

Massive Abnahme der Wintergäste im international bedeutenden Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein

Analyse der möglichen Ursachen

Nicolas Strebel
Urs Weibel
Stefan Werner



vogelwarte.ch

Impressum

Massive Abnahme der Wintergäste im international bedeutenden Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein. Analyse der möglichen Ursachen.

Bericht der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.

Autoren

Nicolas Strebel, Urs Weibel, Stefan Werner

Mitarbeit

Verena Keller

Fotos Titelseite

Verena Keller, Urs Weibel

Zitiervorschlag

Strebel, N., Weibel, U. & S. Werner (2020): Massive Abnahme der Wintergäste im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein. Analyse der möglichen Ursachen. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

© 2020, Schweizerische Vogelwarte Sempach

Dieser Bericht darf ohne Rücksprache mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Einleitung	5
1.1 Untersee-Ende und Hochrhein als wichtiges Überwinterungsgewässer	5
1.1.1 Bedeutung des Gebiets	5
1.1.2 Habitat	6
1.1.3 Aktueller Schutzstatus	6
1.2 Entwicklung der Wasservogelbestände im Überblick	6
1.2.1 Zählungen	6
1.2.2 Bedeutung und Bestandsentwicklung	7
2. Die Entwicklungen im Detail	8
2.1 Darstellung der Bestandsentwicklung nach Arten	8
2.2 Bestandsentwicklung im Gebiet Stein am Rhein	11
2.3 Relative Entwicklung der Bestände	12
2.4 Zwischenfazit	13
3. Mögliche Ursachen für die Bestandsveränderungen	13
3.1 Nahrungsangebot	13
3.1.1 Wandermuschel <i>Dreissena polymorpha</i>	13
3.1.2 Characeen	14
3.1.3 Makroinvertebraten	14
3.1.4 Fische	15
3.2 Störungen	15
3.2.1 Entwicklung der Störungssituation	15
3.2.2 Wie reagieren die einzelnen Arten auf menschliche Aktivitäten?	17
3.3 Klimawandel	19
3.4 Wasserstand	19
4. Synthese	20
4.1 Nahrungssituation	20
4.2 Störungsanfällige vs. störungstolerante Arten	21
5. Schlussfolgerungen	22
6. Literatur	23

Zusammenfassung

Der Bodensee ist das wichtigste Rast- und Überwinterungsgebiet im mitteleuropäischen Binnenland. Innerhalb des Bodensee-Gewässersystems gibt es mehrere Teilgebiete, welche für Wasservögel besonders wertvoll sind. Eines dieser Gebiete ist der Abschnitt um das Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein. Die herausragende Bedeutung dieses Abschnitts als Winterquartier ist schon lange bekannt. So schrieb Suter 1982, dass es an keiner anderen Stelle im europäischen Binnenland auf so kleinem Raum derartige Massierungen überwinternder Tauchenten gibt. Die Kombination aus nahrungsreichen Abschnitten und strömungsarmen Ruhebereichen machen das Gebiet zu einem idealen Winterquartier für Tauchenten und Blässhühner.

Zwischen den 1970er- und den 1990er-Jahren verbrachten hier regelmässig über 25'000 Wasservögel den Winter. Der höchste bei den Wasservogelzählungen ermittelte Wert stammt vom Dezember 1983; damals hielten sich über 75'000 Individuen im Gebiet auf. 10 % bis 30 % des Gesamtbestandes auf dem Bodensee überwinternder Wasservögel verbrachten zwischen den 1960er- und den 1990er-Jahren den Winter jeweils hier. Damals konzentrierte sich regelmässig über 1 % des ganzen biogeografischen Bestands von Reiher-, Tafel- und Schellente zwischen Mammern und Bibernmühle, das Gebiet hatte für diese Arten somit internationale Bedeutung. Seit dem Ende der 1980er-Jahre nehmen die Bestände im Gebiet deutlich ab, und dies sowohl in absoluten Zahlen als auch anteilmässig am Bodenseebestand und am gesamtschweizerischen Bestand. Grosse Rückgänge zeigen Reiher-, Tafel- und Schellente sowie Zwergtaucher und Krickente – allesamt Arten, bei welchen das Gebiet in der Vergangenheit zeitweise mindestens 10 % des schweizerischen Gesamtbestands beherbergt hatte.

Das Nahrungsangebot hat sich seit den 1990er-Jahren für die meisten Arten verändert, aber nicht wesentlich verschlechtert. Die Bestände der Wandermuschel *Dreissena* gingen nach einem Peak in den 1970er-Jahren wieder zurück, haben sich aber auf hohem Niveau eingependelt. Die Wandermuschel war am Bodensee zeitweise die Hauptnahrungsquelle für Reiher- und Tafelente sowie für das Blässhuhn. Tafelente und Blässhuhn ernähren sich inzwischen aber vor allem von Characeen (Armeleuchteralgen), welche dank der Reoligotrophierung wieder grossflächig im Untersee vorkommen. Die Bestände der Insektenlarven haben längerfristig vermutlich abgenommen, in den letzten 10 Jahren wohl unter anderem durch die Einwanderung des räuberischen Höckerflohkrebses. Insektenlarven dienen vor allem der Schellente und teilweise dem Zwergtaucher als wichtige Beute. Der Nährstoffgehalt des Bodensees nimmt seit den 1980er-Jahren ab. Auch die Fischfangerträge sind rückläufig. Allerdings ist der Rückgang der Fisch-Biomasse weniger stark als jener der Fangerträge – die abnehmenden Fangerträge haben mit nährstoffbedingten Veränderung im Längenwachstum der wirtschaftlich nutzbaren Arten zu tun, sowie mit Änderungen der Artenzusammensetzung hin zu kleineren Arten. Fische dienen vor allem dem Kormoran als Nahrung, auch der Zwergtaucher kann kleine Fische erbeuten. Beim Zwergtaucher hat sich die Nahrungsgrundlage am Bodensee durch die Einwanderung und Massenvermehrung zweier Schwebegarnelen-Arten in den letzten Jahren verbessert. Die Nahrungssituation der Krickente ist primär vom Wasserstand abhängig, dieser zeigt längerfristig keinen klaren Trend.

Im Gegensatz zur Nahrungssituation hat sich die Lage bei den Störungen im untersuchten Zeitraum deutlich verschlechtert. Bereits in den 1970er-Jahren hatten die Störungen im Gebiet einen deutlichen Einfluss auf die Bestände. Damals verspätete sich der Einzug der Wintergäste im Herbst gegenüber den übrigen Bodenseeteilen um etwa zwei Monate, da Wassersport-Aktivitäten und ein reger Bootsbetrieb im Gebiet um Stein am Rhein bis in den Oktober andauerten. Boote und Wassersportler können bereits auf eine Distanz von mehreren hundert Metern zu Fluchtreaktionen führen. Aufgrund der geringen Gewässerbreite haben Vögel im Gebiet um Stein am Rhein keine Möglichkeit, den Störungen auszuweichen. An anderen Abschnitten des Bodensees gibt es mehr Rückzugsmöglichkeiten. Inzwi-

schen hat sich die Störungssituation noch deutlich verschlechtert. Bootsverkehr und Wassersport haben besonders auch im Winter stark zugenommen. Zudem patrouillieren fast jeden Tag ein bis zwei Boote während mehrerer Stunden im Reservat, um die anwesenden Kormorane zu vergrämen. Von diesen Booten aus werden die Kormorane verscheucht und punktuell auch abgeschossen. Weiter haben Störungen durch Spaziergänger und freilaufende Hunde zugenommen, insbesondere bei tiefem Wasserstand.

Die Klimaveränderung hat zu den Abnahmen von Schell- und Reiherente beigetragen. Die Abnahmen im Gebiet sind allerdings viel deutlicher als im Rest der Schweiz und können somit nicht alleine durch die Klimaveränderung erklärt werden. Es fällt auf, dass der Anteil am Schweizer Gesamtbestand ausschliesslich bei störungsanfälligen Arten deutlich zurückging, während er bei störungstoleranten Arten wie Stockente, Blässhuhn oder Lachmöwe seit den 1990er-Jahren stabil ist – ein klarer Hinweis dafür, dass die Wasservogelbestände im Gebiet wohl hauptsächlich wegen vermehrter, regelmässiger Störungen abnehmen. 2016 und 2017 wurden im Gebiet jeweils im April intakte Muschelbänke gefunden. Üblicherweise sind die Muscheln zu dieser Jahreszeit vollständig abgefressen. Dies ist ein weiterer deutlicher Hinweis darauf, dass die Abnahme nicht einem verminderten Nahrungsangebot geschuldet ist. Trotz einer intakten Nahrungsgrundlage wird das Gebiet aufgrund der massiven Störungen von sensiblen Arten kaum mehr genutzt.

Damit das Gebiet seinen grossen Wert für Wasservögel wieder zurückgewinnen kann, müssen ufer- und seeseitige Störungen im Winterhalbjahr nach Möglichkeit vermieden werden. Aufgrund der fortlaufenden Veränderung der Störungssituation ist eine Revision der Befahrungsregelungen dringend notwendig. Dazu gehört auch eine Beurteilung der erwünschten und unerwünschten Wirkungen der Kormoranwacht. Weiter müssen die von Fussgängern am Ufer ausgehenden Störungen in sensiblen Zonen vermieden werden. Von anderen Gebieten weiss man, dass sich ein Verbot von störenden Aktivitäten schnell in steigenden Wasservogelzahlen bemerkbar macht. Durch eine wesentliche Reduktion der Störungen könnte das grosse Potential des Gebiets von den Wintergästen wieder vermehrt genutzt werden.

1. Einleitung

Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt überwacht die Vogelwarte die Wasservogelbestände in den Wasser- und Zugvogelreservaten (Leuzinger 1976, Marti & Schifferli 1986). Im Reservat um Stein am Rhein wurde bereits in den 1990er-Jahren ein Rückgang der überwinternden Wasservögel festgestellt (Schifferli et al. 2003). Inzwischen hat sich die Abnahme sogar noch verstärkt. In diesem Bericht dokumentieren wir diese Abnahme, stellen sie in einen grossräumigen Kontext und gehen auf die Gründe ein.

1.1 Untersee-Ende und Hochrhein als wichtiges Überwinterungsgewässer

1.1.1 Bedeutung des Gebiets

Der Bodensee ist das wichtigste Rast- und Überwinterungsgebiet für Wasservögel im Alpenvorland (Werner et al. 2018). Zwischen November und Februar werden auf Ober- und Untersee zusammen regelmässig über 200'000 Wintergäste gezählt. Für 10 Arten beherbergt der Bodensee jeweils über mehrere Monate mindestens 1 % der jeweiligen biogeografischen Population (Schwellenwerte: Wetlands International 2018). Innerhalb des Bodensee-Gewässersystems gibt es mehrere Teilgebiete, welche für Wasservögel besonders wertvoll sind. Eines dieser Gebiete ist das Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein, welches zwischen Mammern TG und Bibernühle, Gemeinde Ramsen SH liegt (Abb. 1). Die herausragende Bedeutung des Gebiets wurde von verschiedenen Autoren detailliert dokumentiert (Leuzinger 1972, Leuzinger 1976, Suter 1982a, Marti & Schifferli 1987). So schrieb beispielsweise Suter (1982a), dass es an keiner anderen Stelle im europäischen Binnenland auf so kleinem Raum derartige Massierungen überwinternder Tauchenten gibt. Über lange Zeit beherbergte dieser am Untersee-Ausfluss gelegene Abschnitt jeden Winter zwischen Dezember und März mindestens 10 % des gesamten Bodensee-Bestands an Wasservögeln, oft sogar noch weit mehr. Seit Ende der 1980er-Jahre ist dieser Anteil klar rückläufig und liegt inzwischen deutlich unter 5 %. Bereits 1976 wurde das Gebiet in das erste Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler Bedeutung aufgenommen (Leuzinger 1976). Mit der 1991 in Kraft getretenen Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung wurde es als Reservat ausgewiesen. Ziel ist die Erhaltung des Gebiets als Rast- und Nahrungsplatz für überwinternde Wasservögel.

