



Kleine Sammlung diverser Membranpumpen-Modelle

## LUFTHEBER 1

# Wo bleibt die Luft?

Benötigt der Aquarianer Luft für seine Fische, greift er meist zur Membranpumpe, das Angebot ist groß. Setzt er sie dann ein, liefert sie oft weniger Luft als erwartet. Wieso? | VON PETRA FITZ

**L**uft verwendet man in Aquarien gewöhnlich zu verschiedenen Zwecken:

- zur Sauerstoffversorgung von Aquarien mit hohem Fischbesatz und/oder fehlender Bepflanzung;
- als „Motor“ bei Filtern (Luftheber für Hamburger Mattenfilter, luftbetriebene Schwammfilter);
- zum Betrieb geschmackvoller Aquariendekoration (Muscheln, Schatztruhen, Taucher ...).

In jedem Fall benötigt man eine passende „Luftquelle“, üblicherweise

eine Membranpumpe. Die Hersteller geben an, für welche Aquariengröße ihre Pumpen geeignet sind und welche Luftleistung maximal zu erwarten ist. Setzt man das Gerät dann ein, stellt man mitunter fest, dass die Angaben nicht zutreffen, insbesondere wenn mehrere Aquarien angeschlossen sind.

So wollte ich eine Membranpumpe (von Tetra) mit einer angegebenen Luftleistung von (maximal) 300 Litern pro Stunde zum Betrieb von Lufthebern in drei Aquarien verwenden.

Die Pumpe hat zwei Ausgänge. Geeignet ist die „APS 300“ laut Hersteller für Aquarien von 120 bis 300 Litern Inhalt. Meine Becken fassten 112, 54 und 40, also insgesamt 206 Liter Wasser. Das Gerät sollte also passen ...

So schloss ich das 112-Liter-Aquarium an einen der Ausgänge an, die beiden anderen Becken (mittels T-Stück) an den zweiten. Damit ich die Luft wunschgemäß verteilen konnte, hatte ich in jede Leitung ein Regelventil gesetzt. Die verwendeten Luftheber arbeiten nach dem „tschechischen“



Auslitern der Luftmenge, die der Luftheber liefert

Prinzip (GN-Luftheber; [www.gn-luftheber.de](http://www.gn-luftheber.de)), sind also sehr leistungsfähig bei geringem Strömungswiderstand. Doch das Ergebnis war eher unbefriedigend. Viel Regalarbeit war nötig, um eine ausreichende Förderleistung aller Luftheber zu erreichen.

Die Luftvolumen-Leistung der Pumpe in der gegebenen Anordnung ermittelte ich durch Auslitern der Luftmenge, die aus den Lufthebern herauskam. Dazu tauchte ich einen Ein-Liter-Messbecher vollständig unter. Dann hob ich ihn, den Boden nach oben, aus dem Wasser (also gefüllt), bis sich seine Öffnung knapp unterhalb der Oberfläche befand. Nun hielt ich den Luftheber unter die Öffnung und stoppte, wie lange es dauerte, bis ein Liter Wasser aus dem Messbecher durch Luft verdrängt war. Diese Messung, an allen Aquarien durchgeführt, erbrachte als Gesamtluftleistung der APS 300 unter den gegebenen Bedingungen 256 Liter Luft pro Stunde.

Die Wasserförderrate der Luftheber bei dieser Leistung ermittelte ich ähnlich: Ich versenkte den leeren Messbecher (Öffnung nach oben) so weit, dass die Oberkante gerade oberhalb der Wasserlinie lag. Dann hielt ich die Auslassöffnung des Lufthebers über den Messbecher und stoppte, wie lange es dauerte, bis ein Liter Wasser gefördert war. Das Ganze ebenfalls wieder an allen Aquarien durchgeführt

und aufsummiert ergab eine Wasserförderleistung von 412 Litern pro Stunde. Das war eigentlich genug (bei 206 Litern Gesamtvolumen der Aquarien), aber ich dachte, dass ich die Förderleistung durch eine entsprechende Änderung der Luftführung noch verbessern könnte (siehe auch Seite 22, Luftheber im Vergleich).

Dazu baute ich eine Luftringleitung gleich hinter der Membranpumpe mit beiden Anschlüssen in ein 25-Millimeter-Kunststoffrohr, das an den drei Becken vorbeiführte. Von dort verliefen kurze Leitungen (mit Ventilen) zu den Aquarien. Die Verbindungen der Leitung verklebte ich mit Tangit und überprüfte ihre Dichtigkeit.

Von der 25-Millimeter-Luftleitung versprach ich mir eine bessere Volumenleistung der Membranpumpe, weil die Leitung einen größeren Durchmesser und damit einen geringeren Strömungswiderstand hatte. Leider erbrachte diese Änderung jedoch keine Verbesserung, sondern eher eine Verschlechterung: 369 Liter pro Stunde Wasser- und 225 Liter Luftförderleistung (gesamt).

Andreas Spreinat, den ich um Rat fragte, weil ich mir das Ergebnis nicht erklären konnte, riet mir, die verbauten Einzelteile (Ventile, Luftheber) genauer zu betrachten; möglicherweise verursachten sie einen wesentlich



Drei Aquarien, an einer Membranpumpe (APS 300, Tetra) angeschlossen

höheren Strömungswiderstand als die Leitung, sodass deren Verbesserung (25 statt sechs Millimeter) nicht messbar ins Gewicht fiel.

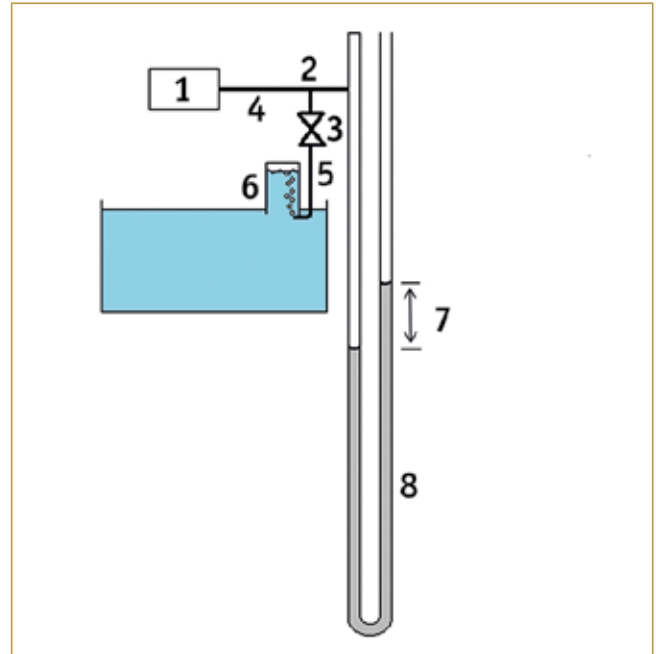
Membranpumpen (wie eigentlich alle Förderpumpen) haben eine (gegen-)druckabhängige (Luft-)Förderleistung. Das heißt: Je größer der Gegen- druck, desto geringer die Förderleistung (maximale Leistung ohne Anschlüsse, minimale Leistung bei geschlossenem Luftregelventil). Der Zusammenhang zwischen der Förderleistung einer Pumpe und dem herrschenden Gegendruck ist durch die sogenannte Pumpenkennlinie definiert.

