich die Tatsache, dass sich die Nutzungsintensität im Schutzgebiet vermutlich in der nächsten Zukunft nicht wesentlich ändern wird. Wie stellt sich nun die landschaftsökologische Situation dar? Die Untersuchungen zum Energiehaushalt zeigen, dass sich die Temperatur im Königssee in den letzten 20 Jahren erhöht hat. Die bisherigen Untersuchungen zum Stoffhaushalt zeigen dagegen weder in den Nährstoffeinträgen durch die Zuflüsse des Königssees noch im See selbst eine direkte Belastung durch die Nutzung. Die festgestellten Umweltveränderungen lassen sich demnach weniger auf direkte, im Untersuchungsgebiet zu suchende Einflussfaktoren zurückführen, als auf überregionale oder gar globale Ursachen. Es ließe sich somit die erfreuliche Aussage treffen, dass es sich bei dem Nationalpark Berchtesgaden um ein Schutzgebiet handelt, welches den eigenen hohen Maßstäben seiner Bezeichnung derzeit zwar nicht im vollen Umfang gerecht wird, dennoch hat

der Nationalpark zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine negative Beeinflussung durch regionale anthropogene Ursachen zu befürchten.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG LAUFEN/TRAUNSTEIN 2002: Almstatistiken des Landkreises Berchtesgadener Land. Laufen.
- BARTHELMÉB, T. 1997: Die saisonale Planktonszukzession im Königssee. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 36).
- BAYERISCHE SEENSCHIFFFAHRT 2002: Fahrgaststatistiken. Berchtesgaden.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2002: Kulturlandschaftsprogramm (KULAP). München.
- BRETL, F. 1978: Der Fremdenverkehr im Berchtesgadener Land. Erlangen (= Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Universität Erlangen).
- BRAUN, R. 1998: Die Geologie des Hohen Gölls. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 40).
- EUROPARC; IUCN 2000: Richtlinien für Managementkategorien von Schutzgebieten – Interpretation und Anwendung der Managementkategorien in Europa. Grafenau.
- FEHN, K. 1968: Almen und Almwirtschaft im Berchtesgadener Land vom Mittelalter bis zur Gegenwart. In: Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie, H.16, S. 36–54.
- FISCHER, K. 2000: Geomorphologische Karte des Nationalparks Berchtesgaden 1:25.000. Augsburg.
- HOFFMANN, G. 1992: Klimatologie des Alpenparks – Windsysteme und Inversionen. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 25.).
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) 2001: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge.
- KURDIREKTION DES BERCHTESGADENER LANDES 2002: Fremdenverkehrsstatistik für das Verbandsgebiet. Berchtesgaden.
- LANDAU, H. u. G. WÖRLE 1988: Dokumentationsteil des Fachbereichs Limnologie. Forschungsbericht zum UNESCO-Projekt „Man and Biosphere“. Schorndorf (Ökosystemforschung Berchtesgaden).
- LANGENSCHIEDT, E. 1994: Geologie der Berchtesgadener Berge. Berchtesgaden.
- LIPPERT, W., S. SPRINGER u. H. WUNDER 1997: Die Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 37).
- MANDL, F. 1996: Das östliche Dachsteinplateau. 4000 Jahre Geschichte der hochalpinen Weide- und Almwirtschaft. Gröbming (= Dachstein. Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge, 1).
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN 1990: Verleihung des Europadiploms. Berchtesgaden.
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN 2000: Nationalparkplan. Berchtesgaden.
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN 2002: Internetauftritt unter www.nationalpark-berchtesgaden.de.
- SCHMIDLLEIN, S. 2000: Aufnahme von Vegetationsmustern auf Landschaftsebene. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 44).
- SCHÖNER, H. 1971: Berchtesgadener Fremdenverkehrschronik, 1871–1922 (Teil I). Berchtesgaden.
- SCHÖNER, H. 1974: Berchtesgadener Fremdenverkehrschronik, 1923–1945 (Teil II). Berchtesgaden.

- SIEBECK, O. 1982: Der Königssee. Eine limnologische Projektstudie. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 5).
- STAATLICHE SEENSCHIFFFAHRT KÖNIGSSEE 2002: Fahrgaststatistiken. Berchtesgaden.
- STAIR, A. 1997: Bodenkundliche Aspekte der Blaikenbildung auf Almen. Berchtesgaden (= Forschungsberichte des Nationalpark Berchtesgaden, 36).
- WASSERWIRTSCHAFTSAMT TRAUNSTEIN 1996: Daten zur limnologischen Situation des Königssees. Traunstein.