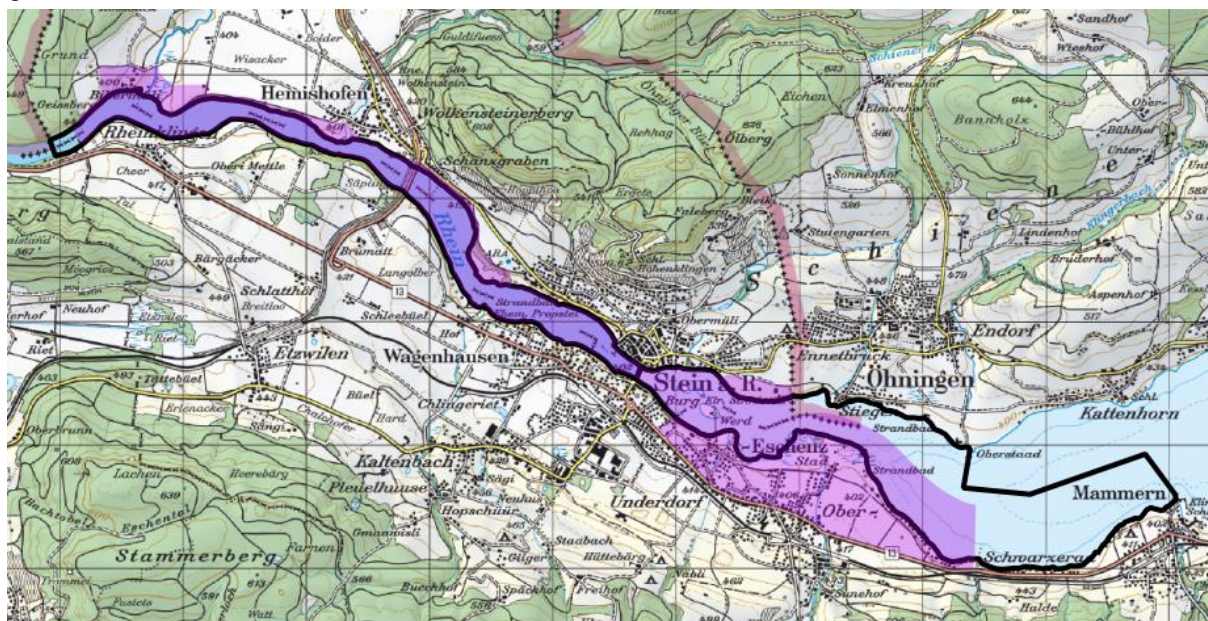


Abb. 1. Das Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein (violett) sowie die Wasservogel-Zählstrecken (schwarz) Mammern–Stein und Stein–Bibernühle.

1.1.2 Habitat

Der unregulierte, natürliche Seeabfluss ist schweizweit einzigartig. Am grösstenteils kiesigen Gewässergrund befinden sich Felder und Riffe poröser Kalktuffe. Diese sind Habitat für zahlreiche Kleinlebewesen, welche wiederum eine reiche Nahrungsquelle für Wasservögel darstellen. Im Winter liegt die Wassertiefe über dem grössten Teil der Flussbreite in einem Bereich von 1–3 m. Die Nahrung ist für tauchende Wasservögel also gut erreichbar. Flussaufwärts des Gebiets befinden sich strömungsarme Buchten, Inseln und Kiesufer, welche sich gut als Ruhe- und Schlafplätze für Wasservögel eignen. Mit dem Seebecken am Untersee-Ende steht den Wintergästen eine zumeist strömungsarme Wasserfläche als Schlafplatz zur Verfügung, welche nicht weit von den nahrungsreichen Flussabschnitten entfernt ist. Das Untersee-Ende und der anschliessende Rheinabschnitt decken sämtliche Ansprüche ab, um Tauchenten und Blässhühnern als herausragendes Überwinterungsgebiet zu dienen (Leuzinger 1976, Suter 1982a).

1.1.3 Aktueller Schutzstatus

Die Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate trat 1991 in Kraft. Seither gelten gewisse Nutzungseinschränkungen, mit dem Ziel, die Störungen für Wasservögel zu reduzieren (Tab. 1). Für Ruder- und Paddelboote, für motorisierte Boote, für Stand-Up Paddler und Angelfischer bestehen im Reservat keine Einschränkungen. Weiter erteilen die zuständigen kantonalen Stellen seit Mitte der 1990er-Jahre regelmässig eine Bewilligung für Vergrämungsabschüsse des Kormorans zum Schutz der Äschenpopulation. Die Bewilligung ist jeweils zwischen dem 1. September und dem 31. März gültig.

*Tab. 1. Besondere Bestimmungen für das Reservat Stein am Rhein. Angegeben sind die Aktivitäten, welche in den entsprechenden Perioden verboten sind (respektive Leinenpflicht für Hunde). * Die Jagd ist im Teilgebiet IIIb bis Ende August verboten. Quelle: Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung, Objektblatt Stein am Rhein.*

	Teilgebiet a (oberhalb Brücke Hemishofen)	Teilgebiet b (unterhalb Brücke Hemishofen)
Jan–Mar	Jagd, Kitesurfen, Surfen, Wasserski, Sporttauchen, Leinenpflicht	Jagd, Kitesurfen, Modellboote, Leinenpflicht
Apr–Sep	Jagd	Jagd*
Okt–Dez	Jagd, Kitesurfen, Surfen, Wasserski, Sporttauchen, Leinenpflicht	Leinenpflicht

1.2 Entwicklung der Wasservogelbestände im Überblick

1.2.1 Zählungen

Die Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Bodensee organisiert seit mehr als einem halben Jahrhundert regelmässig stattfindende Wasservogelzählungen im gesamten Bodenseeraum, so auch die Zählungen im Reservat Stein am Rhein. Im Bodenseeraum finden die Zählungen zwischen September und April monatlich statt. Üblicherweise werden sämtliche Gewässerabschnitte synchron an einem Sonntag-Vormittag in der Monatsmitte begangen. Dafür wurden die Gewässer in Abschnitte unterteilt, welche innerhalb einiger Stunden bearbeitet werden können. Allein im Bodenseeraum beteiligt sich regelmässig eine dreistellige Zahl an erfahrenen freiwilligen Ornithologinnen und Ornithologen an den Zählungen. Die Zähler starten möglichst früh, um eine Beeinträchtigung der Zählergebnisse durch Störungen zu vermeiden. Dabei notieren die Beobachter die Individuenzahl sämtlicher Wasservogelarten pro Abschnitt. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden die verschiedenen Abschnitte eines Gewässers nach Möglichkeit gleichzeitig bearbeitet. Für das Gebiet zwischen Mammern und Biber-mühle sind in der Datenbank der Vogelwarte Sempach Zählergebnisse seit September 1961 gespeichert, jeweils für die Monate September bis April. Diese Daten liefern uns einen detaillierten Einblick in die Entwicklung der Wasservogel-Bestände.

1.2.2 Bedeutung und Bestandsentwicklung

Gebiete, welche regelmässig mindestens 1 % des biogeografischen Bestands einer Art beherbergen, sind für die jeweilige Art von internationaler Bedeutung (Szijj 1972). Das Gebiet um Stein am Rhein erfüllte dieses Kriterium gleich für mehrere Arten. In den 1970er-Jahren verbrachten hier über 1 % der biogeografischen Population von Reiher-, Tafel- und Schellente den Winter (Leuzinger 1976). Auch in den 1980er-Jahren beherbergte das Gebiet regelmässig über 1 % der biogeografischen Population von Reiher- und Tafelente und – zumindest zu Beginn der 1980er-Jahre – von der Schellente (Marti & Schifferli 1986). 10 % bis 30 % aller am Bodensee überwinternden Wasservögel verbrachten zwischen den 1960er- und den 1990er-Jahren den Winter jeweils im Gebiet um Stein am Rhein. Regelmässig wurden während mehrerer Monate über 25'000 Wasservögel gezählt. Der Höchstwert vom Dezember 1983 liegt bei über 75'000 Individuen.

Der zahlreichste Wintergast im Gebiet war die Reiherente. Zwischen Ende der 1970er- und Ende der 1990er-Jahre lagen ihre Januarbestände fast durchwegs bei über 10'000 Individuen. Tafelente und Blässhuhn waren üblicherweise mit mehreren Tausend Individuen vertreten, bei der Schellente bewegten sich die Zahlen bis Ende der 1990er-Jahre meist zwischen 1000 und 2000 Individuen. Die Bestände der Stockente lagen meist im Bereich von 1000 Individuen. Von Zwergtaucher, Lachmöwe, Krickente und zeitweise von der Sturmmöwe wurden jeweils mehrere hundert Individuen gezählt.

Seit dem Ende der 1980er-Jahre nehmen die Gesamtbestände der Wasservögel im Gebiet ab, und dies sowohl in absoluten Zahlen als auch anteilmässig am Bodenseebestand (Abb. 2) und am gesamtschweizerischen Bestand (Abb. 4). Am meisten ins Gewicht fallen die Abnahmen von Reiher- und Tafelente (Abb. 3). In den Wintern 2016/17 und 2017/18 wurden maximal jeweils noch etwa 7000 Wasservögel gezählt. Dies entspricht weniger als 5 % des Bodensee-Bestands. Das 1 %-Kriterium für internationale Bedeutung wird von keiner Art mehr erfüllt. Viele Wasservögel überwintern inzwischen anderswo.

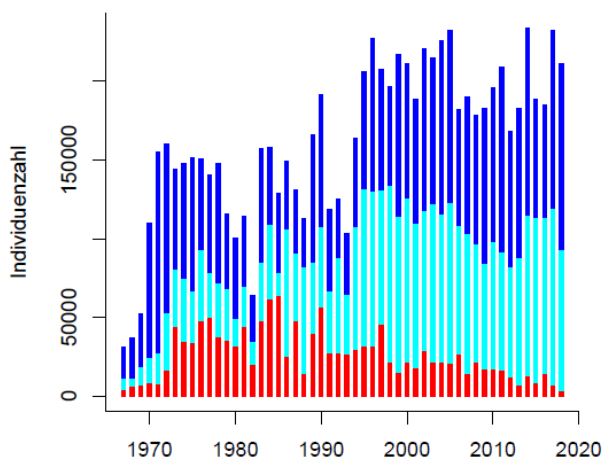


Abb. 2. Ergebnisse der Januar-Zählungen auf dem Bodensee (alle Arten, ohne Möwen). Rot: Reservat Stein am Rhein; türkis: restlicher Untersee; blau: Obersee. Während die Anzahl der Individuen am Bodensee insgesamt zunahm, ging sie innerhalb des Reservats deutlich zurück.

