Farbige Überzüge auf Steinen und Fels

Vom Erscheinungsbild der Gewässer im Küsnachter Tobel

Wer im Küsnachter Tobel wandert, freut sich über die Wildheit der Landschaft, das Grün der Bäume und Sträucher, die zahlreichen verschiedenartigen Blütenpflanzen am Wegrand und über vieles andere mehr, wobei die Gewässer einen ganz wichtigen Bestandteil der Landschaft sind. Sie umfassen den Dorfbach selbst sowie die vielen kleineren und grösseren Zuflüsse. Einige Fliessgewässer sind mit künstlichen Schwellen und seitlich mit Mauern versehen worden (Tafel 1, Bild 1), so dass sie auch bei Hochwasser keinen oder nur geringen Schaden anrichten können. Heute empfinden die meisten Menschen solche stark verbauten Gewässer als wenig ästhetisch. Man erwartet zwar, dass Hochwässer auch weiterhin keinen Schaden anrichten, der Bach oder Fluss sollte jedoch weitgehend naturnah wirken, d.h. keine sichtbaren Verbauungen aufweisen. Im Küsnachter Tobel fehlen naturnahe Fliessgewässer im modernen Sinn des Wasserbaus weitgehend; viele Abschnitte des Dorfbaches wie z.B. derjenige unterhalb der Mündung des Chleiweidelibaches (Tafel 1, Bild 2) sind jedoch nur mässig verbaut, so dass durchaus der Eindruck eines einigermassen natürlichen Gewässers entsteht. Die Fliessgewässer des Küsnachter Tobels weisen unterschiedliche Grössen auf und liegen zum Teil während niederschlagsarmer Perioden trocken. Bild 3 von Tafel 1 zeigt ein kleines Rinnsal, das bei Trockenwetter fast kein Wasser führt, sich bei Gewittern jedoch in einen reissenden, gefährlichen Bach verwandeln kann.

Das Einzugsgebiet des Küsnachter Dorfbaches

Die Fläche des Einzugsgebietes beträgt 12,0 km², wovon 35% bewaldet und 50% landwirtschaftlich genutzt sind; 15% entfallen auf überbaute Flächen von Ort-

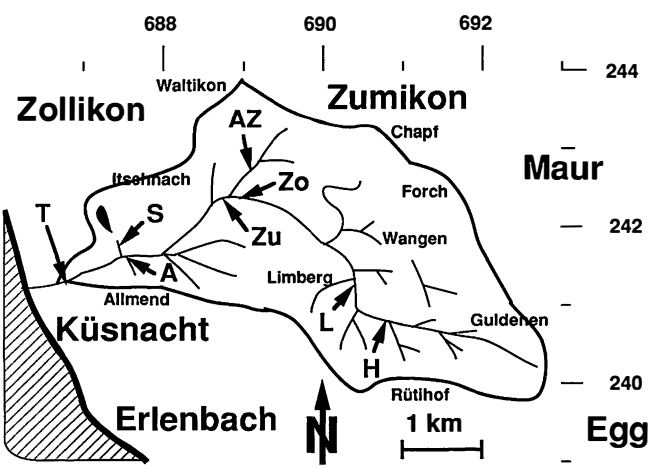
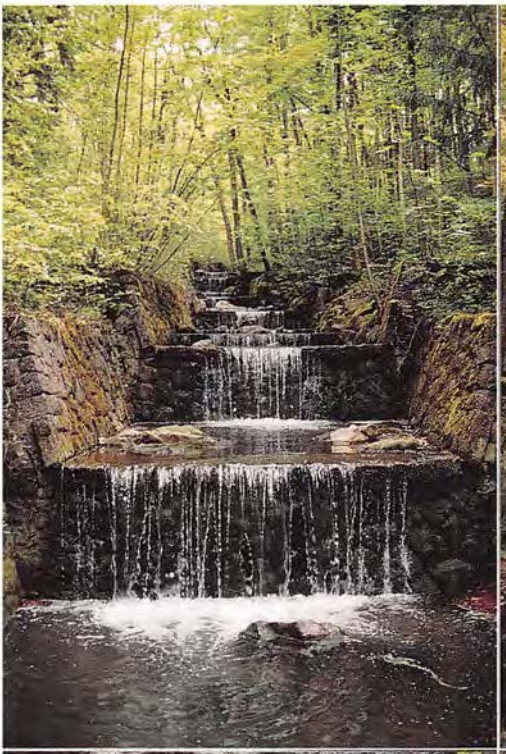


Abbildung 1. Einzugsgebiet des Küsnachter Dorfbaches mit den Probenahmestellen H (Hohrüti), L (Limberg), Zo (Dorfbach oberhalb des Zusammenflusses mit dem Chleiweidelibach), AZ (Chleiweidelibach unterhalb der Abwasserreinigungsanlage Zumikon), Zu (Dorfbach unterhalb des Chleiweidelibaches) und T (Tobeleingang). A= Ägertenbach, Zufluss von der Allmend; S= Bach vom Schübelweiher. Nach der Landeskarte 1:25'000, Blätter 1091 (Zürich), 1092 (Uster), 1111 (Albis), 1112 (Stäfa), 240-244, 688-692: Koordinaten.



