

Decheniana, Band 125, Heft 1/2	Seite 189—218	Bonn, Dezember 1972
--------------------------------	---------------	---------------------

(Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde
der Universität Bonn)

Direktor: Prof. Dr. H. BICK)

Ökologische Untersuchung der Invertebratenfauna von Waldbächen des Naturparkes Kottenforst-Ville *)

Von Norbert Caspers, Bonn

Mit 11 Tabellen und 8 Abbildungen im Text

(Eingegangen am 3. 5. 1972)

Kurzfassung

Die Invertebratenfauna einiger Waldbäche im Naturpark Kottenforst bei Bonn und die Umweltfaktoren, wie O_2 , CO_2 , pH, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- wurden während des ganzen Jahres 1971 untersucht.

Abstract

The invertebrate fauna of some woodland-brooklets in the 'Naturpark Kottenforst-Ville' near Bonn (West-Germany) and the environmental factors such as O_2 , CO_2 , pH, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- were investigated all over the year 1971.

INHALT

	Seite
1. Einleitung	190
2. Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes	190
2.1. Geographische Lage und Geologie	190
2.2. Klima	192
2.2.1. Temperaturen	192
2.2.2. Niederschläge	193
2.3. Vegetation	193
3. Untersuchungsmethoden	194
3.1. Chemische und physikalische Untersuchungen	194
3.2. Biologische Untersuchungen	195
4. Wichtige abiotische Faktoren	196
4.1. Wasserführung und Strömungsgeschwindigkeit	196
4.2. Chemismus	197
4.2.1. Aktueller Sauerstoffgehalt und Sauerstoffzehrung	197
4.2.2. „Freies CO_2 “, pH-Wert	198
4.2.3. Nitrit, Nitrat, Ammonium	199

*) Mit Unterstützung des Landschaftsverbandes Rheinland.

	Seite
5. Fauna	202
5.1. Zusammenstellung der beobachteten Wassertiere und autökologische Charakteristik	202
5.2. Quantitative Besiedlung des Krenals (= Quellregion) und des Epi- rhithrals (= Oberlauf der Salmonidenregion) der Kottenforstbäche	208
6. Spezielle Aspekte	212
6.1. Allgemeines	212
6.2. Allochthone Beeinflussungen des Katzenlochbaches	212
6.3. Allochthone Beeinflussungen des Annaberger Baches	214
7. Zusammenfassung	215
Literaturverzeichnis	217

1. Einleitung

Die grundlegende Arbeit von STEINMANN (1907) über die „Tierwelt der Gebirgsbäche“ gab wiederholt Anlaß zu eingehenden Studien über den Mittelgebirgsbach Zentraleuropas, seine Fauna und die Ökologie dieser Fließgewässerorganismen (THIENEMANN 1912, BEYER 1932, ILLIES 1952, DITTMAR 1955 u. a.).

Die genannten Autoren nahmen ihre Untersuchungen in Bächen der rechtsrheinischen Mittelgebirge vor. Für das linksrheinische Gebiet und die Randgebirge des Rheintales liegen aus jüngster Zeit nur Bearbeitungen einzelner systematischer Gruppen vor: MÜLLER-LIEBENAU (1960, 1961) untersuchte die Ephemeropteren und Plecopteren der Eifel, WICHARD (1971) die Trichopteren des Siebengebirges.

Diese Lücke in der Kenntnis der Invertebratenfauna linksrheinischer Mittelgebirgsbäche war ein Anlaß für faunistische und ökologische Studien an Fließgewässern des Naturparkes Kottenforst-Ville, eines dichtbewaldeten nordöstlichen Ausläufers der Eifel, der weit in die klimatisch begünstigte Kölner Bucht vorspringt und ein Bindeglied zu den rechtsrheinischen Mittelgebirgen darstellt. Ein weiterer Grund für eine Bearbeitung der Kottenforstbäche ist darin gegeben, daß der derzeitige Faunenbestand des Naturparkes als Grundlage für naturschützerische und landschaftspflegerische Maßnahmen bekannt sein soll, um sinnvolle Maßnahmen zu seiner Erhaltung zu treffen.

Die vorliegende Arbeit will den heutigen Invertebratenbestand in den Waldbächen des Naturparkes in Abhängigkeit von den äußeren Lebensbedingungen erfassen, wobei ein Vergleich mit älteren Faunenlisten (LE ROI 1914, 1915; CREMER 1938) versucht werden soll.

Behandelt wird der Aspekt des Jahres 1971 (Januar bis einschließlich Dezember).

Die Determination einiger schwieriger Invertebraten-Gruppen wurde zunächst zurückgestellt und soll zusammen mit der Bearbeitung mindestens eines weiteren Vegetationsjahres vorgelegt werden.

An dieser Stelle sei Herrn W. WICHARD gedankt, der die Revision und, bei schwierigen Arten, die Determination der Trichopteren übernahm. Mein Dank gilt auch der Agrar-Meteorologischen Beratungsstelle Bonn-Bad Godesberg, die mir ihre Daten über die Lufttemperaturen und die Niederschlagsmengen des Jahres 1971 zur Verfügung stellte.

2. Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes (Abb. 1)

2.1. Geographische Lage und Geologie

Der Kottenforst ist ein Ausläufer der Eifel und damit ein Teil des Rheinischen Schiefergebirges. Die ausgedehnte Bewaldung ist für das gesamte Gebiet in gleichem

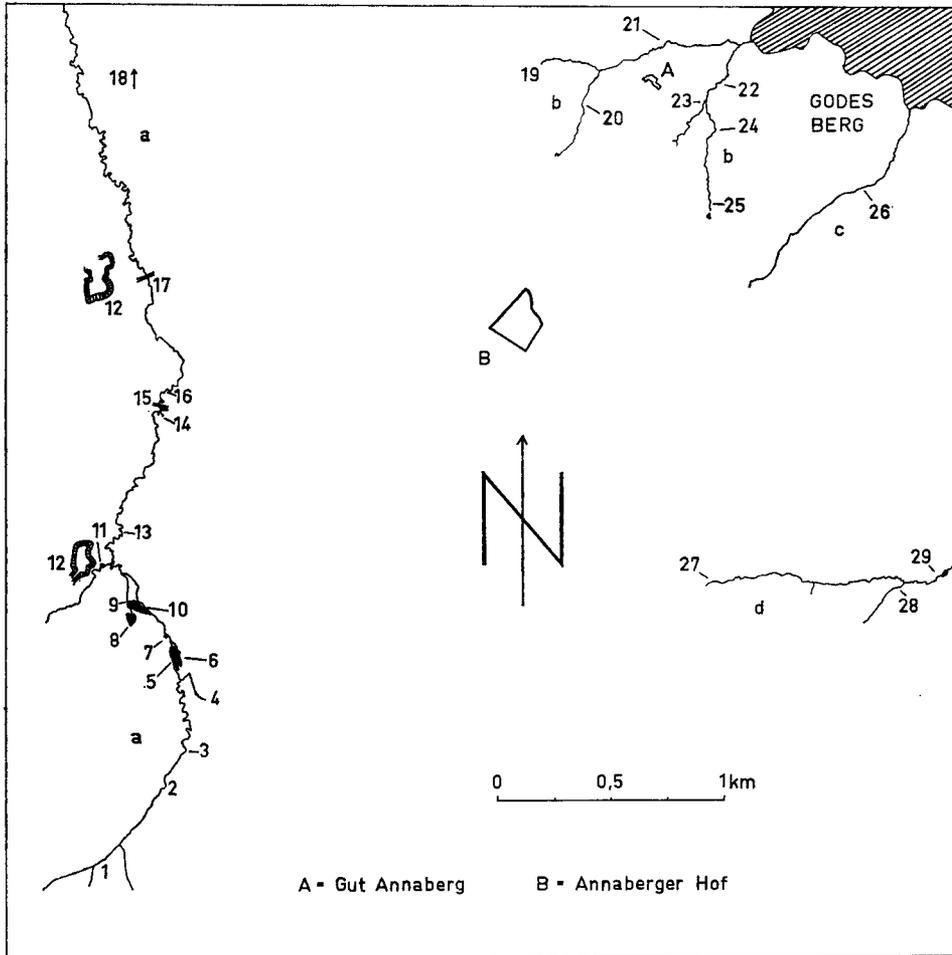


Abbildung 1. Das Untersuchungsgebiet und die bearbeiteten Bäche: a) Katzenlochbach, b) Annaberger Bach, c) Klufterbach, d) Marienforster Bach. Die einzelnen Probestellen und die stehenden Gewässer sind durch arabische Ziffern gekennzeichnet (Einzelheiten im Text).

Maße charakteristisch wie die schweren, zur Versumpfung neigenden Lehmböden („Kottenforstlehm“).

Auf der Ostseite fällt dieses ebene, 160–180 m hoch gelegene Waldgebiet mit ca. 100 m steil ab zur Rheinebene. Die Mehrzahl der kleineren Bäche (Annaberger Bach, Klufterbach und Marienforster Bach) fließt in tief eingeschnittenen Tälern ostwärts dem Rhein, bzw. dem Godesberger Bach zu. Eine Ausnahme stellt der Katzenlochbach dar, der durch Verwerfungen zu nahezu nördlichem Verlauf gezwungen wird und in großem Bogen nordostwärts zum Rhein fließt (vgl. Meßtischblatt 5308).

Der größte Teil des Kottenforstes wird heute von diluvialen Ablagerungen überzogen: Die Flußaufschüttungen der sog. Hauptterrasse — z. T. auch der höheren

Mittelterrasse — machen zusammen mit Löß und Lehm eiszeitlicher Entstehungszeit die Bodenoberfläche des Untersuchungsgebietes aus.

Erdgeschichtlich ältere Formationen treten nur an wenigen Stellen des Kottenforstes bis an die Oberfläche:

1. miocäne Tonschichten mit einer Mächtigkeit von 10—20 m im Tal des Katzenlochbaches. Sie werden heute noch in den Tongruben bei Röttgen (Nr. 12 in Abb. 1) abgebaut.
2. devonische Schichten (in Form von milden Tonschiefen und von Grauwackenbänken) in den tief eingeschnittenen Tälern der kleinen Bachläufe, die den Kottenforst zum Rhein oder zum Godesberger Bach entwässern.

Alle Angaben sind dem geologischen Meßtischblatt 5308 und seinen Erläuterungen entnommen.

2.2. Klima

Die tabellarischen Angaben über die Lufttemperaturen und Niederschlagsmengen des Untersuchungsjahres 1971 stammen aus der Agrar-Meteorologischen Beratungsstelle Bonn-Bad Godesberg. Die Messungen dieses Institutes wurden in Bonn-Friesdorf, also in der Rheinebene vorgenommen, so daß geringe Abweichungen zu den tatsächlichen Werten im nahegelegenen Kottenforst erwartet werden müssen. Ohnehin dürfen diese Angaben nicht als repräsentativ für ein atlantisch beeinflusstes Mittelgebirge gelten, da das Jahr 1971 in ganz Deutschland einen wenig charakteristischen klimatischen Verlauf nahm.

2.2.1. Temperaturen

In dem sehr milden Winter 1970/71 lagen die Durchschnittstemperaturen im Januar um $0,5^{\circ}\text{C}$, im Februar um $1,4^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittel; dadurch verschoben sich die Flugzeiten der Wasserinsekten gegenüber den Angaben bei ILLIES (1955) um viele Wochen. Die ersten Imagines von *Leuctra prima* KMP. und *Wormaldia occipitalis* KMP. wurden schon Mitte Januar gefangen.

