

**W15010** d Ausgabe Juli 2020

## INFORMATION

### Fachinformation Quagga





**W15010** d Ausgabe Juli 2020

## INFORMATION

### Fachinformation Quagga



Quelle: L. Haltiner, Eawag

#### IMPRESSUM

Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen unter  
[www.svgw.ch/AGB](http://www.svgw.ch/AGB)

Copyright by SVGW, Zürich  
Layout: SVGW  
Ausgabe Juli 2020

Reproduktion verboten

Bezug bei der Geschäftsstelle des SVGW  
[epaper.svgw.ch](http://epaper.svgw.ch) ([support@svgw.ch](mailto:support@svgw.ch))



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Schutzmassnahmen und Anpassungsstrategien</b>	<b>5</b>
2.1	Information über die Verbreitung	6
2.2	Inspektion der Anlagenteile	6
2.3	Kurz- und Mittelfristige Massnahmen	7
2.4	Langfristige Massnahmen und Neuausrichtungen	9
2.5	Fachliche Unterstützung und Aktivitäten des SVGW	10
<b>Anhänge</b>		
1	Allgemeines zur Quaggamuschel	11
2	Besiedelung technischer Komponenten der Wasserentnahme und -aufbereitung	15
3	Identifikationshilfe Quaggamuschel	18

An dieser Fachinformation haben folgende Personen mitgearbeitet:

Brigitte Schmidt, Lausanne  
Linda Haltiner, Dübendorf  
Hanna Schiff, Biel  
Rolf Stettler, St. Gallen  
Andreas Peter, Zürich  
Stephane Ramseier, Genf  
Oliver Köster, Zürich  
Richard Wülser, Basel  
Roland Schick, Sippligen  
Peter Hartmann, Winterthur  
Biner Markus, SVGW, Zürich  
Bärtschi Martin, SVGW, Zürich

## 1 Einleitung

Aktuell stellt die massive Vermehrung und die unerwartet schnelle Ausbreitung der Quaggamuschel (*Dreissena rostriformis*) eine neue Herausforderung für die Oberflächenwassernutzung dar. Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften ist nicht nur von einer dauerhaften Ansiedelung in den Flüssen und Seen des schweizerischen Mittellandes auszugehen, vielmehr können die Muscheln an den Entnahmesystemen und den nachgeschalteten Verfahrensstufen anhaften und sich vermehren, sodass hydraulische und hygienische Beeinträchtigungen nicht auszuschliessen sind.

Insbesondere sind folgende Unterschiede im Vergleich mit der seit längerem bekannten Zebramuschel (*Dreissena polymorpha*) hervorzuheben:

- Die Quaggamuschel kann in nährstoffärmeren und kälteren Gewässern überleben.
- Die Quaggamuschel kommt bis auf eine Tiefe von weit über 100 m (Seegrund) vor und kann daher auch tiefere, bisher geschützte Entnahmeeinrichtungen, besiedeln.
- Die Quaggamuschel kann über das ganze Jahr laichen.
- Die Quaggamuschel kann sich auch auf lockerem Untergrund (Schlick, Sand) niederlassen.

Die Larven beider Muschelarten werden von klassischen Filtersystemen (AK-, Schnell- und Sandfilter) nicht vollständig zurückgehalten.

Der derzeitige Wissensstand erlaubt noch keine definitive Aussage darüber, ob die Massnahmen, die erfolgreich zur Bekämpfung der Zebramuschel zur Anwendung kommen, auch für die Bekämpfung der Quaggamuschel genügen. Es ist davon auszugehen, dass weiterreichende Massnahmen getroffen werden müssen. Insbesondere stellt die Verlegung der Entnahmestelle an tiefere Lagen, die erfolgreich gegen die Zebramuschel zur Anwendung kam, keine wirksame Methode gegen die Quaggamuschel dar.

Im Hauptteil dieser Fachinformation werden Hinweise auf die nach heutigem Wissensstand in Betracht gezogenen Schutzmassnahmen und im Wasserwerksbetrieb anwendbare Anpassungsstrategien aufgezeigt.

In den Anhängen werden weiterführende Informationen zum gegenwärtigen Wissens- und Diskussionsstand über die Quaggamuschel wiedergegeben. Anhand von Abbildungen werden die Unterschiede zwischen der Quagga- und der Zebramuschel aufgezeigt, sowie aktuell vorgefundene von der Quaggamuschel besiedelte Anlagenkomponenten.

## 2 Schutzmassnahmen und Anpassungsstrategien

Die Massnahmenplanung ist je nach Lage von hoher Dringlichkeit. Die Massnahmen sollen gesamtheitlich und wenn möglich präventiv und strategisch erfolgen mit dem Ziel, den negativen Folgen eines Quagga-Befalles auf die Entnahme- und Aufbereitungsprozesse entgegenzuwirken.

Einerseits ist mit kurz- und mittelfristigen Massnahmen die zukünftige Oberflächenwasserentnahme mit einer maximalen Versorgungssicherheit zu gewährleisten, andererseits sind auch langfristige Neuausrichtungen der Wassergewinnung und -aufbereitung zu betrachten. Im Folgenden wird zuerst auf die Inspektion der Anlagenteile (Ausmass des Befalles mit der Quaggamuschel), gefolgt von den kurz- und mittelfristigen Sofortmassnahmen und danach auf die langfristigen Massnahmen eingegangen.

Die Informationen zum äusseren Erscheinungsbild der Quaggamuschel, den Unterschieden zur Zebramuschel sowie weiteren Informationen zur Quaggamuschel können den Anhängen entnommen werden.

## 2.1 Information über die Verbreitung

Gemäss heutigem Stand (Juni 2020) sind in der Schweiz folgende Gewässer mit der Quaggamuschel besiedelt:

- Bodensee
- Genfersee
- Neuenburgersee
- Bielersee
- Murtensee
- Rhein

Es ist davon auszugehen, dass die Quaggamuschel, analog zur Zebra- muschel, nach und nach alle Gewässer besiedeln wird. Aktualisierte Informationen über die Verbreitung können beim SVGW oder bei den zuständigen Behörden angefragt werden.

Eine jährliche Larvenanalyse (biochemische oder mikroskopische Verfahren) kann gegebenenfalls ein paar Jahre im Voraus Hinweise auf eine bevorstehende Besiedelung liefern. Die Larvenproduktion findet das ganze Jahr statt, im Bodensee wurden die höchsten Larvenkonzentrationen im Frühjahr gemessen. Da die Larven der Quaggamuschel optisch nicht von der Zebra- muschel zu unterscheiden sind, werden zahlenmässige Untersuchungen zur Ausbreitung der Quaggamuschel mit Vorteil im Winter durchgeführt. Die Untersuchungen bezüglich der Ausbreitung der Muschel innerhalb des betroffenen Gewässers sollten sowohl im Oberflächennahen als auch im Tiefenwasser (Rohwasserentnahme) durchgeführt werden.

