

## „Torf“ - und ein wenig Chemie

von Ulrich Erler, DKG 1098

Ganz egal, ob „normaler Aquarianer“ oder „Killifan“, nach mehr oder weniger kurzer Zeit wird man sich auf irgendeine Art und Weise mit dem Thema „Torf“ auseinandersetzen – sei es, um die Qualität des Aquarienwassers den Bedürfnissen der Pfleglinge anzupassen, den Bodengrund für die Ansprüche verschiedener Aquarienpflanzen aufzuwerten oder, hier nun doch etwas spezieller für die Killifans, geeignete Laichgründe für die verschiedenen Arten anzubieten oder den anuellen Arten mittels Torfansatz die Diapause zu ermöglichen. Und spätestens dann wird man sich wundern, welche Vielfalt an Präparaten und Verarbeitungsformen von Torf im Handel angeboten werden: im Aquarienfachhandel diverse Extrakte und Präparate, Fasertorfe, Filtertorfe, Torfgranulate, gepresste Torfplatten... und im Baumarkt Torfe unterschiedlichster Herkunft und Qualität, mit und ohne Nährstoffzusätze ....

Nun zieht man also los und ersteht – möglichst preisgünstig - eine größere Menge „Torf“. Man hat ja gelesen, dass das Ganze abgekocht werden sollte und macht sich sofort bei der Hausfrau beliebt. Dann hat man eine entsprechende Menge wohl präpariert und in das Killibecken platziert – die Fische waren vorsorglich noch außen vor geblieben – und .... der pH-Wert landet bei 4! Die Eier, welche sich mühsam aus den Laichmopps abgesammelt, im Torfansatz entwickeln sollen, verpilzen nach wenigen Tagen und irgendwann glaubt man nicht mehr daran, dass die Männchen einfach unfähig waren, diese ordentlich zu befruchten. Aus unerfindlichen Gründen wachsen in den Becken jede Art von Algen – Pinselalgen können ja auch dekorativ sein, aber bei den schmierigen Filmen der Blaualgen fehlen schon die Argumente. Da läuft also etwas schief.

Wenn möglich, werden erfahrenere Hobbyfreunde bezüglich ihrer speziellen Bezugsquellen und Vorbehandlungsmethoden befragt. Alternativ wird die nächste Charge im Baumarkt erworben (der erste Sack landet im Garten – die Pflanzen freuen sich?) und der zweite Versuch ist gestartet.

Welche Wirkungen erwarten wir eigentlich von „Torf“? Und gibt es eine Möglichkeit, eine Charge „Torf“ bezüglich dieser Wirkungen zu testen, ohne erst diverse Überraschungen erleben zu müssen?

Diese Fragen waren der Anlass für die Auflage eines kleinen Untersuchungsprogrammes. Zunächst wurden Hobbyfreunde aus der Killi-Stammtischrunde Dresden um eine Probe des von Ihnen verwendeten Torfes gebeten. Ergänzt wurde diese „Torfprobenserie“ durch ein Produkt auf Basis von Kokosfasern. Es wurden insgesamt 6 Proben mit den in **Tabelle 1** beschriebenen Bezeichnungen in die Untersuchungen einbezogen.

Um eine Vergleichbarkeit der Analysenergebnisse für die verschiedenen Proben zu erhalten, wurde zunächst der Wassergehalt bzw. der Trockenrückstand bestimmt. Alle weiteren Untersuchungen wurden unter Zugrundelegung des Gehaltes an Trockenmasse der Proben realisiert.