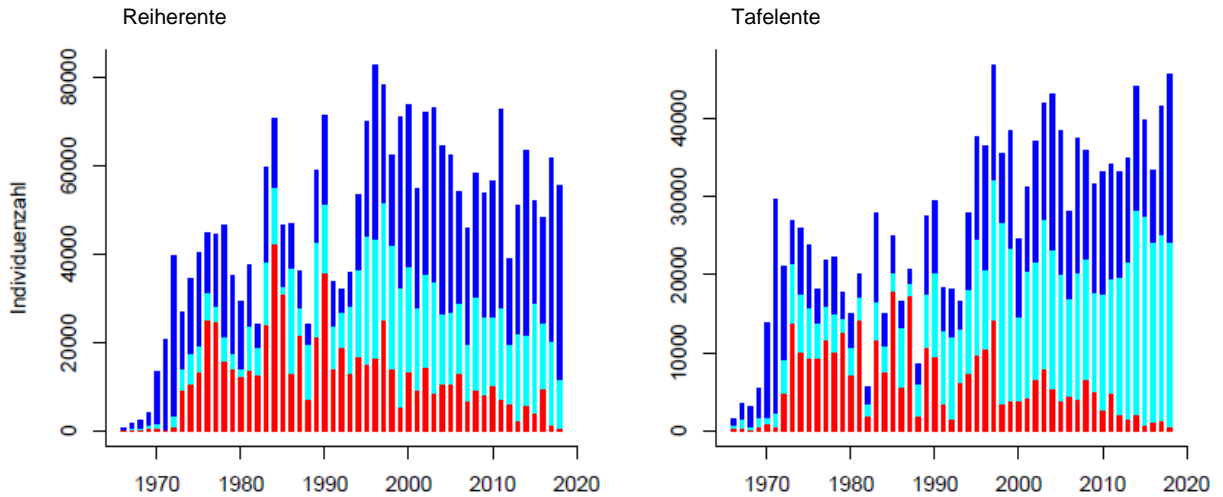


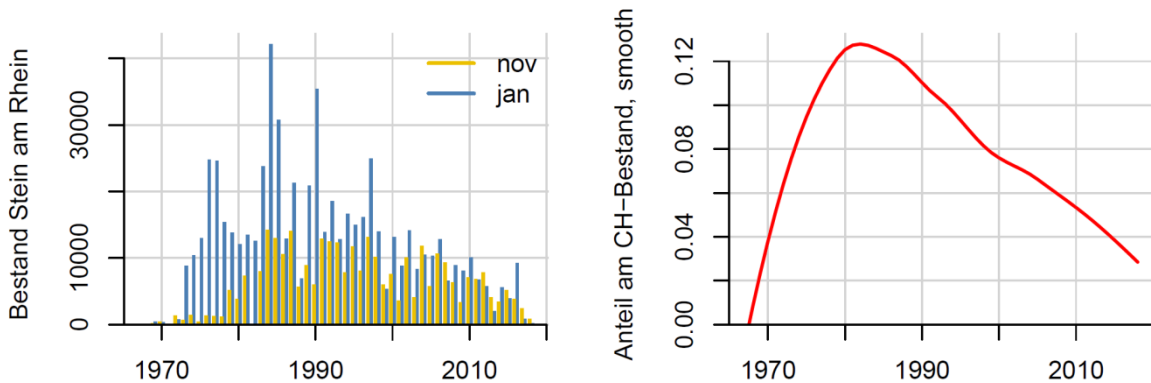
Abb. 3. Ergebnisse der Januar-Zählungen von Reiher- und Tafelente auf dem Bodensee. Rot: Reservat Stein am Rhein; türkis: restlicher Untersee; blau: Obersee. Die Entwicklung präsentiert sich im Gebiet deutlich negativer als auf dem restlichen Bodensee.

2. Die Entwicklungen im Detail

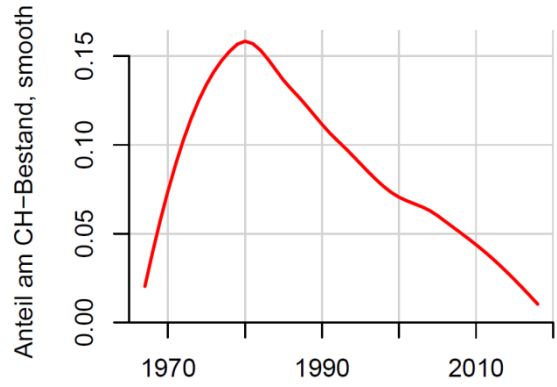
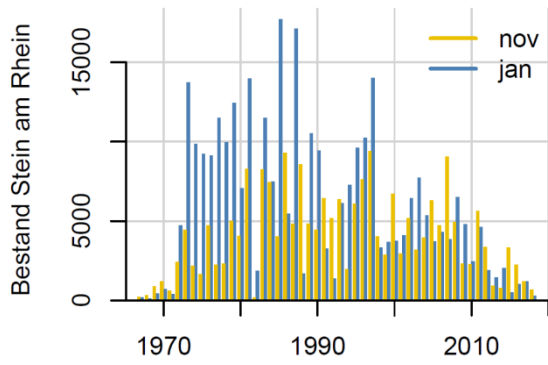
Bei der artspezifischen Auswertung beschränkten wir uns auf die Arten, für welche das Gebiet in den letzten 50 Jahren zumindest zeitweise über zwei Prozent des Schweizer Winterbestands beherbergt hatte. Dies entspricht dem von Schifferli und Kestenholz (1995) festgelegten Kriterium für nationale Bedeutung. Daraus resultierte folgende Artenliste: Reiherente, Tafelente, Blässhuhn, Schellente, Stockente, Lachmöwe, Krickente, Zwergtaucher, Sturmmöwe und Kormoran. In kleineren Zahlen treten im Gebiet zudem regelmässig folgende Wasservogelarten auf: Höckerschwan, Rostgans, Schnatterente, Kolbenente, Gänsesäger, Haubentaucher, Graureiher, Mittelmeermöwe.

2.1 Darstellung der Bestandsentwicklung nach Arten

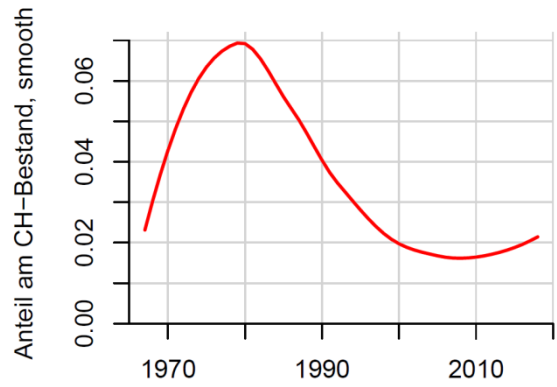
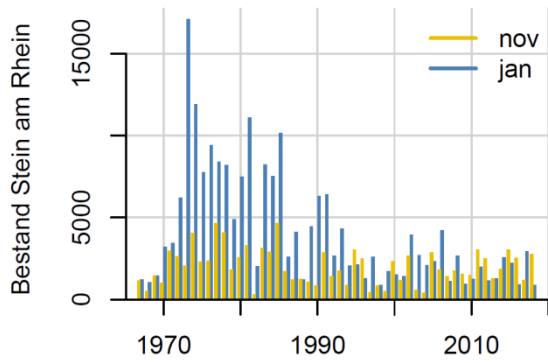
Reiherente:



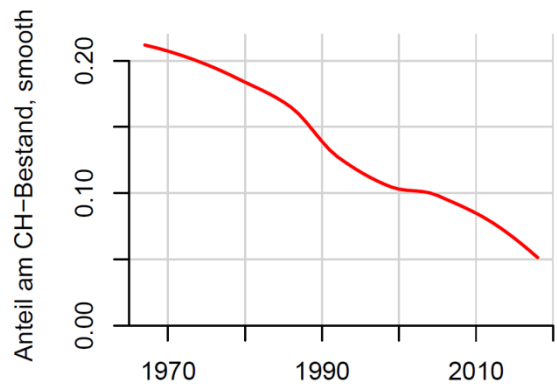
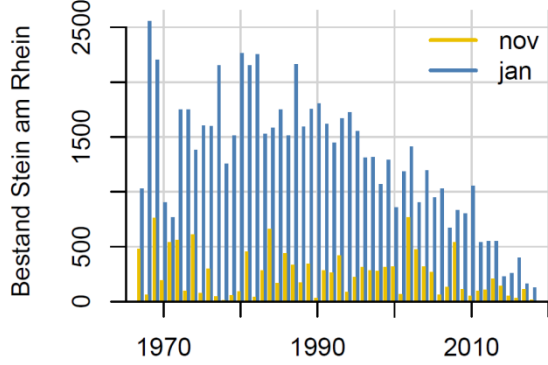
Tafelente:



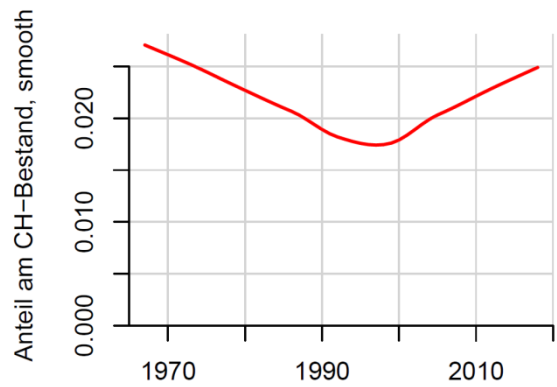
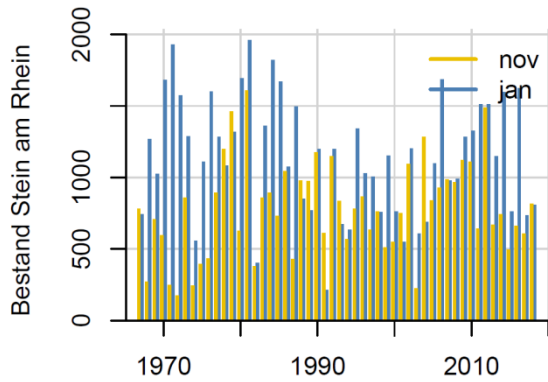
Blässhuhn:



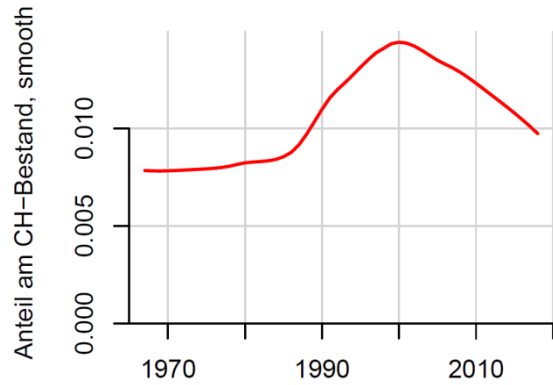
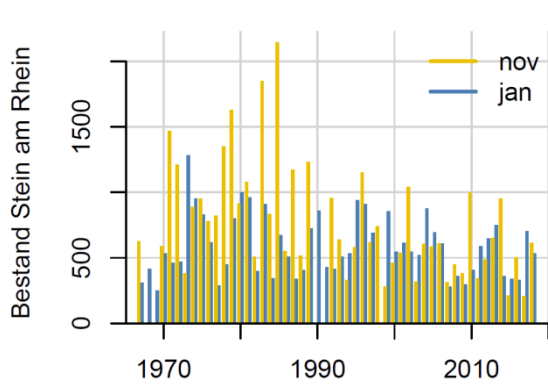
Schellente:



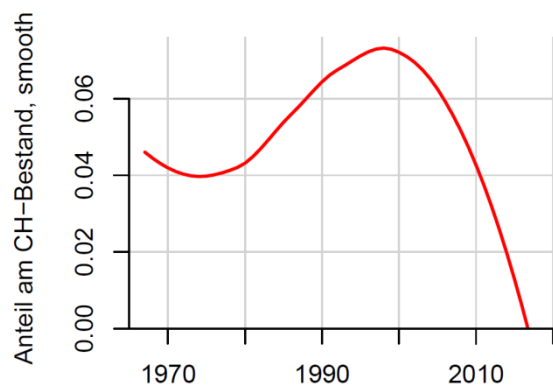
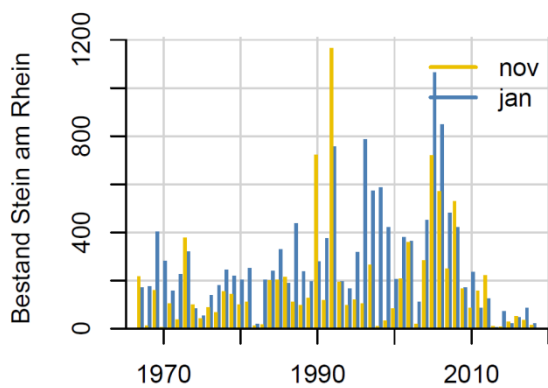
Stockente:



