

Gutachten

zu den möglichen Auswirkungen eines geplanten neuen Wehres am Seeabfluss auf die Limnologie des Tegernsees

von Prof. Dr. Arnulf Melzer

Freising, den 18. September 2013

Gliederung

1. Anlass und Inhalt des Gutachtens
2. Der Tegernsee
3. Problemstellung: die neue Regulierung des Seeabflusses
4. Hoch- und Niedrigwasserereignisse
5. Auswirkungen zunehmender Hoch- oder Niedrigwasserstände auf die Limnologie des Tegernsees
 - 5.1. Auswirkungen außerhalb der Schilfzone
 - 5.2. Auswirkungen auf die Schilfzone
6. Morphologie und Wachstumsleistung des Schilfs
7. Ausmaß und Ursachen des Schilfsterbens
8. Die Zonierung eines Schilfbestandes
9. Die Schilfzone als wichtiger Lebensraum
10. Die Schilfbestände am Tegernsee
11. Die gegenwärtige Gefährdung der Schilfbestände am Tegernsee
12. Prognose über die künftige Entwicklung und die Gefährdung der Schilfbestände am Tegernsee
13. Schutzwürdigkeit der Schilfbestände
14. Schlussfolgerung und Empfehlung
15. Literaturverzeichnis

1. Anlass und Inhalt des Gutachtens

Das Aktionsbündnis „Rettet den Tegernsee e.V.“ hat das vorliegende Gutachten in Auftrag gegeben. Es soll eine Antwort auf eine zentrale Frage geben: nimmt die Limnologie des Tegernsees eine nachteilige Entwicklung, wenn durch den Neubau eines Wehres am Seeabfluss und die Eintiefung der Mangfall unmittelbar nach dem Seeabfluss Veränderungen des Wasserstandes entstehen, die über die natürlichen Schwankungen hinausgehen?

Die schon lang anhaltende Diskussion zwischen dem Aktionsbündnis, den Kommunen und der Wasserwirtschaftsverwaltung soll an dieser Stelle nicht aufgegriffen, zusammengefasst und bewertet werden. Ziel des Gutachtens ist es, eine Prognose über Auswirkungen erhöhter und zeitlich verlängerter Hoch- und Niedrigwasserstände auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Erkenntnisse herauszuarbeiten.

Die Begutachtung konzentriert sich dabei auf den Lebensraum im Übergang zwischen Land und See, die Schilfzone. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen und Veröffentlichungen haben gezeigt, dass dieser Lebensraum durch veränderte Wasserstände, vor allem durch Hochwässer, starke Schäden erleidet. Das kann bis zum Absterben großer Teile der im See stehenden Schilfbestände führen. Nicht umsonst wurde in diesem Zusammenhang der Begriff „Schilfsterben“ (im engl.: „reed die back“) geschaffen. Vom Verfasser des Gutachtens und seinen Mitarbeitern wurden an oberbayerischen Seen langjährige und umfangreiche Untersuchungen zum Schilfrückgang durchgeführt.

Trotz der intensiven Verbauung der Seeufer des Tegernsees und trotz der intensiven Nutzung des Sees durch Freizeit und Erholung finden sich heute noch ausgedehnte Schilfzonen. Sie zeigen aber bereits Anzeichen einer Reduktion und Schwächung. Auch das Hochwasser Anfang Juni 2013 hat sichtbare Schädigungen hinterlassen. Gerade vor diesem Hintergrund erscheint es dringend und zwingend notwendig, in Zukunft den Schilfschutz als dominierendes Ziel der Entwicklung des Tegernsees anzunehmen und umzusetzen.

Zum Zweck des Schilfschutzes hat das Landratsamt Miesbach schon seit geraumer Zeit die großflächigen Schilfzonen im nördlichen Teil des Sees unter Schutz gestellt und durch Bojenketten gesichert. Diese weitsichtigen und sinnvollen Maßnahmen sollten nicht dadurch konterkariert werden, dass diese geschützten Flächen durch höhere und länger andauernde Hochwässer noch stärker geschädigt werden und schließlich absterben.

Obwohl sich die Schilfzone nur aus einer Pflanze, dem Schilfrohr (*Phragmites australis*) zusammensetzt, ist sie Lebensraum einer vielfältigen, hoch spezialisierten und empfindlichen Tierwelt. Mit einem Rückgang des Schilfes erlischt auch diese. Im Gutachten wird bewusst und ausführlich auf die Struktur, Dynamik und die Ursachen des Schilfrückgangs mit der parallel verlaufenden Schädigung der Schilfbiozönose eingegangen. Dies erschien notwendig und sinnvoll, um eine kommende Diskussion mit naturwissenschaftlich untermauerten Erkenntnissen zu objektivieren.

2. Der Tegernsee

Der Tegernsee verdankt seine Entstehung einem kleinen würmeiszeitlichen Talgletscher, der ein von Mangfall und Weißbach vorgeformtes Quertal am nördlichen Rand der Alpen füllte und verbreiterte. Die Endmoränen dieses kleinen Teilgletschers endeten bei Gmund und liegen damit schon außerhalb der Nordalpen. Die höchsten Seitenmoränen liegen auf ca. 930 m ü. NN, Vereisungsspuren findet man bis in 1200 m ü. NN. Die ehemalige Mächtigkeit des Tegernseegletschers nimmt man daher mit 500 – 600 m an. Seit dem Ende der Eiszeit haben durch Wildbäche eingetragene Geröllmassen die Länge des Sees um einige Kilometer verkürzt und ihn in der Mitte teilweise eingeschnürt. Dadurch hat der See seine ehemalige rechteckige Form mit trapezartigen Profilen weitgehend verloren (1). Auf den mächtigen Schwemmkegeln, die vor allem Rottach und Weißbach im Süden des Sees eingetragen haben, finden sich heute ausgedehnte Siedlungszonen.

Bohrungen am Kurpark Tegernsee im Jahr 1950 erbrachten 97 m mächtige Schotterschichten über dem darunter anstehenden Flysch. Der See war wohl am Rand einmal 100 m tief und in Seemitte vermutlich noch tiefer. Heute beträgt die Tiefe des Sees 72.6 m. Der maximale Seespiegel zur Zeit seiner größten Ausdehnung in der Nacheiszeit lag bei 735 m ü. NN und damit 9 m über dem heutigen Niveau des Sees, das bei 726 m ü. NN liegt. Damit reichte er im Süden bis an den Wallberg heran.

Die Auffüllung des Sees mit festem und gelöstem Material aus seinem alpinen Einzugsgebiet dauert auch heute noch an. Allein die Weißach trägt in den See etwa 6000 m³ Geschiebe und Schwebstoffe im Jahresmittel ein, wovon die Kiesfraktion durch Baggerung entnommen wird. Die Schwebstofffracht von mindestens 3000 m³ verbleibt jedoch im See (1). Man hat berechnet, dass von den gelösten Kalken, Dolomiten und Salzen, deren Fracht 65.000 t jährlich beträgt, 13.5 % durch biogene Kalkausfällung im See verbleiben (2). Das Sediment des Sees setzt sich deshalb hauptsächlich aus kalkhaltigen Materialien zusammen, die, langfristig betrachtet, zu Seekreide werden.

Das Einzugsgebiet des Tegernsees übersteigt die Seefläche um das 23,7 fache. Der Quotient aus diesen beiden Flächen, den man Umgebungsfaktor nennt, ähnelt dem des Bodensees, für den er 21.9 beträgt. Mit 5.58 liegt der Starnberger See beispielsweise wesentlich unter dem Wert des Tegernsees. Da das Einzugsgebiet des Tegernsees ähnlich wie das des Bodensees vornehmlich im alpinen Raum liegt, sind die Zuflussmengen auch hier besonders hoch und Hochwasserereignisse wie dort nicht selten. Allein auf das Weißach-Gebiet entfällt etwa die Hälfte des gesamten Einzugsgebietes des Tegernsees. Die dem See zufließenden Bäche tauschen den Inhalt des Sees theoretisch alle 1,28 Jahre einmal aus. Zum Vergleich: am Starnberger See beträgt die theoretische Wassererneuerungszeit ca. 21 Jahre, am Kochelsee jedoch nur etwa 4 Wochen.

Unter Wasserbauingenieuren und Limnologen ist der Tegernsee weltweit bekannt geworden, da an ihm erstmals ein seeumspannender Ringkanal zur Abwasserfernhaltung installiert wurde. Die Baumaßnahme wurde 1964 abgeschlossen und bewirkte, dass der durch Abwassereinleitungen stark belastete und dadurch eutrophe See innerhalb weniger Jahre wieder zu einem sauberen und nahezu oligotrophen Gewässer wurde. Die

Massenentwicklungen der Burgunderblutalge (*Plankthotrix rubescens*) gingen in Folge der Entlastung rasch und dauerhaft zurück.

Eine Kartierung der Unterwasservegetation im Jahr 1989 mit der Anwendung des sog. Makrophytenindex ergab für den Tegernsee ein insgesamt positives Bild. Jedoch konnte durch das Verbreitungsbild der Pflanzen gezeigt werden, dass es einige Uferabschnitte gab, die immer noch stärker belastet waren (3). Die Unterwasservegetation des Tegernsees kann man als artenreich bezeichnen. Es kommen 25 verschiedenen Arten vor, von denen nicht weniger als 8 zu den anspruchsvollen, das heißt, nährstoffmeidenden Armleuchteralgen (Characeen) gehören. Die Aussage, die Makrophytenbestände seien dünn ausgebildet (1), trifft nicht mehr zu.

3. Problemstellung: die neue Regulierung des Seeabflusses

Es ist nicht Inhalt dieses Gutachtens, die Machbarkeit oder Sinnhaftigkeit der geplanten Baumaßnahme zu bewerten. Die hydrologischen und ingenieurtechnischen Fragestellungen, die im Zusammenhang mit einem Ersatz des bestehenden Schuhmacherwehres entstehen, sollen vielmehr in einem gesonderten Gutachten aufgegriffen und analysiert werden.

Das Aktionsbündnis „Rettet den Tegernsee e.V.“ mit dem Motto „TEGERNSEER GEGEN WEHR“ möchte Auskunft darüber erhalten, welche limnologischen Folgen Hochwässer und/oder auch Niedrigwasserstände für den Tegernsee nach sich ziehen können, wenn diese Szenarien durch die Errichtung des neuen Wehres möglicherweise stärker und/oder länger ausfallen als bisher.