## 2.2 Inspektion der Anlagenteile

Insbesondere bei besiedelten Gewässern sollten die Anlagenteile jährlich auf Muschelbefall kontrolliert werden. Beobachtungen im Bodensee haben gezeigt, dass zuerst die oberen Lagen im See besiedelt werden, gefolgt von den tieferen Lagen. Deshalb ist eine regelmässige Untersuchung aller Anlagenteile nötig, um die Ausbreitung in allen Lagen zu erkennen.

Bei noch unbesiedelten Gewässern wird eine Kontrolle an gut zugänglichen Stellen der Anlage ebenfalls empfohlen, damit ein Befall möglichst frühzeitig erkannt wird.

Die Kontrollen beinhalten unter anderem folgende Anlagenteile:

- Saugkorb/Ansauganlage
- Rohwasserleitung
- Rohwasser-/Pumpenschacht
- Verrohrung Wasserwerk
- Komponenten der Aufbereitung

### **Hinweise aus der Praxis**

Für Saugkorb und Seewasserleitung haben sich Kontrollen durch Taucher oder vor allem bei tiefer liegenden Anlagenteilen durch Tauchroboter/Unterwasserdrohnen bewährt.

Im Rahmen der regelmässigen Wartungs- und Reinigungsarbeiten soll ein besonderes Augenmerk auf das Vorhandensein von Muscheln gelegt werden. Das Wartungs- Reinigungs- und Betriebspersonal ist darauf zu sensibilisieren und entsprechend zu instruieren. Beim Auffinden von Muscheln sind die betroffenen Stellen zu dokumentieren:

- Ort/Betroffene Stelle
- Ausmass des Befalls
- Foto der Stelle mit den Muscheln, am besten mit einem Massstab/Meter als Referenz
- Probenahme der Muscheln

Mit diesen Informationen/Bildern kann das Fachpersonal bestimmen, ob es sich um die Quaggamuschel handelt und wie stark der Befall ist. Bei Unsicherheiten gibt der SVGW gerne Auskunft. Er kann auch auf die entsprechenden Fachstellen verweisen.

## 2.3 Kurz- und Mittelfristige Massnahmen

Die kurz- und mittelfristigen Massnahmen dienen einerseits dazu, einen Befall in Schach zu halten und eine übermässige Ausbreitung im System zu vermeiden bzw. zu reduzieren, andererseits aber auch, um zu vermeiden, dass es überhaupt zu einem nennenswerten Befall kommt. Dies wenn z. B. die Kontrolle noch keinen Befall aufgezeigt hat, das Gewässer aber bereits von der Quaggamuschel besiedelt ist.

### 2.3.1 Reinigung

Das regelmässige Entfernen der Muscheln führt zu einer reduzierten Larvendichte in den nachfolgenden Prozessen. Ein Durchbruch der Larven in die nachgeschalteten Behälter und Aufbereitungsstufen kann mit diesen Reinigungsmassnahmen jedoch nicht vollständig verhindert werden. Trotzdem stellt die regelmässige (mechanische) Entfernung der Muscheln eine wirksame Massnahme gegen die Ausbreitung der Quaggamuschel im System dar.

#### **Kurzfristig: Manuelle Reinigung**

Manuelle Reinigung der Anlagenkomponenten, um die Muscheln von der Oberfläche zu entfernen. Je nach Anlagenteil und Zugänglichkeit müssen dazu Spezialfirmen beauftragt werden. So kann der Saugkorb/Ansaugvorrichtung in der Regel nur durch Taucher oder Tauchroboter gereinigt werden (Ausnahmen bilden Systeme bei denen der Saugkorb für die Reinigung/Wartung an die Oberfläche geholt werden kann).

#### **Hinweise aus der Praxis**

Am Beispiel der Bodensee Wasserversorgung (BWV) wird gezeigt, dass durch eine regelmässige Reinigung der betroffenen Anlagenkomponenten die Anzahl der Muscheln in den nachgeschalteten Anlagenteilen signifikant verringert werden kann. Durch die Optimierung der Mikrosiebe (Maschenweite 15 µm) und weitergehende Massnahmen, wie die ¼-jährliche Reinigung des Quellbeckens und der Mikrosiebkammern, konnte sogar ein Rückhaltgrad an Muschellarven von ca. 99 % (2 Log-Stufen) – bezogen auf die Gesamtanzahl im Rohwasser – erreicht werden.

#### **Mittelfristig: Molchen der Entnahmeleitung**

Das Molchverfahren wird bei uns noch nicht kommerziell in der Oberflächenwasseraufbereitung eingesetzt, deshalb muss vorab mit entsprechenden Fachfirmen geklärt werden, ob die betroffene Leitung grundsätzlich für das Molchen geeignet ist. Danach können die Details betreffend Molch und Vorgehen erarbeitet werden. Offene Punkte sind unter anderem die Molchschleusen, die im Werk eingebaut werden müssen, das Zurückholen des Molchs aus der Entnahmeleitung und die Beseitigung des Abraums. Deshalb handelt es sich zum jetzigen Zeitpunkt um eine Mittelfristige Massnahme, die nicht sofort umgesetzt werden kann.

## 2.3.2 Desinfektion

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es widersprüchliche Aussagen über die Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel zur Bekämpfung der Quaggamuschel. Deshalb können keine abschliessenden Empfehlungen abgegeben, sondern lediglich mögliche Handlungsoptionen aufgezeigt werden. Die Wirksamkeit muss durch die jeweiligen Betreiber überprüft werden. Voraussetzung ist die rechtliche Bewilligung einer Desinfektionsmitteldosierung sowie ein Wasserchemismus, der eine Desinfektionsmittelzugabe hinsichtlich der Bildung von Folgeprodukten erlaubt. Ebenfalls muss die Verträglichkeit der verbauten Materialien in den entsprechenden Anlagenteilen bezüglich des Desinfektionsmittels beachtet werden. Ab höheren Chlordosen muss ebenfalls mit der Bildung von Chlorit gerechnet werden, somit ist auch die Einhaltung der Werte gemäss der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) zu beachten.

### Kurzfristig

- Erhöhung der Dosis (Konzentration und/oder der Einwirkzeit) bei bestehenden Desinfektionsmöglichkeiten
- Erhöhung der Frequenz der Stossdesinfektion der Seeleitung

### Hinweise aus der Praxis

Eine Chlorierung des Rohwassers beim Eintritt in die Entnahmeleitung hat sich gegen den Befall durch Zebamuscheln bei den Wasserversorgungen Zürich (WVZ) und Genf (SIG) bewährt.

Bei der Wasserversorgung in Biel (ESB) wurden im Frühjahr 2020 vermehrt (zum Teil lebende) Muschellarven im Auslauf aller Aufbereitungsstufen gefunden. Um das Austragen der Larven ins Leitungsnetz zu verhindern, wurden die drei Möglichkeiten zur Desinfektion (Rohwasserchlorierung, Ozonierung und Reinwasserchlorierung) erhöht und die Muschelzahlen im Reinwasser konnten so stark reduziert werden. Im Reinwasser werden aktuell keine lebendigen Muschellarven mehr gefunden.