Der Beginn des Frühjahres zögerte sich durch einen Kälteeinbruch im März hinaus (das Monatsmittel lag um $0,5^{\circ}\text{C}$ unter dem Mittelwert des Februars, um $2,5^{\circ}\text{C}$

Tabelle 1. Lufttemperaturen. Min. = Minimaltemperatur; Max. = Maximaltemperatur; Mittel = mittlere Monatstemperatur; l. Mittel = langjähriges Mittel.

	Min.	Max.	Mittel	l. Mittel
Januar	- 0,1	+ 4,8	+ 2,4	+ 1,9
Februar	+ 1,6	+ 6,3	+ 3,9	+ 2,5
März	+ 0,3	+ 6,6	+ 3,4	+ 5,9
April	+ 4,9	+ 15,7	+ 10,1	+ 9,6
Mai	+ 10,8	+ 21,1	+ 15,7	+ 13,6
Juni	+ 11,4	+ 19,7	+ 15,0	+ 16,8
Juli	+ 13,9	+ 25,2	+ 19,6	+ 18,4
August	+ 14,5	+ 24,3	+ 19,0	+ 17,7
September	+ 9,5	+ 19,8	+ 14,1	+ 14,9
Oktober	+ 6,4	+ 16,7	+ 10,9	+ 10,3
November	+ 3,1	+ 8,5	+ 5,4	+ 6,3
Dezember	+ 3,7	+ 7,6	+ 5,6	+ 3,1

unter dem langjährigen Mittel für den Monat März), so daß für Insektenarten, die normalerweise im April oder Mai zur Metamorphose gelangen, die Flugzeiten im wesentlichen wieder mit denen bei ILLIES (1955) übereinstimmen.

2.2.2. Niederschläge

Ähnlich wie im Sauerland (DITTMAR 1955) darf auch im Kottenforst wegen des maritim beeinflussten Klimas mit hohen jährlichen Niederschlagsmengen gerechnet werden. Ein Vergleich der im Jahre 1971 gemessenen Werte mit dem langjährigen Mittel (Abb. 2) zeigt, daß im Untersuchungsjahr die Niederschlagsmengen in noch stärkerem Maße als die Lufttemperaturen vom Normalen abweichen.

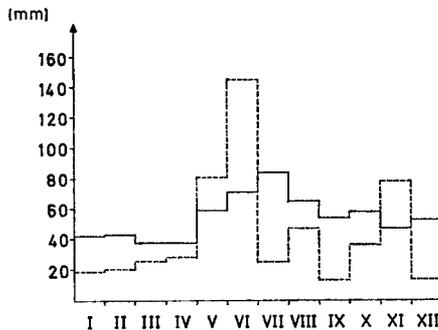


Abbildung 2. Monatsmittelwerte der Niederschläge (in mm). Ausgezogene Linie: langjähriges Mittel. Unterbrochene Linie: Monatsmittel 1971.

Bei hohen Lufttemperaturen und schönem Wetter blieben größere Niederschläge aus, so daß Auswirkungen auf die Wasserführung der Waldbäche zu beobachten waren: Einige Quellen trockneten im Januar und Februar aus. Im Mai, Juni und November übertrafen die Regenmengen bei weitem die Werte des langjährigen Mittels: Kurzzeitige Überschwemmungen der Bachufer waren die Folge. Einige tägliche Niederschlagsmaxima (= 24 Std.) im Juni waren:

5. 6. 71:	18,4 mm	26. 6. 71:	17,1 mm
11. 6. 71:	21,3 mm	28. 6. 71:	16,9 mm
12. 6. 71:	16,3 mm		

2.3. Vegetation

Die großen Wälder des Kottenforstes gehören zum Typ des Buchenwaldes (Melico-Fagetum und Luzulo-Fagetum) sowie zu mehreren Ausprägungen des Eichen-Hainbuchenwaldes (Quercu-Carpinetum). Im typischen Falle wächst in unmittelbarer Nähe der Untersuchungsgewässer (z. B. an den Probestellen 13–17, 19, 26, 28, 29 in Abb. 1) auf den periodisch überschwemmten, schmalen Uferstreifen ein Schwarz-erlen-Eschenwald mit vielen krautigen Charakterarten: *Carex remota*, *Rumex sanguineus*, *Geum urbanum*, *Festuca gigantea*, *Circaea lutetiana* und *Impatiens noli-tangere*. Weitere Arten dieser hydrophilen Vegetation (z. B. *Glyceria fluitans*, *Juncus effusus*, *J. tenuis*, *Polygonum hydropiper*, *Myosotis palustris*, *Lycopus europaeus*

und *Mentha aquatica*) dürfen nur als Begleitarten angesehen werden, da sie auch andere sumpfige Biotope besiedeln. KRAMER (1964) fand diese Arten im Kottenforst im feuchten Uferbereich von temporären Kleingewässern.

Die in den untersuchten Bachläufen in großer Anzahl vorkommenden niederen Pflanzen (Cyanophyceen, Chlorophyceen und Diatomeen) wurden nicht auf ihre Artenzugehörigkeit untersucht. Eine höhere pflanzliche Vegetation fehlt hier. Nur in den Quellbezirken tritt mit der Gattung *Callitriche* eine angiosperme Wasserpflanze in großen Abundanzen auf. Die Gruppe der Bryophyten ist durch einige semiaquatische Formen vertreten (*Jungermania* sp. u. *Scapania* sp. u. a.), nicht aber durch echte Wassermoose wie z. B. *Philonotis* sp. oder die kalkliebende *Fontinalis antipyretica* (vgl. DITTMAR 1955). Am Rande der Rheokrenen (z. B. Nr. 7, 14, 19 in Abb. 1) ist während der Frühjahrs- und Sommermonate die Pflanzendecke so dicht, daß die kleinen Wasserläufe völlig bedeckt werden. Vorherrschend ist die Assoziation des Bitterschaumkrautes (*Cardaminetum amarae*). Als Charakterarten dieser Assoziation finden sich im Kottenforst häufig das gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) und das Laubmoos *Mnium punctatum*. Groß ist die Zahl der Begleitarten: *Equisetum telmateja* (oft bestandsbildend), *Impatiens noli-tangere*, *Stellaria alsine*, *Lysimachia nemorum* sowie verschiedene Moose: *Acrocladium cuspidatum*, *Mnium undulatum*, *Thuidium tamariscinum*, *Trichocolea tomentella* und *Conocephalum conicum*.

3. Untersuchungsmethoden

3.1. Chemische und physikalische Untersuchungen

Zur Probenentnahme für die Bestimmung des Sauerstoffs und des „freien CO₂“ dienten die üblichen Sauerstoff-Flaschen. Um eine luftblasenfreie Zapfung des Probenwassers zu garantieren, wurde eine Apparatur verwendet, deren Konstruktion auf WETZEL (1928) und BICK (1958) zurückgeht.

Mehrere Sauerstoff-Flaschen (z. B. je eine für die Bestimmung des aktuellen Sauerstoffgehaltes, der Sauerstoffzehrung und des „freien CO₂“) werden mit Hilfe von Gummischläuchen hintereinandergeschaltet und mit Gummistopfen verschlossen. Aus der letzten Flasche führt ein Entnahmerohr, das nötigenfalls mit einem Vorsatz versehen wird, der Glaswolle enthält und somit gegen grobe Verunreinigungen der zu entnehmenden Wasserproben schützt. An die erste Flasche wird eine Saugpumpe angeschlossen (z. B. eine Fußballpumpe mit umgedrehtem Kolbenleder). Die näheren Einzelheiten sind bei den oben genannten Autoren nachzulesen. Besonders zu Zeiten geringer Wasserführung war nur mit dieser Methode eine Wasserentnahme möglich.

Die Wasserproben für die Bestimmung der übrigen Faktoren wurden in jodierten Polyäthylenflaschen entnommen.

Folgende Größen wurden für jede Probestelle des Untersuchungsgebietes in 14tägigem oder 4wöchigem Turnus bestimmt:

1. Aktueller Sauerstoffgehalt und Sauerstoffzehrung in 48 Stunden nach WINKLER oder mit dem Sauerstoffmeßgerät OXI 54 der „Wissenschaftlich-Technischen Werkstätten“.
2. „freies CO₂“ nach TRILLICH.
3. Wassertemperatur. Die Messungen wurden zwischen 9 Uhr und 13 Uhr vorgenommen, an den einzelnen Probestellen jedoch immer zur gleichen Zeit.
4. pH-Wert mit Glaselektrode und pH-Meter Type pH 39 („WTW“).

5. Ammonium mit NESSLER-Reagenz im HELLIGE-Neo-Komparator, bzw. im HELLIGE-Nesslerrohr-Neo-Komparator (untere Grenze des Meßbereiches der verwendeten Farbscheibe: 0,05 mg/l NH_4^+).
6. Nitrit mit Sulfanilsäure und α -Naphthylaminacetat im HELLIGE-Neo-Komparator, bzw. im HELLIGE-Nesslerrohr-Neo-Komparator (untere Grenze des Meßbereiches der verwendeten Farbscheibe: 0,005 mg/l NO_2^-).
7. Nitrat mit Brucin-Schwefelsäure im HELLIGE-Neo-Komparator (untere Grenze des Meßbereiches der verwendeten Farbscheibe: 2 mg/l NO_3^-).

3.2. Biologische Untersuchungen

Für einfache qualitative Untersuchungen diente als Fanggerät ein Sieb (Maschenweite ca. 1 mm), das ein wenig unterhalb der zu untersuchenden Stelle in die Strömung gehalten wurde, so daß man mit der Hand das davorliegende Substrat bewegen bzw. umwenden konnte. Durch die Strömung wurden die Bachbewohner dann in das Sieb getrieben. Die Lithofauna wurde mit Hilfe eines Pinsels oder einer Pinzette von ihrer Unterlage gelöst.

Sofern die Organismen an Ort und Stelle abgetötet wurden, geschah dies mit 70 %igen Alkohol. Insektenlarven, die noch untersucht und zwecks besserer Bestimmungsmöglichkeiten gezüchtet werden sollten, wurden möglichst schnell ins Institut transportiert. Die Aufzucht von Imagines erfolgte einmal im Thermostaten bei 10° C in flachen, gut zu belüftenden Petrischalen, vor allem aber im Bach selbst nach der Methode, die MÜLLER-LIEBENAU (1969) für die Aufzucht schlüpfreifer Larven bei der Ephemeropteren-Gattung *Baetis* beschrieb.

Aus einem Kunststoffbecher werden an gegenüberliegenden Seiten Öffnungen von ca. $4,5 \times 3$ cm herausgeschnitten und mit Gaze überklebt. Anschließend werden einige schlüpfreife Larven (erkennbar an den schwarzen Flügelscheiden) eingesetzt. Ein Stein von geeigneter Größe, der ebenfalls in den Becher gestellt wird, soll den Schlüpfakt der Larven erleichtern. Nachdem die obere Öffnung des Bechers mit Gaze zugedeckt worden ist, kann dieser an einer lenitischen bis schwach lotischen Stelle des Baches so abgestellt werden, daß der Stein und die seitlichen Öffnungen noch zur Hälfte aus dem Wasser herausragen. So ist für eine ständige Sauerstoff- und Nahrungszufuhr (in Form von Algen, Detritus und diversen tierischen Kleinlebewesen) garantiert. Die Kunststoffbecher müssen in regelmäßigen und kurzen Zeitabständen untersucht werden, damit geschlüpfte Imagines (bzw. Subimagines) nicht absterben und somit eine exakte Bestimmung unmöglich machen.