**Tabelle 2** enthält eine Übersicht der untersuchten Parameter und Angaben zur jeweiligen Bestimmungsmethode.

Außer der Bestimmung des Trockenrückstandes und des Glühverlustes erfolgten alle Untersuchungen am wässrigen Auszug der Proben. Zur Gewinnung dieses Auszuges wurden die Originalproben (rechnerisch korrigiert auf den Gehalt an Trockensubstanz) mit deionisiertem Wasser im Verhältnis 1:50 eingewogen und zunächst 24h über Kopf geschüttelt. Dies geschieht auf einer speziellen Apparatur, auf der die Ansätze (Feststoff/deionisiertes Wasser in Glasflaschen) eingespannt und ca. 1-2 mal pro Minute „über Kopf“ gedreht werden. Die so geschüttelten Ansätze wurden 48h bei Raumtemperatur stehen gelassen und anschließend nochmals 24h über Kopf geschüttelt. Abschließend erfolgte eine Abtrennung der Feststoffanteile mittels Zentrifugation und Druckfiltration. Diese Vorgehensweise ist zwar willkürlich gewählt und entspricht bestimmt nicht den realen Verhältnissen im Filter, Aquarium oder im Laichansatz, aber schließlich musste ja ein praktikabler Weg gefunden werden, die Ergebnisse der verschiedenen Proben miteinander vergleichen zu können.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in **Tabelle 3** zusammengestellt und sollen nachfolgend kurz diskutiert werden.

**Wassergehalt/Trockenrückstand:** Die Bestimmung des Wassergehaltes bzw. Trockenrückstandes erfolgte, wie bereits oben erklärt, um die Ergebnisse der Untersuchungen auf ein einheitliches Ausgangsmaß – den Feststoffgehalt der Proben ohne Berücksichtigung des enthaltenen Wasser - beziehen zu können.

**Glührückstand/Glühverlust:** Der Anteil organischer Substanz einer Probe lässt sich durch die Bestimmung des Glühverlustes bei 550 °C relativ einfach bestimmen. Der Glührückstand ist somit ein Maß für die in den Proben enthaltenen anorganischen Substanzen in Form von Salzen, Mineralien usw..

Beim Vergleich der Ergebnisse der 6 untersuchten Proben fällt auf, dass sich die Ergebnisse für die Torfproben 1 bis 3 sowie der Kokosprobe deutlich von den Ergebnissen für die Torfproben 4 und 5 unterscheiden. Während die Proben 1 bis 3 zu 98-99% aus organischer Substanz bestehen (was man für „Torf“ auch erwarten sollte), wurden in Probe 4 ca. ¼ anorganische Bestandteile nachgewiesen – in Probe 5 noch etwa die Hälfte davon. Das Ergebnis für die Kokosfaserprobe liegt nur unwesentlich über den Werten für die Torfproben 1 bis 3.

**pH-Wert:** Außer für Probe 4 und die Probe Kokosfasern wurden Werte in Bereich von pH 4-5 (3,9 bis 4,8) erhalten. Somit gelingt bei kontrollierter Dosierung der Materialien 1, 2, 3 und 5 im Haltungsbecken oder bei Verwendung als Filtermaterial falls gewünscht, die Absenkung des pH-Wertes in den sauren Bereich. Das Ergebnis für die Kokosfaserprobe liegt mit pH 7,3 deutlich über den Werten der Torfproben. Probe 4 bzw. die Kokosfasern könnten sich (nur unter Berücksichtigung des pH-Wertes) z.B. eher als Laichsubstrat für Arten bewähren, welche es lieber etwas „neutraler“ mögen.

Dass sich die Messwerte insgesamt nur um ca. 3 Einheiten voneinander unterscheiden relativiert sich dadurch, dass es sich beim pH-Wert um den negativen dekadischen Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration handelt, d.h., eine pH-Wert-Änderung um den Betrag von 3 entspricht der Konzentrationsänderung der Wasserstoffionen von  $10^3$ .

**Elektrische Leitfähigkeit:** Die elektrische Leitfähigkeit kann als Maß für die Summe der in einem Wasser gelösten Ionen betrachtet werden. Zu beachten ist, dass sich pH-Wert-Verschiebungen aufgrund des Kohlensäuregleichgewichtes auch auf die Leitfähigkeit auswirken können.

Bei den untersuchten Proben fällt auf, dass sich die Proben mit den durch den Glührückstand identifizierten erhöhten mineralischen Anteilen (Proben 4 und 5) auch mit erhöhten Leitfähigkeiten im wässrigen Auszug hervor tun – was wiederum plausibel ist, da sich nur dann mineralische Anteile in Form von Salzen lösen können, wenn sie auch vorhanden sind. Welcher Art sind nun diese gelösten Substanzen?