Leider sind solche Kennlinien im besten Fall in der Beschreibung wasserfördernder Pumpen enthalten. Bei Luftförderpumpen fand ich sie bisher nur im Datenblatt der von mir verwendeten großen Modelle (Kompressor „Medo 2,7“ mit 2,7 und „Medo 1,6“ mit 1,6 Kubikmetern pro Stunde Luftleistung). Bei den kleineren Membranpumpen erhielt ich selbst auf Nachfrage bei den Herstellern keine Angaben. Also baute ich mir eine Vorrichtung, um die Pumpenkennlinie aufzunehmen. Kernstück ist ein U-Rohr-Mano-





Luftringleitung zu den drei Aquarien



Prinzipskizze: Messaufbau zur Aufnahme der Pumpenkennlinie  
 1 = APS 300 (Membranpumpe); 2 = T-Stück; 3 = Luft-Regelventil; 4 = Luftleitung (Vier/sechs-Millimeter-Luftschlauch); 5 = Messleitung zur Messung der Volumenleistung (Luft in Litern pro Stunde); 6 = Messgefäß im Aquarium (Zwei-Liter-Messbecher); 7 = Differenzdruck (Zentimeter Wassersäule); 8 = U-Rohr-Manometer (blau: Wasser) aus 12/16-Millimeter-Aquarienschlauch und 12/16-Millimeter-Auslaufbogen gebaut. Skala: Meterstab (siehe auch den Beitrag „Stromausfall infolge Hochwassers“ in DATZ 8/2013)

meter, mit dem man den Betriebsdruck der Pumpe messen kann.

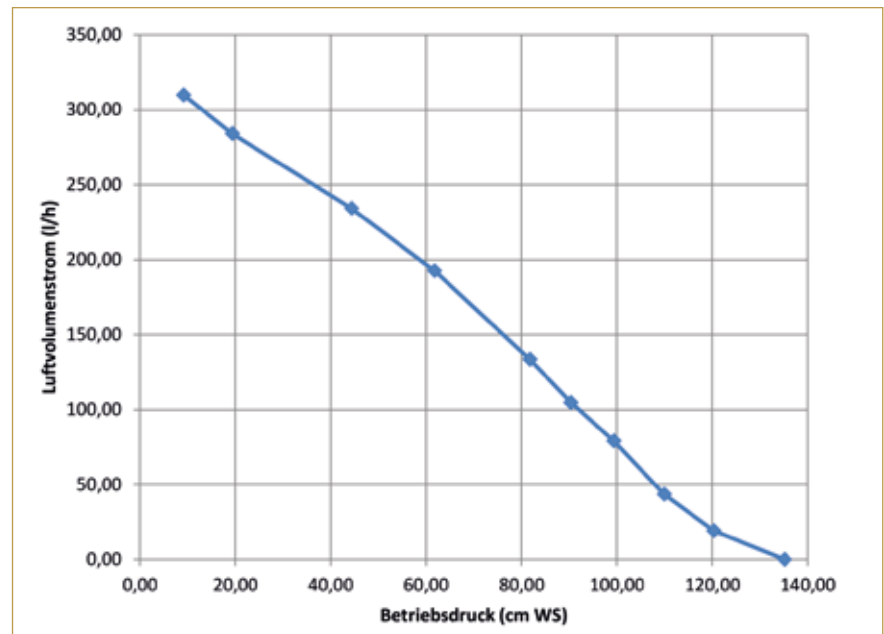
Um die Pumpenkennlinie zu ermitteln, bestimmte ich die Luftvolumenleistung der APS 300 bei verschiedenen Ventilstellungen und maß den dabei herrschenden Betriebsdruck (Differenzdruck in Zentimetern Wassersäule; ein Meter Wassersäule = 0,1 Bar).

Das Ergebnis: Bei geringem Betriebsdruck fördert die APS 300 sogar mehr als die angegebenen 300 Liter pro Stunde! Schön sieht man an der Kennlinie, dass bei steigendem Gegendruck (verursacht durch Ventile, Luftheber, Leitungen) die Volumenleistung der Membranpumpe schnell nachlässt. So kann sie bei einem Gegendruck von 60 Zentimetern Wassersäule (= 0,06 Bar) nur noch knapp 200 Liter Luft „produzieren“, ihre Leistung ist also schon um ein Drittel verringert.

So weit, so gut. Bei meinen Aquarien kam also weniger Luft an, weil meine verbauten Teile (Leitung, Ventile,

Luftheber) einen Druckabfall verursachen. Nun war es natürlich interessant herauszufinden, welche Bauteile wie viel Druckabfall oder Strömungswiderstand erzeugen. Deshalb maß ich verschiedene typische Teile: Luft-

heber, Luft-Regelventile, Luftleitungen, Rückschlagventile und Ausströmersteine. Der Versuchsaufbau war ähnlich angelegt wie für die Pumpenkennlinie, doch diesmal hängte ich die Bauteile direkt hinter das T-Stück.



Pumpenkennlinie der APS 300 von Tetra (etwa drei Monate in Betrieb)

Zunächst ermittelte ich den Betriebsdruck, während nur die Verbindung APS 300 – T-Stück – U-Rohr-Manometer bestand (Druckabfall durch kurze Schläuche und T-Stück). Er betrug zwei Zentimeter Wassersäule. Dieser Wert wurde jeweils von den ermittelten Messwerten abgezogen (Nullwert). Wenn nötig, verwendete ich hinter dem T-Stück einen acht Zentimeter langen Vier/sechs-Millimeter-Luftschlauch. Der verursachte noch einmal einen Druckabfall von 0,4 Zentimetern Wassersäule. Dementsprechend zog ich dann 2,4 Zentimeter Wassersäule vom Messwert ab.

