

## Der Einfluß saurer Gewässer auf den Bestand der Ephemeren- und Plecopterenfauna

MARKKU HARMANEN

Institut für ökologische Zoologie der Universität Umeå/Schweden

### 1. Vorwort

In den schwach gepufferten westschwedischen und südnorwegischen Gewässern ist seit über einem Jahrzehnt eine fortschreitende Herabsetzung des pH-Wertes zu beobachten. Diese schwerwiegende Veränderung des Wasserchemismus hat vielerorts zu einem Aussterben des Salmonidenbestandes geführt. Die Ursache der pH-Verschiebung in den sauren Bereich sieht man in den von den zentral- und westeuropäischen Industriegebieten durch Luftströmungen verfrachteten schwefeligen Abgasen. In einer Reihe von Publikationen sind diese Zusammenhänge eingehend behandelt worden. (ODÉN (1968), AHL & ODÉN (1970), JENSEN & SANDVIK (1972), MALMER (1973), DICKSON (1975), SCHMUUL (1976), FALKENMARK (1977)).

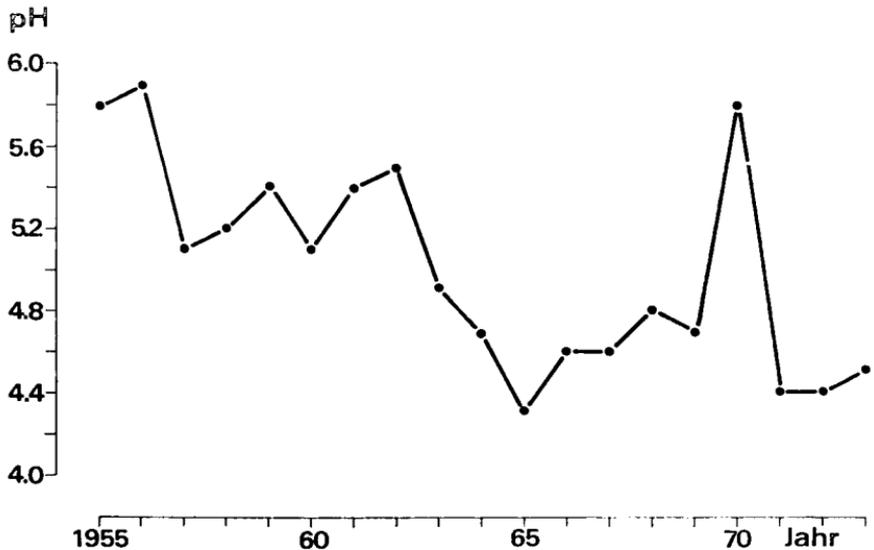


Abb. 1 Jahresmittel der pH-Messungen der Niederschläge in den Jahren 1955 — 1973 im Bereich Umeå/Schweden.

Die nachstehenden Untersuchungen wurden in einem Bereiche durchgeführt, der weitab der europäischen Industriegebiete liegt. Dennoch zeigen die pH-Messungen der Niederschläge von Röbbäcksdalen, unweit der Stadt Umeå eine fallende Tendenz in den Jahren 1955—1973. (Abb. 1). Dies kann seine Ursache in Luftverunreinigung durch die im letzten Jahrzehnt stark expandierende Stadt Umeå haben. Dennoch ist, wie aus der Arbeit von FALKENMARK (1977) zu ersehen ist, ein Fortschreiten der niederschlagsbedingten, atmosphärischen Verunreinigungen in dem nördlichen Bereiche der skandinavischen Halbinsel, unverkennbar.