Vorgehen:

- WVZ: Während der Laichperiode monatliche Stosschlorung gegen Zebamuscheln (10mg/l während 8 h, das chlorierte Wasser muss anschliessend aufbereitet werden). Die Monatsfrequenz wird angewendet, weil die sich festsetzenden Larven und entwickelnden Jungmuscheln ihre Schalen noch nicht dicht verschliessen können, um sich gegen das Desinfektionsmittel zu schützen, somit werden sie abgetötet.
- SIG: Kontinuierliche Chlorung gegen Zebamuscheln (0,2 mg/l zu Beginn des 3 km langen Ansaugrohrs, Restchlor beim Anlageneintritt noch nachweisbar)  
Wirkung: Larven werden sehr wahrscheinlich nicht abgetötet, sondern nur am Anhaften gehindert. Trotz dieser wirksamen Massnahme gegen die Zebamuschel, wurden Anfang 2020 beim Werkseintritt Quaggamuscheln nachgewiesen.
- Energie Service Biel: Erhöhung Rohwasserchlorierung von 0,2mg/l auf 0,4mg/l, Ozondosis von 0,5mg/l auf 0,7mg/l Restozon nach Kontaktkammer und Reinwasserchlorierung im Auslauf des Werkes von 0,025mg/l auf 0,05mg/l.

### Mittelfristig

Die Möglichkeiten zur Nachrüstung eines Desinfektionssystems im Bereich Saugkorb und Saugleitung sind zu prüfen. Zum jetzigen Zeitpunkt kann allerdings noch keine fundierte Aussage über die Wirksamkeit der verschiedenen Desinfektionsmittel gemacht werden. Die Wirksamkeit von Chlor ist für die Bekämpfung von Zebamuscheln und -larven hinreichend dokumentiert, bei der Wirksamkeit gegen die Quaggamuschel und deren Larven kann im Moment lediglich davon ausgegangen werden, dass eine vergleichbare oder geringere Wirksamkeit erreicht wird. Die Informationen zur Wirksamkeit von Ozon, Wasserstoffperoxid und UV-Strahlung sind zum jetzigen Zeitpunkt noch widersprüchlich, allerdings zeigen sämtliche dieser Methoden eine Verringerung der Muschel- bzw. Larvendichte.

## 2.4 Langfristige Massnahmen und Neuausrichtungen

### 2.4.1 Langfristige bauliche Massnahmen

#### Bei der Entnahmestelle

- Seewasserleitungen und Saugkorb müssen molchbar geplant und ausgeführt werden, u. a. mit Einbauten in der Saugleitung, die ein Molchen erlauben (Molchschleuse, Abraumvorrichtung für das Molchgut usw.).
- Beachtet werden muss, dass bei periodischen Molchungen ggf. erhebliche Mengen an Molchgut anfallen. Ideal ist hierbei, wenn die Leitung so häufig gereinigt wird, dass die Muscheln das Adultstadium erst gar nicht erreichen und demnach keine Schale ausbilden, die als Molchgut anfällt.
- Konstruktion und Implementierung eines demontierbaren und herausholbaren Ansaugkorbes. Damit der Korb mit minimalem Aufwand an die Oberfläche geholt und einfach gereinigt oder ausgewechselt werden kann oder für die einfache Bergung des Molchs.
- Konstruktion und Implementierung einer zweiten Ansaugleitung, um eine Redundanz zu schaffen. Somit kann jeweils eine Leitung ausser Betrieb genommen werden, um eine mechanische oder chemische Reinigung durchzuführen.
- Konstruktion und Implementierung einer Desinfektionsmöglichkeit im Ansaugbereich der Leitung (vor und/oder nach dem Saugkorb) um gezielt die Muscheln im Ansaugbereich zu bekämpfen. (Solche Einrichtungen sind Bewilligungspflichtig, es ist davon auszugehen, dass es in Zukunft schwieriger wird, entsprechende Bewilligungen zu erhalten).

#### Im Werk

- Redundante Gestaltung der Aufbereitung (damit einzelne Stufen für Reinigungszwecke ausser Betrieb genommen werden können).
- Einbau von zusätzlichen Aufbereitungsstufen. Hierbei sind die Massnahmen am Stand der Technik auszurichten. z. B. Partikelentfernung durch traditionelle Filtrationsstufen eignen sich zur Entfernung von Quaggalarven nur bedingt. Mit der Membranfiltration (Mikrofiltration und Ultrafiltration) werden die Muschellarven zuverlässig und sicher entfernt. Die Ultrafiltration (Porengrösse 20 nm) ist der Mikrofiltration (Porengrösse bis 100 nm) vorzuziehen, da sie auch Mikroorganismen bis zu einer Grösse von Viren zurückhält.
- Modularer Aufbau des Aufbereitungsprozesses (Stichwort: Multi-Barrieren-System): für flexible Anpassungsmöglichkeit an neue Anforderungen/Herausforderungen (Änderungen der Ökologie See und Mikrobiologie, Auswirkungen Klimawandel, anthropogene Spurenstoffe, Mikroplastik, Nanopartikel, aber auch zukünftiger Wasserbedarf usw.). Der Stand der Technik ist zu berücksichtigen.

### 2.4.2 Neuausrichtung in der Planungsphase

Sämtliche Belange rund um die Quaggamuschel müssen in zukünftige Projekte und deren Planung einfließen. Unter anderem sind folgende Punkte zu beachten:

- Redundante Ansaugvorrichtungen
- Rückholbare Saugkörbe und molchbare Seeleitungen
- Mechanisches oder chemisches Reinigungssystem (soweit behördlich zulässig) für die Ansaugleitungen

- Möglichkeiten für die Chemikaliendosierung (soweit behördlich zulässig) im Bereich des Saugkorbes
- Mehrstrassige Verfahrensführung, damit für Reinigungszwecke jeweils eine Strasse ausser Betrieb genommen werden kann
- Modulare Verfahrensführung, damit schnell und ohne grosse Kostenfolgen auf Veränderungen reagiert werden kann
- Konzept zur Reinigung aller mit Muschellarven in Kontakt kommenden Anlageteile (Spülwasser, Abwasser, Rohwasser)
- Einfach zugängliche Anlagenteile und Leitungen zur Reinigung

## **2.5 Fachliche Unterstützung und Aktivitäten des SVGW**

Der SVGW sammelt und konsolidiert die Fachinformationen zur Quagga-Thematik sowie zu spezialisierten Fachfirmen. Sobald neue Erkenntnisse zu diesen Themen vorhanden sind, werden diese auf ihre Praxistauglichkeit geprüft, in einer geeigneten Form aufbereitet und den Betreibern zugänglich gemacht. Zusätzlich koordiniert der SVGW den Informationsaustausch zwischen betroffenen Seewasserwerksbetreibern, Anlagenbauern und Ingenieuren, z. B. durch ERFA Veranstaltungen.

