

4 Biologische Grundlagen zur Ente und der Riesenseerose

3.1 Entenvögel

Die Entenvögel (*Anatidae*) sind eine Familie in der Ordnung der Gänsevögel (*Anseriformes*), die 44 Gattungen und 147 Arten umfasst. Sie sind bis auf die Antarktis und auf einigen pazifischen Inseln weltweit verbreitet.

Da die Entenvögel zur Klasse der Vögel (*Aves*) gehören, ist, bis auf ihre Füße und den Schnabel, ihr gesamter Körper mit Federn bedeckt. Dieses Federkleid besteht, je nach Art, aus 1.000 – 25.000 einzelnen Federn und ist charakteristisch für alle Vögel. Die Federn bestehen aus dem Schaft, welcher mit dem Kiel im Körper steckt, der Spule und der Fahne. Sie lassen sich in Konturfedern, Flugfedern, Daunen und Fadenfedern unterteilen:

- Konturfedern:

Die Konturfedern bedecken den gesamten Körper des Vogels und haben aufgrund der geschlossenen Fahne eine feste und glatte Struktur. Sie sind für die äußere Erscheinung des Vogels verantwortlich, schützen ihn vor Witterungseinflüssen und sorgen für eine aerodynamische Form des Körpers.

- Flugfedern:

Da sie den nötigen Auf- und Vorantrieb erzeugen und den Vogel somit in der Luft halten, sind die Flugfedern für den Flug unerlässlich. Sie sind in der Regel länger und steifer als die Konturfedern und befinden sich an den Flügeln (Schwungfedern) sowie dem Schwanz (Steuerfedern) des Vogels. Bei den Flugfedern sind Innen- und Außenfahne asymmetrisch gestaltet, was für die Aerodynamik beim Fliegen entscheidend ist.

- Daunen:

Die Daunen liegen unter den Konturfedern und dienen in erster Linie mithilfe der darin eingeschlossenen Luft als Wärmeschutz. Daunen sind sehr weich und flauschig. Sie haben einen kurzen Kiel und flexible Strahlen.

- Fadenfedern:

Die Fadenfedern besitzen einen dünnen, fadenartigen Schaft und wenige bis keine Strahlen. Sie besitzen an ihrer Basis Berührungs- und Strömungsrezeptoren, die seitliche Auslenkungen der Konturfedern und somit eine Fehlstellung des Gefieders anzeigen. Das Gefieder von Vögeln erfüllt unterschiedlichste Aufgaben: es dient der Wärmeisolation, erhöht die Aerodynamik des Körpers, sorgt für Beschleunigung (Schwungfedern) und Steuerung (Schwanzfedern) beim Fliegen und dient in Verbindung mit unterschiedlichsten Färbungen der Tarnung oder Signalgebung. Bei Entenvögeln ist das Gefieder an das Leben auf dem Wasser und somit das Schwimmen angepasst. Zwischen den vielen kleinen Daunenfedern und den bunten Deckfedern ist Luft eingeschlossen. Durch dieses Luftpolster wird die Ente auf dem Wasser getragen. Um ihr Gefieder regelmäßig einfetten zu können und es somit zu pflegen und wasserabweisend zu machen, besitzen sie an der Oberseite der Schwanzwurzel eine Drüse, die ein öliges Sekret bildet. Dieses Sekret, das Bürzelöl, wird mithilfe des Schnabels auf dem gesamten Gefieder verteilt. Die Bürzeldrüse ist bei Entenvögeln als spezielle Anpassung an ein Leben auf dem Wasser besonders groß ausgebildet (vgl. Neub & Hofrichter, 1999; Neub et al., 1999).

Ein weiteres Merkmal der Vögel ist, dass viele Knochen luftgefüllt sind. Diese pneumatisierten Knochen verringern das Körpergewicht deutlich und erhöhen somit die Flugfähigkeit. Ein weiterer Vorteil für die Entenvögel besteht darin, dass diese Verringerung des Körpergewichts auch den Auftrieb beim Schwimmen erhöht (vgl. Kapitel 2.1). Die Hohlräume der pneumatisierten Knochen sind direkt mit den Luftsäcken der Lunge verbunden. Diese Luftsäcke sind Anhänge der Lunge, die die Luft durch diese führen, jedoch nicht am Gasaustausch beteiligt sind. Auch das Luftsacksystem dient den Vögeln zur Verringerung des spezifischen Körpergewichts und erleichtert somit das Fliegen und erhöht für die Entenvögel den Auftrieb beim Schwimmen (vgl. Neub et al., 1999).

