



Schaumbildung am Rheinflall

Klärung ungelöster Fragen

Seite 1 / 3

Christian Wegner
Universität Jena

Schaumbildung am Rheinflall - Klärung ungelöster Fragen

Alljährlich bietet sich während der Sommermonate unterhalb des Rheinflalles das gleiche Bild: Mit wechselnder Intensität bildet sich ein unterschiedlich dicht ausgeprägter Schaumteppich. Schaumfahnen sind z.T. mehrere Kilometer stromabwärts noch zu beobachten. Diese Erscheinung beschäftigt seit nahezu drei Jahrzehnten die Öffentlichkeit und die zuständigen Behörden. Die Bevölkerung ist verunsichert, und der Schaum ist dem Tourismus am Rheinflall sicherlich auch nicht zuträglich.

Die Ursachen des Rheinflallschaumes werden seit dem ersten Auftreten Anfang der siebziger Jahre diskutiert. Verschiedene Hypothesen wurden über die Jahre aufgestellt. Keiner der bisherigen Versuche, dem Phänomen auf die Spur zu kommen, war erfolgreich. Da jedoch am Hochrhein in den letzten Jahren immer mehr Kläranlagen in Betrieb genommen wurden und auch die von den zuständigen Umweltämtern erhobenen Daten für eine gute Wasserqualität des Rheines sprechen, konnte die Verursachung des Rheinflallschaumes durch Detergentien aus Industrie- oder Haushaltsabwässern ausgeschlossen werden.

Damit rückte der Flutende Hahnenfuss ins Zentrum möglicher Ursachenforschung. Diese Wasserpflanze gehörte zwar seit jeher zur natürlichen Flora des Hochrheins, hatte sich aber zu Beginn der siebziger Jahre fast explosionsartig vermehrt.

Massgebend hierfür war einerseits der rapide Anstieg des Phosphateintrages (nicht abgebaute Waschmittelbestandteile, Landwirtschaft), was die Pflanzenernährung begünstigt hat. Andererseits sind ab anfangs der Siebzigerjahre auch zunehmend Kläranlagen im Einzugsgebiet in Betrieb genommen worden. Diese haben die früher vorhandene Schmutzstofftrübung des Rheinwassers erheblich vermindert und damit zur Erhöhung der Sonneneinstrahlung beigetragen. Der Schlüsselnährstoff Phosphat und das Sonnenlicht haben das Pflanzenwachstum stark gefördert.

Zeitlich fiel das erste Auftreten des Schaumphänomens mit dieser Ausbreitungsphase zusammen. Untersuchungen, die 1996 im Labor für Umweltschutz des Kantons Schaffhausen durchgeführt wurden, gaben nun erste Hinweise für das Vorkommen von Inhaltsstoffen des Flutenden Hahnenfuss im Rheinflallschaum. Über ihre genaue chemische Struktur und Bedeutung für die Schaumbildung, ihr mögliches Gefährdungspotential für den Menschen oder das Ökosystem Hochrhein konnten diese Untersuchungen jedoch noch keinen Aufschluss geben.

Diese Wissenslücken konnten nun durch die Ergebnisse eines Forschungsprojektes, das mit Unterstützung der Kantone Schaffhausen und Zürich sowie des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landwirtschaft (BUWAL) am Lehrstuhl für Pharmazeutische Biologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Deutschland, durchgeführt wurde, geschlossen werden. Das Jenaer Institut befasst sich intensiv mit naturstoffchemisch-analytischen Fragestellungen und verfügt über die dazu erforderliche hochempfindliche Analysetechnik.

Vor dem Hintergrund der früheren Untersuchungen wurde versucht, die folgenden Fragen zu klären:

1. Enthält der Flutende Hahnenfuss natürliche Tenside?
2. Sind diese Stoffe im Schaum und im Rheinwasser nachweisbar?
3. Gibt es jahreszeitliche Unterschiede in der Konzentration dieser Substanzen, die mit der Schaumbildung unterhalb des Rheinflalls zeitlich korrelieren?
4. Existiert eine Gefährdung für Schwimmer oder im Wasser lebende Organismen?

In der Tat konnten im Hahnenfuss tensidähnliche Stoffe nachgewiesen werden. Diese Schaumbildner wurden dann in der Folge aufgereinigt und in ihrer Struktur analysiert. Es zeigte sich, dass zwei völlig unterschiedliche Gruppen von natürlichen Tensiden vorliegen, sogenannte Saponine (von lat. Sapo = die Seife) und Glykolipide.



Anschließend konnten dieselben Substanzen unter Anwendung modernster Verfahren in Wasser- und Schaumproben aus dem Rheinflallbecken nachgewiesen werden. Diese Tenside reichert sich im Schaum an. Damit war klar, dass diese Substanzen an der Schaumbildung beteiligt sind. In Spuren konnten die Saponine auch in Grundwasserproben nachgewiesen werden. Die quantitative Bestimmung der pflanzlichen Inhaltsstoffe zeigte im Jahr 1998 ein den Erwartungen entsprechendes Muster: Ein deutlicher Anstieg der Konzentrationen war während der Sommermonate zu beobachten. Interessanterweise korrelieren diese Daten zeitlich mit der Menge des hauptsächlich aus Hahnenfuss bestehenden Geschwemmsels, das am EKW Schaffhausen angespült wurde.