Für quantitative Fragestellungen erwies sich ein Fanggerät als sehr brauchbar, das auf SURBER (1936) zurückgeht und unter der Bezeichnung „SURBER-Sammler“ in der hydrobiologischen Arbeitsgruppe des Zoologischen Institutes in Bonn leicht modifiziert wurde. Der horizontale Rahmen dieses Gerätes umschließt eine Fläche von 1000 cm². Der „SURBER-Sammler“ eignete sich für die quantitative Erfassung der Besiedlung von Sand-, Kies- und Steinböden; letzteres jedoch nur, wenn der Durchmesser der Steine kleiner als ca. 10 cm war. Größeres Gestein wurde in jedem Fall unmittelbar mit der Hand dem Gewässer entnommen, um fester anhaftende Tiere einzeln mit Pinzette oder Pinsel abzulösen. Die meisten Vertreter der Lithofauna sind ja durch die verschiedenartigsten morphologischen Einrichtungen dazu befähigt, sich fest der Unterlage anzupressen und damit auch größeren Strömungsgeschwindigkeiten und Wasserturbulenzen zu trotzen. Eventuell herunterfallende Insektenlarven wurden mit dem Sieb aufgefangen. Anschließend wurde die Steinoberfläche vermessen (größte Länge \times größte Breite = besiedelte Fläche). Die definitive Angabe der quantitativen Besiedlung erfolgte nicht in Individuen pro m² Steinoberfläche

(SCHRÄDER 1932), sondern in Individuen pro m² Bodenfläche, nachdem der Deckungsgrad des Bodens mit Steinen bestimmt worden war.

Die Imagines der Wasserinsekten wurden mit einem Netz in unmittelbarer Gewässernähe oder auch über dem Wasser gefangen. Arten mit geringerer Flugaktivität (viele Plecopteren) konnten mit einer Pinzette von Steinen, Ufergestrüpp und dergleichen abgelesen werden. Exuvialfunde und Imaginalfänge ließen Rückschlüsse auf die Dauer der Flugzeiten zu (vgl. Kap. 5.1.).

Eine wichtige Ergänzung zu den Kescherfängen stellten die nach der Lichtfang-Methode (nach TOBIAS 1965) erbeuteten Insekten dar. Diese Methode konnte nur während der Sommermonate (Juni bis August) zur Anwendung gelangen, da die Aktivität der meisten Imagines in großem Maße von den herrschenden Witterungsbedingungen abhängig ist. So war die Individuen- wie Artenzahl eines Lichtfanges bei Lufttemperaturen unter 7° C eine geringe: nur einige wenige Dipteren (100 %) ¹⁾ flogen auf die Lichtquelle zu. Zwischen ca. 7° C und 11° C tauchten die ersten Lepidopteren (20–40 %) in den Lichtfängen auf. Erst bei Lufttemperaturen über ca. 12° C fanden sich neben den Dipteren (35–45 %) und Lepidopteren (35–45 %) auch Vertreter der Trichopteren (10–25 %). Während diese drei Insektenordnungen immer den zahlenmäßig umfangreichsten Anteil des Fanges darstellten, wurden Vertreter der Ephemeropteren und Plecopteren nur in Einzelfällen in den Lichtfängen vorgefunden.

Als Lichtquelle diente eine Gaslampe der Firma „Camping Gaz International“, Fabrikat Lumogaz R, die schon bei Untersuchungen im Südschwarzwald mit Erfolg verwendet wurde (TOBIAS 1965). Die Lampe wurde in eine flache Plastikschiene gestellt, die etwa 2 cm hoch mit einem Fixierungsmittel (Flüssigkeitsgemisch aus vier Teilen 70 %igem Äthylalkohol und einem Teil Äthylenglykol) gefüllt war. Die gefangenen Tiere wurden morgens in 70 %igem Alkohol konserviert. Die Gaslampe brannte im allgemeinen von 20 Uhr bis 7 Uhr früh.

4. Wichtige abiotische Faktoren

4.1. Wasserführung und Strömungsgeschwindigkeit

Der Strömungsgeschwindigkeit kommt zusammen mit der Wassertemperatur und der Substratstruktur eine große Bedeutung als verbreitungsregulierender Faktor zu. Sie wurde in den Kottenforstbächen nach der Driftkörpermethode bestimmt.

Es ergaben sich charakteristische Unterschiede zwischen den nach Norden und den nach Osten fließenden Bachläufen. Im Katzenlochbach nehmen die Strömungsgeschwindigkeiten im ersten Abschnitt des Oberlaufes bei geringem Gefälle nur selten Werte über 40 cm/sec. an.

In den übrigen Bächen liegt die Strömungsgeschwindigkeit wegen der größeren Höhenunterschiede (10 % Gefälle und mehr) nur in den Quellbezirken unter 40 cm/sec. Es kommt nicht wie im Katzenlochbach zur Ausbildung von stehenden Partien mit Stillwasser-Biozönosen.

Die Wasserführung der Bäche und damit auch die Strömungsgeschwindigkeit hängen von der Höhe der Niederschläge ab. Wegen der Undurchlässigkeit der oberen Bodenschichten kommt es bei lange andauernden Regenfällen — im Jahre 1971 vor

¹⁾ Die Werte in den Klammern geben den prozentualen Anteil der betreffenden Insekten am Gesamtfang an.

allem im Mai und Juni (mit Ausnahme der ersten Woche) — zu Hochwasserperioden mit Fließgeschwindigkeiten bis zu 1,50 m/sec. In den Wintermonaten und im Hochsommer führen die Bachläufe nur wenig Wasser. Die Ausschüttung der Quellen ist dann sehr gering; einige Limnokrenen versiegen.

4.2. Chemismus

Um ein vollständiges Bild von den Umweltbedingungen der Invertebraten-Tierwelt in den Kottenforstbächen zu gewinnen, wurden regelmäßige chemische und physikalische Untersuchungen der Gewässer durchgeführt. Hierbei sollte von besonderem Interesse die Frage sein, ob sich die Unterschiede im geologischen Aufbau der einzelnen Täler auf den Wasserchemismus und damit indirekt auch auf die Tierwelt der Gewässer auswirken.

4.2.1. Aktueller Sauerstoff-Gehalt und Sauerstoffzehrung

In der Quellregion der Fließgewässer ist der Sauerstoffgehalt relativ niedrig, da bakterielle Abbauprozesse im Boden erhebliche Mengen an Sauerstoff benötigen und sie dem Grundwasser entziehen. Besonders niedrige O_2 -Werte wurden in einigen Limnokrenen beobachtet (Tab. 2), während in allen Rheokrenen die Werte deutlich höher lagen (Tab. 2), da hier durch stärkere Wasserbewegung ein höherer O_2 -Eintrag erzielt wird.

Tabelle 2. Aktueller O_2 -Gehalt, prozentuale Sättigung und Temperaturen ausgewählter Quellen des Untersuchungsgebietes.

Quelle und Datum (Die Nrn. beziehen sich auf Abb. 1)	Akt. O_2 -Gehalt in		Wasser- temperatur in °C
	mg/l	% der Sätt.	
4 Limnokrene 22.3.71	5,1	41	5,0
4 Limnokrene 5.7.71	4,6	44	11,5
2 Limnokrene 10.3.71	6,7	51	3,0
2 Limnokrene 22.4.71	4,7	41	8,0
7 Rheokrene 24.2.71	10,7	92	7,6
7 Rheokrene 3.5.71	11,0	98	8,8
19 Rheokrene 18.2.71	10,1	84	6,2
19 Rheokrene 28.4.71	9,8	85	7,7

Sobald das Quellwasser oberirdisch fließt, kann sich der Sauerstoffgehalt durch Diffusionsvorgänge und durch die Assimilationstätigkeit von Algen, Moosen und phanerogamen Wasserpflanzen erhöhen. Da aber jene Vorgänge bei geringer Wasserbewegung sehr langsam verlaufen, beträgt der O_2 -Gehalt einiger Waldbäche mit Limnokrenen auch dort, wo der Quellbach in den Oberlauf übergeht, nur ca. 7–9 mg/l (\triangleq 75–85 % der Sättigung).

Die Sauerstoffzehrung ist in den meisten Bachabschnitten gering (ca. 1–5 %). Nur dort, wo größere Mengen an fäulnisfähigen organischen Stoffen (Zweige, Blätter usw.) ins Gewässer gelangen oder wo anthropogene Verunreinigungen eingeleitet werden, ist die Sauerstoffzehrung nach 48 Std. bedeutend (bis zu 30 %). Derartige extreme Verhältnisse liegen im Mittellauf des Katzenlochbaches (bei Ückesdorf) vor, der außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes liegt.

4.2.2. „Freies CO₂“, pH-Wert

Das „freie CO₂“ der einzelnen Bachregionen steht in engem Zusammenhang mit der absoluten Sauerstoffmenge; beide Größen verhalten sich antagonistisch.

Die größten CO₂-Werte wurden in den Quellen und Quellbächen gemessen. An der Probestelle 4 (einer Limnokrene) betrug der CO₂-Gehalt in der zweiten Jahreshälfte über 60 mg/l. Solche hohen Werte kommen zustande durch Stoffwechselprozesse der Bodenbakterien bei der Mineralisation von organischen Abfallstoffen. Das Grundwasser reichert sich in starkem Maße mit CO₂ an. Wie für den Sauerstoff, so gilt in gleichem Maße für das CO₂, daß sich der Ausgleich mit der atmosphärischen Luft auf dem Diffusionsweg nach Austritt des Grundwassers in Form einer Quelle erst langsam einstellt. Im Oberlauf des Katzenlochbaches wurden mehrfach Konzentrationen von ca. 20 mg/l CO₂ gemessen (Probestelle 3). Weiter unterhalb (unterhalb von Probestelle 10) geht der CO₂-Gehalt bis auf 2–6 mg/l zurück.

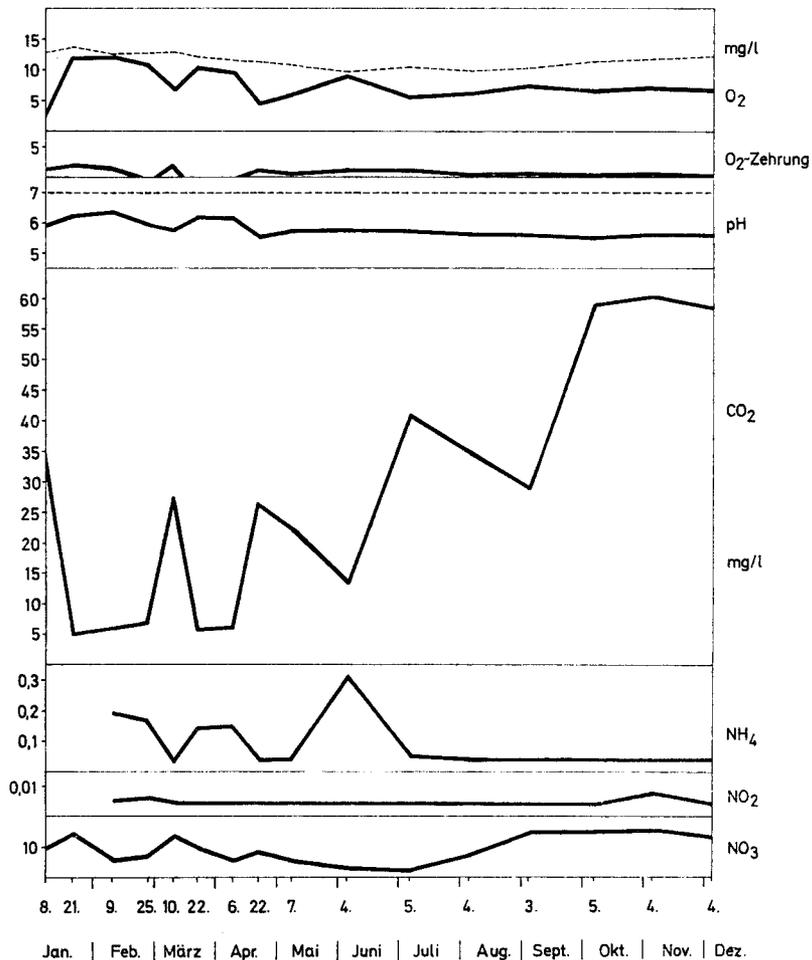


Abbildung 3. Chemische und physikalische Kenndaten der Quellregion des Katzenlochbaches bei Probestelle 2.