Im Zusammenhang mit dem Raumordnungsverfahren, das für die geplante Baumaßnahme eingeleitet wurde, erfolgte auch eine FFH – Verträglichkeitsabschätzung (4). Diese Untersuchung beschränkte sich jedoch ausschließlich auf das FFH Gebiet Mangfalltal zwischen Gmund und Westerham sowie auf einige Zuflüsse aus Nebentälern und ein FFH-Gebiet bei Rosenheim. Da am Tegernsee selbst keine Baumaßnahmen durchgeführt werden sollen, erfolgte für den See auch keine gesonderte Bewertung.

Die Studie kommt zu folgendem Schluss: „Es kann sicher ausgeschlossen werden, dass das Projekt zu einer erheblichen Beeinträchtigung des FFH-Gebietes Mangfalltal sowie des FFH Gebietes Mausohrkolonien im südlichen Landkreis Rosenheim in seinen für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteilen führen kann.“

Da der Tegernsee nicht Inhalt der FFH-Verträglichkeitsabschätzung war, kann sie für diesen auch keine Aussagen liefern. Das heißt aber nicht, dass sich aus einer Umsetzung der geplanten Baumaßnahme nicht doch Auswirkungen für den See ergeben. Welcher Art diese Auswirkungen sein können, wird im Folgenden näher ausgeführt. Daraus wird eine Abschätzung über die unterschiedliche Gefährdung von Teilen der Flora und Fauna abgeleitet.

4. Hoch- und Niedrigwasserereignisse

Weiter oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Tegernsee ein vergleichsweise großes Einzugsgebiet besitzt, das zudem überwiegend im alpinen oder präalpinen Bereich mit sehr hohen Niederschlagsmengen liegt, die 2000 mm und mehr betragen können. Aus diesem Grund ist der Tegernsee von Natur aus ein Gewässer, das überaus rasch entstehenden und intensiv ausfallenden Hochwässern ausgesetzt ist. Der bisher höchste Wasserstand wurde am 14. September 1899 mit einem Pegelstand von 727,93 m ü. NN gemessen. Er lag 2,87 m über dem Normalpegel von 725,06 m ü. NN (1).

Das Hochwasser Ende Mai/Anfang Juni 2013 erreichte einen Pegelstand von knapp 250 cm über dem Normalpegel. Weitere erhebliche Hochwässer mit Maximalwerten traten am 31. Mai 1940 mit 2.14 m, am 10. Juli 1954 mit 2.19 m, an Pfingsten 1999 mit 2.09 m und mit dem gleichen Wasserstand im August 2005 auf (6).

Die retrospektive Betrachtung der Hochwasserhistorie des Tegernsees soll mit einem Blick in die Zukunft abgeschlossen werden. Es wird für den bayerischen Alpen- und Voralpenraum im Zusammenhang mit dem Klimawandel eine Zunahme sommerlicher Starkregenereignisse prognostiziert (24). Für die Schilfzonen des Sees, die im Zentrum der gutachterlichen Betrachtungen stehen, ergeben sich bei einer Verifikation dieser Prognose insgesamt ungünstigere Rahmenbedingungen als bisher.

Weit weniger intensiv sind am Tegernsee Niedrigwasserstände ausgeprägt. Der tiefste Pegelstand wurde am 10. Juli 1954 mit 724,95 m ü. NN gemessen. Er lag 11 cm unter dem Normalpegel (1). Diese Angabe betrifft den Zeitraum bis ca. 1980. In den im Internet abrufbaren Daten des Hochwassernachrichtendienstes, die von heute bis 2003 zurückreichen, wird dieser niedrigste Wasserstand nicht unterschritten. Ob im Zeitraum zwischen 1980 und 2003 ein noch niedrigerer Niedrigwasserstand als im Jahr 1954 erreicht wurde, konnte nicht ermittelt werden. Für die Aussagen des Gutachtens ist dieser Umstand zweitrangig.

Die eingeschränkte Möglichkeit, den Tegernsee bedeutend unter den Normalpegel von 725,06 m ü. NN abzusenken, ist mit Sicherheit der Grund für die geplante Sohlintiefung und Teilaufweitung der Mangfall zwischen Seeauslauf und Schuhmacherwehr. Gleichwohl ist nicht geplant, die Sohle auch im Seeauslauf selbst zu verändern. Möglicherweise rechnet man mit einer starken rückschreitenden Erosion und damit einer Eintiefung im Bereich des Seeabflusses, wenn in der unmittelbar nachgeschalteten Strecke die Sohle der Mangfall um bis zu einen Meter tiefer gelegt wird. Der Eingriff in die Seerinne am Übergang zur Mangfall wäre damit zwar nicht direkt, aber indirekt. Das Ausmaß einer zu vermutenden Eintiefung wird von der Sogwirkung abhängen, die das neue Wehr aufbaut.

5. Auswirkungen zunehmender Hoch- oder Niedrigwasserstände auf die Limnologie des Tegernsees

Im Folgenden wird differenziert zwischen Auswirkungen, die in Folge zunehmender Hoch- und Niedrigwasserstände im See selbst bzw. im Übergangsbereich zwischen See und Land erfolgen können. Letzteres betrifft damit die Schilfzone.

5.1. Auswirkungen außerhalb der Schilfzone

Ohne Frage haben Hochwässer auch Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere des Sees, die nicht im direkten Schwankungsbereich des Seespiegels leben. Es ist jedoch mit Sicherheit davon auszugehen, dass diese Organismen durch eine möglicherweise eintretende baubedingte Veränderung des Seespiegelniveaus nicht zusätzlich negativ beeinflusst werden.

Zwei Beispiele sollen solche durch Hochwässer bedingte Einflüsse auf Pflanzen und Tiere im See außerhalb der Schilfzone kurz erwähnen.

Die bei Hochwassersituationen in großem Umfang eingetragenen Schwebstoffmengen führen zu einer Reduktion des Lichtes, was zu einer verminderten Photosyntheseleistung untergetaucht lebender Pflanzen führt. Für die in großer Tiefe lebenden Armleuchteralgengewächse, die bis 19 m Tiefe vorkommen können (eigene Beobachtungen), kann ein Lichtschwellenwert unterschritten werden. Sie sterben dann ab und die maximale Tiefe, bis zu deren diese Makroalgen vordringen, verringert sich in Jahren besonders intensiver Gewässertrübung. Diese Rückgangsverluste können in günstigeren Folgejahren rasch ausgeglichen werden.

Besonders in der Ringseebucht kommt es dabei zusätzlich zu einer massiven Ablagerung von Feinmaterial auf den Blättern submerser Pflanzen, was deren Vitalität einschränkt. Durch windinduzierte Wasserbewegungen werden die Pflanzen von diesem Belang aber häufig wieder befreit. Eine nachhaltige Schädigung konnte nicht beobachtet werden.

Die Laichplätze von Edelfischen erfahren durch Schwebstoffablagerungen ebenfalls ungünstige Veränderungen. Deshalb wurden ehemals kiesige Substrate von diesem Feinmaterial befreit, um ein natürliches Aufkommen z.B. des Seesaiblings zu ermöglichen. Andere unter der Wasseroberfläche lebende Tiere wie Schnecken, Muscheln, Insektenlarven oder Krebse sind durch Hoch- oder Niedrigwasser nicht gefährdet. Sie sind in der Regel ausreichend mobil, und können neue, geeignete Standorte aufsuchen. Eine zusätzliche negative Beeinflussung durch den geplanten Bau des Wehres am Seeabfluss ist mit großer Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

5.2. Auswirkungen auf die Schilfzone

Der Bereich eines Sees, in dem durch starke Seespiegelschwankungen die stärksten Auswirkungen zu beobachten sind, ist die Uferzone. Um es salopp auszudrücken: die am Ufer des Sees lebenden Menschen können ein Lied davon singen. An dieser Stelle geht es aber nicht um Hochwasserschäden, die für Seeanlieger entstehen, sondern um die Lebensgemeinschaften im Schilfgürtel.

Da eine intakte Schilfzone für die Ökologie eines Sees von sehr großer Bedeutung ist, werden die morphologischen und physiologischen Leistungen der Schilfpflanze detailliert erörtert. Ebenso erfolgt eine ausführliche Erörterung über die tierischen Lebensgemeinschaften eines Schilfbestandes. Sie nutzen ihn als Nahrung, als Brutstätte, als Schutz- und Rückzugsort.

Auf andere Funktionen des Schilfs wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen. Dazu zählt etwa die Eigenschaft von Schilfbeständen, von Landseite her eingewaschene Pflanzennährstoffe aufzunehmen und damit vom See fernzuhalten oder die Eigenschaft, Sedimente mechanisch mit ihrem Wurzel- und Rhizomgeflecht zu stabilisieren und damit vor Erosion zu schützen.

Die zuerst erwähnte Funktion erfüllen hauptsächlich das Land- und Übergangsschilf. Es wird durch Hochwässer jedoch nur in geringem Umfang überstaut und damit geschädigt. In diesem Fall spielt eher eingetragenes Treibgut als Schädigungsfaktor eine Rolle.

Was den Erosionsschutz anbelangt, so wird diese Aufgabe vornehmlich durch das Wasserschilf und die überschwemmten Teile des Übergangsschilfs wahrgenommen. Es ist anzunehmen, dass eine windinduzierte Sedimenterosion am Tegernsee im Zusammenhang mit einem möglichen Schilfrückgang keine sehr große Bedeutung hat. Anders ist das am Bodensee. Dort sind bis zu 1.5 m hohe Erosionskliffs am Rand ehemaliger Wasserschilfbestände entstanden (8).

6. Morphologie und Wuchsleistung des Schilfs

An vielen Gewässern der Welt prägen Röhrichtbestände den Übergang zwischen Land und Wasser. Röhrichte findet man an Seen, Flüssen, in Marschen und auch an Meeresküsten. Röhrichte zählen zu den artenärmsten aber gleichzeitig zu den produktivsten Pflanzengesellschaften. Sehr häufig dominiert in Röhrichtbeständen eine Art: das Schilfrohr (*Phragmites australis*). Das ist auch am Tegernsee so. An diesem See findet man daneben im Röhricht auch noch den Kalmus (*Acorus calamus*), die Steife Segge (*Carex elata*), das Gemeine Sumpfried (*Eleocharis palustris*), die Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), die Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*) und den einfachen Igelkolben (*Sparganium emersum*) (3). Keine der zuletzt erwähnten Arten erreicht aber die Häufigkeit des Schilfrohrs und vor allem nicht dessen Bedeutung als Strukturelement, als Lebensraum sowie als Nahrungsgrundlage für viele verschiedene Tierarten.