**Nährstoffe:** Zu den anorganischen Makronährstoffen für Pflanzen zählen die gelösten Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrat, Nitrit) sowie Phosphat. Man unterscheidet Makro- von Mikronährstoffe anhand der unterschiedlichen Konzentrationsbereiche, in denen sie von Pflanzen benötigt werden – wenn Mikronährstoffe wie z.B. Spurenelemente fehlen, nutzen auch die „Makros“ nichts – und umgekehrt. Aber nun zu den Ergebnissen!

Bei den Torfproben 1, 3 sowie in der Kokosfaserprobe wurden erhöhte Ammoniumwerte, für die Torfproben 4 und 5 erhöhte Nitratwerte bestimmt. Bezüglich der Nitratwerte nehmen die Kokosfasern eine „Mittelstellung“ ein. Nitrit wurde, wenn überhaupt, nur in Spuren gefunden. Bezüglich der Phosphate wurden in den Proben 4 und 5 erhöhte Gehalte festgestellt, wobei der ermittelte Gesamt-Phosphat-Wert (Summe aller Phosphorverbindungen) sehr gut durch das sehr leicht wasserlösliche o-Phosphat untersetzt wird. Diese Ergebnisse deuten auf eine Nährstoffzugabe (positiv bei Verwendung als Pflanzsubstrat im Blumentopf oder im Garten) bei den Torfproben 1, 3, der Kokosfaserprobe, besonders aber bei den Torfproben 4 und 5 hin.

Bei Verwendung dieser Materialien werden also Nährstofffrachten in das Aquarienwasser eingebracht, welche bei „Unterbesetzung“ durch höhere Pflanzen zum Wachstum anderer Organismengruppen – z.B. Algen - führen können. Der erhöhte Ammoniumwert bei der Kokosfaserprobe ist insofern etwas kritischer zu betrachten, als dass hier der pH-Wert des wässrigen Auszuges schon im neutralen Bereich liegt und bei weiterer pH-Wert-Erhöhung eine Freisetzung des giftigen Ammoniaks eintreten könnte. Im sauren pH-Bereich tritt eine solche Freisetzung nicht auf. Anzumerken bleibt, dass durch eine ausreichende Wässerung der Materialien vor deren Verwendung die Nährstoffgehalte problemlos reduziert werden können.

„**Sonstige**“ **anorganische Ionen:** Im Rahmen des realisierten Untersuchungsprogrammes wurden neben den o.g. Makronährstoffen die Konzentrationen der Ionen Calcium, Magnesium, Chlorid und Sulfat bestimmt. Bei Calcium und Magnesium handelt es sich um die für die Wasserhärte verantwortlichen Ionen. Chlorid und Sulfat sind Anionen, welche in fast jedem natürlichen Wasser in messbaren Konzentrationen vertreten sind.

Für Calcium und Magnesium wurden in den Proben 4 und 5 gegenüber den anderen untersuchten Proben erhöhte Werte gefunden. Da diese Torfproben entsprechend den allgemeinen Erwartungen die Wasserhärte senken könnten, bleibt damit zumindest diskussionswürdig.

Für Chlorid und Sulfat wurden in der Torfprobe 5 gegenüber den Torfproben 1 bis 4 leicht erhöhte Gehalte, in der Kokosfaserprobe deutlich erhöhte Gehalte für Chlorid gefunden. Dieser erhöhte Chloridwert war jedenfalls überraschend. Damit korrelieren diese Ergebnisse in ihrer Gesamtheit mit den Ergebnissen für die mineralischen Anteile (siehe Glührückstand) und die elektrische Leitfähigkeit. Zur Verdeutlichung wurden in **Bild 1** die Summen aller analytisch bestimmten Ionen, umgerechnet auf Milligramm lösliche Ionen pro 100g wasserfreie Probe gegen die ermittelten elektrischen Leitfähigkeiten aufgetragen.