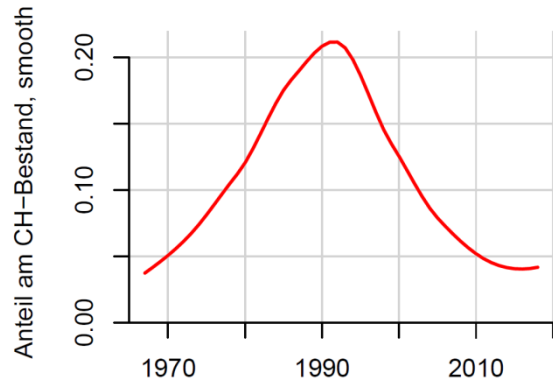
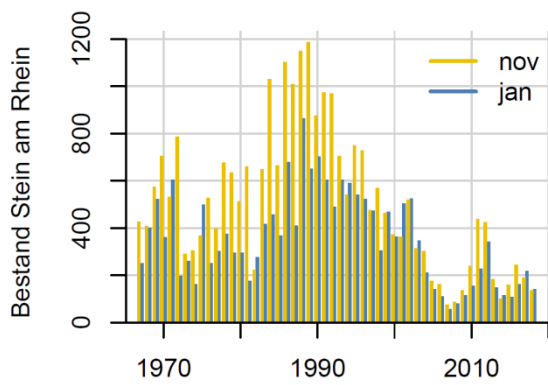
Lachmöwe (Die Art wurde in der Schweiz gebietsweise erst ab den 1990er- oder den 2000er-Jahren erfasst. Der Anteil im Gebiet um Stein am Rhein könnte für die Zeit davor daher etwas überschätzt sein.):



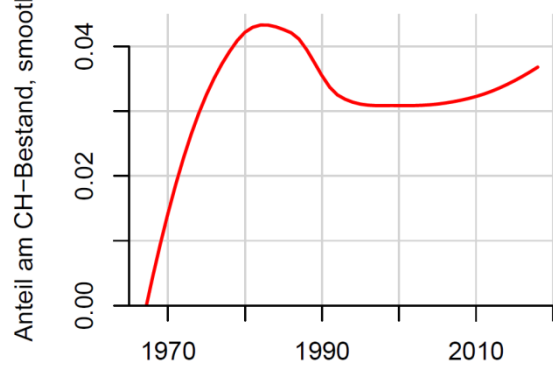
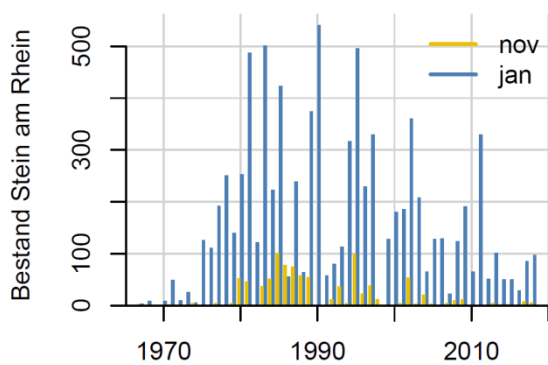
Krickente:



Zwergtaucher:



Sturmmöwe:



Kormoran:

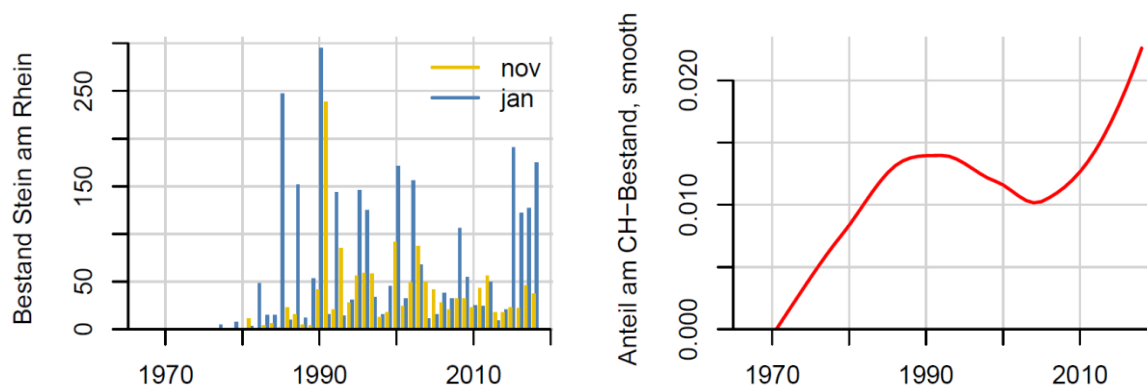


Abb. 4. Links: November- und Januarbestand im Gebiet Stein am Rhein, Winter 1966/67 bis 2017/18. Rechts: Anteil am gesamtschweizerischen Januar-Bestand (inklusive ausländische Teile von Boden- und Genfersee), welcher vom Reservat Stein am Rhein beherbergt wird, geglättet. Die Arten sind entsprechend ihrem maximalen Januarbestand geordnet.

2.2 Bestandsentwicklung im Gebiet Stein am Rhein

Nach dem Einwandern der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) um 1969 und ihrer anschliessenden Massenvermehrung haben die Winterbestände von Reiherente, Tafelente und Blässhuhn im Gebiet um Stein am Rhein binnen weniger Jahre massiv zugenommen (Suter 1982b). Ihre Maximalbestände erreichten sie in den 1970er- und 1980er-Jahren. Anschliessend setzte ein Rückgang ein, welcher beim Blässhuhn in den 1990er-Jahren stoppte, während er sich bei Reiher- und Tafelente bis heute ungebremst fortsetzt. Bis zu Beginn der 1990er-Jahre waren die Bestände dieser Arten im November meist deutlich tiefer als im Januar. Ab den 1990er-Jahren verschwand dieser Unterschied. Dieses Phänomen hing laut Suter (1982a) mit Störungen durch Bootsfahrten und Wassersportaktivitäten zusammen, welche bereits damals bis weit in den Herbst hinein stattfanden. Gemäss der Beobachtung der regionalen Wasservogelzähler nehmen seit den 1990er-Jahren Störungen auch im Januar deutlich zu; ab den 2000er-Jahren haben sich die Störungen im Hochwinter noch massiv verstärkt.

Die Schellente nutzt das Gebiet vor allem im Hoch- und Spätwinter (Leuzinger 1972); die Bestände im Januar sind deutlich höher als im November. Bis in die 1980er-Jahre schwankte ihr Bestand auf hohem Niveau. Seitdem ist er kontinuierlich zurückgegangen.

Beim Zwergtaucher sind die November-Zahlen deutlich höher als die Januar-Zahlen. Die Art zeigte bis Ende der 1980er-Jahre eine Zunahme. Danach ging der Bestand sowohl innerhalb des Gebiets als auch im gesamten Bodenseeraum deutlich zurück (Abb. 5). Während sich seine Bestände seit etwa 2005 bodenseeweit wieder erholen, haben sie sich im Gebiet um Stein am Rhein auf tiefem Niveau eingependelt.

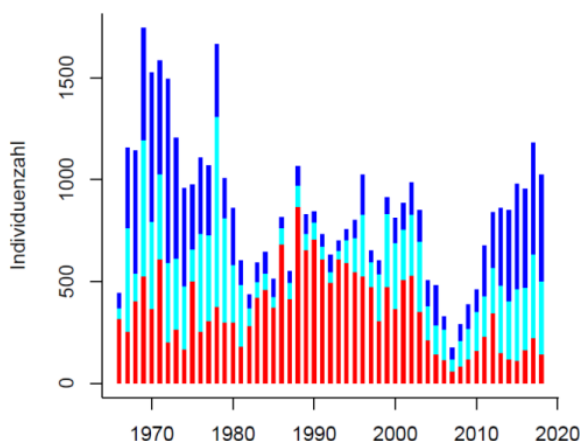


Abb. 5. Ergebnisse der Januar-Zählungen von Zwergtaucher auf dem Bodensee. Rot: Reservat Stein am Rhein; türkis: restlicher Untersee; blau: Obersee.

Der Bestand der Krickente ist wasserstandsbedingt starken Schwankungen unterworfen. In den letzten 10 Jahren zeigt sich ein deutlicher Rückgang im Reservat.

Die Zahlen der Sturmmöwe schwanken deutlich, insgesamt zeigt sich dennoch eine klare Abnahme. Die Bestände der Lachmöwe gehen längerfristig etwas zurück, beim Bestand der Stockente ist kein Trend erkennbar.

Der Kormoran hat sich seit den 1990er-Jahren als Wintergast etabliert, die Zählwerte schwanken allerdings stark.

2.3 Relative Entwicklung der Bestände

Bis Anfang der 1990er-Jahre verläuft die Entwicklung der häufigsten drei Arten Reiherente, Tafelente und Blässhuhn praktisch identisch, wobei die Bedeutung des Gebiets für Reiher- und Tafelente gesamtschweizerisch gesehen damals deutlich höher war als für das Blässhuhn. Nach der Besiedlung durch die Wandermuschel hat das Gebiet für alle drei Arten deutlich an Bedeutung gewonnen. Nach einem Peak in den frühen 1980er-Jahren ging der Anteil aller drei Arten wieder merklich zurück. Beim Blässhuhn hat sich der Bestand seit den 1990er-Jahren stabilisiert. Bei Reiher- und Tafelente hingegen geht der Anteil am Schweizer Gesamtbestand stetig zurück.

Für die Schellente war das Gebiet um Stein am Rhein einst eines der wichtigsten Überwinterungsgebiete in Mitteleuropa (Marti & Schifferli 1987) und das wichtigste Überwinterungsgebiet im Alpenvorland (Leuzinger 1972). Zwar gehen die Winterbestände auch andernorts zurück, der Rückgang bei Stein am Rhein ist aber viel markanter als in der restlichen Schweiz.

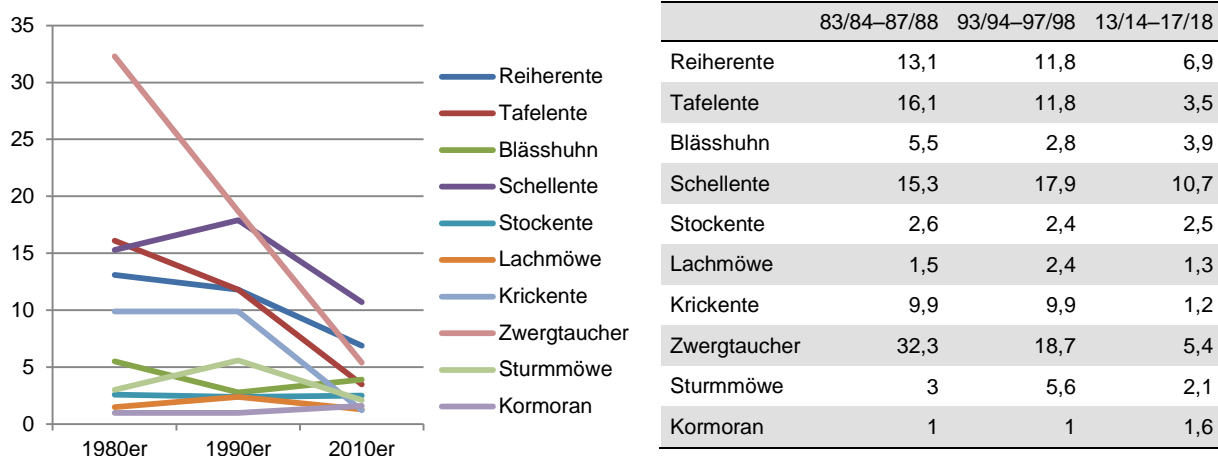
Das Gebiet beherbergte in den 1980er-Jahren rund einen Drittel des Schweizer Winterbestands vom Zwergtaucher. Dieser Anteil liegt inzwischen nur noch bei rund 5 %.

Bei der Krickente beherbergte das Gebiet bis Ende der 1990er-Jahre über 5 % des Schweizer Bestands (inklusive ausländische Teile von Boden- und Genfersee). Innerhalb der letzten 10 Jahre ist die Krickente praktisch aus dem Gebiet verschwunden; der Anteil am gesamtschweizerischen Bestand geht folglich gegen null.

Verglichen mit den übrigen Arten sind die Anteile am nationalen Bestand bei Stockente, Lach- und Sturmmöwe recht stabil, abgesehen von einer deutlichen Zunahme bei der Sturmmöwe in den 1970er-Jahren.

Beim Kormoran hat der Bestandsanteil insgesamt zugenommen.

