

# FID Biodiversitätsforschung

## Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und  
Westfalens

Die wassergefüllte Wagenspur: Untersuchungen an einem anthropogenen  
Miniatur-Ökosystem - mit 2 Tabellen und 10 Abbildungen

**Joger, Ulrich**

**1981**

---

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-190084](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-190084)

## Die wassergefüllte Wagenspur: Untersuchungen an einem anthropogenen Miniatur-Ökosystem

Ulrich Joger

Mit 2 Tabellen und 10 Abbildungen

(Eingegangen am 29. 3. 1980)

### 1. Einleitung

Unsere intensiv genutzten Wälder sind durch ihre Armut an natürlichen Kleingewässern gekennzeichnet. Teiche und Tümpel sind vielfach zugeschüttet oder zu Fischzuchtbecken umgewandelt worden, in denen unnatürlich hohe Fischbestände andere wassergebundene Lebewesen, wie z. B. Amphibien, an der Entwicklung hindern (MACAN 1949). Natürliche, wassergefüllte Vertiefungen sind wegen der angesammelten Laubschicht weitgehend sauerstofffrei und damit für kiemen- und hautatmende Lebewesen unbewohnbar.

Hier hat die Forstwirtschaft in Form tief ausgefahrener, sich mit Wasser füllender Fahrinnen einen Typ von Kleingewässern geschaffen, dessen Bedeutung bisher völlig unterschätzt wurde. Bei einer Amphibien-Bestandsaufnahme im südwestfälischen Raum waren 153 von 436 registrierten Laichplätzen Wagenspuren-Systeme (FELDMANN 1974, 1975)! In den meisten Wäldern z. B. des Marburger Raums sind Wagenspuren sogar die einzigen verfügbaren Amphibien-Laichgewässer. Auch für andere Organismen, etwa Wasserkäfer (SCHAEFLEIN 1961) sind wassergefüllte Fahrinnen von großer Bedeutung. Die modernen Bestrebungen, Forstwirtschaftswege zu befestigen, sind ökologisch von großem Nachteil, da sie Fahrinnen verhindern.

Über die Synökologie der Wagenspuren existierte bisher lediglich eine Untersuchung von KRAMER (1964), der sich mit ihrer Chemie und ihrer Mikrofauna und -flora befaßt. Erste Einsichten in die ökologischen Zusammenhänge zwischen abiotischen Faktoren, Organismenbesiedlung und zwischen Abundanzen verschiedener Tiergruppen sollte eine Untersuchung liefern, deren wichtigste Ergebnisse hier zusammengefaßt sind (ausführliche Darstellung s. JOGER 1979).

### 2. Material und Methoden

Die untersuchten **Wagenspuren** (im Folgenden abgekürzt: WS) waren durch folgende gemeinsame Eigenschaften gekennzeichnet: Lage in Fahrinnen auf Forst-Nebenwegen in Mischwald mit überwiegendem Laubholzanteil; praktisch keine direkte Besonnung; Wasserfläche 1—5 m<sup>2</sup>, Wassertiefe 10—20 cm (bei Beobachtungsbeginn); lehmig-toniger Untergrund (wenig durchlässig). Von 10 regelmäßig kontrollierten WS lagen 7 auf Buntsandstein östlich Marburg, 3 auf karbonischem Schiefer (Ostrand des rheinischen Schiefergebirges westlich Marburg). Weitere WS wurden zur Überprüfung spezieller Arbeitshypothesen herangezogen. Die Beobachtungsdauer erstreckte sich von Anfang Mai bis Mitte Oktober 1979. Vom 21. 5. bis zum 20. 8. wurde das aus Abb. 1 ersichtliche Programm voll durchgeführt. Die Probefläche (Punkt 7) bestand aus einem rechteckigen, bodenlosen Kasten aus Stahlblech (25 × 30 cm Grundfläche), der in das Wasser gestellt und etwas in den Bodenschlamm eingedrückt wurde. Mittels eines lückenlos in die Schmalseite des Kastens passenden Handnetzes (Maschenweite 0,5 mm) konnte die im Rahmen gefangene Makrofauna quantitativ abgefischt werden.

Da bodenbewohnende Tiere (z. B. Chironomidenlarven, Oligochaeten, Muscheln) mit dieser Methode nicht quantitativ erfaßt werden konnten, wurden die erhaltenen Werte mit Hilfe des Anteils der jeweils im Netz verbliebenen Fallaubmenge an der mit Bodenproben ermittelten tatsächlichen Laubmenge korrigiert. Zur Vermeidung entnahmebedingter Fehler wurde das Laub nach dem Auswiegen wieder in die WS verbracht; ebenso größere Tiere mit begrenzter Populationsdichte (Libellenlarven, Käfer, Amphibien) nach der Bestimmung und Zählung. Wegen der schwankenden Wasserstände wurde von allen Tierzahlen auf die Gesamtpopulation der jeweiligen WS hochgerechnet, um eine Überlagerung der tatsächlichen Abundanzschwankungen durch Konzentrations- oder Verdünnungseffekte zu vermeiden.