Es besteht noch viel Wissens- und Forschungsbedarf zu den Themen rund um die Quagga-muschel, wie z. B.

- Einfluss von verschiedenen Materialien und Strömungsgeschwindigkeiten auf die Ansiedlung von (Quagga-)Muscheln
- Muschelresistente Aufbereitungstechnik
- Reinigungsmöglichkeiten der Gewinnungsanlagen

## Anhänge

### Anhang 1 Allgemeines zur Quaggamuschel

**Einschleppung:** In den 1960er und 1970er Jahren hatte die Zebramuschel (ZM, *Dreissena polymorpha*, auch Dreieckmuschel, Dreikantmuschel oder Wandermuschel) nach 200 Jahren langsamer Einwanderung von der Gegend ums Schwarze Meer den Wasserrouten entlang nach Europa, die Schweizer Gewässer erreicht. Heute wandert die Quaggamuschel (QM, *Dreissena rostriformis*), eine nahe Verwandte, bei uns ein. Auch sie stammt aus dieser Gegend und reiste mit Schiffen über See und Kanäle in die Schweiz ein. Durch Boottransporte wurde die Muschel ebenfalls in nicht durch natürliche Wasserwege erreichbare Gewässer verschleppt. Es ist zu befürchten, dass sie in gleicher Weise allmählich auch in die noch nicht besiedelten Gewässer verschleppt wird.

Zurzeit (Stand Juni 2020) besiedelt die Quaggamuschel in der Schweiz den Bodensee, Genfersee, Neuenburgersee, Bielersee, Murtensee und den Rhein.

**Vermehrung:** Beide Muscheln (Zebra- und Quaggamuschel) gehören der Gattung *Dreissena* an. Diese Süss- bis Brackwassermuscheln sind getrenntgeschlechtlich und hierzulande die einzigen Süsswasser-Muscheln deren Larvenstadien sich im freien Wasser abspielen (und nicht im Muttertier). Männchen und Weibchen stossen in der Laichperiode regelmässig Spermien bzw. Eizellen aus. Die Befruchtung findet im Wasser statt und ist umso effizienter je dichter die Elterntiere leben, was die exponentielle Vermehrung erklärt. Die Larven führen einige Wochen ein planktonisches Leben; sie bewegen sich aktiv im Wasser und werden von Strömungen verschleppt. Die hohe Larvenproduktion und das freischwimmende Stadium der Larven erklären das starke Verbreitungspotential, trotz ihrer hohen Sterberate. Die Runde Schale der Larven ist insbesondere mit der Polarisationsmikroskopie gut zu erkennen.

**Entwicklung:** Nach einigen Wochen metamorphosieren sich die Larven zu jungen Muscheln, die sich mit ihren Byssusfäden fixieren.

Die Muscheln können sich davon lösen und sich mit ihrem Fuss fortbewegen. Junge Muscheln haben erwachsene doppelte Schalen, können sie anfangs allerdings noch nicht effizient schliessen. Daher sind sie im jungen Stadium noch auf Trockenheit und Chemikalien empfindlich – allerdings weit weniger als Bakterien und Viren. Deshalb reichen die in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzten Dosen an Desinfektionsmittel nicht aus, um sie abzutöten. Beobachtungen im Bodensee haben bei jungen Muscheln ein schnelles Wachstum von ca. 1 mm/Woche und eine Geschlechtsreife ab 7 mm festgestellt.

**Quagga- und Zebramuschel im Vergleich:** Die Zebramuschel (ZM) und Quaggamuschel (QM) unterscheiden sich in mehreren Punkten. Die ZM, obwohl sehr polymorph, ist eher dunkel und deutlich gestreift; im Querschnitt ist sie klar dreieckig (daher wird sie auch Dreieck- oder Dreikantmuschel genannt) und kann auf ihrem geraden «Scharnier» stehen. Die ZM gedeiht um 5–15 Meter Tiefe, wo sie sich auf alle festen Oberflächen festsetzt (Felsen, Holz, Metall, Plastik, Glass, andere Muscheln usw.). Sie wächst mehrschichtig und kann Rohre und Seiher verstopfen, wird aber unter 35 Meter Tiefe kaum mehr zum Problem. Die Laichperiode hängt hauptsächlich von der Wassertemperatur ab und dauert in unseren Breiten von Juni bis Oktober.

Die QM dagegen ist oft heller und weniger klar gestreift, in tiefen Formen kann sie sogar weiss sein. Das «Scharnier» ist nicht gerade, sondern eher s-förmig, die Schalen sind gerundet und die Muschel kippt, wenn sie auf das «Scharnier» gestellt wird. Sie ist genügsamer als die ZM und kann in kälterem und nährstoffärmerem Wasser leben. Sie wird im Bodensee bis auf eine Tiefe von 180 Meter aufgefunden und kann hierzulande ganzjährig laichen. In Schweizer Seen wurden die höchsten Larvendichten eher während oder am Ende der kalten Jahreszeit gemessen. Sie setzt sich nicht nur auf festen Untergründen fest, sondern auch auf lockerem Boden (Sand, Schlick) wo sie mehrschichtige Teppiche formen kann.



### Zebrauschel, *Dreissena polymorpha*

Herkunft:	Kaspische/Schwarze Meer
Verschleppung:	Schiffe, Wanderboote
Ansiedelung:	Hartsubstrate
Besiedlungsdichte:	< 100'000 Individuen/m <sup>2</sup>
Reproduktionstemperatur:	> 10 – 12 °C
Reproduktionszeitraum:	Mai - September



### Quaggamuschel, *Dreissena rostriformis*

Herkunft:	Schwarzmeergebiet
Verschleppung:	Schiffe, Wanderboote
Ansiedelung:	Hart- und Weichsubstrate
Besiedlungsdichte:	> 100'000 Individuen/m <sup>2</sup>
Reproduktionstemperatur:	> 5 - 6 °C
Reproduktionszeitraum:	ganzjährig

Quelle: Bericht «Eckpunkte und Anpassungsstrategien zur zukunftsweisenden Wassergewinnung und –aufbereitung aus dem Bodensee»; von BWV und TZW