Das Schilfrohr ist eine Pflanze mit besonderer Anpassungsfähigkeit. Man findet sie nicht nur an natürlichen Gewässern, sondern auch auf Feuchtwiesen, an Bahndämmen, auf Schutthalden, ja sogar bei nicht zu tief liegenden Grundwasserspiegeln am Mittelstreifen von Autobahnen und man benutzt sie in naturnahen Kläranlagen zur Reinigung von Abwasser (8).

Die ursprüngliche Heimat der Schilfpflanze sind subtropische bis tropische Regionen, vermutlich in Afrika. Die Art gehört zu den sog. kosmopolitischen Arten, die weltweit verbreitet sind und sie zählt weltweit auch zu den häufigsten Arten (9).

Das Schilfrohr kann bis zu 5 m hoch werden. An oberbayerischen Seen wird eine Höhe von 3-4 m selten überschritten. Wichtig für die Ausbreitung und für das Überdauern der Art ist ein unterirdisch kriechendes Sprosssystem, das sog. Rhizom. Dieses Rhizom besitzt mehrere Funktionen. Es dient als Reservestoffspeicher, übernimmt den Sauerstofftransport und ermöglicht das Wachstum der Halme im Frühjahr. Das Rhizom liegt im überschwemmten Teil des Seeufers in ca. 30 cm bis 60 cm Tiefe. Die aus dem unterirdischen Rhizom im Frühsommer austreibenden Halme sind einjährig. Das Rhizom selbst lebt etwa 3 bis 10 Jahre. Man kennt im Donaudelta Schilfbestände, die am selben Standort seit mindestens 6.000 Jahren vorhanden sind (9).

Das unterirdische Rhizom kann etwa 20 Zentimeter im Jahr in horizontaler Richtung wachsen. An den Knoten des Rhizoms entspringen im Frühjahr zwischen 20 und 60, manchmal auch 100 Knospen pro Quadratmeter. Je nach Witterung und Wassertemperatur beginnt der Austrieb Mitte bis Ende April. Bis Ende Juni werden 85 % der Halmhöhe erreicht, danach nimmt das Längenwachstum rasch ab. Daraus ergibt sich ein sigmoider Verlauf der Wachstumskurve (21). Wichtig ist, dass die Halme die Wasseroberfläche möglichst bald durchstoßen, damit sie Sauerstoff aufnehmen und Photosynthese betreiben können.

Die Halmlänge hängt maßgeblich vom Durchmesser des untersten Halmteiles (Basaldurchmesser) ab. Das Wachstumspotential ist dementsprechend umso höher, je größer der Basaldurchmesser ist. D.h. dünne Halme können bei Hochwasser nicht ausreichend lang werden, um einer schädlichen Überstauung zu entgehen. Dieser Gesichtspunkt, auf den weiter unten noch näher eingegangen wird, ist für das Überleben von Schilfbeständen bei Hochwasser von größter Bedeutung.

Die Ausbreitung und Vermehrung des Schilfs erfolgt praktisch nur über das Wachstum der Rhizome. Eine Ausbreitung über Samen ist nicht die Regel. Dieser Vorgang spielt vornehmlich bei der Erstbesiedelung eines Gewässers eine Rolle. Samen können nicht unter Wasser keimen, sondern nur auf feuchtem Untergrund an Land. Von diesem Standort aus müssen die ausgekeimten Pflanzen mit dem sich entwickelnden Rhizom langsam in den See hinaus wachsen. Das ist ein Prozess, der sehr lange dauert und auch nur von genetisch geeigneten Individuen vollzogen werden kann. Aus solchen angepassten Einzelpflanzen können sich im Laufe von Jahrzehnten genetisch völlig einheitliche Bestände, sog. Klone bilden. Wenn man mit dem Boot entlang des Seeufers fährt, kann man die Grenzen zwischen verschiedenen Klonen oft deutlich erkennen. Sie unterscheiden sich häufig in ihrer Höhe, Halmdichte oder Färbung. Dieser Sachverhalt trifft auch für den Tegernsee zu.

Mit dem Austrieb im Frühjahr werden die im Rhizom enthaltenen Reservestoffe (Stärke und freie Zucker) für das Wachstum der Halme sukzessive aufgebraucht. Die niedrigsten Gehalte

an Reservestoffen wurden nach Untersuchungen am Chiemsee, Ammersee und den Osterseen zwischen Mitte Juni bis Anfang Juli erreicht. Danach setzte eine erneute Speicherung ein, d.h., die Pflanzen können mit den dann vollentwickelten Halmen Photosynthese betreiben und die dabei gebildeten Zucker in die Rhizome leiten. Etwa ab Ende September bis in den Oktober hinein sind die Reservestoffspeicher dann wieder voll aufgefüllt und halten dieses Niveau mehr oder weniger stabil bis zum Austrieb im nächsten Frühjahr (7).

7. Ausmaß und Ursachen des Schilfsterbens

Man hat in Mitteleuropa um 1950 erstmals in der Schweiz (11) einen großflächigen Rückgang des Wasserschilfs festgestellt. Bis etwa 1985 konnte dieses Phänomen dann an nicht weniger als 35 europäischen Seen belegt werden (12). Es hielt in den Folgejahren an (13) und wurde auch an bayerischen Seen dokumentiert (7). Besonders dramatisch waren hierbei die Rückgangsraten des Wasserschilfs am Starnberger See und Ammersee. So waren an diesen beiden Gewässern seit dem Ende des 2. Weltkrieges mehr als 90 % der Bestände verloren gegangen. Am Chiemsee und Waginger See lag die Verlustrate bei 50 %, während für die Osterseen eine leichte Zunahme um 5 % belegt werden konnte.

Es wurden zahlreiche Rückgangsursachen für diesen Prozess verantwortlich gemacht und diskutiert (12, 7). Sie sollen im Folgenden lediglich stichpunktartig aufgeführt werden:

1. Uferverbau, Landgewinnung und Verbuschung der Ufer
2. Wind- und Wellenbelastung
3. Treibgutbelastung
4. Ufererosion
5. Seeneutrophierung
6. Nährstoffbelastung der Sedimente
7. Anaerobe Fäulnisprozesse und Entstehung von Giftstoffen im Sediment
8. Giftige Abbauprodukte von Algen
9. Freizeit- und Erholungsverkehr
10. Verbiss durch Wasservögel
11. Hydrologische und meteorologische Faktoren

Was bei der Analyse der Schadensbilder in sehr vielen Fällen auffiel, war die Tatsache, dass das Rückgangsgeschehen den ganzen See betraf. Lokale Schadensschwerpunkte kamen zwar oft hinzu, waren aber zumeist leicht zuzuordnen (neue Uferverbauungen, Badeplätze oder Segelhäfen, Treibgut, Verbißschäden etc.). An den bayerischen Seen gelang es, mit der Auswertung von Luftbildern aus unterschiedlichen Jahrgängen das Jahr herauszufinden, an dem der Rückgang schlagartig einsetzte (7). Am Ammersee und Starnberger See war es das Jahr 1965, in dem ein Jahrhunderthochwasser, verbunden mit außergewöhnlich starken Stürmen, auftrat. Zusätzlich konnten immer wieder aperiodisch auftretende Schwankungen der Mittelwasserpegel für den Rückgang mitverantwortlich gemacht werden. Deren Ursache

hing einerseits mit meteorologischen Phänomenen zusammen, die andererseits häufig durch wasserbauliche Maßnahmen im Einzugsgebiet verstärkt wurden.

Der natürliche Wachstumsrhythmus des Schilfes kann durch Hochwässer entscheidend gestört werden. Aus dieser Störung kann unter ungünstigen Umständen eine Dezimierung oder sogar ein Absterben ganzer Bestände resultieren.

Wie kann man diesen Prozess verstehen?

Ein wichtige Feststellung soll die Beantwortung dieser Frage erleichtern: Das Schilf ist keine Unterwasserpflanze, sondern eine Pflanze des Übergangs zwischen Wasser und Land.

Eine Schilfpflanze muss für ein erfolgreiches Überdauern zumindest mit dem obersten Teil seines Halmes aus dem Wasser herausragen. Das ist notwendig, um über die Blätter Sauerstoff der Atmosphäre aufzunehmen und diesen durch ein ausgeprägtes Luftleitsystem (Aerenchym) bis zu den Rhizomen zu transportieren.

Im Rhizom selbst wird der Sauerstoff für Atmungsprozesse benötigt und außerdem gibt das Rhizom Sauerstoff an das Sediment ab. In diesem ist generell kein Sauerstoff vorhanden, d.h. es ist anaerob. Somit können sich giftige Substanzen bilden, die das junge Rhizom sehr schnell schädigen können. Eine Sauerstoffabgabe aus dem Schilfrhizom bewirkt jedoch eine Entgiftung dieser Substanzen. Ältere Rhizome können sich mit einer Schutzschicht (aus Cutin und Suberin) umgeben und sind so vor einer Vergiftung weitestgehend geschützt (14).

Die Sauerstoffvorräte in den Gasräumen (Aerenchymen) der Rhizome sind nach einer Überschwemmung der Halme und einem dadurch bedingten fehlenden Nachtransport von Luftsauerstoff nur für 24 bis 36 h ausreichend. Danach herrscht Sauerstoffmangel (15). Das Rhizom und auch die Blätter der überschwemmten Halme stellen sich auf einen sauerstofffreien (anaeroben) Stoffwechsel um, d.h. der Metabolismus geht von Atmung zu Gärung über. Aus den gespeicherten Zuckern kann dann 18mal weniger Energie gewonnen werden als unter Anwesenheit von Sauerstoff. D.h. aus den Stärke- und Zuckervorräten kann nicht genügend Energie für das Wachstum der Halme bereitgestellt werden. Diese schaffen es dann nicht mehr, die steigende Seeoberfläche durch ein Streckungswachstum zu erreichen und zu durchstoßen.

Im Frühjahr ist die Wachstumsleistung des Schilfs enorm. Es kann ein Längenzuwachs von bis zu 4.5 cm pro Tag erreicht werden, wenn die Sauerstoffversorgung des Rhizoms optimal ist (8). Einleuchtend ist daher, dass eine Überschwemmung besonders im Sommer kritisch ist. Die Reservestoffvorräte des Rhizoms sind dann schon mehr oder weniger aufgebraucht und der Halm kann kaum noch wachsen.