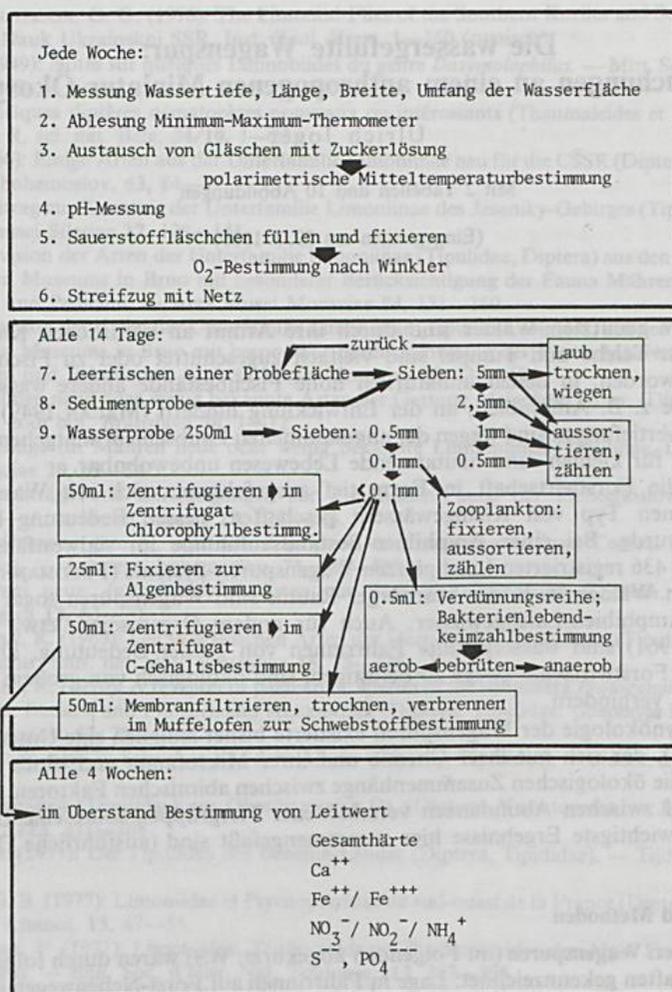


Abbildung 1. Schema des methodischen Vorgehens.

Zur statistischen Ermittlung von Beziehungen zwischen den verschiedenen gemessenen Parametern wurden deren Mittelwerte der einzelnen WS in einer Rangkorrelationsanalyse nach KENDALL (aus CAMPBELL 1971) verglichen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Hydrochemie und -physik

Der Sauerstoffgehalt ist ständig defizitär und großen Schwankungen unterworfen. Totales O<sub>2</sub>-Defizit tritt jedoch nur selten auf: nach plötzlicher Zufuhr organischen Materials (in einem Fall Massenertrinken von Wicklerräupen) sowie kurzzeitig nach Durchfahrungen der WS. Im Zusammenhang mit dem starken O<sub>2</sub>-Defizit stehen hohe Konzentrationen an gelöstem Eisen und Ammonium sowie Fehlen von Nitrat. Phosphat und Calcium sind nur in geringen Mengen vorhanden; Leitwert und Wasserhärte sind sehr niedrig. Der pH-Wert ist, wie in Waldgewässern allgemein, sauer, wofür die aus dem Falllaub freierwerden Huminsäuren und das CO<sub>2</sub> aus Atmungsprozessen verantwortlich gemacht werden.

Die Wassertemperaturen schwanken nur gering und liegen allgemein niedrig (Wochenmittel im Sommer um 15° C, Bestimmung mit Zuckerinversionsmethode nach BERTHET 1960). Bei

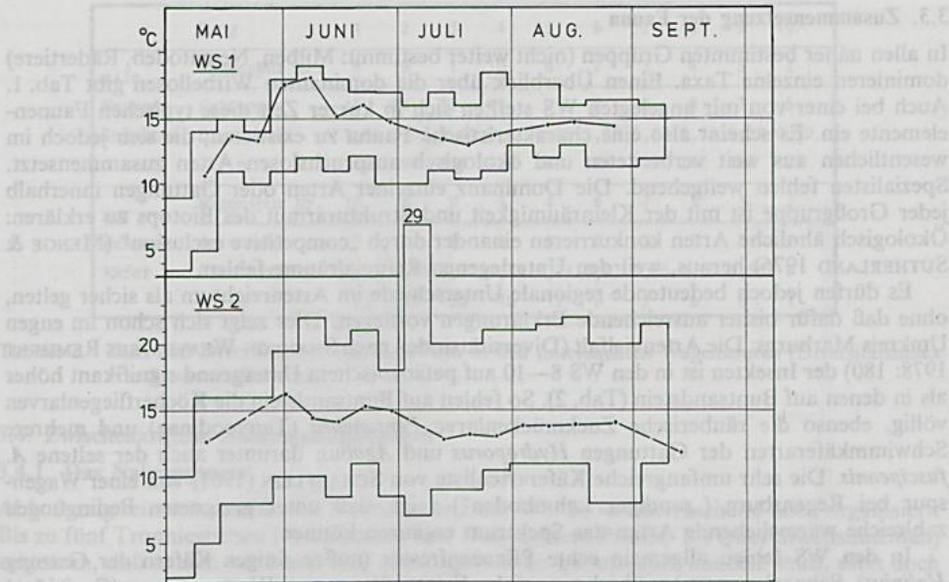


Abbildung 2. Temperaturverhältnisse in zwei benachbarten Wagenspuren. In den Rahmen der wöchentlichen Minimum- und Maximum-Temperaturen sind die mit der Zuckerinversionsmethode ermittelten „exponentiellen“ Mittelwertskurven eingetragen. WS 1 führte ständig Wasser, WS 2 war ab Mitte Mai mit Ausnahme weniger Tage ständig ausgetrocknet. Besonnung beider WS etwa gleich.

einem Vergleich zwischen trockengefallenen und benachbarten wasserführenden WS zeigt sich ein starker Anstieg der Temperaturschwankungsbreite mit dem Austrocknen (Abb. 2). Die durchschnittliche Temperatur ist statistisch mit der mittleren Wassertiefe korreliert: Je tiefer der Wasserkörper ist, desto wärmer ist er. Dies deutet darauf hin, daß die nächtliche Abstrahlung auf die Temperaturverhältnisse in den WS einen wesentlich größeren Einfluß ausübt als die Erwärmung am Tage.

### 3.2. Bakterien und Algen

Chemoheterotrophe Bakterien spielen eine hervorragende Rolle bei der Aufarbeitung des organischen Materials und verursachen die starken Sauerstoffschwankungen. Die Keimzahlen im freien Wasser schwanken zwischen  $10^4$  und  $10^6$ /ml. Der Anteil der zur Anaerobiosis befähigten Bakterien ist in den WS mit den stärksten Volumenschwankungen am größten. Er ist weiterhin positiv korreliert mit der durchschnittlichen Planktonalgenmenge (gemessen als mg Chlorophyll/l).