**Abb. 1** «Steckbriefe» der Dreikantmuscheln *Dreissena polymorpha* und *Dreissena rostriformis*

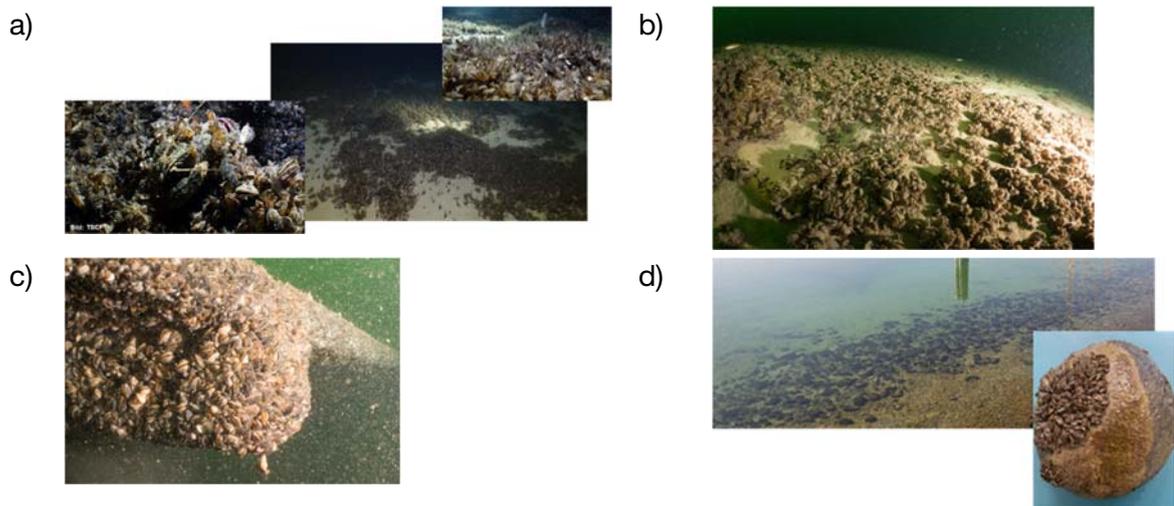
Bei Larven und juvenilen Muscheln (< 5mm) ist über ihre Morphologie noch keine sichere Unterscheidung zwischen Zebra- und Quaggamuscheln möglich. Bei den grösseren Jungmuscheln (5–10 mm) sind Form und Färbung bereits entwickelt, wodurch eine morphologische Unterscheidung möglich ist.

Wenn beide Muscheln im gleichen Gewässer vorkommen wird oft festgestellt, dass die QM überhandnimmt. Sie können aber auch verschiedene Nischen einnehmen. Die Besiedlung der nordamerikanischen Seen durch die beiden Muscheln (Beginn Ende 1980) ist von See zu See unterschiedlich verlaufen und hatte zum Teil katastrophale ökologische Folgen.

Die Unterscheidung zwischen Zebra- und Quaggamuschel ist für Wasserversorger nicht unbedingt von Bedeutung, da beide Arten ihre Anlagen besiedeln und eine Fassung in 60 Meter Tiefe langfristig keinen Schutz mehr garantieren kann. Es ist jedoch möglich, dass die Quaggamuschel zu einem grösseren Problem wird als die Zebrauschel es bisweilen war. Da die Quaggamuschel im Gegensatz zur Zebrauschel auch den in Seen oft weit verbreiteten weichen Untergrund besiedeln kann.

**Einfluss auf die Umwelt:** Die *Dreissena*-Muscheln werden als Ingenieurarten eingestuft, da sie Ihre Umwelt stark verändern und auch mit riffartigem Bewuchs gestalten können. Da jede Muschel bis zu einem Liter Wasser pro Tag filtriert, kann ein starker Konkurrenzdruck um Plankton entstehen. Das Wasser wird zwar klarer, aber die erste Stufe der Nahrungskette ist dann durch die Muscheln in erheblichem Mass den bisherigen Benutzern (dem Zooplankton) entzogen. Dies könnte den Fischbestand, wie in einigen amerikanischen Seen, stark beeinträchtigen. Gewisse Fischarten können auch durch die Besiedlung ihrer Laichstätten durch die QM gefährdet werden. Zudem fördert klares Wasser das Wachstum von zum Teil unerwünschten Wasserpflanzen und soll auch zu Blaualgenblüten führen.

Bedingt durch ihre hohe Fortpflanzungsrate und ihr aggressives Raumnutzungsverhalten (Abb. 2) kann das Vorkommen der Quaggamuschel heute in Teilen des Bodensee als «flächendeckend» bezeichnet werden.



Quelle: Bericht «Eckpunkte und Anpassungsstrategien zur zukunftsweisenden Wassergewinnung und -aufbereitung aus dem Bodensee»; von BWV und TZW

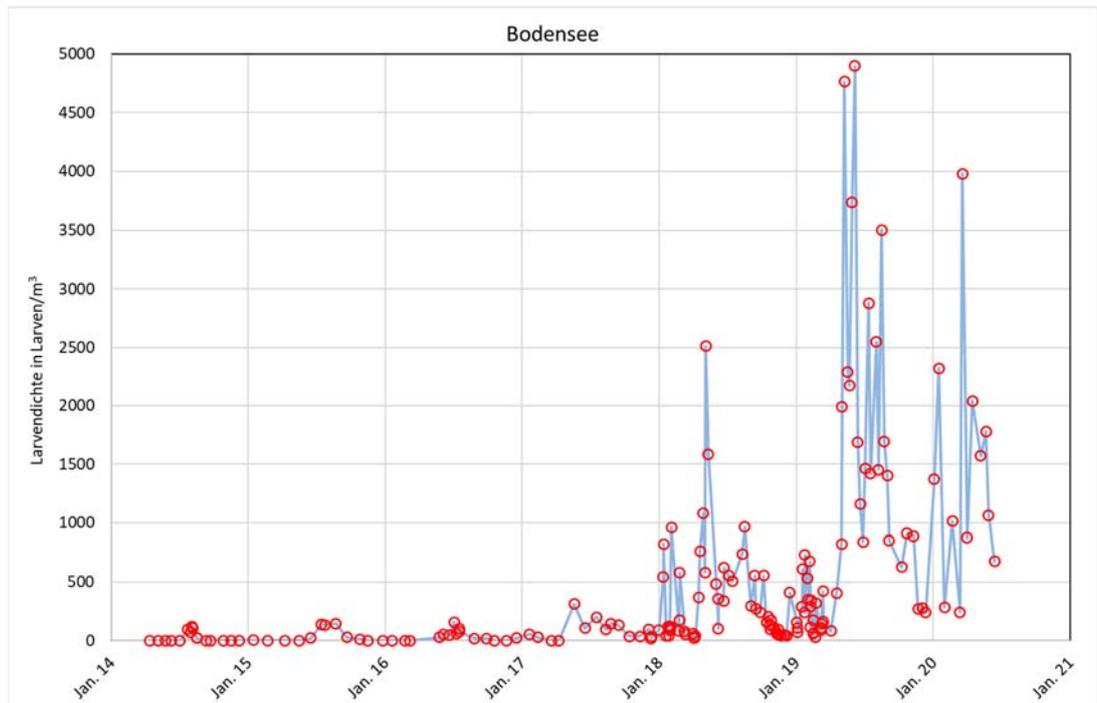
**Abb. 2** Ausgewählte Beispiele zum Nachweis von Quaggamuscheln im Bodensee

- a) Überlingen – Halde östlich Mantelhafen, Höhe Minigolfplatz, Tiefe ca. 6–15 m (Februar 2018)
- b) Tiefensteinbucht – Bereich Frasnacht, 9 m Tiefe (Juni 2018)
- c) Taucherplattform für Ausbildungszwecke, Bewuchs innerhalb 9 Monaten (Juni 2018)
- d) Muschelbänke in Sipplingen, Uferbereich Promenade (Februar 2019)