1

2

3

4

Tafel 1

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

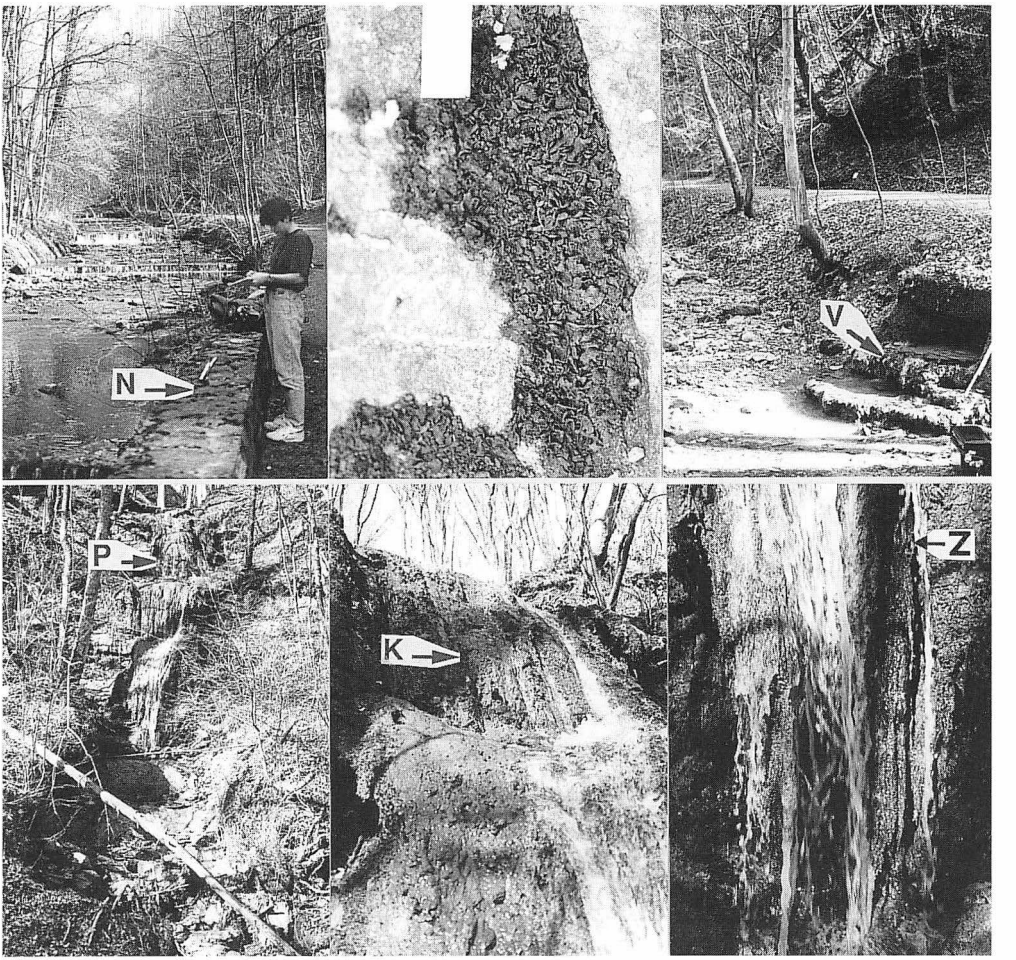
schaften. Einzugsgebiete ähnlicher Grösse haben der Hornbach (12,2 km², Zürich) und der Feldbach (13,8 km², Hombrechtikon) auf der rechten Seeseite des Zürichsees sowie der Aabach (12,0 km², Horgen) auf der linken. Grössere zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Gebiete befinden sich bei Guldenen, Limberg und Wangen-Forch, während der untere Teil des Einzugsgebiets hauptsächlich mit Wald bedeckt ist (Abb. 1). Bedeutsam für die Gewässerorganismen ist die Einleitung des gereinigten Abwassers der Gemeinde Zumikon in den Chleiweidelibach (Abb. 1: AZ), der nach kurzer Fliessstrecke in den Dorfbach mündet. An verschiedenen Stellen im Küsnachter Tobel wurden in früheren Zeiten Abfälle abgelagert (z.B. unterhalb des Schübelweihers oberhalb der Stelle S von Abb. 1); die Deponien sind heute nicht mehr sichtbar, geben jedoch Sickerwasser ins Tobel ab, dessen Auswirkungen noch völlig unbekannt sind.

Lebewesen des Wasser-Lebensraumes

Fast überall, wo der Untergrund befeuchtet ist, findet man eine vielfältige Gemeinschaft von Lebewesen. Im Dorfbach selbst können wir vom Weg aus Fische und Vögel beobachten, die sich von Wasserorganismen ernähren. Sie sind jedoch nur die wenigen, leicht erkennbaren Vertreter einer vielfältigen Gemeinschaft von im Wasser lebenden bakteriellen, pflanzlichen und tierischen Lebewesen; diese sind zum Teil nur mit der Lupe oder dem Mikroskop erkennbar und sehr oft auch in den kleinsten Gerinnen oder gar auf Fels zu finden. Unter ihnen kommt den pflanzlichen Organismen eine wichtige Bedeutung zu, da sie in der Lage sind, aus anorganischen, im Wasser gelösten Salzen und Sonnenlicht organische Stoffe zu produzieren; Pflanzen stellen direkt oder indirekt die Nahrungsbasis für alle Tiere (und den Menschen) dar. In den Fliessgewässern des Küsnachter Tobels sind neben den Moosen die Algen (Grünalgen, Kieselalgen, Gelbgrünalgen, Rotalgen) die wichtigste pflanzliche Gruppe; diese treten makroskopisch als unterschiedlich gefärbte Überzüge auf Steinen und Fels in Erscheinung, manchmal jedoch auch als Kissen oder mächtige Zotten. An zahlreichen, vor allem lichtarmen Stellen können Cyanobakterien oder Blaualgen dominieren (Tafel 1, Bilder 3 und 4), die meist als Krusten oder gallertige Überzüge auftreten. Die Cyanobakterien, eine besondere Gruppe aus der grossen Vielfalt der Bakterien, sind wie die grünen Pflanzen ebenfalls in der Lage, aus anorganischen Substanzen organische Stoffe herzustellen. Die Konsumenten der Pflanzen und Cyanobakterien, die Tiere von Fliessgewässern, sind jedoch nicht nur auf Nahrung angewiesen, die im Gewässer selbst pro-

<
Tafel 1. Beispiele für Probenahmestellen von farbigen Überzügen auf Steinen und Fels im Küsnachter Tobel. Bild 1= Chleiweidelibach vor der Mündung in den Dorfbach (Abb.1, Stelle AZ); Wildbachverbauungen; unter den Schwellen auffällige Schaumkronen, eine Folge des Zumiker Abwassers; Schwellen bedeckt mit grünen Überzügen von Algen und Moosen. Bild 2=Küsnachter Dorfbach nach der Mündung des Chleiweidelibaches bei Trockenwetterabfluss (Abb.1, Stelle Zu); die Steine mit Aufwüchsen liegen im Wasser und sind kaum sichtbar. Bild 3=Ägertenbach, Zufluss von der Allmend (Abb.1, Stelle A) : Felsband vom Tobel-Wanderweg aus mit Blaualgenstrichen (Cyanobakterien) in Bildmitte. Bild 4=Nahaufnahme des Blaualgenstriches, mit Taschenmesser als Grössenvergleich.