Während man in Westschweden und Südnorwegen eine starke Reduzierung des Forellenbestandes (*Salmo trutta*) und des Seesaiblings (*Salve-*

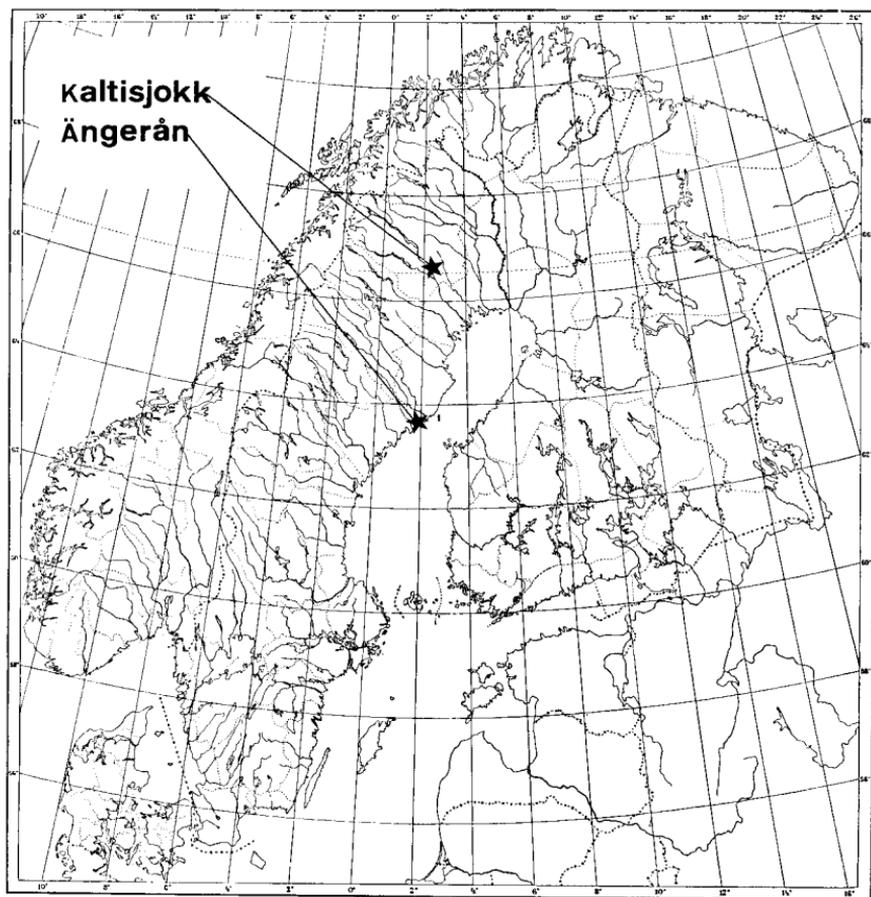


Abb. 2 Geographische Lage der untersuchten Gewässerläufe.

*linus alpinus*) in Folge der Gewässerversauerung feststellen konnte, ist bisher nur wenig bekannt geworden, wie starke pH-Veränderungen auf die Bodenfauna wirkt. Für die typischen Insektengruppen von Fließgewässern den Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und Steinfliegen (Plecoptera) soll dies in den nachfolgenden Ausführungen dargestellt werden.

## 2. Untersuchungen und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten in zwei etwa gleich großen Gewässern, von denen eines, der Kaltisjokk, im Inland des nordschwedischen Waldgebietes gelegen ist, während das andere ein kleines Küstengewässer, der Ängerån, ist, der ca. 30 km südlich der Stadt Umeå zum Bottnischen Meerbusen verläuft (Abb. 2). Der Kaltisjokk zeigt einen wenig um den Neutralpunkt schwankenden pH-Wert im Jahresverlauf (MÜLLER-HAEKEL 1974). Der Ängerån dagegen zeigt nach unseren bisherigen Untersuchungen zwei Perioden im Jahr mit extrem niedrigen pH-Werten. Die Herabsetzung des pH-Wertes fällt im Frühjahr mit der Schneeschmelze (Mai) und im Herbst mit starken Niederschlägen (November) zusammen. Als primäre Ursache müssen die speziellen geologischen Gegebenheiten des Küstenlandes angesehen werden (VALLIN 1952). Die jungen durch die Landhebung bedingten geologischen Schichten alten Meeresbodens weisen Ablagerungen von  $\text{FeSO}_4$  auf. Die in Lösung gehenden Sulfate lassen in den Perioden, in denen das Gewässer über seine Ufer tritt, den pH-Wert im Ängerån bis auf 4,7 herabsinken. Daß atmosphärische Verunreinigungen diesen Prozeß verstärken, kann nicht ausgeschlossen werden, ist aber nach den bisherigen Untersuchungsbefunden von untergeordneter

