

Siedlungsdichten und Entwicklungen von Wasservogelbeständen an Klärteichen Segebergs und Dithmarschens unter Berücksichtigung von Habitateigenschaften

Hilger W. Lemke

LEMKE, H.W. 2016. Siedlungsdichten und Entwicklungen von Wasservogelbeständen an Klärteichen Segebergs und Dithmarschens unter Berücksichtigung von Habitateigenschaften. Corax 23: 25-42.

Klärteiche gewinnen immer mehr an Aufmerksamkeit als künstliches, jedoch für Wasservogel wertvolles Bruthabitat. Dennoch gibt es bisher wenige genaue Untersuchungen, welche die allgemeine Bedeutung von Klärteichen als Lebensraum für Wasservogel beleuchten und dabei Habitateigenschaften sowie zeitliche Variabilität der Bestände berücksichtigen. In der vorliegenden Studie wurden im Jahr 2014 die Wasservogelbestände von 36 Klärteichen der Kreise Segeberg und Dithmarschen (Schleswig-Holstein) zusammen mit Habitatparametern wie Wasserfläche, Uferlänge, Ufervegetation, Umzäunung und Belüftungsart erfasst (nur Brutnachweise, insbesondere Familienverbände, wurden berücksichtigt). Zusätzlich wurden Langzeitdaten (1983-2009) von Brutbeständen an Klärteichen des Kreises Segeberg auf Bestandsentwicklungen hin untersucht, die H. Thies erhoben hatte. Generelle lineare Modelle (schrittweise Variablenentnahme basierend auf AIC) lieferten die Ergebnisse zum Einfluss der verschiedenen Umweltvariablen. Häufigste Brutvögel in 2014 waren Reiherente (*Aythya fuligula*), Schnatterente (*Anas strepera*), Stockente (*Anas platyrhynchos*), Brandgans (*Tadorna tadorna*) und Blässhuhn (*Fulica atra*). Für diese Arten hatte insbesondere die relative Uferlänge einen positiven Einfluss auf die Brutpaardichten. Zumindest teilweise erwies sich auch eine künstliche Belüftung der Klärteiche als vorteilhaft. Einfache Schafzäune aus Drahtgeflecht zeigten keinen eindeutigen Effekt auf die Brutpaardichten, was mit einer geringen oder fehlenden Auswirkung auf Bodenprädatoren durch solche Zäune erklärt wird. Regionale Unterschiede in der Siedlungsdichte werden diskutiert. Ab 1990 besiedelte die Schnatterente erstmals Klärteiche im Kreis Segeberg und zeigt seitdem einen bemerkenswert starken Populationsanstieg, der sie mittlerweile zu einer der häufigsten Wasservogelarten an Klärteichen macht. Die vorgelegte Studie unterstreicht die hohe Bedeutung von Klärteichen als Brutplatz bzw. Aufzuchtgewässer für Wasservogel, was an der Artenvielfalt und den Brutpaardichten ersichtlich wird. Dies macht Klärteiche zu einem wichtigen und dringend zu berücksichtigenden Gewässertyp für Monitoringprojekte und Naturschutzziele. Entsprechend sollten die Ufer- und Randbereiche erst im Spätsommer gemäht werden dürfen, um den Schutz von Niststätten zu gewährleisten.

Hilger W. Lemke, Sietwende 10, 21756 Osten-Isensee. E-Mail: hilgerlemke@posteo.de

1. Einleitung

Wasservogel haben nahezu jeden Gewässertyp der Erde erfolgreich besiedelt. Beispiele für das breite Anpassungsspektrum sind etwa die an reißenden Flüssen z. B. Nordamerikas lebende Kragenente *Histrionicus histrionicus*, die zwischen Europa und dem tropischen Afrika pendelnde, eutrophe Flachgewässer bevorzugende Knäente *Anas querquedula* oder, ein Lehrbuchklassiker für einen Generalisten, die Stockente *Anas platyrhynchos*, welche auf der gesamten Nordhalbkugel und Teilen Australiens sowie auf Neuseeland verbreitet ist und hier auf fast keinem Stadtparkteich fehlt (BirdLife International 2014). Künstliche Gewässer erlangen mit einhergehender weltweiter Abnahme natürlicher Feuchtgebiete zunehmend Bedeutung als Habitat für Wasservogel und rücken damit immer weiter in den Blickwinkel des Naturschutzes (ORLOWSKI 2013, DUDGEON et al. 2006). In

Schleswig-Holstein wurden ab 1973 verstärkt Klärteiche, d. h. offene Teichanlagen zur Wiederaufbereitung von Abwässern, gebaut. Der jährliche Zuwachs an Klärteichanlagen stieg bis Anfang der 1990er Jahre stetig an, um danach wieder abzunehmen und ist mittlerweile nahezu beendet (HAUSTEIN brfl.).

Klärteiche wurden in Schleswig-Holstein spätestens ab Anfang der 1980er Jahre von Wasservögeln besiedelt, wie die einzige zu diesem Thema verfasste Studie zeigt (THIES 1992). Demnach beherbergten die im Kreis Segeberg untersuchten Klärteiche bereits Ende der 1980er Jahre bemerkenswerte Bestände von Stockente, Reiherente *Aythya fuligula*, Teichhuhn *Gallinula chloropus*, Brandgans *Tadorna tadorna* und Blässhuhn *Fulica atra*. In welchem Maße Klärteiche im übrigen Schleswig-Holstein von Wasservögeln besiedelt sind, ist wenig bekannt. Der zweite Brutvogelatlas für Schleswig-Holstein beschreibt

landesweite Zunahmen verschiedener Entenarten (Reiherente, Schnatterente *Anas strepera* und Brandgans) seit der ersten Atlaskartierung (1985-1995), wobei vermutet wird, dass die Besiedlung von Klärteichen einer Bestandszunahme förderlich war (KOOP & BERNDT 2014). Klärteiche bieten neue Besiedlungsmöglichkeiten in der ansonsten gewässerarmen Geest Schleswig-Holsteins (THIES 1992). Es wird vermutet, dass eine verringerte Bodenpräädation innerhalb der nicht selten mit Schafweidezäunen begrenzten Kläranlagen die augenscheinlich hohen Bruterfolge an Klärteichen ermöglicht, ohne dass es jedoch gesicherte Belege hierfür gibt (KOOP & BERNDT 2014). Darüber hinaus sind großskalige Einschätzungen zu Wasservogelbeständen oftmals mit extremer Unsicherheit behaftet, was nicht zuletzt durch einen geringen Kenntnisstand selten kontrollierter Habitate wie eben Klärteiche bedingt ist (KOOP & BERNDT 2014, SÜDBECK et al. 2005). Detailliertes Wissen über Bestandsdichten an Klärteichen von möglichst vielen verschiedenen Regionen Schleswig-Holsteins sind daher von großer Wichtigkeit, um überregionale Bestandseinschätzungen abzugeben und Schutzbemühungen abzuleiten.

In der vorliegenden Studie wurden die Bestände von Wasservögeln an ausgewählten Klärteichen in den Kreisen Segeberg und Dithmarschen systematisch erfasst, um Erkenntnisse über räumliche und zeitliche Unterschiede der Bestände zu erlangen. Zusätzlich wurden typische Eigenschaften von Klärteichen wie Uferlänge, Uferstruktur und Belüftungsart berücksichtigt, um deren Einfluss auf die Siedlungsdichten abzuleiten. Darüber hinaus wurde der Effekt von Schafzäunen auf die Brutpaardichten geprüft. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit zwei unterschiedlichen Datensätzen. Der Autor hat Feldarbeiten zur Erfassung von Wasservögeln an Klärteichen in 2014 selbst durchgeführt und sich dabei stark an der Methodik von THIES (1992) orientiert, um eine generelle Vergleichbarkeit der beiden Arbeiten zu gewährleisten. Zusätzlich stand ein durch H. THIES erfasster Langzeitdatensatz (1983-2009) von Wasservögeln an Klärteichen im Kreis Segeberg zur Verfügung, der speziell auf Bestandsentwicklungen hin analysiert wurde. Diese Zeitreihe ist bisher die einzige Dokumentation von Langzeitentwicklungen ausgewählter Wasservogelarten an Klärteichen in Schleswig-Holstein.

Danksagung

Ohne Horst THIES und seine Pionieruntersuchungen von Wasservogelbeständen an Klärteichen in Schleswig-Holstein wäre diese Untersuchung nicht ansatzweise so aufschlussreich. Ihm gilt der größte Dank für die wertvolle

Vorarbeit, und dieser Artikel soll ihm gewidmet sein. Weiterer Dank gilt folgenden Personen: Martina BORN hat mit großer Sorgfalt etliche Aufzeichnungen aus Notizbüchern von H. THIES in Datenbankenformat übertragen. Isgard LEMKE war bei der statistischen Auswertung behilflich. Volkmar HAUSTEIN vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume stellte freundlicherweise Daten zum landesweiten Ausbau von Klärteichen zur Verfügung. Thomas HEINBOKEL von der unteren Wasserbehörde Segebergs gab ausführliche Erklärungen und Hinweise zu Aufbau, Funktion und Pflege von Klärteichen im Kreis Segeberg. Bernd KOOP steuerte viele wertvolle Hinweise zu einer früheren Version des Manuskripts bei. Die Untersuchung wurde von der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Schleswig-Holstein und Hamburg e.V. gefördert.

