Ber. Naturhist. Ges. Hannover	135	117–136	Hannover 1993

Zur Situation der Fließgewässer im Westharz

von

ULRICH HEITKAMP

Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung: Die Fließgewässer des Harzes zeichnen sich durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten, große Abflußschwankungen, eine rauhe Stromsohle mit felsig-steinig-kiesigen Substraten, niedrige Wassertemperaturen, Sauerstoffsättigung sowie Elektrolyt- und Nährstoffarmut aus.

Intakte Bäche mit typischer Biozönose, einer „Reinwasser-Lebensgemeinschaft", finden sich noch in großer Zahl zumeist in Höhenlagen unter 350 m und auf basenreichen Gesteinen.

Beeinträchtigungen und Belastungen der Gewässer werden durch wasserwirtschaftliche (Sohlschwellen, Wehre, Wasserableitungen, Talsperren etc.) und forstwirtschaftliche Maßnahmen (großflächiger Fichtenanbau) sowie durch den Eintrag von Luftschadstoffen („Saurer Regen") hervorgerufen.

Die größten Belastungen mit zeitweise katastrophalen Folgen werden zweifellos durch die Gewässerversauerung hervorgerufen. Davon sind zur Zeit alle Höhenstufen oberhalb 300-400 m betroffen, oberhalb 600-700 m sind die meisten Gewässer permanent versauert. Aus diesen Bächen sind 60-70 % der Arten verschwunden, einige Tiergruppen, z.B. Strudelwürmer, Schnecken, Flohkrebse, Eintagsfliegen und Fische, fehlen vollständig. Heute ist bereits mindestens 20 % der Fläche des Westharzes fischleer. Auch die zeitweise versauerten Gewässer zeichnen sich durch hohe Artenfehlbeträge aus.

Die Prognose für die Fließgewässer des Harzes ist düster. Nach den bisherigen Untersuchungen und wenn der Eintrag von Luftschadstoffen nicht umgehend und drastisch reduziert wird, wird die Gewässerversauerung mit den Folgen einer sehr starken Degradierung der Biozönosen mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Gewässer bis zum Harzrand Anfang bis Mitte des nächsten Jahrhunderts erfaßt haben.

Summary: **The situation of brooks in the western parts of the Harz Mountains.** – The running waters of the Harz Mountains are marked by high flow velocities, great differences in runoff, rough stream bottoms with a substratum of rocks, stones and gravel, low water temperatures, oxygen saturation and low contents of electrolytes.

Intact brooks with typical biocoenosis still exist in large numbers at heights below 350 m and on base-saturated rocks.

Detrimental effects and contamination of the brooks and small rivers are caused by water management and forestry measures as well as by acid depositions ("acid rain").

The worst contamination with catastrophic consequences is caused by the acidification of brooks. Currently, all heights above 300-400 m are affected and above 600-700 m, most of the running waters are permanently acidified. These streams show species deficiencies of about 60-70 %. For some taxa, like turbellarians, water snails, amphipods, ephemeropterans and fish, there is a total loss. Today, at least 20 % of the running waters in the Harz have no fish whatsoever. Likewise, periodical acidified brooks are characterized hy high species deficiencies.

The prognosis for the running waters of the Harz Mountains is gloomy. On the basis of the current investigations and in the absence of a drastic reduction in the acid deposition, all brooks in the Harz Mountains will be acidified from the middle of the next century, accompanying severe degradation of the biocoenosis.

1. EINLEITUNG

Der landschaftliche Reiz für den Erholungssuchenden wird im Harz durch den Wechsel von Fichtenforsten und Laubwäldern, Bergwiesen und tief eingeschnittenen Tälern geprägt, an deren Grund Bäche und kleine Flüsse mit der typischen Struktur des Berg- oder Gebirgsbaches zu Tal strömen. Der Harzbesucher kennt diese Gebirgsbäche im Sommer als friedlich murmelnde, klare Gewässer, die das Bild einer intakten Natur vermitteln und die während der Hochwasserperioden im Herbst und im Frühjahr zu Wildbächen angeschwollen die zerstörende, aber auch die reinigende Kraft des Wassers demonstrieren.

Mancher mag sich in unser durch die Medien aufgeklärten Zeit fragen, ob das oben geschilderte Bild realistisch ist oder ob nicht doch die Umwelt „Zivilisationsschäden" aufweist, die vom äußeren Erscheinungsbild überdeckt werden. Schlagwörter wie „Saurer Regen", „Waldsterben", „Gewässerversauerung", „Eutrophierung", „Abwasserbelastung" und „Gewässerverbau" sind heute vielen geläufig. In dem vorliegenden Beitrag soll hinterfragt werden, wie es um die Umwelt im Westharz, speziell um die Situation der Fließgewässer, bestellt ist.

2. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES HARZ

2.1 Geologie

Seit dem Devon vor etwa 400 Millionen Jahren existiert die Rumpfscholle des Harzes, die zwischenzeitlich im Laufe der Jahrmillionen flächenhaft durch Erosion wieder abgetragen wurde, die in der Zechsteinzeit des Ober-Perm von einem stark salzhaltigen, tropischen Flachmeer bedeckt war und die schließlich vor etwa 100 Millionen Jahren, in der Oberen Kreide, als Scholle aus dem Flachland emporzusteigen begann. Im Laufe des Tertiär entstand durch weitere Aufwölbungen und Faltungen sowie durch die erodierende Kraft von Wasser und Wind die heutige Form des Harzes (MEYER 1973, MOHR 1968a, b, 1980, SCHWAN 1968, VLADI 1988).

Der Harz erreicht eine Länge von ca. 90 km und eine Breite von ca. 30 km. Über die Hauptrumpffläche in 500-600 m Höhe erheben sich verschiedene gestufte Plateaus, die mit der Brocken-Gipfelfläche in 1142 m Höhe ihre höchste Erhebung erreichen. Die Hochflächen und die Randterrassen werden von den tiefen Kerbtälern der Harzbäche und -flüsse durchschnitten, die mit weiten Schotterflächen aus dem Gebirge austreten.

Die geologische Zusammensetzung des Harzes hat wesentliche Auswirkungen auf den Chemismus und die Lebensgemeinschaften der Gewässern. Der überwiegende Teil der Gesteine ist kalkarm, so daß auch die durch Verwitterung entstandenen Böden pufferungsarm sind und eine saure Reaktion zeigen. Auf fast 90 % der Fläche des Westharzes dominieren basenarme Silikatverwitterungsböden (KREMSER & OTTO 1973). Große Teile des Westharzes bestehen aus Grauwacke, einem kalkarmen Sedimentgestein. Extrem kalkarm sind die

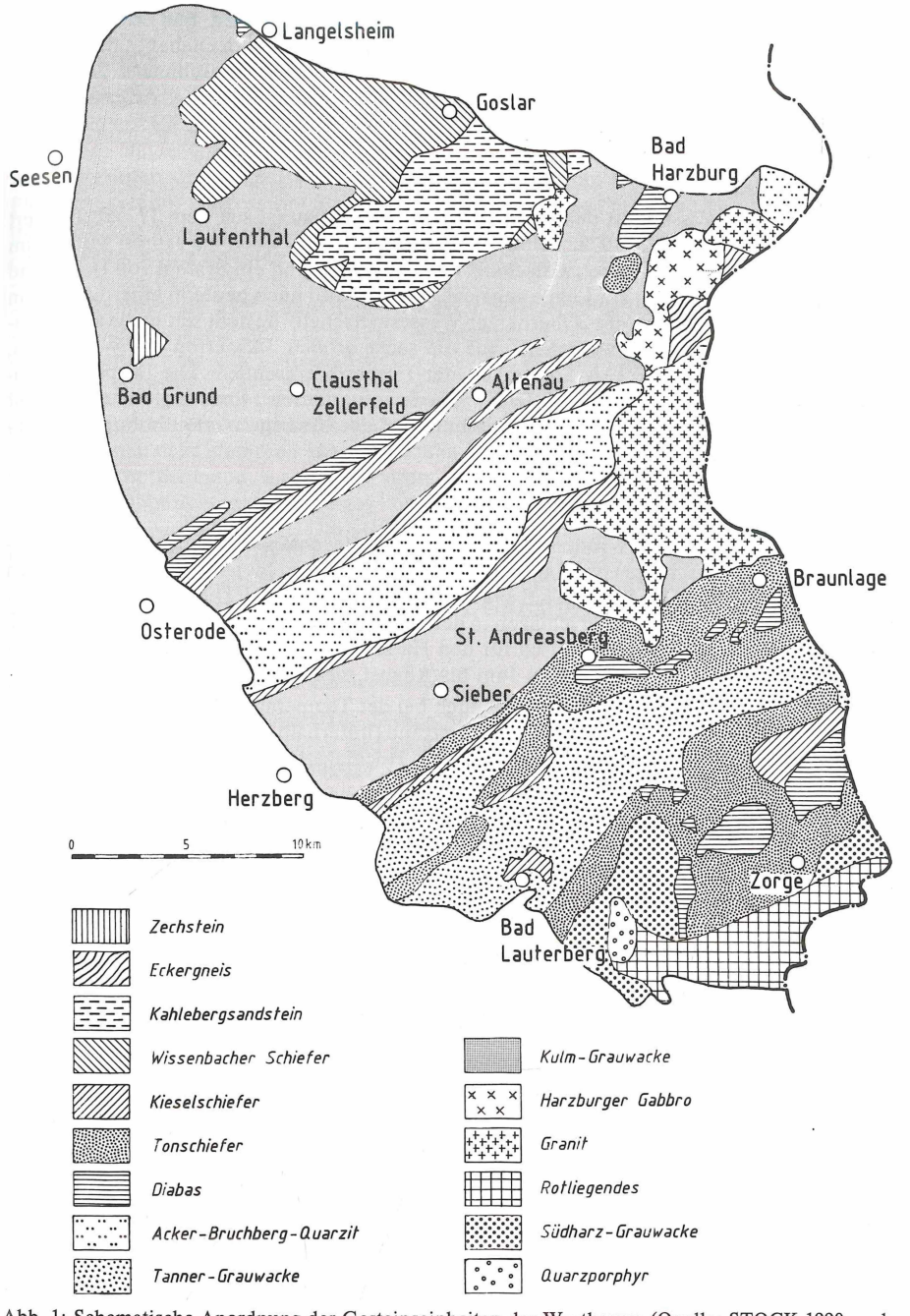


Abb. 1: Schematische Anordnung der Gesteinseinheiten des Westharzes (Quelle: STOCK 1990 nach MOHR 1968 und Geologische Karte Harz 1:100.000)

Gesteine des Quarzit (Acker-Bruchberg-Quarzit-Rücken), des Brocken- und Okergranit, des Eckergneis und des Kieselschiefer. Höhere Kalkanteile finden sich im Diabas (z.B. Oberharzer Diabas-Zug), im Harzburger Gabbro und teilweise auch in Tonschiefern und Sandsteinen. Die Verteilung der Gesteinseinheiten ist schematisiert in Abb. 1 dargestellt (vgl. MEYER 1973, MOHR 1980, SEEDORF 1977, SEEDORF & MEYER 1992).