Neben dem Rhizom werden aber auch die Blätter geschädigt, wenn sie bei Hochwasser unter die Wasseroberfläche geraten. Sobald der Nachtransport von Zuckern und Energie (ATP) aus dem Rhizom nachlässt, stellen die Halme ihr Wachstum ein und sterben wie das Rhizom nach einer gewissen Zeit ab (16, 17) oder sie überstehen die Überschwemmung nur schwer geschädigt.

Wenn dann nach einer längeren Überschwemmung (einige Tage) der Wasserspiegel wieder sinkt, bringt das für die Schilfpflanze nicht etwa Erholung, sondern neuen Stress mit sich. Sie

muss sich von dem anaeroben wieder auf einen aeroben Stoffwechsel umstellen. Dabei entstehen für die Pflanze gefährliche Substanzen (Radikale). Um diese abzubauen, muss sie deshalb rasch besondere Verbindungen (Antioxidantien) entwickeln (15). Zusätzlich ruft die Rückkehr von Sauerstoff in die Pflanzenorgane, die Sauerstoff entbehrt haben, einen Anstieg des Pflanzenhormons Ethylen hervor (12). Ethylen leitet u.a. eine frühere Alterung ein. Das bewirkt, dass Blätter überschwemmter Schilfhalme nach einem Hochwasserrückgang schon im Frühjahr und Sommer so vergilbt aussehen wie sonst erst im Herbst.

Die negative Folge davon ist offensichtlich:

- a) gebleichte Blätter können keine Photosynthese betreiben
- b) die Auffüllung der Rhizome mit Reservestoffen (freie Zucker, Stärke) ist dadurch stark reduziert oder völlig unterbunden
- c) im Folgejahr stehen weniger oder keine Reservestoffe für den Austrieb zur Verfügung
- d) wenn Halme austreiben, dann sind sie dünn und kurz
- e) diese Halme sind schon bei einem geringeren Anstieg des Wasserspiegels gefährdet
- f) es kann dadurch zu einem langfristigen Ausfall von Teilen des Schilfbestandes kommen

Der erläuterte Schadensablauf, der auf Sauerstoffmangel beruht, betrifft nur das Wasserschilf. Das nicht überschwemmte Übergangs- und Landschilf erfährt keine Schädigung.

An dieser Stelle soll noch eine Frage beantwortet werden, die sich vielleicht bei den weiter oben berichteten Rückgangsraten an bayerischen Seen stellte. Warum zeigen die Osterseen eine leichte Zunahme der Schilfbestände, während die anderen untersuchten Seen so stark vom Rückgang betroffen waren?

Die Osterseen werden ganz überwiegend von Grundwasser gespeist, nicht durch oberirdische Zuflüsse, so dass die Wasserstände nach Starkregenfällen nur langsam und verzögert ansteigen und niemals die Pegelstände der übrigen bayerischen Seen erreichen. So findet eine Überflutung der Wasserschilfbestände mit den geschilderten negativen Auswirkungen hier nicht statt.

8. Die Zonierung eines Schilfbestandes

In den vorangegangenen Erläuterungen wurde dargelegt, unter welchen Konstellationen und mit welchen Stoffwechselprozessen eine Schilfpflanze auf einen Anstieg der Pegelstände reagiert. Dabei erfolgte im letzten Abschnitt ein Hinweis auf das Gefährdungspotential von Schilfzonen durch Hochwässer. Die folgende Abbildung zeigt, dass man einen intakten Schilfbestand in das Landschilf, das Übergangsschilf und das Wasserschilf unterteilen kann. Die Abgrenzung zwischen diesen drei Zonen wird durch die Wasserstände eines Sees bedingt.

- Das Landschilf liegt oberhalb des Hochwasserpegels und wird damit nicht direkt durch das Wasser des Sees beeinflusst

- Das Übergangsschilf nimmt die Zone zwischen Hoch- und Niedrigwasserpegel ein.
- Das Wasserschilf liegt tiefer als der Niedrigwasserpegel und steht damit immer im Wasser

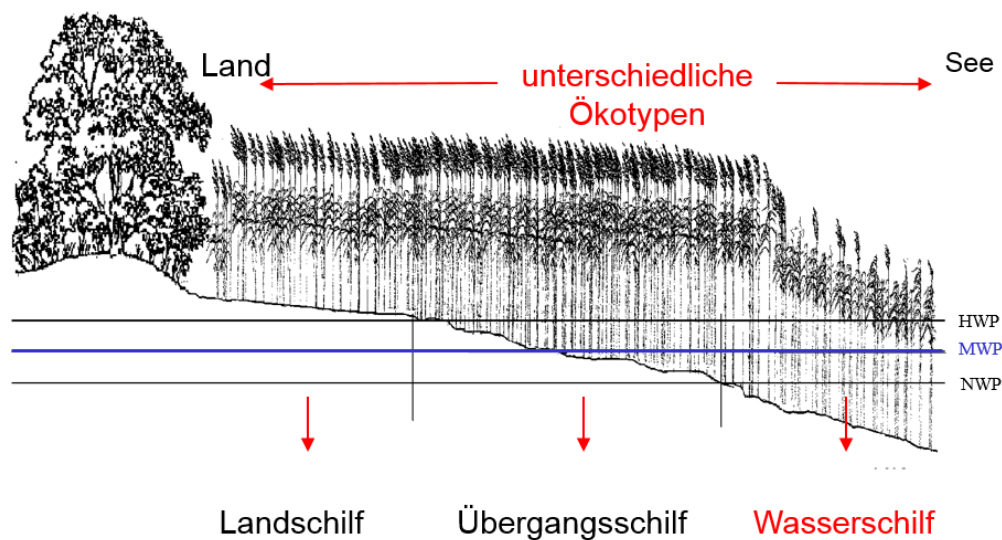


Abb. 1: Abgrenzung der verschiedenen ökologisch relevanten Zonen eines Schilfbestandes (verändert nach (8))

Wasser- und Übergangsschilf sind zumeist Reinbestände, während im Landschilf eine Durchmischung mit weiteren Röhrichtpflanzen die Regel ist. Die drei Bestandstypen setzen sich zumeist aus verschiedenen Klonen zusammen, d.h. sie weisen unterschiedliche genetische Eigenschaften auf. Bei der Etablierung dieser drei Bestandstypen haben sich die am besten angepassten Genotypen durchgesetzt und den für sie am besten geeigneten Standort besetzt. Aus diesem Grund ist es beispielsweise nicht einfach möglich, bei einem Ausfall des Wasserschilfes, dieses durch eine Anpflanzung mit Landschilf erfolgreich auszugleichen.

9. Die Schilfzone als wichtiger Lebensraum

Bezeichnend ist, dass die drei erwähnten Schilfzonen eine stark voneinander abweichende Besiedlung mit tierischen Organismen aufweisen. Das ist kein Zufall, sondern rührt von den unterschiedlichen Ansprüchen der einzelnen Organismen an den Standort her. Die horizontale Verteilung einiger ausgewählter Schilfbewohner vom Land bis ins Wasser wird in der folgenden Graphik dargestellt.

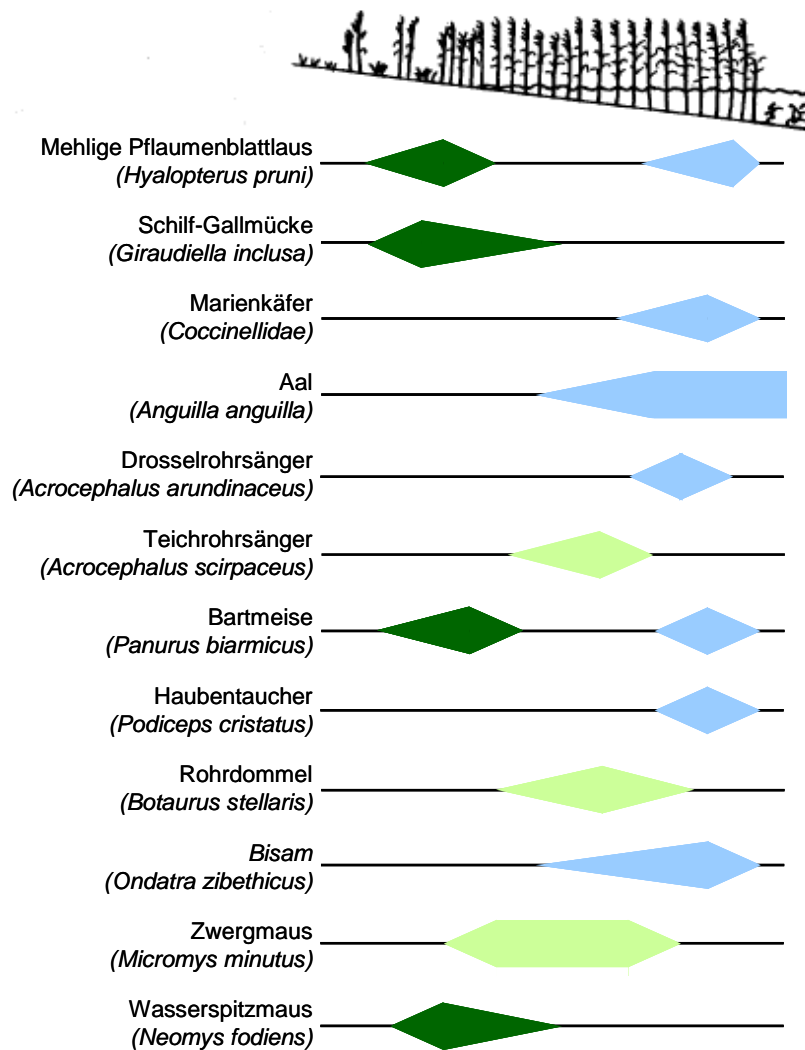


Abb. 2: Horizontale Verteilung einiger ausgewählter Röhrichtbewohner (nach verschiedenen Autoren aus (8))

In der Graphik zeigt die Dicke des jeweiligen Verbreitungsfeldes der einzelnen Arten an, wo das Hauptvorkommen liegt, dessen Länge gibt Auskunft über die Ausdehnung des Vorkommens. Die Mehliges Pflaumenblattläuse und die Bartmeise haben demnach ein zweiteiliges Vorkommen. Bei letzterer wird diese Zweiteilung durch das landseitig gelegene Brutrevier bzw. das seeseitig gelegene Nahrungsrevier hervorgerufen.