2. Methodik

2.1 Funktion, Aufbau und Pflege von Klärteichen

Die Abwasseraufbereitung mittels offener Klärteichanlagen erfolgt über drei Funktionsschritte: (1) Absetzen von Feststoffen und Abfangen von schwimmenden Abfällen/Flüssigkeiten mittels eines Schwimmzaunes im ersten und einzigen Teich dieses Typs. (2) Biologische anaerobe sowie aerobe Reinigung des Wassers mittels Bakterien und Algen in einem bis mehreren Teichen. (3) Ein in der Regel stärker bewachsener sog. Schönungs- teich bildet den Abschluss der biologischen Reinigung. Die Teiche sind in der Regel über einen Filtergraben miteinander verbunden. Der Absetzteich (erster Teich) ist mit 2,5m deutlich tiefer als die weiteren Teiche (1,2m Tiefe). Klärteichanlagen richten sich in ihrer Größe nach der Anzahl der angeschlossenen Haushalte (Einwohner). Pro Einwohner werden ca. 15m² natürlich belüfteter Wasserfläche benötigt. Eine zusätzliche technische Belüftung, bei der Luft in den Wasserkörper gepumpt wird, erlaubt eine geringere spezifische Wasseroberfläche pro Einwohner. Klärteiche werden ursprünglich und in überwiegender Anzahl natürlich belüftet. Um eine natürliche Belüftung nicht zu hemmen und um einem zusätzlichen Eintrag von Pflanzenmaterial (Äste, Laub etc.) vorzubeugen, werden die Böschungs- und Randbereiche möglichst frei von Büschen und Bäumen gehalten. Dies geschieht entweder durch eine Sommerbeweidung durch Schafe und/oder eine Mahd im Hochsommer. Natürlich belüftete Klärteiche müssen etwa alle 10-12 Jahre entschlammt werden. Bei technisch belüfteten Klärteichen geschieht dies aufgrund der geringeren spezifischen Wasseroberfläche und gleichbleibender Reinigungsleis-

tung etwa alle 5-8 Jahre. Somit stehen Klärteiche unter einer fortwährenden Pflege, was eine natürliche Sukzession weitestgehend unterbindet. Die untere Wasserbehörde prüft 3-5 mal p. a. die Schad- und Nährstofffrachten, d. h. den chemischen Sauerstoffbedarf sowie den anorganischen Stickstoff- und Phosphorgehalt (HEINBOKEL mdl.).

2.2 Untersuchungsgebiet

Innerhalb Schleswig-Holsteins wurden zwei unterschiedliche Regionen berücksichtigt (Abb. 1). Zum einen der im Landesinneren gelegene Kreis Segeberg, geprägt von einer strukturreichen aber gewässerarmen Landschaft, zum anderen ein küstennaher Bereich Dithmarschens östlich der Meldorfer Bucht. Beide Regionen unterscheiden sich in ihrer Entfernung zur Nordseeküste, wo insbesondere im Bereich der Meldorfer Bucht größere, weitgehend unter Schutz gestellte Naturschutz-

köge liegen, die eine hohe Bedeutung als Lebensraum für Wasservögel haben (KOOP & BERNDT 2014). Die Dithmarscher Region ist in weiten Teilen durch Marschland geprägt, das nach Osten hin in die Hohe Geest übergeht. Die Segeberger Region mit ihrer Lage auf der Vorgeest und dem Östlichen Hügelland im Osten ist deutlich höher gelegen. Hier befinden sich die nächsten größeren Wasservogelgebiete zwar teilweise noch im Untersuchungsgebiet (Segeberger Seengebiet), sind aber größtenteils weiter nordöstlich im Bereich der Plöner Seenplatte zu finden.

Im Jahr 2014 wurden 16 Klärteichanlagen im östlichen Kreis Segeberg und 20 Anlagen in Dithmarschen untersucht, die sich jeweils auf einer Fläche von 265 bzw. 290 km² (Minimum-Konvex-Polygon) verteilten (Abb. 1, Tab. 1). Zeitreihen lagen für den Kreis Segeberg vor, wo H. THIES zwischen 1983 und 2009 auf einer Fläche von 1.077 km² an insgesamt 64 Klärteichanlagen Wasservö-

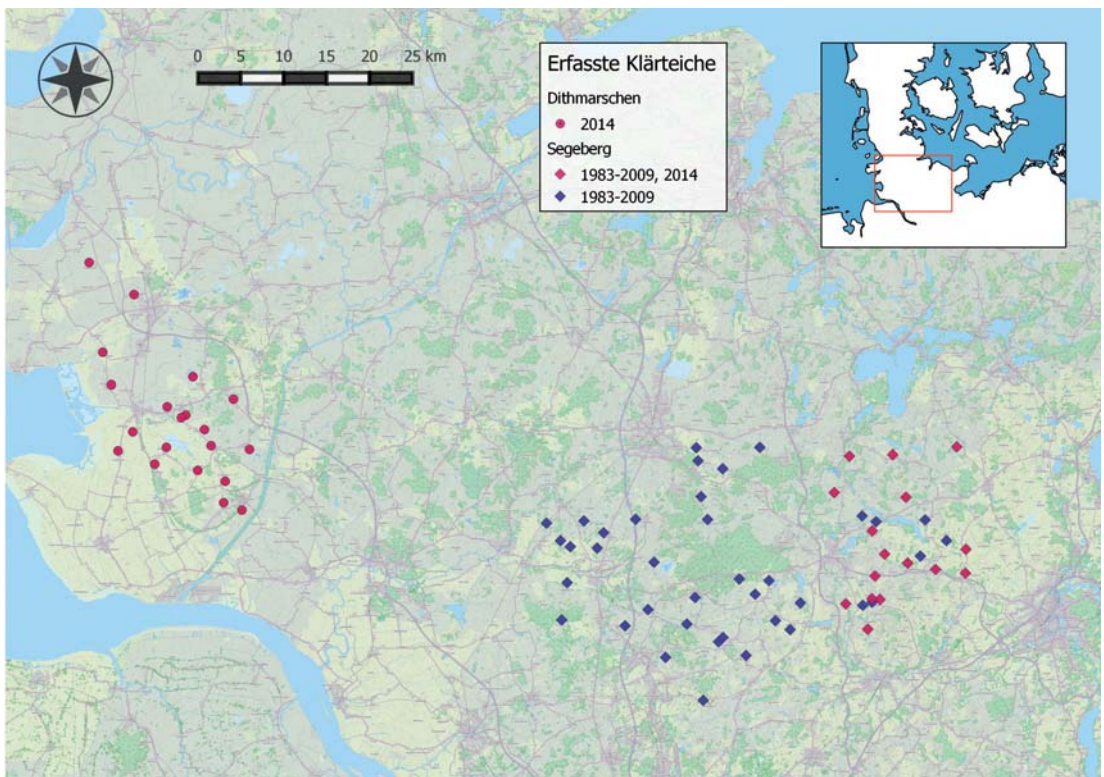


Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Lage der kontrollierten Klärteiche je Region (Dithmarschen, Segeberg) sowie Untersuchungszeitraum. Kartengrundlage: Open Street Map.

Fig. 1: Study area and position of checked sewage ponds per region and study period. Circles and diamonds represent sewage ponds from the districts Dithmarschen and Segeberg, respectively. Sewage ponds were checked in 1983-2009 (diamonds) and 2014 (red diamonds and red circles).

Tab. 1: Legende s. Seite 32

Table 1: for explanation see page 32

Segeberg (1983-2009)				
Uferlänge (m)	Wasserfläche (ha)	Koordinaten (WGS 84)		Ort/Gemeinde
		Breitengrad	Längengrad	
1447	1,98	53,97486	9,859332	Armstedt
341	0,25	53,91283	10,18591	Bark
1067	1,56	53,93198	9,983041	Bimöhlen
1278	1,49	53,91453	10,13354	Bockhorn
415	0,31	53,97258	9,793207	Borstel
608	0,55	53,89027	10,36774	Bühnsdorf
221	0,12	53,88707	10,35143	Dreggers
684	0,53	53,95446	10,49899	Eilsdorf
617	0,36	53,87107	10,19721	Fredesdorf
742	0,86	53,9467	9,882593	Fuhendorf
301	0,10	54,05131	10,16968	Gönnebek N
984	1,20	54,05088	10,05771	Groß Kummerfeld
1108	1,08	53,97666	9,950516	Großenaspe
534	0,33	53,95438	9,817941	Hagen N
555	0,40	53,94815	9,835271	Hagen S
925	1,05	53,89525	10,05554	Hartenholm
730	0,45	53,86173	10,22316	Heiderfeld
511	0,58	53,87185	9,820124	Heidmoor
151	0,03	53,9764	10,07745	Heidmühlen
622	0,57	54,03735	10,06062	Kleinkummerfeld
459	0,52	53,98009	10,35023	Krems II
339	0,25	53,88963	10,24132	Kükels
672	0,58	54,00016	10,06595	Latendorf
1060	1,40	53,8657	9,931916	Nützen
1900	2,60	53,83482	10,14541	Oering
752	0,81	53,88263	9,972316	Schmalfeld
1611	1,78	53,84908	10,09677	Sievershütten
1059	1,10	53,97596	10,46134	Strenglin
592	0,71	53,86764	10,04097	Struvenhütten
1656	1,98	53,85361	10,10478	Stuvenborn
920	1,34	53,89867	10,16148	Todesfelde
368	0,21	53,78798	10,06976	Wakendorf II
999	1,01	53,97408	10,37475	Warder
1491	1,53	53,91071	9,829662	Weddelbrook
275	0,16	53,93835	10,45313	Westerrade
1491	2,65	53,9627	9,894082	Wiemersdorf
736	0,72	54,02912	10,10418	Willingrade
663	0,82	53,83284	10,00334	Winsen
38	38	Anzahl (n)		
813	0,89	Mittelwert (m)		
440	0,68	Standardabweichung (sd)		