2.2 Wasserwirtschaft

Die Nutzung der Wasserkraft des Harzes für den Erzbergbau ist seit dem 12. Jahrhundert beurkundet (HOFFMANN 1972, LOMMATZSCH 1972). Seit über 400 Jahren wurden im Rahmen der „Oberharzer Wasserwirtschaft" rund 85 Teiche und ein System von Hang- und Sammelgräben von ca. 240 km Länge angelegt, das teilweise noch heute in einer Länge von ca. 100 km existiert. Neben der „Oberharzer Wasserwirtschaft" besteht seit mehr als 60 Jahren die „Westharzer Wasserwirtschaft", die die sechs großen Talsperren des Westharzes, Innerste-, Grane-, Oker-, Ecker-, Söse- und Oder-Talsperre, einschließt. Die Talsperren nehmen einen großen Teil der Mittelläufe der jeweils aufgestauten Flüsse ein. Sie dienen der Trinkwasserversorgung, dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung (HOFFMANN 1973, SCHMIDT 1977, 1981).

2.3 Klima

Bei vorwiegend westlichen Winden wirkt der Harz als „Regenfänger". Durchschnittlich steigen die Jahresniederschläge vom Harzrand mit ca. 900-1000 mm bis auf 1500-1600 mm in den Hochlagen an (LIERSCH & PAUCKE 1986, HÖVERMANN 1957). Die jahreszeitliche Verteilung mit den höchsten Niederschlägen in den Wintermonaten und der Speicherung in oft meterhohen Schneedecken ist typisch für den Harz. Hohe, oft kurzfristige Niederschlagsmengen gehen auch in den Monaten Juni bis August nieder.

Ähnlich wie bei den Niederschlägen sind auch bei der Temperatur deutliche höhenabhängige Gradienten ausgebildet. Während am Harzrand (unterhalb 300 m) die Jahresmitteltemperaturen zwischen 7-8°C liegen, fallen sie in den Hochlagen (oberhalb 800 m) auf 4-5°C ab (Deutscher Wetterdienst, brfl.).

Grundsätzlich zeichnet sich das Harzklima durch lange, schneereiche Winter mit starken Frösten (Monatsmittel Dezember bis Februar meist unter 0°C), ein kurzes Frühjahr und einen kühlen Sommer mit Juli-Durchschnittstemperaturen im Hochharz von 10-15°C aus (SEEDORF & MEYER 1992).

2.4 Vegetation

Die Vegetation des Harzes wird bestimmt durch die klimatischen Bedingungen, wobei wesentliche Faktoren die mit zunehmender Höhe abnehmenden Temperaturen, die Zunahme der Niederschläge und der Windgeschwindigkeiten sowie die Zunahme extremer Witterungsbedingungen (Schnee- und Eisbruch) sind.

Bis in eine Höhe von 750-800 m reicht die natürliche Buchenstufe. Die Buchenwälder gehören meist zur Vegetationseinheit des Sauerhumusbuchenwaldes (Luzulo-Fagetum). Oberhalb der Buchenzone folgt zunächst eine Mischzone aus Buchen und Fichten, darüber liegt die Fichtenstufe bis in Höhen von ca. 1100 m. Heute wird das Bild des Westharzes oberhalb 500 m fast ausschließlich durch Fichtenforsten geprägt, häufig reichen geschlossene Fichtenforsten bis in die Harzrandlagen. Insgesamt nimmt die Fichte etwa 75 % der Waldfläche des Harzes ein (SEEDORF & MEYER 1992, SCHUBER 1977, STOCK 1990).

In den Hochlagen des Harzes existieren in Bereichen mit Niederschlagsmengen von mehr als 1000 mm eine ganze Reihe waldfreier oder baumarmer Hochmoore, von denen das Sonnenberg-Bruchberg-Moor eines der größten ist (JENSEN 1981, 1987).

3. DIE SITUATION DER FLIESSGEWÄSSER IM WESTHARZ

3.1 Allgemeines

Wie andere Fließgewässer auch zeichnen sich die Bäche und Flüsse des Harzes durch individuelle Eigenschaften aus, die durch zahlreiche Faktoren beeinflußt werden. In der Abb. 2 sind diese natürlichen und anthropogenen Faktoren schematisch dargestellt und ihre Abhängigkeiten und Beeinflussungen durch Pfeile verdeutlicht. Nachfolgend sollen die Fließgewässer des Harzes, ihre Struktur und ihre Biozönosen nach den bestehenden Beeinträchtigungen und Belastungen beispielhaft abgehandelt werden:

- naturnahe, wenig belastete Fließgewässer oder Fließgewässerabschnitte
- durch wasserbauliche Maßnahmen beeinflußte Fließgewässer
- durch kommunale oder industrielle Abwässer belastete Fließgewässer
- Beeinträchtigungen durch Land- und Forstwirtschaft
- durch den Eintrag von Luftschadstoffen („Saurer Regen") belastete Fließgewässer.

Mit den nachfolgenden Ausführungen sollen keine Einzelgewässer beschrieben, sondern es soll ein repräsentativer Querschnitt über die Fließgewässersysteme gegeben werden. Die Informationen dazu stammen aus zahlreichen Untersuchungen, deren Ergebnisse nur teilweise veröffentlicht sind: u.a. „Verbundforschung Fallstudie Harz" der Universität Göttingen (Abschlußbericht in: Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Bd. 19, 1990), Monitoring-Programm des Umweltbundesamtes zur Gewässerversauerung (bisher unpubl.), Sieber Projekt (HEITKAMP et al. 1985), Landschaftsrahmenpläne der Landkreise Goslar und Osterode am Harz (unpubl.), Publikationen über einzelne Fließgewässer oder bestimmte Tiergruppen (BROCK & BLUM 1977, GRASHOF 1972, JOOST 1967, KLOTZEK 1973, REHFELD 1978, ZWICK 1967).

3.2 Naturnahe, wenig belastete Fließgewässer

In den Gewässersystemen von Oker, Sieber, Söse, Innerste, Grane, Oker, Radau und Ecker existieren noch zahlreiche, kleine und große Bäche sowie auch Abschnitte der vorstehend genannten Flüsse selbst, die von Belastungen (s. Kapitel 3.3-3.6) wenig betroffen sind. Sie liegen zumeist im Bereich der Randterassen in Höhen bis ca. 350-400 m oder auf kalkreicheren Gesteinen (Diabas, Gabbro etc.). Die Gewässergütekarte 1991 von Südniedersachsen (STAWA GÖTTINGEN 1992) gibt darüber eine groben Überblick. Allerdings ordnen wir, abweichend von der Gütekarte, zahlreiche Gewässer als periodisch versauert und damit als mehr oder weniger stark belastet ein.

Gut untersuchte Beispiele für wenig belastete Fließgewässer sind die Alte Riefensbeek (HEITKAMP & LESSMANN 1990) und in Abschnitten auch die Sieber (HEITKAMP et al. 1985), deren Struktur, Faktorengefüge und Biozönosen (Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren) repräsentativ für die anderen Gebirgsbäche stehen.

3.2.1 Faktorengefüge

Das Leben im Gebirgsbach wird von der Strömung bestimmt, von der die anderen Parameter mehr oder weniger stark beeinflußt werden (vgl. auch Abb. 2). Kennzeichnend für die Fließgewässer des Harzes, die alle der Zone des Rhithrals (Zone des Berg- oder Gebirgsbaches, Forellenregion nach ILLIES 1961) zugeordnet werden können, sind hohe Fließgeschwindigkeiten und stark schwankende Abflüsse.

Die Abflußkurven werden bestimmt durch niedrige bis sehr niedrige Abflüsse vom Frühjahr bis zum Herbst, die durch kurzfristige Hochwasserereignisse in der Zeit von Juni bis August unterbrochen werden können. Vom Herbst (November) bis zum Frühjahr (April) liegen die Basisabflüsse wesentlich höher, gleichzeitig treten mehrfach Hochwasserspitzen, besonders nach der Schneeschmelze auf (HEITKAMP & LESSMANN 1990, HÖVERMANN 1957). Ein