Abb. 6 und Tab. 2. Mittlerer Anteil (%) der im Gebiet Stein am Rhein überwinternden Wasservogel am gesamtschweizerischen Winterbestand. Zur Berechnung des gesamtschweizerischen Winterbestands berücksichtigten wir bei Boden- und Genfersee nur die Schweizer Zählstrecken. Wir verwendeten die Daten der Monate November und Januar der Perioden 1983/84–1987/88, 1993/94–1997/98 und 2013/14–2017/18.



2.4 Zwischenfazit

Während der 1970er- und 1980er-Jahre beherbergte das Gebiet um Stein am Rhein international bedeutende Bestände von Reiher-, Tafel- und Schellente. Weitere Arten waren regelmässig mit Beständen von mehreren hundert bis mehreren tausend Individuen vertreten. Seither hat sich die Situation deutlich verändert. Einige Arten zeigten massive Rückgänge. Davon sind vor allem jene Arten betroffen, für welche das Gebiet in der Vergangenheit schweizweit eine besonders grosse Bedeutung hatte.

3. Mögliche Ursachen für die Bestandsveränderungen

3.1 Nahrungsangebot

Die Hauptnahrung der im Gebiet vorkommenden Wasservogel variiert von Art zu Art und hat sich bei gewissen Arten über die Zeit deutlich verändert. Insbesondere haben Armleuchteralgen als Nahrung für Tafelente und Blässhuhn am Bodensee wieder an Bedeutung gewonnen, während die Wandermuschel inzwischen nur noch für die Reiherente den Hauptbestandteil der Nahrung bildet (Werner et al. 2004, Schmieder et al. 2006, Werner et al. 2018). Lokal werden vorhandene Muschelvorkommen dennoch auch von Tafelente und Blässhuhn stark genutzt.

Der Nährstoffgehalt des Bodensees ist seit den 1980er-Jahren kontinuierlich zurückgegangen, der Bodensee befindet sich je nach Seebecken in einem meso- bis oligotrophen Zustand (BAFU 2016).

3.1.1 Wandermuschel *Dreissena polymorpha*

Die Wandermuschel hat sich ab Mitte der 1960er-Jahre im Bodensee ausgebreitet. Nach einer anfänglichen Massenvermehrung und einem Peak in den 1970er-Jahren gingen die Bestände wieder zurück (Lubini & Vincentini 2001) und haben sich auf hohem Niveau eingependelt (Werner et al. 2005). Es gibt Indizien dafür, dass die Grösse der Muscheln bodenseeweit inzwischen etwas zurückgegangen ist. Im Gebiet um Stein am Rhein kommt die Wandermuschel nach wie vor häufig vor (bis 10'000 Ind. pro m²). Im Rahmen eines Langzeitgewässermonitorings werden im Hochrhein die Dichten von allen aquatischen Wirbellosen erfasst. In den Aufnahmeflächen bei Hemishofen wurde zwischen den Aufnahmen 2000/01 und 2011/12 sogar eine deutliche Zunahme des von der Wandermu-

schel besiedelten Flächenanteils gefunden (Rey et al. 2016). Insbesondere für die Reiherente stellt die Wandermuschel die wichtigste Nahrungsquelle dar; während der eutrophen Phase der 1970er- bis mindestens 1990er-Jahre aber auch für Tafelente und Blässhuhn. Bei der Ernährung der Schellente spielt sie hingegen nur eine nebensächliche Rolle; sie frisst allenfalls jüngere Muscheln mit einer Grösse von weniger als 10 mm (Suter 1982b).

Im April 2016 und 2017 wurden intakte Muschelbänke vor der Badi bei Hemishofen sowie nördlich des Eschenzer Horns am Rhigüetli gefunden (Stefan Werner, persönliche Beobachtung). Dies ist insofern bemerkenswert, da die Muscheln zu dieser Jahreszeit üblicherweise von den überwinterten Wasservögeln fast komplett abgeerntet wurden (Suter 1982b, Werner et al. 2005).

3.1.2 Characeen

In den Zeiten der höchsten Trophie waren die Characeen (Armluchteralgen) weitgehend aus dem Bodensee verschwunden. Erst seit etwa 1990 stehen sie wieder als Nahrungsgrundlage für überwinterte Wasservögel zur Verfügung. Tafelenten und Blässhühner ernähren sich am Untersee inzwischen grösstenteils wieder von Characeen (Werner et al. 2018), im Gebiet von Stein am Rhein jedoch nach wie vor auch von Wandermuscheln (Stefan Werner, persönliche Beobachtung). Characeen wachsen insbesondere am Grund von nährstoffarmen Gewässern. Im Gegensatz zu den meisten anderen Wasserpflanzen sind sie wintergrün. In Folge der Reoligotrophierung waren im Untersee und im Überlinger See bereits in den 1980er-Jahren wieder ausgedehnte Characeen-Felder vorhanden (Schmieder 1991), dank dem weiteren Rückgang des Nährstoffgehalts haben Verbreitung und Artenzahl weiter zugenommen (Schmieder 2004). Characeen werden von Tafelenten und Blässhühnern im Winterhalbjahr als Nahrungsquelle intensiv genutzt (Schmieder et al. 2006). Weiter ernährt sich auch die Kolbenente am Untersee hauptsächlich von Characeen (Schmieder et al. 2006, Werner et al. 2018). Gemeinsam mit der Besiedlung durch Characeen hat ihr Winterbestand seit Beginn der 1990er-Jahre am restlichen Untersee stark zugenommen. Im Gebiet Stein am Rhein hingegen tritt die Kolbenente nach wie vor nur in geringer Anzahl auf.

3.1.3 Makroinvertebraten

Makroinvertebraten sind insbesondere für die Schellente und teils auch für den Zwergtaucher eine wichtige Nahrung. Die Schellente ernährt sich im Untersuchungsgebiet hauptsächlich von Insektenlarven, insbesondere von köcherlosen Köcherfliegen-Larven (Leuzinger 1972). Auch der Zwergtaucher ernährt sich im Untersuchungsgebiet unter anderem von Insektenlarven (Leuzinger 1972). Köcherfliegen-Larven sind in den fliessenden Hochrhein-Abschnitten weit verbreitet, die Bestandstrends der verschiedenen Arten sind uneinheitlich (Rey et al. 2016), Gebietskenner gehen aufgrund der reduzierten Schwarmflüge längerfristig von einer deutlichen Abnahme einiger ehemals sehr häufiger Köcher- und Eintagsfliegenarten aus (Werner Schümperlin, persönliche Mitteilung). Das Gebiet unterhalb des Seeausflusses zeichnete sich insbesondere durch eine ausserordentlich hohe Dichte an Larven der köcherlosen Köcherfliegen *Hydropsyche* aus (Suter 1982b). Larven der Gattung *Hydropsyche* sind im Seeausfluss lokal zwar noch immer sehr häufig, siedeln aber vermehrt nur noch in schneller strömenden Bereichen – ein Hinweis auf eine Ausweichreaktion auf Grund der Einwanderung des räuberischen Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* (Rey et al. 2016). Diese gebietsfremde Art aus dem Schwarzmeerraum wurde um 2003 im Bodensee eingeschleppt und erreichte das Untersee-Ende etwa 2006. Sie führte innerhalb weniger Jahre zu erheblichen Veränderungen unter den Wirbellosen-gemeinschaften in Bodensee und Hochrhein. Hydropsychiden filtern ihre Nahrung mit Sekret-Netzen und sind damit abhängig von der Menge und der Art der eindriftenden Nahrung. Mit der Reoligotrophierung von Bodensee und Hochrhein sind am Seeausfluss die Planktondichten zwar zurückgegangen, da dort aber kontinuierlich Nahrung durch die Strömung aus dem See nachgeliefert wird, sind die Abnahmen wohl hauptsächlich auf die Prädation durch den Höckerflohkrebs zurückzuführen (Rey et al. 2016). Die Eintagsfliegen der Gattung *Baëtis* halten sich im oberen Hochrhein in mittleren

Dichten, am unteren Hochrhein hingegen sind sie – wohl ebenfalls als Folge der Invasion des Höckerflohkrebses – fast völlig verschwunden. Erst vor wenigen Jahren wurde der Bodensee von zwei neu eingeschleppten Schwebegarnelen-Arten besiedelt, welche vermutlich besonders für den Zwergtaucher eine neue Nahrungsquelle darstellen.

Die hier erwähnten Informationen zur Entwicklung der Makroinvertebraten stammen von Aufnahmen nahe der Gemeinde Hemishofen, wo im Rahmen der koordinierten biologischen Untersuchungen am Hochrhein seit den 1990er-Jahren in regelmässigen Abständen Erhebungen durchgeführt wurden (Rey et al. 2016).

Wir können nicht beurteilen, ob neue Belastungen wie Mikroplastik, hormonaktive Substanzen, Pestizide und weitere Verschmutzungen oder auch klimatische Veränderungen die Abundanz der Makroinvertebraten im Gebiet beeinflussen.

3.1.4 Fische

Im Untersuchungsgebiet ernährt sich vor allem der Kormoran von Fisch. Parallel zum Rückgang des Phosphat-Gehalts ist der Fischfangertrag am Hochrhein und am Bodensee seit den 1980er-Jahren rückläufig. Dass die Fischfangerträge am Bodensee jedoch nicht repräsentativ für die Entwicklung der Fischbestände sind, zeigte das Projekt Lac (Alexander et al. 2016). Vielmehr dominieren im See inzwischen kleine Fischarten wie Stichlinge sowie andere Fischarten nicht fangfähiger Grösse. Seit etwa 15 Jahren hat sich der gebietsfremde Dreistachlige Stichling *Gasterosteus aculeatus* im Bodensee massenhaft vermehrt, der inzwischen den fischfressenden Vogelarten (u.a. Kormoran, Haubentaucher, Gänsesäger, teilweise Zwergtaucher) als wichtige Nahrungsgrundlage dient (Werner et al. 2018). Im Rhein haben die Hitzesommer 2003 und 2018 zu Einbrüchen der Fischbestände geführt, insbesondere bei der Äsche, aber auch bei der Forelle. Vor allem die Äsche kann Wassertemperaturen über 26°C nicht tolerieren (Küttel et al. 2002). Nach 2003 konnten sich deren Bestände wieder etwas erholen. Doch 2018 kam es aufgrund der sehr hohen Wassertemperaturen zu einem neuerlichen Massensterben der Äsche. Anfang August 2018 erreichte die Wassertemperatur bei der Messstelle Flurlingerbrücke Neuhausen SH für mehrere Tage 27°C (BAFU 2018). Mittel- und langfristig ist unklar, ob sich die Äsche bei fortschreitender Klimaerwärmung und der damit verbundenen Zunahme der Hitzesommer im Hochrhein halten kann. Die Fischartenzusammensetzung verschiebt sich derzeit in Richtung Barbenregion, in der Weissfische dominieren.

3.2 Störungen

3.2.1 Entwicklung der Störungssituation

Bereits in den 1970er-Jahren wurde die Verteilung der Wasservögel am unteren Ende des Bodensees massgeblich von Störungen beeinflusst. „Der Einzug von Reiherenten, Tafelenten und Blässhuhn am See-Ende verspätet sich gegenüber allen anderen Bodenseeteilen um etwa 2 Monate, obwohl die Nahrungsplätze schon im Herbst auch bei etwas höherem Wasserstand optimal ausgenutzt werden könnten. Dies wird offensichtlich durch die starken, bis weit in den Oktober andauernden Wassersport-Aktivitäten verhindert, welche auf dem relativ schmalen Rheinsee und erst recht auf dem Rhein selbst mit gegenüber anderen Bodenseeteilen unvergleichlich höheren Bootsdichten keine ungestörten Wasserflächen mehr übrig lassen.“ (Suter 1982a).