Dithmarschen (2014)								
Uferstruktur (Index)	Uferstruktur	Umzäunung	Habitatstruktur			Koordinaten (WGS 84)		Ort/Gemeinde
			Künstl. Belüftung	Uferlänge (m)	Wasserfläche (ha)	Breitengrad	Längengrad	
3	uB	nein	nein	1149	1,50	54,08475	9,15662	Bargenstedt
3	Ub	ja	ja	634	0,59	54,11588	9,02519	Barsfleth
3	uB	nein	ja	585	0,58	53,99385	9,2234	Buchholz
5	UBD	nein	nein	732	1,25	53,98614	9,25564	Burg
4	uB	nein	nein	606	0,43	54,04773	9,03692	Busenwurth
3	uB	nein	nein	953	1,06	54,04917	9,26904	Eggstedt
2	ub	nein	nein	901	1,32	54,06736	9,06307	Elpersbüttel
3	uB	nein	nein	647	0,52	54,08209	9,14873	Farnewinkel
4	uBD	nein	nein	540	0,51	54,02746	9,17781	Frestedt *
4	UB	nein	ja	695	0,74	54,01608	9,22628	Großenrade
3	uB	ja	nein	719	0,86	54,0339	9,10177	Gudendorf
3	Ub	nein	nein	445	0,37	54,14923	9,01013	Ketelsbüttel
3	uB	nein	nein	870	0,95	54,06973	9,18952	Krumstedt
2	ub	nein	nein	1128	1,26	54,24191	8,98603	Neuenkirchen
3	uB	nein	nein	1302	1,35	54,09336	9,12388	Nindorf
3	uB	ja	ja	919	1,63	54,12387	9,16929	Sarzbüttel
3	uB	nein	ja	669	0,70	54,05302	9,20122	Süderhastedt
3	Ub	ja	nein	970	1,36	54,10125	9,2408	Tensbüttel
3	uB	ja	ja	1165	1,48	54,20889	9,06521	Wesseln
2	ub	ja	nein	918	1,25	54,05133	9,12245	Windbergen
20				20	20	Anzahl (n)		
3,10				827	1	Mittelwert (m)		
0,72				237	0,4	Standardabweichung (sd)		
Segeberg (1983-2009, 2014)								
3	uB	nein	nein	655	0,65	54,00437	10,301	Blunk
3	uB	ja	nein	700	1,07	53,99945	10,4278	Garbek *
3	uB	ja	nein	1284	1,50	53,93107	10,4307	Geschendorf
3	UB	nein	nein	392	0,28	53,8932	10,3818	Neuengörs Ost
4	uBD	nein	nein	1152	1,19	53,894	10,3675	Neuengörs West/Altengörs
3	uB	ja	nein	745	0,89	53,96451	10,3682	Quaal *
2	ub	ja	nein	695	0,70	53,9206	10,5326	Reinsbek
3	uB	ja	nein	894	1,24	54,05184	10,5172	Sarau
2	ub	ja	nein	903	0,59	53,94032	10,3899	Schieren
2	ub	ja	ja	538	0,43	54,04368	10,4043	Seedorf-Schulbusch
3	uB	ja	nein	556	0,51	53,92449	10,4798	Strukdorf
3	Ub	ja	ja	791	1,09	54,04218	10,328	Tensfeld
4	uBD	nein	ja	803	0,83	53,88853	10,3215	Traventhal
2	ub	ja	nein	752	1,09	53,8621	10,3602	Wakendorf I
3	Ub	ja	nein	1593	1,60	53,91751	10,3731	Weede
3	Ub	ja	nein	508	0,49	53,94535	10,5333	Wulfsfelde
16				16	16	Anzahl (n)		
2,88				810	0,88	Mittelwert (m)		
0,62				309	0,39	Standardabweichung (sd)		

Tab. 1: Landkreis, Ortsbezeichnung und Koordinaten aller erfasster Klärteiche. Habitateigenschaften sind für alle in 2014 kontrollierten Klärteiche angegeben.

Von den mit * gekennzeichneten Teichanlagen wurde jeweils ein Teich nicht berücksichtigt: in Frestedt/HEI und Quaal/SE der nördliche Teich, in Garbek/SE der süd-östliche Teich.

Legende zur Ufervegetation (leicht verändert nach THIES (1992)): U = Uferlinie überwiegend mit hoher im Wasser stehender Vegetation: insbes. Juncus, Typha, Iris pseudacorus. Indexpunkte: 2. u = Uferlinie nur stellenweise mit obengenannter Vegetation ausgestattet. Indexpunkte: 1.

B = Uferböschung überwiegend mit hoher Vegetation ausgestattet: insbes. Juncus, Urtica dioica, Cirsium arvense. Indexpunkte: 2. b = Uferböschung nur stellenweise mit obengenannter Vegetation ausgestattet. Indexpunkte: 1.

D = Dämme bzw. Randflächen überwiegend mit hoher Vegetation ausgestattet.

Tab. 1: District, name and coordinates of all checked sewage ponds. Habitat characteristics were recorded in 2014 only.

gel erfasst hatte. Die 2014 aufgesuchten Anlagen im Kreis Segeberg entsprachen zum allergrößten Teil denjenigen aus der Langzeitstudie von THIES (1992) (Abb. 1).

2.3 Untersuchte Arten und Erfassung

Alle an Klärteichen vorkommenden Wasservogelarten, insbesondere Enten, Schwäne und Gänse (Anseriformes), Lappentaucher (Podicipediformes) und Rallen (Rallidae) wurden erfasst. Im Jahr 2014 wurden die Klärteiche viermal im Abstand von jeweils ca. vier Wochen zwischen April und Juli kontrolliert. Dabei wurden alle anwesenden Wasservögel getrennt nach Geschlecht, Alter und Brutstatus notiert (SÜDBECK et al. 2005). Da die Erfassung von Revierpaaren mit dem hier geleisteten Aufwand nur ungenau geschehen konnte, wurden in dieser Studie ausschließlich sichere Brutnachweise (meist Junge führende Familien), nachfolgend als Brutpaare bezeichnet, in der weiteren Auswertung berücksichtigt (SÜDBECK et al. 2005). So ist auch THIES (1992) verfahren. Um Familien besser auseinanderhalten zu können, wurde das Alter der Jungvögel mittels der relativen Größe im Vergleich zum Altvogel geschätzt und notiert (vgl. http://atlas.vogelwarte.ch/assets/files/pdf/Altersbestimmung-Enten_d.pdf [14.12.2014]). Als Familiengröße wurde jeweils die größte Anzahl festgestellter nichtflügender Jungvögel (pulli) pro Familie gewertet. Bei den angetroffenen Familienverbänden konnte nicht zwischen tatsächlich innerhalb der Anlage brütenden Paaren und solchen, die mit ihren Jungen aus der Umgebung eingewandert sind, unterschieden werden. Die Erfassung von Brutpaaren erwies sich gemessen am Arbeitsaufwand als überaus genaue und vermutlich ohne großen Beobachterfehler erfassbare Bestandseinheit, da die Junge führenden Altvögel durch Warnrufe, Verleiten und langwierigeres Sichverstecken leicht und relativ eindeutig vom Beobachter wahrzunehmen waren. Die Erfassung von Revierpaaren hingegen sollte mit einer größeren Anzahl von Kontrollen vorgenommen werden, um revier-

anzeigendes Verhalten sowie die oftmals in großen Zahlen auftauchenden Nichtbrüter bzw. Durchzügler besser auseinanderhalten zu können.

2.4 Habitateigenschaften

Neben der Region (Dithmarschen und Segeberg) wurden verschiedene Habitateigenschaften der in 2014 erfassten Klärteiche aufgenommen (Tab. 1). Die Gesamtwasserfläche und -uferlänge wurden anhand von Satellitenbildern (Google Earth), verfügbar durch die „Open Map“-Erweiterung in QGIS Desktop 2.6.0 (QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM 2014), gemessen (s. Abb. 2). Des Weiteren wurde die Umzäunung der Anlagen im Feld beurteilt und einer von zwei Kategorien zugeordnet: als „umzäunt“ galten Anlagen, welche einen typischen funktionstüchtigen Schafzaun (mit Maschen) um die gesamte Anlage installiert hatten (Abb. 3). Alle weiteren Anlagen und solche mit einem nur mit Stacheldrahtlitzten versehenen Zaun wurden als „zaunlos“ eingestuft. Die Art der Belüftung, ob natürlich oder technisch, wurde ebenfalls notiert (Abb. 4). Die Bewertung der Ufervegetation geschah in Anlehnung an THIES (1992), wobei drei Zonen (Uferlinie, Böschung, Dämme bzw. Randflächen) grob hinsichtlich ihrer strukturellen Ausprägung (überwiegend oder fehlende bzw. stellenweise vorkommende, hohe deckungsreiche Vegetation) bewertet wurden.

2.5 Datenanalyse

Alle erfassten Daten aus 2014 flossen in die durch den Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V. koordinierte Onlinedatenbank „ornitho.de“ ein.

In den statistischen Analysen zur Variabilität der Siedlungsdichten in Relation zu Habitateigenschaften und Untersuchungszeitraum wurden ausschließlich dominante Arten mit ausreichend großen Stichprobenzahlen



Abb. 2: Klärteiche zeigen erhebliche Unterschiede bezüglich ihrer Form und Ufervegetation. Das Spektrum reicht von S-förmigen Anlagen mit komplexer Uferlinienführung und üppigem Uferbewuchs (A und B) bis zu einfachen rechteckigen Formen und spärlich bewachsenen Uferzonen (C und D).

Fig. 2: Sewage ponds show differences in both general structure and bank vegetation cover ranging from s-shaped ponds and lush vegetation to simple rectangular water surfaces and sparsely vegetated banks.



Abb. 3: Ungefähr die Hälfte aller Kläranlagen ist mit Schafzäunen ausgestattet. A: Klärteiche Tensfeld/SE mit Weideschafen. B: Typischer Schafzaun an den Klärteichen Barsfleth/HEI.

Fig. 3: Nearly half of all sewage ponds are enclosed by sheep fences. A: Sewage ponds of Tensfeld/SE with sheep. B: Typical sheep fence at the sewage ponds of Barsfleth/HEI.



Abb. 4: Technisch belüftete Klärteiche scheinen die Nahrungsaufnahme von insbesondere nicht-flüggeligen Enten zu erleichtern. A: Laufendes Belüftungsmodul an den Klärteichen Traventhal/SE. B: Reiherentenfamilie sucht gezielt die Wasserwirbel an der Belüftungsanlage der Klärteiche Barsfleth/HEI auf.

Fig. 4: Aerated sewage ponds seem to improve the food availability especially for ducklings. A: Aeration device in action at the sewage ponds of Traventhal/SE. B: A Tufted Duck family takes advantage of the water vortex near the aeration device at the sewage ponds of Barsfleth/HEI.