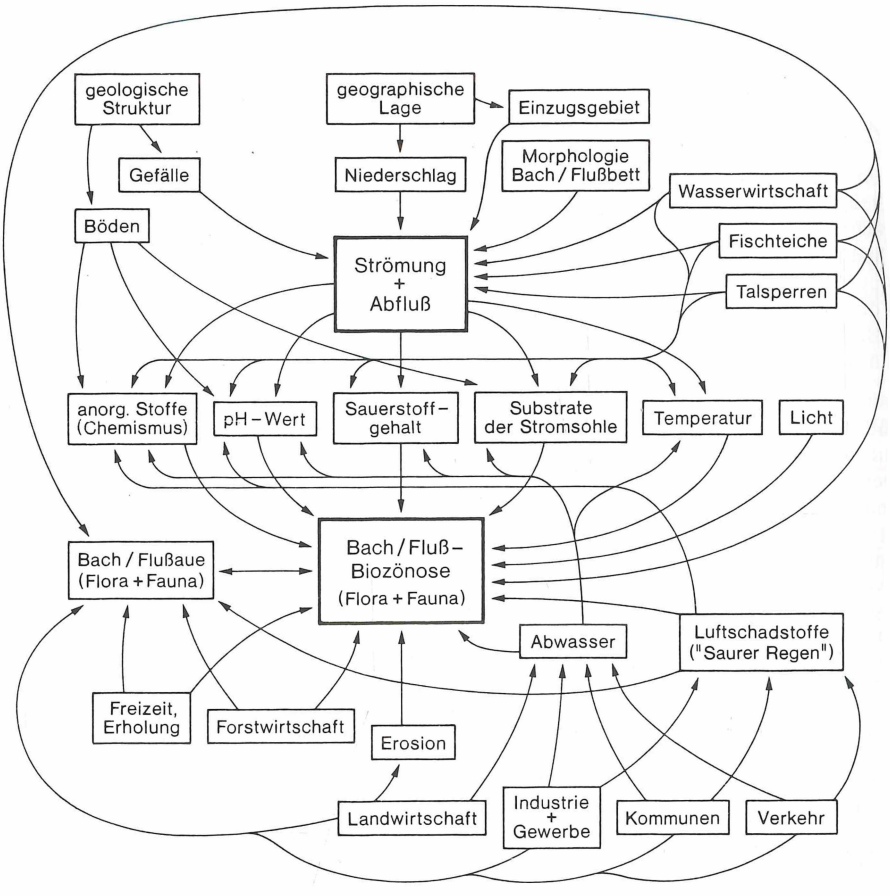


Abb. 2: Schematische Darstellung der Abhängigkeiten und Beeinflussungen einer Fließgewässer-Biozönose durch Umweltfaktoren einschließlich menschlicher Eingriffe (Quelle: HEITKAMP 1988 c)

typisches Beispiel für eine derartige Abflußkurve ist mit der Alten Söse am Pegel Riefensbeek der Harzwasserwerke ausgewählt (Abb. 3). Nach HAASE et al. (1970) und SCHMIDT (1977) fließen in den Harzflüssen an 60 Tagen des Jahres 50 % der Gesamtwassermenge ab, während sich die verbleibenden 50 % auf die restlichen 305 Tage verteilen.

Ausschließlich abhängig von der Strömung ist die Zusammensetzung der Substrate der Bachsohle, die im Harz aus anstehendem Fels, Geröll, Steinen, Kies und Sand besteht. Die in den Gebirgsbächen lebenden Pflanzen und Tiere sind an diese Substrate gebunden. Weitere wichtige Parameter wie Temperatur, Sauerstoffgehalt, Gehalt an Mineralstoffen etc. werden in komplexer Weise auch von anderen Faktoren bestimmt, z.B. durch Gesteine, Nutzung und Bewuchs im Einzugsgebiet, Beschattung, Abwasserbelastungen, wasserbauliche Maßnahmen und Immissionen von Luftschadstoffen (vgl. dazu Abb. 2).

Hinsichtlich der Temperatur zählen die Fließgewässer des Harzes zu den sommerkühlen Bächen mit Jahres-Durchschnittstemperaturen von 5°C und Temperaturmaxima von 15-17°C (HEITKAMP et al. 1985, HEITKAMP & LESSMANN 1990).

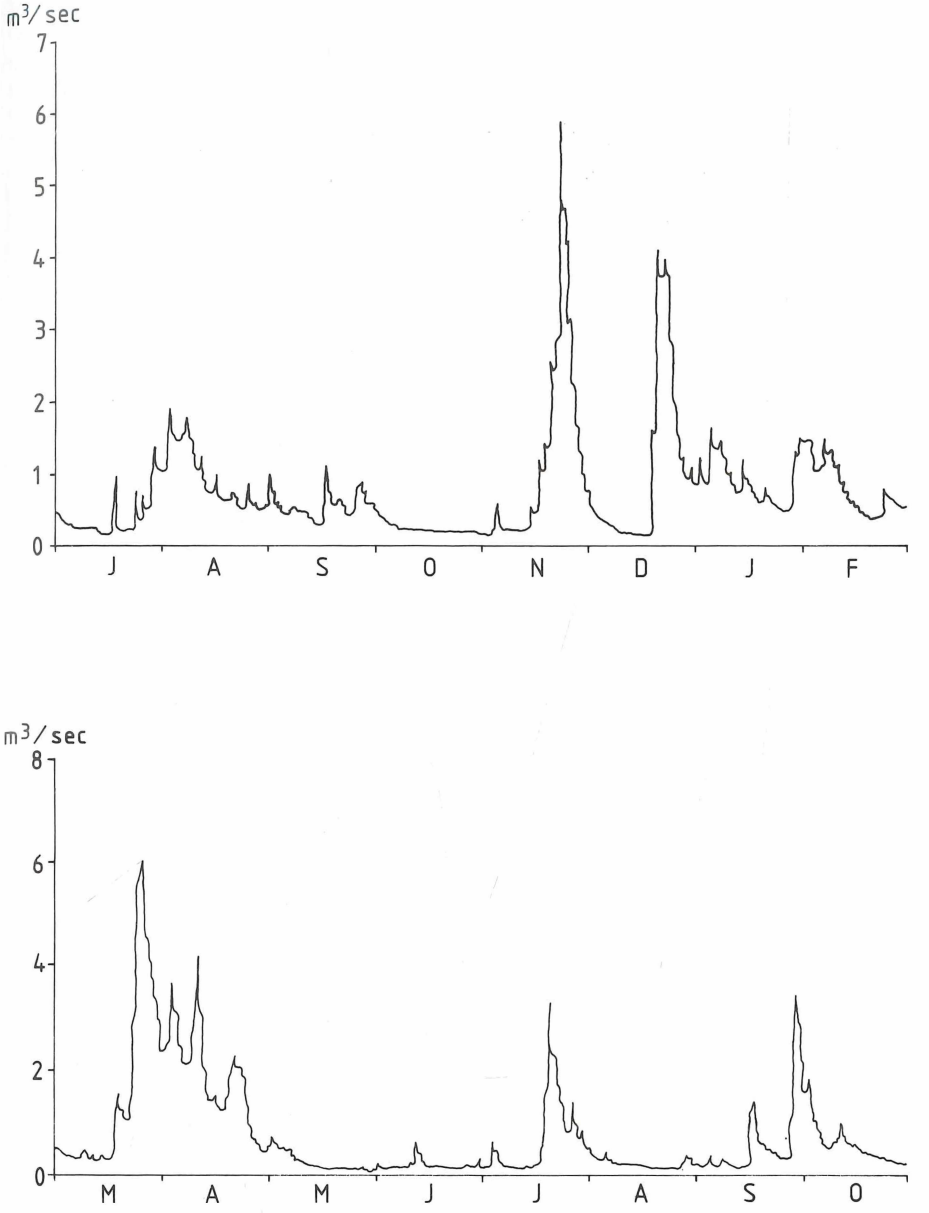


Abb. 3: Abfluß Große Söse (Pegel Riefensbeek) Juli 1987-Oktober 1988 nach mittleren Tageswasserständen (Quelle: HEITKAMP & LESSMANN 1990)

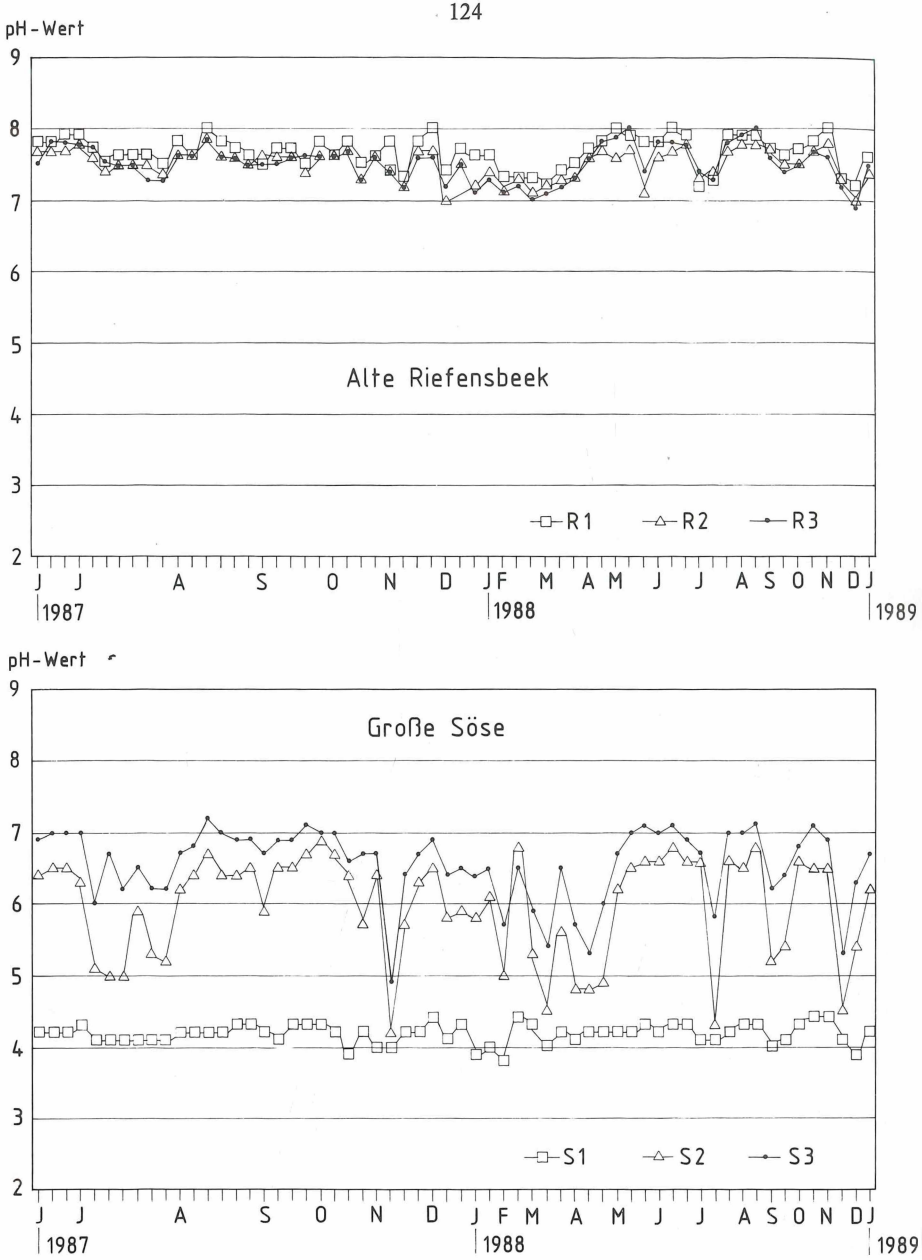


Abb. 4: pH-Werte in Alter Riefensbeek und Großer Söse (Quelle: HEITKAMP et al. 1991)

Die Sauerstoffgehalte schwanken in den wenig belasteten Harzbächen um den Sättigungsgehalt von 100 %. Alle Gewässer, auch die auf etwas kalkreicheren Böden, zählen zum Typ des Silikatbaches. Sie zeichnen sich durch geringe Pufferkapazitäten, niedrige Gesamthärten

von 1-5°dH und Elektrolytarmut aus (Leitfähigkeiten ca. 50-200 µS/cm). Nach den sehr niedrigen Gehalten von Phosphor und Stickstoff sind die Bäche oligotroph (nährstoffarm) (HEITKAMP et al. 1985, HEITKAMP & LESSMANN 1990).