Hohe CO₂-Werte bedingen niedrige pH-Werte. In der Limnokrene Nr. 4 betrug der pH-Wert im Juli 5,2. In der Quellregion des Katzenlochbaches ist der pH-Wert größeren Schwankungen unterworfen, die ursächlich mit den Niederschlagsmengen bzw. der Wasserführung des Baches zusammenzuhängen scheinen: Bei stärkerer Wasserschüttung der Quelle ist der pH-Wert höher (6,1–6,2) als in Trockenzeiten (5,2–5,8). In den Oberläufen der Bäche sinkt die Wasserstoffionenkonzentration relativ schnell ab: Es wurden pH-Werte von 7,6–8,0 gemessen (z. B. Probestellen 7 u. 22 in Abb. 1). Nur im Katzenlochbach setzen sich die niedrigen pH-Werte der Quellregion bis weit in die obere Forellenregion fort. Der niedrigste pH-Wert, der in den Kottenforstbächen gemessen wurde, betrug 4,8 (Probestelle 4), der höchste 8,1 (Probestelle 23).

4.2.3. Nitrit, Nitrat, Ammonium

Nitrit- und Ammoniumverbindungen kommen in den Waldbächen des Kottenforstes in so geringen Mengen vor, daß bei der Benutzung des HELIGE-Nesslerrohr-Neo-Komparators die untere Grenze des Meßbereiches oft unterschritten wurde. Gelangten jedoch organische Verunreinigungen durch Einschwemmung von jauchehaltigen Abwässern in die Bäche, so lagen die NO₂- und NH₄-Werte vergleichsweise hoch (siehe Kap. 6.3, Abb. 7 und 8), beeinträchtigten jedoch nicht die tierische Besiedlung. Größere selektive Bedeutung kam dem Sauerstoff und einigen anderen Faktoren zu, die in Kapitel 6 noch zu erörtern sind.

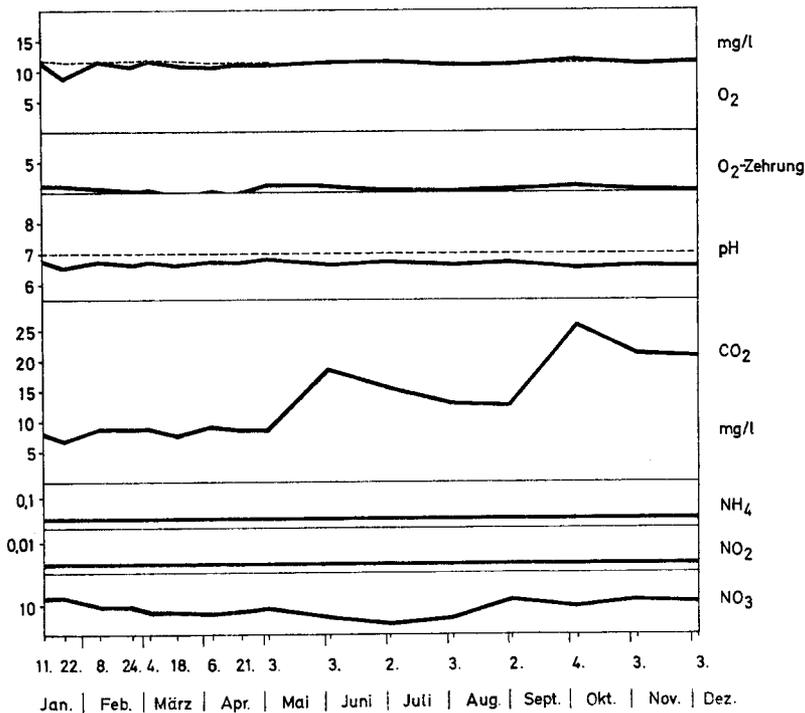


Abbildung 4. Chemische und physikalische Kenndaten der Probestelle 7, einer eustatischen Rheokrene.

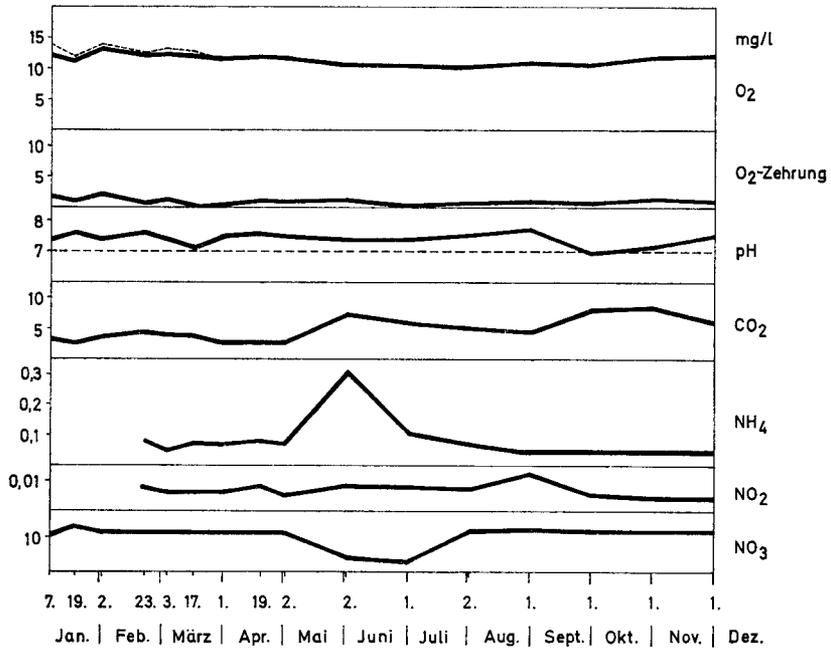


Abbildung 5. Chemische und physikalische Kenndaten der Probestelle 16 (Oberlauf des Katzenlochbaches).

Das Nitrat lag im Bereich des Krenals oft in Konzentrationen zwischen 4 u. 10 mg/l vor (vgl. Abb. 4), während in den Oberläufen Konzentrationen zwischen 12 u. 16 mg/l häufig waren (vgl. Abb. 8). 100 mg/l (16. 3. 71: Probestelle 20) und weniger als 2 mg/l NO₃⁻ (Probestelle 26) stellten kurzfristige Extremwerte dar.

Die im Jahre 1971 ermittelten physikalischen und chemischen Daten werden für einige repräsentative Probestellen der Quellregion (= Krenal; nach SCHWOERBEL 1971) und der oberen Forellenregion (= Epirhithral) graphisch dargestellt. Die Lage dieser Probestellen im Untersuchungsgebiet geht aus der Abb. 1 hervor, wo sie durch arabische Ziffern gekennzeichnet sind. Sämtliche Konzentrationen werden in mg/l angegeben. Durch eine unterbrochene dünne Linie wird die Sauerstoffsättigung gekennzeichnet.

Abb. 3 spiegelt sehr gut den astatischen Charakter der Sommerquelle des Katzenlochbaches wieder, die zum Typ der Limnokrene zu zählen ist. Größeren Schwankungen sind vor allem die O₂-, CO₂-, pH- und NH₄⁺-Kurven unterworfen. Auffällig ist der antagonistische Verlauf der CO₂- und NH₄⁺-Kurve. Durch besonders niedrige O₂-Werte und hohe CO₂-Werte sind diejenigen Tage ausgezeichnet, an denen infolge längerer Trockenzeit Probestelle 2 die Quelle darstellte (z. B. 8. 1., 10. 3., 22. 4., 5. 7., 4. 11.). Eine Verlagerung des Krenals bis zum Punkt 1 der Abb. 1, wie sie für Regenperioden typisch war, bedingte eine sofortige Erhöhung der O₂- und NH₄⁺-Werte sowie eine Erniedrigung der CO₂-Werte (z. B. am 21. 1., 9. 2., 22. 3., 6. 4.).

Die Gemeinsamkeiten der in Abb. 4 dargestellten Rheokrene mit der Abb. 3 bestehen in dem niedrigen pH-Wert, der geringen NO₂⁻- und der hohen CO₂- Kon-

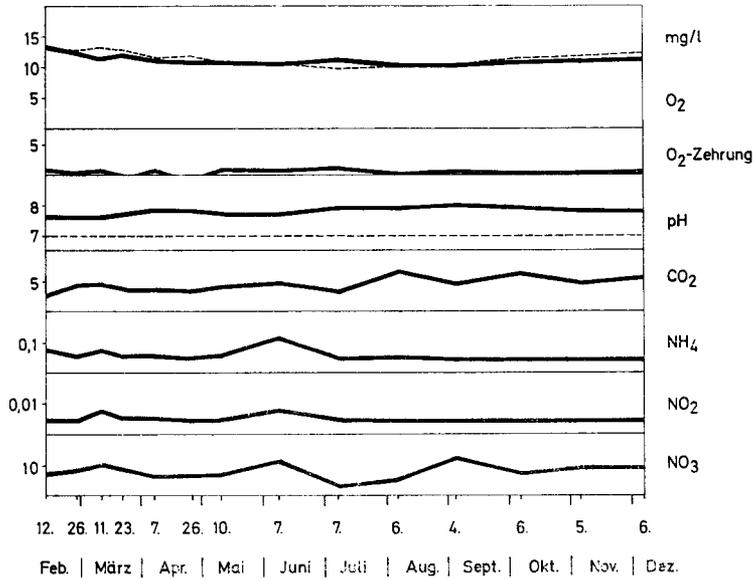


Abbildung 6. Chemische und physikalische Kenndaten der Probestelle 29 (Oberlauf des Marienforster Baches).

zentration. Diese drei Gemeinsamkeiten dürfen als Charakteristika des Krenals schlechthin angesehen werden. Nur für den Typ der Rheokrene charakteristisch ist der hohe O₂-Gehalt, der sich in der Nähe des Sättigungswertes bewegt.

Den Darstellungen des Krenals sollen zwei Beispiele für das Epirhithral gegenübergestellt werden. Wie den Abb. 5 und 6 zu entnehmen ist, sind die Probestellen der oberen Forellenregion gegenüber der Quellregion durch höhere O₂- und pH-Werte und durch geringere CO₂-Konzentrationen charakterisiert. NO₂⁻, NO₃⁻ und NH₄⁺-Werte liegen im Epirhithral der Kottenforstbäche oft höher als in Quellnähe. Dies ist jedoch nicht allgemein gültig.

Außeneinflüsse (z. B. klimatischer Natur) machen sich im Oberlauf der Mittelgebirgsbäche nicht mehr so stark bemerkbar wie in der Quellregion. Diese Tatsache wurde bei den Untersuchungen im Kottenforst bestätigt: Besonders die Kurven der Abb. 6 nehmen einen mehr oder weniger gleichförmigen Verlauf.

