

Diss. ETH Nr. 12'651

EFFECTS OF AQUATIC PLANT REMOVAL ON LOTIC ECOSYSTEMS

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
for the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by
BARBARA RUTH KÄNEL
dipl. mikrobiol. University of Zürich
born on March 1, 1967
citizen of Bargaen (BE)

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. James V. Ward, examiner
Dr. Kevin. J. Murphy, co-examiner
Dr. Urs Uehlinger, co-examiner

Zürich 1998

Summary

Aquatic macrophytes are a common feature of many streams. They influence ecosystem metabolism and nutrient cycling, yield substrata for algae, provide habitats for invertebrates and fish, and stabilise stream-beds and banks. However, in nutrient-rich unshaded lowland streams with stable flow regimes, prolific growth of macrophytes can interfere with human activities by increasing the risk of bank-overtopping and affecting water quality. Therefore, macrophytes are periodically removed by cutting or dredging. However, plant removal is a disturbance that changes the physical structure of the ecosystem, and as a consequence, ecosystem processes and benthic communities. This study focused on the effects of plant removal on habitat conditions, macrophytes, benthic invertebrates and ecosystem metabolism in two streams of the Swiss Plateau. In each stream different management regimes were compared. Plants were left unmanaged in a control reach, removed by scythe in a cut reach, and cut by scythe followed by raking in a dredged reach.

Streambed roughness and water depth decreased, and current velocity increased following plant removal. These parameters and their spatial heterogeneity were correlated with macrophyte biomass. Dredging and cutting reduced plant biomass by 90-94% and 84-87%, respectively. Differences in plant biomass between cut and dredged reaches were too small to result in significant differences in depth and current velocity. However, dredging retarded the recovery of plant biomass, and therefore was more effective in maintaining the drainage capacity of a channel.

Macrophyte species composition was similar in the differently managed stream reaches; however, the relative abundance of species changed after plant management. The evenness of the plant community was higher in a stream reach left unmanaged for two years than in the control and impact reaches. Although competitive/disturbance tolerant species dominated both streams, recovery trajectories of plants and habitat conditions were different. Plant biomass recovered only in the stream where plants were removed before flowering. The appropriate timing of plant management is important because the benefits of plant removal with respect to improved channel capacity can be offset by the macrophytes ability to recover.

Plant removal had a distinct short-term effect on benthic invertebrates. Plant cutting mainly reduced taxa that use macrophytes as habitat. Highly mobile taxa and taxa living on or within the bed sediments were affected less. The results suggest that maintaining a high spatial heterogeneity of the remaining plants moderates the impact of plant removal on invertebrates. Recovery of invertebrates is undoubtedly influenced by factors besides macrophyte biomass, current velocity and depth; for instance, by the presence of undisturbed reaches upstream and the timing of plant removal. It appears rather certain that plant cutting in spring has more severe impacts on invertebrates than in summer.

Macrophytes and the associated epiphytic community contributed substantially to ecosystem metabolism. Plant removal immediately reduced gross primary production and enhanced oxygen exchange between the air and water in both streams. Gross primary production recovered quickly because the removal of plants opened space for rapid growing benthic algae. The response of ecosystem respiration to plant removal was less clear. In one stream, plant removal significantly reduced ecosystem respiration, and ecosystem respiration showed little recovery. In the other stream, ecosystem respiration proved to be rather resistant to plant removal. The removal of plants had a relatively moderate impact on nocturnal oxygen concentrations. This, and the fast recovery in ecosystem metabolism, indicates that improvements in the oxygen situation after plant cutting are short-lived in unshaded, nutrient rich streams.

If plant management is inevitable, I suggest to remove plants after flowering in summer or autumn. This would delay plant recovery and reduce the cost of stream maintenance. However, macrophytes considerably improve environmental conditions for invertebrates and fish, especially in channelized streams with otherwise low habitat heterogeneity. The impact on benthic invertebrates could be reduced by maintaining a minimum degree of spatial heterogeneity, e.g. by leaving some macrophyte beds uncut. Shading a stream reach by riparian vegetation or leaving stream reaches unmanaged are management methods that can result in a sustainable long-term reduction of plant biomass; and thus are interesting from an ecological and economic point of view.