Die Untersuchungen im Jahr 2000 ergaben deutlich geringere Saponin-Konzentrationen. In den Sommermonaten war aber noch ein Anstieg zu beobachten. Allerdings war auch die Schaumbildung im Jahr 2000 im Vergleich zu früheren Jahren geringer. Zwei Faktoren waren hauptsächlich für diese ungewöhnliche Situation verantwortlich: Zum einen waren die Pflanzenbestände im Rhein aufgrund des Hochwassers im Vorjahr deutlich zurückgegangen, was zu einer geringen Geschwemmselmenge führte, zum anderen bewirkte die überdurchschnittliche Wasserführung während der Sommermonate einen zusätzlichen Verdünnungseffekt.

Um die ursächliche Bedeutung der Hahnenfuss-Inhaltsstoffe für die Schaumbildung zu klären, musste auch auf weitere Schaumbildner geprüft werden. In Frage kamen in diesem Zusammenhang insbesondere Eiweiße, sogenannte Huminstoffe und auch synthetische Tenside. Eiweiße und Huminstoffe konnten dabei recht schnell ausgeschlossen werden. Eine Grundbelastung mit synthetischen Schaumbildnern und deren Abbauprodukten existiert dagegen. Diese Substanzen reichern sich auch im Schaum an. Ebenfalls konnte eine starke Anreicherung von fein suspendierten Partikeln festgestellt werden, die möglicherweise zur Stabilisierung des Schaums beitragen. Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass aber die Hahnenfuss-Inhaltsstoffe zur Auslösung der Schaumbildung notwendig sind.

Einen weiteren wesentlichen Aspekt des Projektes stellten die Untersuchungen zum toxikologischen Gefährdungspotential des Rheinflallschaumes dar. Diese Versuche wurden mit repräsentativen wasserlebenden Organismen durchgeführt. Dabei wurden Wasser- und Schaumproben sowie aufgereinigte Hahnenfuss-Inhaltsstoffe an Wasserflöhen, Wasserschnecken, Mückenlarven und Algen geprüft. Auch bei Konzentrationen, die etwa um das 50-fache über den im Wasser nachgewiesenen Konzentrationen lagen, wurden keine toxischen Effekte beobachtet. Auf Versuche mit Fischen wurde daraufhin verzichtet.

Die Ergebnisse des Projektes können wie folgt zusammengefasst werden:

1. **Der Flutende Hahnenfuss enthält schaumbildende Naturstoffe.**
2. **Diese Substanzen sind in Wasser- und Schaumproben aus dem Rhein sowie in Grundwasserproben nachweisbar. Die Substanzen reichern sich aufgrund ihrer Tensidstruktur im Schaum sehr stark an.**
3. **Es zeigen sich jahreszeitliche Unterschiede in der Konzentration, die mit der Entwicklung der Biomasse der Wasserpflanzen und der Schaumbildung am Rheinflall zeitlich korrelieren. Es spricht vieles dafür, dass die Schaumbildner weniger aus der intakten Pflanze als aus dem verrottenden Geschwemmsel ins Wasser gelangen.**
4. **Die Entstehung des Rheinflallschaumes ist ein multifaktorielles Geschehen, zu dem die Hahnenfuss-Inhaltsstoffe, synthetische Detergentien und ihre Abbauprodukte, sowie feine Schwebstoffpartikel beitragen. Die Tenside aus dem Flutenden Hahnenfuß stellen dabei den auslösenden Faktor dar.**
5. **Es besteht keine Gefährdung etwa für Schwimmer und für die im Wasser lebenden Organismen.**

Damit können die meisten der seit 30 Jahren diskutierten Fragen abschließend beantwortet werden und auf die entwickelten Methoden kann bei der weiteren Beobachtung des Phänomens zurückgegriffen werden.

***Ranunculus fluitans* Lamk. – der Flutende Hahnenfuss (Ranunculaceae, Hahnenfuss-gewächse)**

Die Familie der Hahnenfussgewächse besiedelt vor allem die nördliche Halbkugel. Ein Zentrum der Verbreitung liegt in Ostasien. In unserer Flora sind die Ranunculaceen (Hahnenfussgewächse) mit ca. 100 Arten vertreten. Neben den meist als Kräuter auftretenden Vertretern gibt es eine ganze Reihe von im Wasser lebenden Hahnenfussarten. Eine davon ist der weiss blühende Flutende Hahnenfuss (*Ranunculus fluitans*). Er kommt in kühlen, relativ schnell fließenden Gewässern in Höhen bis zu 700 m vor. Die Wassertiefen können dabei bis zu 3 m betragen. Die im Wasser flutenden hellgrünen Stengel können bis zu 6 m lang werden. *R. fluitans* wurde in West- und Zentraleuropa nachgewiesen. Nördlichste Fundorte sind Irland, Nord- und Südengland und Südschweden. Im Süden wird das Verbreitungsgebiet von Südfrankreich und Norditalien, im Osten von Tschechien begrenzt. Die Vermehrung erfolgt fast ausschliesslich vegetativ, d.h. abgerissene Pflanzenteile wachsen an anderer Stelle wieder an und bilden eine neue Pflanze.