Die Messungen der Bauteile erfolgten der Einfachheit halber außerhalb des Wassers. Natürlich würden im Wasser befindliche Teile (Schwammfilter, Ausströmerstein) einen anderen Druckabfall verursachen (schon durch die eingetauchte Zuleitung: Eintauchtiefe in Zentimetern = Druckabfall in Zentimetern Wassersäule). Mir ging es aber um einen Vergleich verschiedener Bauteile untereinander, und dafür war die Messanordnung ausreichend. Das Ergebnis überraschte mich: Es gab immense Unterschiede im Druckabfall bei Bauteilen mit gleichem Verwendungszweck!

Zunächst vermaß ich verschiedene Ausströmersteine: Ausströmer 1 von Eheim, Ausströmer 2 von evolution und Ausströmer 3 von Tetra. Der größte Ausströmerstein verursachte die geringsten Strömungsverluste, wird aber im Betrieb wohl auch die größten Blasen erzeugen (das untersuchte ich an dieser Stelle nicht). Außerdem war der



Anordnung für die Messung des Druckabfalls typischer Bauteile einer Luftversorgung (Luftquelle: APS 300; Verbraucher: Ausströmerstein AS 35, beides von Tetra, gemessen mit Acht-Zentimeter-Messleitung)

Eheim-Ausströmer schon gebraucht, die beiden anderen hingegen waren neu. Insgesamt waren die Strömungswiderstände der Ausströmer mit maximal zehn Zentimetern Wassersäule eher gering.

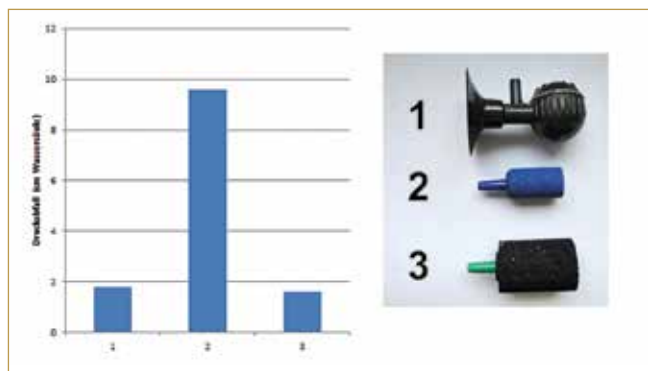
Größer waren die Strömungswiderstände verschiedener Rückschlagventile. Die Ventile 1 und 4 kann ich leider keinem Hersteller zuordnen, weil sie aus meiner Bastelkiste stammten. Diese Ventile waren ebenfalls schon gebraucht, funktionierten aber noch einwandfrei (Puste-Probe).

Die Ventile 2 (Tetra) und 3 (JBL) waren neu. Sie verursachten beide einen Strömungswiderstand von etwa

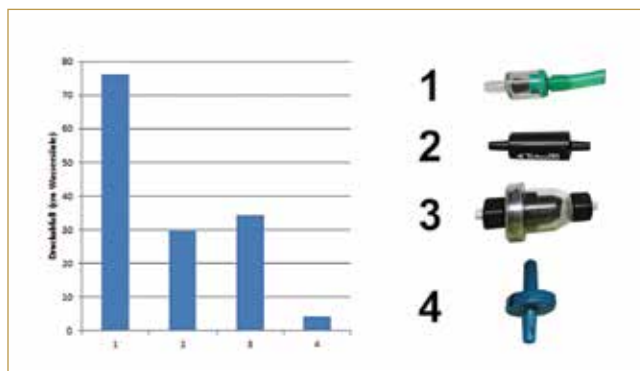
30 Zentimetern Wassersäule, was einem Leistungsverlust der Membranpumpe von ungefähr 15 Prozent entspricht.

Am besten gefiel mir übrigens Ventil 1, in dem deutlich sichtbar eine kleine Metallfeder verbaut war und an dem man schön das Funktionsprinzip erkennen konnte, doch leider taugt es mit einem Druckabfall von gut 75 Zentimetern Wassersäule nicht viel. Eindeutig am besten schnitt Ventil 4 ab – weiß vielleicht ein Leser, ob es dieses Produkt noch gibt und wo man es beziehen kann?

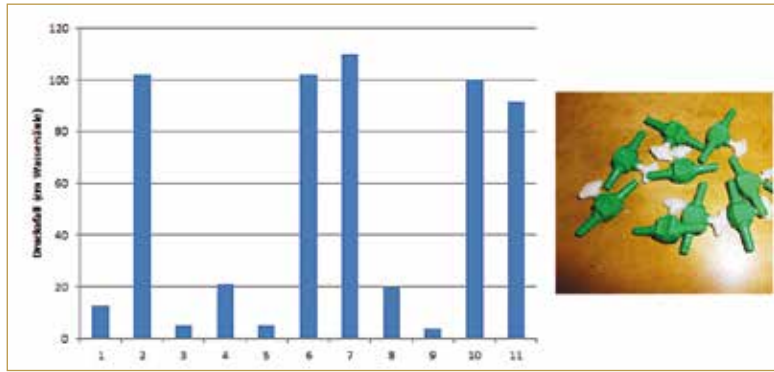
Bei den Luftregelventilen schnitt eines besonders schlecht ab. Zur Mes-



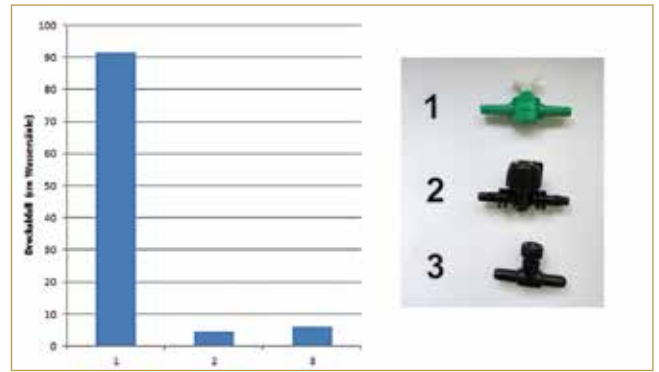
Druckabfall bei Ausströmersteinen



Druckabfall bei Rückschlagventilen



Druckabfall von elf grünen Ventilen (maximal geöffnet)



Druckabfall von Luftventilen (vollständig geöffnet)

