

Sonderdruck aus

# Archäologisches Korrespondenzblatt

Jahrgang 45 · 2015 · Heft 3

Herausgegeben vom

Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz

in Verbindung mit dem

Präsidium der Deutschen Verbände für Archäologie

Römisch-Germanisches  
Zentralmuseum  
Leibniz-Forschungsinstitut  
für Archäologie

R | G | Z | M

# REDAKTORINNEN UND REDAKTOREN

Paläolithikum, Mesolithikum: **Martina Barth · Harald Floss**

Neolithikum: **Johannes Müller · Doris Mischka**

Bronzezeit: **Christoph Huth · Stefan Wirth**

Hallstattzeit: **Markus Egg · Dirk Krausse**

Latènezeit: **Rupert Gebhard · Hans Nortmann · Martin Schönfelder**

Römische Kaiserzeit im Barbaricum: **Claus von Carnap-Bornheim · Haio Zimmermann**

Provinzialrömische Archäologie: **Peter Henrich · Gabriele Seitz**

Frühmittelalter: **Brigitte Haas-Gebhard · Dieter Quast**

Wikingerzeit, Hochmittelalter: **Hauke Jöns · Bernd Päffgen**

Archäologie und Naturwissenschaften: **Felix Bittmann · Joachim Burger · Thomas Stöllner**

Die Redaktorinnen und Redaktoren begutachten als Fachredaktion die Beiträge (peer review).

Das Archäologische Korrespondenzblatt wird im Arts & Humanities Citation Index® sowie im Current Contents®/Arts & Humanities von Thomson Reuters aufgeführt.

Beiträge werden erbeten an die Mitglieder der Redaktion oder an das Römisch-Germanische Zentralmuseum, Ernst-Ludwig-Platz 2, 55116 Mainz, [korrespondenzblatt@rgzm.de](mailto:korrespondenzblatt@rgzm.de). Die mit Abbildungen (Strichzeichnungen und Schwarz-Weiß-Fotos), einer kurzen Zusammenfassung und der genauen Anschrift der Autorinnen und Autoren versehenen Manuskripte dürfen im Druck 20 Seiten nicht überschreiten.

Die Redaktion bittet um eine allgemein verständliche Zitierweise (naturwissenschaftlich oder in Endnoten) und empfiehlt dazu die Richtlinien für Veröffentlichungen der Römisch-Germanischen Kommission in Frankfurt a. M. und die dort vorgeschlagenen Zeitschriftenabkürzungen. Weitere Hinweise finden sich auf <http://web.rgzm.de/publikationen/verlagsprogramm/zeitschriften/archaeologisches-korrespondenzblatt.html>

## ISSN 0342-734X

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages

© 2015 Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums

Redaktion und Satz: Manfred Albert, Michael Braun, Marie Röder, Martin Schönfelder

Herstellung: gzm Grafisches Zentrum Mainz Bödige GmbH, Mainz

Das für diese Publikation verwendete Papier ist alterungsbeständig im Sinne der ISO 9706.

## **FISCHKNOCHEN ALS INDIKATOREN FÜR GEWÄSSERZUSTAND UND MENSCHLICHE FISCHSELEKTION**

EINE ZUSAMMENFASSENGE AUSWERTUNG MITTELALTERLICHER  
UND NEUZEITLICHER FISCHRESTE AUS DEM RHEINEINZUGSGEBIET DER SCHWEIZ

Die Interaktion zwischen dem Menschen und seiner Umwelt stellt ein wichtiges Forschungsfeld in der Archäologie dar. Archäobiologische Untersuchungen belegen, dass auch aquatische Ökosysteme spätestens seit dem Neolithikum unter dem Einfluss des Menschen standen. Die Auswertung archäologischer Fischreste spielt dabei eine wesentliche Rolle.

In einzelnen Publikationen zu Fischresten aus mittelalterlichen und neuzeitlichen Fundstellen der Schweiz wurden Fragen zum menschlichen Umgang mit den aquatischen Ökosystemen aufgegriffen (Tab. 1), eine zusammenfassende sowie übergreifende Betrachtung stand jedoch noch aus und wird nun in der vorliegenden Arbeit präsentiert. Mit einer Kombination von archäozoologischen, ökologischen und historischen Methoden konnten Faktoren wie der Fangdruck auf die Fischbestände, die Auswahl der Fanggründe, Veränderungen des Gewässerzustandes, aber auch eine menschliche Fischselektion erkannt werden, die die Zusammensetzung der Fischartenspektren in archäologischen Fundorten beeinflussen.

### **FORSCHUNGSSTAND: ARCHÄOLOGISCHE UND HISTORISCHE QUELLEN IM VERGLEICH**

Historische Schriftquellen geben einen ersten Eindruck von den gewässerökologischen wie auch soziokulturellen Aspekten, die in der Beziehung von Mensch, Fisch und Wasser eine Rolle spielten. Über Fischerei, Fischverkauf und Fischkonsum berichten schon früh- und hochmittelalterliche Schriftzeugnisse (vgl. u. a. von Liebenau 1897; Egli 1909; Aeschbacher 1923). Spätestens ab der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts wurden Fischereiverordnungen für die meisten größeren Schweizer Gewässer formuliert (z. B. Schnell 1865; von Liebenau 1897; Aeschbacher 1923; Elsener 1951; Müller 1989; Amacher 1996). Auffallend häufig sind Vorschriften zum Schutz der Jungfische und des Fischlaichs. Weiter ist in den Fischereiverordnungen festgehalten, dass für Selbstversorger das Fischen mit einfachen Geräten wie Angel oder Kescher in Gewässerabschnitten am Ufer erlaubt war (z. B. Schnell 1865). Dies ermöglichte auch in weniger kaufkräftigen Bevölkerungsschichten eine gelegentliche Bereicherung des Speiseplans. Berufsfischer dagegen besaßen die nötige Infrastruktur und Berechtigung zum Fang und Verkauf von exklusiven Fischarten wie Lachs oder Hecht (Amacher 2006). Diese Fischarten waren vor allem der besser gestellten Bevölkerungsschicht zugänglich. Die Fischereiverordnungen legen die große Bedeutung des Erhalts der einheimischen Fischbestände dar, wobei wohl noch kein rein ökologischer Gedanke im Vordergrund stand, sondern eher die Sicherung der Bevölkerungsverorgung. Um die einheimische Fischfauna zu entlasten, wurden zusätzlich konservierte Meeresfische wie Hering (*Clupea harengus*) auf dem Fischmarkt feilgeboten und künstliche Fischteiche angelegt (Amacher 1996; Häberle/Marti-Grädel 2006). Andere historische Quellen, wie klösterliche Kon-