Dieser zunächst nicht einleuchtende Befund ist hypothetisch folgendermaßen zu deuten: Phytoplankton produziert bei Belichtung Sauerstoff und schafft dadurch relativ günstige Existenzbedingungen für heterotrophe Organismen (Bakterien, Pilze, Tiere). Bei Nacht jedoch zehren sowohl Algen als auch die übrigen Organismen den Sauerstoff auf, so daß bei hohen Algendichten größerer Sauerstoffschwund auftreten dürfte und zur Anaerobiosis fähige Bakterien im Vorteil sind.

Die Algendichte läßt sich weder mit der relativen Lichtmenge noch mit einem der gemessenen chemischen Faktoren signifikant korrelieren. Dagegen sind in mehreren Fällen deutlich negative Abhängigkeiten zur Zooplanktonmenge zu sehen. Die Algendichte scheint also durch die Primärkonsumenten limitiert zu werden. Der Stoffwechsel der Wagenspuren ist hiernach als stark heterotroph zu bezeichnen.

### 3.3. Zusammensetzung der Fauna

In allen näher bestimmten Gruppen (nicht weiter bestimmt: Milben, Nematoden, Rädertiere) dominieren einzelne Taxa. Einen Überblick über die dominanten Wirbellosen gibt Tab. 1. Auch bei einer von mir angelegten WS stellten sich in kurzer Zeit diese typischen Faunenelemente ein. Es scheint also eine charakteristische Fauna zu existieren, die sich jedoch im wesentlichen aus weit verbreiteten und ökologisch anspruchslosen Arten zusammensetzt. Spezialisten fehlen weitgehend. Die Dominanz einzelner Arten oder Gattungen innerhalb jeder Großgruppe ist mit der Kleinräumigkeit und Strukturarmut des Biotops zu erklären: Ökologisch ähnliche Arten konkurrieren einander durch „competitive exclusion“ (MENGE & SUTHERLAND 1976) heraus, weil den Unterlegenen Refugialräume fehlen.

Es dürfen jedoch bedeutende regionale Unterschiede im Artenreichtum als sicher gelten, ohne daß dafür bisher ausreichende Erklärungen vorliegen. Dies zeigt sich schon im engen Umkreis Marburgs: Die Artenvielfalt (Diversitätsindex nach SHANNON-WEAVER, aus REMMERT 1978: 180) der Insekten ist in den WS 8—10 auf paläozoischem Untergrund signifikant höher als in denen auf Buntsandstein (Tab. 2). So fehlen auf Buntsandstein die Köcherfliegenlarven völlig, ebenso die räuberische Zuckmückenlarve *Pentaneura* (Tanypodinae) und mehrere Schwimmkäferarten der Gattungen *Hydroporus* und *Agabus*, darunter auch der seltene *A. fuscipennis*. Die sehr umfangreiche Käferartenliste von SCHAEFLEIN (1961) von einer Wagenspur bei Regensburg („sandiger Lehm Boden“) zeigt, daß unter geeigneten Bedingungen zahlreiche wärmeliebende Arten das Spektrum ergänzen können.

In den WS fehlen allgemein echte Pflanzenfresser (außer einigen Käfern der Gattung *Haliphus*). Schnecken wurden überhaupt nicht, Eintagsfliegen und Wasserwanzen (Corixiden) nur ganz vereinzelt gefunden. Egel (Hirudinea) und Wasserasseln (*Asellus aquaticus*) traten nicht auf. Eine Verallgemeinerung dieser Befunde kann in diesem Rahmen nicht erfolgen. Weitere Untersuchungen in anderen Regionen wären erforderlich.

Für mehrere Amphibienarten stellen Wagenspuren wichtige Laichplätze dar. Unter den Froschlurchen sind dies vor allem Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) und Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) — beide als „gefährdet“ bzw. „stark gefährdet“ eingestuft (BLAB & NOWAK 1977), unter den Schwanzlurchen Feuersalamander (*S. salamandra*), Fadenmolch (*Triturus helveticus*), Bergmolch (*T. alpestris*) und Teichmolch (*T. vulgaris*). In den untersuchten WS fanden sich Feuersalamanderlarven, Bergmolche und später deren Larven sowie in einer WS ein Teichmolchpärchen.

größere systematische Gruppierung	dominierendes Taxon
Mollusca	Pisidium sp.
Oligochaeta	Lumbriculidae (Lumbriculus)
Copepoda	Cyclopidae
Cladocera (groß)	Daphnia pulex
Cladocera (klein)	Chydorus sp.
Ostracoda (groß)	Heterocypris incongruens
Ostracoda (klein)	Cypria ophthalmica
Odonata	Aeschna cyanea
Gerridae	Gerris lacustris
Trichoptera	Limnephilus sp.
filtrier. Chironomidae	Chironomus sp.
Tanypodinae	Psectrotanypus sp.
Culicidae	Culex sp. oder Aedes sp.
Hydrophilidae (groß)	Hydrobius fuscipes
Hydrophilidae (klein)	Anacaena limbata
Haliplidae	Haliphus spp.
Dytiscidae (groß)	Agabus spp.
Dytiscidae (klein)	Hydroporus spp.
Agabus	A. melanarius
Hydroporus	H. planus

Tabelle 1. Dominante Taxa („Charaktertiere“) der wassergefüllten Wagenspuren in Laubmischwäldern der Marburger Gegend.