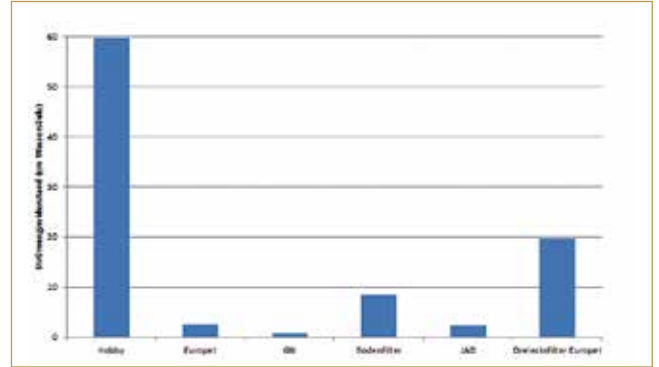
sung wurden alle Ventile so weit wie möglich geöffnet, was bei Ventil 1 und Ventil 3 bedeutete: so weit, dass der Hahn nicht herausfiel (Gewindeventil)! Das Ventil 2 ist ein „Auf-zu“-Ventil. Die Ventile 1 (von Hobby?) und 2 hatte ich im Großhandel als lose Ware bezogen, also ohne Herstellerangabe, das Ventil 3 stammt von Tetra (ist im Lieferumfang der APS 300 enthalten). Das Ergebnis erstaunte mich sehr: Ventil 1 ist offenbar so eng, dass es auch bei maximaler Öffnung einen Strömungswiderstand von über 90 Zentimetern Wassersäule verursacht! Im Fall der APS 300 bedeutet allein das Verwenden dieses Ventils einen Leistungsverlust von rund 66 Prozent!

Die beiden anderen Modelle schnitten wesentlich besser ab. Weil ich über den Messwert des grünen Ventils so erstaunt war, vermaß ich mehrere dieser Teile. Das Ergebnis war dubios: An elf gemessenen Ventilen kamen Strömungswiderstände zwischen fünf und 110 Zentimetern Was-

sersäule heraus! Bei genauerem Betrachten der Stücke mit hohem Druckabfall sah man, dass es im Inneren spanartige Ablagerungen gab. Ich vermute, dass bei der Herstellung (Schneiden des Gewindes für den Hahn) unsauber gearbeitet wurde, was zu diesen Rückständen führte. Mit einer Schlauchbürste ließen sich die Verunreinigungen nur zum Teil entfernen.

Der Strömungswiderstand unterschiedlich langer Leitungen ist in der folgenden Grafik dargestellt. Das Ergebnis: Je länger, desto mehr Widerstand – aber nicht so viel, wie ich dachte.

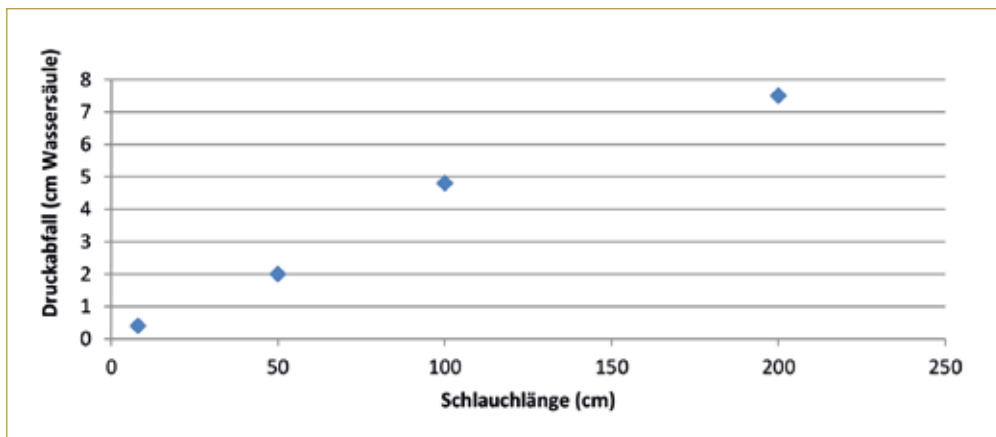
Schließlich wurden noch verschiedene Luftheber vermessen; der erste



Druckabfall verschiedener Luftheber und Luftfilter

ist ein „einfacher Luftheber“, die nächsten beiden arbeiten nach dem „tschechischen Prinzip“. Hier fällt der Hobby-Luftheber mit einem Strömungswiderstand von fast 60 Zentimetern Wassersäule völlig aus dem Rahmen! Die Ursachen dafür legte ich ja schon in meinem „Luftheber-Vergleichsbericht“ dar: Beim Hobby-Luftheber wird die Vier/sechs-Millimeter-Luftzuleitung nochmals reduziert (auf einen Zuleitungsschlauch von 3,7 Millimetern Außendurchmesser). Auch ist der Spalt zwischen den Luftheberrohren sehr eng, genauso wie die Verteilerrippen für die Luftzufuhr.

Anders verhält es sich beim Europet- und beim GN-Luftheber, was deren wesentlich geringeren Strömungswiderstand erklärt. Die restlichen drei Luftheber haben einen Ausströmestein als Luftverteiler. Hier wird der Strömungswiderstand im Wesentlichen durch den verwendeten Ausströmestein verursacht. Am besten von den drei Modellen schnitt der JAD-Schwammfilter ab.



Druckabfall eines Vier/sechs-Millimeter-Schlauchs





Von links nach rechts: Luftheber Europet, Luftheber Hobby, Schwammfilter GN, Luftheber für Bodenfilter, JAD-Schwammfilter (oben), Europet-Dreiecksfilter (unten)



Ein über 13 Monate gebrauchter und ein neuer Luftfilter der APS 300

Ergebnis: Einige Produkte für die Luftversorgung von Aquarien sollte man tunlichst meiden! So verursacht das Luft-Regelventil Nr. 1 (unter Umständen) einen Druckabfall von gut 90 Zentimetern Wassersäule und drittelt somit die Volumenleistung meiner APS 300 (rund 100 statt 300 Liter Luftleistung pro Stunde)! Verwendet man dann noch einen ungünstig gebauten Luftheber (Hobby, mit Druckabfall von knapp 60 Zentimetern Wassersäule), braucht man sich nicht zu wundern, wenn die Membranpumpe fast nichts mehr leistet.

Auch Rückschlagventile nehmen unnötig Leistung. Platziert man die Membranpumpe oberhalb des Aquariums, kann man getrost auf ein solches Ventil verzichten. Ausströmersteine und lange Zuleitungen wirken sich dagegen nicht so negativ auf die

Luftleistung einer Membranpumpe aus, wie ich anfangs dachte.