Gewässer-kategorie	Fundstelle	Ab-kür-zung	Stadt/Kanton	Nr. in Abb. 1	Befund	Datie-rung (Jh. AD)	Literaturnachweis	
Rheinabschnitt 1	Altenberg	AB	Füllinsdorf/BL	2	Kultur-/Abfallschicht	11	Marti-Grädel 2008; Marti/Meyer/Obrecht 2013	
	Schnabelgasse Phase 1	SG 1	Basel/BS	1	Latrine	12	Häberle u. a. 2010; Rodel 2002	
	Bäumleingasse	BG	Basel/BS	1	Latrine	13	Hüster Plogmann u. a. 1999	
	Schnabelgasse Phase 2	SG 2	Basel/BS	1	Latrine	14	Häberle u. a. 2010; Rodel 2002	
	Wildensteinerhof	WI	Basel/BS	1	Latrine	14	Hüster Plogmann/Veszeli 2001	
	Kleinhünigen Fischerhaus Phase 1	KLFH 1	Basel/BS	1	Kultur-/Abfallschicht	Dez-14	Hüster Plogmann 2005; Springer 2005	
	Museum der Kulturen Latrine 1	MKB 1	Basel/BS	1	Latrinen	15/16	Häberle 2009; Straumann 2010	
	Museum der Kulturen Latrine 2	MKB 2	Basel/BS	1	Latrinen	15/16	Häberle 2009; Straumann 2010	
	Reischacherhof	REI	Basel/BS	1	Latrine	17	Schibler/Hüster Plogmann 1996	
	Kleinhünigen Fischerhaus Phase 2	KLFH 2	Basel/BS	1	Kultur-/Abfallschicht	18-19	Hüster Plogmann 2005; Springer 2005	
	Rheinabschnitt 2	Allerheiligen Phase 1	SHA 1	Schaffhausen/SH	3	Latrinen	11	Rehazek/Brombacher 1999; Banteli/Gamper/Lehmann 1999
		Allerheiligen Phase 2	SHA 2	Schaffhausen/SH	3	Latrinen	12	Rehazek/Brombacher 1999; Banteli/Gamper/Lehmann 1999
		Obere Kirchgasse	WKG	Winterthur/ZH	8	Latrine	12	Hüster Plogmann/Stopp/Kühn 2002; Hüster Plogmann/Kühn 2013
		Obergasse	WOG	Winterthur/ZH	8	Latrine	13	Hüster Plogmann/Stopp/Kühn 2002; Hüster Plogmann/Kühn 2013
		Stein am Rhein Phase 1	STRH 1	Stein am Rhein/SH	4	Latrinen	13/14	Rehazek 2006; Banteli/Höneisen 2006
		Stein am Rhein Phase 2	STRH 2	Stein am Rhein/SH	4	Latrinen	14/15	Rehazek 2006; Banteli/Höneisen 2006
		Allerheiligen Phase 3	SHA 3	Schaffhausen/SH	3	Latrinen	15/16	Rehazek/Brombacher 1999; Banteli/Gamper/Lehmann 1999
Stein am Rhein Phase 3		STRH 3	Stein am Rhein/SH	4	Latrinen	15/16	Rehazek 2006; Banteli/Höneisen 2006	
See		Multergasse Phase 1	SGM	St.Gallen/SG	6	Latrine	12	Häberle 2011; Schindler 2009
		Multergasse Phase 2	SGM	St.Gallen/SG	6	Latrine	13	Häberle 2011; Schindler 2009
	Schoffelgasse	ZHS	Zürich/ZH	7	Latrine	13	Hüster Plogmann/Kühn/Motschi 2004	
	Weesen	WEE	Weesen/SG	5	Ehgraben	14	Häberle in Vorb.; Hornberger 2008	

**Tab. 1** Informationen zu den archäologischen Fundstellen, Fundorten, Befunden und Datierung.

stitutionen, Spitalverordnungen oder Werke zur Gesundheitslehre, belegen jedoch die anhaltende Nachfrage nach Fisch aus lokalen Gewässern (Hüster Plogmann 2006; Häberle u. a. 2008).

Weitere historische Quellen lassen erahnen, dass neben dem enormen Fischkonsum andere Faktoren die Fischbestände bedrohten. In den Städten wurden Abfälle aus Haushalt, Handwerk und Gewerbe in die Gewässer eingeleitet und diese belasteten Fische und deren Lebensraum (Simon-Muscheid 2006). Besonders immissionsreiche Berufe wie Gerberei, Metzgerei, Walkerei, Färberei oder Papiermacherei wurden deshalb vielerorts in untere Stadtteile oder an den Ausgang des Stadtbachs verbannt (Simon-Muscheid 2006). Für den Großteil der Bevölkerung schien diese räumliche Verschiebung der gewässerbelastenden Gewerbe eine annehmbare Lösung, nicht jedoch für die von abnehmenden Fangzahlen betroffenen Fischer, wie schriftlich festgehaltene Fälle von Auseinandersetzungen zwischen Fischern und Gerbern verdeutlichen (Simon-Muscheid 2006). Zusätzlich ist aufgrund der verstärkten Siedlungstätigkeit im Laufe der Epochen eine Erhöhung des menschlichen Einflusses auf die aquatischen Ökosysteme zu vermuten (Jackson u. a. 2001).

»Handfeste« Belege zum menschlichen Umgang mit Gewässern und Fischen sind die archäologischen Fischreste, die zu Tausenden in den mittelalterlichen und neuzeitlichen Fundstellen der Schweiz entdeckt wurden. Diese hohe Anzahl an Fischresten weist eindeutig auf eine starke Befischung der Gewässer hin. Wie bei jeglichem archäologischen Material kann auch der Aussagegehalt der Fischreste bis zu einem bestimmten Grad durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden, beispielsweise durch ungeeignete Grabungsmethoden oder unbekanntes tafonomische Prozesse (z. B. Zohar/Belmaker 2005; Partlow 2006). Ebenso muss die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass die archäologischen Überreste der damals gefangenen und konsumierten Fische nicht ausschließlich aus lokalen Fischgründen stammen. Da die untersuchten Fundstellen sich alle in der Nähe von Flüssen, Bächen oder Seen befinden, wird jedoch vornehmlich von der Befischung dieser nahe gelegenen Gewässer ausgegangen. Ein Transport ist nur für größere Frischfischexemplare anzunehmen (Hoffmann 2001), kleine und somit leicht verderbliche Fische unter 10 cm waren sicherlich nicht dafür geeignet. Der Großteil der gefundenen Reste kann solchen Jungfischen zugewiesen werden, deren Fang einerseits schriftlichen Quellen zufolge vielerorts verboten wurde. Andererseits werden diese kleinen Jungfische als bedeutende Fasten- oder Krankenspeise beschrieben (z. B. Rehazek/Brombacher 1999; Hüster Plogmann 2006; Häberle u. a. 2008). Heringsfunde (*Clupea harengus*) belegen den Handel mit Meeresfisch ab dem 11. Jahrhundert (Marti-Grädel 2008) und erste archäologische Hinweise auf Teichkarpfen (*Cyprinus carpio*) finden sich aus neuzeitlichen Fundstellen (Schibler/Hüster Plogmann 1996; Häberle 2009).