Rang		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
alle	Wagenspur Nr.	8	9	1	10	6	7	3	4	5	2
Wasser-	Gattungen	16	14	12	11	9	8	8	8	7	5
Insekten	Diversität	1,94	2,02	1,01	0,81	0,86	1,25	0,83	0,58	0,69	0,59
	n	320	94	314	220	362	184	429	212	404	29
nur	Wagenspur Nr.	10	8	9	1	4	6	7	5	3	2
Wasser-	Artenzahl	9	8	8	6	4	3	3	2	2	1
Käfer	Diversität	2,02	1,95	1,31	1,49	1,24	0,97	0,96	0,69	0,56	0
	n	23	23	33	16	12	8	7	6	8	1

Tabelle 2. Zahl und Diversität der Insekten-Taxa in den untersuchten Wagenspuren (Diversitätsindex von SHANNON-WEAVER).

### 3.4. Zwischenartliche Nahrungsbeziehungen

#### 3.4.1. Das Nahrungsnetz

Abb. 3 zeigt ein schematisiertes Nahrungsnetz der WS. Es ist überraschend hoch organisiert: Bis zu fünf Trophieebenen (Produzenten und Destruenten, Primär- bis Quartärkonsumenten) zeigen an, daß es sich um einen sehr nahrungsreichen Lebensraum handeln muß, sinkt doch mit jeder zusätzlichen Trophiestufe die Sekundärproduktion um ein Mehrfaches (der „output“ jedes Gliedes einer Nahrungskette ist wesentlich geringer als der „input“). In einigen Fällen ließen sich die Auswirkungen von Teilketten des Gesamtnetzes indirekt beobachten.

#### 3.4.2. Culiciden und ihre Raubfeinde

Es fiel auf, daß zwei der häufigsten Dipteren Gruppen, die räuberischen Zuckmückenlarven (Tanypodinae) und die Stechmückenlarven (Culicidae) fast nie zusammen auftraten (Abb. 4). Auch in ein und derselben WS lösten sich Culiciden- und Tanypodinenpopulationen gegenseitig ab (Abb. 5): Eine kleine *Culex*-Population verschwand, als Anfang Juni mit ihrer Hauptbeute *Chironomus* auch die Tanypodinenlarve *Psectrotanypus* erschien. Bei Durchführungen der WS Anfang Juli wurde die Zuckmückenpopulation wieder vernichtet. Daraufhin entwickelte sich eine dichte *Culex*-Population, die jedoch mit der Wiederbesiedlung durch *Psectrotanypus* auf ein Vierzigstel reduziert wurde. Ein ebensolcher Ausschluß war zwischen dem Wasserläufer *Gerris* und den Culicidenlarven zu beobachten; bei Vorkommen von Dytisciden und deren Larven waren deutlich geringere Culicidendichten zu verzeichnen. Alle drei Tiergruppen sind als Verzehrer von Culicidenlarven bekannt (BERTRAND 1954, JORDAN 1952, JAMES 1961).

Die Totalausrottung der Culicidenlarven durch ihre Raubfeinde erscheint dadurch möglich, daß deren Hauptbeute (im Falle der Tanypodinae andere Chironomidenlarven) im Überfluß vorhanden ist, eine Dezimierung anderer Beutetiere daher ohne Rückwirkung auf die Populationen der Räuber bleibt. Eine weitere Voraussetzung sind die eng begrenzten räumlichen Verhältnisse. Eine experimentelle Überprüfung dieser Befunde, die eventuell auch praktische Konsequenzen haben könnten (biologische Schädlingsbekämpfung) steht noch aus.

#### 3.4.3. Libellenlarven und ihre Beute

In WS 8 sank die Population der Lumbriculiden bis zum Sommer rapide ab, um während einer trockenen Periode (starke Wasserspiegelschwankungen) fast völlig zu erlöschen (Abb. 6). Nach der Wiederauffüllung Ende Juli stieg die Wurmpopulation wieder an. In der benachbarten WS 9, die total austrocknete, konnten die Lumbriculiden mit über 100 Exemplaren überleben und erreichten nach der Wiederauffüllung mit 21000/m<sup>2</sup> eine mehr als zehnmals so hohe Dichte wie in WS 8 (1800/m<sup>2</sup>). Die Wasserstandsschwankungen selbst dürften also nicht die entscheidende Ursache für die Bestandsverminderung sein, zumal eine zweite Trockenphase im Herbst, die auch bei WS 8 zum völligen Trockenfallen führte, keinen Populationsrückgang mit sich brachte. Auch die Chironomidenlarven wiesen in WS 8 eine ähnliche Popula-

