

1 Einleitung

Aquatische Lebensräume liefern als Teil unseres Klimasystems einen wichtigen Beitrag zu globalen Stoffkreisläufen. Vor dem Hintergrund der Diskussion um eine Klimaänderung spielt beispielsweise die Betrachtung des Kohlenstoffkreislaufes eine wichtige Rolle, da dieser vielfach anthropogen beeinflusst wird. Ein Aspekt des Kohlenstoffkreislaufes ist, dass Binnengewässer durch mikrobielle Aktivität je nach Überwiegen von Respiration oder Photosynthese eine Quelle oder Senke für das treibhauswirksame Kohlenstoffdioxid darstellen. Heterotrophe Prokaryoten tragen einerseits zum Abbau von hochmolekularen Substanzen und andererseits durch Respiration zur CO₂ Remineralisierung bei. Dem gegenüber stehen Primärproduzenten, die im Zuge der Photosynthese CO₂ in organischem Material binden. In beiden Fällen wird eine Biomasse aufgebaut, welche in weiterer Folge höheren trophischen Niveaus zur Verfügung steht (Lampert und Sommer 1993). Dahingegen wirken Viren durch die Lyse ihrer Wirtszellen diesem Biomasseaufbau entgegen. Die Interaktion zwischen Viren und heterotrophen sowie autotrophen Mikroorganismen bildet somit einen wesentlichen Bestandteil von aquatischen Ökosystemen. Im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchung sollen die Wechselbeziehungen zwischen den Viren und zwei ihrer potentiellen Wirte, nämlich den heterotrophen Bakterien sowie den Primärproduzenten, untersucht werden (Erklärung der biotischen Größen siehe Methode). Weiters werden diese drei Größen im Kontext der Standortbedingungen, die durch abiotische Parameter charakterisiert werden, betrachtet, wobei die Viren im Mittelpunkt der Analyse stehen.

Eine zentrale Hypothese in dieser Arbeit lautet, dass die Viren-Abundanz hauptsächlich von der Abundanz der heterotrophen Bakterien abhängt. Aus diesem Grund sollen nachfolgend kurz wichtige

Eigenschaften diese beiden Gruppen näher beschrieben werden. Heterotrophe Bakterien stellen einen Teil der Basis der Detritus-Nahrungskette dar und tragen zum Abbau von hochmolekularen Verbindungen bei. Gelöste organische Verbindungen (DOM), die außerhalb (allochthon) oder innerhalb (autochthon) des Gewässers gebildet wurden (siehe beispielsweise Lampert und Sommer 1993), werden durch den Aufbau einer bakteriellen Biomasse in partikuläres organisches Material (POM) umgewandelt. Das POM kann von Organismen höherer trophischer Ebenen genutzt werden. Dieses Konzept wird nach Azam et al. (1983) als mikrobielle Schleife bezeichnet. Heterotrophe Bakterien können lediglich niedermolekulare Substanzen aufnehmen. Größere Verbindungen müssen zuvor mit Hilfe von Enzymen aufgebrochen werden, welche sich an der Oberfläche der Bakterien befinden oder in das umgebende Wasser abgegeben werden (Cypionka 2010). Die Produktion und Abgabe von extrazellulären Enzymen findet nach Bedarf, also bei Vorhandensein von Substrat sowie günstigen Umweltbedingungen, statt, da dieser Prozess für die Bakterien mit Energieaufwand verbunden ist (Findlay und Sinsabaugh 2003). Während heterotrophe Bakterien durch ihren Aufbau an Biomasse Nährstoffe für höhere trophische Ebenen verfügbar machen, kann der Einfluss von Viren dem entgegen wirken. Dies wird nach Wilhelm und Suttle (1999) auch als „viral shunt“ bezeichnet. Eine wesentliche Eigenschaft von Viren ist, dass sie als nicht lebend angesehen werden, da sie außerhalb ihrer Wirtsorganismen keinen eigenen Stoffwechsel besitzen (Weinbauer 2004). Auch weisen Viren keine aktive Fortbewegung auf. Wirte der Viren können aus allen drei Domänen des Lebens (Archäen, Bakterien, Eukaryoten) stammen (Wommack und Colwell 2000), wobei Viren als relativ wirtsspezifisch gelten. Durch ihre Wirtsspezifität beeinflussen Viren neben der Abundanz auch die Artenzusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft (Wommack und Colwell 2000, Weinbauer 2004, Peduzzi und Luef 2009). Viren lassen sich in einer Vielzahl von Lebensräumen finden. Neben den aquatischen Ökosystemen sind sie auch in den Böden sowie in der Atmosphäre vorhanden (Weinbauer 2004). Bezüglich der aquatischen Ökosysteme reichen die Lebensräume von den Hydrothermalquellen