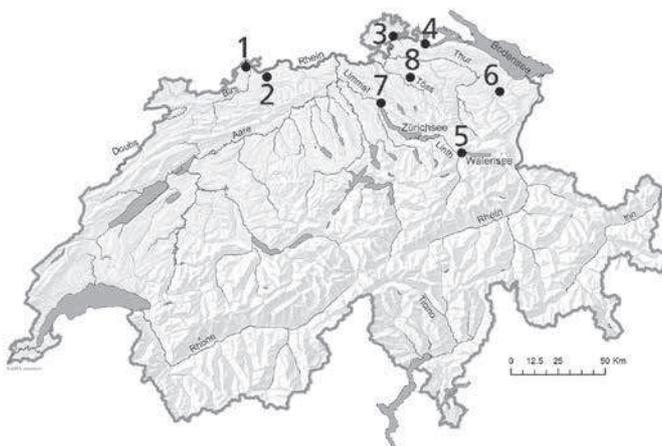
Die in schriftlichen Quellen abgefassten Informationen werden also teilweise durch die archäologischen Fischreste bestätigt. Die bisher gewonnenen Erkenntnisse sollen nun mit der hier vorgelegten übergreifenden Untersuchung in einen größeren Kontext gestellt und detaillierter analysiert werden.

## MATERIAL

Für die Untersuchung wurden rund 80 000 Fischreste aus 14 mittelalterlichen und neuzeitlichen Fundstellen ausgewählt (Tab. 1-2), die während der letzten 20 Jahre am Institut für Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie der Universität Basel (IPNA) ausgewertet wurden. Die Fundorte decken den Zeitraum vom 11. bis zum 19. Jahrhundert ab. Es handelt sich bei den meisten archäologischen Befunden um Latrinen, in denen sehr gute Erhaltungsbedingungen und -chancen für die fragilen Fischreste bestehen und eine kurze Akkumulationszeit des archäologischen Materials gegeben ist (z. B. Hüster Plogmann u. a. 1998; Häberle u. a. 2008).

Fischgilden: Zugehörigkeit nach Toleranz	Fischart		See	Forellen- region	Äschen- region	Barben- region	Brachsen- region
intolerant	<i>Barbus barbus</i> *	Barbe*		---	██████████		
	<i>Chondrostoma nasus</i> *	Nase*		---	██████████		
	<i>Salmo trutta fario</i> *	Bachforelle*		██████████	---		
	<i>Salmo trutta lacustris</i> *	Seeforelle*	██	██████████	---		
	<i>Salmo salar</i>	Lachs (ausgestorben)	---	---	---	---	---
	<i>Coregonus spec.</i>	Felchen	██	?	?	?	
	<i>Thymallus thymallus</i> *	Äsche*			---	██████████	---
	<i>Salvelinus alpinus</i>	Seesaibling	██				
	<i>Cottus gobio</i> *	Groppe*			██████████	---	
	<i>Lota lota</i> *	Trüsche*	██	---	---	██████████	---
	Salmonidae indet.	Lachsartige unbestimmt	---	---	---	---	---
tolerant	<i>Leuciscus spec.</i>	Döbel?	---	---	██████████	██████████	---
	<i>Leuciscus cephalus</i>	Döbel	---	---	██████████	██████████	---
	<i>Alburnus alburnus</i>	Laube	██		---	██████████	██████████
	<i>Gobio gobio</i>	Gründling	██		---	██████████	---
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	██			---	██████████
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	██	██████████	---	---	
	<i>Noemacheilus barbartulus</i>	Schmerle	██	██████████	---	---	
	<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch/Egli	██		---	██████████	---
<i>Esox lucius</i>	Hecht	██		---	██████████	---	
tolerant/sehr tolerant	Cyprinidae indet.	Karpfenartige unbestimmt	---	---	---	---	---
sehr tolerant	<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaugen	██		---	██████████	---
	<i>Tinca tinca</i>	Schleie	██			---	██████████
	<i>Abramis brama</i>	Brachse	██			---	██████████
	<i>Abramis bjoerkna</i>	Blicke	██			---	██████████
	<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	██	---	██████████	██████████	██████████

**Tab. 2** In den Fundstellen nachgewiesene einheimische Arten, eingeteilt nach den definierten Fischgilden (intolerant, tolerant, sehr tolerant), sowie deren Vorkommen in den verschiedenen Fischregionen (Forellen-, Äschen-, Barben- und Brachsenregion). Die Balken stellen das Hauptverbreitungsgebiet der jeweiligen Art dar (in Anlehnung an Schager/Peter/Göggel 2004). Indikatorarten sind mit \* bezeichnet.



**Abb. 1** Lokalisation der Fundorte: 1 Basel. – 2 Füllinsdorf. – 3 Schaffhausen. – 4 Stein am Rhein. – 5 Weesen. – 6 St. Gallen. – 7 Zürich. – 8 Winterthur. – In Basel befinden sich sechs Fundstellen, in Winterthur zwei Fundstellen, in den restlichen Fundorten jeweils eine Fundstelle; weitere Informationen vgl. **Tab. 1**. – (Karte S. Häberle; Vorlage Bundesamt für Landestopografie, Wabern).

Die Fundstellen aus Basel, Füllinsdorf (Kt. Basel-Landschaft), Stein am Rhein (Kt. Schaffhausen), Schaffhausen und Winterthur (Kt. Zürich) befinden sich im Rheineinzugsgebiet und können biogeographisch dem Mittelland zugeordnet werden (Gonseth u. a. 2001). Zum Vergleich wurden innerhalb des Rheineinzugsgebiets Fundorte in der Nähe eines Sees (Stadt Zürich und St. Gallen) hinzugezogen (**Abb. 1; Tab. 2**). Einzig die Fundstelle Weesen am Walensee (Kt. St. Gallen) befindet sich in der biogeographischen Region der Voralpen. Da sich heute das Fischartenspektrum jedoch nur zwischen der Alpennord- und der Alpensüdseite unterscheidet, ist anzunehmen, dass für das Mittelalter und die Neuzeit das Gleiche gilt. Ein Vergleich der in den Fundstellen vorhandenen Fischartenspektren lässt sich also aus biogeographischer Sicht durchführen.

Die Fischreste stammen aus entnommenen Sedimentproben der Fundorte, die über eine Siebkolonne von 4,1 und 0,35 mm Maschengröße geschlämmt wurden. Einzig von der Fundstelle Füllinsdorf-Altenberg (Abb. 1, 2) wurden auch von Hand aufgelesene Fischreste miteinbezogen. Die Artbestimmung der Fischreste erfolgte anhand der Vergleichssammlung am IPNA aufgrund morphologischer Kriterien. Dabei stellte die Identifizierung von Karpfenartigen (Cypriniden) eine besondere Herausforderung dar, weil nur wenige Skelettelemente der Cypriniden artspezifische Merkmale aufweisen und diese zusätzlich bei Jungfischen noch kaum ausgeprägt sind. Für die Bestimmung der Cypriniden wurde darüber hinaus auf die verfeinerte Methode von Wim Wouters (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique) zurückgegriffen (Wouters 2009).

An vollständig erhaltenen und artbestimmten Skelettelementen wurde die Totallänge der jeweiligen Individuen rekonstruiert (TL in cm: Länge vom Schnauzenende bis zum Ende der längeren Schwanzflossenlappe), wobei die Größenschätzung auf dem Vergleich von Skeletten moderner Fische mit bekannter Totallänge basiert.