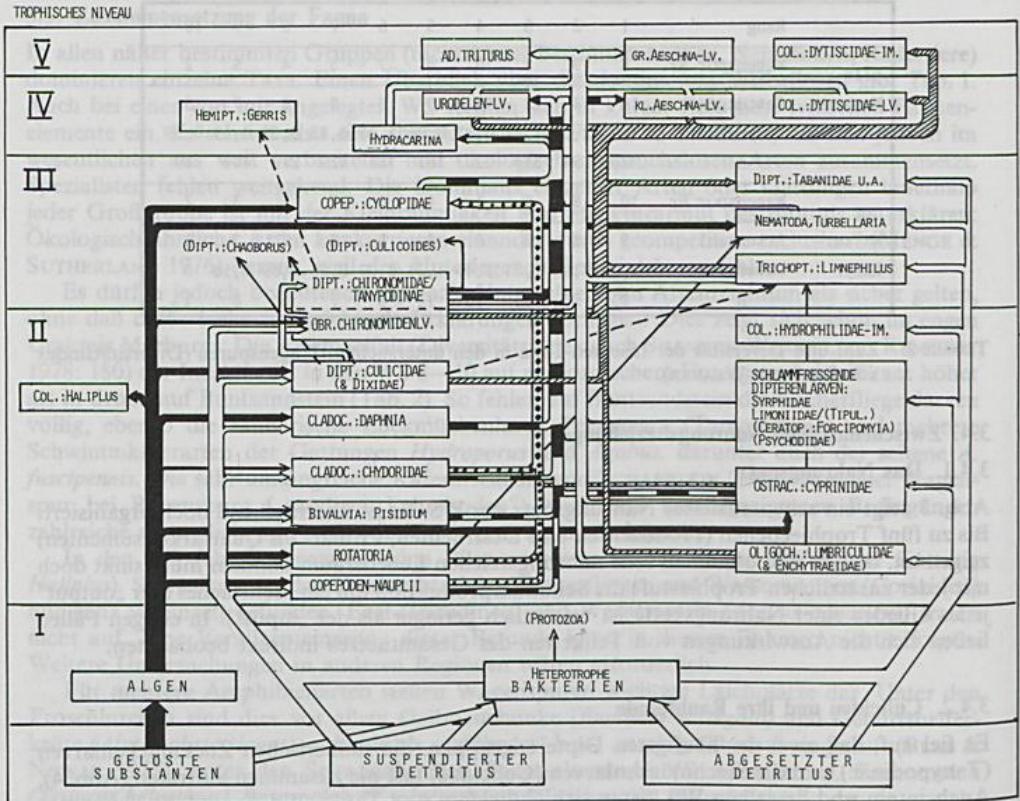


Abbildung 3. Schematisiertes Nahrungsnetz in wassergefüllten WS. Für eine individuelle WS gilt jeweils ein Ausschnitt aus dem Gesamtsystem. Tiere in Großbuchstaben waren in fast allen untersuchten WS häufig; eingeklammerte Gruppen wurden nur in Einzelexemplaren gefunden. Protozoen sowie Pilze konnten mit der angewendeten Methodik nicht erfaßt werden.

Das Schema ist rein qualitativ; lediglich unbedeutend erscheinende Nahrungswege wurden durch dünner gezeichnete Pfeile dargestellt.

Die bedeutende Rolle des Detritus (im wesentlichen Fallaub) ist zu erkennen. Unter den Primärkonsumenten (Ebene II) ist zwischen Pflanzenfressern (*Haliplus*), Filtrierern (linke Gruppe) und Schlammfressern (rechte Gruppe) zu unterscheiden. Ebene III beinhaltet im wesentlichen omnivore Gruppen, während IV und V aus echten Räubern bestehen.

tionsschwankung auf (Abb. 7 im Vergleich zur „normalen“ Populationskurve, Abb. 8). Weiterhin war WS 8 die einzige WS, in der trotz sehr hoher Dichte an Dytisciden-Imagines überhaupt keine Dytiscidenlarven gefunden wurden. Auch die Molche hatten dort keinen Reproduktionserfolg.

Im Gegensatz zu den anderen WS wies WS 8 einen Bestand von etwa 20 großen *Aeschna cyanea*-Larven auf (bei 2 m<sup>2</sup> mittlerer Grundfläche). Alle genannten Tiere gehören nach eigenen Beobachtungen zum Beutespektrum der Libellenlarven. Es erscheint wahrscheinlich, daß die Konzentrierung des Wasservolumens in der Trockenperiode den *Aeschna*-Larven den Beutefang dermaßen erleichterte, daß sie imstande waren, ihre Beute drastisch zu reduzieren.

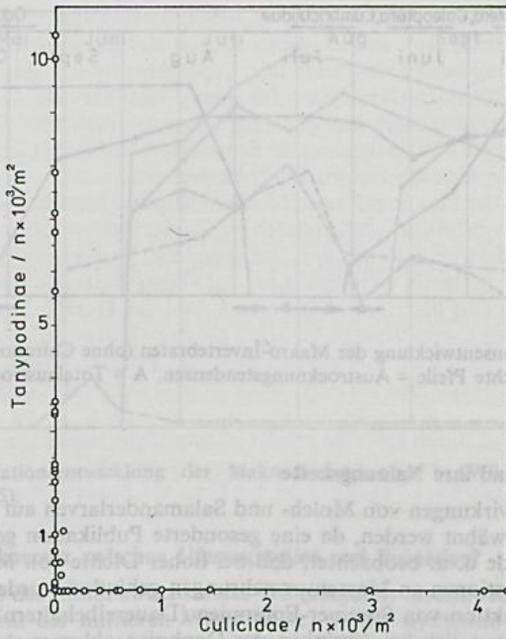


Abbildung 4. Ausschluß von Tanypodinen- und Culicidenlarven. In nur drei von über 60 Nachweisen kommen die beiden Gruppen zusammen vor (nicht alle eingezeichnet). In diesen drei Fällen ist die Culicidenpopulation jeweils im Abnehmen begriffen und bereits stark geschrumpft.

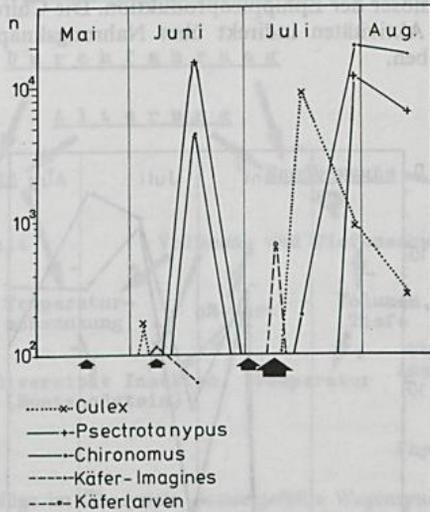


Abbildung 5. Populationsentwicklung der Makro-Invertebraten in WS 5 (logarithmischer Maßstab!). Pfeile bedeuten Durchführungen unterschiedlicher Intensität.

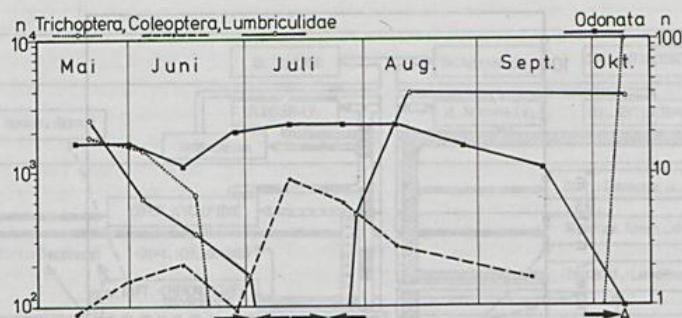


Abbildung 6. Populationsentwicklung der Makro-Invertebraten (ohne Chironomidenlarven) in WS 8. Waagerechte Pfeile = Austrocknungstendenzen, A = Totalaustrocknung.