Nicht alle Schilfbewohner leben in dem von ihnen bevorzugten Bereich einer Schilfzone an der gleichen Stelle eines Schilfhalmes. Vielmehr ergibt sich von der Spitze bis zur Basis eines Schilfhalmes zusätzlich eine charakteristische Verteilung der dort lebenden Tiere.

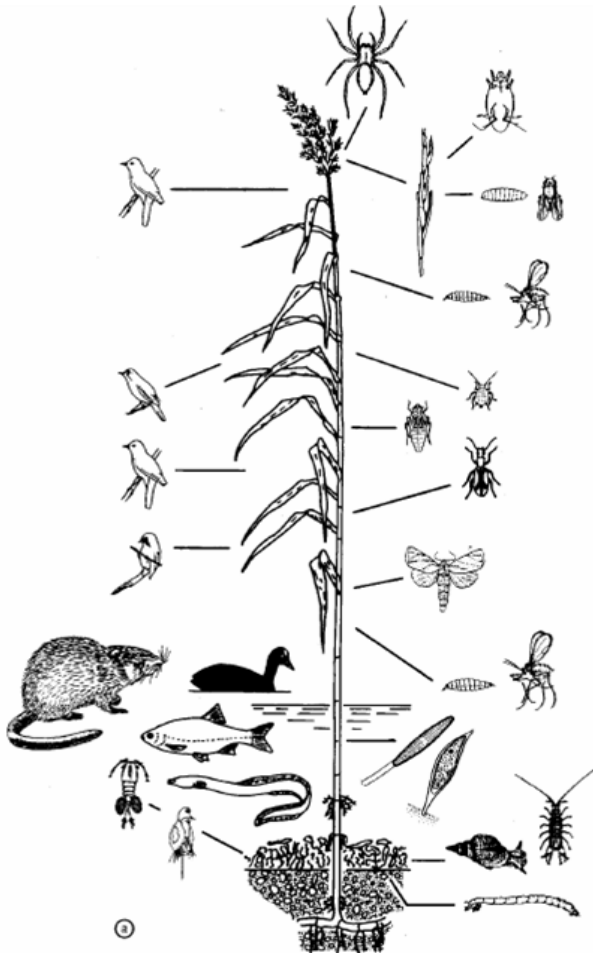


Abb.3: Vertikale Verteilung ausgewählter Schilfbewohner (nach mehreren Autoren aus (8))

In Abbildung 3 wird gezeigt, an welcher Position an einem Schilfhalm sich die wichtigsten schilflebenden Tiere bevorzugt aufhalten. Auf der linken Seite der Graphik sind die im Schilf lebenden Singvögel aufgeführt. Von oben nach unten sind es: Drosselrohrsänger (Position beim Singen); Teichrohrsänger; Drosselrohrsänger (Nestposition); Bartmeise. Ebenfalls auf der linken Seite sind in der weiteren Folge nach unten abgebildet: Bisam, Bläßhuhn und unter Wasser: Rotfeder, Aal, Hüpfertlinge und Ruderfußkrebse.

Auf der rechten Seite sind von oben bis zur Wasserlinie dargestellt: Schilf-Sackspinne; Schilf-Gallfliege; Schilf-Gallmücke (2. u. folgende Generationen); Mehliges Pflaumenblattläuse; Zikaden; Laufkäfer (Demetrias); Zweipunktschilffeuereule; Schilf-Gallmücke (1. Generation). Unter der Wasseroberfläche sind sessile (am Halm festgewachsene) Kiesel- und Grünalgen (in der Graphik stark vergrößert) sowie Wasserschnecken, Wasserassel und Zuckmückenlarven wiedergegeben.

Ein von außen für den Menschen oft sehr monoton wirkender Schilfbestand weist somit in seinem Inneren ein hochdifferenziertes Geflecht verschiedener Bewohner auf, die das Schilf in unterschiedlichster Weise nutzen. Es gibt noch mehr Tiere als sie in den Graphiken aufgeführt sind, die Schilfbestände als Lebensraum benötigen. Das kann für Zwecke der Nahrung, als Ablage von Eiern, als Entwicklungsort für Larven im Schilfhalm selbst, als Ort für den Nestbau, als Rückzugsort während der Mauser, als Rastplatz, als Überwinterungsort für

viele Insekten und allgemein als Schutzort vor Räubern sein, was vor allem für Jungfische zutrifft.

Untersuchungen in Südwestdeutschland haben gezeigt, dass es nicht weniger als 26 verschiedene Insektenarten gibt, die exklusiv auf Schilf als Nahrungsgrundlage angewiesen sind (18). Wie hoch spezialisiert viele dieser Insekten sind, zeigt die Tatsache, dass für die Entwicklung der Larven in den Schilfhalmen bei der Eiablage ganz bestimmte Halmdurchmesser ausgesucht werden, die so groß sind, dass sich die schlüpfenden Larven dort auch entwickeln können. Der Blaumeise dienen die im Schilfhalm parasitär lebenden Insektenlarven als wichtige Nahrungsgrundlage.

Auch die Zwergmäuse sind auf bestimmte Halmdurchmesser angewiesen. Sie können nur Halme bis zu 7mm Durchmesser hinauf klettern, denn dickere Halme werden von den Innenzehen nicht mehr umschlossen (8). Die Rohrsänger-Arten befestigen ihre Nester an senkrecht stehenden Halmen. Der Drosselrohrsänger ist der schwerste der Rohrsängerarten und benötigt deshalb sehr stabile Halme und im Durchschnitt 4 bis 5 Halme zur Befestigung des Nestes. Dem leichteren Teichrohrsänger genügen 3 weniger stabile Halme. Es verwundert aus diesen Gründen nicht, dass am Tegernsee, an dem eher dünne und nicht sehr lange Schilfhalme vorherrschen, der schwere Drosselrohrsänger nicht vorkommt. Den leichteren Teichrohrsänger findet man dagegen schon. Von ihm konnten in den Schilfbeständen des Sees 7 Brutpaare nachgewiesen werden, von der Rohrammer, die ebenfalls im Röhrich lebt, 4 Brutpaare. Im Februar 2013 war eine Große Rohrdommel im Schilf am Seeausfluss bei Gmund als Gast anwesend (19). Die Art ist stark gefährdet und vom Aussterben bedroht (27).

Für Bläßhuhn und Haubentaucher ist die Schilfzone der bevorzugte Brutplatz. Zurückgehende Schilfbestände ändern dabei deren Brutverhalten (22). Vor allem Stare, aber auch Rauch-, Mehl-, und Uferschwalben sowie Bachstelzen und Schafstelzen nutzen Schilfbestände als Rast- und Schlafplatz. Das umgeknickte Schilf und die Streuschicht im Röhrich sind ein wesentliches Strukturelement, das z.B. von Rohrschwirl und Mariskensänger zum Nestbau genutzt wird. Auch Wasserralle und Kleines Sumpfhuhn leben dort. Erstere brütet an eher trockenen Stellen, letztere im überschwemmten Schilfgürtel (8). Über die herausragende Bedeutung des Röhrichs, die Lebensgemeinschaften der Uferzonen und die im Schilf lebenden und brütenden Sing- und Wasservögel am Tegernsee gibt auch die Broschüre „Seen im Landkreis Miesbach“ Auskunft (26).

Die detaillierten Erläuterungen zur Besiedlung des Lebensraumes Schilf sollten verdeutlichen, dass es eine überraschende Diskrepanz zwischen der Monotonie des pflanzlichen Einartbestandes und der hochspezialisierten Tierwelt gibt. Eine Zerstörung des Schilfs zieht den Verlust vieler aufeinander eingespielter und voneinander abhängender Tierarten nach sich.

10. Die Schilfbestände am Tegernsee

Die Schilfbestände am Tegernsee besitzen auch heute noch eine beachtliche Ausdehnung. Diese Aussage gewinnt vor allem dadurch Bedeutung, wenn man sich vor Augen hält, dass weite Teile des Ufers in der Egerer Bucht, bei Bad Wiessee, südlich von Gmund und zwischen St. Quirin und dem Eingang zur Egerer Bucht fast durchgehend durch Ufermauern, Bootshäuser und Steganlagen verbaut sind oder für Freizeitwecke genutzt werden. Diese Eingriffe schließen ein Überdauern und eine Neuansiedlung des Schilfs aus.

Wie groß die Schilfbestände in der Vergangenheit genau waren und welchen Veränderungen sie insbesondere nach Spitzenhochwässern unterlagen, ist nicht bekannt. Es besteht eine Möglichkeit, diese Dynamik durch einen Vergleich älterer mit aktuellen Luftbildern zu rekonstruieren. An anderen bayerischen Gewässern wurde das mit Erfolg durchgeführt (7). Wenn eine ausreichend dichte Zeitreihe geeigneter Luftbilder vorhanden ist, kann die Bestandsentwicklung sehr zuverlässig nachvollzogen werden.

Bei der Kartierung der Unterwasservegetation des Tegernsees im Jahr 1988 wurde der Bestand des Schilfs halbquantitativ in den 62 Kartierungsabschnitten des Sees geschätzt. Dichte Gürtel konnten damals überwiegend in der Nordhälfte des Sees nachgewiesen werden. Sie erstreckten sich am Ostufer vom Segelhafen Seeglas bis zum Bahnübergang der B 307 nördlich von St. Quirin und am Westufer vom Seeabfluss bis zum Strandbad Kaltenbrunn. Was den Tauchern, die die Unterwasserarbeit durchführten, auffiel, waren sog. Stoppelfelder außerhalb des damals aktuellen Schilfbestandes. Diese Stoppelfelder belegen, dass die Ausbreitungsfront des Schilfs einmal weiter seewärts gelegen haben muss. Ausgedehnte Stoppelfelder waren damals auch südlich von Kaltenbrunn, sowie zwischen Grundner Hof und Winner am Westufer und an vielen kleineren Schilfbeständen entlang dieser Uferseite nachzuweisen. Wann und warum der Rückgang erfolgte, ist nicht bekannt.