## METHODEN ZUR ÖKOLOGISCHEN EINSCHÄTZUNG MITTELALTERLICHER UND NEUZEITLICHER GEWÄSSER

Fische sind sehr gute Bioindikatoren und liefern in ökologischen Studien wichtige Erkenntnisse zum aktuellen Gewässerzustand. Um Aussagen zur mittelalterlichen und neuzeitlichen Gewässersituation zu erlangen, wurde eine Methode zur Einschätzung der modernen Gewässerökologie gewählt. Diese beruht auf der Anwendung von ökologischen Parametern an Fischen (Schager/Peter/Göggel 2004). Für die Umsetzung dieses methodischen Ansatzes an dem zahlenmäßig umfangreichen archäologischen Material wurden die Fischarten in Fischgilden gruppiert und die Fundstellen nach gewässerökologischen Aspekten eingeteilt.

### Gruppierung der Fischarten in Fischgilden

Ökologische Fischgilden (Tab. 2) fassen diejenigen Fischarten zusammen, die ähnliche Strategien zur Ressourcennutzung verfolgen oder eine ähnliche Lebensform zur Reproduktion, Ernährung oder Migration aufweisen (Jungwirth u. a. 2003). Für die vorliegende Arbeit wurde die Toleranz gegenüber Verschmutzung und Degradierung der Gewässer, insbesondere gegenüber anthropogen bedingten Veränderungen, als Kriterium zur Definition der Fischgilden verwendet (nach Oberdorff/Hughes 1992; Belpaire u. a. 2000; Schager/Peter/Göggel 2004; Weber/Peter 2005; ergänzt durch Angaben in Muus/Dahlström 1990; Zaugg u. a. 2003). Es wurden drei Gilden definiert: intolerante, tolerante und sehr tolerante Arten (Tab. 2).

Unter den Bezeichnungen *Leuciscus spec.*, *Coregonus spec.* (Tab. 2) wurden nicht weiter bestimmbare Reste der Gattungen *Leuciscus* und *Coregonus* zusammengefasst. Aufgrund des Verbreitungsmusters, der Skelettmorphologie und der rekonstruierten Größe können die Reste der *Leuciscus spec.* am ehesten dem Döbel und somit der Gilde der »toleranten« Arten zugeordnet werden. Coregonen gehören zu den sensiblen Fischarten, deshalb lassen sich die nicht weiter artbestimmten Felchenreste (*Coregonus spec.*) in die Gilde der intoleranten Arten einreihen. Für die nicht artbestimmbaren Reste von Salmoniden und Cypriniden wurden aufgrund der fehlenden Artzuweisung zwei weitere Fischgilden definiert. Alle Arten aus der Familie der Lachsartigen (Salmonidae) reagieren empfindlich auf Gewässerveränderungen. Deshalb werden die unbestimmbaren Salmoniden als zusätzliche, intolerante Gilde betrachtet. Die unbestimmbaren Cyprini-

denreste wurden einer weiteren, toleranten Gilde zugewiesen, die wohl vor allem weitere tolerante bis sehr tolerante Cypriniden umfasst, da sich die intoleranten Arten Barbe (*Barbus barbus*) und Nase (*Chondrostoma nasus*) skelettmorphologisch gut von diesen unterscheiden lassen.

### Einteilung der Fundstellen

Fließgewässer werden traditionell in Fischregionen eingeteilt (Huet 1949), die nach den jeweiligen Leitarten als Forellen-, Äsche-, Barben- und Brachsenregion angesprochen werden (Tab. 2). S. Gerster und E. Staub (1991) halten aufgrund frühneuzeitlicher Beschreibungen damals vorkommender Fischarten fest, dass der damalige Hochrhein ähnlich wie heute vorwiegend als Äschen- und Barbenregion bezeichnet werden kann. Als typische Äschenregion beschreiben S. Gerster und E. Staub (1991) den Abschnitt zwischen Stein am Rhein über den Rheinfall von Schaffhausen bis zur Thurmündung, während von der Thurmündung bis zur Aaremündung Nasen dominieren, aber auch Äschen und Forellen anzutreffen sind (Abb. 1). Dieser Abschnitt stellte also einen Übergang zwischen Äschen- und Barbenregion dar. Die typische Barbenregion befand sich weiter stromabwärts, zwischen der Aaremündung und Basel. Ähnlich dem Rhein unterlagen auch die Schweizer Seen Veränderungen. Aufgrund historischer Quellen kann aber von einem ähnlichen Fischartenspektrum wie heute ausgegangen werden.

Gemäß den oben genannten Definitionen wurden die hier berücksichtigten Fundstellen nahe dem Rhein und seinen Nebenflüssen in die zwei Kategorien »Rheinabschnitt 1« und »Rheinabschnitt 2« eingeteilt (Tab. 1). Rheinabschnitt 1 könnte gemäß S. Gerster und E. Staub (1991) der oben erwähnten Barbenregion, Rheinabschnitt 2 der Äschenregion zugeordnet werden, wobei beachtet werden muss, dass die Übergänge fließend sind (Tab. 2). Diese hypothetisch entwickelte Einteilung der Fischregionen soll anhand der archäologischen Fischreste überprüft werden. Die Fundstellen Zürich-Schöffelgasse, St. Gallen-Multergasse und Weesen wurden aufgrund ihrer Nähe zum Zürcher-, Boden- oder Walensee der dritten Kategorie »See« zugeordnet (Tab. 1). Die Fundorte wurden ihrer Datierung entsprechend innerhalb dieser Kategorien in Zeitabschnitte zusammengefasst.

### Ökologische Parameter zur Einschätzung der Gewässer

Zur Einschätzung der damaligen ökologischen Gewässersituation wurden folgende Parameter der Publikation von E. Schager u. a. (2004) zur Beurteilung der modernen Schweizer Fließgewässer angewendet und an die Auswertung von archäologischen Fischresten angepasst:

Parameter 1: Fischartenspektrum, Fischgildenspektrum und Dominanzverhältnis

Mit diesem Parameter wird untersucht, ob die nachgewiesenen Arten und Gilden den jeweiligen Fischregionen bzw. Gewässertypen entsprechen und ob Unterschiede zwischen den Arten- und Gildenspektren der Fundstellen bestehen. Das Dominanzverhältnis erfasst das Verhältnis der Arten- und Gildenhäufigkeiten zueinander und kann weitere Hinweise zum Zustand der Fischfauna und des Gewässers liefern. Für Parameter 1 werden zusätzlich ausgesuchte Indikatorarten gesondert betrachtet. Als Indikatorarten wurden die in vielen gewässerökologischen Studien genutzte Bach-/Seeforelle (*Salmo trutta* subsp.) und Groppe (*Cottus gobio*)<sup>1</sup> gewählt (z. B. Schager/Peter/Göggel 2004; Küry/Heller 2005), die für die Beurteilung der Äschenregion (Bachforelle und Groppe) und der Seen (Seeforelle) herangezogen werden. Für die Barbenregion wurden die Barbe und ihre Begleitarten Nase und Trüsche ausgewählt.