#### 3.4.4. Urodelenlarven und ihre Nahrungskette

Die ökologischen Auswirkungen von Molch- und Salamanderlarven auf andere Organismen sollen hier nur kurz erwähnt werden, da eine gesonderte Publikation geplant ist (JÖGER, in Vorbereitung). Es wurde u. a. beobachtet, daß bei hoher Dichte von Molchlarven

- (1) Daphnienpopulationen an Massenvermehrungen gehindert wurden, so daß als sekundärer Effekt die Produktion von Sommer-Ehippien (Dauereibehältern) unterblieb;
- (2) das Phytoplankton sich bei Absinken der Daphnienzahl vermehrte;
- (3) Cyclopidenpopulationen stark, in einem Fall sogar bis auf Null reduziert wurden;
- (4) Rotatorienpopulationen sich gegenläufig zu den Cyclopiden verhielten, also bei Anwesenheit von Molchlarven anstiegen.

#### 3.4.5. Nahrungskonkurrenz zwischen Chironomidenlarven und Daphnien

Außer in WS mit hohen Molchlarvendichten deckt sich in allen beobachteten Fällen die Dauereibildung durch *Daphnia pulex* mit einer plötzlich einsetzenden Massenentwicklung von Chironomidenlarven Ende Juni. Gleichzeitig ist eine Abnahme des Phytoplanktons zu beobachten. Eine plötzliche Abnahme der Nahrungskonzentration gilt nach SLOBODKIN (zit. aus HEBERT 1978) als Auslöser der Ehippienproduktion. Die Chironomidenlarven scheinen durch ihre filtrierenden Aktivitäten indirekt über Nahrungsknappheit die Dauerstadienbildung verursacht zu haben.

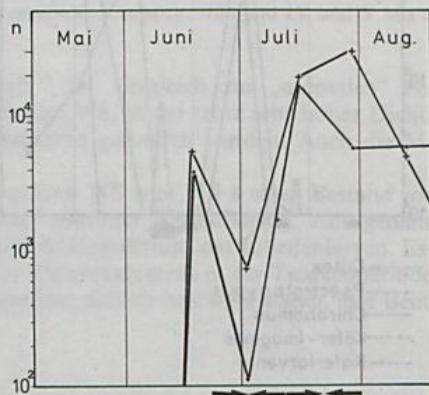


Abbildung 7. Populationsentwicklung der Chironomidenlarven in WS 8.

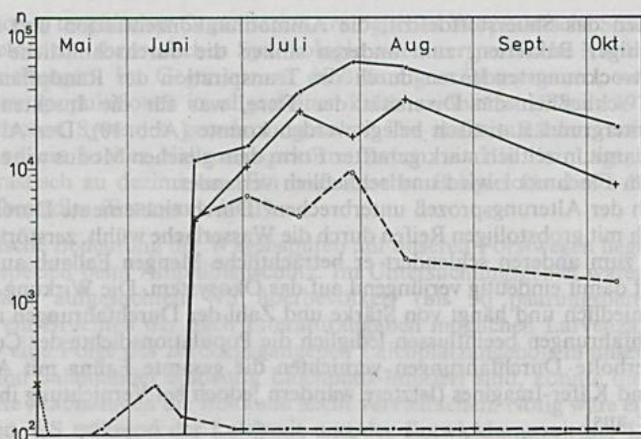


Abbildung 8. Populationsentwicklung der Makro-Invertebraten in WS 3 (Zeichenerklärung wie Abb. 5).

### 3.4.6. Nährstoffkonkurrenz zwischen Ufervegetation und Bakterien?

Die jeweilige Dichte des Randbewuchses der WS (subjektiv erstellte Rangfolge) erwies sich als negativ korreliert mit der mittleren Wasserhärte, welche wiederum positiv mit der durchschnittlichen Bakterienzahl korreliert war. Eine gleichartige Beobachtung macht auch KUCHAR (1950) in kleinen Tümpeln. Da die Wasserhärte durch den Gehalt an Erdalkalitionen bedingt ist, könnte ein Fall von Konkurrenz um diese Ionen vorliegen: Die Uferpflanzen entziehen dem ohnehin schon weichen Wasser Ionen, welche auch die Bakterien zum Wachstum brauchen, und hemmen letztere so in ihrer Vermehrung.

### 3.5. Faktorengefüge im Ökosystem und menschliche Eingriffe

Wassergefüllte Wagenspuren sind sehr unkonstante Ökosysteme. Abb. 9 zeigt, daß der jeweilige Zustand des Systems wesentlich durch zwei Faktoren gesteuert wird: die Menge an bodendeckendem Falllaub und die Dichte der Randvegetation. Mit dem Alter der WS nehmen beide Faktoren, je nach Windexponiertheit und Beschattung unterschiedlich rasch, zu. Damit