Auch bei einer aktuellen Analyse von Luftbildern des Landesvermessungsamtes Bayern, die für 2012 vorliegen, wird die Dominanz des Schilfs im Nordteil des Sees bestätigt. Zudem kann man auf den Bildern vor den aktuellen Schilfbeständen dunkle Zonen erkennen, die auf ehemalige Stoppelfelder schließen lassen. Hier müssten jedoch detaillierte Analysen unter Wasser durchgeführt werden, um zu zeigen, ob die Färbung allein durch Stoppelfelder und/oder auch durch kleinwüchsige Makrophyten, Falllaub oder ähnliches Material hervorgerufen werden.

Bei einer Befahrung der gesamten Uferlinie des Sees im September 2013 wurden alle Röhrichtbestände mit einer Längenausdehnung von mehr als 5 m vom Boot aus registriert. Mengenmäßig dominiert eindeutig das Schilf. An manchen Stellen tritt die Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*) hinzu. Diese Art bildet vor allem am Westufer an einigen Stellen auch kleinere Reinbestände aus (z. B. Abschnitt 26 auf der Karte). Andere Röhrichtarten sind von der Häufigkeit her unbedeutend.

Insgesamt wurden am Tegernsee 56 einzelne Röhrichtbestände erfasst. Wenn sich in einer durchgehenden Röhrichtzone lediglich ein Steg oder ein Bootshaus befand, so wurde dies als

ein Bestand gewertet und nicht als Grenze eines neuen Abschnitts. Abb. 5 zeigt die Verteilung der Bestände um den Tegernsee.

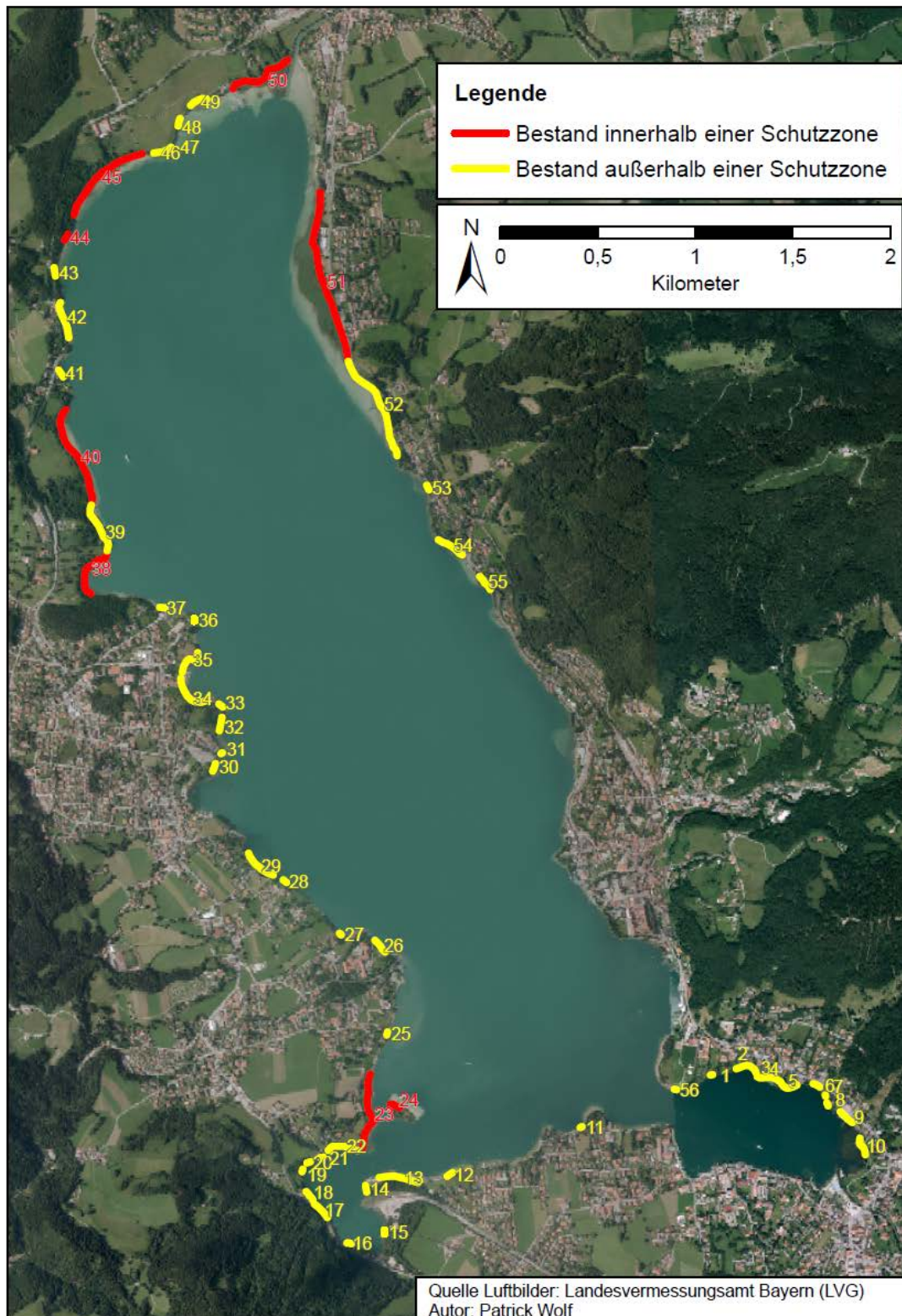


Abb. 5: Verteilung der Schilfbestände am Tegernsee (Zeitpunkt der Untersuchung: Sept. 2013)

Die großen, durchgehend dichten und breiten Schilfbestände sind als Schilfschutz zonen (in der Karte mit roter Farbe vermerkt) ausgewiesen und werden durch Bojenketten geschützt. Mit einer Längenausdehnung von knapp 1 km ist die Schutzzone zwischen Seeglas und St. Quirin am Ostufer des Sees am größten. Dort schließt sich südlich davon der mit rund 570 m Länge (Abschnitt 52) größte Schilfbestand außerhalb der Schilfschutz zonen an. Vier Bestände (Nr. 5, 13, 34 und 39) weisen Längen zwischen 200 und 300 m auf.

Insgesamt beträgt die Länge der Schilfbestände innerhalb der Schilfschutz zonen 3,1 km. Außerhalb davon macht die Länge der einzelnen Schilfbestände 3. 67 km aus. D.h. am Tegernsee gibt es insgesamt 6.77 km an Röhricht zonen. Das macht 32 % oder rund ein Drittel der gesamten Uferlänge des Tegernsees aus und belegt die Bedeutung dieses Lebensraumes.

Viele der Kleinbestände sind im Vergleich zu den großen Schutz zonen aber eher von untergeordneter ökologischer Bedeutung. Gleichwohl stellen sie Strukturelemente im Uferbereich dar, die für eine Reihe von Lebewesen Schutz und Nahrungsgrundlage darstellen. Darüber hinaus sind es potentielle Ausbreitungseinheiten. Wie bereits erwähnt wurde, setzen sich Schilfbestände entlang eines Sees aus unterschiedlichen Klonen zusammen. Man nennt sie auch Genotypen, da sie genetisch voneinander abweichen. Es ist möglich, dass am Tegernsee Genotypen vorkommen, die besser an Hochwässer angepasst sind als andere. Wenn diese hypothetische Annahme zutrifft, würden solche Bestände für Renaturierungsmaßnahmen geeignet sein. D. h., man müsste sie vermehren und könnte sie an anderer Stelle auspflanzen.

Die Bestände Nr. 54 und 55 südlich von St. Quirin könnten hierfür geeignet sein. Sie unterscheiden sich von anderen durch eine intensive Rispenbildung auch an der Wasserfront, eine kräftig grüne Farbe und geringe Ausbleichungen an den unteren Blattetagen. Diese Ausbleichungen waren an allen anderen Standorten an den Blättern der unteren 60 cm der Halme, bezogen auf den Mittelwasserstand, festzustellen. Bei niedrigwüchsigen Beständen (z.B. Nr. 42 im Nordwesten) bedeutet dieser Umstand, dass oft die Hälfte der Blätter abgestorben war. Eine Reservestoffspeicherung kann hier nur in geringem Umfang stattfinden und die Halme werden im kommenden Jahr wiederum sehr kurz bleiben und sind extrem vom Hochwasser gefährdet.

Ansonsten fielen an den Beständen folgende Besonderheiten auf:

- a) die seeseitige Front der Wasserschilfzone fehlt in vielen Fällen. Das bedeutet, dass die Bestände keine gleichmäßig auslaufende Form aufwiesen, sondern sprunghaft mit ca. 1 bis 1.5 m hohen Pflanzen beginnen.
- b) wenn ein allmählicher Übergang der seeseitigen Wasserschilfzone gegeben ist, dann weisen nahezu alle Blätter bis hin zu den Sproßspitzen Verbißschäden durch Bläßhühner auf.

Die unter a) aufgeführten Beobachtungen sind Folgen früherer Hochwässer, die unter b) gemachte Feststellung bedeutet, dass noch intakte Bestände mit der „idealen“ Verlaufsform durch Wasservögel geschädigt und geschwächt werden.

11. Die gegenwärtige Gefährdung der Schilfbestände am Tegernsee

In den bisherigen Ausführungen über den Schilfbestand des Tegernsees sind zwei Gesichtspunkte hervorgehoben worden:

1. Die Schilfbestände des Tegernsees sind häufig Hochwässern ausgesetzt, somit stark gefährdet und offensichtlich auch schon zurückgegangen
2. Schilfbestände stellen sehr wichtige Lebens-, Rast-, Brut- und Schutzräume für verschiedenste Tierarten dar

Im Folgenden wird die Gefährdung des Schilfs im Tegernsee analysiert. Dabei wird abgeschätzt, welche möglichen nachteiligen Veränderungen sich durch höhere und/oder längere Hochwässer sowie durch tiefere und/oder längere Niedrigwasserstände ergeben und zwar für den Schilfbestand selbst als auch für die darin siedelnden Tiere. Entsprechende negative Veränderungen der Schilfbestände und ihrer Biozönose werden vom Aktionsbündnis „Rettet den Tegernsee e.V.“ befürchtet, wenn die Dynamik der Pegelstände durch den Neubau eines Wehres und die Tieferlegung der Mangfall am Seeabfluss beeinflusst wird.

Die Untersuchung des Schilfrückgangs an anderen oberbayerischen Seen ergab ein eindeutiges Ergebnis. Es konnten Hochwässer als Hauptursache für die Auslösung des Schilfrückgangs identifiziert werden. Daneben wurden verstärkende Faktoren ausgemacht, die den Prozess des Schilfrückgangs beschleunigten bzw. eine Regeneration der Bestände verhinderten (7). In Abbildung 4 werden diese Faktoren aufgeführt.