Parameter 2: Populationsstruktur von ausgewählten Indikatorarten (Bachforelle, Barbe, Groppe)

Es wird das Vorhandensein von verschiedenen Altersklassen, insbesondere der Altersklasse 0<sup>+</sup> (Individuen bis und mit 1 Jahr alt) und der Altersklasse >0<sup>+</sup> (Individuen über 1 Jahr alt), überprüft, denn dieses wird als Beleg für eine ausgeglichene Population und eine funktionierende Reproduktion angesehen (Schäger/Peter/Göggel 2004). Für die Einteilung in 0<sup>+</sup>- und >0<sup>+</sup>-Kohorten wurde die rekonstruierte Größe der archäologischen Fischreste aus der Literatur (Tab. 1) übernommen. Die größtenbestimmten Fischreste wurden nach dem von D. Küry und M. Heller (2005) angegebenen, artspezifischen Verhältnis zwischen Alter und Totallänge den entsprechenden Altersklassen zugeordnet. Barben erreichen mit einem Jahr eine durchschnittliche Größe von 10 cm, Bachforellen von 11 cm, daher ist die 0<sup>+</sup>-Generation dieser Arten hauptsächlich der Größenklasse 1 (5-10 cm) zuzurechnen. Groppen weisen als 0<sup>+</sup>-Individuen eine Größe von 3 cm auf (Zbinden/Pilotto/Dorouvenoz 2004). Aufgrund der wenig ausgeprägten Verknöcherung des Skeletts ist dieses Altersstadium in archäologischen Befunden kaum nachzuweisen und so wird bei der Groppe das Vorhandensein verschiedener Altersstadien bewertet. In manchen Fundstellen liegen größtenbestimmte Reste nur in geringer Anzahl vor.

Bei der Übertragung von den Parametern 1 und 2 auf archäologisches Material muss bedacht werden, dass in modernen gewässerökologischen Studien festgelegte Fangareale untersucht werden, um absolute Fischbestanddichte zu berechnen. Auch werden gefangene Tiere auf Krankheiten, Deformationen und Anomalien überprüft. Die so erlangten Informationen fehlen bei der Auswertung von archäologischen Fischresten. Trotzdem kann ein Eindruck von Gewässeränderungen und Fangdruck vermittelt werden, insbesondere wenn, wie hier, Fundstellen einer bestimmten Region diachron untersucht werden können.

Eine statistische Auswertung zu den Parametern der Gewässereinschätzung erfolgte mit nicht-parametrischen ANOVA (*analysis of variance*)-Tests (Kruska-Wallis und Mann-Whitney-U) mit PAST (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis; Hammer/Harper/Ryan 2001).

## **METHODE ZUR UNTERSUCHUNG DES MENSCHLICHEN EINFLUSSES AUF DIE ARCHÄOLOGISCHE FISCHARTENVIELFALT**

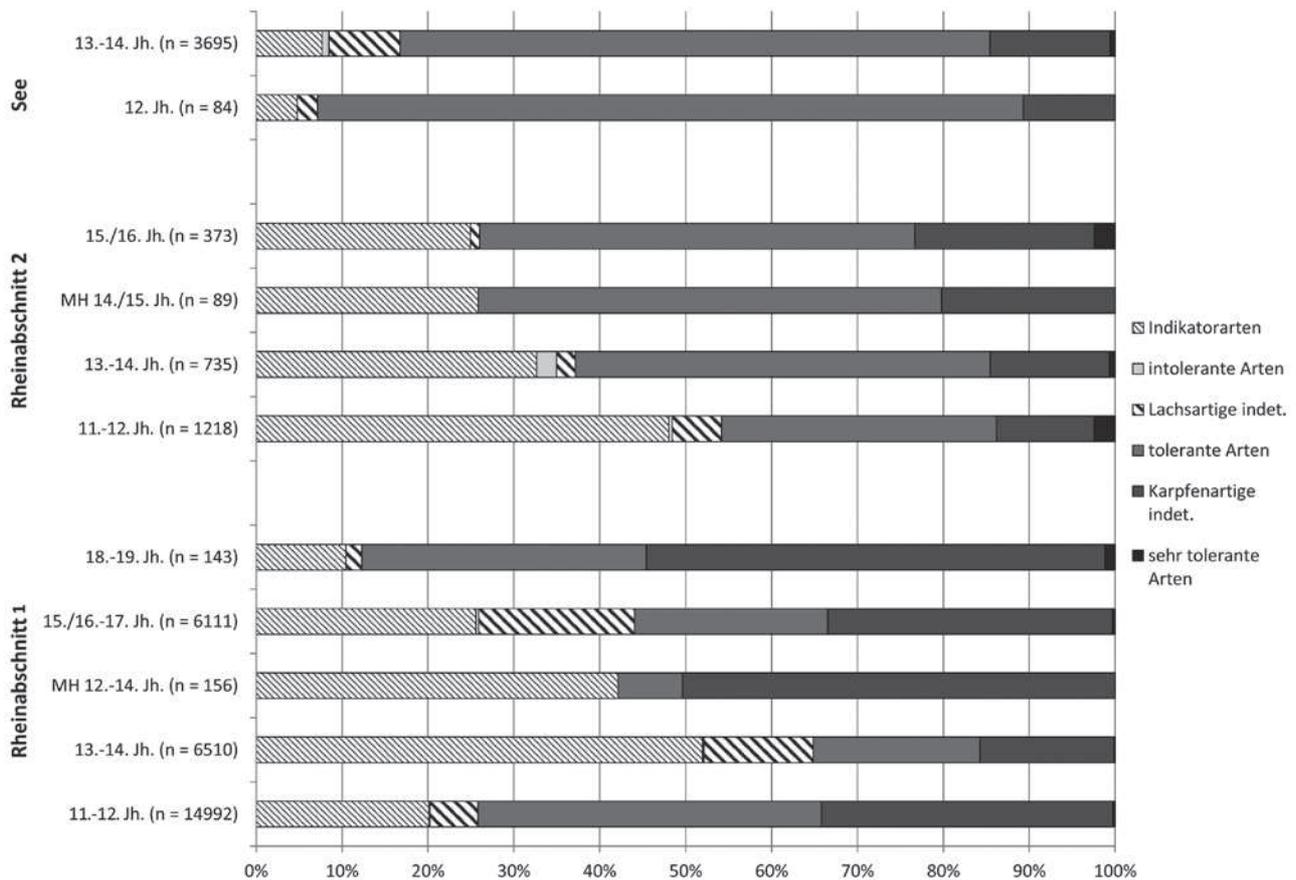
In modernen gewässerökologischen Studien findet häufig eine Berechnung von Biodiversitätsfaktoren Verwendung (z.B. Heip/Herman/Soetaert 1998; Hörger/Keiser 2003; Rau 2010). Eine solche Berechnung stellt der Shannon-Wiener-Index dar, mit dem die Artenvielfalt eines ökologischen Systems beschrieben werden kann (z. B. Hörger/Keiser 2003; Colwell 2009):

$$H_n = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$$

$H_n$  = Diversitätsindex,  $p_i$  = relative Häufigkeit der Art  $i$ ,  $n$  = Anzahl der vorhandenen Arten.

Der Shannon-Wiener-Index  $H_n$  berücksichtigt dabei die Artenanzahl sowie die Anzahl von Individuen innerhalb einer Art. Je höher die Kennzahl des Shannon-Wiener-Index, desto höher ist die Artenvielfalt innerhalb des untersuchten Systems. Meist wird der Shannon-Wiener-Index mit der Evenness ( $E = H_n / \ln n$ ) kombiniert. Die Evenness beschreibt die Verteilung der Arten im vorhandenen Artenspektrum (z. B. Hörger/Keiser 2003; Colwell 2009), wobei der Wert für die Evenness zwischen 0 (stärkste Ungleichverteilung) und 1 (totale Gleichverteilung) liegt. Während der Shannon-Wiener-Index also die Artenvielfalt beschreibt, lässt sich anhand der Evenness untersuchen, ob gewisse Fischarten im Fischartenspektrum einer Fundstelle dominieren.