Schließlich fällt auf, daß im Oberlauf räumlich weit auseinanderliegende Probestellen die gleichen chemischen Daten (und tierischen Biozönosen) aufweisen, während in der Quellregion eine Änderung des Wasserchemismus (bzw. ein vollständiger Faunenwechsel) schon nach relativ kurzer Entfernung eintreten kann. Die Probestellen 13 bis 17 im Oberlauf des Katzenlochbaches sind durch die gleichen Tiergesellschaften charakterisiert und stimmen in den chemischen Faktoren weitgehend überein.

Die zum Beginn dieses Kapitels gestellte Frage nach den Unterschieden der Kottenforstbäche in bezug auf ihren Wasserchemismus kann nunmehr beantwortet werden: Es existieren innerhalb der untersuchten Faktoren keine natürlichen Unterschiede. Allerdings ergeben sich unter menschlichem Einfluß durch verschiedenartigste Verunreinigungen sekundäre Unterschiede (siehe dazu Kapitel 6.3).

5. Fauna

5.1. Zusammenstellung der beobachteten Wassertiere und autökologische Charakteristik

In der folgenden Liste werden die Invertebraten (Turbellaria, Isopoda, Amphipoda, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Heteroptera, Megaloptera, Planipennia und Trichoptera) aufgeführt, die in den Waldbächen des Kottenforstes festgestellt wurden. Einzelne Arten werden dabei durch autökologische Daten und Verbreitungsangaben charakterisiert. Bei den Insekten werden — soweit möglich — die Entwicklungsstadien der erbeuteten Tiere (Larve = La., Imago = Im.) und die Dauer der Flugzeiten (Fl.) angegeben, wobei folgende Abkürzungen verwendet wurden: A = Anfang; M = Mitte; E = Ende. Die Liste der Arten folgt der systematischen Reihenfolge der „Limnofauna Europaea“ (ILLIES 1967).

TURBELLARIA (det. nach BROHMER 1971)

Planariidae

Crenobia alpina (DANA)

Die Art ist in allen Rheokrenen (z. B. Nr. 7 u. 14 in Abb. 1), die die Hänge des Katzenlochbachtals entwässern, stark vertreten; bis zu 10 000 Exemplare pro m².

Dugesia gonocephala (DUG.)

Überall sehr häufig; in der Quellregion gegenüber der vorigen Art etwas zurücktretend.

ISOPODA (det. nach GRUNER 1966)

Asellidae

Asellus aquaticus L.

Diese Art findet ihre besten Lebensmöglichkeiten in stehenden Gewässern mit starken organischen Verunreinigungen. So besiedelt sie im Untersuchungsgebiet nur stagnierende Bachabschnitte mit relativ hohen Kohlendioxid- und Sauerstoffzehrungswerten.

AMPHIPODA (det. nach SCHELLENBERG 1942)

Gammaridae

Rivulogammarus fossarum KOCH

Diese Art besiedelt alle Bachabschnitte mit hohen Individuenzahlen.

EPHEMEROPTERA (det. nach SCHOENEMUND 1930)

Ephemeridae

Ephemera vulgata L.

5 Larvalfunde im Oberlauf des Katzenlochbaches.

Baetidae

Baetis rhodani PICT.

(La. + Im.) *Baetis rhodani* PICT. ist neben *Rhithrogena semicolorata* CURT. die häufigste Eintagsfliege in allen Bächen des Untersuchungsgebietes.

Cloeon sp.

Einige Larvalfunde im Oberlauf des Katzenlochbaches.

Centroptilum luteolum MÜLL.

(La.) Substratspezialist. Nur an wenigen, schlammigen Stellen im Oberlauf des Katzenlochbaches; dort allerdings häufig.

H e p t a g e n i i d a e

Ecdyonurus forcipula PICT.

(La.) Zwei Larven dieser Art, die im zentralen Mittelgebirge weitverbreitet, aber relativ selten ist, wurden im Katzenlochbach gefunden.

Bisherige Meldungen von *Ecdyonurus forcipula* PICT. (im westlichen Teil Deutschlands) liegen vor aus dem Sauerland (SCHOENEMUND 1930; DITTMAR 1955) und aus der Eifel (CREMER 1938; MÜLLER-LIEBENAU 1960; nur Einzel-funde).

Ecdyonurus venosus F.

(La.) Verbreitet, aber nur stellenweise häufig; in allen untersuchten Bächen.

Rhithrogena semicolorata CURT.

(La. + Im.) Sehr häufig.

L e p t o p h l e b i i d a e

Leptophlebia marginata L.

(La. + Im.) Diese Art ist in lenitischen Bereichen des Katzenlochbaches sehr stark vertreten. An den Probestellen 3 und 5 (vgl. Abb. 1) wurden Individuendichten von mehr als 1000 Exemplaren pro m² festgestellt.

Paraleptophlebia submarginata STEPH.

(La.) Weitverbreitet im Katzenlochbach. Die Art fehlt in den übrigen untersuchten Waldbächen.

Habrophlebia fusca CURT.

(La.) Vereinzelte Larvalfunde im Katzenlochbach oberhalb der Probestelle 5.

Habroleptoides modesta HAG.

Nur ein Imaginalfang am Marienforster Bach.

PLECOPTERA (det. nach ILLIES 1955 u. AUBERT 1959)

N e m o u r i d a e

Nemoura cinerea RETZ.

(La. + Im.) Einer der wenigen Süßwasser-Ubiquisten dieser Insektenordnung. Im Kottenforst häufig in Quellen mit wechselndem Wasserstand und Differenzen im Sauerstoff-Haushalt (vgl. Kap. 5.2, Tab. 4). In diesen Biotopen neben *Nemurella picteti* KLP. häufig die einzige Plecoptere. Nur vereinzelt Funde in den Oberläufen.

Nemoura marginata PICT.

(La. + Im. / Fl.: A III — E V)

Nemurella picteti KLP.

(La. + Im. / Fl.: M III — E V)

Eine Plecopteren-Art mit großer ökologischer Valenz. Verbreitung ähnlich wie bei *Nemoura cinerea* RETZ.

Protonemura auberti ILLS. 1954 (= *Pr. fumosa* Auct. nec. RIS.)

(La. + Im. / Fl.: A VII — E VIII)

Regelmäßiger Besiedler der Oberläufe aller Bäche; nicht sehr häufig.

Leuctridae

Leuctra braueri KMP.

Ein Imaginalfund am Marienforster Bach.

Leuctra nigra OL.

(La. + Im. / Fl.: M IV — M VI)

Leuctra prima KMP.

(La. + Im. / Fl.: M I — M IV)

Zusammen mit *L. nigra* OL. die häufigste Art der Gattung im Untersuchungsgebiet. Im milden Winter 1970/71 schlüpfen die ersten Imagines schon Mitte Januar 1971.

Leuctra cf. *pseudosignifera* AUB.

(La. + Im. / Fl.: A II — A IV)

Eine im zentralen Mittelgebirge seltene Art, die im Kottenforst ethologisch und phänologisch mit der sehr ähnlichen *L. prima* KMP. übereinstimmt.

Capniidae

Capnia bifrons NEWM.

(La. + Im. / Fl.: A II — M IV)

Verbreitet in den Oberläufen. Häufig im Katzenlochbach.

Perlodidae

Isoperla görtzi ILLS.

(La. + Im. / Fl.: M V — M VI)

Regelmäßig, aber auf Grund der räuberischen Lebensweise nicht überall häufig zu finden.

Chloroperlidae

Chloroperla torrentium PICT.

(La. + Im. / Fl.: A V — E VI)

Nur im Oberlauf des Katzenlochbaches; dort lokal sehr häufig.

ODONATA (det. nach MAY 1933)

Coenagrionidae

Coenagrion puella L.

Wenige Larvalfunde im Auslauf des Oberauweiher.

Pyrrhosoma nymphula SULZ.

(La.) Die Larvalentwicklung dieser beiden Coenagrioniden findet normalerweise in stehenden Gewässern statt. *Pyrrhosoma nymphula* SULZ. besiedelt im Untersuchungsgebiet ruhige Kolke im Oberlauf des Katzenlochbaches.

Cordulegasteridae

Cordulegaster bidentatus SELYS.

Nur ein Exuvialfund am Oberlauf des Katzenlochbaches. Erster Nachweis für den Kottenforst durch LE ROI (1915).

HETEROPTERA (det. nach WAGNER 1961)

Notonectidae

Notonecta spec. L.

2 Larvalfunde dieser Gattung, die in den Mittelgebirgsbächen nur erratisch auftritt, liegen aus der Limnokrene Nr. 4 (vgl. Abb. 1) vor.

Gerridae

Gerris lacustris L.

(La. + Im.)

Hydrometridae

Hydrometra stagnorum L.

(La. + Im.) *Gerris lacustris* L. und *Hydrometra stagnorum* L. sind häufige Stillwasserformen. In dem Abschnitt des Katzenlochbaches zwischen den Probestellen 3 und 5 (vgl. Abb. 1) stellen sie eine wesentliche Komponente der Lebensgemeinschaft des Pleustons dar.

Veliidae

Velia caprai TAM.

(La. + Im.) Charakteristische und sehr häufige Fließgewässerform aus der Gruppe der Amphibiocorisae; auf allen Bächen des Untersuchungsgebietes.

MEGALOPTERA (det. nach STRESEMANN 1967)

Sialidae

Sialis fuliginosa PICT.

(La. + Im.) Das Vorkommen dieser Art ist nicht abhängig von den verschiedenen Bachregionen; vielmehr ist sie an das Vorhandensein schlammiger Sedimente gebunden. Recht häufig in allen Bächen des Kottenforstes.

PLANIPENNIA (det. nach STRESEMANN 1967)

Osmylidae

Osmylus chrysops L.

(La. + Im.) Die hydrophilen Larven von *Osmylus chrysops* L. leben unter hohl aufliegenden feuchten Steinen am Ufer der Quellbäche und Oberläufe aller untersuchten Gewässer. Die Imagines flogen im Mai und Juni.

TRICHOPTERA (det. nach ULMER 1909 u. HICKIN 1967; det. WICHARD)

Rhyacophilidae

Rhyacophila fasciata HAG.

(La. + Im.) Häufig und weitverbreitet in allen Oberläufen.

Glossosomatidae

Synagapetus iridipennis MCL. (= *S. ater* KLP.)

(La.)

Agapetus fuscipes CURT.

(La. + Im.) Die beiden Glossosomatiden sind schon wiederholt hinsichtlich ihrer Vorliebe für kalkarme bzw. kalkreiche Bäche diskutiert worden. DITTMAR (1955) hält unter Berufung auf ältere Literatur (THIENEMANN 1923, BEYER

1932, ILLIES 1952) *Agapetus fuscipes* CURT. für eine Form kalkarmer Quellbäche. Im Marienforster Bach treten jedoch beide Arten nebeneinander in der Quellregion und der oberen Forellenregion auf. Daraus darf geschlossen werden, daß neben dem Faktor Kalk auch noch andere ökologische Faktoren für die Verteilung der beiden Arten verantwortlich sind.

Philopotamidae

Philopotamus ludificatus MCL.

2 Imagines der relativ seltenen *Philopotamus ludificatus* MCL. wurden im Kottenforst gefangen. Auffallend ist das Fehlen von *Philopotamus montanus* DONOV.

Wormaldia occipitalis PICT.

(La. + Im.)

Wormaldia triangulifera MCL.

(La. + Im.) Die Gattung *Wormaldia* ist im Kottenforst durch zwei vikariierende Arten vertreten, die im Quellbereich der Bäche in hohen Abundanz vorkommen. Imagines wurden das ganze Jahr über gefangen.

Hydropsychidae

Hydropsyche sp. div.