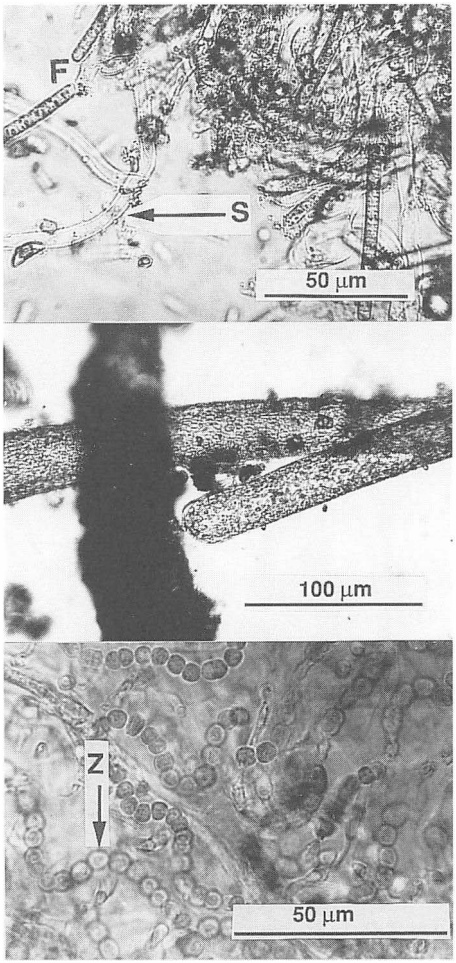
1 2 3



4 5 6

Tafel 2. Ausgewählte Standorte von farbigen Aufwüchsen im unteren Küsnachter Tobel. Bild 1= Mauer nach der Findlingssammlung oberhalb des Tobeleingangs, N: Ort der schwarz-grünen Überzüge. Bild 2=Nahaufnahme der schwarz-grünen Überzüge (Breite des weissen Balkens: 1 cm). Bild 3=Zufluss etwa 200 Meter tobelaufwärts von Standort Bild 1, V: Lage der grün-gelben Algenkissen. Bild 4=Bach vom Schübelweiher mit natürlichen Wasserfällen (Abb. 1, Stelle S), P: Probenahmestelle. Bild 5=Obere Hälfte des Wasserfalls, K: Kalkrampe mit dunkelgrünem Überzug. Bild 6=Untere Hälfte des Wasserfalls, Z: braun-grüne Zotten aus Bakterien und Algen.

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch



1
2
3

Tafel 3. Mikroskopische Aufnahmen von Algen farbiger Überzüge. Bild 1= Phormidium autumnale (Blaualge, Cyanobakterium), S: Scheide, F: Faden mit schmalen Zellen. Bild 2= Breite Schläuche einer Vaucheria-Art (Gelbgrünalge). Bild 3= Nostoc sphaericum (Blaualge), Z: Zelle. 1 µm= 0.001 mm.

duziert worden ist, sondern verwerten auch organische Stoffe (Bakterien, Pflanzen, Tiere), die zufällig von der näheren oder weiteren Umgebung ins Gewässer eingetragen werden; vor allem Abwässer bringen grosse Mengen an Material ein, das sowohl von Bakterien als auch von Tieren verwertet werden kann.

Unsere Themen – ein Überblick

Im folgenden sollen vor allem die Algen des Küsnachter Tobels vorgestellt werden. Es geht vorerst darum, typische, von Auge erkennbare Phänomene (meist farbige Überzüge auf Stein und Fels) beschreibend darzulegen und einige grundsätzliche Fragen bezüglich deren ökologischer Bedeutung zu diskutieren. Dadurch wird vielleicht der eine oder andere Leser auf diese Erscheinungen im Tobel besser achten und sie auch deuten können. In einem zweiten Abschnitt werden ver-

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

schiedene Stellen des Dorfbaches miteinander verglichen und wird auf typische – im Zusammenhang mit der Nährstoffbelastung stehende – Veränderungen aufmerksam gemacht. Im dritten Teil soll kurz ein Resultat vorgestellt werden, das mit den Mitteln der modernen Forschung an der Limnologischen Station des Instituts für Pflanzenbiologie erarbeitet wurde.

Auffällige algologische Phänomene

Die folgenden Beobachtungen lassen sich im unteren Küsnachter Tobel machen (Abb. 1: Region Tobeleingang, T, bis zum Ägertenbach, dem Zufluss von der Allmend, A):

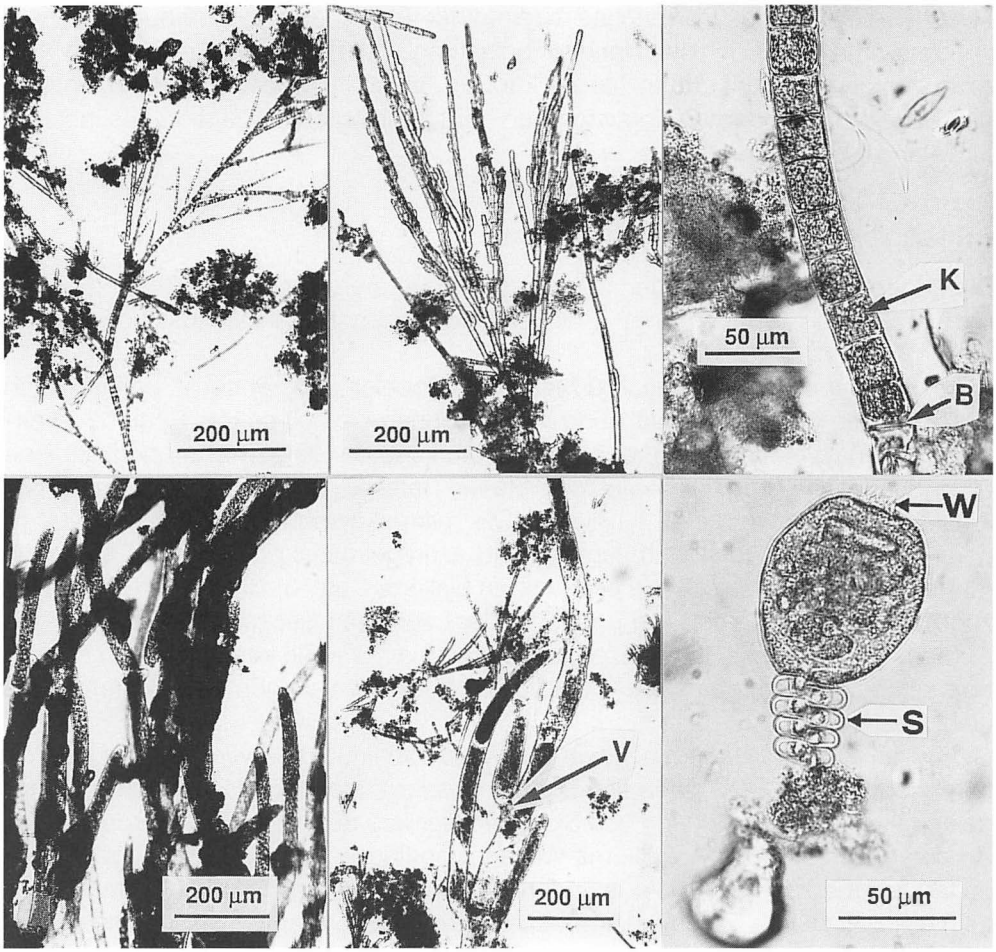
Algenkruste auf Mauer: Etwa 200 Meter vom Tobeleingang entfernt, befindet sich eine Terrasse mit einer Ausstellung von typischen Gesteinen der Region; unmittelbar dahinter erkennt man rechts eine natürliche Sandsteinwand und links eine etwa 80 Zentimeter hohe künstliche Mauer (Tafel 2, Bild 1) mit olivgrünen, gekrausten Überzügen (Tafel 2, Bild 2). Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass es sich um Cyanobakterien handelt: Unregelmässig gebogene Fäden aus runden Zellen befinden sich in einer festen Gallerte (Tafel 3, Bild 3). Die Art bevorzugt feuchte Felsen und Erde und ist in der Lage, den Stickstoff der Luft für den Aufbau körpereigener Substanzen nutzbar zu machen. Sie kann deshalb Lebensräume besiedeln, wo andere pflanzliche Lebewesen wegen Stickstoffmangels nicht überleben.