Ein oft entscheidender Faktor für Vorkommen oder Fehlen zahlreicher Organismen der Harzbäche ist die Wasserstoffionenkonzentration (ausgedrückt durch den pH-Wert), von der die Gehalte von gelösten Metallen (Aluminium, Schwermetalle) abhängen (vgl. Kapitel 3.6). Grundsätzlich treten pH-Werte im neutralen und alkalischen Bereich nur noch in Bächen auf basenreicheren Böden und Gesteinen (Diabas, Gabbro, teilweise Sandstein und Tonschiefer) auf. Beispiele dafür sind die Alte Riefensbeek (pH 6,9-8,1) (s. Abb. 4) und der Varleybach (pH 6,3-7,8). Auf Gesteinen mit geringerem oder sehr geringem Pufferungsvermögen (Quarzit, Granit, Kieselschiefer, Grauwacke) sind dagegen nur noch die Mittelläufe bzw. die unteren Abschnitte der Mittelläufe im Bereich der Harzrandterrasse nicht versauert. Entsprechende Bedingungen wurden beispielsweise für Sieber und Söse nachgewiesen (HEITKAMP et al. 1985, HEITKAMP & LESSMANN 1990), treffen jedoch für zahlreiche weitere Bäche und Flüsse zu.

Als Fazit kann hinsichtlich des Faktorengefüges der Fließgewässer des Harzes folgendes gezogen werden. Charakteristisch sind hohe Fließgeschwindigkeiten, große Abflußschwankungen im Jahresverlauf mit Hochwasserspitzen vom Herbst bis zum Frühjahr und Niedrigwasserperioden im Sommer sowie, abhängig von der Strömung, felsig-steinig-kiesige Substrate. Typisch sind ferner niedrige Wassertemperaturen, Sauerstoffsättigung, Elektrolyt- und Nährstoffarmut.

3.2.2 Lebensgemeinschaften wenig belasteter Harzbäche

Vegetation, Flora

Gemeinsames Merkmal der meisten Harzbäche ist das Fehlen von Blütenpflanzen. Nur sehr vereinzelt kommen in langsam fließenden Gewässerabschnitten Vertreter des Callitricho-Myriophylletum, u.a. Wasserstern (*Callitriche* spec.), Flutender Schwaden (*Glyceria fluitans*) und Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*) vor (WEBER-OLDECOP 1974).

Wichtigste Gruppen der Primärproduzenten sind Kieselalgen (Diatomeen), makroskopisch sichtbare Grünalgen (Chlorophyceae), Rotalgen (Rhodophyceae) und aquatische Moose.

Unversauerte Bäche (pH > 7) zeichnen sich durch artenreiche Diatomeengesellschaften aus (im Durchschnitt ca. 30 Arten), in denen die Dominanzverhältnisse relativ ausgeglichen sind. Typisch für den neutral-alkalischen Bereich sind besonders *Achnanthes lanceolata, A. minutissima, Meridion circulare* und *Navicula lanceolata.* Bereits geringfügige Verschiebungen der H^+-Ionenkonzentration in Bereiche um pH 6 führen zu starken Veränderungen in der Artzusammensetzung und im Dominanzgefüge (CORING 1989, 1991).

Die makroskopisch sichtbaren Grünalgen sind u.a. mit den Gattungen *Stigeoclonium* und *Ulothrix* vertreten, die periodisch als Überzüge die Steine bedecken können (HEITKAMP & LESSMANN 1990). Rotalgengesellschaften kommen mit dem Hildenbrandietum rivularis (*Hildenbrandia rivularis*) in der Quellregion und dem Lemaneetum fluviatilis (*Lemanea fluviatilis*) im Epirhithral der Harzbäche vor (NIEDERS. UMWELTMINIST. 1992).

Auffällig sind in vielen Bächen aquatische und semiaquatische Moose, die flächig oder als Polster Felsen und Steine überwachsen. Mit hoher Stetigkeit treten in den Hochlagen *Scapania undulata, Marsupella emerginata* und *Jungermannia sphaerocarpa* auf, Assoziationskennarten der Lebermoosgesellschaft Chiloscypho-Scapanietum, die nach WEBER-OLDECOP (1981) und PHILIPPI (1983) typisch für die Salmonidenregion des Westharzes ist. In tieferen Lagen sind *Hygrohypnum achraceum* und *Fontinalis squamosa* verbreitet (DREHWALD & PREISING 1991, HEITKAMP et al. 1985, HEITKAMP & LESSMANN 1990, PHILIPPI 1983).

Fauna

Die Fauna der Harzbäche ist auf zwei große Kompartimente verteilt. In der frei fließenden Welle ist als einzige Art die Bachforelle (*Salmo trutta fario*) in den zahlreichen, noch nicht versauerten Bächen verbreitet (LESSMANN & HEITKAMP 1988). Die Art hat allerdings sehr enge Beziehungen zur Stromsohle, da sie von dort ihre Nahrung aufnimmt und im Kieslückensystem ihren Laich ablegt.

Auf und unter der Stromsohle finden sich zwei Lebensraumtypen, die fließend ineinander übergehen. Unter der Bachsohle existiert das Kieslückensystem (hyporheisches Interstitial), das von kleinen und kleinsten Formen bewohnt wird. Typischen Gruppen sind vor allem Einzeller (Protozoen), Rädertiere (Rotatorien), Wenigborster (Oligochaeten), Wassermilben (Hydrachnellen) sowie Muschel- und Ruderfußkrebse (Ostracoden, Copepoden). Einen großen Anteil nehmen auch frisch geschlüpfte und junge Insektenlarven der Makrobenthonfauna ein (vgl. Abb. 5) (HEITKAMP et al. 1985).

Das Interstitial ist einmal ein Lebensraum einer spezifischen Zoozönose, zum anderen ist es „Kinderstube" für viele Fließgewässerarten und bietet bei Hochwasserereignissen einen gewissen Schutz für die auf der Stromsohle lebenden Arten, die in dieser Phase in das Lükkensystem ausweichen.

Auf der Bachsohle lebt auf dem Fels, unter Steinen und Kies sowie in Moospolstern die Makrobenthonfauna, die sich vor allem aus Strudelwürmern (Tricladen), Schnecken (Gastropoden), Flohkrebsen (Gammariden), Eintagsfliegen (Ephemeropteren), Steinfliegen (Plecopteren), Wasserkäfern (Coleopteren), Köcherfliegen (Trichopteren) und Zweiflüglern (Dipteren) zusammensetzt. Die Fische sind mit der Groppe (*Cottus gobio*), die Vögel mit der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) vertreten (vgl. Abb. 5). Die Wasseramsel ist die einzige heimische Vogelart, die ihre Nahrung, die vorstehend aufgeführten Wirbellosen, unter Wasser laufend auf der Stromsohle erbeutet.

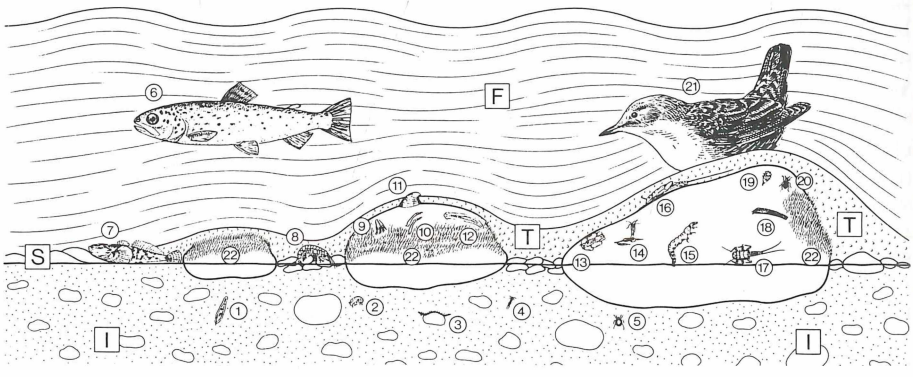


Abb. 5: Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft eines unbelasteten Harzbaches mit Beispielen für typische und häufige Arten sowie Gliederung des Lebensraums. Erklärung der Abkürzungen: F = frei fließende Welle, I = Kies und Sandlückensystem (Interstitial) unter der Stromsohle, S = Stromsohle mit Substraten (Geröll, Kies, Sand), T = „Totwasserraum" (strömungsarmer Raum).
1 = Strudelwurm (Gyratrix), 2 = Muschelkrebs (Candona), 3 = Wenigborster (Nais), 4 = Ruderfußkrebs (Bryocamptus), 5 = Wassermilbe (Lebertia), 6 = Bachforelle (Salmo trutta fario), 7 = Groppe (Cottus gobio), 8 = Bachflohkrebs (Gammarus), 9 = Kriebelmücken-Puppen (Simulium), 10 = Kriebelmücken-Larven (Simulium), 11 = Bachnapfschnecke (Ancylus), 12 = Strudelwurm (Dugesia), 13 = Köcherfliegen-Larve (Silo), 14 = Gehäuse einer Zuckmückenlarve (Rheotanytarsus), 15 = freilebende Köcherfliegenlarve (Rhyacophila), 16 = Eintagsfliegen-Larve (Ecdyonurus), 17 = Steinfliegenlarve (Perla), 18 = Köcherfliegen-Larve (Sericostoma), 19 = Hakenkäfer-Larve (Elmis), 20 = Hakenkäfer (Elmis), 21 = Wasseramsel (Cinclus cinclus), 22 = strömungsbedingte Verteilung von Aufwuchsmoosen auf Steinen.