(La. + Im.) Die Bestimmung der Larven und der Weibchen dieser Gattung ist z. Z. nicht möglich. Männliche Imagines der vorwiegend nachtaktiven *Hydropsyche*-Arten wurden im Kottenforst nicht in den Lichtfallen vorgefunden. Die Erscheinung, daß die Anziehungskraft des Lichtes auf die Weibchen der Gattung *Hydropsyche* sehr viel größer ist als auf die Männchen, wurde schon von CRICHTON (1960) und TOBIAS (1965) beobachtet.

Polycentropidae

Plectrocnemia brevis MCL.

Der Fund von *Plectrocnemia brevis* MCL. (2 Imaginalfänge aus dem Quellbezirk des Annaberger Baches) stellt den zweiten Nachweis für das zentrale Mittelgebirge dar. Es handelt sich um eine recht seltene, aber offenbar verbreitete Art, deren Larve bisher in der Literatur noch nicht beschrieben wurde. BOTOSANEANU (1967) nennt in der „Limnofauna Europaea“ folgende geographische Regionen, in denen die Art festgestellt wurde: Pyrenäen, Alpen, Karpaten, England. WICHARD (1971) konnte die Art erstmals für das zentrale Mittelgebirge nachweisen. Der Fund im Kottenforst ergänzt den Nachweis im Siebengebirge und macht es wahrscheinlich, daß im Rheinland noch weitere Funde zu erwarten sind.

Plectrocnemia conspersa CURT.

(La. + Im.) Die häufigere Art der Gattung im Kottenforst. In allen Bächen vom Quellbereich bis zum Oberlauf verbreitet.

Psychomyiidae

Lype reducta HAG.

Nur Imaginalfänge (Probestellen 2–10; vgl. Abb. 1). Die Art ist vielleicht aus nahegelegenen stehenden Gewässern zugeflogen.

Tinodes sp.

Einige Larvalfänge im Oberlauf des Katzenlochbaches.

Phryganeidae*Oligotricha striata* L.

(= *Phryganea striata* L. = *Neuronia ruficrus* Scop.). Die Phryganeiden bevorzugen stehende Gewässer. Drei Larvalfunde von *Oligotricha striata* L. in der „Sommerquelle“ des Katzenlochbaches.

Limnephilidae

Die meisten Limnephiliden-Larven sind heute noch nicht bestimmbar.

Drusus annulatus STEPH.

Überraschenderweise nur ein Imaginalfund im Kottenforst. Diese Art ist bei ILLIES (1952) und DITTMAR (1955) eine der häufigsten Limnephiliden im Quellbereich und Oberlauf der untersuchten Bäche.

Limnophilus centralis CURT.

Ein Imaginalfund. LE ROI (1914) gibt diese Art für das Gebiet des Kottenforstes an.

Potamophylax nigricornis PICT.

Verbreitet in Quellbach und Oberlauf aller Untersuchungsgewässer. Die Imagines fanden sich stets in großer Zahl in den Lichtfallen.

Parachtona picicornis PICT.

(Im. / Fl.: A IV — A VI)

Häufigste Limnephilide in allen Rheokrenen.

Micropterna lateralis STEPH.

Häufig im Quellbach aller untersuchten Waldbäche.

Hydathophylax infumatus MCL.

3 Imaginalfänge im Oberlauf des Katzenlochbaches.

Goeridae*Silo pallipes* F.

(La. + Im.) Verbreitet in allen Bächen; häufig im Quellbezirk. LE ROI (1914) stellte diese Art schon im Kottenforst fest.

Lepidostomatidae*Crunoecia irrorata* CURT.

(La. + Im.) Sehr häufige Charakterart der Quellen.

Leptoceridae*Adicella filicornis* PICT.

Ein Imaginalfang im Kottenforst.

Sericostomatidae*Sericostoma personatum* SPENCE

(La. + Im.) In allen Bachregionen verbreitet.

Beraeidae*Beraea maurus* CURT.

(La. + Im.) Beide Arten der Gattung *Beraea* sind in der Quellregion der Kottenforstbäche häufig.

Beraea pullata CURT.

(La. + Im.) LE ROI (1914) meldet *Beraea pullata* CURT. für den Kottenforst.

Ernodes articularis PICT.

Ein Imaginalfund liegt aus der Quellregion des Annaberger Baches vor.

O d o n t o c e r i d a e

Odontocerum albicorne Scop.

(La.) Weitverbreitet, aber ziemlich selten.

5.2. **Quantitative Besiedlung des Krenals (= Quellregion) und des Epirhithrals (= Oberlauf der Salmonidenregion) der Kottenforstbäche**

Um einen Überblick über die quantitative Besiedlung der Bachregionen zu gewinnen, wurden an mehreren Probestellen Zählungen der Wasserorganismen vorgenommen. Die quantitativen Untersuchungen konnten im Krenal der Bäche wegen der Kleinräumigkeit dieser Quellbiotope nicht mit dem „SURBER-Sammler“ vorgenommen werden: Es wurden kleinere Quadrate, bzw. Rechtecke abgemessen und ausgezählt. Hierbei mußten natürlich auch Invertebratenarten berücksichtigt werden, die noch nicht in der Faunenliste (vgl. Kap. 6.1) erwähnt werden (z. B. einige Dipteren und Coleopteren).

Als Beispiel für eine Rheokrene wurde die Probestelle 14 (vgl. Abb. 1) ausgewählt. Am Fuße eines Steilhanges entspringt diese Quelle inmitten eines Kiesbettes. Da sich das Quellrinnsal sofort in zahlreiche kleinere Arme aufteilt, ist die nähere Umgebung versumpft, was sich vor allem im Pflanzenbewuchs äußert (*Caltha palustris*, *Myosotis palustris*, *Equisetum telmateja* u. a.). Die im Gegensatz zu vielen anderen Rheokrenen des Untersuchungsgebietes geringe Wasserführung bedingt, daß einige Invertebraten eine semiaquatische Lebensweise führen (z. B. *Agapetus fuscipes*, *Crunoecia irrorata* u. Beraeidae). Krenobianten Arten werden in Tab. 3 durch Unterstreichung hervorgehoben.

Tabelle 3. Quantitative Besiedlung der Probestelle 14 (Aufsammlung vom 8. 2. 1971; Bezugsfläche: 500 cm²).

Art	Prozentualer Anteil
<u>Crenobia alpina</u>	79,0
<i>Dugesia gonocephala</i>	1,4
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	2,3
<i>Nemoura spec. + Nemurella picteti</i> (junge Stadien)	7,9
<i>Leuctra spec.</i> (mindestens 2 Arten)	0,7
<i>Agapetus fuscipes</i>	4,1
<i>Wormaldia spec.</i>	1,4
<i>Plectrocnemia cf. conspersa</i>	0,9
<u>Crunoecia irrorata</u>	0,9
<i>Sericostoma spec.</i>	0,5
Helodidae	1,1

Absolute Individuenzahl pro 500 cm²: 443

Die Quelle des Katzenlochbaches soll als Beispiel für eine Limnokrene dienen. In niederschlagsarmen Monaten entspringt die „Sommerquelle“ an der Probestelle 2 in einem größeren Fichtenforst, der auch im Frühjahr und Sommer fast frei von höherer Vegetation ist. Der Quelle vorgelagert sind einige Tümpel, deren tierische Besiedler (u. a. *Asellus aquaticus*, *Nemurella picteti*) den Eindruck stehender Klein-

gewässer unterstützen. Nur das an dieser Stelle schon ca. 1 m breite Bachbett, das größere Steine enthält, läßt darauf schließen, daß bei höheren Niederschlagsmengen die Quelle und der Quellbach weiter oberhalb zu suchen sein müssen. Zu dieser Zeit ist die eigentliche Quellregion nicht genau zu lokalisieren, da Verbindungen mit zahlreichen Entwässerungsgräben hergestellt worden sind. Die geschilderten Verhältnisse lassen vermuten, daß an der Probestelle 2 (siehe Tab. 4) die qualitative Zusammensetzung der Quellfauna eine ganz andere sein muß als in der Rheokrene 14 (siehe Tab. 3).

Tabelle 4. Quantitative Besiedlung der Probestelle 2 (Aufsammlung vom 8. 1. 1971; Bezugsfläche: $2 \times 500 \text{ cm}^2$).

Art	Prozentualer Anteil
Hydracarina	1,1
Nemoura spec. + Nemurella picteti (junge Stadien)	59,9
Leuctra spec.	4,9
Plectrocnemia cf. conspersa	9,7
Limnephilidae	9,2
Sericostoma spec.	1,1
Sialis cf. fuliginosa	2,2
Chironomidae	11,9

Absolute Individuenzahl pro $2 \times 500 \text{ cm}^2$: 185

Als drittes Beispiel für den Bereich des Krenals wird einer der Quellbäche des Annaberger Baches herangezogen (Probestelle 25; Tab. 5).

Tabelle 5. Quantitative Bezielung der Probestelle 25 (Aufsammlung vom 15. 2. 1971; Bezugsfläche: 500 cm^2).

Art	Prozentualer Anteil
Dugesia gonocephala	20,6
Rivulogammarus fossarum	34,6
Rhithrogena semicolorata	0,9
Nemoura spec. + Nemurella picteti (junge Stadien)	2,8
Limnephilidae	2,8
Plectrocnemia cf. conspersa	3,7
Wormaldia spec.	0,9
Agapetus fuscipes	26,2
Sericostoma spec.	0,9
Helodidae	1,9
Ptychoptera spec.	4,7

Absolute Individuenzahl pro 500 cm^2 : 107

Der hohe prozentuale Anteil des Substratspezialisten *Rivulogammarus fossarum* läßt erkennen, daß der Fallaubgehalt an dieser Probestelle bedeutend ist. Auch *Sericostoma* sp. und *Ptychoptera* sp. dürfen zu dieser Gruppe der Substratspezialisten gezählt werden, da sie in allen Bachabschnitten Biotop mit schlammigem Untergrund bevorzugen. Die Lithofauna wird in den Quellbächen des Annaberger Baches durch rheophile Limnephiliden, vor allem aber durch *Dugesia gonocephala* und *Agapetus fuscipes* vertreten. *Rhithrogena semicolorata*, die ihre Hauptverbreitung erst im

Tabelle 6. Quantitative Besiedlung der Probestelle 21 (Aufsammlung vom 15. 1. 1971; Bezugsfläche: 1000 cm²).

Art	Prozentualer Anteil
<i>Dugesia gonocephala</i>	2,7
<i>Ancylus fluviatilis</i>	1,6
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	14,1
<i>Ecdyonurus venosus</i>	1,6
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	24,8
<i>Leuctra spec.</i>	1,6
<i>Nemoura cf. marginata</i>	13,0
<i>Rhyacophila spec.</i>	0,5
<i>Agapetus fuscipes</i>	1,1
<i>Hydropsyche spec.</i>	2,7
<i>Simulium spec.</i>	29,8
Chironomidae	4,9
Ptychoptera spec.	1,6

Absolute Individuenzahl pro 1000 cm²: 185Tabelle 7. Quantitative Besiedlung der Probestelle 22 (Aufsammlung vom 15. 2. 1971; Bezugsfläche: 500 cm²).

Art	Prozentualer Anteil
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	12,8
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	17,9
<i>Baetis rhodani</i>	10,3
<i>Leuctra spec.</i>	10,3
<i>Nemoura cf. marginata</i>	25,6
<i>Hydropsyche spec.</i>	7,7
<i>Simulium spec.</i>	15,4

Absolute Individuenzahl pro 500 cm²: 39

Oberlauf der Mittelgebirgsbäche findet, dringt im Annaberger Bach in Einzelexemplaren bis in die Quellregion vor.