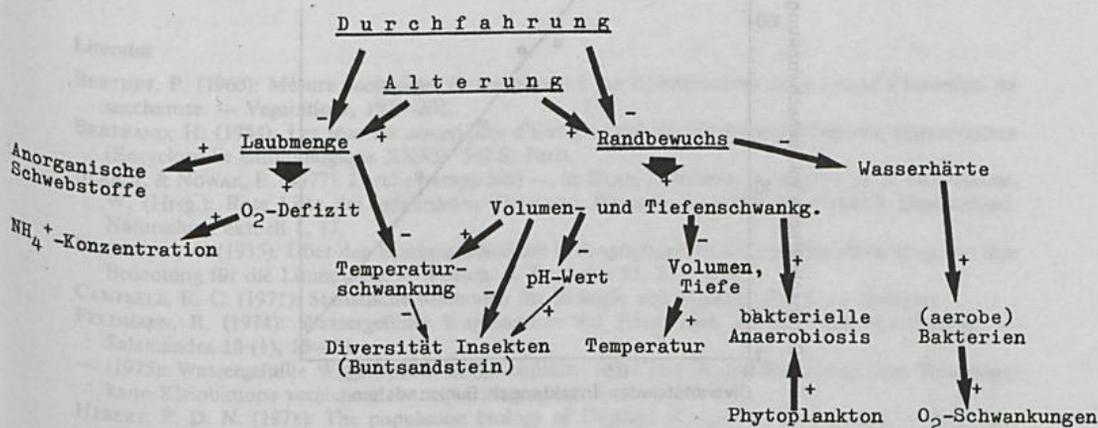


Abbildung 9. Faktorengefüge im Ökosystem „wassergefüllte Wagenspur“ im Laubwald. Dargestellt sind nur solche Beziehungen, die mit Hilfe der Rangkorrelationsanalyse der Mittelwerte gesichert sind (mehr als 95% Wahrscheinlichkeit). + = positive, - = negative Korrelation. Die Richtung der Pfeile wurde willkürlich gewählt.

steigen zum einen das Sauerstoffdefizit, die Ammoniumkonzentration und der Anteil zu Anaerobiose fähiger Bakterien, zum anderen sinken die durchschnittliche Wassermenge (verstärkte Austrocknungstendenzen durch die Transpiration der Randpflanzen), Wasserhärte, pH und schließlich die Diversität der Tiere, was für die Insekten der WS auf Buntsandsteinuntergrund statistisch belegt werden konnte (Abb. 10). Der Alterungsprozeß einer WS folgt damit in zeitlich stark geraffter Form dem gleichen Modus wie ein Weiher, der mit der Zeit zum Flachmoor wird und schließlich verlandet.

Wie läßt sich der Alterungsprozeß unterbrechen? Durch eine erneute Durchfahung. Der Traktor, der sich mit grobstolligen Reifen durch die Wasserlache wühlt, zerstört zum einen die Ufervegetation, zum anderen schleudert er beträchtliche Mengen Fallaub aus dem Wasser heraus. Er wirkt damit eindeutig verjüngend auf das Ökosystem. Die Wirkung auf die Fauna ist sehr unterschiedlich und hängt von Stärke und Zahl der Durchfahrungen ab. Einmalige, schwache Durchfahrungen beeinflussen lediglich die Populationsdichte der Culicidenlarven, intensive, wiederholte Durchfahrungen vernichten die gesamte Fauna mit Ausnahme von Dauerstadien und Käfer-Imagines (letztere wandern jedoch bei Vernichtung ihrer Nahrungsgrundlage meist aus).

Die Wiederbesiedlung durch Insekten erfolgt im allgemeinen sehr schnell (vgl. Abb. 5). Die Schädigung der Amphibienlarven kann jedoch gravierende Folgen für deren Populationen haben. So wurde im Untersuchungszeitraum im Umkreis Bauerbachs östlich Marburgs bei Durchfahrungen mehr als die Hälfte des Nachwuchses an Feuersalamandern und Bergmolchen vernichtet — ein Aderlaß, der bei wiederholtem Vorkommen nicht ohne Effekt auf die Bestände bleiben kann.

#### 4. Diskussion

Kleine anthropogene Ökosysteme wie wassergefüllte Wagenspuren können nach den vorliegenden Ergebnissen wichtige Ansätze zur Aufdeckung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten liefern, beantworten doch „derartige schwach gepufferte Gewässer viel klarer und eindeutiger äußere Einflüsse als Großgewässer. Es ist hier ein Weg, Vorgänge zu beobachten, die in jedem See auftreten, aber in diesem durch eine Menge Nebenerscheinungen verdeckt werden“ (v. BRANDT 1935).

Dies gilt nicht nur für physikalisch-chemische Faktoren, sondern ebenfalls für Wechselwirkungen zwischen Organismen. Die Kleinräumigkeit und die überschaubare Artenzahl bei

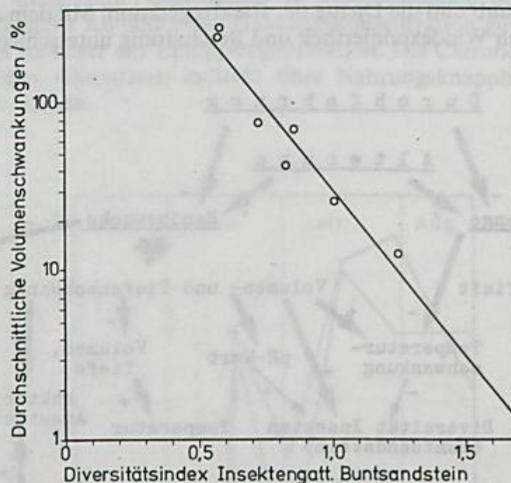


Abbildung 10. Korrelation zwischen dem Logarithmus der durchschnittlichen Volumenschwankungen (Standardabweichung in % des Mittelwerts aller Werte einer jeden WS) und dem Diversitätsindex (Shannon-Weaver) der Wasserinsekten-Gattungen der WS auf Buntsandstein-Untergrund. Die Wahrscheinlichkeit für die Linearität der Beziehung ist größer als 99,9%.

andererseits hoher trophischer Organisation ermöglichen das praktische Studium verschiedener Problemfelder der theoretischen Synökologie, wie interspezifische Konkurrenz und Räuber-Beute-Beziehungen. Im Gegensatz zu großräumigen Ökosystemen, wo der Effekt der Räuber auf Beutepopulationen im allgemeinen kaum meßbar ist (WHITE 1978), ist es in den kleinen aquatischen Systemen gerade umgekehrt: Die meisten Räuber, sofern sie zahlreich genug sind und ein breites Nahrungsspektrum haben, sind in der Lage, einen Teil ihrer Beutearten drastisch zu dezimieren. Ein terrestrisches Beispiel für dieses Phänomen bieten Strandanwurfbesiedler (STRENZKE 1961).