Die beschriebene Zoozönose ist für die wenig belasteten Bäche des Harzes ebenso charakteristisch wie für andere Mittelgebirge. Sie zeichnet sich durch das Vorkommen sog. „Reinwasserarten" aus, die nur eine sehr geringe Belastung tolerieren, gleichzeitig an die Bedingungen des Gebirgsbaches (Grobsubstrat der Bachsohle, schnelle Strömung, niedrige Temperaturen, Sauerstoffsättigung, Nährstoffarmut) angepaßt sind. Typisch für die oligotrophen Harzbäche ist ferner der Artenreichtum und die Individuenarmut.

3.3 Durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen beeinträchtigte Bäche

Die hydrologische Situation des Harzes wird seit Jahrhunderten durch die Nutzung der Wasserkraft verändert (vgl. HOFFMANN 1972, 1973, SCHMIDT 1977, 1981). Zur Zeit existieren folgende wasserwirtschaftliche Eingriffe in die Fließgewässer des Harzes.

- Begradigungen und Uferverbau mit Beton oder Natursteinen werden fast ausschließlich in den Ortschaften praktiziert.

- Rohr- und Rahmendurchlässe finden sich in großer Zahl über den gesamten Harz verteilt an Wirtschaftswegen (Forststraßen), Kreis-, Landes- und Bundesstraßen. Häufig sind die Durchlässe mit starkem Gefälle angelegt und haben am Auslauf einen Absturz (WIPPERFÜHRT 1989).

- Sohlschwellen zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit sind in einigen Bächen vorhanden. Ein besonders beeindruckend negatives Beispiel ist die Kleine Steinau, ein Seitenbach der Sieber, deren Bachbett durch eine regelmäßige Folge von zum Teil einbetonierten Sohlschwellen verbaut ist.

- Wehre finden sich in den Fließgewässern des Harzes in nicht allzu hoher Zahl. Sie dienen häufig, wie in der Sieber, der Wasserableitung in Betriebsgräben zur Stromerzeugung. Dagegen sind nahezu alle Bäche und Flüsse am Austritt aus dem Harz und im Harzvorland mit zum Teil mächtigen Wehren besetzt.

- Zwischen 1931 und 1969 wurden 6 Talsperren in Betrieb genommen (Oder-, Söse-, Innerste-, Grane-, Oker- und Eckertalsperre), durch die große Abschnitte der Mittelläufe dieser Flüsse einschließlich ihrer Täler überstaut wurden. In den Oderlauf ist ferner der bereits 1721 gebaute Oderteich eingeschaltet. Weitere Fließgewässer sind durch kleinere Stauteiche, insbesondere im Clausthal-Zellerfelder Revier, aufgestaut.

Nachfolgend sollen die Auswirkungen der vorstehend genannten Eingriffe kurz dargestellt werden.

Durch Begradigungen und Uferverbau werden die Uferbereiche mit ihrer spezifischen Flora und Fauna beseitigt. Im Bachquerschnitt wird die Struktur einseitig verändert, so daß gleichmäßig hohe Fließgeschwindigkeiten auftreten. Der Wegfall von Stillwasserzonen und strömungsarmer Bereiche hat zur Folge, daß der dort lebende Teil der Zoozönose ausfällt. Der Verbau der Uferbereiche ist auch die Ursache für erhöhte Driftraten. Insgesamt werden Artenspektren und Dominanzgefüge der Gesamtzönose verändert, ihre Folgen sind jedoch aufgrund fehlender Untersuchungen nicht quantifizierbar (BLOESCH 1991, PETER 1991, WASSMANN 1987).

Zu steile Wegdurchlässe, Abstürze hinter Wegdurchlässen, Sohlschwellen und Wehre bilden Barrieren im Verlauf eines Fließgewässers, die dieses in mehrere, unterschiedlich lange Abschnitte unterteilen. Während in Flachlandbächen und -flüssen der Aufstau zu einer deutlichen, meist negativen Veränderung in der Zusammensetzung der Biozönose führt, lassen sich in Bergbächen diese Veränderungen zur Zeit nicht quantifizieren. Durch die Barrieren kann es zur Isolation und Verinselung von Teilpopulationen kommen.

Ein Beispiel dafür: Die Bachforelle wandert zur Fortpflanzungszeit im Harz (Oktober bis Dezember) aus ihren Sommerstandplätzen bachaufwärts in kleine Seitenbäche, um dort abzulaichen. Die jungen Bachforellen wachsen in den Oberläufen heran, während die älteren Fische wieder in untere Bereiche abwandern (PETER 1991).

In der Sieber und in anderen Bächen, die durch Wehre unterteilt sind, kann sich die Bachforelle zwangsläufig nur noch zwischen den Wehren fortpflanzen. Die biologisch notwendige Bachaufwärtswanderung mit der Eiablage in optimalen Substraten (Kies) sowie bei optimalen Temperaturen (<10°C) und Sauerstoffgehalten, die Ausschaltung von Konkurrenz und Räuber-Beute-Beziehungen zwischen alten und jungen Forellen wird damit unterbunden. Der Populationsaustausch erfolgt nur bachabwärts, wenn bei Hochwasser Bachforellen über die Wehre gespült werden. Inwieweit sich die vorstehend geschilderten Bedingungen auf die Populationsstrukturen bzw. auf das Überleben von Teilpopulationen auswirken, ist bisher nicht untersucht worden und damit ungeklärt.

Während sich die Mechanismen von Isolation und Barrierewirkung nur schwer erfassen und quantifizieren lassen, sind die Folgen von vollständigen Wasserableitungen leicht zu beschreiben. Ein Beispiel: Im Mittellauf der Sieber sind zur Zeit noch zwei Ableitungswehre vorhanden, über die bei Normal- und Niedrigwasserständen das gesamte Bachwasser in Betriebsgräben abgeleitet wird. Als Folge davon fällt das Bachbett auf einer Länge von mehreren hundert Metern trocken, im anschließendem Verlauf treten über lange Strecken Niedrigwasserstände auf. Eine Verbindung der unterbrochenen Bachabschnitte ist nur während der Hochwasserperioden möglich, Wanderungen der Bachtiere sind jedoch in dieser Zeit wegen der hohen Strömung ausgeschlossen.

Die Auswirkungen der beschriebenen Verhältnisse sind ein vollständiger oder nahezu vollständiger Ausfall der wirbellosen Tiere, der Insekten und der Fische, starke Veränderungen in Artzusammensetzung und Individuenzahl der Kieslückenfauna in den trockenen Abschnitten, qualitative und quantitative Veränderungen in der Biozönose der Niedrigwasserabschnitte und eine vollständige, ganzjährige Barrierewirkung für alle nicht flugfähigen Formen (HEITKAMP et al. 1984, 1985).

Noch schwerwiegender hat sich der Bau von Talsperren auf die betroffenen Harzflüsse ausgewirkt. Durch den Aufstau ist ein wesentlicher Abschnitt der Mittelläufe der Flüsse verloren gegangen. Ein großflächiger Verlust trat auch bei den angrenzenden terrestrischen Lebensräumen auf. Für den geplanten Bau der Siebertalsperre wurde auf der Basis umfangreicher Untersuchungen ein Verlust von ca. 125 Pflanzenarten und mindestens 1000 Tierarten im Siebertal prognostiziert (HEITKAMP 1988a).

Durch die fehlende Hochwasserdynamik kommt es im Vorharz zu einem weitgehenden Ausfall der Pioniergesellschaften von Pflanzen auf Schotterfluren (DIERSCHKE 1984, DIERSCHKE et al. 1983). Auch die Zoozönosen zeigen eine starke Verarmung (HARTMANN et al. 1985, REHFELD 1984, 1987, ZANG 1977). Insgesamt werden die Lebensgemeinschaften unterhalb der Talsperren aufgrund der fehlenden Abflußdynamik auf ein bestimmtes, von der Bewirtschaftung der Sperren abhängiges Mittelmaß reduziert (HEITKAMP 1988a, HEITKAMP et al. 1984).

Für die limnische Fauna wird zwischen Ober- und Unterlauf eine Barriere aufgebaut, die für alle flugunfähigen Formen unüberwindbar ist, die aber auch die Dispersionsflüge flugfähiger Insekten wenn nicht verhindert, so doch sehr wesentlich erschweren dürfte.

Ein weiteres Problem ist die Abwanderung bzw. die Verdrängung von Arten aus optimalen in suboptimale Lebensräume. Ein Beispiel dafür ist die Wasseramsel, die nach Untersuchungen in Rhön, Solling, Thüringer Wald, Erzgebirge und Ostharz die Schwerpunkte ihrer Besiedlung in Höhenlagen zwischen 200 und 400 m hat (GÖRNER 1985, HAENSEL 1977, OELKE

1973, SCHERNER 1977, STEFFENS & STURM 1978, ZANG 1981). Im Westharz ist die Art durch die Talsperrenbauten in den großen Flußtälern teilweise in höhere Lagen abgedrängt worden. Hier ist eine dauerhafte Existenz stabiler Populationen aufgrund der ungünstigeren Bedingungen in Frage gestellt.

3.4 Durch land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen beeinträchtigte Bäche

Beeinträchtigungen durch die Landwirtschaft sind im Harz vernachlässigbar, da keine nennenswerten landwirtschaftlichen Flächen existieren.