Die quantitativen Aufsammlungen in den Oberläufen der Kottenforstbäche wurden mit Hilfe des „SURBER-Sammlers“ durchgeführt. In Einzelfällen mußte auf diese Methode verzichtet werden (Tab. 7), weil das Bachbett zu schmal war. Die Aufsammlungen wurden in stark strömenden Bereichen des Annaberger Baches (Tab. 6 u. 7) und des Katzenlochbaches (Tab. 8) sowie in einem Stillwasserbereich des Katzenlochbaches (Tab. 9) vorgenommen. Diese lenitischen Bereiche sind für den quellnahen Oberlaufabschnitt des Katzenlochbaches, der mit zahlreichen mäanderartigen Schlingen, mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten und mit Schlammuntergrund an einen langsam fließenden Wiesenbach der Ebene erinnert, sehr charakteristisch. Die in tiefen Schluchten nach Osten fließenden Bäche (Annaberger Bach, Klufferbach, Marienforster Bach) haben nur einen kurzen Oberlaufabschnitt. Da das Gefälle 10 % und mehr beträgt, fehlen lenitische Bereiche völlig, so daß sich die Limnofauna nur aus rheophilen Formen zusammensetzt.

Charakteristische Unterschiede ergeben sich naturgemäß zwischen den lotischen Bereichen (Nrn. 16, 21 u. 22) und der lenitischen Probestelle Nr. 10. Aber auch die

Tabelle 8. Quantitative Besiedlung der Probestelle 16 (Aufsammlung vom 23. 2. 1971; Bezugsfläche: 5000 cm²; nur die Steinbesiedlung wurde quantitativ erfaßt).

Art	Prozentualer Anteil
<i>Dugesia gonocephala</i>	3,4
<i>Ancylus fluviatilis</i>	3,4
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	44,7
<i>Ecdyonurus venosus</i>	0,6
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	16,2
<i>Baetis rhodani</i>	18,6
<i>Rhyacophila spec.</i>	1,9
<i>Hydropsyche spec.</i>	4,5
<i>Isoperla görtzi</i>	0,8
<i>Simulium spec.</i>	5,9

Absolute Individuenzahl pro 5000 cm²: 647

Tabelle 9. Quantitative Besiedlung der Probestelle 10 (Aufsammlung vom 8. 2. 1971; Bezugsfläche: 2 × 1000 cm²).

Art	Prozentualer Anteil
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	18,8
<i>Leptophlebia marginata</i>	3,5
<i>Nemoura cf. marginata</i>	5,7
<i>Leuctra spec.</i>	19,4
<i>Capnia bifrons</i>	5,7
<i>Chloroperla torrentium</i>	3,8
<i>Agapetus fuscipes</i>	0,5
<i>Plectrocnemia cf. conspersa</i>	0,6
Limnephilidae (mehrere Arten)	1,1
<i>Sericostoma spec.</i>	0,6
<i>Sialis cf. fuliginosa</i>	0,6
Chironomidae	34,3
Ptychoptera spec.	3,0
Dicranota spec.	1,4
Dytiscidae (Larven)	1,0

Absolute Individuenzahl pro 2000 cm²: 630

quantitative wie qualitative Besiedlung der drei Probestellen mit hoher Fließgeschwindigkeit ist nicht einheitlich.

Auffällig ist die geringe Arten- und Individuenzahl des Annaberger Baches bei Nr. 22. Devonische Verwitterungsprodukte mit Korngrößen von 0,5–2 cm bilden hier ein lockeres Geschiebe, in dem sich weder rheophile Formen noch Bewohner des hyporheischen Interstitials in größeren Individuendichten halten können.

Stark abweichend gegenüber der Probestelle 22 ist der linke Arm des Annaberger Baches, der bei Nr. 21 kein devonisches Material enthält und sehr viel bessere Lebensbedingungen für die Invertebratenwelt bietet. Bis auf drei systematische Gruppen (Chironomidae und *Ptychoptera* sp.: Schlammbewohner / *Leuctra* sp. im Sandlückensystem) sind die rheophilen Bachbewohner vorherrschend. Die absolute Individuendichte pro Flächeneinheit ist bei Nr. 21 viermal so groß wie bei Nr. 22 und anderen Probestellen im rechten Arm des Annaberger Baches.

Die Aufsammlungen im Katzenlochbach bei Probestelle 16 konnten nicht mit dem „SURBER-Sammler“ durchgeführt werden (grobes Gestein; Durchmesser > 10 cm). Bei den Zählungen wurden nur die Vertreter der Steinfaua berücksichtigt. Eine Ausnahme stellt *Rivulogammarus fossarum* dar, der die strömungsgeschützten und mit Falllaub angefüllten Totwasserräume mit hohen Individuenzahlen besiedelte.

Die Probestelle 10 des Katzenlochbaches ist in erster Linie durch Stillwasserformen (*Leptophlebia marginata* und Dytisciden-Larven) und Begleitarten der Quellregion (*Agapetus fuscipes* und *Plectrocnemia* cf. *conspersa*) gekennzeichnet, aber auch rheophile Arten des Epirhithrals (*Nemoura* cf. *marginata* und *Dicranota* sp.) sind hier vertreten. In den Sommermonaten des Jahres 1971 wurde die Fauna dieser Probestelle durch einige bauliche Maßnahmen (siehe dazu Kap. 6.1 und 6.2) bis auf wenige Ausnahmen vernichtet.

6. Spezielle Aspekte

6.1. Allgemeines

Die Bäche des Untersuchungsgebietes stellen kein von Außeneinflüssen unberührtes System dar, wie am Beispiel des Katzenlochbaches und des Annaberger Baches gezeigt werden soll.

Im Katzenlochbach sind in der Quellregion und dem ersten Abschnitt des Oberlaufes noch keine Störungen von Seiten des Menschen zu beobachten. Sein Einfluß ist jedoch auch hier schon erkennbar: Künstlich angelegte Entwässerungsgräben kommunizieren mit dem Bachsystem und ein größerer Fichtenforst ruft eine merkliche Erniedrigung des pH-Wertes hervor. Dennoch beherbergt diese Region des Baches noch eine artenreiche Fauna. Weiter unterhalb, etwa ab Punkt 5 der Abb. 1, liegen die verschiedensten anthropogenen Beeinflussungen vor (allochthone Verunreinigungen in Form von diversen Gebrauchsgegenständen; Einschwemmungen von Viehweiden, Ackerland und Baustellen; Begradigungsarbeiten an den Bachläufen). Die von Bauarbeiten am Kurfürstenweiher (Nr. 9 in Abb. 1) ausgehenden Wirkungen auf den Wasserchemismus und die Fauna des Katzenlochbaches wurden genauer geprüft.

Im Unterschied zum Marienforster- und Klufterbach wird der rechte Arm des Annaberger Baches schon in seiner Quellregion durch Außeneinflüsse geprägt. Der Quellbach (Nr. 25 in Abb. 1) hat in niederschlagsreichen Zeiten eine offene Verbindung zu einem Fallaubtümpel. Diese Verbindung reißt nur in Trockenzeiten ab, wenn die Quellregion des Baches näher zur Probestelle 24 verlagert wird. Bei Nr. 23 (Abb. 1) fließt von links ein kleiner Nebenlauf zu, der stärkere organische Verunreinigungen enthält (Einschwemmungen des Gutes Annaberg).

Der Einfluß dieser Faktoren — insbesondere auf den Stickstoff-Haushalt des Annaberger Baches — wurde untersucht und wird in Kap. 6.3 diskutiert.

6.2. Allochthone Beeinflussungen des Katzenlochbaches

Im März des Jahres 1971 wurde in der unmittelbaren Nähe des Oberau- und Kurfürstenweihers (Nr. 8 und 9 in Abb. 1) mit verschiedenen baulichen Maßnahmen begonnen, in deren Verlauf Waldwege für Spaziergänger geschaffen, der rechte Arm des Katzenlochbaches (Nr. 10 in Abb. 1) — vorher bester Fundort für *Capnia bifrons*, *Chloroperla torrentium*, *Paraleptophlebia submarginata* — zugeworfen und die Ufer-

partien des Kurfürstenweiher begradigt wurden. Um dies zu ermöglichen, wurden der Kurfürstenweiher und der ca. 3 m höher gelegene Oberauweiher (Nr. 8 in Abb. 1) völlig abgelassen. Um die Folgen für den O₂-Haushalt und die Fauna des Weiherauslaufes zu verstehen, muß zunächst geschildert werden, wie die Wasserbeschaffenheit im Abfluß eines größeren stehenden Gewässers normalerweise ist und welche Tierwelt hier existiert.

KNÖPP (1952) zeigt, daß die Einflüsse eines Teiches auf den abfließenden Bach verschiedener Natur sein können. Er unterscheidet zwischen biotischen (1) und abiotischen (2) Faktoren, von denen einige auch im Kottenforst von Bedeutung sind:

1. a) Lieferung von Plankton
- b) Verschleppung von Makrofauna aus dem Teich
- c) Beeinflussung des O₂-Gehaltes und der Zehrung.
2. a) Beeinflussung der Wassertemperatur
- b) Beeinflussung der Wasserführung und der Fließgeschwindigkeit.

Die Biozönose des Kurfürstenweiher-Auslaufes zeigt eine eigenartige Zusammensetzung:

- a) Es finden sich euryöke Stillwasserformen, die aus dem Weiher stammen und sich z. T. gut weiterentwickeln: Larven von *Pyrrhosoma nymphula* und *Coenagrion puella*, verschiedene Dytisciden-Larven und eine große Anzahl von Süßwasserschnecken der Gattung *Gyraulus*.
- b) Eine zweite Gruppe wird von euryöken, räuberischen Fließgewässerorganismen gebildet, die im Weiherabfluß ein Übermaß an Nahrung vorfinden und deshalb hier in größeren Individuenzahlen vorkommen als im übrigen Bachverlauf: *Herpobdella octoculata* und *Glossosiphonia complanata*.
- c) In eine dritte Rubrik fallen rheophile Formen der Bachfauna, die sich als stenöke Arten nur in Einzelexemplaren im Weiherauslauf halten können: z. B. *Silo palipes* und *Paraleptophlebia submarginata*.
- d) Süßwasserubiquisten: *Nemurella picteti*.

Tab. 10 zeigt eine Gegenüberstellung von Sauerstoffwerten, die vor und nach Beginn der Arbeiten am Kurfürstenweiher ermittelt wurden.

Tabelle 10. O₂-Werte der Probestelle 9; 4 m unterhalb des Kurfürstenweiher.

	4.3.1971	5.4.1971
Wassertemperatur (in °C)	3,1	11,7
Aktueller O ₂ - Gehalt	11,9	9,0
± % der Sättigung	92	86
O ₂ - Zehrung in mg/l	0,4	1,2
O ₂ - Zehrung in % der Ausgangsmenge	3,4	13,3

Die Wasserwelle, die am 1. 4. 71 beim Ablassen der beiden Weiher entstand, machte sich bis weit außerhalb des Untersuchungsgebietes durch größere Wasserführung und höhere Fließgeschwindigkeit sowie eine Trübung des Wassers bemerkbar. Die enorme Kraft dieser Welle bewirkte, daß nicht nur im Auslauf des Kurfürstenweiher, sondern noch mehrere hundert Meter weiter unterhalb alle Organismen verdriftet wurden, die nicht an stärkere Wasserströmungen angepaßt waren. Tab. 11

Tabelle 11. Quantitative Besiedlung des Kurfürstenweiher-Auslaufes.