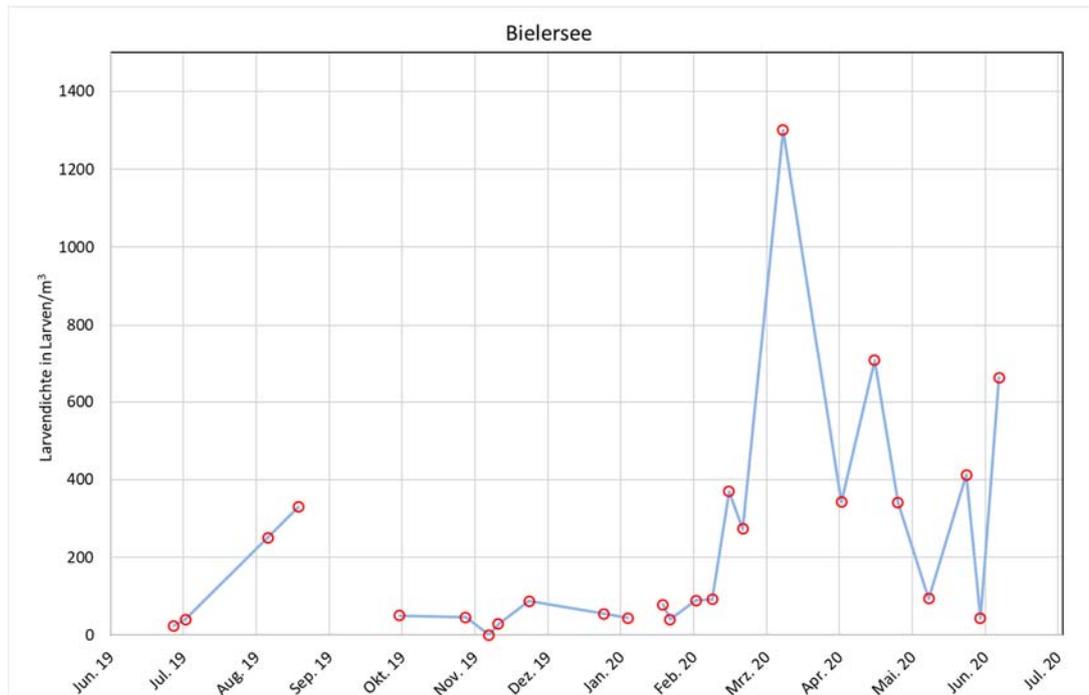
In der Abbildung 3 wird die zeitliche Entwicklung der Muschellarvenkonzentration im Bodensee und im Bielersee dargestellt. Im Bodensee wird der Entnahmebereich der Bodenseewasserversorgung in Sipplingen in einer Tiefe von 60 m dargestellt. Im Bodensee wurde erstmals im Mai 2016 ein einzelnes Exemplar einer Quaggamuschel bei Wallhausen am südlichen Ufer des Überlinger Seeteils nachgewiesen.

Im Bielersee wird die Muschellarvenkonzentration durch den Wasserversorger Energie Service Biel seit Juli 2019 systematisch bestimmt. Die Abbildung zeigt die Larvenkonzentration im Rohwasser aus der Seeleitung mit einer Entnahmetiefe von 38 m. Sowohl im Boden- als auch im Bielersee kann ein explosionsartiger Anstieg der Larvenkonzentration festgestellt werden.

a)



b)



Quelle: a) Bodensee-Wasserversorgung (BWV), b) Energie Service Biel (ESB)

**Abb. 3** Larvendichte im Rohwasser bei den Entnahmestellen im Boden- und Bielersee

a) Bodensee, Entnahmestelle in 60 m Tiefe im Entnahmebereich Sipplingen

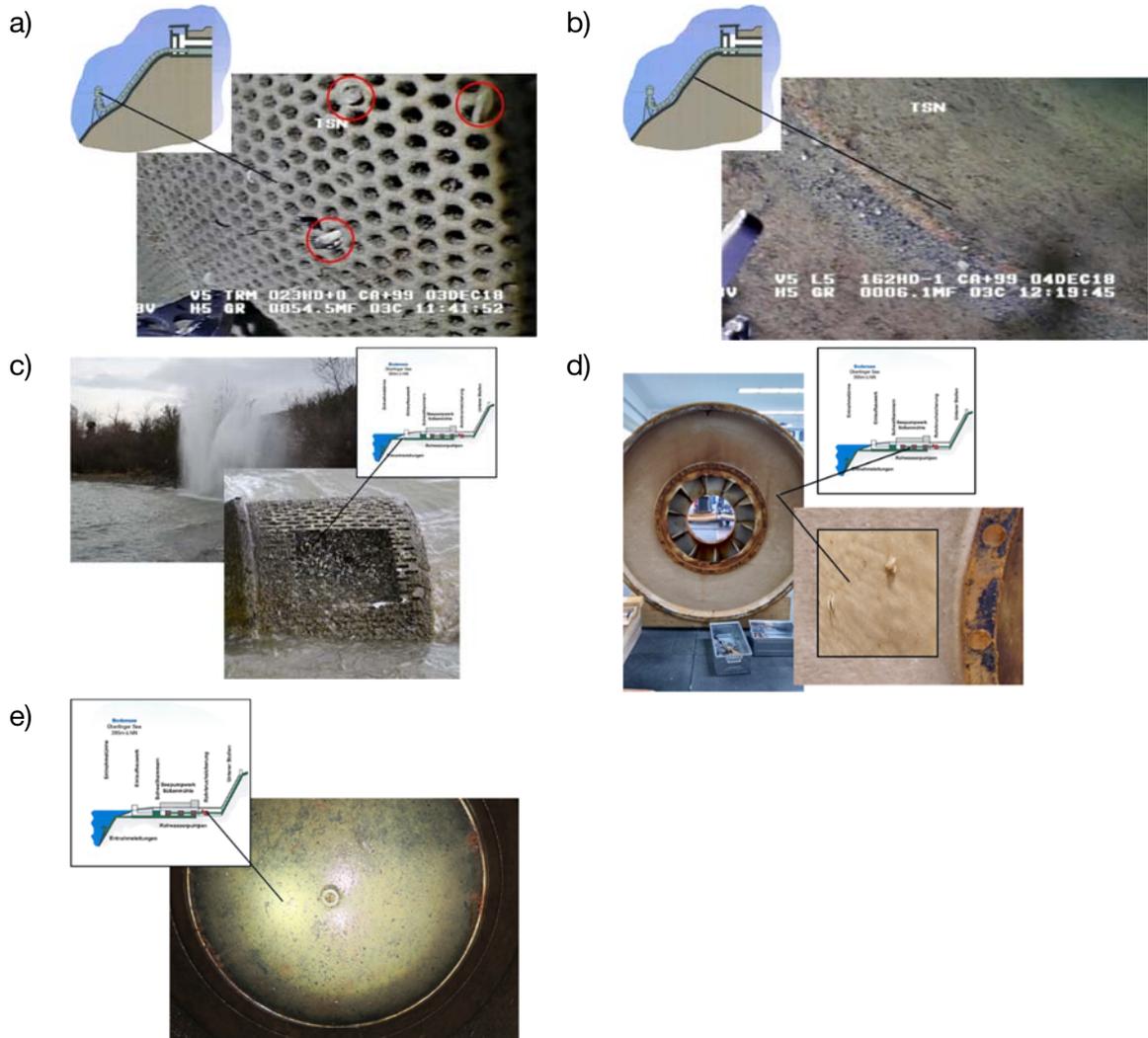
b) Bielersee, Entnahmestelle in 38 m Tiefe im Entnahmebereich Ipsach