Der Körperbau der Entenvögel weist einige Merkmale auf, die speziell an das Leben im und auf dem Wasser und somit das Schwimmen angepasst sind. Um möglichst viel Auftrieb auf dem Wasser erzeugen zu können (vgl. Kapitel 2.1), besitzen Entenvögel einen massiven Körper mit einem langen, „aus 15 – 25 Wirbeln gebildeten Hals, der im Flug gestreckt und im Schwimmen oft s-förmig getragen wird“ (Neub & Hofrichter, 1999). Außerdem sind die Füße der Entenvögel zu Schwimmfüßen umgebildet, die zwischen den vorderen drei Zehen über Schwimmhäute verfügen, die als Ruderfläche dienen (siehe Abb. 5). Beim Vorziehen des Fußes werden die Zehen zusammengezogen und die Schwimmhaut zwischen ihnen gefaltet, sodass der Strömungswiderstand verringert wird. Beim Zurückschlagen des Fußes werden die Zehen möglichst weit voneinander abgespreizt, sodass die aufgespannten Schwimmhäute das Wasser nach hinten drücken. Entenvögel haben kurze Beine, die weit auseinanderstehen und sich etwas hinter der Körpermitte befinden, weshalb sie stabil im Wasser liegen, sich jedoch nur mühsam laufend an Land fortbewegen können (vgl. Neub & Hofrichter, 1999).

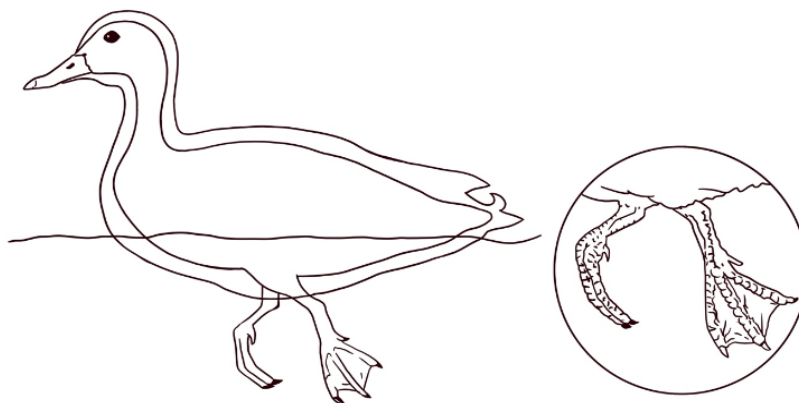


Abb. 5: Schwimmfüße bei Entenvögeln

Entenvögel sind Omnivore und somit in der Lage, eine breite Palette von Nahrungsquellen zu nutzen, weshalb sie in unterschiedlichsten Lebensräumen und unter verschiedenen Umweltbedingungen überleben können. Die Form der Nahrungsaufnahme ist abhängig von der Art der Nahrung sowie dem Lebensraum, in welchem das Tier lebt. Insgesamt lassen sich die folgenden fünf weitverbreitetsten Techniken der Nahrungsaufnahme unterscheiden (vgl. Neub & Hofrichter, 1999; Guillemain et al., 2002; Gurd, 2006)

- **Gründeln:**

Viele Entenarten, insbesondere die sogenannten Gründelenten (wie z. B. Stockenten – *Anas platyrhynchos*), nehmen Nahrung auf, indem sie ihre Köpfe unter Wasser tauchen, während der Rest ihres Körpers an der Wasseroberfläche bleibt. Sie nutzen ihren Schnabel, um den Boden des Gewässers nach Pflanzen und kleinen Tieren zu durchsuchen. Diese Methode wird hauptsächlich in seichten Gewässern angewendet, wo die Tiere mit ihrem langen Hals leicht den Grund erreichen können.

- **Tauchen:**

Tauchenten (wie die Reiherente – *Aythya fuligula*) tauchen vollständig unter Wasser, um Nahrung zu suchen. Sie können mehrere Meter tief tauchen und verwenden ihre kräftigen Beine, um sich unter Wasser zu bewegen. Diese Form der Nahrungssuche wird in tieferen Gewässern angewendet, wo die Nahrung weiter unter der Wasseroberfläche liegt.

- **Filtern/ Schnattern:**

Entenvögel filtern kleine Nahrungspartikel aus dem Wasser. Sie nehmen Wasser mit der Schnabelspitze auf und schließen ihn dann teilweise, wodurch das Wasser mit Hilfe ihrer Stempelzunge durch zwei Hornlamellen-Reihen an den Schnabelrändern gepresst wird. Hierdurch filtern sie pflanzliche und tierische Nahrungspartikel aus dem Wasser. Diese Technik wird auch als „Schnattern“ bezeichnet.