Die praktische Bedeutung der Wagenspuren auf unseren Forstwegen liegt auf dem Sektor Artenschutz, speziell beim Amphibienschutz. Im Untersuchungsgebiet waren die meisten als Molchlaichplätze aufgesuchten WS überbevölkert (bis 30 paarungsbereite Bergmolche pro m<sup>2</sup>). Nur ein Bruchteil der nach Literaturangaben möglichen Larvenzahlen konnte sich entwickeln — eine Folge des zurückgegangenen Laichplatzangebots in unseren Wäldern. Da die Molche und Salamander eindeutig Laichplatz-limitiert sind, könnte die Forstwirtschaft durch geeignete Maßnahmen die Bestände leicht vervielfachen. Nötig wäre eine Schonung der wassergefüllten WS während der Laichzeit und der Entwicklungszeit der Larven (März bis Anfang Oktober) durch weitgehende Vermeidung von Durchfahrten (seitliche Verlagerung der benutzten Fahrwinne). Im Winterhalbjahr dagegen sind Durchfahrten sogar wünschenswert: Sie „verjüngen“ das Kleingewässer, machen es sauerstoffreicher und gegen Austrocknung resistenter.

## 5. Zusammenfassung

Synökologische Untersuchungen zur Chemie, Hydrographie, Mikrobiologie und Faunistik wassergefüllter Wagenspuren in Laubmischwäldern der Umgebung Marburgs ergeben das Bild eines labilen, rasch alternden Ökosystems, in dem die Fallaubmenge und die Dichte der Randvegetation die übergeordneten Umweltfaktoren sind. Der Stoffwechsel ist weitgehend heterotroph, der Sauerstoffgehalt gering, die Temperaturen niedrig und relativ konstant.

Die Fauna ist charakteristisch zusammengesetzt, umfaßt aber keine Spezialisten. Trotz Artenarmut gibt es fünf Trophieebenen. Interspezifische Konkurrenz und Räuber-Beute-Beziehungen lassen sich durch zeitlichen und räumlichen Vergleich der Häufigkeiten der beteiligten Tiere verfolgen.

Durchfahrten machen den Alterungsprozeß vorübergehend rückgängig, können jedoch vor allem die Populationen der Amphibienlarven stark schädigen. Für den Amphibienschutz kommt den WS eine sehr große Bedeutung zu.

## Literatur

- BERTHET, P. (1960): Métré écologique de température par détermination de la vitesse d'inversion du saccharose. — *Vegetatio* 9, 197—207.
- BERTRAND, H. (1954): Les insectes aquatiques d'Europe, Vol. II: Trichoptera, Diptera, Hymenoptera (Encyclopédie entomologique XXXI). 547 S. Paris.
- BLAB, J. & NOWAK, E. (1977): Lurche (Amphibia) —, in: BLAB, J., NOWAK, E., SUKOPP, H. & TRAUTMANN, W. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Naturschutz aktuell 1, 17.
- BRANDT, v., A. (1935): Über den heutigen Stand der hydrographischen Kleingewässerforschung und ihre Bedeutung für die Limnologie. — *Forsch. u. Fortschr.* 11, 270—271.
- CAMPBELL, R. C. (1971): Statistische Methoden für Biologie und Medizin. 266 S. — Stuttgart.
- FELDMANN, R. (1974): Wassergefüllte Wagenspuren auf Forstwegen als Amphibien-Laichplätze. — *Salamandra* 10 (1), 15—21.
- (1975): Wassergefüllte Wagenspuren als Laichplätze von Lurchen. Die Planierung eines Waldweges kann Kleinbiotope vernichten. — *Aquarienmagazin* 9, 378—379.
- HEBERT, P. D. N. (1978): The population biology of *Daphnia* (Crustacea, Daphnidae). — *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 53 (3), 387—426.
- JOGER, U. (1979): Wassergefüllte Wagenspuren auf Forstwegen — Synökologische Untersuchungen an einem kurzlebigen Ökosystem. — Diplomarbeit Univ. Marburg. 155 S.
- KRAMER, H. (1964): Ökologische Untersuchungen an temporären Tümpeln des Bonner Kottenforsts. — *Decheniana* 117, 53—132.

- KUCHAR, K. W. (1950): Bakterien und Sauerstoff in Kleingewässern. Hydrobiologische Untersuchungen im Gebiet des Attersees. — Arch. Hydrobiol. 44, 15—72.
- MACAN, T. T. (1949): Survey of a moorland fishpond. — J. anim. Ecol. 18, 160—186.
- MENGE, B. A. & SUTHERLAND, J. P. (1976): Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. — Am. Nat. 110, 351—369.
- REMMERT, H. (1978): Ökologie. Ein Lehrbuch. 269 S. — Berlin, Heidelberg, New York.
- SCHAEFLEIN, H. (1961): Käferfauna einer mit Regenwasser gefüllten Wagenspur. — Nachrichtenbl. Bayer. Entomol. 10, 89—90.
- STRENZKE, K. (1961): Experimentell-biozönotische Untersuchungen über die Arthropoden-Sukzession des marinen Anwurfs. — Verh. D. Zool. Ges. 1961, — in: Zool. Anz. Suppl. 25, 446—455.
- WITHE, T. C. R. (1978): The importance of a relative shortage of food in animal ecology. — Oecologia 33, 71—86.

Anschrift des Verfassers: Ulrich Joger, Fachbereich Biologie—Zoologie — Lahnberge, D-3550 Marburg/Lahn.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [134](#)

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

Artikel/Article: [Die wassergefüllte Wagenspur: Untersuchungen an einem anthropogenen Miniatur-Ökosystem 215-226](#)