Durch forstwirtschaftliche Maßnahmen sind besonders die vielen kleinen Bäche betroffen. Auf die Problematik von Rohr- und Rahmendurchlässen an Forstwegen wurde bereits im Kapitel 3.3 hingewiesen. Die wesentlichen Probleme werden im Harz durch die großflächigen Fichtenforsten (ca. 75 % der Westharzfläche) hervorgerufen, die zu folgenden Beeinträchtigungen führen.

- Ausfall des natürlichen Erlensaumes oder des angrenzenden Rotbuchenwaldes. An die Stelle von Erlen und Rotbuchen treten Fichten, deren Nadeln als Nahrungsquelle für die verschiedenen Tierarten völlig ungeeignet sind. Davon betroffen sind besonders die beiden Bachflohkrebsarten (*Gammarus pulex, G. fossarum*), die als wesentliches Glied in der Zersetzerkette bevorzugt Erlenlaub als Nahrung nutzen (HAECKEL et al. 1973, NILSSON 1974).

- Durch die starke Beschattung angrenzender Fichten wird in kleinen Bächen die Primärproduktion von Algen (besonders Kieselalgen) stark reduziert. Dadurch wird die Nahrungsgrundlage der meisten Bachtierarten negativ beeinflußt.

- Schlagabraum im Bach führt zu Aufstauungen sowie zu übermäßig starken Nadel- und Laubablagerungen. In derartigen Abschnitten werden Artenzahlen und Individuendichten deutlich reduziert (WESTERMANN 1990).

- Der Ersatz von Laubmischwäldern durch Nadelholz-Reinbestände wirkt versauernd auf die Böden und durch Erosion von Bodenpartikeln und Humusstoffen letztendlich auch auf die Bäche (ULRICH 1968). In versauerten Bächen kommt es zu Artenreduktionen (vgl. Kap. 3.6).

3.5 Beeinträchtigungen der Bäche durch Abwasserzufuhr

Beeinträchtigungen der Fließgewässer durch Einleitung kommunaler Abwässer treten im Harz nur punktuell und an wenigen Stellen dort auf, wo aus Siedlungsbereichen ein Zulauf geklärter Abwässer erfolgt (z.B. Braunlage, Sonnenberg, Oderbrück). Aus dem überwiegenden Teil der Harzgemeinden werden die Abwässer über Rohrleitungen zu Kläranalgen am Harzrand geleitet (LIERSCH & PAUCKE 1986).

Die Flüsse des Vorharzes sind stärker belastet, da neben den kommunalen Abwässern industrielle Abwässer eingeleitet werden. In einigen Regionen erfolgt daneben noch der Eintrag von Schwermetallen aus alten Erzhalden. Besonders betroffen davon sind die Innerste und die Oker, deren Belastungen aus Erzhalden der Räume um Clausthal-Zellerfeld, Langelsheim, Oker und Goslar stammen.

Insgesamt gesehen hat sich die Abwassersituation auch im Vorharzbereich im Laufe des letzten Jahrzehnts wesentlich verbessert, so daß die meisten Bäche und Flüsse in die Güteklasse II (mäßig belastet) eingeordnet werden können (vgl. die Gewässergüteberichte des STAWA Göttingen seit 1985).

3.6 Gewässerversauerung

In den letzten Jahrzehnten hat der Eintrag von Luftschadstoffen („Saurer Regen") in Mitteleuropa dazu geführt, daß im großen Umfang Böden versauern, Wälder absterben und Gewässer veröden. Die Gewässerversauerung wird hervorgerufen durch den Eintrag von Säuren in die Gewässer aus den Böden des Einzugsgebietes. Sie ist bei pH-Werten unter 5 kombiniert mit der Mobilisierung von toxischen Aluminium und von Schwermetallen (UMWELTBUNDESAMT 1987). Der Harz ist besonders anfällig gegen Versauerungserscheinungen. Vorherrschende Westwinde transportieren die Luftschadstoffe aus weiter Ferne heran, die mit den Steigungsniederschlägen (s. Kap. 2.3), als Aerosole (mit dem Nebel) oder als trockene Depositionen abgelagert werden. Mit der Freilanddeposition von bis zu 75 kg Sulfat/ha/Jahr, bis zu 46 kg Nitrat/ha/Jahr und bis zu 18 kg Ammonium/ha/Jahr ist der Harz eines der am höchsten belasteten Mittelgebirge Europas (FAUTH et al. 1985, MATSCHULLAT et al. 1992, SCHOEN 1984, 1989). Aufgrund der vorherrschend basenarmen, schlecht puffernden Gesteine wirken sich diese Depositionen in weiten Gebieten des Harzes katastrophal auf Böden, Wälder und Gewässer aus (ANDREAE & MAYER 1989, MALESSA & ANDREAE 1990, MALESSA & ULRICH 1989, MATSCHULLAT 1989, MATSCHULLAT et al. 1989, ULRICH 1987).

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen sind die Bäche des Harzes, die oberhalb 600-700 m Höhe auf Grauwacke, Kieselschiefer, Quarzit und Granit liegen sämtlich stark und permanent versauert. Zu diesen Gewässern gehören die Systeme von Bode, Oder, Sieber, Söse, Ecker, Radau und Oker. Die pH-Werte schwanken hier, wie für Sieber und Alte Söse durch langfristige Messungen nachgewiesen werden konnte (vgl. Abb. 4) um den Wert 4 (HEINRICHS et al. 1985, HEITKAMP et al. 1985, 1991). Der Einfluß der Hochmoore mit Zufluß huminsaurer Wasser (pH 3,5-4,5) wird nur im direkten Einzugsbereich auf die Bäche wirksam. Huminsaure Wasser haben eine deutlich andere Qualität, wie die Artzusammensetzung der Bode gezeigt hat (RÜDDENKLAU in HEITKAMP & LESSMANN 1990).

Unversauerte Bäche finden sich in Hochlagen nur noch auf gut puffernden Gesteinen wie Diabas, Gabbro usw. Beispiele für derartige Bäche sind die Alte Riefensbeek und der Varleybach. Untersuchungen von MALESSA & ANDREAE (1990) auf dem Oberharzer Diabaszug haben jedoch gezeigt, daß auch auf kalkreicheren Gesteinen die Versauerungsfront in den Böden bereits soweit fortgeschritten ist, daß in absehbarer Zeit, wahrscheinlich in wenigen Jahrzehnten, mit der Versauerung der dortigen Bäche zu rechnen ist.

Zur Zeit ist die Front der zeitweise versauerten Gewässer auf pufferungsarmen Gesteinen bis in Höhenlagen von 300-400 m gefallen. In diesen Gebieten oder Gewässerabschnitten liegen die pH-Werte bei Normalabflüssen im Neutralbereich, bei Starkregenereignissen und während der Schneeschmelze erfolgt jedoch eine periodische Versauerung mit dem Abfall der pH-Werte unter 5 (vgl. Abb. 4, Probestelle S 3).

Erst im Bereich der Randterrasse, etwa unterhalb 300-350 m, sind die Verhältnisse so stabil, daß auch durch Hochwässer die pH-Werte nicht unter den Wert 6 abfallen. Diese Gewässerabschnitte können als versauerungssensitiv, aber noch nicht versauert bezeichnet werden. In ihnen und in den bisher unversauerten Gewässern auf kalkreichen Gesteinen finden wir eine artenreiche „Reinwasserbiozönose", wie sie bereits im Kapitel 3.2.2 beschrieben worden ist.

In permanent versauerten Gewässern, z.B. in den Oberläufen von Großer Söse, Sieber, Oder, Ecker usw. (pH-Werte $<4,5$), sind die Biozönosen sehr stark verarmt. Zahlreiche Arten, teilweise auch ganze Tiergruppen fallen aus, so daß die Lebensgemeinschaften eine typische Zusammensetzung erhalten (HEITKAMP et al. 1985, 1988, 1989, 1990, 1991).

Bei den Diatomeen (Kieselalgen) treten als Charakterformen des sauren Bereichs *Eunotia exigua* und *E. rhomboidea* auf (CORING & HEITKAMP 1988, 1989).

Die Zoozönosen zeichnen sich durch den völligen Ausfall folgender Tiergruppen aus: Strudelwürmer, Schnecken, Flohkrebse, Eintagsfliegen und Fische (Tab. 1). Bei den anderen Gruppen erfolgt eine starke Reduktion der Artenzahl, wobei in der Lebensgemeinschaft einzelne, versauerungstolerante Arten dominieren.

Tabelle 1: Artenzahlen der an den Probestellen von Großer Söse (S1-S3) und Alter Riefensbeek (R1-R3) nachgewiesenen Tiergruppen (Stand Sommer 1988). Quelle: HEITKAMP et al. 1989.

	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Tricladida (Strudelwürmer)	0	1	0	1	2	2
Gastropoda (Schnecken)	0	0	0	0	1	1
Amphipoda (Flohkrebse)	0	0	0	1	1	1
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	0	2	2	7	7	9
Plecoptera (Steinfliegen)	11	14	19	18	21	17
Coleoptera (Wasserkäfer)	2	3	3	6	6	7
Trichoptera (Köcherfliegen)	14	25	25	42	39	44
Pisces (Fische)	0	(1)	1	1	2	2
Gesamtzahl	27	46	50	76	79	81
pH-Wert (Durchschnitt)	4,2	6,4	7,0	7,8	7,5	7,6

Dies sind bei den Plecopteren (Steinfliegen) Arten der Gattungen *Leuctra, Protonemura, Amphinemura* und *Nemoura (L. rauscheri, P. auberti, A. standfussi, N. cambrica)* (LESSMANN in HEITKAMP & LESSMANN 1990). In neutral-alkalischen Gewässern dominieren dagegen Arten wie *Leuctra inermis, L. aurita* und *Amphinemura sulcicollis*, die als versauerungssensitiv bezeichnet werden können. Zu diesen empfindlichen Formen zählen auch die auffälligen, weil großen Vertreter der Gattungen *Dinocras* und *Perla.*

Vergleichbare Verhältnisse wurden auch bei den Trichopteren (Köcherfliegen) nachgewiesen (RÜDDENKLAU & HEITKAMP 1988, RÜDDENKLAU in HEITKAMP & LESSMANN 1990). Absolut dominante Art in stark versauerten Bereichen ist *Plectrocnemia conspersa*, die begleitet wird von *Rhyacophila praemorsa, Chaetopteryx villosa, Pseudopsilopteryx zimmeri, Limnephilus centralis* und *Drusus annulatus.* Dagegen dominieren in unversauerten Bereichen die versauerungsempfindlichen Arten *Glossosoma conformis, Agapetus fuscipes, Silo pallipes* und *Philopotamus ludificatus.*

Mit den Zahlen der Tabelle 1 werden am Beispiel von Großer Söse und Alter Riefensbeek die Unterschiede zwischen permanent stark versauerten (S1, Spalte 1) und unversauerten, alkalischen Abschnitten (R1-R3, Spalten 4-6) deutlich. Etwa 60-70 % der Arten fallen im sauren Bereich aus. Zeitweise versauerte Bereiche (S2, S3) nehmen eine Zwischenstellung, ebenfalls mit einem deutlichen Artendefizit ein (HEITKAMP et al. 1988, 1989, 1990, 1991).