(>10 Brutpaare bzw. besiedelte Klärteiche) untersucht. Neben möglichen Einflüssen der aufgenommenen Habitatparameter auf die Siedlungsdichten (Anzahl Brutpaare geteilt durch die Fläche tatsächlich besiedelter Klärteichanlagen, BP/ha) wurden die Veränderungen von relativen Abundanzen (Anzahl Brutpaare geteilt durch Anzahl kontrollierter Teiche pro Jahr, BP/KT) über Jahre hinweg anhand genereller linearer Modelle (multiple Regression) bestimmt. Dabei wurden die Berechnungen für jede Art separat durchgeführt. Prädiktorvariablen des maximalen Modells wurden schrittweise basierend auf Aikake's Information Criterion (AIC) entnommen. Die Analysen wurden in R 3.1.2 (R CORE TEAM 2014) durchgeführt mittels der lm- und step-Funktionen (s. z. B. DORMANN 2013). Da die Gesamtwasserfläche und die Uferlänge je Hektar Wasserfläche einer Klärteichanlage stark negativ korrelierten ($r = -0,756$ und $p < 0,001$), wurde nur die relative Uferlänge in den Modellen berücksichtigt. Mittlere Größen der in 2014 untersuchten Anlagen unterschieden sich nicht zwischen den beiden Regionen ($t = 0,7576$, $df = 32,813$, $p = 0,454$).

3. Ergebnisse

3.1 Brutpaardichten und Habitateigenschaften

Im Jahr 2014 konnten in den untersuchten Kläranlagen insgesamt 13 Arten nachgewiesen werden, die die Klärteiche zumindest zur Aufzucht der Jungen nutzten (10 Arten in Dithmarschen, 12 Arten in Segeberg, Abb. 5). Der weitaus größte Teil der erfassten Brutpaare wurde von 5 Arten gestellt: Reiherente, Schnatterente, Stockente, Brandgans und Blässhuhn (Abb. 5, Tab. 2). Mit

Ausnahme der Ufervegetation hatten alle aufgenommenen Habitateigenschaften signifikanten Einfluss auf die Siedlungsdichte der einen oder anderen Art (Tab. 3). Eine lange relative Uferlinie bzw. kleinere Anlagen beeinflusste die Brutpaardichten aller Arten positiv, die des Blässhuhns sogar deutlich signifikant. Ein Einfluss der Region unter Berücksichtigung weiterer Habitatparameter auf die Siedlungsdichte zeigte sich nur bei Schnatterente und Stockente (Abb. 6, Tab. 3). Die technische Belüftung hatte einen positiven Effekt auf die Siedlungsdichte von Reiherente und Schnatterente (Abb. 6, Tab. 3). Die Umzäunung hatte keine eindeutigen Auswirkungen auf Brutpaardichten (Abb. 6, Tab. 2).

3.2 Bestandsentwicklungen

Die Langzeitentwicklung ausgewählter Arten im Kreis Segeberg zeigte teilweise deutliche Bestandstrends (Abb. 7). Brandgans und Schnatterente zeichneten sich durch positive Entwicklungen aus. Im Unterschied dazu nahmen die Bestände der Stockente stark und die des Teichhuhns leicht ab. Die Populationen von Reiherente und Blässhuhn änderten sich nicht signifikant über den Untersuchungszeitraum (Tab. 4). Dabei ist zu beachten, dass die Bestände der Reiherente teilweise starken Schwankungen unterlagen (Abb. 7).

4. Diskussion

4.1 Habitateigenschaften und Siedlungsdichte

Die hier untersuchten Habitatparameter zeigten in unterschiedlicher Weise Einfluss auf die Brutpaardichten einzelner Arten. So hat die relative Uferlänge einen Ein-

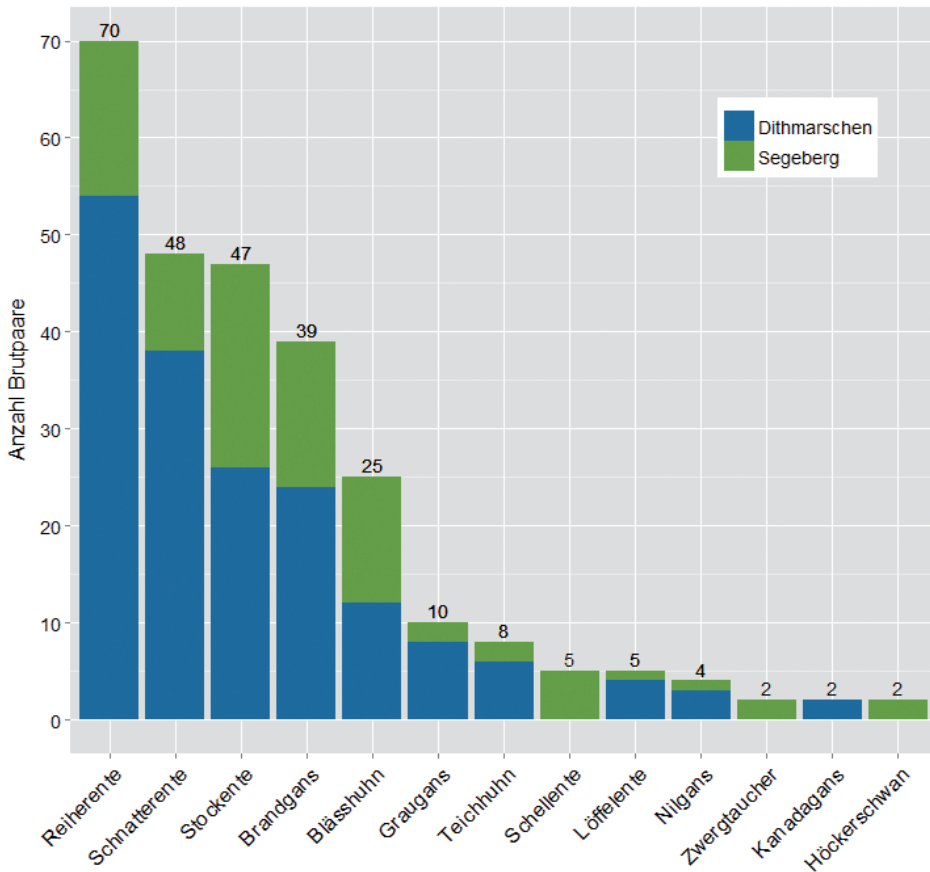


Abb. 5: Anzahl festgestellter Brutpaare auf 36 im Jahre 2014 kontrollierten Klärteichanlagen Segebergs ($n = 16$) und Dithmarschens ($n = 20$).

Fig. 5: Numbers of breeding pairs at 36 sewage ponds of Segeberg ($n = 16$) and Dithmarschen ($n = 20$).

Tab. 3: Effekte von Region und Habitatparametern (relative Uferlänge, Belüftung, Umzäunung, Ufervegetation) auf die Brutpaardichte (Anzahl Brutpaare je Hektar je besiedeltem Klärteich) von 5 häufigen Wasservogelarten, die 2014 an Klärteichen Segebergs und Dithmarschens brüteten. Ergebnisse stammen von generellen linearen Modellen (schrittweise Variablenentnahme basierend auf AIC). Vorzeichen beschreiben die Beziehungsrichtung zwischen Art und Subgruppe z. B. Brutpaardichten der Stockente sind in Segeberg höher als in Dithmarschen, die der Schnatterente niedriger.

Tab. 3: Effects of region and habitat characteristics (relative shore length, aeration type, with or without fence and vegetation structure) on breeding pair densities (number of breeding pairs per hectare of populated sewage pond) of 5 dominant waterbird species within the Segeberg and Dithmarschen region in 2014. Results are from general linear models (stepwise backwards procedure).

Art	Habitatparameter						Residuen (FG)	R2korr
	Region (Dithmarschen/Segeberg)	Uferlänge	Belüftung (natürlich/technisch)	Umzäunung (ja/nein)	Ufervegetation			
Blässhuhn		0,000				16	0,675	
Brandgans		0,123				23	0,061	
Reiherente		0,094	0,050			26	0,140	
Schnatterente	-0,002	0,128	0,128	-0,029		17	0,357	
Stockente	0,031	0,100		0,006		22	0,340	