Gelbalgen in Sickerleitungen: Etwa 50 Meter tobelaufwärts wird Wasser aus einem rechteckigen Schacht in den Bach entlassen (Tafel 2, Bild 3); vermutlich handelt es sich um die Ableitung von Sickerwasser aus der Nähe des Wanderweges. An den belichteten Stellen, die mit Wasser überflossen sind, fallen gelbgrüne kissenartige Überzüge auf, die aus ungeteilten schlauchartigen Fäden bestehen (Tafel 3, Bild 2). Die als Schlauchalge bezeichnete Art kommt in Fliessgewässern, in stehenden Gewässern, aber auch auf Erde vor.

Cyanobakterien (Blaualgen) *im Ägertenbach* (Abb. 1, Stelle A): An den Felswänden, die dauernd von Wasser überströmt sind, lassen sich violett-grüne bis schwarz-grüne Überzüge erkennen (Tafel 1, Bilder 3 und 4). Meist können sie nur schwer vom Untergrund weggelöst werden; an einigen Stellen sind die Lager jedoch bis 1 Millimeter hoch und liegen auf einer durch die Algen selbst abgesonderten Kalkschicht. Das mikroskopische Bild (Tafel 3, Bild 1) zeigt aus schmalen Zellen gebildete Fäden (F), die in farblosen Scheiden (S) kriechen. Die Organismen bilden ein Fadengeflecht oder Lager, in denen manchmal Tiere sowie andere Algenarten leben und auch Kalkkörnchen sichtbar sind.

Algen im Abfluss des Schübelweihers (Abb. 1, Stelle S, Tafel 2, Bild 4,P): Der Abfluss des Schübelweihers ergiesst sich in einem wildromantischen Bächlein über mehrere natürliche Schwellen ins Tobel hinunter (Tafel 2, Bild 4). Intensive Kalkablagerungen (Tafel 2, Bild 5,K) haben verschiedene Schwellen zu eigentlichen Rampen verändert, auf denen sich ein mächtiger biologischer Rasen etabliert hat, von dem an überhängenden Stellen lange Zotten hinunterwachsen (Tafel 2, Bild 6, Z). Neben Moosen und zahlreichen Arten von Cyanobakterien ist die Astalge Cla-

1 2 3

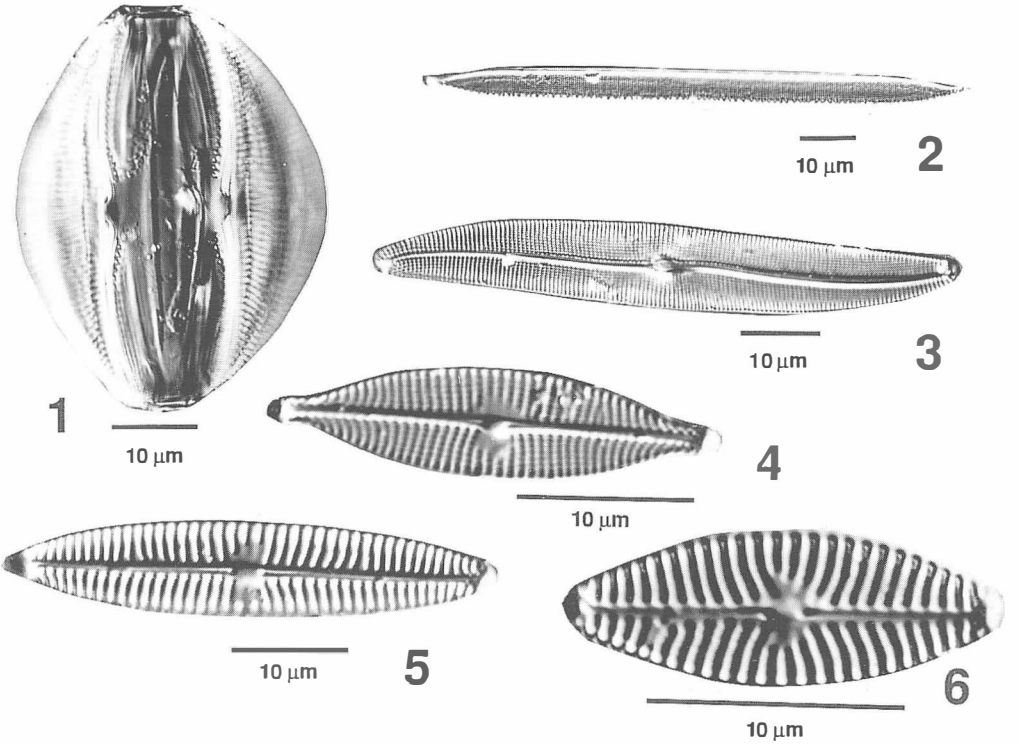


4 5 6

Tafel 4. Mikroskopische Aufnahmen von Algen des verschmutzten Wassers im Küsnachter Tobel (Chleiweidelibach, Abb. 1, Stelle AZ und Abfluss Schübelweiher, Abb. 1, Stelle S). Bild 1 = Stigeoclonium tenue (Grünalge). Bild 2 = Audouinella violacea (Rotalge). Bild 3 = Oedogonium-Art (Grünalge), K: Kern, B: Bänder. Bild 4 = Cladophora glomerata (Grünalge). Bild 5 = Cladophora glomerata, V: Verzweigung. Bild 6 = Glockentierchen, S: kontraktiler Stiel, W: Wimpernkranz. 1 µm = 0.001 mm.

dophora sehr häufig (Tafel 4, Bild 4). Es handelt sich um verzweigte grüne Fäden (Tafel 4, Bild 5), die an dieser Probenahmestelle stark mit Bakterien überwachsen sind. Interessant ist zudem, dass wir auch Wimpertierchen finden (Tafel 4, Bild 6), die sich von Bakterien ernähren und deshalb nur in verschmutztem Wasser zahlreich sind. Die Befunde deuten darauf hin, dass der *Schübelweiher-Abfluss verunreinigt ist*. Da das aus dem Schübelweiher fliessende Wasser eine gute Qualität aufweist, was in früheren Untersuchungen eindeutig nachgewiesen worden ist, und sicher kein häusliches Abwasser direkt eingeleitet wird, muss man anneh-

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch



Tafel 5. Mikroskopische Aufnahmen von typischen Kieselalgen-Schalen aus dem Küsnachter Dorfbach. Bild 1=Amphora ovalis, Seitenansicht. Bild 2=Hantzschia amphioxis, Aufsicht. Bild 3= Gyrosigma nodiferum, Aufsicht, S-förmige gebogene Mittelrippe, Schale fein gefeldert. Bild 4= Navicula gregaria, Aufsicht, markante Mittelrippe. Bild 5=Navicula tripunctata, Aufsicht. Bild 6= Navicula cryptotenella, Aufsicht, hügelige zentrale Fläche. 1 µm=0.001 mm.

men, dass die Verschmutzung durch abfliessendes Wasser aus dem deponierten Material verursacht wird, das sich am Tobelrand unterhalb der Weinmanngasse befindet. Es handelt sich um eine *Altlast*, wie sie von mir in ähnlicher Art auch im Meilemer Tobel beobachtet wurde.