**Organische Stoffe:** Jeder, der sich mit Torfprodukten beschäftigt, wird mit Begriffen wie Huminstoffen, Gerbsäuren, Fulvinsäuren, Fulvosäuren, Lignine und Lignosulfonsäuren konfrontiert. Der Chemiker kann diese wohl unterscheiden – hier ist jedoch nicht der Platz für eine umfangreiche Abhandlung zu diesem Thema.

Diesen Stoffen werden, mehr oder weniger differenziert, u.a. die folgenden Eigenschaften zugeordnet: das Wasser färbend (von gelbbraun über bräunlich bis schwarzbraun), hemmend gegenüber dem Wachstum von Bakterien und Pilzen, durch Ionenaustauschreaktionen pH-Wert- und Härte- senkend.

In der Wasseranalytik übliche Standardparameter sind die Bestimmung des gelösten organischen Kohlenstoffgehaltes (dissolved organic carbon - DOC) sowie der spektralen Absorptionskoeffizienten bei 436 und 254 nm.

Der DOC-Gehalt beschreibt als so genannter Summenparameter den Gehalt der Summe aller im Wasser gelösten organischen Verbindungen, ohne diese Verbindungen näher zu differenzieren. Zu beachten ist, dass der Gehalt der gelösten organischen Verbindungen an Kohlenstoff im Mittel ca. 50% beträgt. Ein analytisch bestimmter DOC-Gehalt von z.B. 50 mg/l bedeutet also, dass in Summe ca. 100 mg/l organische Substanzen gelöst sind.

Die Extinktion bei 436 nm ist ein Maß für die von unserem Auge wahrgenommenen Färbung eines Wasser in gelb-braun. Bei 254 nm absorbieren chemische Verbindungen die Strahlung, welche in einer wässrigen Lösung für unser Auge unsichtbar sind und z.B. aus einem Grundgerüst aus aromatischen Ringen (versteht meist nur ein Chemiker) bestehen. Als Beispiel sei hier die Gruppe der Phenole genannt. Das Vermögen, Strahlung definierter Wellenlängen (hier bei 254 und/oder bei 436 nm) zu absorbieren, ist eine Eigenschaft von chemischen Verbindungen und unterschiedliche Arten von Verbindungen unterscheiden sich in dieser Eigenschaft.

Nun zu den Ergebnissen: Probe 3 übertrifft in der Freisetzung organischer Verbindungen als DOC alle anderen untersuchten Proben deutlich und dieser Befund korreliert eindeutig mit den Extinktionen bei 254 und 436 nm. In **Bild 2** wurden die Ergebnisse für die DOC-Gehalte der 6 untersuchten Proben gegen die Werte für die Extinktionen bei 254 und 436 nm aufgetragen. Im Interesse der Übersichtlichkeit der Darstellung wurden die Ergebnisse für E 254nm in der Grafik durch den Faktor 10 geteilt. Die Abbildung verdeutlicht die für Probe 3 erhaltenen Werte im Unterschied zu den Proben 1, 2, 4, 5 und die Kokosfasern. Die Kokosfasern geben am wenigsten organische Substanzen an das Wasser ab – interessanterweise liegt die Extinktion bei 436 nm trotzdem im Bereich der Torfproben 2, 4 und 5 – die visuell wahrnehmbare Färbung des Wassers ist also vergleichbar. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die visuell wahrnehmbare Färbung der Extrakte nicht unbedingt ein Maß für die Menge der löslichen organischen Verbindungen der Proben sein muss (siehe Ergebnisse Proben Kokos, 4, 5 und 2).

Während bei allen untersuchten Torfproben E 254/10 nm deutlich größer als E 436 nm ist, kehrt sich dieses Verhältnis bei der Kokosfaserprobe um. Dies bedeutet, dass von den Torfproben eindeutig (und erwartungsgemäß) andere Verhältnisse von Arten organischer Verbindungen im Wasser gelöst werden, als bei der untersuchten Kokosfaserprobe. Inwieweit dieses Ergebnis mit anderen Eigenschaften der Proben wie z.B. Hemmung von Bakterien- oder Pilzwachstum zu korrelieren sind, wäre für eventuelle weiterführende Untersuchungen interessant.