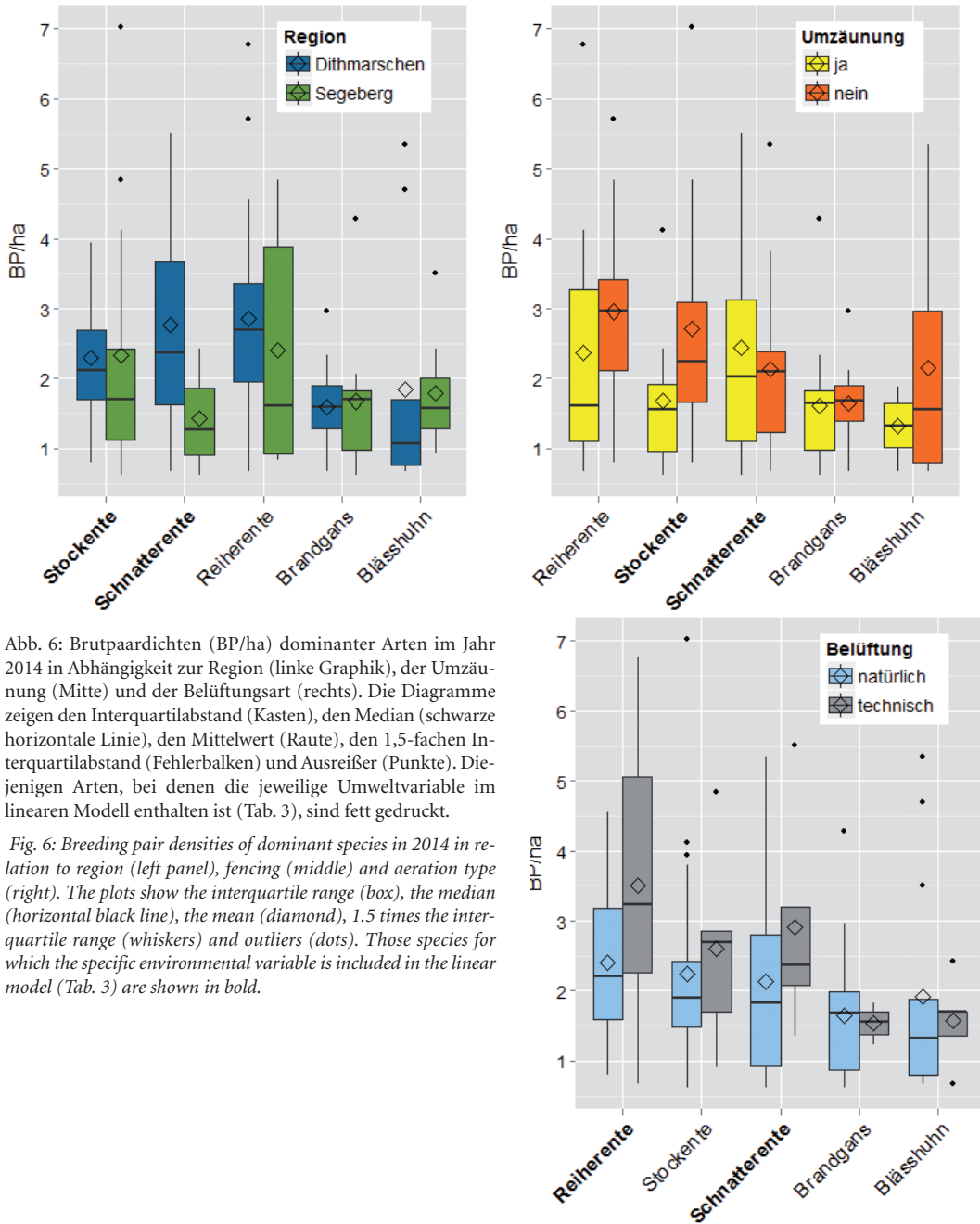


Abb. 6: Brutpaardichten (BP/ha) dominanter Arten im Jahr 2014 in Abhängigkeit zur Region (linke Graphik), der Umzäunung (Mitte) und der Belüftungsart (rechts). Die Diagramme zeigen den Interquartilabstand (Kasten), den Median (schwarze horizontale Linie), den Mittelwert (Raute), den 1,5-fachen Interquartilabstand (Fehlerbalken) und Ausreißer (Punkte). Diejenigen Arten, bei denen die jeweilige Umweltvariable im linearen Modell enthalten ist (Tab. 3), sind fett gedruckt.

Fig. 6: Breeding pair densities of dominant species in 2014 in relation to region (left panel), fencing (middle) and aeration type (right). The plots show the interquartile range (box), the median (horizontal black line), the mean (diamond), 1.5 times the interquartile range (whiskers) and outliers (dots). Those species for which the specific environmental variable is included in the linear model (Tab. 3) are shown in bold.

Tab. 2 auf Seite 37: Anzahl erfasster Brutpaare (BP) aller an Klärteichen Segebergs und Dithmarschens in 2014 festgestellten Wasservogelarten. Dominante Arten sind hervorgehoben. Deskriptive Statistiken zu Brutpaaren je Hektar (BP/ha) und Familiengrößen (pulli = Jungvogel) sind gegeben. Von den mit * gekennzeichneten Teichanlagen wurde jeweils ein Teich nicht berücksichtigt: in Frestedt/HEI und Quaal/SE der nördliche Teich, in Garbek/SE der südöstliche Teich.

Tab. 2 on page 37: Waterbird species and numbers of recorded breeding pairs at sewage ponds of the districts Segeberg and Dithmarschen in 2014 with dominant species highlighted.

										Ort/Gemeinde			
Zwergraucher (<i>T. ruficollis</i>)	Teichuhn (<i>G. chloropus</i>)	Stockente (<i>A. platyrhynchos</i>)	Schnatterente (<i>A. strepera</i>)	Schellente (<i>B. clanga</i>)	Reihenterente (<i>A. fuligula</i>)	Nilgans (<i>A. aegyptiacus</i>)	Löffelente (<i>A. clypeata</i>)	Kanadagans (<i>B. canadensis</i>)	Höckerschwan (<i>C. olor</i>)	Graugans (<i>A. anser</i>)	Brandgans (<i>T. tadorna</i>)	Blässhuhn (<i>F. atra</i>)	
													Bargenstedt
					4						1	1	Barsfleth
	1	1			2						1	1	Buchholz
	2	1	1		1						1	1	Burg
	1		1		1		1					2	Busenwurth
		4			4		1				2		Eggstedt
	1	2	2		6						2	1	Elpersbüttel
		1	2		1						1		Farnwinkel
	1	2	1		1		1						Frestedt*
		2	1		2						1	1	Großenrade
			4		1						2		Gudendorf
		1	2		1							2	Ketelsbüttel
		2			2			1			2		Krumstedt
		3	3		4							1	Neuenkirchen
		2	3		4		1				4		Nindorf
			9		5	1				7	2		Sarzbüttel
		2			4						1		Süderhastedt
			4		3	1					1		Tensbüttel
					1					1		1	Wesseln
			4		2	1		1			2		Windbergen
		1			2	1						1	Blunk
		2	1	1	1						1		Garbek*
		1						1	2		1	2	Geschendorf
		2										1	Neuengörs Ost
			1	1	1						2		Neuengörs West/Altengörs
		1									1	1	Quaal*
		1		1	1						3		Reinsbek
1	1	3	2		2							2	Sarau
		1	1								1		Schieren
			1										Seedorf-Schulbusch
		1			2								Strukdorf
		1			1						2		Tensfeld
1		4	2	1	4		1					2	Traventhal
			1	1							2	1	Wakendorf I
	1	1	1					1			1	3	Weede
		2			2						1		Wulfsfelde
	6	26	38		54	3	4	2		8	24	12	BP (n)
	1,2	2	2,71		2,7	1	1	1		4	1,6	1,2	BP/ha (m)
	0,5	0,9	2,2		1,7	0,0	0,0	0,0		4,2	0,8	0,4	BP/ha (sd)
	2,4	10,2	17,4		15,6	5,0	2,3	5,0		9,5	10,7	2,2	Pulli/BP (m)
	1,5	4,8	19,4		9,5	1,7	1,7	0,0		12,0	6,5	1,8	Pulli/BP (sd)
2	2	21	10	5	16	1	1		2	2	15	13	BP (n)
1,0	1,0	1,6	1,3	1,0	1,8	1,0	1,0		1,0	2,0	1,5	1,6	BP/ha (m)
0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	1,0				0,0		0,7	0,7	BP/ha (sd)
1,5	1,5	12,2	7,8	4,8	10,4	7,0	2,0		4,5	4,0	13,5	5,4	Pulli/BP (m)
0,7	0,7	9,3	3,7	3,7	4,9				0,7		7,3	3,1	Pulli/BP (sd)

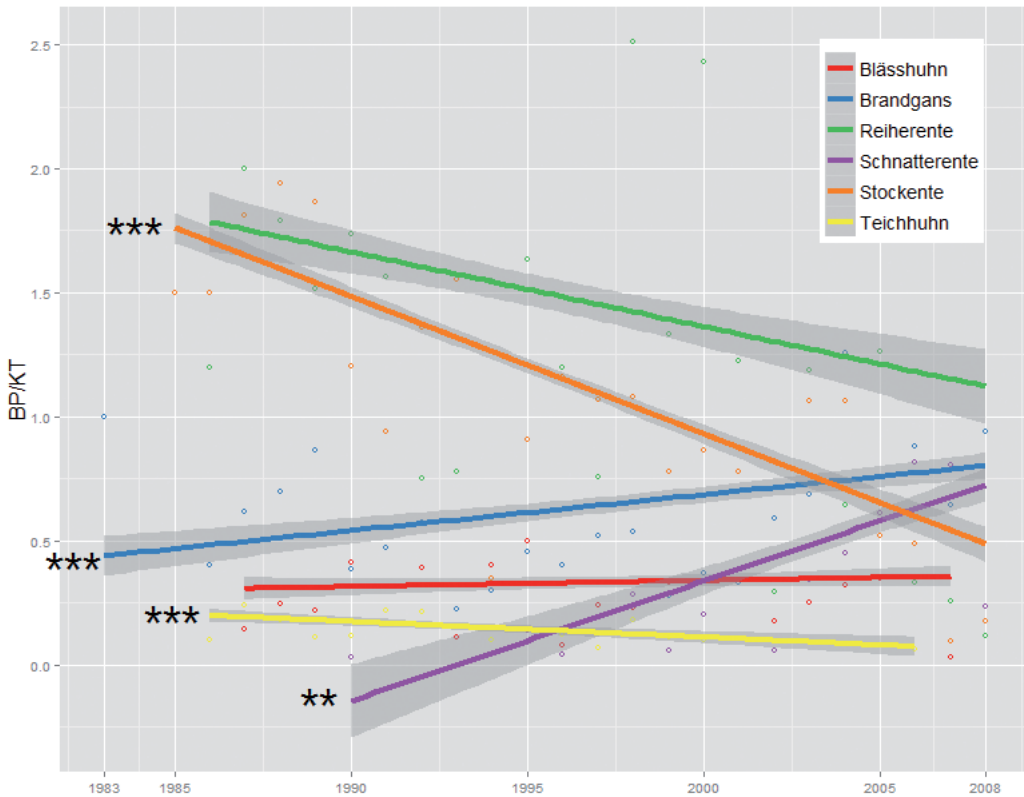


Abb. 7: Relative Häufigkeiten (Anzahl Brutpaare je Anzahl kontrollierter Klärteiche pro Jahr) häufiger Wasservogelarten im Kreis Segeberg in den Jahren 1983-2009. Linien kennzeichnen artspezifische Regressionsgeraden, die graue Schattierung zeichnet den Standardfehler der Regressionsgeraden nach. „***“ kennzeichnen den Signifikanzgrad der Steigung (vgl. Tab. 4): ** $\leq 0,01$, *** $\leq 0,001$.

Fig. 7: Relative abundances (number of breeding pairs per number of checked sewage ponds per year) of common waterbirds in the Segeberg district during 1983-2009. Regression lines are shown with shaded regions indicating the standard error of the regression line. Number of * represent significance levels of the slope (cf. Tab. 4).

Tab. 4: Signifikanzstärke der Änderung der relativen Häufigkeit (Anzahl Brutpaare je Anzahl kontrollierter Klärteiche pro Jahr) von 6 Wasservogelarten, die an Klärteichen Segebergs erfasst wurden, zwischen 1983 und 2009. Ergebnisse stammen von generellen linearen Modellen.