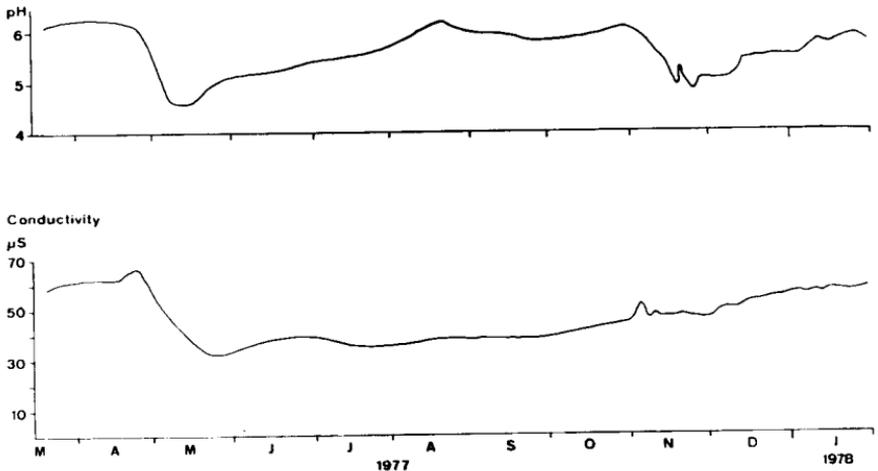


Abb. 3 Der Verlauf des pH-Wertes und des Leitwertes vom März 1977 bis Januar 1978 im Flusse Ängerån.

Bedeutung. Abb. 3 zeigt den Verlauf der pH-Werte im Ängerån über einen Jahreszyklus.

Die Kontrolle des Wasserinsektenbestandes erfolgte sowohl über Lichtfallenfänge, wie durch kontinuierliche Drift- und Bodenfaunauntersuchungen im Jahre 1977. Die Beobachtungen waren auf den Unterlauf des Flusses konzentriert, d. h. in dem Bereiche des Flusses bis etwa 20 m über NN, der den Versauerungseffekt am stärksten zeigt.

### 3. Resultate

Eine Gegenüberstellung der Artenzahl der Ephemeropteren und Plecoppteren vom Kaltisjokk und Ängerån zeigt eine äußerst reduzierte Artenzahl im Ängerån, wie aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen ist.

Tab. 1 Vergleich des Ephemeridenbestandes im Kaltisjokk und Ängerån

Kaltisjokk	Ängerån
1 <i>Ephemera vulgata</i> L.	—
2 <i>Ameletus inopinatus</i> Etn.	—
3 <i>Parameletus chelifera</i> Bgtss.	—
4 <i>Siphonurus aestivalis</i> Etn.	<i>Siphonurus aestivalis</i> Etn.
5 <i>Siphonurus lacustris</i> Etn.	—
6 <i>Siphonurus linnaeanus</i> Etn.	<i>Siphonurus linnaeana</i> Etn.
7 <i>Baetis macani</i> Kimm.	—
8 <i>Baetis niger</i> L.	—
9 <i>Baetis pumilus</i> Burm.	—
10 <i>Baetis rhodani</i> Pict.	—
11 <i>Baetis subalpinus</i> Bgtss.	—
12 <i>Baetis vernus</i> Curt.	—
13 <i>Procloeon pseudorufulum</i> Kimm.	—
14 <i>Centroptilum luteolum</i> Müll.	—
15 <i>Metretopus borealis</i> Etn.	—
16 <i>Heptagenia dalecarlica</i> Bgtss.	—
17 <i>Heptagenia sulphurea</i> Müll.	—
18 <i>Heptagenia fuscogrisea</i> Retz.	<i>Heptagenia fuscogrisea</i> Retz.
19 <i>Heptagenia joernensis</i> Bgtss.	—
20 <i>Arthroplea congener</i> Bgtss.	—
21 <i>Leptophlebia marginata</i> L.	<i>Leptophlebia marginata</i> L.
22 <i>Leptophlebia vespertina</i> L.	<i>Leptophlebia vespertina</i> L.
23 <i>Paraleptophlebia cincta</i> Etn.	—
24 <i>Paraleptophlebia strandii</i> Etn.	—
25 <i>Paraleptophlebia submarginata</i> St.	—
26 <i>Ephemerella aurivillii</i> Bgtss.	—
27 <i>Ephemerella ignita</i> Poda	—
28 <i>Caenis horaria</i> L.	—
29	<i>Cloeon simile</i> L.