Vergleich von Probenahmestellen

Am 2. Dezember 1992 führten wir im Küsnachter Tobel eine Probenahme durch, wobei wir annehmen durften, dass wir eine Situation antreffen würden, die in den gewählten Abschnitten für die Trockenwetterperioden des gesamten Jahres typisch ist. Es interessierte uns, wie stark sich die chemischen und biologischen Verhältnisse im Fliessverlauf des Dorfbaches verändern.

Chemismus

Im obersten Abschnitt des Dorfbaches legten wir für die geplante Probenahme die Stellen Hohrüti (Abb. 1,H) und Limberg (L) fest. Wir erwarteten hier keinerlei Ab-

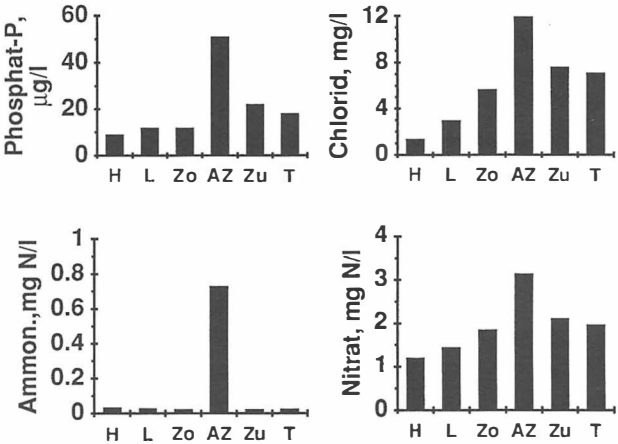


Abbildung 2. Einige Ergebnisse der Wasseranalysen vom 2. Dezember 1992. Probenahmestellen: H=Hohrüti, L=Limberg, Zo=oberhalb Mündung Chleiweidelibach, AZ=Chleiweidelibach unterhalb ARA Zumikon, Zu=unterhalb Mündung Chleiweidelibach, T=Tobeleingang. Für die Lage siehe Abb.1, S. 74.

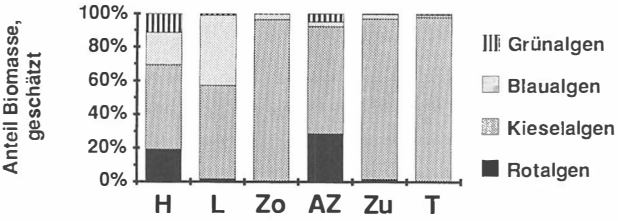


Abbildung 3. Ergebnis von Schätzungen der prozentualen Anteile von Grünalgen, Blaualgen, Kieselalgen und Rotalgen an der gesamten Algenbiomasse des Aufwuchses für die Untersuchung am 2. Dezember 1992. Probenahmestellen: H=Hohrüti, L=Limberg, Zo=oberhalb Mündung Chleiweidelibach, AZ=Chleiweidelibach unterhalb ARA Zumikon, Zu=unterhalb Mündung Chleiweidelibach, T=Tobeleingang. Für die Lage siehe Abb.1.

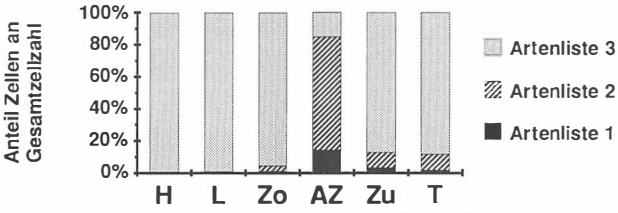


Abbildung 4. Ergebnis der Zählung von Kieselalgen: Prozentualer Anteil der Individuen an der Gesamtzellzahl nach Artenlisten für die Untersuchung vom 2. Dezember 1992. Artenliste 1= sehr tolerante Arten, Artenliste 2= mässig tolerante Arten, Artenliste 3= gegen Verschmutzung empfindliche Arten. Probenahmestellen: H=Hohrüti, L=Limberg, Zo=oberhalb Mündung Chleiweidelibach, AZ=Chleiweidelibach unterhalb ARA Zumikon, Zu=unterhalb Mündung Chleiweidelibach, T=Tobeleingang. Für die Lage siehe Abb.1.

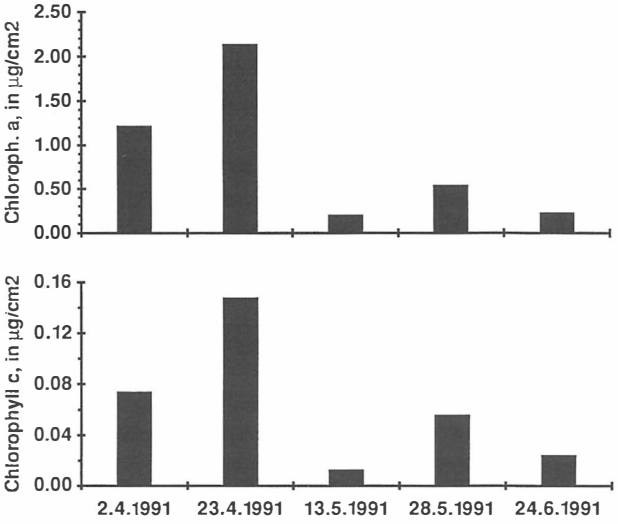


Abbildung 5. Entwicklung der Algenbiomasse in der Periode April bis Juni 1991 auf Steinen des Küsnachter Dorfbaches an der Stelle Limberg (L in Abb.1). Chloroph. a=Chlorophyll a als Mass für die gesamte Algenbiomasse; Chlorophyll c=Mass für die Kieselalgen-Biomasse. 2.4.1991 bis 24.6.1991, Probenahmedaten. Aus der Diplomarbeit von Ursula Dürst.