- **Abweiden:**

An Land und im flachen Wasser weiden Entenvögel, indem sie mit ihren Schnäbeln Gras, Kräuter und Wasserpflanzen abreißen. Dies wird oft an Uferbereichen oder auf Wiesen beobachtet.

- **Fischen und Jagen:**

Einige Entenarten, die auch tierische Nahrung wie Fische oder Amphibien fressen, jagen aktiv nach diesen Tieren. Sie nutzen ihre Schnelligkeit und Beweglichkeit im Wasser, um die Beute zu fangen.

3.2 Riesenseerose

Die Riesenseerosen (*Victoria*) sind eine Pflanzengattung aus der Familie der Seerosengewächse (*Nymphaeaceae*). Sie wurden von ihrem Entdecker, dem Botaniker Thaddäus Haencke, der sie im Jahr 1801 auf einer Forschungsreise ins Amazonasgebiet als erster beschrieb, nach der britischen Königin Victoria (1819-1901) benannt.

Die Riesenseerosen sind ausschließlich in den flachen Gewässern des Amazonasbeckens in Südamerika heimisch. Innerhalb der Pflanzengattung sind derzeit lediglich drei Arten bekannt: die Amazonas-Riesenseerose (*Victoria amazonica*), die Santa-Cruz-Riesenseerose (*Victoria cruziana*) und die *Victoria boliviana*.

Riesenseerosen bestehen, wie alle Pflanzen, aus den drei Grundorganen Wurzel, Sprossachse und Blättern. Die Wurzeln der Riesenseerosen sind als Rhizome ausgebildet und verankern diese im Grund des Gewässers. Über die bis zu acht Meter langen Sprossachsen sind sie bei diesen im Wasser lebenden Rhizomstauden mit den auf der Wasseroberfläche schwimmenden Blättern und Blüten verbunden (vgl. Mühlberg, 1980).



Abb. 6: Schwimmblätter und Blüte von *Victoria cruziana* (Mühlberg, 1980)

Die Blätter der Riesenseerosen können einen Durchmesser von 2-3 m erreichen und besitzen an der Unterseite kräftige hervorspringende bestachelte Blattnerven (siehe Abb. 7). Die Blattnerven dienen der Stabilität des Blattes, sodass es auch, wenn es bei Regen mit Wasser gefüllt wird, nicht untergeht. Um das Wasser abzuleiten, besitzt die

Blattspreite unzählige winzige Poren. Die Schwimmblätter sind epistomatisch, haben die Spaltöffnungen also nur auf der Oberseite.

Die Stacheln der Blätter dienen als Schutz vor Fressfeinden. Eine weitere Funktion der erhabenen Blattnerven ist, dass sich zwischen ihnen Luft sammelt, die dem Blatt zusätzlichen Auftrieb verleiht. Für noch mehr Auftrieb lagern Riesenseerosen Luft in den Interzellularen ein. Die Blätter der Riesenseerose sind so stark, dass sie bei gleichmäßiger Belastung problemlos 50 kg tragen können. Um nicht von anderen Blättern überlagert zu werden und somit keine Photosynthese mehr betreiben zu können, besitzen die Schwimmblätter der Riesenseerosen einen bis zu 10 cm hohen, stabilen Blattrand (siehe Abb. 6) (vgl. Mühlberg, 1980; Lüttge et al., 1999, wissen.de).

Die Blüten der Riesenseerosen sind beeindruckende und komplexe Strukturen mit einzigartigen biologischen Eigenschaften. Die Knospen entwickeln sich unter Wasser und besitzen auf ihrer Hülle unzählige Stacheln. Sobald die Entwicklung abgeschlossen ist, wachsen sie an die Wasseroberfläche und beginnen, sich im Kreis zu drehen. Hierdurch werden Konkurrenzpflanzen verdrängt und die Knospe schafft ausreichend Platz für die Blüte, welche einen Durchmesser von bis zu 35 cm erreichen kann.



Abb. 7: hervorspringende Nerven der Blattunterseite bei *Victoria cruziana* (Mühlberg, 1980)

Die Blüten der Riesenseerosen sind an die Bestäubung durch Käfer angepasst. Da Riesenseerosen Nachtblüher sind, öffnen sich die Blüten am ersten Abend. Die Blüte ist während der ersten Nacht weiblich und empfängt Pollen von den durch einen starken Duft angelockten Bestäubern. Während dieser Phase ist die Blüte weiß (siehe Abb. 6) (vgl. Mühlberg, 1980; Kadereit et al.,

2021; Redaktion Pflanzenforschung.de, 2021; wissen.de).