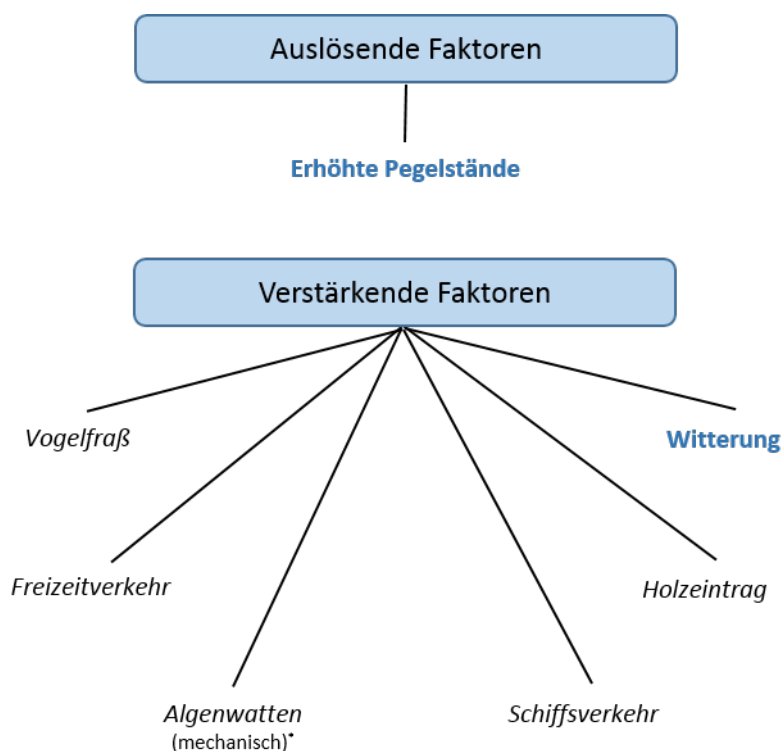


Abb. 4: Der auslösende Faktor und die verstärkenden Faktoren für den Rückgang des Wasserschilfs an oberbayerischen Seen. Kursiv gedruckt sind Faktoren, die nicht seeumspannend, sondern lokal begrenzt wirken. Erhöhte Pegelstände und die Witterung betreffen den gesamten See. Die mechanische Belastung durch Algenwatten (*) spielt an oberbayerischen Seen heute keine Rolle mehr. Am Tegernsee fiel auf, dass in der Egerer Bucht ausgerissene und aufschwimmende Wasserpflanzen ins Schilf getrieben wurden und dort zu einer mechanischen Belastung beitragen können.

Der Schwan dagegen nimmt den Halm in den Schnabel, knickt ihn in etwa 20 bis 30 cm oberhalb der Wasserlinie um und frisst dann die zarte Sproßspitze ab. Bei der Zählung am 17. August ermittelte man 20 Höckerschwäne (19). Dem Schadensbild, das der Schwan anrichtet, entspricht auch das, welches durch Kanada- und Graugans hervorgerufen wird. Beide Arten sind am Tegernsee nicht oder nur sehr sporadisch anzutreffen (19). Darauf sollte man auch in Zukunft achten. Nur sehr selten waren im Jahr 2013 am Tegernsee Schadensbilder zu beobachten, die auf einen Verbiß durch den Schwan oder die Kanada- bzw. Graugans zurückzuführen sind.

Der Freizeitverkehr wirkt an Stellen auf das Schilf ein, an denen Badeplätze direkt an Schilfbestände grenzen. Am Tegernsee hat man die Schilfflächen schon sehr früh als Schutzgebiete ausgewiesen und durch Bojenketten gekennzeichnet, was als sehr sinnvolle Maßnahme zu bezeichnen ist. Bei Kaltenbrunn kommt es immer wieder vor, dass defekte oder nicht mehr gebrauchte Surfbretter im Schilf „entsorgt“ werden. Bei Hochwasser treiben die Surfbretter auf und schädigen das Schilf mechanisch, ähnlich wie der Holzeintrag, der bei Hochwasser in den See gelangt und mit dem Wind in die Schilffront gespült wird.

Der Holzeintrag schädigt die Schilfbestände an den Ufern des Ringsees stark. Durch die Weißbach werden bei Hochwasser Baumstämme und Äste eingetragen, die in die Schilfbestände getrieben werden und dort die Schilffront umknicken. Außerhalb der Ringseebucht findet man einen Holzeintrag viel seltener.

Die vom Schiffsverkehr ausgelösten Wellen sind am Tegernsee kein Faktor, der das Schilf wesentlich schädigt.

Die Witterung wirkt sich auf das Schilf durch Wind und Temperatur aus. Niederschläge werden an dieser Stelle ausgeklammert, da sie über erhöhte Pegelstände behandelt werden und am Tegernsee zum dominierenden, auslösenden Faktor des Schilfrückgangs werden. Stürme mit hohen Wellen haben an großen Seen wie dem Bodensee (21) und dem Bieler See (28) im Zusammenspiel mit Hochwässern die Schadensbilanz zusätzlich negativ beeinflusst. Am Tegernsee sind vergleichbare Auswirkungen, die von windinduzierten Wellen ausgehen, von viel geringerer Bedeutung.

Jahre, in denen tiefere Sommertemperaturen herrschen, bewirken ein geringeres Halmwachstum und dünnere Halme (7). Dadurch kann die negative Einwirkung von Hochwässern verstärkt werden. D.h. in kalten Jahren wird der Schilfbestand schon bei niedrigeren Pegelständen überschwemmt als in wärmeren Jahren.

Fazit: Durch Erkenntnisse aus eigenen Untersuchungen (7) sowie durch zahlreiche außerhalb Bayerns durchgeführte Erhebungen kann mit größter Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass am Tegernsee die vorhandenen Schilfbestände fast ausschließlich durch erhöhte Pegelstände gefährdet sind, in der Vergangenheit geschädigt wurden und in Zukunft geschädigt werden.

Was ein großflächiges Erlöschen von Schilfbeständen am Tegernsee anbelangt, so stellt eine Aktion der Gemeinde Gmund im Jahr 1962 ein unrühmliches Beispiel dar. Damals hatte man 4 ha Röhrlichtzone durch das Besprühen mit einem Herbizid beseitigt (22). Bis heute hat sich diese Lücke zwischen der Mangfall und dem Strandbad Seeglas nicht wieder geschlossen.

12. Prognose über die künftige Entwicklung und die Gefährdung der Schilfbestände am Tegernsee

Es gibt keine verfügbaren Untersuchungen über die Analyse von Luftbildern, die Auskunft darüber geben, ob und wenn ja in welchem Umfang die Schilfbestände nach den Spitzenhochwässern der Jahre 1999 und 2005 geschädigt wurden und sich in der Folgezeit regeneriert haben. Genauso wenig ist bekannt, wie stark sich die Schwächung der Schilfhalme, die das Hochwasser Anfang Juni 2013 verursacht hat, auf die Vitalität im kommenden Jahr genau auswirken wird.

Gleichwohl soll im Folgenden eine Prognose über die Entwicklung der Schilfbestände und der in diesen und von diesen lebenden Tieren abgegeben werden. Prognostiziert werden soll:

- a) wie werden die Schilfbestände bei einer Hochwassererhöhung und/oder –verlängerung beeinflusst?
- b) wie wird eine Beeinflussung der Schilfbestände bei einer Erniedrigung der Wasserstände ausfallen?

Zu a) Hochwassersituation

Deutlich waren im August 2013 Ausbleichungen der unteren Blätter an den Halmen zu beobachten (vgl. Ausführungen unter Punkt 10). Diese waren beim Hochwasser überschwemmt worden. Die Möglichkeit, vom Rückgang des Hochwassers bis in den Oktober 2013 hinein Reservestoffe einzulagern, ist für die Pflanzen dadurch stark eingeschränkt. Aus diesem Grund ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass sich im Jahr 2014 schwächere und damit anfälliger Halme entwickeln werden. Diese sind dann ebenso wie Halme in kälteren Jahren (s.o.) schon bei weniger ausgeprägten Hochwässern gefährdet.

Sollten die Hochwässer am Tegernsee durch das geplante Wehr in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmen, so ist mit größter Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass der Schilfbestand wie schon im Jahr 2013 zu beobachten war, geschwächt und in seiner

Ausdehnung reduziert wird. Wenn nicht nur der Hochwasserstand erhöht, sondern das Hochwasser vor allem zusätzlich verlängert wird, so sind die negativen Folgen für das Schilf besonders gravierend. Die daraus resultierenden physiologischen Reaktionsabläufe, die sich bei einem anaeroben Stoffwechsel ergeben, werden in Punkt 7 dieses Gutachtens ausführlich beschrieben. Jede länger als 24 bis 36 h andauernde Hochwasserspitze verschärft die Schädigung überfluteter Schilfbestände.

Die im Schilfbestand lebenden Tiere werden bei Hochwasser wie folgt betroffen: diejenigen, die über der Wasseroberfläche leben verlieren ihre Brut, wenn das Hochwasser zur Brutzeit auftritt. Das trifft für Singvögel des Schilfs ebenso zu wie für Wasservögel, die im Schilf brüten. In und nach Hochwasserjahren sind am Tegernsee bei den Wasservögeln die Bruten bzw. Jungvögel jeweils stark reduziert, im Jahr 2013, bedingt durch das Frühjahrshochwasser, um 53 % (19). Die zahlreichen Insekten, die in Form von Eiablagen und den daraus schlüpfenden Larven in Schilfhalmen leben, können bei einer Überflutung absterben. Die ausgeschlüpften Tiere sind dagegen in der Lage, sichere Standorte aufzusuchen. Auch die Zwergmaus als eines der wenigen Säugetiere in der Zone des Wasser- und Übergangsschilfs ist in den meisten Fällen befähigt, sich bei Hochwässern in Sicherheit zu bringen.

Zu b) Niedrigwassersituation

Wenn am Tegernsee durch die geplante Sohleintiefung und eine entsprechende Steuerung des Wehres eine stärkere Erniedrigung der Wasserstände als bisher erfolgt, so werden die Schilfbestände selbst dadurch nicht wesentlich in Mitleidenschaft gezogen. Die Rhizome des Wasser- und Übergangsschilfs liegen tief genug, um die Pflanze auch bei niedrigen Wasserständen ausreichend mit Wasser zu versorgen. Mit größter Wahrscheinlichkeit sind auch die Landschilfbestände nicht gefährdet.