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

wasserbelastung, jedoch einen geringfügigen Einfluss durch das abfliessende Wasser aus den landwirtschaftlichen Flächen um Guldenen und gegen den Rütihof. Mit der Probenahmestelle oberhalb des Zusammenflusses von Chlei-weidelibach und Küsnachter Dorfbach (Abb. 1,Zo) erfassten wir das Wasser aus den landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen des Küsnachter Bergs und von Zumikon. Es wurde angenommen, dass die Phosphor-, Stickstoff- und Chlorid-Werte gegenüber den Stellen Hohrüti und Limberg erhöht sein würden. Die Stelle unterhalb des Zusammenflusses (Abb. 1, Zu) sollte den Einfluss des Abwassers der Kläranlage Zumikon (AZ) auf den Küsnachter Dorfbach zeigen. Bei allen untersuchten Faktoren war mit einer starken Zunahme der Konzentration zu rechnen, die sich bis zum Tobeleingang kaum verändern dürfte (Abb. 1,T).
Die in Abb. 2 zusammengefassten Resultate zeigen, dass sich die von uns gemachten Annahmen weitgehend bestätigen liessen. Die an den Stellen Hohrüti (H), Limberg (L) und unmittelbar oberhalb des Chleiweidelibaches (Zo) bestimmten Konzentrationen nahmen im Fliessverlauf zu. Durch den Chleiweidelibach mit dem Abwasser der ARA Zumikon (AZ) ergab sich ein weiterer Anstieg der Konzentrationen, die bis zum Tobeleingang (T) nur mehr geringfügig abnahmen. Eine Ausnahme bildete das Ammonium, das unterhalb der ARA Zumikon im Chleiweidelibach in grosser Konzentration vorhanden war, im Dorfbach an der Stelle unterhalb des Zusammenflusses (Zu) nur noch in geringen Mengen nachgewiesen werden konnte. Offensichtlich war die Substanz von AZ nach Zu abgebaut worden. Es handelt sich um Reaktionen, die von bestimmten Bakterien im sauerstoffhaltigen Wasser ausgeführt werden.

Tiere und Überzüge auf Steinen

Die Besonderheit der Stelle Hohrüti (H) war das Vorkommen von Planarien aus dem Stamm der Plattwürmer, die meist nur im unverschmutzten Wasser zu finden sind. Die Aufwüchse auf den Steinen waren zwar wie an allen Stellen dominiert durch Kieselalgen; bemerkenswert sind jedoch die hohen Anteile an Rot-, Blau- und Grünalgen (Abb. 3).
An der Stelle Limberg (L) beobachteten wir zahlreiche Eintagsfliegenlarven, die im verschmutzten Wasser kaum oder lediglich in geringer Zahl vorkommen. Für die Algenaufwüchse war hier der grosse relative Anteil der Blaualgen charakteristisch.
Oberhalb des Zusammenflusses von Chleiweidelibach und Dorfbach (Stelle Zo) ist der Gewässeruntergrund fast vollständig mit einer harten Kalkschicht bedeckt, so dass sich die Steine nur schwer aus dem Untergrund herauslösen lassen. Am 2.12.1992 fand ich keine Tiere; aus früheren Untersuchungen ist jedoch bekannt, dass hier neben den Eintagsfliegen die sehr empfindlichen Steinfliegen gefunden werden können. Der Aufwuchs war dominiert von Kieselalgen und wies erstaunlich wenige Blaualgen auf.
Der Gewässerboden des Chleiweidelibaches (Stelle AZ) war von einem feinen rötlichen Sediment bedeckt. Es handelte sich um kleine Belebtschlammflocken, die in der Kläranlage Zumikon nicht vollständig zurückgehalten worden waren und deshalb in den Bach gelangten. Die Steine zeigten an ihrer Unterseite schwarze Überzüge von Eisensulfid. Es traten massenhaft Asseln auf. Diese Befunde wei-

sen eindeutig auf *ein mit Abwasser belastetes Gewässer* hin, was darum erstaunlich ist, weil in der Kläranlage Zumikon seit Frühjahr 1992 die 4. Reinigungsstufe in Betrieb steht. In diesem Zusammenhang muss allerdings hervorgehoben werden, dass der Chleiweidelibach an der Probenahmestelle fast ausschliesslich Abwasser führt, da der Bach bei Trockenwetter sehr wenig anderes Wasser bringt. Die in Abb. 3 dargestellten Resultate der biologischen Untersuchungen des Aufwuchses im Chleiweidelibach ergaben ein ähnliches Bild wie an der Stelle Hohrüti. Erstaunlich ist der grosse Anteil an Rotalgen, wobei es sich an beiden Stellen (Hohrüti und Chleiweidelibach) um dieselbe Art handelt (Tafel 4, Bild 2: Audouinella violacea), die nach den gebräuchlichen Lehrbüchern nur an wenig verschmutzten Stellen der Fliessgewässer vorkommen soll. Die Durchsicht und Bestimmung der Grünalgen-Arten zeigte jedoch beträchtliche Unterschiede zwischen den Stellen H und AZ: Während bei Hohrüti ausschliesslich Arten bestimmt wurden, die für sauberes Wasser typisch sind, dominierten unterhalb der ARA Zumikon nährstoffliebende Arten, die sogar in den Nachklärbecken von Kläranlagen anzutreffen sind (als Beispiele: Tafel 4, Bild 1: Stigeoclonium tenue, Bild 3: Oedogonium-Art, Bilder 4 und 5: Cladophora glomerata).
An der Stelle unterhalb des Zusammenflusses von Chleiweidelibach und Dorfbach (Zu) ist der Abwassereinfluss der ARA Zumikon noch schwach, jedoch normalerweise an der Zusammensetzung der Organismen noch deutlich sichtbar. Es konnten Egel, Asseln und Flohkrebse festgestellt werden, die an der Stelle Zo nie zu beobachten waren. Allerdings fehlten auch Eintagsfliegenlarven nicht. Die Aufwüchse der Steine im Dorfbach an den Stellen Zo, Zu und T waren durch Kieselalgen dominiert.
Die Stelle beim Tobeleingang (T) war bei früheren Untersuchungen kaum berücksichtigt worden, da es sich gezeigt hatte, dass nach der Durchmischung des Tobelwassers mit demjenigen des Chleiweidelibaches vor allem bezüglich des Chemismus kaum noch Veränderungen auftreten. Die Lebensgemeinschaft der Tiere unterschied sich kaum von derjenigen an der Stelle unterhalb des Zusammenflusses von Chleiweidelibach und Dorfbach (Zu).