Und noch etwas: Ich bemerkte, dass die Förderleistung meiner Luftheber mit der Zeit immer weiter abnahm (siehe Grafik). Zunächst vermutete ich, dass sie verunreinigt waren, und säuberte alles (Luftheber, Schwämme), doch das brachte leider nichts. Deshalb dachte ich, dass die Membrane der Pumpe vielleicht spröde oder rissig war und deshalb nicht mehr so viel Luft förderte.

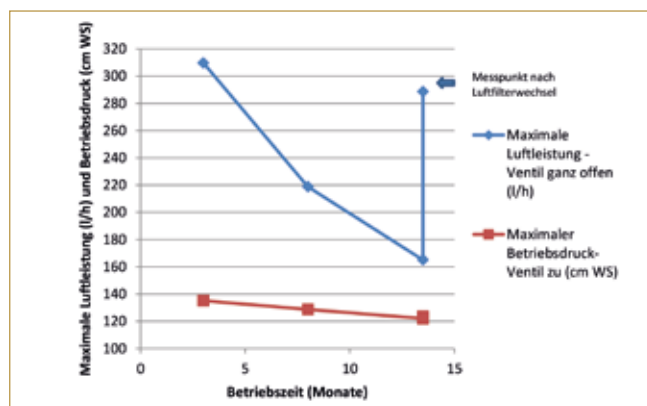
Von den meisten Herstellern gibt es Reparatur-Kits für ihre Membranpumpen. Sie enthalten als Ersatzteile Membrane, Dichtungen und Luftfilter. Also besorgte ich mir das „Ersatzteilset APS 300“ und tauschte die Teile aus. Ehrlich gesagt, hatte ich bis dato den Luftfilter nie beachtet. Als ich ihn aber auswechselte, sah ich, wie

verdreckt er war, und das nach nur 13 Monaten Gebrauch! Zu seiner Verteidigung gebe ich zu, dass wir in unserer Wohnung einen Kaminofen betreiben, der ab und zu ein wenig rußt ...

Und siehe da: Nach dem Luftfilterwechsel war die Luftleistung fast wieder die ursprüngliche. Anschließend erneuerte ich noch Dichtungen und Membrane. Das führte aber zu keiner weiteren Verbesserung der Luftleistung.

### Fazit

Öfter den Luftfilter wechseln, auf unnötig enge Bauteile (Luftregelventil, Luftheber) verzichten und, falls möglich, auch kein Rückschlagventil verwenden! Dann sollte Ihrer Membranpumpe die Luft nicht so schnell ausgehen ... ■



Leistungsdaten der APS 300



APS 300 mit ausgebauten alten (rechts) und neuen Membranen (links)



## LUFTHEBER 2

Die in der Aquaristik ursprünglichste Methode, um Wasser zu fördern, ist die mittels Luftheber

# Luftheber – Bauformen, Leistungen, Einsatzgebiete ...

Wenn es im Aquarienkeller blubbert, sind das die Luftheber. Die einzelnen Bauformen sind sehr unterschiedlich – die Leistungen auch! | **VON PETRA FITZ**

**D**ie ursprünglichste Methode in der Aquaristik, um Wasser zu fördern, ist wohl die mittels Luftheber. Wer Garnelen hält, sich mit der Vermehrung und Nachzucht seiner Pfleglinge beschäftigt oder eine Aquarienanlage betreibt, kommt um Luftheber kaum herum. Bei größeren Anlagen ist die Wasserförderung mittels Luftheber außerdem der energieeffizienteste Weg – in Zeiten steigender Stromkosten sicher ein wichtiges Argument.

Das Prinzip des Lufthebers ist einfach: Luft wird in das untere Ende eines im Wasser stehenden Rohrs ein-

gebracht, die aufsteigenden Luftblasen „schieben“ das Wasser nach oben, wo es dann als Wasser-Luft-Gemisch aus dem Rohr austritt („Mammut-Pumpen-Prinzip“). Vorteile des Lufthebers:

- günstiger Anschaffungspreis;
- geringer Energieverbrauch (insbesondere wenn mehrere Aquarien von einer gemeinsamen Luftquelle gespeist werden);
- in der Regel keine Schädigung versehentlich angesaugter Garnelen oder Jungfische;
- kein Verstopfen durch angesaugte Schwebstoffe (bei motorbetriebenen

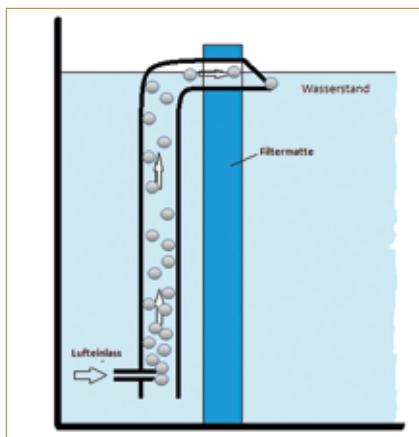
Pumpen setzen sich Ansauggitter oder -korb mit der Zeit zu, was zu einem Leistungsverlust führt);

- geringer Wartungs- und Reinigungsaufwand (bei guten Modellen);
- kein Strom im Aquarium.

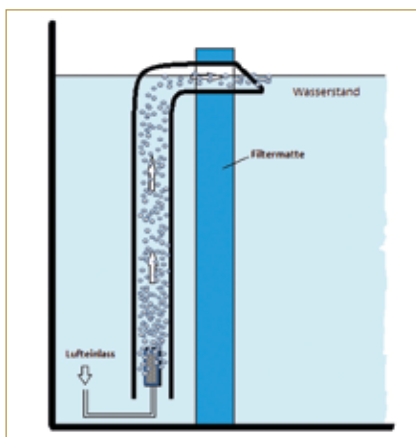
Und das sind die Nachteile des Lufthebers:

- mehr oder weniger hohe Geräuschentwicklung (je nach Lufthebertyp und Pumpenmodell);
- Wasserförderung nur auf gleichem Niveau (kein Hochpumpen möglich);
- hoher Wartungs- und Reinigungsaufwand (bei schlechten Modellen);
- keine starke Wasserströmung.