## **Anhang 2 Besiedelung technischer Komponenten der Wasserentnahme und -aufbereitung**

Beide Muscheln können menschliche Installationen besiedeln und deren Nutzung stark beeinträchtigen. So sind Nutzer wie Hafentreiber, Schiffahrtsbetriebe, Betreiber von oberflächenwasserbasierten Energiegewinnungsanlagen, Kühlungsanlagen mit Rohwasser oder Wasserversorger durch den Bewuchs von Bauwerken und Schiffen sowie den Verschluss von Entnahmeleitungen davon stark betroffen.

Aufgrund der spezifischen Eigenschaften und der Adaptionsfähigkeit der Quaggamuschel ist zusätzlich zu der dauerhaften Besiedelung in oberflächennahen Bereichen von einem zunehmenden und dauerhaften Vorkommen im Tiefenwasser auszugehen. Bei der Wassergewinnung und -aufbereitung können entsprechend durch Anhaftungen in den Entnahmesystemen und nachgeschalteten Verfahrenskomponenten hydraulische Beeinträchtigungen und unerwünschte Folgen nicht ausgeschlossen werden.

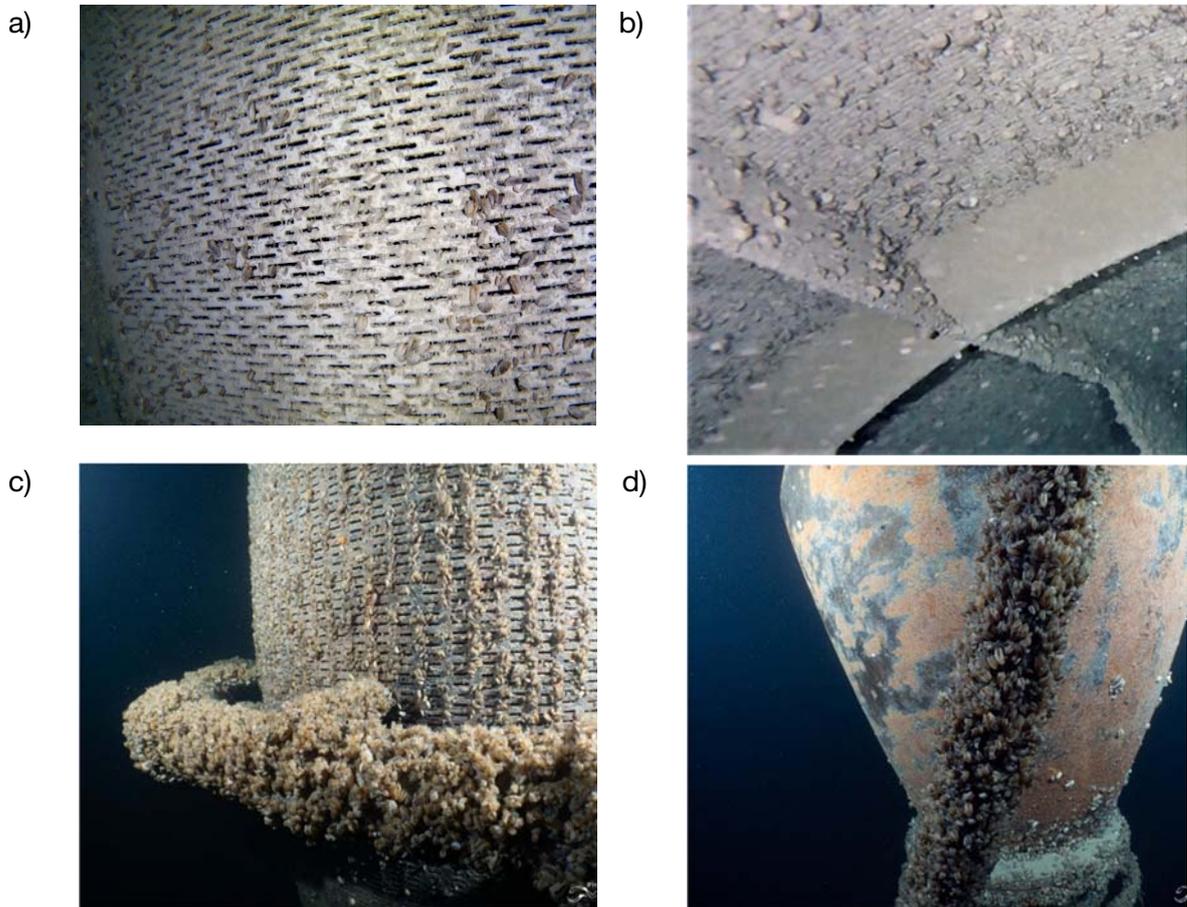
So können aktuell bei Wasserwerken am Bodensee (Beispielsweise Bodensee-Wasserversorgung, Regionale Wasserversorgung St. Gallen, Wasserwerk Frasnacht) bei den Entnahmestationen (Saugkörben/Seiher, Entnahmeleitungen, Pumpen, Behältern) bereits ein deutlich sichtbarer Quaggamuschel-Befall und in den Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung ebenfalls Muschelarven bzw. Muscheln gefunden werden (siehe Abb. 4 und 5).



Quelle: Bericht «Eckpunkte und Anpassungsstrategien zur zukunftsweisen-den Wassergewinnung und -aufbereitung aus dem Bodensee»; von BWV und TZW

**Abb. 4** Muschelbewuchs in den Entnahmesystemen und vorgelagerten technischen Anlagekomponenten, dargestellt am Beispiel der Bodensee-Wasserversorgung (BWV)

- a) Lochblech Entnahmekorb «Ost» (Dezember 2018)
- b) Entnahmeleitung Ost (Dezember 2018)
- c) Grundablass «Schwallkammer» (Februar 2019)
- d) Rohwasserpumpe 1 – Stufe 1 (Oktober 2018)
- e) Rohrbruchsicherung «Druckleitung Seepumpwerk Sipplinger Berg» (Oktober 2018)



Quelle: Stadtwerke St. Gallen

**Abb. 5** Muschelbewuchs an Saugkörben der Regionalen Wasserversorgung St. Gallen (RWSG):

a) Ansaugkorb aussen SWW Frasnacht

b) Ansaugkorb innen SWW Frasnacht

c) Ansaugkorb aussen mit umlaufender Leitung für Stosschlorung SWW Rohrschach

d) Zuführleitung für Stosschlorung im Vordergrund (starker Bewuchs) und Konus des Ansaugkorbes im Hintergrund (praktisch kein Bewuchs)

Bemerkenswert ist die unterschiedliche Besiedelung von verschiedenen nebeneinanderliegenden Anlagenteilen, wie in Abbildung 5d) dargestellt: Offenbar hat das Material, die Form oder die herrschenden Strömungsverhältnisse einen erheblichen Einfluss auf die Besiedelung.