Tab. 2 Vergleich des Plecopterenbestandes im Kaltisjokk und im Ängerån

Kaltisjokk	Ängerån
<i>Brachyptera risi</i> Mort.	—
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> L.	—
<i>Amphinemura borealis</i> Mort.	<i>Amphinemura borealis</i> Mort.
<i>Amphinemura standfussi</i> Ris.	—
<i>Amphinemura sulcicollis</i> Steph.	—
<i>Nemoura arctica</i> Esb.-P.	—
<i>Nemoura avicularis</i> Mort.	<i>Nemoura avicularis</i> Mort.
<i>Nemoura cinerea</i> Retz.	<i>Nemoura cinerea</i> Retz.
<i>Nemoura flexuosa</i> Aub.	—
<i>Nemoura sahlbergi</i> Mort.	—
<i>Nemurella picteti</i> Klp.	—
<i>Protonemura meyeri</i> Pict.	<i>Protonemura meyeri</i> Pict.
<i>Leuctra digitata</i> Kmp.	<i>Leuctra digitata</i> Kmp.
<i>Leuctra fusca</i> L.	—
<i>Leuctra hippopus</i> Kmp.	—
<i>Leuctra nigra</i> Ol.	—
<i>Capnia atra</i> Mort.	—
<i>Capnia pygmaea</i> Zett.	—
<i>Capnia vidua</i> Klp.	—
<i>Capnopsis schilleri</i> Rost.	—
<i>Diura bicaudata</i> L.	<i>Diura bicaudata</i> L.
<i>Diura nanseni</i> Kmp.	—
<i>Isoperla difformis</i> Klp.	—
<i>Isoperla grammatica</i> Pod.	<i>Isoperla grammatica</i> Pod.
<i>Isoperla obscura</i> Zett.	<i>Isoperla obscura</i> Zett.
<i>Dinocras cephalotes</i> Curt.	—
<i>Xanthoperla apicalis</i> Newn.	—
<i>Siphoneperla burmeisteri</i> Pict.	—

#### 4. Diskussion

Beide Untersuchungsgebiete liegen nach der regionalen Einteilung der Limnofauna Europaea (ILLIES 1967) in der Region 22. Vergleichen wir die Prozentanteile der aus der Limnofauna bekannten Arten in beiden Gewässern, so zeigt sich das in Tab. 3 dargestellte Resultat.

Tab. 3 Vergleich der Artenzahlen der Ephemeropteren und Plecopteren in zwei schwedischen Gewässern

Lokal	Artenzahl der Region — 22 —		Gefundene Arten		% - Anteil	
	Ephem.	Plecopt.	Ephem.	Plecopt.	Ephem.	Plecopt.
Kaltisjokk	37	29	28	28	76	97
Ängerån	37	29	6	8	16	28

Am auffallendsten war das völlige Fehlen der Baetiden im Ängerån. Von den im Kaltisjokk nachgewiesenen Ephemeropteren dominierte diese Gattung mit über 50% des gesamten Larvenbestandes. Sie wurde im Unterlauf des Ängerån als Larve nicht angetroffen und nur in einem Exemplar von *Baetis rhodani* gefangen. Demgegenüber finden sich die Baetiden in hoher Abundanz in dem ca. 10 km südlich des Ängerån mündenden Öre Älv, der auf Grund seines Ursprunges einen wesentlich ausgeglicheneren pH-Wert aufweist (Minimum = 6,3).