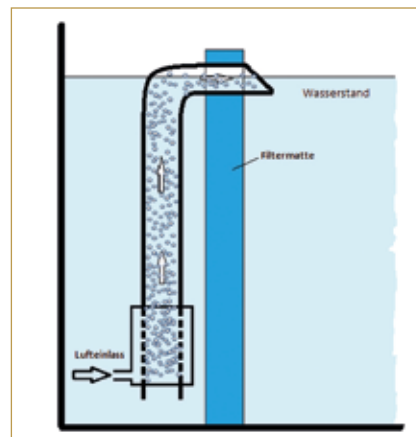




Einfachste Bauart des Lufthebers



Luftheber mit Ausströmerstein



„Tschechischer“ Luftheber

In den drei Skizzen sind die einzelnen Lufthebertypen dargestellt, links der einfachste Heber. Hier wird die Luft – meist über eine Bohrung im Steigrohr – direkt eingeleitet. Dieser Luftheber hat den Nachteil, dass die Luftblasen relativ groß sind und die Förderung deutlich hörbare Blubbergeräusche verursacht (Schwallförderung). Werden die Luftblasen kleiner, wird die Förderung gleichmäßiger, und die Geräusche verringern sich.

Um feine Luftblasen zu erzielen, kann man in das Steigrohr einen Ausströmerstein einsetzen. Das ist natürlich nur bei Lufthebern mit entsprechend weitem Querschnitt möglich. Der Ausströmer muss so bemessen sein, dass der Abstand zur Rohrwand ausreichend groß ist.

**Je kleiner die Löcher  
im Steigrohr, desto feiner  
die Luftblasen**

Kleinere Ausführungen (mit geringerem Rohrdurchmesser), bei denen die Luft über eine Art Muffe eingespeist wird, die um das Luftheberrohr herum angebracht ist, werden gewöhnlich als „tschechische“ Luftheber bezeichnet. Im Bereich der Muffe ist das Rohr mit kleinen Löchern versehen, durch die die Luft in den Heber gelangt (je kleiner, desto feiner die Luftblasen; meist haben die Löcher

einen Durchmesser von etwa einem Millimeter). Dadurch wird eine sehr gute und lauf ruhige Wasserförderung erreicht. Auch verursacht diese Art der Lufteinspeisung – im Vergleich zur Einspeisung über einen Ausströmer-

stein – einen geringeren Strömungswiderstand.

Ein weiterer Vorteil des tschechischen Lufthebers liegt darin, dass die Löcher (je nach Größe) sehr lange frei bleiben (Verstopfung erfolgt etwa



Variation des Lufteinlasses bei einem modifizierten GN-Luftheber



Lufteinlass	Luftvolumenstrom (l/h)	Wasserförderleistung (l/h)	Faktor (Wasser/Luft)
GN (tschechischer Luftheber)	50	158	3,2
6-mm-Schlauch (einfacher Luftheber)	51	147	2,9
Ausströmerstein	53	139	2,6

durch Kalkablagerungen bei hartem Wasser oder durch Biofilmbildung). Ausströmersteine verlegen infolge von Kalk- und Biofilmbildung verhältnismäßig schnell, ihre Leistung lässt dann nach.

Bei der Vorstellung der einzelnen Typen von Lufthebern wird bereits deutlich, dass es sehr viele Einflussfaktoren auf ihre Leistungsfähigkeit (Wasserförderleistung) gibt. In verschiedenen Quellen fand ich Angaben zu den Zusammenhängen zwischen Lufthebergeometrie, eingesetzter Luftmenge und Wasserförderleistung:

- Mit zunehmender eingespeister Luftmenge steigt auch die Wasserförderung bis zu einem bestimmten Maximum. Wird dann noch mehr Luft eingespeist, sinkt die Wasserförderleistung wieder.<sup>1</sup>
- Je größer der Rohrdurchmesser, desto mehr Wasser kann gefördert werden.<sup>2</sup>
- Je länger das Luftheberrohr, desto mehr Wasser kann gefördert werden.<sup>3</sup>
- Je kleiner die erzeugten Luftblasen, desto mehr Wasser wird gefördert und desto laufruhiger ist der Luftheber.<sup>4</sup>

Andreas Spreinat, mit dem ich während der Vorbereitung dieses Beitrags fruchtbare Diskussionen führte, legte allerdings Messungen vor (siehe Seite 28), die dem letzten Punkt (Förderleistung) widersprechen. Dadurch angeregt, führte ich eine kleine Messreihe durch. Ich variierte bei einem Luftheber (GN-Luftheber, siehe auch weiter unten) die Art des Lufteinlasses. Einmal beließ ich es bei dem Lufteinlass von GN (tschechischer Luftheber), einmal wurde die Luft nur mittels Sechs-Millimeter-Schlauch eingespeist (einfacher Luftheber), und

schließlich erfolgte der Lufteinlass über einen Ausströmerstein. So wie bei Spreinats Messungen wurde auch hier ein T-Stück hinter dem Lufteinlass eingefügt, um einen ungehinderten Wasserfluss zu gewährleisten.

Die Messungen der Wasser- und Luftvolumenströme erfolgten wie in dem Beitrag auf Seite 16 beschrieben. Sie fanden alle bei etwa demselben Luftvolumenstrom (hinter dem Luftheber gemessen) statt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle oben dargestellt.

Auch bei meiner Messung war der Ausströmerstein als Lufteintritt weniger gut geeignet als der Sechs-Millimeter-Schlauch. Der GN-Luftheber dagegen schnitt etwas besser ab. Der Zusammenhang: „Je kleiner die Blasen, desto besser die Förderleistung“, konnte also nicht pauschal bestätigt werden.

Allgemein ist bei den erörterten Zusammenhängen zu beachten, dass sie nur dann gelten, wenn nicht ein anderer Parameter die Förderleistung begrenzt (es bringt beispielsweise nichts, die Luftzufuhr zu vergrößern, wenn der Rohrdurchmesser ohnehin bereits zu klein bemessen ist).

Auch ist zu bedenken, dass die Luftquelle (beispielsweise eine Membranpumpe) umso weniger Luft liefert, je höher der Gegendruck ist. Das heißt: Je kleiner die Luftblasen (sprich kleine Lufteinlassöffnung, etwa Bohrungen beim tschechischen Luftheber, Poren beim Ausströmerstein), desto höher der Gegendruck, der dadurch erzeugt wird, und desto geringer die Luftmenge, die die Luftquelle liefert. Mit sinkender Luftmenge nimmt dann auch die Förderleistung des Lufthebers ab.

Auch die zu überwindende Wassersäule (Steigrohrlänge) stellt einen Gegendruck dar. Einen sehr großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des eingesetzten Systems (Luftquelle, Luftheber) hat die Ausführung der Luftzuleitung.

Aus den Beispieldaten (Fußnoten auf Seite 27) ist zu ersehen, dass man pro eingesetzter Luftmenge (in Litern pro Stunde) die 1,6- bis 3,8-fache Wassermenge (ebenfalls in Litern pro Stunde) fördern kann. Spätere eigene Messungen bestätigten diesen Faktor. Ich konnte mit dem auf Seite 17 beschriebenen System einen Faktor zwischen 1,5 und 3,0 erzielen. Bei den oben beschriebenen Messungen variierte der Faktor zwischen 2,6 und 3,2.