Kieselalgen

Die Kieselalgen sind eine Gruppe von Organismen, die – bei grosser Dichte – von blossem Auge als bräunliche Überzüge auf Steinen und auf den Sedimenten von Bächen, Flüssen und Seen erkannt werden können. Manchmal beobachtet man auch mächtige gallertige Lager, die im strömenden Wasser flottieren. Kieselalgen dominieren die Aufwüchse während der lichtarmen Zeit im Winter und ganzjährig an stark beschatteten Orten (z.B. in Gewässern von bewaldeten Tälern). In der übrigen Zeit sind sie kaum in geringerer Dichte vorhanden, werden jedoch vor allem an nährstoffreichen Stellen von rascher wachsenden fädigen Arten überdeckt (z.B. die Grünalge Cladophora, Tafel 4, Bilder 4 und 5).
Alle Kieselalgen sind einzellig, wobei die Längen der Zellen je nach Art weniger als 0,01 bis über 0,2 Millimeter betragen. Bei verschiedenen Arten schliessen sich die Individuen zu Kolonien oder Lagern zusammen. Jede Zelle besitzt ein Kieselgehäuse, dessen obere und untere Hälfte zwei gleiche oder leicht unterschiedli-

Weitere Informationen auf www.ortsgeschichte-kuesnacht.ch

che Muster aufweisen, was – allerdings erst nach sorgfältiger Präparation – die Bestimmung der Arten erlaubt. Dies beansprucht zwar einige Zeit, ist jedoch mit der heute zur Verfügung stehenden Literatur in vielen Fällen eindeutig möglich. Die Kieselschalen sind äusserst widerstandsfähig und können in den Sedimenten von Seen Jahrhunderte überdauern. Tafel 5 zeigt sechs Ansichten von typischen Kieselalgen-Arten des Küsnachter Dorfbaches.
Schon im letzten Jahrhundert beschäftigten sich die Wissenschafter mit den Kieselalgen; es wurden Arten beschrieben, Präparate angefertigt und Artikel über das Vorkommen verfasst. Da Kieselalgen zu jeder Jahreszeit fast in jedem Gewässer in grosser Zahl vorkommen, eignen sie sich besonders gut für vergleichende Betrachtungen. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde versucht, Zusammenhänge zwischen ausgewählten Eigenschaften von Gewässern und dem Vorkommen und der Häufigkeit von Kieselalgenarten zu finden. Diese Vorarbeiten erlauben heute, Kieselalgen als empfindliche Zeiger für die Versauerung von Gewässern oder deren Verschmutzung durch Abwässer zu verwenden.
Die Kieselalgenarten werden entsprechend den Ansprüchen an den Lebensraum bezüglich Verschmutzung drei Listen zugeordnet: Liste 1 umfasst Arten, die Verschmutzungen gut ertragen und deshalb auch nach Abwassereinleitungen noch feststellbar sind; die Arten der Liste 2 stellen bereits höhere Anforderungen an ihre Umwelt und verschwinden bei starker Abwasserbelastung; in der Liste 3 sind ausschliesslich Arten aufgeführt, die nur in sauberen Gewässern vorkommen. In den meisten Gewässern kommen Vertreter aller drei Artenlisten vor, allerdings mit unterschiedlichem Anteil an der Gesamtbiomasse. An unverschmutzten Stellen dominieren die Arten der Liste 3 (Abb. 4: Stellen H=Hohrüti, L=Limberg, Zo=oberhalb des Zusammenflusses Chleiweidelibach und Dorfbach). Geringe Abwasserverschmutzung erhöht den Anteil der Artenlisten 1 und 2 (Abb. 4: Stellen Zu=unterhalb Zusammenfluss Chleiweidelibach und Dorfbach, T=Tobeleingang). Gereinigtes Abwasser (Abb. 4: Stelle AZ=Chleiweidelibach unterhalb ARA Zumikon) hat zur Folge, dass die Vertreter der Artenliste 2 dominieren. Der Chleiweidelibach muss nach dieser Beurteilungsmethode als *mässig verschmutzt* bezeichnet werden.

Beispiel für ein Forschungsergebnis

Im folgenden soll ein Forschungsergebnis vorgestellt werden, das von Frau Ursula Dürst unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Jüttner (Universität Zürich, Institut für Pflanzenbiologie, Limnologische Station in Kilchberg) erarbeitet wurde. Die Studentin hatte den Auftrag erhalten, flüchtige organische Verbindungen in Aufwüchsen des Küsnachter Dorfbaches nachzuweisen und Zusammenhänge zum Vorkommen von gewissen Arten oder Artengruppen herzustellen.

Probenahmen

Von April bis Juli 1991 erfolgten an der Stelle Limberg (Abb. 1,L) sechs Probenahmen. Frau Dürst entnahm dem Bach für die Untersuchungen des Aufwuchses zahlreiche Steine, deren Algenüberzüge im Labor sorgfältig entfernt wurden.

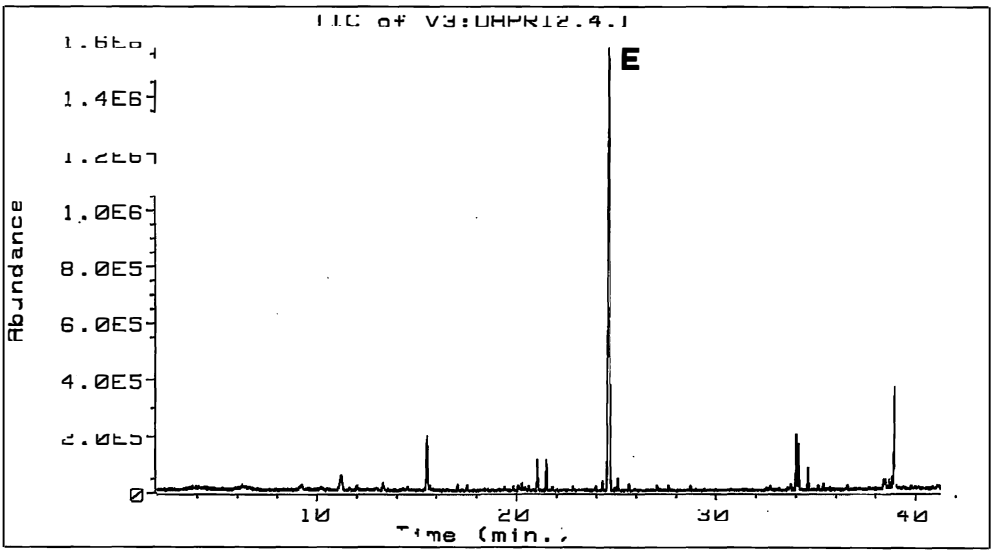


Abbildung 6. Gas-Chromatogramm der flüchtigen Substanzen eines Extraktes von Aufwuchs auf Steinen des Küsnachter Dorfbaches an der Stelle Limberg vom 23. April 1991 (L in Abb.1). E= Ectocarpen (flüchtiger Kohlenwasserstoff, vermutlich produziert von Kieselalgen). Aus der Diplomarbeit von Ursula Dürst.