Die Beeinflussung der im Schilf lebenden Tiere wird sich wie folgt ergeben: auch bei Niedrigwasser sind die im Schilf lebenden Singvögel gefährdet. Sie leben auf Schilfhalmen über dem Wasser, um vor Räubern, vor allem dem Fuchs, sicher zu sein. Bei Niedrigwasser entfällt die Wasserbarriere als Schutz.

Von den unter Wasser lebenden Tieren können diejenigen, die mobil sind, mit sinkenden Wasserständen abwandern und für sie geeignete Standorte aufsuchen. Muscheln können sich im feuchten Sediment vergraben und 1-2 Wochen ohne Überstauung aushalten. Außerdem sind auch sie in der Lage, mit sinkenden Wasserständen abzuwandern. Dabei können sie eine Strecke von 1 - 2 m täglich bewältigen.

Laich und Eier von Fischen, Amphibien, Schnecken und anderen aquatisch lebenden Tieren, die in Schilfbeständen abgelegt werden, können beim Trockenfallen teilweise oder völlig geschädigt werden. Eine dauerhafte Eliminierung der Tiere ist jedoch nicht anzunehmen.

13. Schutzwürdigkeit der Schilfbestände

Der gesamte Tegernsee und sein Umland unterliegen den Bestimmungen des Landschaftsschutzgebietes „Tegernsee und Umgebung“. Innerhalb dieses Landschaftsschutzgebietes wurde zum Schutz der Schilfzonen vom Landratsamt Miesbach am 18. 3. 1988 die sog. Tegernseeschutzverordnung erlassen. Am 19. 6. 1995 folgte eine Neufassung (25) mit einer räumlich genau festgesetzten Ausweisung von 7 Schutzzonen. Das Ziel der Verordnung sei hier wörtlich wiedergegeben:

„Vorrangiges Ziel dieser Verordnung ist es, über die bestehenden generellen gesetzlichen Verbote hinaus am Tegernsee Schutzgebiete zu schaffen, in denen auch scheue heimische Wasservogelarten ungestört brüten und ihre Jungen großziehen können. Zugleich sollen die Schutzzonen auch anderen Wassertieren, insbesondere Fischen, als Rückzugs- und Ruhegebiet dienen, den Erhalt der standortgemäßen Vegetation fördern und auf diese Weise bewirken, daß die seetypischen Tiere und Pflanzen auch für die Zukunft erhalten werden.“

Weiterhin zählen §30 Abs. 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und Art. 23 des Bayerischen Naturschutzgesetzes (BayNatSchG) bestimmte ökologisch besonders wertvolle Biotop auf, die unmittelbar gesetzlich geschützt sind.

Es handelt sich dabei um:

1. Moore und Sümpfe, Röhrichte, seggen- oder binsenreiche Nass- und Feuchtwiesen, Pfeifengraswiesen und Quellbereiche
- .
- .
3. Natürliche oder naturnahe Bereiche fließender oder stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer und der dazugehörigen uferbegleitenden natürlichen oder naturnahen Vegetation sowie ihrer natürlichen oder naturnahen Verlandungsbereiche....

In diesen Biotopen sind alle Maßnahmen verboten, die zu einer Zerstörung oder erheblichen Beeinträchtigung führen können.

Der Tegernsee ist nach eigenen Erkenntnissen dem FFH-Lebensraumtypus „Oligo- bis mesotrophe Stillgewässer mit benthischer Armlauchalgen-Vegetation (3140)“ zuzuordnen. Gemäß der Anleitungen des Bundesamtes für Naturschutz zur Umsetzung der FFH-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie ist neben dem eigentlichen Wasserkörper „auch der amphibische Bereich mit seinen Röhrichtern, Hochstaudenfluren und Seggenriedern in die Abgrenzung mit einzubeziehen“.

Die hier vorgelegte gutachterliche Stellungnahme geht bei einer Umsetzung der geplanten Baumaßnahme von einer direkten Beeinflussung des FFH-Lebensraumtyps am Tegernsee aus. Daher müsste eine FFH-Verträglichkeitsprüfung, zumindest jedoch eine FFH-Verträglichkeitsabschätzung durchgeführt werden.

Die aufgeführten Verordnungen, einschlägigen Gesetze und Richtlinien weisen für die Röhrichtzonen des Tegernsees einen eindeutigen und sehr restriktiven Schutzstatus aus. Diese Tatsache muss bei der weiteren Planung des Wehres zwingend berücksichtigt werden.

14. Schlussfolgerung und Empfehlung

Aus den im Gutachten ausführlich dargelegten biologischen Zusammenhängen ist bei einer Erhöhung und/oder zeitlichen Verlängerung von Hochwässern von einer deutlichen Schwächung bis hin zu einer Zerstörung der bestehenden Schilfbestände auszugehen. Niedrigwasserstände bedrohen die Schilfbestände nicht nachhaltig, jedoch einige der in der Schilfzone lebenden Tierarten.

Am Tegernsee steht der Schutz der Schilfbestände eindeutig im Vordergrund. Sie sind Lebensraum und Lebensgrundlage für eine Vielzahl verschiedener Tierarten. Nur wenn die Schilfzonen geschützt werden, kann man auch einen Schutz dieser Tierarten erwirken, oder anders ausgedrückt: wenn die Schilfbestände verschwinden, verschwinden auch die dort lebenden Tiere.

Aus diesem Grund sind Maßnahmen, die zu einer Verschärfung der Hochwassersituation hinsichtlich der Höhe und vor allem auch der Dauer führen, aus limnologischer Sicht sowie auf Grund der oben aufgeführten Gesetze und Verordnungen abzulehnen.

15. Literaturverzeichnis

- (1): Grimminger, H. (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern – Teil 1.- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, 1-566
- (2) Mangelsdorf & Zelinka (1972): Zur Mengenbilanz anorganischer gelöster Stoffe in drei Voralpenseen.- Wasserwirtschaft, 63,8, 1-5
- (3) Melzer, A., Hünerfeld, G. (1990): Die Makrophytenvegetation des Tegern-, Schlier- und Riegsees.- Ber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtsch., 2/90, 1-180
- (4) Fendt, Ingenieurbüro (2005): Raumordnungsverfahren Hochwasserausgleich Tegernsee – FFH-Verträglichkeitsabschätzung; Erläuterungsbericht
- (5) http://www.hnd.bayern.de/pegel/wasserstand/pegel_wasserstand.php?pgnr=18201008
- (6) Tegernseer Tal – Seegeist, Nr. 206 vom 6.9.2013
- (7) Grosser, S., Pohl, W. und Melzer, A. (1997): Untersuchung des Schilfrückgangs an bayerischen Seen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 141, 1-139
- (8) Ostendorp, W. (1993): Schilf als Lebensraum.- Sonderdruck aus: Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden- Württemberg, 68, 173-280
- (9) Hausteil, E. (1982): Botanisches Wörterbuch. Albrecht Philler Verlag, München
- (10) Rodewald-Rodescu, L. (1974): Das Schilfrohr; *Phragmites communis* Trinius.- Die Binnengewässer, 27, IV, 1-302
- (11) Hürlimann, H. (1951): Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen.- Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 30, 1-232
- (12) Ostendorp, W. (1989): Die Ursachen des Röhrichtrückganges am Bodensee-Untersee.- Carologica, 48, 85-102
- (13) Brix, H. (1999): The European Research Project on Reed Die-Back and Progression (EUREED). Limnologia, 29, 5-10
- (14) Armstrong, J. & Armstrong, W. (1988): *Phragmites australis* – a preliminary study of soil oxidizing sites and internal gas transport pathways.- New Phytol., 108, 373-382
- (15) Armstrong, W., Brändle, R. & Jackson, M.B. (1994): Mechanisms of flood tolerance in plants.- Acta Bot. Neerl., 43, 4, 307-358
- (16) Brändle, R. (1983): Evolution der Gärungskapazität in den flut- und anoxitoleranten Rhizomen von *Phalaris arundinacea*, *Phragmites arundinacea*, *Phragmites communis*, *Schoenoplectus lacustris* und *Typha latifolia*.- Botanica helvetica, 93, 39-45
- (17) Studer, C. & Brändle, R. (1984): Sauerstoffkonsum und –versorgung der Rhizome von *Acorus calamus*, *Glyceria maxima*, *Menyanthes trifoliata*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites communis* und *Typha latifolia*.- Botanica Helvetica, 94, 23-31
- (18) Tscharnke, T. (1999): Insects on common reed (*Phragmites australis*) – community structure and impact of herbivory on shoot growth.- Aquatic Botany, 64, 399-410

- (19) Hiller, W. (2013), persönliche Mitteilung zu den Vorkommen von Singvögeln im Schilf sowie von Wasservögeln am Tegernsee
- (20) Marxmeier, U. & Düttmann, H. (2002): Röhrichsterben beeinflusst Brutverhalten des Haubentauchers (*Podiceps cristatus*) am Dümmer (Niedersachsen, Deutschland).- L. Ornithol., 143, 15-32
- (21) Ostendorp, W., Dienst, M. & Schmieder, K. (2003): Disturbance and rehabilitation of lakeside Phragmites reeds following an extreme flood in Lake Constance (Germany).- Hydrobiologia, 506-509, 687-695
- (22) Tegernseer Zeitung vom 22.08.1962
- (23) Strehlow, J. (2004): Die Vogelwelt des Ammersees 2002.- Avifaunistik in Bayern, 1,1, 31-56
- (24) Klimawandel im Süden Deutschlands: Ausmaß – Auswirkungen – Anpassung; Folgen für die Wasserwirtschaft 12/2012. Hrsg. KLIWA, Kooperationsvorhaben der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Rheinlandpfalz sowie des Deutschen Wetterdienstes
- (25) Amtsblatt für den Landkreis Miesbach, Nr. 14 vom 5. Juli 1995
- (26) Seen im Landkreis Miesbach. Hrsg.: Landratsamt Miesbach und Wasserwirtschaftsamt Rosenheim, 2. Aufl. 1999, 1-36
- (27) Rote Liste gefährdeter Tiere in Bayern (2003), Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, Heft 166
- (28) Iseli, C. (1992): Naturschutz und Ingenieurbiologie am Beispiel des Schilfschutzes am Bielersee.- Ingenieurbiologie, 1/92, 6-10