### Wo bekomme ich Luftheber?

Luftheber kann man einfach selbst bauen. In DATZ 10/2007 und 11/2008 sind Hinweise zu finden. Sehr hilfreiche Anleitungen finden sich auch im Internet (thl-info.de; luftheber.com).

Wer nicht so gern bastelt, kann die Luftheber im Zoohandel erwerben. Dabei handelt es sich entweder um einfache Luftheber (etwa „Bioclear“ von europet, „Brillant Super“ von Tetra), um Luftheber mit Ausströmerstein (etwa „Maximal-Biologoset“, Dreieckfilter von europet, „TEK Air“ von JBL) oder aber um abgewandelte tschechische Luftheber („Förderpumpe“ von Hobby, GN-Luftheber). Dass aber nicht jedes Modell etwas taugt, musste ich selbst feststellen ...

Inzwischen betreibe ich zwei Aquarienanlagen mit Lufthebern. Bei meiner ersten Anlage (zehn Becken mit insgesamt 840 Litern Nettoinhalt; Einzelfilterung über Mattenfilter) verwendete ich Luftheber von Hobby. Für die kleineren Becken (70 Liter Nettoinhalt) benutzte ich die „Förderpumpe“ von Hobby (angegebene Förderleistung rund 200 Liter pro Stunde), die großen Becken (140 Liter Nettoinhalt) wurden mit der „Gigant-Förderpumpe“ betrieben, ebenfalls von Hobby (angegebene Förderleistung rund 600 Liter pro Stunde).



GN-Luftheber (oben) und Luftheber „Bioclear“ von europet (einfacher Luftheber)

Luftheber „Förderpumpe Hobby“



Verschmutzter GN-Luftheber mit abgenommenem Bodenteil

Verschmutzte Lufteinlassöffnung und Verteilerrippen des Hobby-Lufthebers

Der Anschluss des Vier/sechs-Millimeter-Luft-Zuleitungsschlauchs an den Luftheber erfolgt über einen Adapter, der auf den 2,2-/3,7-Millimeter-Anschlusschlauch von Hobby reduziert. Von dort geht es über eine Art Manschette in ein doppelwandiges Rohr (höhenverstellbar). In dem Spalt zwischen den Rohren wird die Luft nach unten geleitet, wo sie über einen Abschlussstopfen mit „Verteilerrippe“ in das innere Rohr eingespeist wird (bei nicht ausgezogenem Luftheberrohr). Sitzt das innere Rohr auf der Verteilerrippe, werden sehr kleine Luftblasen erzeugt, was grundsätzlich für eine gute Wasserförderung sorgen sollte (tschechischer Luftheber). Wird das Rohr ausgezogen, strömt die Luft

aus dem doppelwandigen unmittelbar in das innere Rohr (Prinzip einfacher Luftheber). Nach unten ist der Luftheber natürlich offen, sodass Aquarienwasser angesaugt und als Luft-Wasser-Gemisch nach oben gefördert wird.

### Ein Filter sollte das Aquarienwasser etwa zweimal pro Stunde umwälzen

Gespeist wurden die Luftheber von einem Kompressor (Medo 2,7) mit einer angegebenen Luft-Liefermenge von maximal 2,7 Kubikmetern pro Stunde. Über einen 19-/25-Millimeter-

Schlauch gelangte die Luft in eine Lufthahnatterie mit zehn Fünf-Millimeter-Anschlussähnen (Außendurchmesser) und von dort über Vier/sechs-Millimeter-Luftschläuche zu den einzelnen Aquarien mit den Lufthebern.

Als Faustregel gilt ja, dass ein Filter das Beckenvolumen etwa zweimal pro Stunde umwälzen soll, in meinem Fall war also eine Wasserförderleistung von rund 1,7 Kubikmetern pro Stunde notwendig. Da man mit einem Liter Luft mindestens die 1,5-fache Wassermenge fördern kann, erwartete ich, dass eine Luftleistung von 2,7 Kubikmetern pro Stunde mehr als ausreichend sei. Also, alles angeschlossen und losgelegt!





Luftringleitung (oberes Rohr) mit Anschluss zum Aquarium

Es zeigte sich aber, dass die Einstellung der Luftheber sehr schwierig war. Stellte ich bei einem Aquarium die Luft- und damit die Fördermenge höher, fiel die Förderleistung des Lufthebers im benachbarten Becken ab. Also regelte ich dort nach, was zu einer Veränderung in weiteren Bassins führte, und so fort ... Für mich war das ein Zeichen dafür, dass die Leistung des Kompressors gerade ausreichte, dabei war er doch großzügig ausgelegt.

Waren die Luftheber längere Zeit in Betrieb (etwa zwei Monate), ließ die Leistung noch weiter nach (infolge

der Kalk- und Biofilm-Ablagerungen am Lufteinlass in der Manschette des Lufthebers und zwischen den Verteilerrippen). Nach einem Essigbad des zerlegten Geräts und anschließender

### Die neue Aquarienanlage war mit einer geschlossenen Luftringleitung versehen

der Reinigung mit Bürste und Zahnbürste ging es dann wieder.

Warum ich mit dieser Aquarienanlage so viele Schwierigkeiten hatte,

erklärte sich, als ich 2011 meine zweite Anlage bekam: 24 Becken mit insgesamt 1.620 Litern netto. Sie war mit einer „Luftringleitung“ und mir zuvor nicht bekannten „GN-Lufthebern“ ausgestattet. Die Ringleitung besteht aus 25-Millimeter-PVC-Rohren (Wandstärke 1,5 Millimeter). Die Leitung verläuft über den Aquarien und bildet ein geschlossenes System. An jedem Becken ist die Leitung angebohrt und ein Fünf-Millimeter-PVC-Stutzen (Außendurchmesser) eingeklebt (Tangit). Die Stutzen wiederum sind mit einem Vier/sechs-Millimeter-Schlauch nebst Regelhahn versehen und mit dem Luftheber verbunden.

Die GN-Luftheber zeichnen sich durch ihre einfache Bauweise aus. Dieses Modell besteht aus nur zwei demontierbaren Teilen, auf eine Reduzierung der Luftzuleitung wird verzichtet. Der Sechs-Millimeter-Luftschlauch wird direkt auf das untere Anschlussstück gesetzt. Der abnehmbare Einsatz bildet mit dem festen Ende das Lufteinlasssystem (tschechischer Luftheber). Die durch den Zusammenbau entstehenden Lufteinlasslöcher haben einen Durchmesser von etwa zwei Millimetern.