Die Berechnung von Biodiversitätsfaktoren wurde bereits in einigen archäozoologischen Studien angewendet (Cruz-Urbe 1988; Bar-Oz/Dayan/Kaufmann 1999; Broughton u. a. 2011). Der Aussagewert bezüglich



**Abb. 2** Relative Anteile der definierten Fischgilden, eingeteilt nach den drei Gewässerkategorien und Datierungen. – MH = Mischhorizont. – (Graphik S. Häberle).

der Rekonstruktion der tatsächlich vorhandenen natürlichen Artenvielfalt wird im Gegensatz zu modernen Ökosystemen insbesondere durch eine damals stattfindende menschliche Selektion eingeschränkt (Zohar/Belmaker 2005). In einer Studie von S. Gaudzinski und M. Street (2003) wurde dieser Umstand dazu genutzt, mit der Berechnung eines Biodiversitätsfaktors (*Simpson-Index*) Hinweise auf eine selektionierte Jagd in untersuchten magdalénienzeitlichen Faunenkomplexen zu erlangen.

Im Folgenden soll nun analysiert werden, ob neben Indizien für die damalige Fischartenvielfalt auch derartige Selektionsfaktoren an archäologischen Fischresten erkannt werden können, denn nicht nur der Befundkontext (Latrinen, Abfall- und andere Kulturschichten), sondern auch die historischen Quellen implizieren einen solchen Zusammenhang.

Die Berechnung von Shannon-Wiener-Index und Evenness erfolgte ebenfalls mit PAST. Des Weiteren wurde eine Regressionsanalyse (Excel) und ein Kruska-Wallis-Test (PAST) durchgeführt.

## ERGEBNISSE ZUR EINSCHÄTZUNG MITTELALTERLICHER UND NEUZEITLICHER GEWÄSSER

### Spektrum und Dominanzverhältnis der Fischgilden

Abbildung 2 zeigt eine tendenzielle Abnahme der empfindlichen Gilden (Indikatorarten, intolerante Arten, unbestimmbare Lachsartige) in den Rheinabschnitten 1 und 2 im Laufe der Jahrhunderte, wobei in Rhein-

abschnitt 2 (Äschenregion) ein vergleichsweise höherer Anteil der empfindlichen Gilden erwartet wurde. Weiter sind in den beiden Rheinabschnitten hohe Anteile der toleranten Arten und der unbestimmbaren Karpfenartigen vertreten. Auch in den Seefundstellen sind hohe Anteile der toleranten Fischgilden zu verzeichnen. Da es sich mit Ausnahme von Seeforelle, Seesaibling und Felchen bei den empfindlichen Indikatorarten und intoleranten Arten primär um rheophile (strömungsliebende) Fischarten handelt, erstaunt dies jedoch nicht. Aufgrund ihrer Biotopansprüche sind auch Flussbarsch, Hecht und viele tolerante Cyprinidenarten verhältnismäßig stark vertreten (vgl. **Tab. 3**). Auch die rheophilen Arten Äsche, Groppe oder Bachforelle konnten in den Seefundstellen nachgewiesen werden (vgl. **Tab. 3**). Die Gilde der sehr toleranten Fische kommt in allen Fundorten und Gewässerkategorien selten vor. Anteilsmäßig ist sie in den Fundstellen von Rheinabschnitt 2 am stärksten vertreten, in Rheinabschnitt 1 und den Seefundstellen weniger regelmäßig nachgewiesen (vgl. **Tab. 3**), wobei eher eutrophe Gewässer liebende Arten wie Schleie, Brachse, Blicke oder Aal (*Anguilla anguilla*) weniger häufig belegt sind als das anpassungsfähige Rotauge.

Da eine Reduzierung der Anteile an sensitiven Arten auf eine Veränderung, gar auf eine Beeinträchtigung der Gewässer hinweisen kann, erfolgte eine statistische Überprüfung (mit Kruska-Wallis-Test und paarweisem Mann-Whitney-U-Test; **Tab. 4** s. [http://web.rgzm.de/fileadmin/AK/2015-03/Haeberle\\_ua.pdf](http://web.rgzm.de/fileadmin/AK/2015-03/Haeberle_ua.pdf)). Tatsächlich waren zwischen den nach Datierung und Gewässerabschnitten eingeteilten Fischgildenspektren signifikante Unterschiede auszumachen (Kruska-Wallis  $p = 0,0004$ ), wobei sich insbesondere innerhalb des Rheinabschnitts 1 die Gildenspektren der älter datierten von den jüngeren unterschieden (Mann-Whitney-U  $p = 0,021-0,041$ ; **Tab. 4** s. o.). Der Vergleich zwischen der Fischgildenzusammensetzung der Seefundstellen des 12. Jahrhunderts und der des 13.-14. Jahrhunderts ergab ebenfalls statistisch relevante Unterschiede (Mann-Whitney-U  $p = 0,013$ ), die wohl auf der Zusammenfassung der Daten von Fundorten dreier Seen mit stark andersartiger Morphologie beruhen. Innerhalb des Rheinabschnitts 2 gab es weniger statistisch fassbare Divergenzen, jedoch offenbart der Vergleich von Rheinabschnitt 1 mit Rheinabschnitt 2 wiederum die Tendenz zu Unterschieden zwischen älter und jünger datierten Fundstellen.

### Präsenz der Indikatorarten

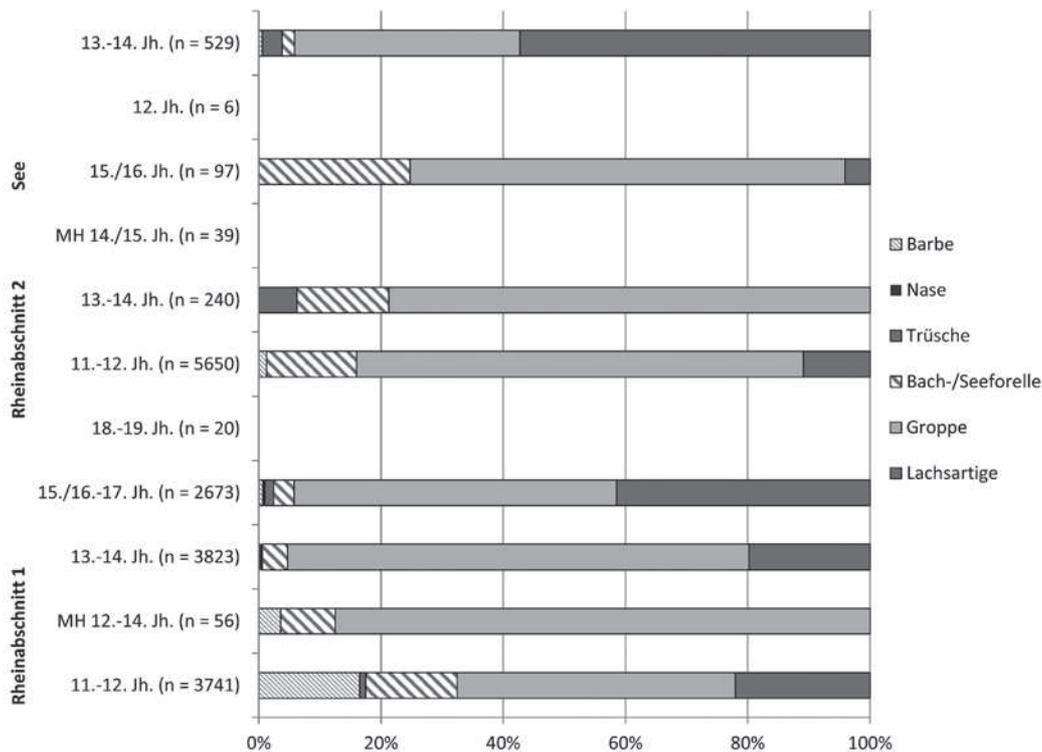
Die Auswertung der Indikatorarten Barbe, Nase, Trüsche (Barbenregion), Bach-/Seeforelle und Groppe (Äschenregion/See) ergab weitere Hinweise zu Gewässerqualität und Fischregion. Miteinbezogen wurde die Gilde der unbestimmten Lachsartigen, da darunter hauptsächlich weitere Reste von Bach- und Seeforellen anzunehmen sind.