in der Tiefsee über die tropischen Gewässer bis hin zu den polaren und alpinen Seen (Wommack und Colwell 2000, Peduzzi und Luef 2009, Yoshida-Takashima et al. 2011). Abgesehen von der weiten Verbreitung von Viren weisen sie eine morphologische Vielfalt und eine hohe Diversität auf (Wommack und Colwell 2000). Der Lebenszyklus von Viren, wie beispielsweise in Weinbauer (2004) oder Abedon (2008) beschrieben, lässt sich in vier verschiedene Typen einteilen: den lytischen, lysogenen und pseudolysogenen Zyklus sowie die chronische Infektion. Allen Zyklen geht die Infektion durch die Viren voraus, die nach Winter et al. (2004) bevorzugt während der Nacht stattfindet. Bei dem lytischen Lebenszyklus werden die Wirte unmittelbar nach der Infektion zur Produktion von Virenpartikeln angeregt. Durch das anschließende Auflösen der Zellwand werden die Viren freigesetzt und der Zyklus beginnt von vorne. Die Zeitdauer von der Infektion bis zum Freisetzen der neu entstandenen Virenpartikel wird als Latenzzeit bezeichnet. Beim lysogenen Zyklus integriert sich das Virus nach erfolgreicher Injektion in das Genom des Wirtes. In diesem Zustand wird das Virus als Prophage bezeichnet. Die infizierten Wirte können sich weiterhin vermehren. Bei bestimmten Umweltbedingungen oder durch bestimmte chemische Stoffe kommt es zur Induktion, wodurch der Prophage herausgeschnitten und somit der lytische Zyklus eingeleitet wird. Der pseudolysogene Zyklus unterscheidet sich vom lytischen und lysogenen Zyklus dahingehend, dass das Virengenom weder als Prophage in das Wirtsgenom integriert noch die Produktion von neuen Virenpartikeln eingeleitet wird. Dieser Zustand kann sich zu einem späteren Zeitpunkt insofern ändern, als dass es einerseits zur Heilung der Wirtszelle oder andererseits zum Umschlagen in den lytischen Zyklus kommen kann. Bei der chronischen Infektion werden fortwährend Virenpartikel produziert und freigesetzt, was jedoch nicht zum Tod der infizierten Zelle führt.

Das Auftreten von Viren wurde, wie bereits oben erwähnt, in unterschiedlichen Ökosystemen untersucht. Während Viren in stehenden Gewässern wie Seen oder im Ozean recht vielfältig bearbeitet wurden, kommen Angaben zur Rolle von Viren in fließenden Gewässern seltener vor (siehe beispielsweise Peduzzi und Luef 2008,

Jacquet et al. 2010). Flussauen stellen einen besonderen Lebensraum dar, sind jedoch vielfach durch Regulierungsmaßnahmen bedroht (Tockner und Stanford 2002). Auch die Donau-Auen wurden durch wasserbauliche Maßnahmen tiefgreifend verändert. Im Zuge eines Restaurierungsprojekts wurden vor einigen Jahren Teile der hydrologisch isolierten Donau-Auen, wie die Regelsbrunner Au, wieder an den Hauptstrom angebunden (Schiemer et al. 1999).

Allgemein zeichnen sich Flussauen durch eine eigene Dynamik, die sich aus dem häufigen Wechsel der hydrologischen Bedingungen ergibt, aus. Abhängig vom Wasserstand des Hauptstromes sind die Augewässer einerseits durch einen fließenden und andererseits durch einen stehenden Charakter geprägt. Dieser Wechsel spielt für die mikrobielle Gemeinschaft in Bezug auf die Zufuhr von Nährstoffen, die sich in Menge und Qualität unterscheiden können, eine Rolle (Peduzzi et al. 2008). Hochwasserereignisse, durch die eine große Menge an Schwebstoffen in die Auegebiete transportiert wird, stellen ein prägendes Element in Flussauen dar. Für die Donau sind solche Ereignisse gewöhnlich für den Zeitraum der Monate April bis Juni zu beobachten (Tockner und Stanford 2002). Abgesehen von den Flutereignissen unterscheiden sich Fließgewässer und stehende Gewässer vor allem in der Herkunft von gelösten Substanzen. Während in strömenden Gewässern der allochthone Eintrag dominiert, stellen in stehenden Gewässern aufgrund der günstigeren Wachstumsbedingungen für Primärproduzenten die autochthonen Nährstoffe einen höheren Anteil dar (Hein et al. 2003, Preiner et al. 2008). Aufgrund der in Flussau-Systemen auftretenden hohen Dynamik ist davon auszugehen, dass die Augewässer andere Eigenschaften als der Hauptstrom aufweisen. Daher besteht eine weitere hier bearbeitete Fragestellung darin, in wie weit sich die Au-Standorte vom Hauptstrom der Donau hinsichtlich abiotischer, limnologischer Parameter unterscheiden. Darüber hinaus wird der Frage nachgegangen, ob sich Unterschiede in der Viren-Abundanz mit einer verschiedenen Ausprägung von abiotischen Parametern an den jeweiligen Standorten in Beziehung setzen lassen.

Viren in den Donau-Flussauen
Saisonalität und Interaktion mit Bakterien und
abiotischen Faktoren
Teubner, I.
2015, XIV, 74 S. 29 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-658-08064-8