Bezugsfläche: 1 m ²	4.3.1971	5.4.1971
	Ind./m ²	Ind./m ²
<i>Herpobdella octoculata</i>	5	3
<i>Glossosiphonia complanata</i>	52	45
<i>Dugesia gonocephala</i>	157	65
<i>Gyraulus spec.</i>	8	-
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	132	40
<i>Baetis rhodani</i>	17	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	2	-
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	3	-
<i>Nemoura spec.</i>	20	-
<i>Nemurella picteti</i>	22	2
<i>Coenagrion puella</i>	5	2
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	3	-
Dytiscidae (Larven)	28	-
<i>Silo pallipes</i>	9	6

zeigt, daß einige Arten den extremen Strömungsverhältnissen trotzen, bzw. in kürzester Zeit verlorengegangenes Terrain zurückerobern konnten (*Rivulogammarus fossarum*), während die meisten Arten nach dem 1. 4. 71 im Auslauf des Weiher nur noch in geringen Individuenzahlen vorkamen oder gänzlich verschwunden waren.

Im Herbst 1971 wurde ein zweiter Auslauf für den Kurfürstenweiher künstlich angelegt, ein einfacher betonierter Kanal, der etwa 80 % des abfließenden Weiherwassers aufnimmt und damit den bisherigen Auslauf weitgehend ersetzt. Dieser neue Auslauf liegt auf der Nordostseite des Kurfürstenweiher und leitet das Wasser dem rechten Arm des Katzenlochbaches zu, der einige Monate lang kein Wasser mehr geführt hatte.

6.3. Allochthone Beeinflussungen des Annaberger Baches

Die Abb. 7 und 8 zeigen Beispiele für die Einschwemmung von Nitrat, Nitrit und Ammonium in den Annaberger Bach. Die maximalen Konzentrationen dieser Stickstoff-Verbindungen am 15. 3. 71 und 9. 6. 71, besonders die des Ammoniums, lassen auf eine stärkere Belastung des Fließgewässers mit organischen Abfallstoffen schließen. Trotzdem ist eine Beeinträchtigung des O₂-Haushaltes in keinem der beiden Fälle zu bemerken.

Für die erhöhten N-Werte am 15. 3. 71 sind wahrscheinlich Einschwemmungen von Düngesalzen des Annaberger Hofes verantwortlich, dessen Felder und Viehweiden im März 1971 durch einen Wasser führenden Graben und einen Fallaubtümpel (siehe S. 212) mit der Quellregion des Annaberger Baches verbunden waren. Im Quellbach wurden am 15. 3. 71 noch höhere N-Werte gemessen als an der in Abb. 7 dargestellten Probestelle 24:

130 mg/l NO₃⁻ 0,2 mg/l NO₂⁻ 0,12 mg/l NH₄⁺

Die NO₂⁻- und NH₄⁺-Maxima der Probestelle 24 am 9. 6. 71 sind auf Stickstoff-Einschwemmungen zurückzuführen, die von dem Gut Annaberg über einen kleinen Nebenlauf bei Nr. 23 (vgl. Abb. 1) in den Annaberger Bach gelangen. Diese Probe-

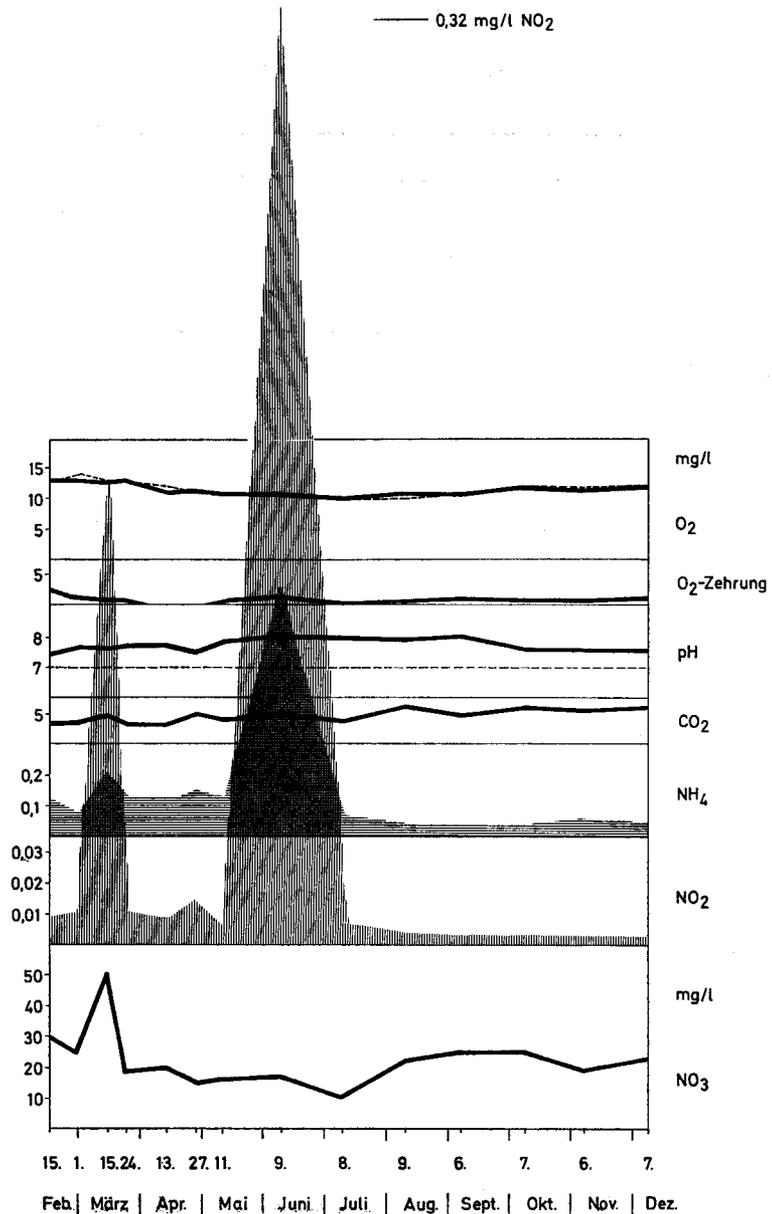


Abbildung 8. Chemische und physikalische Kenndaten der Probestelle 22 (Oberlauf des Annaberger Baches unterhalb des verschmutzten Nebenlaufes bei Probestelle 23).

Charakterarten der Quellregion sind: *Crenobia alpina*; *Parachiona picicornis*, *Crunoecia irrorata*, *Beraea maurus* und *Ernodes articularis*.

Kennzeichnend für das Epirhithral sind relativ höhere Temperaturen, Sauerstoffgehalt und pH-Wert. Die chemischen Kenndaten der einzelnen Probestellen sind in Kapitel 4.2 zusammengestellt.

LITERATUR

- Aubert, J. (1959): Plecoptera. In: *Insecta Helvetica* 1, 140 S. — Lausanne.
- Beyer, H. (1932): Die Tierwelt der Quellen und Bäche des Baumbergegebietes. — *Abh. westf. Prov. Mus. Naturkde.* 3, 1—185.
- Bick, H. (1958): Ökologische Untersuchungen an Ciliaten fallaubreicher Kleingewässer. — *Arch. Hydrobiol.* 54, 506—542.
- Brohmer, P. (Hrsg.) (1971): *Fauna von Deutschland*. 11. Aufl. 581 S. — Heidelberg (Quelle & Meyer).
- Cremer, E. (1938): Beitrag zur Kenntnis der Ephemeropterenfauna Westdeutschlands. — *Decheniana* 97 (B), 147—167.
- Crichton, M. I. (1960): A study of captures of Trichoptera in a light-trap near Reading, Berkshire. — *Trans. Entomol. Soc., London* 112, 319—344.
- Dittmar, H. (1955): Ein Sauerlandbach. — *Arch. Hydrobiol.* 50, 305—552.
- Gruner, H.-E. (1966): Isopoda. In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 51, 53. — Jena (Fischer).
- Hickin, N. E. (1967): *Caddis larvae*. — 476 S. — London (Hutchinson).
- Illies, J. (1952): Die Mülle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. — *Arch. Hydrobiol.* 46, 424—612.
- (1955): Steinfliegen oder Plecoptera. In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 43. — Jena (Fischer).
- (Hrsg.) (1967): *Limnofauna Europaea*. Eine Zusammenstellung aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und Ökologie. — 1. Aufl. 474 S. — Stuttgart (G. Fischer).
- Knöpp, H. (1952): Studien zur Statik und Dynamik der Biozönose eines Teichausflusses. — *Arch. Hydrobiol.* 46, 15—102.
- Kramer, H. (1964): Ökologische Untersuchungen an temporären Tümpeln des Bonner Kottenforstes. — *Decheniana* 117, 53—132.
- le Roi, O. (1914): Die Trichopterenfauna der Rheinprovinz. — *Verh. nat. hist. Ver. Rheinl. Westf.* 70 D, 14—44.
- (1915): Die Odonaten der Rheinprovinz. — *Verh. nat. hist. Ver. Rheinl. Westf.* 72, 119—178.
- May, E. (1933): Libellen und Wasserjungfern (Odonata). — In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 27. — Jena (Fischer).
- Müller-Liebenau, I. (1960): Eintagsfliegen aus der Eifel. — *Gewässer u. Abwässer*. 27, 55—79.
- (1961): Steinfliegen aus der Eifel. — *Gewässer u. Abwässer*. 29, 41—55.
- (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (*Insecta*, Ephemeroptera). — *Gewässer u. Abwässer*. 48/49, 7—214.
- Schellenberg, A. (1942): Flohkrebse oder Amphipoda. In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 40. — Jena (Fischer).
- Schoenemund, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. In: DAHL, F.: *Die Tierwelt Deutschlands*. Teil 19. — Jena (Fischer).
- Schröder, T. (1932): Über die Möglichkeit einer quantitativen Untersuchung der Boden- und Ufertierwelt fließender Gewässer. — *Z. Fischerei*. 30, 105—127.
- Schwoerbel, J. (1971): Einführung in die Limnologie. 1. Aufl. 170 S. — Stuttgart (G. Fischer).
- Steinmann, P. (1907): Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Eine faunistisch-biologische Studie. — Dissertation Basel.
- Stresemann, E. (Hrsg.) (1967): *Exkursionsfauna von Deutschland*. — *Insekten* — Erster Halbband. 2. Aufl. 518 S. Berlin (VEB Volk und Wissen).
- Surber, E. W. (1936): Rainbow trout and bottom fauna production in one mile of stream. — *Trans. Amer. Fish. Soc.* 66, 193—202.
- Thienemann, A. (1912): Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. — *Int. Rev. Hydrobiol. Hydrograph. Biol.-Suppl.* (4), 1—125.
- (1923): Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. V. Die Trichopterenfauna der Quellen Holsteins. — *Z. wiss. Insekt.-Biol.* 18, 126—134.
- Tobias, W. (1965): Ergänzende Beobachtungen zur Trichopteren-Fauna des Süd-Schwarzwaldes. — *Entomol. Z.* 22/23, 249—265.

- Ulmer, G. (1909): Trichoptera. In: BRAUER, A.: Die Süßwasserfauna Deutschlands. — Nachdruck 1961.
- Wagner, E. (1961): Heteroptera — Hemiptera. In: Die Tierwelt Mitteleuropas. IV, Liefg. 3. Leipzig (Quelle & Meyer).
- Wetzel, A. (1928): Der Faulschlamm und seine ziliaten Leitformen. — Z. Morphol. Ökol. Tiere. 13, 180—328.
- Wichard, W. (1971): Köcherfliegen (Trichoptera) der Quellregion im Siebengebirge. — Decheniana 123, 267—270.

Anschrift des Verfassers: stud. rer. nat. Norbert Caspers, Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, D-5300 Bonn 1, Melbweg 42.