## Zum Schluss

Sicherlich war die Auswahl der untersuchten Proben nicht repräsentativ für die Vielfalt aller möglichen „Torfe“ oder alternativer Substrate wie Kokosfasern. Auch die Auswahl der Untersuchungsparameter

könnte noch erweitert werden. Und das Ergebnis? Im Ergebnis der Untersuchungen wurde klar, dass „Torf nicht gleich Torf“ ist, aber das wussten wir doch schon! Und das sich Kokosfasern in einigen ihrer Eigenschaften von den Torfproben unterscheiden, war eigentlich auch klar. Die Schwankungsbreite der Ergebnisse innerhalb der untersuchten Proben war jedoch in einigen Eigenschaften wie mineralischer Anteil, Nährstoffgehalte, Art der Nährstoffe, pH-Werte, Summe freigesetzter organischer Verbindungen, spektrale Absorptionskoeffizienten überraschend groß. Und letztendlich konnte gezeigt werden, dass sich die Proben anhand der Untersuchungsparameter und z.T. auch für verschiedene Anwendungen klar differenzieren lassen. Um weiter reichende Schlussfolgerungen zu ziehen, wäre neben der Vergrößerung der Datenbasis insbesondere die Verknüpfung von Erfahrungswerten der „Killianer“ bezüglich der Eignung der einen oder der anderen Probe für spezielle Zwecke, z.B. als Ablaischsubstrat (differenziert nach Arten), als Filtermaterial für die pH-Wert-Einstellung etc. mit den einzelnen Ergebnissen der analytischen Untersuchungen interessant.

Die für diesen Beitrag notwendigen analytischen Untersuchungen wurden im Labor der DBI-AUA GmbH, Analytik-Ökotoxikologie in Freiberg/Sachsen kostenfrei realisiert. Dafür besten Dank.

**Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Proben**

Probe Nr.	Produktbezeichnung	Klassifizierung entsprechend Verpackung
1	"HANSA TORF" Floragard Vertriebs GmbH für Gartenbau, Oldenburg	wenig bis mäßig zersetzter Hochmoortorf H2-H5
2	Art.-Nr. A1046 Hagen Deutschland, Holm	Torfplatten gepresst Untersuchung nach Aufgießen mit Wasser, Quellung, Spülen mit Wasser und Antrocknen
3	"Miniballen" Vehnemoor GmbH, Friesoythe	Hochmoortorf Zersetzung H3-H5
4	"TIP - Naturreiner Hochmoortorf" Goldhand Vertriebsgesellschaft mbH, Düsseldorf	Hochmoortorf, schwach bis mittel zersetzt H3-H5
5	"ASB-Greenworld Gärtnerortf" ASB-Grünland Helmut Aurenz GmbH, Ludwigsburg	Hochmoortorf, schwach bis mittel zersetzt H3-H5
<b>Kokos</b>	Kokohum Blumenerde W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal	Trockene gepresste Kokosfasern Untersuchung nach Aufgießen mit Wasser, Quellung, Spülen mit Wasser und Antrocknen