Der Fischregion entsprechend finden sich in allen Fundstellen von Rheinabschnitt 1 regelmäßig Barben, wobei die höchste Anzahl in den Fundorten des 11.-12. Jahrhunderts zu verzeichnen ist (**Abb. 3**). In Rheinabschnitt 2 und den Seefundstellen ist diese Indikatorart deutlich weniger oft nachgewiesen. Die Nase, typische Begleitart in der Barbenregion, ist in geringer Anzahl ausschließlich ab dem 14. Jahrhundert in Rheinabschnitt 1 vertreten. Die Trüsche kommt regelmäßig, wenn auch in geringer Anzahl in allen untersuchten Gewässerabschnitten vor. Auch heute ist diese Art vorwiegend in der Barbenregion, aber auch in der Äschenregion und in Seen zu finden. Bachforellen kommen ebenfalls häufig in der Äschenregion vor. Zusammen mit den Seeforellen sind sie regelmäßig in den untersuchten Fundstellen nachgewiesen, mit etwas höheren Anteilen im Rheinabschnitt 2. In Rheinabschnitt 1 ist tendenziell eine Abnahme der Anteile dieser Salmoniden von den älteren zu den jüngeren Fundorten zu beobachten, was wiederum auf Veränderungen im Gewässer hindeutet. Groppen sind räumlich wie auch zeitlich durchgehend und oftmals in hoher Anzahl nachzuweisen.

Die statistische Überprüfung der nach Gewässerabschnitt und Datierung geordneten Indikatorarten ergaben beim Kruska-Wallis-Test signifikante Unterschiede ( $p = 0,0084$ ), wobei diese hauptsächlich zwischen

Fischart	Rheinabschnitt 1 (Basel und Umgebung)										Rheinabschnitt 2 (Stein am Rhein bis Tössmündung)										See (Bodensee, Walensee, Zürichsee)				
	Basel – Schnabelgasse Phase 1 12. Jh.	Basel – Kleinhühningen Phase 1 12.-14. Jh.	Basel – Bäumlengasse 13. Jh.	Basel – Schnabelgasse Phase 2 14. Jh.	Basel – Wildensteinethof 14. Jh.	Basel – Museum der Kulturen 1 15/16. Jh.	Basel – Museum der Kulturen 2 15/16. Jh.	Basel – Reischachethof 17. Jh.	Basel – Kleinhühningen Phase 2 18.-19. Jh.	Total Rheinabschnitt 1	Schaffhausen – Alleheligen Phase 1 11. Jh.	Winterthur – Obere Kirchgasse 12. Jh.	Schaffhausen – Alleheligen Phase 2 12. Jh.	Winterthur – Obergasse 13. Jh.	Stein am Rhein – Bürgerasyl Phase 1 13./ft.14. Jh.	Stein am Rhein – Bürgerasyl Phase 2 14/15. Jh.	Stein am Rhein – Bürgerasyl Phase 3 15/16. Jh.	Schaffhausen – Alleheligen Phase 3 15/16. Jh.	Total Rheinabschnitt 2	St. Gallen – Multergasse Phase 1 12. Jh.	St. Gallen – Multergasse Phase 2 13. Jh.	Zürich – Schoffelgasse 13. Jh.	Weesen 14. Jh.	See Total	
<i>Barbus barbus</i>	185	431	2	3	3	18	9	651	1	2	5	1	1	1	1	1	9	9	9	2	1	2	1	3	
<i>Chondrostoma nasus</i>					13	7	7	27																	
<i>Salmo trutta fario</i>	21	538	5	34	1	15	73	1	785	39	58	35					24	165			11		11		
<i>Salmo trutta subsp. spec.</i>				35	11				46																
<i>Salmo salar</i>	10	3	1						14		3							3							
<i>Coregonus spec.</i>	12		3			8	3		26		4	1	17	9				31		1			24	25	
<i>Thymallus thymallus</i>	6	137	4	18	18	6	8	1	198	6	3	22		1				32		1			25	26	
<i>Salvelinus alpinus</i>				6		8			14														2	2	4
<i>Cottus gobio</i>	56	1703	49	2153	4	731	155	1206	49	1	6107	8	466	1	115	74	23	31	38	756	2	32	50	145	229
<i>Lota lota</i>		38			2	40			80					15				15		2	23		17	42	
<i>Salmonidae</i> indet.	115	710		184	8	564	83	1019	7	3	2693	14	4	53	7	9		4	91	2	38	6	259	305	
<i>Leuciscus spec.</i>		19		26					45		12							12							
<i>Alburnus alburnus</i>		29	4	4	3	1	13	9	59	2	11	4						17					1	1	
<i>Gobio gobio</i>		40		4	5	3	41		94												1			1	
<i>Scardinus erythrophthalmus</i>	1	29	1	1	1	1	1	1	33		2					1		3					1	1	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	8	275	5	5	2	8	32		330					6	3	3		9							
<i>Leuciscus cephalus</i>	6	21			80	5		5	4	116						1		1					1	2	3
<i>Noemacheilus barbartulus</i>		92	2	1	4	4		4	2	105	1		3	2				6							
<i>Perca fluviatilis</i>	20	5203	8	94	40	860	96	1094	47	46	7508	60	242	23	77	268	40	154	28	892	69	631	242	1534	2476
<i>Esox lucius</i>	165	9		5	8	17	11	11	1	216	4	6	33			1	1	1	48			1	40	42	
<i>Cyprinidae</i> indet.	492	4531	67	329	31	622	127	1852	46	87	8184	35	66	40	66	36	18	29	49	339	9	71	24	418	522
<i>Anguilla anguilla</i>	3	8			1	1		1	2	15	2	6						1	9						
<i>Rutilus rutilus</i>		18		2	6		9	1	36	1	6	1	4	1		6	2	21			1	1	19	21	
<i>Cyprinus carpio</i>					1	1	22		24																
<i>Tinca tinca</i>	1	4			1	8			14	1	2							3			1			1	
<i>Abramis brama</i>					1				9		4	5						9							
<i>Abramis bjoerkna</i>									0	1	1							2							
<i>Pisces</i> indet.	2295	23349	54	3071	51	3301	813	6529	158	285	39906	578	706	102	795	279	71	112	89	2732	85	548	693	2073	3399
<i>Pisces</i>	3396	37195	191	5979	135	6330	1291	11934	434	450	67335	750	1523	379	1106	704	169	338	236	5205	169	1347	1034	4561	7111