Ein bemerkenswertes Merkmal der Victoria-Seerosenblüten ist ihre Fähigkeit zur Thermogenese, das heißt, sie können Wärme produzieren. Diese thermogene Aktivität trägt dazu bei, die Duftstoffe der Blüte zu verteilen und somit ihre Attraktivität für Bestäuber zu erhöhen. Des Weiteren bietet die Wärme der Blüte den Bestäubern einen komfortablen Aufenthaltsort und fördert damit die Verweildauer in der Blüte, was die Bestäubungseffizienz erhöht. Am darauffolgenden Morgen schließt sich die Blüte und die in ihr befindlichen Käfer werden eingeschlossen. Im Laufe des Tages wird die Blüte männlich. Sie produziert also ihre eigenen Pollen und verfärbt sich von weiß zu rosa bis rot. In der zweiten Nacht öffnet sich die Blüte erneut und die vorher eingeschlossenen Käfer, die nun mit Pollen bedeckt sind, werden freigelassen, um andere Blüten zu bestäuben. Im Anschluss an die zweite Nacht schließt sich die Blüte wieder und taucht unter. Die Samenreife erfolgt unter Wasser (vgl. Redaktion Pflanzenforschung.de, 2021; wissen.de).

In der Bionik sollen technische Probleme unter Berücksichtigung biologischer Phänomene gelöst werden. Die oben beschriebene besondere Stabilität der Blätter der Riesenseerose findet besonders in der Architektur und dem Leichtbau ihre Anwendung. Der Gartenarchitekt Joseph Paxton ließ sich im 19. Jahrhundert vom Rippengerüst der Victoria-Seerose beim Bau von Gewächshauskonstruktionen inspirieren. Sein berühmtestes Werk ist der Crystal Palace, der für die Weltausstellung 1851 in London gebaut wurde. Bei dieser revolutionären Bauweise der Glas- und Eisenkonstruktion des Daches wurden vorgefertigte Module nach dem Vorbild der radialen Blattrippen montiert. Hierdurch konnten sowohl die Bauzeit, als auch der Materialverbrauch minimiert werden. Besonders im Flugzeugbau ist es von entscheidender Wichtigkeit, bei der Konstruktion von Flugzeugtragflächen und -rümpfen möglichst leicht und trotzdem stabil zu bauen. Unter dem Vorbild der Riesenseerosen wird derzeit an einer Veränderung der aktuell verwendeten Wabenstruktur hin zu einer Verästelung gearbeitet. Ziel soll es sein, die Bauteile bei gleicher Stabilität leichter zu machen, um so Treibstoff und dadurch Kohlenstoffdioxid einzusparen. (vgl. Beste, 2016; Göbel, 2021)

Literatur:

Beste, D. (2016). Der Riesenseerose unters Blatt geschaut. Online:

<https://www.springerprofessional.de/konstruktionslehre/additive-fertigung/der-riesenseerose-unters-blatt-geschaut/10913824>

Göbel, E. (2021). Victoria-Seerose – Stabilität durch Streben. Online: [https://tu-](https://tu-dresden.de/bg/standorte/dresden/transl/bionik/stabilitaet)

[dresden.de/bg/standorte/dresden/transl/bionik/stabilitaet](https://tu-dresden.de/bg/standorte/dresden/transl/bionik/stabilitaet)

Guillemain, M., Martin, G.R. and Fritz, H. (2002), Feeding methods, visual fields and vigilance in dabbling ducks (Anatidae). *Functional Ecology*, 16: 522-529. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00652.x>

Gurd, B. (2006). Filter-feeding dabbling ducks (*Anas* spp.) can actively select particles by size. *Zoology*, 109: 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2005.10.002>

Kadereit, J.; Körner, C.; Nick, P.; Sonnewald, U. (2021). Strasburger - Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften. Berlin: Springer Spektrum.

Lüttge, U.; Kluge, M.; Bauer, G. (1999). Botanik. 3. Auflage. Weinheim: WILEY-VCH Verlag.

Mühlberg, H. (1980). Das große Buch der Wasserpflanzen. Hanau: Verlag Werner Dausien.

Neub, Dr. M.; Hofrichter, Dr. O. (1999). Lexikon der Biologie. Entenvögel. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. Online: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/entenvoegel/21471>

Neub, Dr. M.; Hofrichter, Dr. O.; Wild, Dr. R. (1999). Lexikon der Biologie. Vögel. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. Online: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/voegel/69795>

Redaktion Pflanzenforschung.de (2021). Kuriose Pflanzenwelt: Riesenseerosen. Trickreiche Königinnen unter den Wasserpflanzen. Online:

<https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/kuriose-pflanzenwelt-riesenseerosen>

<https://www.wissen.de/bildwb/seerosen-leben-ueber-und-unter-wasser>