Tab. 4: Change of relative abundance (number of breeding pairs per number of checked sewage ponds) of 6 dominant waterbird species recorded in the Segeberg region during 1983-2009. Results stem from general linear models.

Art	P-Wert	Freiheitsgrade	R2korr
Blässhuhn	0,274	109	0,002
Brandgans	0,001	227	0,043
Reiherente	0,445	298	-0,001
Schnatterente	0,009	64	0,088
Stockente	<0,001	313	0,048
Teichhuhn	<0,001	41	0,2498

fluss auf nahezu alle untersuchten Arten, am meisten auf das Blässhuhn. Eine relativ längere Uferlinie, einhergehend mit einer geringeren Wasserfläche, bietet vermutlich mehr Deckung sowie bessere Lebensbedingungen für Nahrungsorganismen wie größere Arthropoden (FRONEMAN et al. 2001). Eine längere Uferlinie liefert, bei entsprechender Vegetation, zudem mehr Optionen für die Nistplatzwahl. Davon profitieren insbesondere Arten, die unmittelbar am Wasser brüten wie das Blässhuhn (u.a. GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. 1973, BERNDT et al. 2003), das in der vorliegenden Studie eine hohe Präferenz der unmittelbaren Uferlinie als Nistplatz und dies sowohl wasser- als auch landseitig zeigte. Brandgänse, Reiher-, Stock- und Schnatterenten legen ihre Nester dagegen mitunter auch etwas abseits, im Falle der Brandgans z.T. weit entfernt von Gewässern an (BERNDT et al. 2003, BAUER & GLUTZ VON BLOTZHEIM 1990, BAUER &

GLUTZ VON BLOTZHEIM 1992). Brandgänse sind dabei überwiegend auf Höhlen (Baum-, Kaninchenhöhlen) als Niststandort angewiesen, wohingegen Reiher-, Stock- und Schnatterenten bevorzugt in dichter Vegetation am Boden brüten (BAUER & GLUTZ VON BLOTZHEIM 1990, BAUER & GLUTZ VON BLOTZHEIM 1992). Die Küken werden in diesen Fällen erst nach dem Schlupf in den unmittelbaren Bereich der Gewässer geführt, wo sie bis zum Flüggewerden von einem oder zwei Altvögeln betreut werden (BAUER & GLUTZ VON BLOTZHEIM 1990, BERNDT et al. 2003 1990, MARTENS mtl.). Die Herkunft der protokollierten Familien (inner- oder außerhalb der Anlagen), ließ sich mit der angewandten Methode in den meisten Fällen nicht sicher bestimmen. Dies wäre nur mit deutlich höherem, auf der gewählten, großen Fläche kaum durchführbarem Aufwand möglich gewesen. In der vorliegenden Studie wurden diese Ungenauigkeiten daher zu Gunsten eines großen Stichprobenumfangs in Kauf genommen. Insgesamt wird vermutet, dass zumindest ein Teil der festgestellten Brandgans-, Reiherenten-, Stockenten- und Schnatterentenfamilien erst nach dem Schlupf der Küken in die Anlagen eingewandert ist, weshalb der nachgewiesene Einfluss der Uferlinie bei diesen Arten etwas geringer ausfällt als beim Blässhuhn. Dieser Umstand zeigt ein bekanntes, generelles Problem auf, dass es bei Untersuchungen der zumeist relativ kleinräumigen Kläranlagen und anderer kleiner Untersuchungsgebiete zu bedenken gibt: Die Ergebnisse werden häufig dadurch beeinflusst, dass der Einzugsbereich deutlich über die Grenzen der eigentlichen Anlagen hinausgeht. Dies gilt bereits für einfache Erfassungen der Siedlungsdichte. Wenn möglich, sollten bei weiterführenden Untersuchungen Kläranlagen daher nicht isoliert von der Umgebung betrachtet werden. Hinsichtlich der Ufervegetation ergab sich, dass die aufgenommenen Strukturen unter Berücksichtigung der weiteren Habitatparameter keinen Einfluss auf die Brutpaardichten der darauf untersuchten Arten haben. Dieses Teilergebnis widerspricht der generell anziehenden Wirkung von Strukturvielfalt der Vegetation auf Wasservögel (z. B. FRONEMAN et al. 2001). Möglicherweise ist die in der vorliegenden Studie verwendete Beurteilung der Vegetationsstruktur nicht geeignet, die Variabilität von Ufervegetationen an Klärteichen ausreichend widerzuspiegeln. Eine Erklärung für dieses Ergebnis könnte sein, dass die Vögel, wie oben angedeutet, nicht selten abseits der eigentlichen Klärteiche ihre Nester anlegen. Somit kommt möglicherweise ein Einfluss der eigentlichen Ufervegetation auf die Anzahl innerhalb der Anlage brütenden Wasservögel nicht zum Tragen, bzw. wird von der Nistplatzsituation der Umgebung überlagert. Es bleibt aber zu unterstreichen, dass der hier gefundene Zusammenhang zwischen hö-

heren Brutpaardichten und in Relation zur Wasserfläche langer Uferlinie darauf hinweist, dass die Uferlänge per se eine größere Rolle für die Besiedlung durch Wasservögel an einem Gewässer spielen als die Wasserfläche. Folglich sollten Vergleiche von Siedlungsdichteangaben unterschiedlicher Gewässer mit Vorsicht vorgenommen werden und immer die gewählte Bezugsgröße (Wasserfläche, Uferlänge) berücksichtigen bzw. es sollte die (absolute) Uferlänge als Bezugsgröße gewählt werden, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

THIES (1992) konnte während drei Untersuchungsjahren Ende der 1980er Jahre an sechs künstlich belüfteten Klärteichanlagen einzig die Reiherente und vereinzelt auch die Stockente als Brutvogel nachweisen. Die Reiherente zeigte bereits damals höhere Siedlungsdichten an technisch belüfteten als an natürlich belüfteten Anlagen. Hier hat sich das Bild stark verändert, konnten 2014 doch insgesamt 11 Arten nachgewiesen werden, die diesen Anlagentyp als Brut-/Aufzuchtplatz nutzen. Da nur gut ein knappes Drittel der 2014 erfassten Klärteichanlagen künstlich belüftet wurde, ist der tendenziell positive Effekt dieses Anlagentyps für die Brutpaardichten von Reiher- und Schnatterente bemerkenswert (Abb. 6). Wie schon von THIES (1992) vermutet, ist es wahrscheinlich, dass diese Belüftungsanlagen, die mehrmals stündlich für einige Minuten in Betrieb sind, die Nahrungsaufnahme insbesondere von Jungvögeln erheblich erleichtern (Abb. 4, eig. Beob.). So hielten sich Familienverbände von Schnatter- und Reiherenten ausgiebig in solchen Wasserstrudeln auf und zeigten Gründelverhalten (eig. Beob.). Auch für die anderen Arten dürfte ein positiver Einfluss solcher Belüftungsmodule bestehen (Abb. 6). Das würde bedeuten, dass technische Belüftungsmodule und die vermutete verbesserte Nahrungsvfügbarkeit die Habitatwahl von Wasservögeln mit beeinflussen.

Umzäunungen wurden in der Vergangenheit immer wieder gerne als Erklärung für hohe Bruterfolge von Wasservögeln an Klärteichen aufgeführt (KOOP & BERNDT 2014). Demnach müssten bei angenommener vergleichbarer Revierpaardichte die Brutpaardichten an umzäunten Klärteichen höher ausfallen als an zaunlosen Anlagen. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich jedoch kein Hinweis darauf, dass klassische Schafzäune aus Drahtgeflecht (Abb. 3), die den Großteil der verwendeten Zäune der untersuchten Klärteichanlagen ausmachen, die Brutpaardichten an Klärteichen tatsächlich positiv beeinflussen (Abb. 6, Tab. 3). Allein für Schnatter- und Stockente sind Effekte zu erkennen, dies jedoch mit sich widersprechender Tendenz. Wenn Schafzäune,

wie hier gezeigt, wenig bis keinen Einfluss auf die Siedlungsdichte von Wasservögeln haben, ist zu erwarten, dass auch diese Klärteiche generell von Bodenprädation betroffen sind. Schafzäune haben relativ große Maschenweiten und weisen nicht selten Mängel auf (eig. Beob.). Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass jede Anlage mit einem Gatter versehen ist, wo oft ausreichend große Einstiegsöffnungen für typische Bodenprädatoren wie z. B. Fuchs *Vulpes vulpes* oder Marder (Mustelidae) bestehen. Die teilweise geringe Größe und das athletische Vermögen vorgenannter Raubsäuger stellen hohe Anforderungen an prädationssichere Zäune, die offensichtlich nicht von Schafzäunen erfüllt werden können (LAGRANGE et al. 1995). Nichtsdestotrotz bleibt es interessant zu klären, in welcher Intensität Bodenprädation an Klärteichen tatsächlich auftritt, verglichen mit anderen Habitaten und unter Berücksichtigung weiterer Untersuchungsjahre. Da die Nistplatzdichte generell die Prädationsrate positiv beeinflussen kann, wäre es wichtig, die räumliche Verteilung von Niststandorten um Klärteiche herum zu kennen, um die Dichteabhängigkeit von Prädation an Klärteichen zu untersuchen (NEWTON 1998).

4.2 Bestandsentwicklungen

Unter den häufig an Klärteichen brütenden Wasservögeln hat es seit den 1980er Jahren bemerkenswerte Bestandsentwicklungen gegeben, was sowohl auf die Artenzusammensetzung als auch die Häufigkeitsverteilung zutrifft.

Die relativ starken Bestände des Teichhuhns aus den 1980ern sind langsam auf ein Niveau gefallen, das die Art zwar als regelmäßigen, aber nicht mehr häufigen Brutvogel von Klärteichen einstufen lässt (Abb. 7, Tab. 2). Der Bestand dieser schwer zu erfassenden Art scheint in Schleswig-Holstein stabil zu sein, jedoch stehen diesem Trend lokale Abnahmen im Siedlungsbereich oder sogar großflächige Verluste nach Kältewintern entgegen (KOOP & BERNDT 2014).