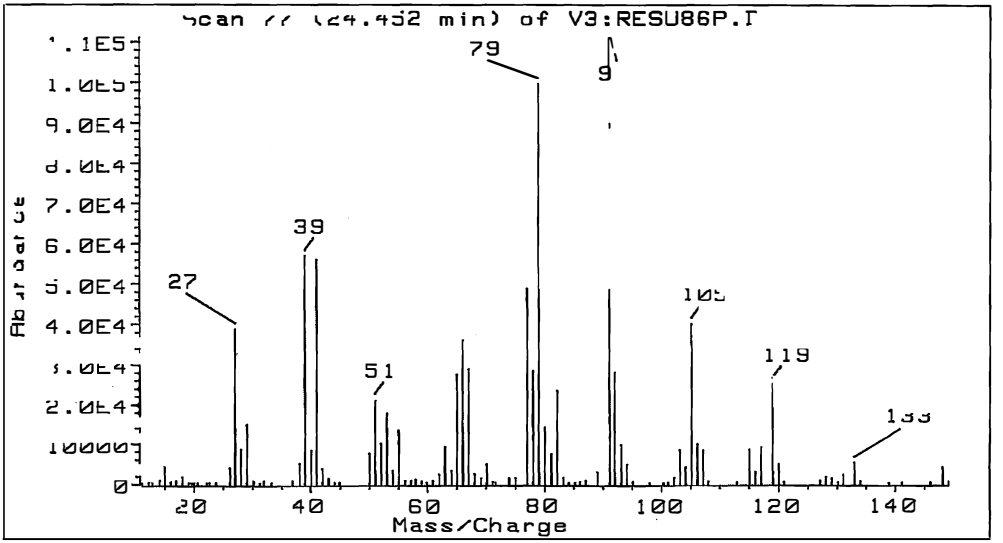


Abbildung 7. Massenspektrum von Ectocarpen. Kohlenwasserstoff mit Molekulargewicht 148, Summenformel $C_{11}H_{16}$. Die Werte (Mass/Charge) von 27, 39, 51, 79, 91, 105, 119, 133 sind charakteristische Grössen für Ectocarpen. Aus der Diplomarbeit von Ursula Dürst.

Messungen

Ein Problem war die Bestimmung der Dichte des Aufwuchses; einigermassen gute Resultate erhielt man durch Messungen der Pigmentmenge pro Quadratzentimeter Steinoberfläche. Das Pigment Chlorophyll a sollte Informationen zur Entwicklung der gesamten Biomasse liefern, das Chlorophyll c zum Verlauf der Kieselalgendichte.
Die flüchtigen organischen Stoffe mussten vorerst aus dem Algenmaterial isoliert, aufbereitet und für die Auftrennung vorbereitet werden. Die Substanzen wurden im Gas-Chromatographen getrennt und mit Hilfe des Massenspektrographen bestimmt.

Resultate

Die Entwicklung der Algenbiomasse (als Chlorophyll a) von April bis Juni 1991 zeigt Abb. 5. Dichte Algenüberzüge konnten im Monat April festgestellt werden, während in den Monaten Mai und Juni verschiedene Hochwässer für eine Verminderung des Aufwuchses sorgten. Der Verlauf der Dichte der Kieselalgen (als Chlorophyll c) war ähnlich wie derjenige der gesamten Algenbiomasse; die höchsten Werte wurden ebenfalls im April ermittelt. Schätzungen der Anteile von Kieselalgen, Cyanobakterien und Grünalgen an der gesamten Algenbiomasse zeigten mit einer Ausnahme eine Dominanz der Kieselalgen (etwa 70-80%).
Am 23. April 1991 trat im Dorfbach bei Limberg am meisten Aufwuchs-Biomasse auf; der Kieselalgenanteil betrug 70%. Man durfte deshalb annehmen, dass an diesem Tag am meisten flüchtige organische Stoffe aufträten, die ausschliesslich von dieser Algengruppe synthetisiert werden. Abb. 6 zeigt das Gas-Chromatogramm der flüchtigen Stoffe des Algenextraktes. Jede sichtbare Spitze wird durch eine bestimmte Substanz verursacht; je höher eine Spitze, desto mehr Substanz ist vorhanden. Nach etwas mehr als 22 Minuten konnte beim Gas-Chromatogramm ein starker Ausschlag beobachtet werden, der grössere Mengen einer Substanz anzeigte. Mit Hilfe des Massenspektrogramms (Abb. 7) war die Identifikation als Ectocarpen möglich, das mit grosser Wahrscheinlichkeit in Kieselalgen gebildet wird. Verschiedene frühere Untersuchungen von Prof. Jüttner und seinen Mitarbeitern hatten gezeigt, dass Ectocarpen sowohl in stehenden als auch in fliessenden Gewässern nachgewiesen werden kann; die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass für die Produktion in fliessenden Gewässern möglicherweise die Aufwuchs-Kieselalgen verantwortlich sind.

Gegenwärtiger Zustand des Küsnachter Dorfbaches

Die hier beschriebenen sowie frühere chemische und biologische Untersuchungen zeigen, dass der Küsnachter Dorfbach bis zur Mündung des Chleiweidelibaches (Abb. 1, Stelle Zo) ganz geringfügig durch Algennährstoffe aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen belastet ist. Da auch in Zukunft nicht mit einer Intensivierung der Landwirtschaft zu rechnen ist, dürfte der erfreuliche Zustand weiterhin erhalten bleiben. Der Chleiweidelibach bringt das gereinigte Abwasser der

Gemeinde Zumikon in den Dorfbach, was sowohl chemische als auch biologische Veränderungen zur Folge hat, die vor allem noch an der Stelle unmittelbar nach dem Zusammenfluss feststellbar sind (Abb. 1, Stelle Zu). Es ist sehr fraglich, ob sich die gegenwärtige Situation in Zukunft verbessern lässt; vermutlich wird man mit einer gewissen Restverschmutzung leben müssen.
Im oder am Rande des Küsnachter Tobels befinden sich einige Deponien, die Wasser an die Umgebung abgeben, das stark mit organischen und anorganischen Stoffen belastetet ist. Diesem *Problem* sollte in Zukunft vermehrt *Beachtung geschenkt* werden, wobei vor allem die *Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen* zu studieren sind. Die Ergebnisse werden dann zeigen, ob und in welchem Umfang *Sanierungen* durchgeführt werden müssen.

Dank

Ich danke folgenden Personen, die mir bei den Vorbereitungen zu diesem Artikel oder beim Überarbeiten des Textes halfen: Prof.Dr. F.Jüttner, Dipl. phil. Ursula Dürst, Dr. P. Niederhauser, Angela Mechsner, Frieda und Monika Schanz.

Ferdinand Schanz