Zwar wurden einige Aktivitäten mit grossem Störungspotential bei Inkrafttreten der Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate eingeschränkt oder verboten. Dennoch hat sich die Störungssituation in der Zwischenzeit durch die Zunahme von erlaubten und bewilligten Tätigkeiten weiter zugepunktet. So patrouillieren seit dem Winter 1996/97 zwischen September und Mitte April praktisch täglich ein bis zwei Boote während bis zu 7 Stunden am Tag, um Kormorane zu verscheuchen und punktuell abzuschliessen. Die Boote bewegen sich zwischen Eschenz / Öhningen und Büsingen, betroffen ist

also praktisch das ganze Reservat, wie aus dem *Rapport Kormoranvergrämung 2017-2018* vom 5.6.2018 ersichtlich wird. Zusätzlich hält der Fischerverein Stein am Rhein die Fischer dazu an, Kormorantrupps ab einer Grösse von 15 Individuen sofort beim Einsatzboot zu melden sowie die Kormorane nach Möglichkeit sofort selbst zu vergrämen (Fischerverein Stein am Rhein 2018).

Schon vor dem Winter 1996/97 wurden die Kormorane vom Boot aus vergrämt, allerdings waren die Aktionen weniger koordiniert und fanden vermutlich etwas weniger regelmässig statt (Schifferli et al. 2003). Laut Aussagen der lokalen Wasservogelzähler hat der Bootsverkehr insgesamt seit den 1990er-Jahren zugenommen. Dasselbe gilt für Wassersport, besonders auch im Hochwinter. Ab den 2000er-Jahren setzte ein regelrechter Boom ein, insbesondere auch bei händischen Wassersportarten wie Kanu, Kajak sowie Stand-Up Paddling. Zumindest im Winter wurde dieser Abschnitt bis in die 1990er-Jahre noch weniger für Freizeitaktivitäten genutzt. Besonders Stand-Up Paddler werden von Wasservögeln bereits auf weite Distanzen als Gefahr wahrgenommen; schon bei einem Abstand von mehr als einem Kilometer können sie grossräumige Ausweichflüge auslösen (Werner 2017). Aber auch ein vorbeifahrendes Boot führt in vielen Fällen zu Fluchtreaktionen bei Wasservögeln. Bootsfahrschulen nutzen den gesamten Gewässerbereich regelmässig für Übungsfahrten, immer wieder werden dabei Gruppen von Wasservögeln aufgescheucht (Abb. 6). Weiter haben die Störungen durch Spaziergänger zugenommen, insbesondere bei tiefem Wasserstand, wenn man trockenen Fusses entlang des Ufers und um die Werd-Inseln spazieren kann. Auch im Bereich der Nilibucht bestehen Schleichwege in die ansonsten gut geschützte Bucht (Abb. 8). Schliesslich wird die Leinenpflicht für Hunde oft nicht eingehalten. Zurückgegangen ist hingegen die Präsenz von Uferfishern und Fischerbooten.



Abb. 6. Bootsfahrschule am Steg bei Eschenz scheucht die Tauchenten und Blässhühner bei den Übungsfahrten auf. (Foto: Urs Weibel)



Abb. 7. Die Paddler im Hintergrund lösten eine Kettenreaktion, die viele Tausend Wasservögel zur Flucht veranlasste. (Foto: Stefan Werner)

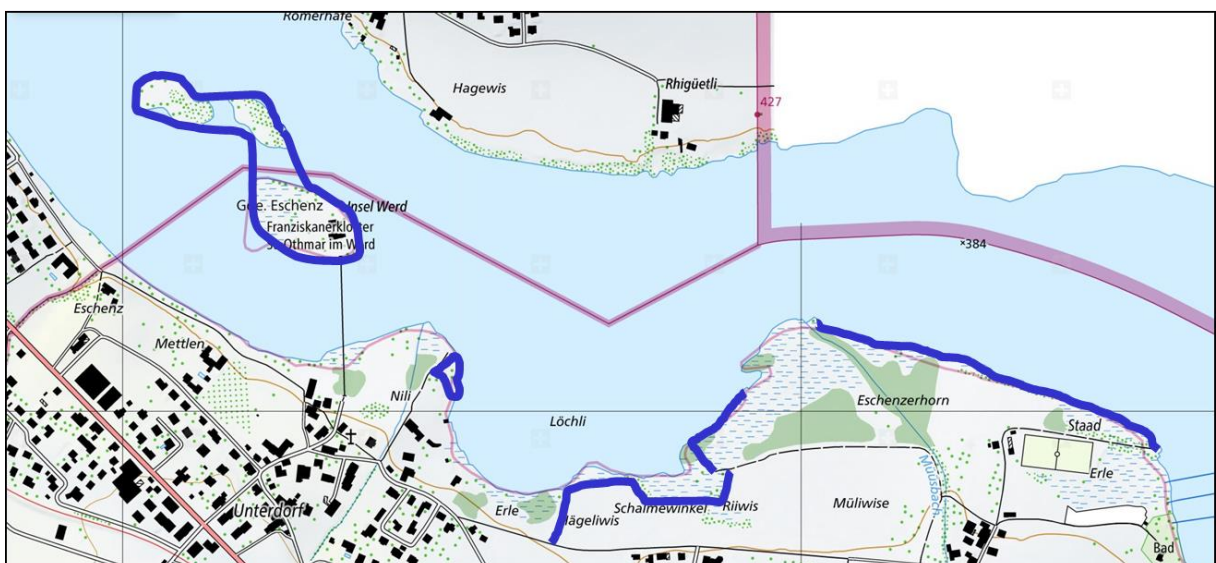


Abb. 8. Inoffizielle Fusswege (blau) im WZVV-Reservat, die zu Störungen der Wasservögel führen können, speziell wenn Hunde mitgeführt werden. Bei tiefem Wasserstand wird zudem auch das Rheinufer zwischen Stein am Rhein und Bibernmühle von Spaziergängern genutzt.

3.2.2 Wie reagieren die einzelnen Arten auf menschliche Aktivitäten?

Untersuchungen zeigten auf, dass die Störungsanfälligkeit von Art zu Art deutlich variiert. Von den im Untersuchungsgebiet überwinternden Arten ist die ausschliesslich tagtauchende Schellente am anfälligsten auf Störungen, gefolgt von der Krickente (Tuite et al. 1984). Bei Segelbooten beobachtete Humme (1976) bei der Schellente Fluchtdistanzen von 350–400 m, Motorboote lösten sogar bei Abständen

von 350–750 m Fluchtreaktionen aus – Abstände, die im WZVV-Reservat Stein am Rhein aufgrund der geringen Gewässerbreite gar nicht eingehalten werden können. Bereits zu Beginn der 1970er-Jahre erwähnte Leuzinger (1972), dass insbesondere die Schellente im Untersuchungsgebiet stark auf Störungen reagierte. Bei Störung durch Boote flogen die Enten auf. Sie kamen teilweise anschliessend wieder zurück, teils flogen mehr oder weniger gesättigte Enten allerdings schon tagsüber den Rhein hoch bis zum Untersee-Ende, wo sich der damals eher ungestörte Schlafplatz befand. Besonders am Wochenende wurden die Tauchplätze regelmässig störungsbedingt früher verlassen. Problematisch sind nicht nur die Störungen während der Nahrungssuche. Wie keine andere Art im Untersuchungsgebiet sind Schellenten auf ein ungestörtes Schlafgewässer angewiesen. Dieses fanden sie früher am Untersee-Ende in der Umgebung von Mammern (Leuzinger 1972). Mit der Zunahme von Bootsverkehr und Wassersport-Aktivitäten bis in den späten Abend ist dieses Kriterium heute nicht mehr erfüllt.

Reiher- und Tafelenten schlafen tagsüber am Untersee-Ende, der Nilibucht und unterhalb des Werdli-Steiges, wenn dies störungs- und wasserstandsbedingt möglich ist. Meist befinden sich die Schlafplätze nahe beim Nahrungsplatz, selbst wenn dieser im fliessenden Abschnitt des Gebiets liegt. Dann nutzen sie Kiesbänke, Buchten oder von der Landseite her ungestörte Steilufer. Sie orten ihre Beute primär taktil, können daher auch nachts fressen und sind flexibler bezüglich Ruhezeitpunkt. Es wird zudem seit langem diskutiert, dass die verstärkte Nachtaktivität einiger Wasservogelarten am Bodensee mit den Störungen während des Tages in Verbindung steht (Suter 1982b, Frenzel & Kolb 1990, Döpfner & Bauer 2008a).

Allerdings reagieren auch diese Arten bei zu viel Störung mit Abwandern. Zwergtaucher flüchten vor Booten, besonders wenn sie auf dem offenen Wasser auf Nahrungssuche sind. Im Bereich von Bootshäfen hingegen sind Zwergtaucher weniger scheu, da sie in der Nähe der fest angelegten Boote genügend Deckung finden. Blässhühner tauchen wie die Schellente hauptsächlich tagsüber, sind im Gegensatz zur Schellente aber wenig störungsempfindlich und vergleichsweise anspruchslos was die Schlafplatzwahl anbelangt. Meist schlafen sie gleich beim Nahrungsplatz. In der Schweiz überwintern sie oft auch im urbanen Raum und gehören zu den störungstoleranteren Arten. Dasselbe gilt auch für Stockente sowie Lach- und Sturmmöwe. Der Kormoran ist beim Jagen eher störungstolerant, er ist selbst mit gezielter Vergrämungsmassnahme kaum von nahrungsreichen Gebieten fernzuhalten (Carss 2002) – dies zeigen auch die Daten und bisherigen Erfahrungen im Reservat Stein am Rhein (siehe Abschussbewilligung für Kormorane im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein vom August 2018). Zum Ruhen und Schlafen zieht sich der Kormoran aber gerne in Gebiete zurück, in denen er nicht verfolgt werden darf.

Störungsreaktionen sind nicht nur je nach Art, sondern auch je nach Grösse eines Trupps unterschiedlich (Tablado & Jenni 2015). Grosse Trupps haben im Allgemeinen eine grössere Fluchtdistanz als kleine Trupps. Auch wenn im ersten Moment nur einzelne Individuen auf eine Störung reagieren, kann dies zu einer Kettenreaktion führen, in Folge dieser tausende oder zehntausende Wasservögel auffliegen. Grosse Ansammlungen sind folglich deutlich störungsanfälliger als kleine Trupps. Störungstolerantere Arten können durch Fluchtreaktionen sensiblerer Arten ebenfalls aufgeschreckt werden.



Abb. 9. Fliegen wenige Individuen störungsbedingt auf, kann dies zu Kettenreaktionen führen und viele Tausend Wasservögel zur Flucht veranlassen. (Foto: Stephan Trösch)

3.3 Klimawandel

Die mitteleuropäischen Winterbestände von Schell- und Reiherente sind aufgrund des Klimawandels rückläufig, weil sie zunehmend weiter nördlich gelegene Überwinterungsgebiete nutzen (Lehikoinen et al. 2013). Dies zeigt sich auch an der Entwicklung am Bodensee (Werner et al. 2018). Besonders bei Schell- und Reiherente dürfte also auch der Klimawandel zur Abnahme der Bestände im Gebiet Stein am Rhein beigetragen haben. Die im Vergleich zu übrigen Gewässern und Bodenseeabschnitten viel stärkere Abnahme kann aber keinesfalls durch den Klimawandel erklärt werden.

3.4 Wasserstand

Im Winter ist der Bodensee-Pegel üblicherweise deutlich niedriger als im Sommer. Die Januarwerte zeigen deutliche Schwankungen, ein Trend ist seit den 1980er-Jahren nicht erkennbar (Abb. 10). Schwankungen des Pegelstands haben am Bodensee vor allem einen Einfluss auf die Gründelenten-Bestände. Ein tiefer Pegelstand wirkt sich positiv auf die Verfügbarkeit der Nahrung aus. Tauchende Arten haben hingegen auch bei erhöhten Wasserständen kaum Schwierigkeiten, an ihre Nahrungsgründe zu gelangen. Bis in Tauchtiefen von 10 m werden Wandermuscheln von Tauchenten regelmässig in hoher Masse genutzt (Werner et al. 2005). Ein hoher Wasserstand führt zu einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit des Rheins unterhalb Stein am Rhein. Schellenten sowie Reiher- und Tafelenten bekunden mit der Strömungsgeschwindigkeit keine Mühe, Blässhühner hingegen sind weniger gut an eine hohe Strömungsgeschwindigkeit angepasst (Suter 1982b). Die Langfristigkeit und Kontinuität der beobachteten Bestandsveränderungen der überwinternden Wasservögel kann nicht durch die jährlichen Pegelstandsschwankungen erklärt werden, zumal seit den 1980er-Jahren kein langfristiger Trend bei den winterlichen Wasserständen erkennbar ist.