Brandgans und Reiherente bilden stabil hohe Bestände mit z. T. steigender Tendenz, obwohl die Reiherente mitunter starke, vermutlich witterungsbedingte Schwankungen zeigen kann (Abb. 7, Anhang 1). Diese Entwicklungen für Brandgans und Reiherente werden auch durch bundesweit positive Trendabschätzungen bestätigt (SUDFELDT et al. 2013). Bei der Brandgans haben die Klärteiche eine große Rolle bei der Eroberung von Brutgewässern abseits der Küsten gespielt und stellen heute ein wichtiges Aufzuchtshabitat dieser Art im gewässerarmen Binnenland dar (KOOP & BERNDT 2014, THIES 1992).

Obwohl erst 1990 als Brutvogel erstmalig nachgewiesen, ist die Schnatterente eine mittlerweile häufig an Klärteichen brütende Art, die in beeindruckender Weise diesen Habitattyp für sich entdeckt hat. Die Bestände übersteigen teilweise sogar die der Stockente, welche einen stark rückläufigen Trend mit Bestandseinbußen von über 50% im Kreis Segeberg zeigt (Abb. 7). Direkte Konkurrenz dieser beiden in ihrer Ökologie ähnlichen Arten könnte diesen Prozess unterstützt haben. Dennoch ist die deutliche Zunahme der Schnatterente ein landesweites Phänomen mit Bestandsschwerpunkten besonders an Flachgewässern der Nordseeküste (Naturschutzflächen), wohingegen ehemalige Verbreitungszentren im Osten des Landes leichte Abnahmen im Bestand zeigen (KOOP & BERNDT 2014). Dieses räumliche Gefälle, wiederum entgegengesetzt verlaufend mit dem der Stockente, wird auch bei der Besiedlung der Klärteiche Segebergs und Dithmarschens deutlich und weist auf einen bestandsbeeinflussenden Mechanismus außerhalb dieses Gewässertyps hin. Im Unterschied zur Schnatterente weicht der rückläufige Trend des Stockentenbestandes an den Segeberger Klärteichen bemerkenswerter Weise von landesweiten sowie auch bundesweiten Trendabschätzungen ab, welche jeweils von fluktuierenden jedoch überwiegend stabilen Beständen ausgehen (SUDFELDT et al. 2013, KOOP & BERNDT 2014). Einerseits könnte bei den großräumigen Erfassungen eine lokal negative Bestandsentwicklung überdeckt werden. Andererseits muss bei allen hier angestellten Trendvergleichen berücksichtigt werden, dass in der vorliegenden Studie (erfolgreiche) Brutpaare und keine Revierpaare wie bei den überregionalen Untersuchungen als demografische Einheit gewählt wurden. Erstere stellen häufig nur einen kleinen Teil der Population dar, weil sie weiteren Einflussgrößen ausgesetzt sind, weshalb ihre Trends nicht unbedingt übereinstimmen müssen.

Im Vergleich zu den 1980er Jahren hat sich bis 2014 das Artenspektrum der an Klärteichen brütenden bzw. Junge führenden Wasservogel bemerkbar verändert. So sind Kanadagans *Branta canadensis* und Nilgans *Alopochen aegyptiacus* neue jedoch z. Zt. nicht häufige Brutvögel an Klärteichen der Kreise Segeberg und Dithmarschen (Tab. 2, Abb. 5). Die Graugans *Anser anser* zeigt einen starken Zuwachs seit der Jahrtausendwende und ist z.Zt. die häufigste Gänseart an Klärteichen (Tab. 2, Anhang 1). Die Besiedlung von Klärteichen durch die Graugans scheint, wenn auch verzögert, den seit 1980 einsetzenden allgemeinen Anstieg der Population in Schleswig-Holstein nachzuzeichnen (KOOP & BERNDT 2014, BERNDT et al. 2003). Offensichtlich bieten Klärteiche ein für Graugänse suboptimales Habitat, das erst mit stärker werdendem

Mangel an attraktiveren Brutplätzen angenommen wurde. Einige der 2014 festgestellten Arten wurden nur in einer der beiden untersuchten Regionen festgestellt (Dithmarschen: Kanadagans, Segeberg: Höckerschwan *Cygnus olor*, Schellente *Bucephala clangula*, Zwergtaucher *Tachybaptus ruficollis*; Abb. 5, Tab. 2). Dieses räumliche Muster spiegelt weitgehend die landesweiten Verbreitungsmuster wider. Die Geest scheint gerade für die Schellente eine stabile Barriere gegen eine mögliche Besiedlung westlicher Landesteile zu sein, die auch von Klärteichen nicht aufgebrochen wird (THIES 1992).

Die starke Zunahme von Klärteichanlagen in Schleswig-Holstein während der 1980er bis Mitte der 1990er Jahre wird vermutlich die landesweiten Populationsentwicklungen besonders von Brandgans, Reiherente und Schnatterente mit beeinflusst haben. Mittlerweile gelten die Maßnahmen der zentralen Ortsentwässerung und Abwasserbehandlung landesweit als abgeschlossen, so-

dass mit keiner weiteren Zunahme dieses Gewässertyps zu rechnen ist (HAUSTEIN brfl.). Es ist wahrscheinlich, dass durch die bis heute insgesamt 482 gebauten Anlagen mit einer Gesamtwasserfläche von ca. 225 ha (HAUSTEIN brfl.) ein nicht unerheblicher Anteil des landesweiten Populationsanstiegs der oben genannten Arten direkt auf die Zunahme von Klärteichen zurückzuführen ist (Abb. 8). Zusätzlich hat sich die Wasserqualität an Schleswig-Holsteins Kläranlagen stark verbessert. So sanken die Werte für den chemischen Sauerstoffbedarf und des anorganischen Stickstoffs zwischen 1987 und 2008 beträchtlich, was wahrscheinlich die Lebensbedingungen von phytoplanktonischen und folglich zooplanktonischen Organismen, welche bevorzugt von Gründelenten aufgenommen werden, verbessert haben wird (HAMILTON et al. 2005, http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/WasserMeer/12_Abwasser/02_KommAbwasserbeseitigung/ein_node.html [01.02.15]). Nichtsdestotrotz müssen weitere, habitatübergreifende Einflussfaktoren existieren, die für den

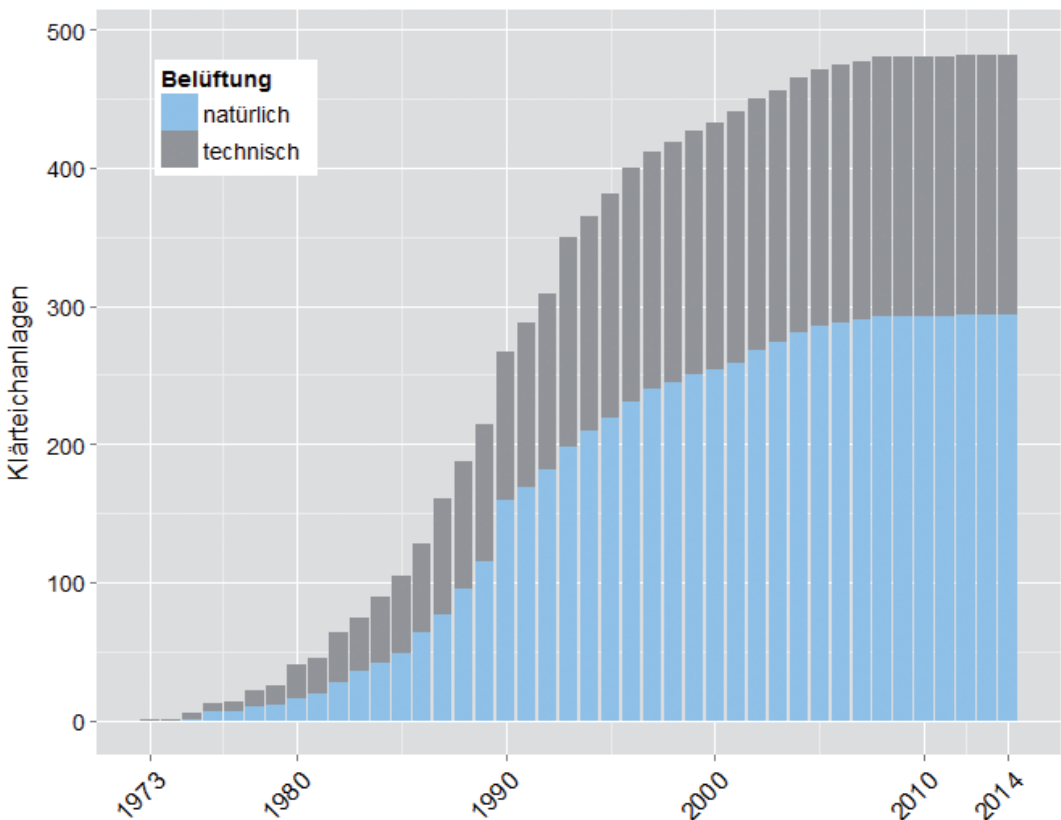


Abb. 8: Entwicklung von Klärteichanlagen in Schleswig-Holstein differenziert nach Anlagentyp (Quelle: LLUR/WaFIS-Abwasser).

Fig. 8: Increase of sewage ponds in Schleswig-Holstein separated by aeration type with a maximum total watersurface of ca. 225 ha.

landesweiten Anstieg der Reiher- und Schnatterentenbestände und wahrscheinlich auch den der Brandganspopulation verantwortlich sind.

4.3 Ausblick

Die hier vorgelegten Ergebnisse verdeutlichen die Bedeutung von Klärteichen als Lebensraum für Wasservögel insgesamt. Für Brandgans und Schnatterente, für die Schleswig-Holstein besondere Verantwortung zur Erhaltung der Art trägt, bieten Klärteiche wichtige Brutplätze bzw. Aufzuchtstätten (KNIEF et al. 2010). Klärteiche stellen nicht nur in der gewässerarmen Geest sondern auch im küstennahen Marschland wirkliche „Wasservogel-oasen“ dar und sollten bei Bestandsschätzungen sowie Naturschutzaspekten stärker berücksichtigt werden (MURRAY & HAMILTON 2010, ORLOWSKI 2013). Ihre flächige Verteilung und die erleichterte Übersicht am Gewässer machen Klärteiche für verschiedenste Folgeuntersuchungen interessant.