Untersuchungen an der Fischfauna haben gezeigt, daß bereits mindestens 20 % der Fläche des Westharzes fischleer ist. In den periodisch versauerten Gewässern fehlt die Groppe in den meisten Fällen, bei der Bachforelle treten deutliche Störungen in der Populationsstruktur auf (LESSMANN & HEITKAMP 1988).

Die vorstehende Beschreibung zeigt deutlich, daß das Bild der scheinbar intakten Harzbäche täuscht. Viele der Gewässer, die sich durch Strukturvielfalt und klares, schnell strömendes Wasser auszeichnen, die durch Abwässer nicht belastet und durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen nicht beeinträchtigt sind, sind mehr oder weniger stark versauert. Daraus ergibt sich die erschreckende Tatsache, daß gerade die Bäche, von denen wir noch in den 70er Jahren angenommen haben, daß sie eine intakte Natur repräsentieren, die höchsten toxischen Belastungen aufweisen.

Eine Besserung ist nicht in Sicht, da zwar die Schwefel-Depositionen fallen, dafür aber der Eintrag von Ammonium und NOx steigt (Umweltbundesamt 1989). Aufgrund der fortlaufenden Einträge ist mit einer Regeneration der Böden in kurzen Zeiträumen nicht zu rechnen, wenn dies überhaupt möglich sein sollte (ULRICH 1989).

Da die Gewässerversauerung direkt von der Versauerung der Böden abhängig ist, müssen wir uns mit der Tatsache abfinden, daß sie, genauso wie das Waldsterben im Harz (STOCK 1990), sich weiter fortsetzen wird. In absehbarer Zeit ist damit zu rechnen, daß sämtliche Gewässer des Harzes versauert sein werden. Dieser Zeitpunkt dürfte zwischen Anfang und Mitte des nächsten Jahrhunderts eintreten.

Vorschläge, wie der Prozeß der Ökosystemzerstörung minimiert oder auch auf den Status quo begrenzt werden kann, sind bereits mehrfach gemacht worden (vgl. dazu MATSCHULLAT 1989). Grundsätzlich gilt es dabei die Ursachen und nicht nur die Symptome zu bekämpfen. Dies verursacht nicht nur erhebliche Kosten, sondern erfordert auch ein vollständiges Umdenken in Politik und Gesellschaft. Selbst wenn dieses Umdenken geschehen sollte, bleibt jedoch immer noch ungelöst, wie die bereits vorhandenen Schäden im Ökosystem Harz und in anderen Mittelgebirgen geheilt werden können.

4. Literatur

ANDREAE, H. & R. MAYER (1989): Einfluß der Bodenversauerung auf die Mobilität von Schwermetallen im Einzugsbereich der Söse-Talsperre im Harz. - DVWK Mitt. **17**, 285-292.

BLOESCH, J. (1991): Die Auswirkungen technischer Eingriffe auf die Invertebratenfauna alpiner Fließgewässer. - Mitt. d. EAWAG **32**, 14-17.

BROCK, V. & BLUM, R. (1977): Steinfliegen (Plecoptera) in einem Fließgewässer im Harz. - In: Festschrift 125 Jahre Naturwiss. Verein Goslar, 37-60.

CORING, E. & HEITKAMP, U. (1984): Auswirkungen der Wasserstoffionenkonzentration auf die Zusammensetzung von Diatomeenassoziationen ausgewählter Harzbäche. - DVWK Mitt. **17**, 407-412.

CORING, E. & HEITKAMP, U. (1988): Untersuchungen zur Diatomeenfauna in versauerten und nicht versauerten Harzbächen. - Deutsche Ges. f. Limnologie, Jahrestagung 1988 Goslar, Bd. **2**, 51-54.

DIERSCHKE, H. (1984): Auswirkungen des Frühjahrshochwassers 1981 auf die Ufervegetation im südwestlichen Harzvorland mit besonderer Berücksichtigung kurzlebiger Pioniergesellschaften. - Braunschw. Naturk. Schr. **2**, 19-39.

DIERSCHKE, H., OTTE, A. & NORDMANN, H. (1983): Die Ufervegetation des Harzes und seines Vorlandes. - Naturschutz u. Landschaftspflege in Niedersachsen. Beiheft **4**, 83 S.

DREHWALD, U. & E. PREISING (1971): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme - Moosgesellschaften. - Schriftenr. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. **20/9**, 1-202.

FAUTH, H., HINDEL, R., SIEWERS, U. & ZINNER, J. (1985): Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland. Verteilung von Schwermetallen in Wässern und Bachsedimenten. - Schweizbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

GÖRNER, M. (1985): Zur Ökologie, zum Vorkommen und Schutz der Wasseramsel in Thüringen. - Landschaftspfl. Natursch. Thüringen, Sonderheft, **22**, 1-16.

GRASHOF, H. (1972): Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren aus Harzer Fließgewässern. - Diplomarbeit, Univ. Gießen.

HAASE, H., SCHMIDT, M. & LENZ, J. (1970): Der Wasserhaushalt des Westharzes. Hydrologische Untersuchungen 1941-1965. - Veröff. Niedersächs. Inst. f. Landesentwicklung, Reihe A, Göttingen - Heidelberg, **95**, 1-96.

HAECKEL, H.-W., MEIERING, M.P.D. & RUSETZKI, H. (1973): Gammarus fossarum KOCH als Fallaubzersetzer in Waldbächen. - Freshwater Biol. **3**, 241-249.

HAENSEL, J. (1977): Zum Vorkomme der Wasseramsel (Cinclus cinclus aquaticus Bechst.) im Harz. - Beitr. Vogelkunde **23**, 2-30.

HARTMANN, G., KNOLLE, F. & KNOLLE, F. (1985): Durch Talsperrenbauten geschaffene ökologische Probleme, dargestellt am Beispiel des Westharzes. - Beitr. Naturk. Niedersachs. **38**, 153-163.

HEINRICHS, H., WACHTENDORF, B., WEDEPOHL, K.H., RÖSSNER, B. & SCHWEDT, G. (1986): Hydrogeochemie der Quellen und kleineren Zuflüsse der Sösetalsperre (Harz). - Neues Jb. Miner. Abh. **156**, 23-62.

HEITKAMP, U. (1988a): Die prognostizierten Auswirkungen des Baus der Siebertalsperren im Harz aus ökologischer Sicht. - GWF Wasser u. Abwasser **129**,580-587.

HEITKAMP, U. (1988b): Die Schutzwürdigkeit des Siebertals im Harz aus faunistisch-ökologischer Sicht. - Unser Harz **36**, 83-85.

HEITKAMP, U. (1988c): Die Abflußdynamik von Fließgewässern und ihr Einfluß auf die Qualität der Lebensgemeinschaften. - In: Flußlandschaften im Südharz und im Eichsfeld. 25 Jahre Unterhaltungsverband Rhume - 1963-1988, 59-64.

HEITKAMP, U. (1990): Lebensraum Bergbach im Harz: Lebensgemeinschaften und Gefährdungen. - In: Tourismus und Nationalpark im Harz. Tagungsbericht. Kraftzwerg e.V., Heft 7, 25-27.

HEITKAMP, U., CORING, E., LESSMANN, D. ROMMELMANN, J., RÜDDENKLAU, R., WILLERS, J. & WULFHORST, J. (1988): Fallstudie Harz. Limnologische Untersuchungen zur Gewässerversauerung im Harz. - Deutsche. Ges. f. Limnologie, Jahrestagung 1988 Goslar, Bd. **2**, 39-50.

HEITKAMP, U., CORING, E., LESSMANN, D., ROMMELMANN, J., RÜDDENKLAU, R. & WULFHORST, J. (1989): Ökologische Untersuchungen zur Gewässerversauerung im Harz. - DVWK Mitt. **17**, 393-405.

HEITKAMP, U. & LESSMANN, D. (Hrsg.) (1990): Fallstudie Harz. Auswirkungen der Gewässerversauerung auf Bergbach- und Seebiozönosen. - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe B., Bd. **19**, 294 S., Göttingen.

HEITKAMP, U., LESSMANN, D. & PIEHL, C. (1984): Der geplante Bau der Siebertalsperre im Harz: Erfassung des Ist-Zustandes der Fauna im Fließgewässer Sieber und Prognosen über die Auswirkungen der Eingriffe auf das Ökosystem. - Inf. Natursch. Landschaftspfl., Wardenburg, **41**, 63-79.

HEITKAMP, U., LESSMANN, D. & PIEHL, C. (1985): Makrobenthos-, Moos- und Interstitialfauna des Mittelgebirgsbachsystems der Sieber im Harz (Süd-Niedersachsen). - Arch. Hydrobiol., Suppl. **70**, 279-384.

HEITKAMP, U., LESSMANN, D., ROMMELMANN, J., RÜDDENKLAU, R. & WULFHORST, J. (1991): Limology of a slightly alkaline and an acidified brook in the Harz Mountains (FRG). - Verh. Intern. Verein. Limnol. **24**, 1862-1868.

HOFFMANN, A. (1972): Der Harz - Land der Teiche und Talsperren. 1. Teil. In: Der Harz und Südniedersachsen, Serie Harz. Heft **6**, 28 S.