**Tabelle 2: Parameter und Bestimmungsmethoden**

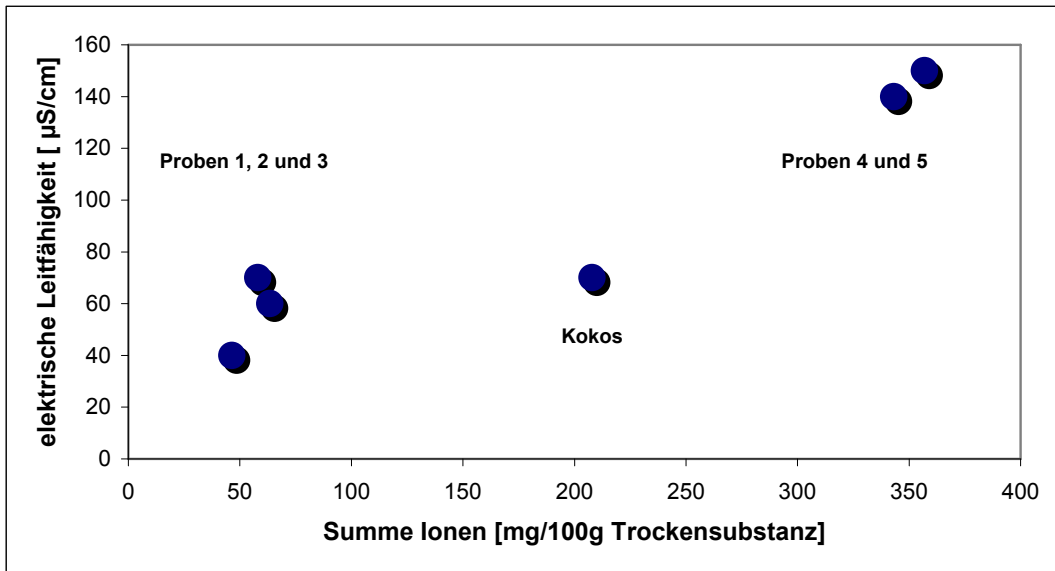
Parameter/Methode	Einheit	Prinzip
Wassergehalt/ Trockenrückstand	Ma.-%	thermisch bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz
Glühverlust/ Glührückstand	Ma.-%	thermisch bei 550°C bis zur Gewichtskonstanz
pH-Wert	-	im wässrigen Auszug mittels pH-Elektrode
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	im wässrigen Auszug mittels Leitfähigkeitselektrode
Extinktion bei 254 bzw. 436 nm	m-1	im wässrigen Auszug mittels UV-VIS-Spektrometrie
Ammonium, Nitrat, Nitrit, Chlorid, Sulfat, o-Phosphat	mg/l	im wässrigen Auszug mittels Photometrie bzw. Ionenchromatographie
Calcium, Magnesium, Phosphor gesamt	mg/l	im wässrigen Auszug mittels Atomspektrometrie
gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/l	im wässrigen Auszug mittels speziellem DOC-Analysator

**Tabelle 3: Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Kokos
Trockenrückstand	Ma.-%	74,1	86,2	66,3	28,2	36,9	26,9
Glührückstand des Trockenrückstandes	Ma.-%	1,7	0,9	2,2	24,0	12,8	4,0
pH-Wert	-	4,8	3,9	4,1	6,0	4,5	7,3
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	40	60	70	140	150	70
gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/l	43	69	190	26	23	13
Extinktion bei 254 nm	m <sup>-1</sup>	177	144	420	110	91,6	53,1
Extinktion bei 436 nm	m <sup>-1</sup>	15,6	9,61	27,8	9,75	6,96	10,4
Ammonium	mg/l	2,76	< 0,06	4,55	< 0,06	0,48	1,48
Nitrat	mg/l	0,8	0,7	2,0	34,6	32,7	7,9
Nitrit	mg/l	0,02	< 0,02	0,02	0,03	< 0,02	< 0,02
Phosphor gesamt berechnet als PO <sub>4</sub>	mg/l	< 0,6	< 0,6	< 0,6	11	7	< 0,6
ortho-Phosphat	mg/l	< 0,02	0,09	0,34	11,3	7,3	< 0,02
Chlorid	mg/l	2,9	4,9	0,7	4,7	8,7	22,3
Sulfat	mg/l	2,3	3,0	1,3	3,8	9,9	9,9
Calcium	mg/l	0,5	4,0	2,5	12,3	10,4	< 0,5
Magnesium	mg/l	< 0,1	< 0,1	0,2	1,9	1,9	< 0,1

Trockenrückstand und Glührückstand an der Originalprobe  
alle anderen Parameter am wässrigen Auszug (siehe Text)

**Bild 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse für die elektrische Leitfähigkeit im wässrigen Auszug und der Summe der bestimmten löslichen Ionen**



**Bild 2: Gegenüberstellung der Ergebnisse für DOC-Gehalte sowie die spektralen Absorptionskoeffizienten im wässrigen Extrakt**