Für die Zukunft sind vergleichende Studien dieser Art mit anderen Gewässertypen wünschenswert, um weiter der Frage nachzugehen, wie Bruterfolg und Siedlungsdichten an Klärteichen und anderen Stillgewässern variieren. Dabei sollte besonderes Augenmerk auf weitere potenzielle, populationslimitierende Faktoren gerichtet werden, die in dieser Studie nicht berücksichtigt wurden. Dieses wären insbesondere Untersuchungen zum Nahrungsangebot (Zooplankton) und zur Nahrungskonkurrenz durch Fische (Pisces), Einfluss von klimatischen Ereignissen (z. B. Kältewinter) und Kleinsäugerabundanz, die für jahresspezifische Prädationsraten verantwortlich sein könnten sowie der Einfluss von hormonaktiven Chemikalien im Abwasser (NEWTON 1998, HAMILTON et al. 2005). Auch die Frage, inwiefern interspezifische Konkurrenz die Besiedlung einzelner Arten beeinflusst, ließe sich gut an diesem Gewässertyp untersuchen, der viele Probeflächen unter vergleichbaren Bedingungen bietet. Des Weiteren wären genauere Erfassungen zum Revierpaarbestand und daraus resultierenden Brutbestand hilfreich, um Rückschlüsse auf unterschiedliche Bruterfolgsraten ziehen zu können. Offen ist auch die Frage, wie viele der Gänse und Enten tatsächlich an den Kläranlagen brüten oder ggf. nur zur erfolgreicherer Aufzucht der Jungen, diese nahrungsökologisch hochwertigen Gewässer aufsuchen.

Wichtig ist eine auf diese Ergebnisse verweisende Unterrichtung der Gemeinden über die geltenden Artenschutzregelungen. Oft werden die Klärteiche als (vermeintliche) Zweckgewässer zu früh im Jahr gemäht, obwohl in der

Ufervegetation Enten brüten. Offen gelegte Nester sind stark prädationsgefährdet, so dass der Tatbestand der Niststättenzerstörung erfüllt wird. Durch eine Festlegung des Mahdbeginns auf den 01.08. eines Jahres wird dieser Verbotstatbestand weitgehend vermieden.

5. Summary: Breeding pair densities and trends of waterbird populations at sewage ponds in two regions of Schleswig-Holstein (Northern Germany) in relation to habitat properties

Sewage ponds receive more and more interest as an artificial but valuable resource for waterbird populations. However, sewage ponds have been little studied in detail. In this study 36 sewage ponds located in two regions of Schleswig-Holstein (Northern Germany) and their waterbird populations (only successful breeders were considered) were assessed along with habitat characteristics such as surface area, shore length, vegetation structure, sheep fences and aeration type. Further, long-term data (1983-2009) of waterbird populations at sewage ponds from central Schleswig-Holstein were used to infer population trends for the most abundant species. General linear models (stepwise backwards variable selection) were used to investigate influences of the different environmental variables on breeding densities. The most abundant breeding waterbird species in 2014 were Tufted Duck (*Aythya fuligula*), Gadwall (*Anas strepera*), Mallard (*Anas platyrhynchos*), Shelduck (*Tadorna tadorna*) and Coot (*Fulica atra*). Relative shore length had a positive effect on breeding pair densities of some species as had artificial aeration. Non-electric sheep fences did not explain overall patterns of breeding pair densities, thus having little or no effect on ground predation rates. Regional differences in breeding pair densities are discussed. During the 26-year period the Gadwall increased remarkably in the study area from an absent to an abundant breeding bird. The study's results suggest that sewage ponds represent places of high species richness and breeding pair densities, which makes them important waterbird habitats that need consideration in atlas surveys and conservation. Especially the protection of nesting sites should be improved by delaying mowing dates until late summer.

6. Literatur

- BERNDT, R. K., B. KOOP & B. STRUWE-JUHL 2003. Vogelwelt Schleswig-Holsteins, Band 5, Brutvogelatlas, 2. Aufl. Wachholtz Verlag, Neumünster.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015. IUCN Red List for birds. Heruntergeladen von <http://www.birdlife.org> am 06.02.2015.

- DORMANN, C. 2013. Parametrische Statistik. Verteilungen, maximum likelihood und GLM in R. Springer-Verlag, Heidelberg.
- DUDGEON, D., A. H. ARTHINGTON, M. O. GESSNER, Z. I. KAWABATA, D. J. KNOWLER, C. LEVEQUE, R. J. NAIMAN, A. H. PRIEUR RICHARD, D. SOTO, M. L. J. STIASSNY & C. A. SULLIVAN 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81: 163-182.
- FRONEMAN, A., M. J. MANGNALL, R. M. LITTLE & T. M. CROWE 2001. Waterbird assemblages and associated habitat characteristics of farm ponds in the Western Cape, South Africa. *Biodiversity and Conservation* 10: 251-270.
- BAUER, K. M. & U. N. GLUTZ VON BLOTZHEIM 1990. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 2 Anseriformes (Teil 1). AULA-Verlag, Wiesbaden.
- BAUER, K. M. & U. N. GLUTZ VON BLOTZHEIM 1992. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 3 Anseriformes (Teil 2). AULA-Verlag, Wiesbaden.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M. & E. BEZZEL 1973. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 5 Galliformes und Gruiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- HAMILTON, A. J., W. ROBINSON, I. R. TAYLOR & B. P. WILSON 2005. The ecology of sewage treatment gradients in relation to their use by waterbirds. *Hydrobiologia* 534: 91-108.
- KNIEF, W., R. K. BERNDT, B. HÄLTERLEIN, K. JEROMIN, J. J. KIEKBUSCH & B. KOOP 2010. Die Brutvögel Schleswig-Holsteins - Rote Liste. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.
- KOOP, B. & R. K. BERNDT 2014. Vogelwelt Schleswig-Holsteins. Band 7. Zweiter Brutvogelatlas. Wachholtz Verlag, Neumünster.
- LAGRANGE, T. G., J. L. HANSEN, R. D. ANDREWS, A. W. HANCOCK & J. M. KIENZLER 1995. Electric fence predator enclosure to enhance duck nesting – a long-term case-study in Iowa. *Wildlife Society Bulletin* 23: 261-266.
- MURRAY, C. G. & A. J. HAMILTON 2010. Perspectives on wastewater treatment wetlands and waterbird conservation. *Journal of Applied Ecology* 47: 976-985.
- NEWTON, I. 1998. Population Limitations in Birds. Academic Press, London.
- ORLOWSKI, G. 2013. Factors affecting the use of waste-stabilization ponds by birds: A case study of conservation implications of a sewage farm in Europe. *Ecological Engineering* 61: 436-445.
- SÜDBECK, P., H. ANDRETZKE, S. FISCHER, K. GEDEON, T. SCHIKORE, K. SCHRÖDER & C. SUDFELDT 2005. Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Mugler Druck, Radolfzell.
- SUDFELDT, C., R. DRÖSCHMEISTER, W. FREDERKING, K. GEDEON, B. GERLACH, C. GRÜNEBERG, J. KARTHÄUSER, T. LANGEMACH, B. SCHUSTER, S. TRAUTMANN & J. WAHL 2013. Vögel in Deutschland - 2013. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM 2014. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- R CORE TEAM 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich.
- THIES, H. 1992. Die Klärteiche im Kreis Segeberg - neue Wasservogellebensräume. *Corax* 14: 329-354.

Anhang 1: Erfasste Wasservogelarten an Klärteichen des Kreises Segeberg mit Anzahl der Brutpaare und kontrollierter Klärteiche (KT) pro Jahr. Dominante Arten sind hervorgehoben. Kartierer: H. THIES.

Appendix 1: Recorded waterbird species at sewage ponds of the district Segeberg with numbers of breeding pairs and total number of checked sewage ponds per year with dominant species highlighted. Observer: H. THIES.

	1983	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Blässhuhn, <i>F. atra</i>			3	8	8	14	15	11	11	2	8	11	2	7	9	6	6	3	3	8	10	8	16	1		
Bläsgans, <i>A. albifrons</i>															1											
Brachvogel, <i>N. arquata</i>				3																						
Brandgans, <i>T. tadorna</i>	1	4	13	23	32	13	15	16	4	6	10	10	15	21	5	11	3	3	10	22	39	12	29	20	16	
Brautente, <i>Aix sponsa</i>						1							1													
Flussregenpfeifer, <i>C. dubius</i>							2																			
Graugans, <i>A. anser</i>													1	3	5	1			3		4	4	11	20	12	1
Kanadagans, <i>B. canadensis</i>							1																			
Kiebitz, <i>V. vanellus</i>						1							1													
Knäekente, <i>A. querquedula</i>																	1			1						
Krickente, <i>A. crecca</i>			3	6	5			2	1			2	4	2	9				3	7	1	3	5			
Löffelente, <i>A. clypeata</i>												1														
Nilgans, <i>A. aegyptiacus</i>																								3	2	
Reihente, <i>A. fuligula</i>		12	42	59	56	59	50	21	14	31	36	30	22	98	24	73	11	5	38	20	29	11	8	2		
Schellente, <i>B. clangula</i>			1	7	25	7	3	5	1	1	4	5	5			11			3	1				2	1	
Schmatterente, <i>A. strepera</i>						1					3	1		11	1	6			1	11	14	14	27	25	4	
Stockente, <i>A. platyrhynchos</i>	3	15	38	64	69	41	30	38	28	7	20	29	31	42	14	26	7	14	34	33	12	16	3	3		
Tafelente, <i>A. ferrina</i>			2	2	3											1						1				
Teichhuhn, <i>G. chloropus</i>		1	5	6	4	4	7	6		2	2	3	2	7	2	3							2			
Zwergtaucher, <i>T. ruficollis</i>						1	2						1	1	1	3	1		3	2				2	3	
Erfasste KT (n)	1	2	10	21	33	37	34	32	28	18	20	22	25	29	39	18	30	9	17	32	31	23	33	31	17	1