Zusammenfassung

Aquatische Makrophyten erfüllen vielfältige Funktionen in Fließgewässern. Sie sind Lebensraum für benthische Invertebraten und Fische, dienen epiphytischen Algen als Substrat und sind wichtig für den Energie- und Nährstoffkreislauf des Systems. In Bächen mit stabilem Abfluss können aber günstige Lichtverhältnisse und hohe Nährstoffeinträge auch zu unerwünschten Pflanzenwucherungen führen. Die Folgen davon sind Überschwemmungen des Umlandes und Beeinträchtigungen der Wasserqualität (z.B. starke O₂-Schwankungen). In solchen Bächen werden Makrophyten deshalb durch Schneiden oder Dredgen entfernt. Beides sind Störungen, welche die Struktur des Ökosystems verändern und dadurch benthische Lebensgemeinschaften schädigen können. In dieser Arbeit wurden die Auswirkungen solcher Entkrautungen auf Lebensräume, Wasserpflanzen, benthische Gemeinschaften und den Energieumsatz zweier makrophytenreicher Bäche des Schweizerischen Mittellandes untersucht. Dazu wurde jeweils ein ungestörter Kontrollabschnitt mit Abschnitten verglichen, in denen die Pflanzen entweder durch Schneiden oder Dredgen entfernt worden waren.

Mit der Entkrautung sanken die Rauigkeit der Bachsohle und die Wassertiefe während die Fließgeschwindigkeit anstieg. Dredgen verminderte die Biomasse um 90-94%, Schneiden um 84-87%. Die unterschiedlichen Entkrautungsmassnahmen wirkten sich nicht verschiedenartig auf die Wassertiefe und die Fließgeschwindigkeit aus. Hingegen erholten sich die Pflanzen im gedredgten Abschnitt langsamer, so dass die verbesserte hydraulische Leitfähigkeit des Gerinnes über einen längeren Zeitraum erhalten blieb.

Die Artenzusammensetzung der Makrophyten blieb in den unterschiedlich behandelten Bachabschnitten gleich, wobei sich der relative Anteil einzelner Arten nach dem Eingriff änderte. In einem Abschnitt, der zwei Jahre lang nicht entkrautet wurde, war die Artenzahl hingegen höher als in regelmässig geschnittenen oder gedredgten Abschnitten. In beiden Bächen dominierten kompetitive/störungstolerante Arten. Nach der Entkrautung erholten sich die Pflanzen aber nur, wenn sie vor der Blüte entfernt wurden. Da die Vorteile der Entkrautung wegfallen, wenn sich die Pflanzen noch im selben Jahr erholen, spielt der Zeitpunkt des Schnittes für den Gewässerunterhalt eine zentrale Rolle.

Der Schnitt der Wasserpflanzen reduzierte die Abundanz der Invertebraten. Vom Schnitt besonders betroffen waren Arten, denen die Pflanzen als Habitat dienen während mobile Arten oder Sedimentbewohner weniger stark beeinträchtigt wurden. Für die Erholung der Invertebratenbiozönose spielen bachaufwärts gelegene, ungestörte Abschnitte, aus denen die Wiederbesiedlung der gestörten Flächen erfolgen kann oder der Zeitpunkt der Entkrautung eine wichtige Rolle. Entkrautungen im Frühjahr scheinen die benthischen Gemeinschaften stärker zu beeinträchtigen als im Sommer.

Die Entkrautung verminderte die Primärproduktion des Systems und beschleunigte den Sauerstoffaustausch mit der Atmosphäre. Die Entfernung der Wasserpflanzen schuf Raum und günstige Lichtverhältnisse für das Wachstum epibenthischer Algen. Dies führte zu einem raschen Anstieg der Primärproduktion. Während die Respiration nach der Entkrautung im einen Bach stark sank und sich im Laufe der Untersuchung nur wenig erholte, veränderte sie sich im anderen Bach nach der Entkrautung kaum. Auch die nächtlichen Sauerstoffkonzentrationen nahmen nach dem Schnitt nur wenig zu. Zusammen mit der schnellen Erholung der Primärproduktion nach der Entfernung der Pflanzen zeigt dies, dass mit der Entkrautung makrophytenreicher Bäche nur eine kurzzeitige Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes erreicht werden kann.

Aufgrund dieser Arbeit lassen sich für den Gewässerunterhalt folgende Empfehlungen abgeben: Ist eine Entkrautung unumgänglich, sollte sie im Sommer oder Herbst nach erfolgter Blüte der Makrophyten geschehen. Dies verzögert die Erholung der Pflanzen, erübrigt eine weitere Entkrautung im gleichen Jahr und reduziert daher die Kosten für den Gewässerunterhalt. Wasserpflanzen sind aber nicht nur störende Strukturen; sie verbessern die Lebensbedingungen für Invertebraten und Fische wesentlich, insbesondere in kanalisierten und strukturarmen Bächen. Die negativen Auswirkungen der Entkrautung können reduziert werden, indem die Pflanzen nur partiell entfernt werden. Die Beschattung der Bäche mit Ufervegetation oder der Verzicht auf Entkrautungen wären aus ökologischer und ökonomischer Sicht nachhaltigere Unterhaltmassnahmen. Beides kann zu einer längerfristigen Reduktion der Pflanzenbestände führen.