Die neue Anlage probierte ich mit der „alten“ Medo (2,7 Kubikmeter pro Stunde) aus, die Luftleistung war völlig ausreichend, trotz der fast doppelten Wassermenge, die zu bewegen war! Die Luftheber in den einzelnen Becken ließen sich problemlos einstellen und förderten laufig und reichlich Wasser. Außerdem sind die Standzeiten der Luftheber jetzt sehr viel besser als vorher, selbst nach einem Jahr fördern sie noch zuverlässig. Auch der abgebildete, schon stark verschmutzte GN-Luftheber erbrachte noch eine gute Förderleistung.

Warum war das Lufthebersystem der neuen Anlage so viel leistungsfähiger als das der alten? Zunächst sind die GN-Luftheber deutlich leistungsfähiger als die Hobby-Luftheber, bei denen die Vier/sechs-Millimeter-Luftzuleitung noch einmal auf 2,2-/3,7-Millimeter-Schlauch reduziert wird.

Die Lufteintrittsöffnung an der oberen Manschette ist dementsprechend winzig. Auch ist der Spalt zwischen den Rohren sehr eng, und die Verteilerrippen (mit etwa 0,4 Millimetern Rippentiefe) stellen sehr kleine Lufteintrittsöffnungen dar.

Nicht so beim GN-Luftheber: Dort wird die Luftzuleitung nicht unnötig reduziert. Auch die vielen Lufteinlassöffnungen sind mit jeweils zwei Millimetern Durchmesser verhältnismäßig groß. Es wird deutlich, dass die GN-Luftheber einen viel geringeren Strömungswiderstand erzeugen als die von Hobby. In dem Beitrag auf Seite 16 werden Messungen vorgestellt, die das bestätigen.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Druckabfall in Rohrleitungen und deren Durchmesser („Gesetz von Hagen-Poiseuille“). Der Druckabfall in einem durchströmten Rohr ist in vierter Potenz von dessen Radius abhängig. Das heißt: Eine Verringerung des Rohrdurchmessers um die Hälfte führt (bei sonst gleichen Bedingungen) zu einem 16-fach erhöhten Strömungswiderstand!

Weiter gilt: Ein Kompressor produziert umso weniger Luft, je höher der Gegendruck ist (Ventil-Prinzip: Ventil offen = voller Leitungsquerschnitt =

maximaler Durchfluss; Ventil gedrosselt = geringerer Leitungsradius = geringerer Durchfluss; Ventil geschlossen = Leitungsradius null = kein Durchfluss). Der viel höhere Strömungswiderstand der Hobby-Luftheber führte zu einer geringeren Luftleistung des Kompressors.

Aber nicht allein die Luftheber waren „schuld“, auch die Luftzuleitung der ersten Anlage war ungünstig. Kurz hinter dem Kompressor wurde sie schon über einen Zehn-Wege-Hahn auf Sechs-Millimeter-Luftleitungen re-

### Die kurzen Zuleitungen verringerten den Strömungswiderstand erheblich

duziert (Innendurchmesser vier Millimeter). Die waren, bis sie bei den Becken ankamen, relativ lang. In der zweiten Anlage hatte ich eine Luftzuleitung (Innendurchmesser 22 Millimeter) mit kurzen Vier/sechs-Millimeter-Zuleitungsschläuchen, was den Strömungswiderstand der Luftzuleitung minimierte.

Als ich die neue Anlage aufstellte, baute ich die alte in einem anderen Raum auf, und zwar ebenfalls mit ei-

ner Luftringleitung. Das Ergebnis: Sogar mit den Hobby-Lufthebern reichte nun ein deutlich kleinerer (und damit im Energieverbrauch sparsamerer) Kompressor aus: eine Medo 1,6 (1,6 Kubikmeter pro Stunde Luftleistung). Inzwischen rüstete ich die zehn Aquarien auf GN-Luftheber um. Neben diesen Becken (mit 840 Litern Wasser) konnte ich nun zusätzlich weitere sieben (mit rund 1.000 Litern Inhalt) sowie zwei *Artemia*-Bruttrichter anschließen!

Es zeigt sich, dass man für den optimalen Betrieb nicht nur den passenden Luftheber braucht, sondern auch das passende Zuleitungssystem! Bei nur einem Aquarium empfiehlt es sich, den Zuleitungsschlauch so kurz wie möglich zu halten und, wenn möglich, auf eine Rücklaufsicherung (zusätzlicher Widerstand) zu verzichten (Membranpumpe oberhalb des Beckens aufstellen!). Werden mehrere Aquarien mit Lufthebern von einem Luftheber gespeist, ist eine Luftzuleitung sinnvoll.

Abschließend drei Bilder, die zeigen, wie unterschiedlich die Förderleistung einzelner Luftheber sein kann. In einem Garnelen-Aquarium schloss ich drei Modelle an und ließ die Luftzufuhr unverändert ... ■



„Förderpumpe“ von Hobby



„Bioclear“ von europet



16-Millimeter-Luftheber von GN

1) Beispiel: Ein 30 Zentimeter hoher Luftheber mit 20 Millimetern Durchmesser fördert mit 100 Litern pro Stunde Luft 378 Liter pro Stunde Wasser, mit 150 Litern Luft 555 Liter Wasser.

2) Beispiel: Hier wurde die Luftversorgung so eingestellt, dass immer maximale Wasserförderleistung erreicht wurde. Tschechische Luftheber mit unterschiedlichem Durchmesser aber gleicher Höhe (je 30 Zentimeter) erbrachten folgende Wasserförderleistungen: 16 Millimeter Durchmesser 291, 20 Millimeter Durchmesser 555 und 25 Millimeter Durchmesser 708 Liter pro Stunde.

3) Beispiel: Tschechischer Luftheber mit 16-Millimeter-Steigrohr und 100 Litern Luft pro Stunde: 15 Zentimeter hoch = 156, 20 Zentimeter hoch = 216 und 25 Zentimeter hoch = 252 Liter pro Stunde Wasser.

4) Beispiel: Luftheber mit 30 Zentimeter hohem Steigrohr und 20 Millimetern Durchmesser und 100 Litern Luft pro Stunde, tschechische Bauart: 378 Liter Wasser pro Stunde; einfache Bauart: 288 Liter Wasser pro Stunde (Quelle: thl-info.de, luftheber.com).