Ein tiefer Pegelstand kann für alle Arten zu mehr Störungen führen, da Spaziergänger bei Niedrigwasser einfacher entlang des Ufers, auf die Insel Werd und in die Nilibucht gelangen können. Zudem reduziert sich die Gewässerbreite.

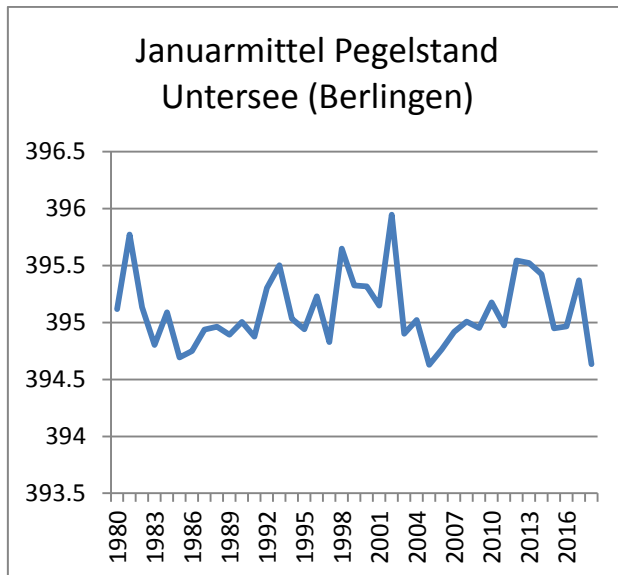


Abb. 10. Entwicklung des Januar-Pegelstands am Untersee (Messstation Berlingen). Quelle: Abteilung Hydrologie, Bundesamt für Umwelt, Bern.

4. Synthese

Die im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein festgestellten Bestandsentwicklungen unterscheiden sich teils deutlich von jenen am restlichen Untersee, am Bodensee oder in der Gesamtschweiz. Auffällig sind insbesondere die starken Abnahmen der störungsanfälligen Arten.

4.1 Nahrungssituation

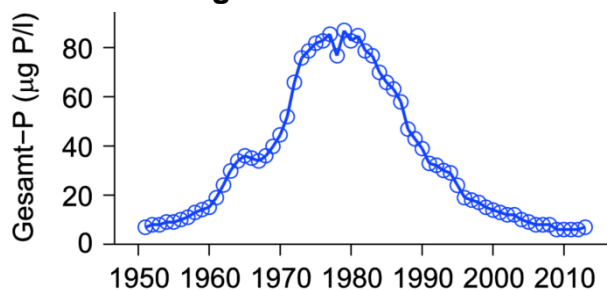


Abb. 11. Jahresmittelwerte der Phosphorkonzentrationen im Bodensee-Obersee (BAFU 2016).

Der Nährstoffgehalt im Bodensee nahm seit dem Eutrophierungsmaximum 1979 kontinuierlich ab und hat sich seit etwa 10 Jahren auf dem Niveau der frühen 1950er-Jahre stabilisiert (Abb. 11). Die Nahrungssituation für die meisten Arten hat sich seit den 1980er-Jahren somit verändert.

Tafelente und Blässhuhn haben ihre Nahrungsgewohnheiten angepasst. Inzwischen ernähren sich diese zwei Arten am Untersee hauptsächlich von Armelechternalgen, welche dank dem saubereren Wasser wieder nahezu flächendeckend in den Flachwasserzonen des Bodensees vorhanden sind (Schmieder 2004).

Die Reiherente ernährt sich weiterhin hauptsächlich von der Wandermuschel, welche im Bodensee-raum nach wie vor in grossen Dichten vorhanden ist.

Die Bestände der Gewässerinsekten sind längerfristig vermutlich zurückgegangen, unter anderem wegen dem Auftreten des Höckerflohkrebses. Davon ist vor allem die Schellente betroffen. Allerdings tritt der Höckerflohkrebs auch am übrigen See und an anderen Gewässern sehr abundant auf. Gewis-

se Gewässerinsekten-Arten verzeichnen an anderen Schweizer Gewässern weit deutlichere Abnahmen als unterhalb des Bodenseeausfluss (Rey 2016). Die Situation hat sich im Reservat also eher weniger verschlechtert als an anderen Gewässern. Die Schellente nimmt im Reservat aber viel stärker ab als am übrigen See und in der übrigen Schweiz. Dies weist darauf hin, dass sich weitere Faktoren verschlechtert haben müssen, welche insbesondere auf lokaler Ebene spielen.

Der Zwergtaucher ernährt sich neben Insektenlarven auch von Kleinfischen und Schwebegarnelen, letztere treten seit etwa 10 Jahren im Bodensee und auch am Untersee-Ende auf und haben stark zugenommen. Nach einem Tief vor 10 Jahren erholte sich der Januarbestand des Zwergtauchers am gesamten Bodensee vermutlich als Reaktion auf die neuen Nahrungsressourcen wieder. Im Reservat hingegen erholte sich der Bestand nur wenig und ist nach wie vor auf einem tiefen Niveau.

Für Sturm- und Lachmöwe sowie für Krick- und Stockente hat sich die Nahrungssituation durch die Reoligotrophierung möglicherweise leicht verschlechtert. Der Rückgang der Sturmmöwe verläuft in der übrigen Schweiz in einer ähnlichen Dimension wie im Reservat und ist mit Sicherheit hauptsächlich klimabedingt. Der leichte Rückgang der Lachmöwe im Gebiet verläuft parallel zur Abnahme dieser Art seit Ende 1990er-Jahre in Westeuropa. Die Bestandsentwicklung der Möwen im Gebiet Stein am Rhein widerspiegelt also die grossräumigen Trends, sie weist nicht auf eine Verschlechterung der Nahrungssituation hin. Der Bestand der Stockente im Gebiet fluktuiert, eine Abnahme ist nicht erkennbar. Als omnivore Art ist die Stockente vergleichsweise wenig anfällig auf Veränderungen in der Unterwasser-Fauna und Flora. Die Winterbestände der Krickente sind am Bodensee primär abhängig vom Wasserstand. Die Bestände schwanken von Jahr zu Jahr, ein zeitlicher Trend ist nicht erkennbar. Im Gebiet Stein am Rhein hingegen hielten sich in den letzten Jahren bei den Zählungen kaum mehr Krickenten auf. Seit dem Winter 2012/13 wurden bei sämtlichen Zählungen im Gebiet nur noch wenige Krickenten gefunden, und dies bei unterschiedlichen Wasserständen. Dies legt nahe, dass nicht bloss ungünstige Wasserstände zur fast vollständigen Abwesenheit der Krickente geführt haben.

Entgegen der Entwicklung des Fischfangertrags stieg der Winterbestand des Kormorans am Bodensee bis in die 1990er-Jahre deutlich an. Danach schwankte er stark, in den letzten 5 Jahren sieht man wieder eine Zunahme. Im Reservat stieg der Bestand bis in die 1990er-Jahre ebenfalls an und schwankt seitdem stark.

Insgesamt gibt es folglich keine Hinweise dafür, dass die massiven Abnahmen gewisser Wasservogelarten im Reservat Stein am Rhein auf eine lokale Verschlechterung der Nahrungssituation zurückzuführen wären. Einzig bei der Schellente könnte der Rückgang der Gewässerinsekten zur Abnahme beigetragen haben. Dass die lokale Entwicklung des Schellentenbestands aber weit negativer ist als in der übrigen Bodenseeregion weist darauf hin, dass weitere, auf lokaler Ebene wirkende Faktoren zur Abnahme beitragen müssen. Auf Grund der Nahrungssituation müsste die Schellente im Gebiet anteilmässig sogar eher zunehmen, denn die Bestände der Gewässerinsekten sind andernorts weit aus stärker zurückgegangen (Rey 2016). Zudem gingen die Schellentenbestände bereits in den 1990er-Jahren zurück, obwohl sich die Nahrungssituation damals gleich oder sogar besser präsentierte als in den 1970er-Jahren (Lubini & Vincentini 2001).

4.2 Störungsanfällige vs. störungstolerante Arten

Schell- und Krickente sind besonders störungsanfällig (Tuite et al 1984), zu den eher störungsanfälligen Arten gehören auch Reiher- und Tafelente (Suter 1982a) sowie der Zwergtaucher (Konter 2014). Es fällt auf, dass die anteilmässige Veränderung im Reservat im Vergleich zum schweizerischen Gesamtbestand bei den anfälligeren Arten seit den 1990er-Jahren deutlich negativer ausfällt als beim Blässhuhn. Tafelente und Blässhuhn haben eine sehr ähnliche Nahrungsökologie, erstere reagiert aber empfindlicher auf Störungen. Wie das Blässhuhn zeigte die Tafelente den *Dreissena*-bedingten Peak um 1980. Im Gegensatz zum Blässhuhn hat sich der Bestandsanteil der Tafelente nicht stabilisiert, er ist nach wie vor rückläufig. Dieselbe Entwicklung zeigt auch die Reiherente: Auch sie ist eine

Art mit einer höheren Störungsanfälligkeit, besonders in grossen Trupps. Die Anteile der sehr störungsanfälligen Arten Schellente und Krickente am Schweizer Gesamtbestand gingen sehr stark zurück. Der Zwergtaucher ist besonders bei der Nahrungssuche auf dem offenen Wasser störungsanfällig. In den 1980er- und 1990er-Jahren konnten regelmässig grosse Trupps bei der Nahrungssuche auf dem Rhein beobachtet werden, was heute kaum mehr der Fall (Stefan Werner, persönliche Beobachtung). Dies schlägt sich auch in deutlich tieferen Zählergebnissen nieder.

Die störungstoleranteren Arten Kormoran, Stockente, Blässhuhn sowie Lach- und Sturmmöwe zeigen anteilmässig am Schweizerischen Gesamtbestand seit den 1990er-Jahren keine oder nur leichte Abnahmen.

Diese Entwicklungen weisen deutlich darauf hin, dass das Reservat Stein am Rhein insbesondere auf Grund der intensiveren und zunehmend ganzjährigen Frequentierung durch den Menschen von den Wasservögeln immer weniger genutzt wird. Dass im April 2016 und 2017 im Gebiet nicht abgefressene Muschelbänke gefunden wurden, ist ein weiterer deutlicher Hinweis darauf, dass diese Entwicklung nicht einem verminderten Nahrungsangebot geschuldet ist. Trotz einer intakten Nahrungsgrundlage wird das Gebiet aufgrund der massiven Störungen von sensiblen Arten kaum mehr genutzt.

Für sensible Vogelarten ist es im Winter entscheidend, konstant ungestörte Bedingungen vorzufinden. Die tagaktive Schellente kann Nahrungsplätze nicht zur Nahrungssuche nutzen, wenn diese tagsüber stark frequentiert werden. Die Schellente benötigt also störungsarme Gewässer mit einem reichen Angebot an Insektenlarven zur Nahrungsaufnahme. Das Energiebudget ist bei Wasservögeln im Winter oft ein limitierender Faktor. Eine Schellente muss bei kaltem Wasser täglich über 1000 Tauchgänge machen, um die benötigte Menge an Nahrung aufzunehmen. Ein Tauchgang dauert üblicherweise zwischen 15 und 20 Sekunden, grob überschlagen verbringt sie täglich 5,5 Stunden unter Wasser. Die gesamte Tauchaktivität macht täglich bis zu 85 % der Hellzeit aus (Untersuchungen aus dem Gebiet Stein am Rhein von Suter 1982b). Wird die Schellente bei der Nahrungsaufnahme beispielsweise durch Bootsverkehr gestört, stellt sie die Nahrungssuche oft schon am Mittag oder frühen Nachmittag ein. Das resultierende Energiedefizit ist schwer zu kompensieren. Regelmässige Störungen führen dazu, dass die Schellente ein Gebiet trotz guter Nahrungsbedingungen verlassen muss.