HOFFMANN, A. (1973): Der Harz - Land der Teiche und Talsperren. 2. Teil. In: Der Harz und Südniedersachsen, Serie Harz. Heft **7**, 30 S.

HÖVERMANN, J. (1957): Harz. In: MEYNEN et al. (Hrsg.), Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (1953-1962). Bundesanstalt f. Landeskd. u. Raumforschung, Bad Godesberg.

ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. - Intern. Revue ges. Hydrobiol. **46**, 205-213.

JENSEN, U. (1981): Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. - Naturschutz u. Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft **1**, 85 S.

JENSEN, U. (1987): Die Moore des Hochharzes - Allgemeiner Teil. - Naturschutz u. Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft **15**, 93 S.

JOOST, W. (1967): Steinfliegen (Plecoptera) aus dem Unterharz. - Mitt. Dt. Entomol. Ges. **26**, 9-13.

KLOTZEK, F. (1973): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Plecopteren der Einzugsgebiete von Bode und Selke im Harz. - Hercynia, N.F. **10**, 162-188.

KREMSER, W. & OTTO, H.J. (1973): Grundlagen für die langfristige, regionale waldbauliche Planung in den niedersächsischen Landesforsten. - Aus dem Walde, H. **20**.

LESSMANN, D. & HEITKAMP, U. (1988): Auswirkungen der Gewässerversauerung auf die Fischpopulationen in Bergbächen des Harzes. - Deutsche Ges. f. Limnologie, Jahrestagung 1988 Goslar, Bd. **2**, 65-74.

LIERSCH, K.-M. & PAUCKE, W., (Hrsg.) (1986): 25 Jahre Wasserwirtschaft Göttingen 1961-1986. Mecke Druck, Duderstadt.

LOMMATZSCH, H. (1972): Der Oberharz. In: Der Harz und Südniedersachsen, Serie Harz. Heft **11**, 32 S.

MALESSA, V. & ULRICH, B. (1969): Beitrag zum Einfluß der Bodenversauerung auf den Zustand der Grund- und Oberflächengewässer. - DVWK Mitt. **17**, 213-219.

MALESSA, V. & ANDREAE, H. (1990): Lage und Ausdehnung der Versauerungsfront in der Verwitterungsdecke von Diabas, Grauwacke/Tonschiefer und Quarzit an Beispielen aus der Sösemulde. - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe B., Bd. **19**, 52 S., Göttingen.

MATSCHULLAT, J. (1989): Umweltgeologische Untersuchungen zu Veränderungen eines Ökosystems durch Luftschadstoffe und Gewässerversauerung (Sösemulde, Harz). - Göttinger Arb. Geol. Paläont. **42**, 1-110.

MATSCHULLAT, J., ANDREAE, H., MALESSA, V. & SIEVERS, U. (1992): Catchment acidification - from the top down. - Environ. Pollut. (in press).

MATSCHULLAT, J., HEINRICHS, M., SCHNEIDER, J., ROOSTAI, A.H. & SIEWERS, U. (1989): Schwermetallbelastung und Gewässerversauerung im Westharz. - DVWK Mitt. **17**, 293-300.

MEYER, L. (1973): Einführung in die Geologie Niedersachsens. - Piepersche Verlagsanstalt, Clausthal-Zellerfeld.

MOHR, K. (1968a): Die geologischen Harzeinheiten und ihre Schichtenfolge. - In: Zur Mineralogie und Geologie der Umgebung von Göttingen. Sonderheft zur Jahrestagung 1968 der VFMG, Göttingen, Nr. **17**, 16-24.

MOHR, K. (1968b): Wichtige geologische und mineralogische Aufschlüsse im Westharz und in seinen Randgebieten. - In: Zur Mineralogie und Geologie der Umgebung von Göttingen. Sonderheft zur Jahrestagung 1968 der VFMG, Göttingen, Nr. **17**, 28-35.

MOHR, K. (1980): Die Geologie des Westharzes. - Piepersche Verlagsanstalt, Clausthal-Zellerfeld.

NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (Hrsg.) (1992): Nationalparkplanung im Harz. Bestandsaufnahme Naturschutz. 69 S., Hannover.

NILSSON, L.M. (1974): Energy budget of a laboratory population of Gammarus pulex (Amphipoda). - Oikos **25**, 35-42.

OELKE, H. (1975): Wasseramsel (Cinclus cinclus) und Gebirgsstelze (Motacilla cinera) im Westharz (Bestandsaufnahme 1973). - Vogelk. Ber. Niedersachs. **7**, 19-31.

PETER, A. (1991): Ansprüche von Fischen an die Morphologie und Hydrologie der Bäche. - Mitt. d. EAWAG **32**, 9-13.

PHILIPPI, G. (1963): Zur Kenntnis der Moosvegetation des Harzes. - Herzogia **6**, 85-181.

REHFELDT, G. (1984): Carabiden (Coleoptera) ostniedersächsischer Flußauen. - Braunschw. Naturk. Schr. **2**, 99-130.

REHFELDT, G. (1987): Wirkung von Talsperren und Gewässerbelastung auf Invertebratengesellschaften in Fließgewässern und Auen des Harzes. - Arch. Hydrobiol. **111**, 255-281.

RÜDDENKLAU, R. & HEITKAMP, U. (1988): Auswirkungen der Gewässerversauerung auf Bergbachbiozönosen im Harz, dargestellt am Beispiel der Köcherfliegen (Trichoptera). - Deutsche Ges. f. Limnologie, Jahrestagung 1988 Goslar, Bd. **2**, 55-64.

SCHERNER, E.R. (1977): Möglichkeiten und Grenzen ornithologischer Beiträge zur Landeskunde und Umweltforschung am Beispiel der Avifauna des Solling. Dissertation, Univ. Göttingen.

SCHMIDT, M. (1977): Trinkwasser aus dem Harz. - Piepersche Verlagsanstalt, Clausthal-Zellerfeld.

SCHMIDT, M. (1991): Talsperren im Westharz. - Piepersche Verlagsanstalt, Clausthal-Zellerfeld.

SCHOEN, R. (1984): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland. Erster regionaler Überblick. - Naturwissenschaften **71**, 95-97.

SCHOEN, R. (1989): Deposition versauernder Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland - eine Literaturauswertung. - DVWK Mitt. **17**, 92-103.

SCHWAN, W. (1968): Geologische Position und Falten-, Schuppen- und Schollenbau des Oberharzes. - In: Zur Mineralogie und Geologie der Umgebung von Göttingen. Sonderheft zur Jahrestagung 1968 der VFMG, Göttingen, Nr. **17**, 5-15.

SEEDORF, H.H. (1977): Topographischer Atlas Niedersachsen und Bremen. - Wachholtz Verlag, Neumünster.

SEEDORF, H.H. & MEYER, H.-H. (1992): Landeskunde Niedersachsen. Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes. Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. - Wachholtz-Verlag, Neumünster.

STAWA Göttingen / Wasserwirtschaftsamt Göttingen (1985-1992): Gewässergüteberichte 1985-1992.

STEFFENS, R. & STURM, A. (1978): Das gegenwärtige Brutvorkommen der Wasseramsel im Bezirk Dresden und Vorschläge für seinen wirksamen Schutz. - Naturschutzarb. Heimatforsch. Sachsen **20**, 19-39.

STOCK, R. (1990): Die Verbreitung von Waldschäden in Fichtenforsten des Westharzes - Eine geographische Analyse. - Göttinger geogr. Abh., **89**, 1-102.

ULRICH, B. (1987): Stabilität, Elastizität und Resilienz von Waldökosystemen unter dem Einfluß saurer Depositionen. - Forstarchiv **58**, 232-239.

ULRICH, B. (1989): Waldökosystemforschung, Konzepte und Wege. - DVWK Mitt. **17**, 7-23.

UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (1987): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland. - UBA-Texte 22/87.

UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (1989): Daten zur Umwelt 1988/89. - Schmidt Verlag, Berlin.

VLADI, F. (1988): Die geologischen Grundlagen des Verbandsgebietes und seiner Gewässer. - In: Flußlandschaften im Südharz und im Eichsfeld. 25 Jahre Unterhaltungsverband Rhume - 1963-1988, 16-19.

WASSMANN, R. (1987): Untersuchungen zur organismischen Drift in Fließgewässern Südniedersachsens. - Dissertation, Univ. Göttingen.

WEBER-OLDECOP, D.W. (1974): Makrophytische Kryptogamen in der oberen Salmonidenregion der Harzbäche. - Arch. Hydrobiol. **71**, 82-86.

WEBER-OLDECOP, D.W. (1981): Eine Fließgewässer-Typologie. - Limnologica (Berlin) **13**, 419-426.

WESTERMANN, F. (1990): Limnologische Untersuchungen der Makrobenthonfauna unversauerter und versauerter Bäche im Hils (Weser-Leine-Bergland, Südniedersachsen). - Diplomarbeit, Univ. Göttingen.

WIPPERFÜHRT, J. (1989): Untersuchungen zur Passierbarkeit von Rohr- und Rahmendurchlässen in ausgewählten Harzbächen durch Vertreter rheobionter Tiergruppen (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Pisces). - Diplomarbeit, Univ. Göttingen.

ZANG, H. (1977): Die Vogelwelt der Kiesteiche im Steinfeld NE Goslar. In: Festschrift 125 Jahre Naturwiss. Verein Goslar, 135-157.

ZANG, H. (1981): Zur Brutbiologie und Höhenverbreitung der Wasseramsel (Cinclus cinclus aquaticus) im Harz. - J. Orn. **122**, 153-162.

ZWICK, P. (1967): Beitrag zur Kenntnis der Plecopterenfauna des Harzes. - Mitt. Dt. Entomol. Ges. **26**, 59-61.

Manuskript eingegangen: 01.12.1992

Anschrift des Autors:
Prof. Dr. Ulrich Heitkamp
Gesellschaft für landschaftsökologische Studien
Olenhuser Landstraße 20a
37124 Rosdorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 135

Autor(en)/Author(s): Heitkamp Ulrich

Artikel/Article: Zur Situation der Fließgewässer im Westharz 117-136