Regelmässige Druckmessungen, die bei der Rohwasserentnahme und -förderung durchgeführt werden, zeigen jedoch weder bei der BWV noch bei der RWSG bislang hydraulische Auffälligkeiten oder Beeinträchtigungen. Durch die Besiedelung im Bereich der Entnahme wird aber die Larvendichte im zugeführten Rohwasser erhöht, und somit steigt das Risiko des Befalls der nachgeschalteten Aufbereitungskomponenten.

### Anhang 3 Identifikationshilfe Quaggamuschel

Im Folgenden sind Fotos und schematische Darstellungen der Quagga- und der Zebra- muschel wiedergegeben. Die Abbildungen dienen als Hilfestellung zur Identifikation der vor- gefundenen Muscheln.



Quagga seitlich: Mandelförmig, gerundete Unterseite, kippt zur Seite

Zebra seitlich: Etwas in die Länge gezogen, flache Unterseite, kann darauf liegen



Quagga von hinten: Eher rundlich



Zebra von hinten: Dreieck erkennbar



Quagga von vorne: Schmäler



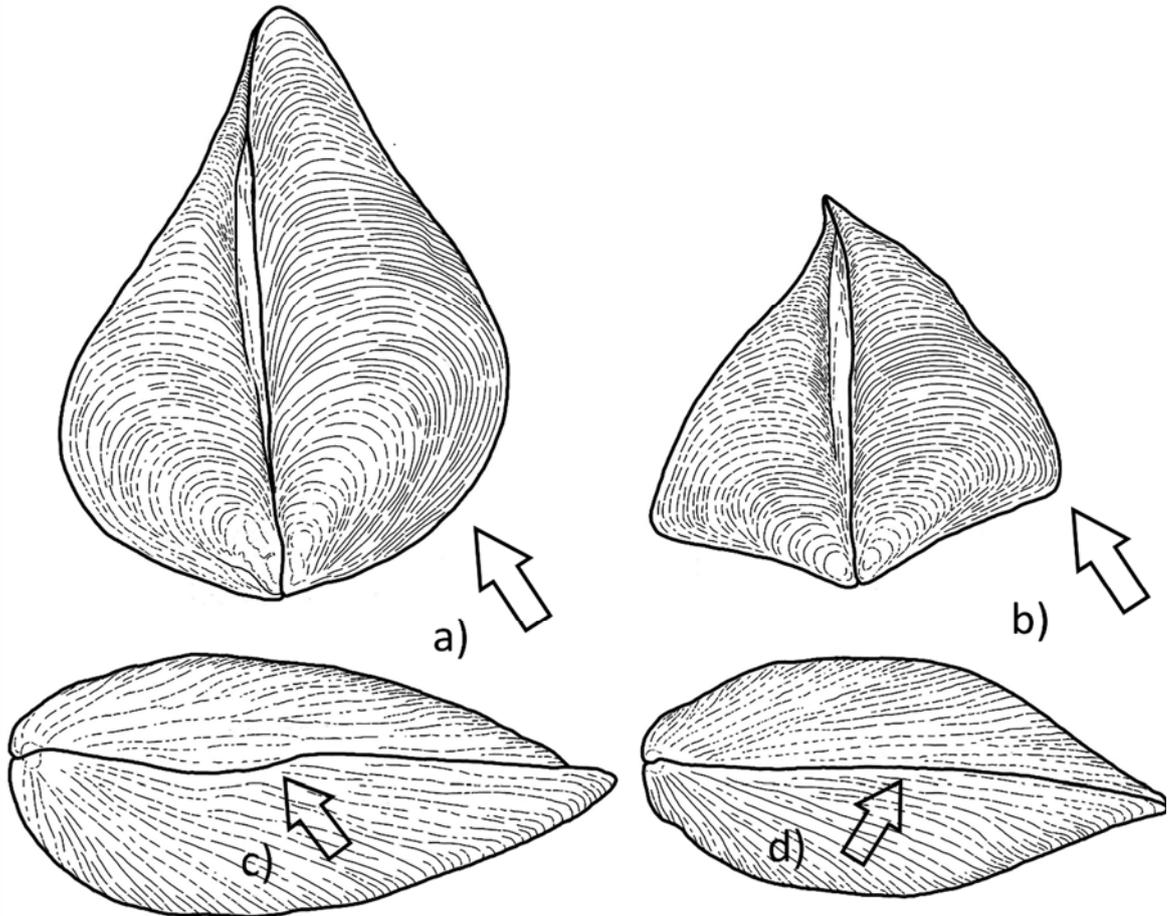
Zebra von vorne: Breiter, dreieckig

Quelle: Stadtwerke St. Gallen

**Abb. 6** Unterscheidungsmerkmale zwischen der Quagga- und der Zebra- muschel

### Quaggamuschel

### Zebramuschel



Ansicht von vorn mit Blick auf das Ligament (oben) und auf die Bauchseite (unten) der Quagga- und der Zebromuschel

a) Bei der Quaggamuschel sind die Schalen gerundet

b) Bei der Zebromuschel sind die Schalenränder deutlich kantiger. Diese Kantigkeit lässt sich auch gut ertasten bei gefundenen Exemplaren

c) Die Schalenränder der Quaggamuschel verlaufen s-förmig

d) Die Schalenränder der Zebromuschel verlaufen geradlinig

Quelle: Martens et al, 2007

**Abb. 7** Schematische Darstellung der Unterscheidungsmerkmale zwischen Quagga- und Zebromuschel

a)



b)



c)



d)



Quelle: L. Haltiner, Eawag

**Abb. 8** Unterschied Quagga- zu Zebra mussel. Die Quagga mussel ist jeweils auf der rechten Seite abgebildet.

b) Die Zebra mussel steht auf der kantigen Fläche, wogegen die Quagga mussel zur Seite kippt.

d) Die relativ breite dreieckige Form der Zebra mussel unterscheidet sich deutlich von der schmaleren runden Form der Quagga mussel.

a)



b)



c)



d)



Quelle: Service de l'eau Lausanne

**Abb. 9** Verschiedene Ansichten der Zebra- und der Quaggamuschel. Die Fotos sind auf mm Papier aufgenommen

- a) Zebramuscheln
- b) Zebramuscheln
- c) Quaggamuscheln
- d) Quaggamuscheln