5. Schlussfolgerungen

Die Zahlen aus der Vergangenheit zeigen, dass das Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein ein sehr grosses Potential und eine grosse Bedeutung als Überwinterungsgebiet für Wasservögel hat. Die Nahrungsbedingungen haben sich zwar verändert. Sie haben sich für die meisten Arten aber nicht wesentlich verschlechtert, für einige Arten sogar verbessert. Dennoch sehen wir das Schutzziel des Reservats gefährdet: „Die Erhaltung des Gebiets als Rast und Nahrungsplatz für überwinternde Wasservögel“. Besonders bedauerlich ist, dass gerade diejenigen Arten massive Rückgänge zeigen, für welche das Gebiet in der Vergangenheit einen massgeblichen Teil am Schweizer Gesamtbestand beherbergt hatte. Unsere Analysen zeigen einen akzentuierten Rückgang der störungsempfindlichen Arten. Daraus schliessen wir, dass die Abnahmen hauptsächlich der stetigen Zunahme der von menschlichen Aktivitäten ausgehenden Störungen geschuldet sein müssen und bestätigen damit eine bereits vor 20 Jahren geäusserte Vermutung (Widmer 2000). Weiter hielten Schifferli et al. (2003) fest, dass Störungen durch die Kormoranwacht die wahrscheinlichste Ursache für die bereits in den 1990er-Jahren festgestellte Abnahme der Wasservögel im Gebiet sei. Die Kormoranwacht wird nach wie vor mit hoher Intensität weiter geführt. Winterlicher Bootsverkehr und störende Wassersport-Aktivitäten haben in der Zwischenzeit seeweit deutlich zugenommen, was die Störungssituation für Wasservögel zusätzlich verschärft.

Damit das Gebiet seinen grossen Wert für Wasservögel wieder zurückgewinnen kann, müssen ufer- und seeseitige Störungen im Winterhalbjahr nach Möglichkeit vermieden werden. In anderen Wasser- und Zugvogelreservaten hat sich gezeigt, dass seeseitige Schutzzonen mit Nutzungsverbot erfolgreich sind, um Störungen zu vermeiden und den Wasservögeln Rückzugsgebiete anzubieten. Die Schaffung von im Winterhalbjahr strikt geschützten Ruhezonen (z.B. im Bereich Hinterwasser Werd Inseln bis und mit Nili-Bucht sowie in der Eschenzer Bucht) wäre ein erster wichtiger Schritt in diese Richtung. Allerdings ist aufgrund der Veränderung der Störungssituation eine grundlegende Revision der Befahrungsregelungen für motorisierte und nicht motorisierte Wasserfahrzeuge dringend notwendig. Dazu gehört auch eine Beurteilung von den erhofften und unerwünschten Folgen der Kormoranwacht. Weiter muss mit der Einführung eines Weggebots und der Sperrung von Schleichwegen (beispielsweise im Bereich der Nilibucht und der Werd Inseln) sichergestellt werden, dass Spaziergänger die vorhandenen Wege nicht verlassen und sich insbesondere nicht im Uferbereich und auf den zeitweise trockenliegenden Kiesbänken aufhalten. Die Leinenpflicht für Hunde muss an direkt am Ufer gelegenen Wegabschnitten konsequent durchgesetzt werden.

Der Erfolg dieser Massnahmen wäre messbar: Ansteigende Vogelbestände nach der Einführung von Regelungen zum Schutz der Wasservögel zeigen, dass Vögel schnell von einer Abnahme der Störungen profitieren. Die Wasservogelzahlen in den Gebieten am Südufer des Neuenburgersees beispielsweise sind nach Inkrafttreten der WZVV innerhalb kurzer Zeit deutlich angestiegen. Ähnlich haben sich die Wasservogelzahlen auch im Ermatinger Becken sehr positiv entwickelt, nachdem durch das Einstellen der Jagd ab 1985/86 die Störungen reduziert wurden (Schneider et al. 1991, 1993). Die Chancen stünden also gut, dass sich ein verbesserter Gebietsschutz schnell auch in den Wasservogel-Zahlen bemerkbar machen würde. Das grosse Potential des Gebiets könnte von den Wintergästen wieder genutzt werden, das Schutzziel des Reservats wäre nicht länger gefährdet.

Der Freizeit- und Erholungsdruck auf die Schutzgebiete am Bodensee nimmt zu. Auch in anderen Wasser- und Zugvogelreservaten am Bodensee besteht die Gefahr, dass die Schutzziele aufgrund der zunehmenden ganzjährigen Aktivitäten an und auf dem See nicht mehr erreicht werden. Mit Text- und Bildtafeln am Ufer kann die Öffentlichkeit für das Thema überwinterte Wasservögel sensibilisiert werden (teilweise bereits umgesetzt). Weiter müssen die bestehenden Regelungen der sich ändernden Störungssituation angepasst werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Wert des Bodensees als Überwinterungsgewässer für Wasservögel auch in Zukunft erhalten bleibt.

6. Literatur

- Alexander T.J., Vonlanthen P., Périat G., Raymond, J.C., Degiorgi, F. & O. Seehausen 2016: Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Bodensee. *Projet Lac*, Eawag. Kastanienbaum.
- BAFU (2016): Der Bodensee. Zustand bezüglich Wasserqualität. Faktenblatt.
- BAFU (2018): Hydrologische Daten und Vorhersagen. url: www.hydrodaten.admin.ch/de/2288.html
- Carss, D. (ed.) (2002): REDCAFE – Reducing the conflict between cormorants and fisheries on a pan-European scale. Final Report Vol. 1. 169 S.
- Döpfner, M. & H.-G. Bauer (2008a): Störungen von Wasservögeln während der Schwingenmauser und deren Bedeutung für die Qualität eines Mauserquartiers – ein Vergleich zweier Gebiete am Bodensee. *Ornithol. Jahresh. Bad.-Württ.* 24: 105–125.
- Fischerverein Stein am Rhein (2018): Achtung: Kormoraneinflüge! Beitrag vom 17.1.2018. url: www.fischervereinsteinamrhein.ch
- Frenzel, P. & K. H. Kolb (1990): Nocturnal feeding activity of *Aythya* and its impact on stream benthos. *Wader Study Group Bull.* 57: 12.

- Hume, R. A. (1976): Reactions of goldeneyes to boating. *British Birds* 69: 178–179.
- Keller, V. (2009): The Goosander *Mergus merganser* population breeding in the Alps and its connections to the rest of Europe. *Wildfowl Special Issue 2*: 60-73.
- Konter, A. (2014): Anthropogenic disturbances to Little Grebes *Tachybaptus ruficollis* breeding along the river Sauer (Luxembourg/Germany): an analysis of their reactions to different disturbing factors and possible consequences at population level. *Regulus Wiss. Ber.* 29.
- Küttel, S., Peter, A. & A. Wüest (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizer Fließgewässer. Rhône Revitalisierung. Publikation Nummer 1.
- Lehikoinen, A., K. Jaatinen, A. V. Vähätalo, P. Clausen, O. Crowe, B. Deceuninck, R. Hearn, C. A. Holt, M. Hornman, V. Keller, L. Nilsson, T. Langendoen, I. Tománková, J. Wahl & A. D. Fox (2013): Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global Change Biol.* 19: 2071–2081.
- Leuzinger, H. (1972): Zur Ökologie der Schellente *Bucephala clangula* am wichtigsten Überwinterungsplatz des nördlichen Alpenvorlands. *Der Ornithologische Beobachter* 69: 207–235.
- Leuzinger, H. (1976): Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler und nationaler Bedeutung. *Der Ornithologische Beobachter* 73: 147–194.
- Lubini, V. & H. Vicentini (2001): Benthosuntersuchung des Rheins zwischen Seeausfluss und Rheinklingen. Planungs- und Naturschutzamt, Schaffhausen.
- Marti, C. & L. Schifferli (1987) Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von internationaler Bedeutung – Erste Revision 1986. *Der Ornithologische Beobachter* 84: 11–47.
- Rey P., Hesselschwerdt J. & S. Werner (2016): Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 2001 bis 2013. Zusammenfassender Kurzbericht. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Schifferli, L. & M. Kestenholz (1995): Inventar der Schweizer Wasservogelgebiete von nationaler Bedeutung als Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiete - Revision 1995. *Ornithol. Beob.* 92: 413-433.
- Schifferli, L., Burkhardt, M. & V. Keller (2003): Wasservogelbestände im Reservat Stein am Rhein. Entwicklung vor und seit Beginn der Vergrämungsaktionen gegen den Kormoran im regionalen und schweizerischen Vergleich. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Schmieder K. (1991): Veränderung der submersen Makrophytenvegetation des Bodensee-Untersees als Spiegelbild der trophischen Entwicklung. Bericht institut für Seenforschung Langenargen.
- Schmieder K. (2004): Die Characeen des Bodensees. Rostock. *Meeresbiolog. Beitr.* 13: 179-194.
- Schmieder, K., S. Werner & H.-G. Bauer (2006): Macrophytes as a source of food for wintering waterbirds at Lake Constance (Central Europe). *Aquatic Botany* 84: 245-250.
- Suter, W. (1982a): Die Bedeutung von Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee) als wichtiges Überwinterungsgewässer für Tauchenten (*Aythya*, *Bucephala*) und Blässhuhn (*Fulica atra*). *Der Ornithologische Beobachter* 79: 73–96.
- Suter, W. (1982b): Vergleichende Nahrungsökologie von überwinternden Tauchenten (*Bucephala*, *Aythya*) und Blässhuhn (*Fulica atra*) am Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee). *Der Ornithologische Beobachter* 79: 225–254.
- Schneider-Jacoby, M., H.-G. Bauer & W. Schulze (1993): Untersuchungen über den Einfluss von Störungen auf den Wasservogelbestand im Gnadensee (Untersee/Bodensee). *Ornithol. Jahresh. Bad.-Württ.* 9: 1-24.
- Schneider-Jacoby, M., P. Frenzel, H. Jacoby, G. Knötzsch & K.-H. Kolb (1991): The impact of hunting disturbance on a protected species, the Whooper Swan *Cygnus cygnus* at Lake Constance. *Wildfowl, Suppl.* 1: 378-382.

- Szijj, J. (1972): Some suggested criteria for determining the international importance of wetlands in the Western Palearctic. In: E. Carp (ed) Proceedings of the International Conference on Conservation of Wetlands and Waterfowl, Ramsar, Iran. IWRB, Slimbridge, UK: 101-119.
- Tablado, Z. & L. Jenni (2015): Determinants of uncertainty in wildlife responses to human disturbance. *Biol.Rev.* 92: 216-223.
- Tuite, C.H., Hanson, P. R. & O. Myrfyn (1984): Some ecological factors affecting winter wildfowl distribution on inland waters in England and Wales, and the influence of water-based recreation. *Journal of Applied Ecology* 21: 41–62.
- Wetlands International (2018): Waterbird Population Estimates. Aufgerufen unter wpe.wetlands.org am 24.7.2018
- Werner, S., H.-G. Bauer, H. Jacoby, M. Mörtl, K. Schmierer & H. Löffler (2004): Einfluss überwinternder Wasservögel auf Chara-Arten und Dreissena polymorpha am westlichen Bodensee. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Werner, S., M. Mörtl, H.-G. Bauer & K.-O. Rothhaupt (2005): Strong impact of wintering waterbirds on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) populations at Lake Constance, Germany. *Freshwater Biology* 50: 1412-1426.
- Werner, S. (2017): Freizeitvergnügen im Lebensraum der Wasservögel. *Avinews* 3, S. 9. Vogelwarte Sempach.
- Werner, S., Bauer, H.-G., Jacoby, H. & H. Stark (2018): 55 Jahre Wasservogelzählung am Bodensee. Beiheft Nr. 13 zum Ornithologischen Beobachter.
- Widmer, M. (2000): Nächtlicher Bestand von Wasservögeln im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein im Winter 1999/2000. Vergleich der Wasservogelbestände im Wasser- und Zugvogelreservat Stein am Rhein und im gesamten Bodenseegebiet im Zeitraum 1990 - 2000. Untersuchungen der Orniplan AG im Auftrag des Planungs- und Naturschutzamtes des Kantons Schaffhausen.