Für die Plecopteren zeigt sich ein ähnliches Bild. Es fehlen im Ängerån folgende Arten die im Kaltisjokk in hoher Abundanz auftreten: *Capnia atra*, *Leuctra hippopus*, *L. fusca*, *Nemoura flexuosa*. Die im Ängerån mit Abstand dominierende Steinfliegenart ist *Leuctra digitata*. Die Flugzeit dieser Art ist im August und September, ihr Larvenstadium fällt demnach in die beiden Perioden extrem niedriger pH-Werte. Nach unseren Untersuchungen schienen *Leuctra digitata* und die Ephemeropteren-Gattungen Siphonurus und Leptophlebia die beste Anpassung an das saure Milieu zu besitzen.

## 5. Dank

Die Untersuchungen erfolgten mit Unterstützung des Schwedischen Naturwissenschaftlichen Forschungsrates. Den Herren P. H. LINGDELL und H. MENDEL danke ich für die Determination, resp. Revision der im Ängerån vorkommenden Ephemeropteren und Plecopteren, für die Anregung zu dieser Studie Prof. K. MÜLLER, Umeå.

## 6. Literatur

- AHL, T. & ODÉN, S. 1970. Försurningen av skandinaviska vatten. — Ymer: 103—120.
- DICKSON, W. 1975. The acidification of Swedish lakes. — Inst. Freshwater Res. Drottningholm 54: 8—20.
- FALKENMARK, M. 1977. Water in Sweden. — National Report to the United Nations Water Conference 1977: 1—133.

- JENSEN, K. W. & SNEKVIK, E. 1972. Low pH-levels wipe out salmon and trout populations in southernmost Norway. — *Ambio* 1 (6): 223—225.
- MALMER, N. 1973. Om effekterna på vatten, mark och vegetation av ökad svaveltillförsel från atmosfären. — SNV, PM 402.
- MÜLLER-HAECKEL, A. 1974. Die Wasserchemie des Kaltisjokk. — *Ber. Ökol. Stat. Messaure* 30: 1—11.
- ODÉN, S. 1968. Nederbördens och luftens försurning, dess förlopp och verkan i olika miljöer. — SNV, Ekologikomm. Bull. 1.
- SCHMUUL, R. 1976. Fysikalisk-kemisk beskrivning av 1704 sjäar i Norra Älvsborg 1973. — *Inform. Sötvattenslab. Drottningholm* 4/1976.
- VALLIN, S. 1952. Zwei azidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. — *Inst. Freshwater Res. Drottningholm Rep.* 34: 167—189.

#### Summary:

Comparative studies have been carried out in two north Swedish streams: The river Kaltisjokk in the Taiga-region in Swedish-Lapland and in the coastal river Ängerån which flows into the northern Bothnian Bay. The mayfly and stonefly fauna in the Ängerån are much poorer than in the Kaltisjokk. This is probably due to the low pH-values in the Ängerån during periods of high-waterflow in spring and autumn, when sulphate from  $\text{FeSO}_4$  layers is dissolved. Air pollution may also be a contributory factor. The studies of larval drift, bottom samples and light-trapping show that the mayfly genus *Baetis* is not found at all in the lower reaches of the Ängerån, while it is common elsewhere in the neighbourhood and in the Kaltisjokk. Mayfly genera *Siphonurus* and *Leptophlebia* and the stoneflies *Amphinemura borealis*, *Nemoura cinerea* and *Leuctra digitata* are able to exist in the acid conditions of the Ängerån.