**Tab. 3** In den Fundstellen nachgewiesene Süßwasserfischarten, Gattungen, Familien. Der aufgelistete Karpfen (*Cyprinus carpio*), aber auch der Hering (*Clupea harengus*) wurden in der gesamten Auswertung nicht miteinbezogen, da nicht einheimisch. Da von der Äsche vorwiegend kaum quantifizierbare Schuppenfragmente vorliegen, werden hauptsächlich ihre Begleitarten bewertet. Indikatorarten sind mit \* bezeichnet.



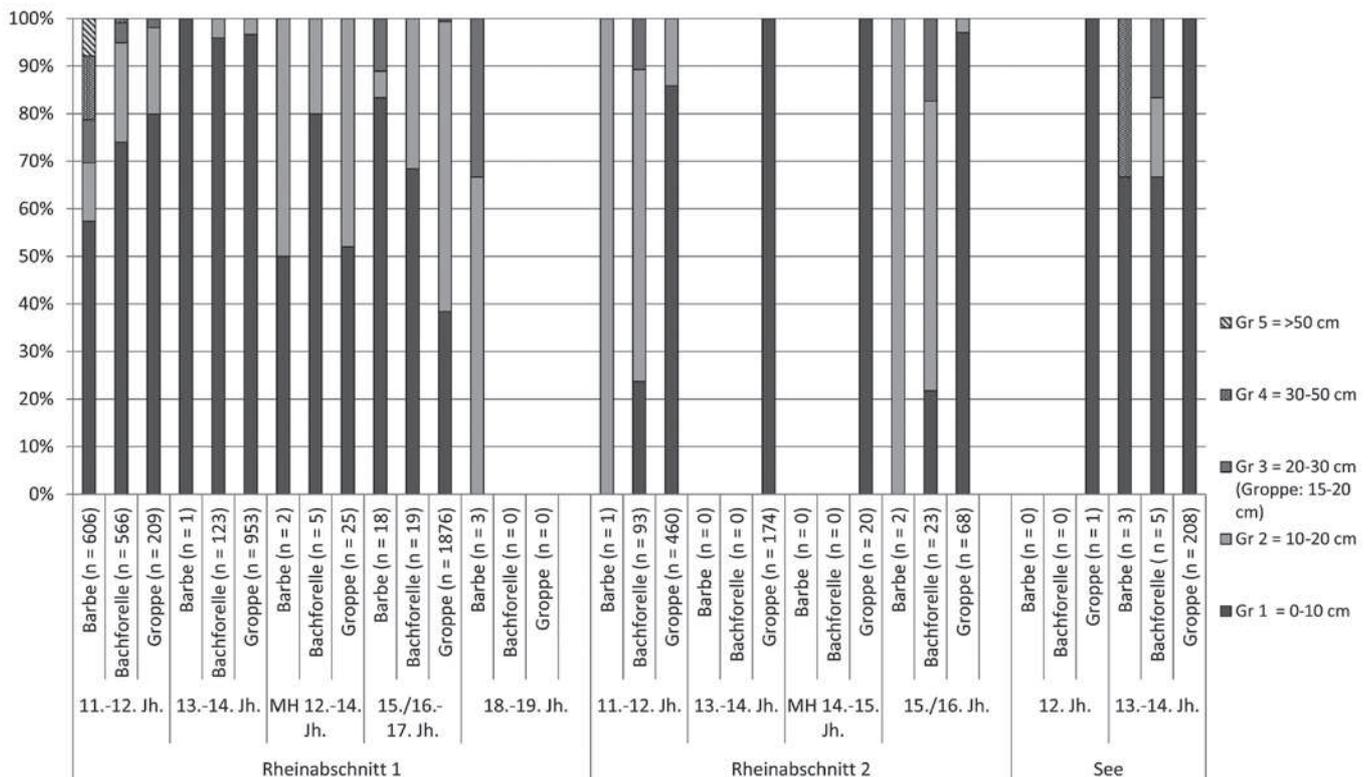
**Abb. 3** Relative Anteile der fünf Indikatorarten Barbe, Nase, Bach-/Seeforelle, Groppe und Trüsche sowie der unbestimmten Lachsartigen. Die Kategorien Rheinabschnitt 1, 18.-19. Jh. ( $n = 17$ ), Rheinabschnitt 2, MH 14./15. Jh. ( $n = 23$ ), und See, 11.-12. Jh. ( $n = 4$ ), fehlen aufgrund der geringen Anzahl an Resten ( $n < 50$ ). – MH = Mischhorizont. – (Graphik S. Häberle).

Rheinabschnitt 1 und Rheinabschnitt 2 und zwischen Rheinabschnitt 1 und den Seefundstellen zu verzeichnen sind (Tab. 5 s. [http://web.rgzm.de/fileadmin/AK/2015-03/Haeberle\\_ua.pdf](http://web.rgzm.de/fileadmin/AK/2015-03/Haeberle_ua.pdf)). Parallel zu den Unterschieden der Fischgilden divergieren innerhalb des Rheinabschnitts 1 die am ältesten datierten von den jüngeren Fundorten (Mann-Whitney- $U p = 0,01-0,045$ ; Tab. 5 s. o.), was auf die Abnahme der Barben und der Bach-/Seeforellen zurückzuführen ist.

### Populationsstruktur

Die Populationsstruktur wurde von den drei zahlenmäßig in den Fundstellen am stärksten vertretenen Indikatorarten Barbe, Bachforelle und Groppe untersucht.

**Abbildung 4** gibt einen Überblick über das Vorhandensein der verschiedenen Altersstadien. Im Rheinabschnitt 1 und in den Seefundstellen überwiegt der Anteil der 0<sup>+</sup>-Kohorten (Größenklasse [Gr] 1) von Barbe und Bachforelle. Einzig im Rheinabschnitt 2 ist bei Barbe und Bachforelle die Gr 2 häufiger vertreten. Zusätzlich sind unter den unbestimmbaren Salmoniden wohl Reste weiterer, maximal einjähriger Forellen zu erwarten, die aufgrund fehlender morphologischer Merkmale nicht artbestimmt werden konnten. Die Groppe ist mit zwei Größenklassen vertreten (Gr 1 und Gr 2), wobei Gr 1 am deutlichsten dominiert, was bei dieser klein bleibenden Art nicht erstaunt. In der ältesten Fundstelle von Rheinabschnitt 1 (11.-12. Jh.) sind zusätzlich wenige Exemplare in Gr 3 vorhanden. Bei Barbe und Bachforelle ist insgesamt eine größere Bandbreite der Größenklassen zu verzeichnen. Die höchste Anzahl an verschiedenen Altersstadien bei allen drei Arten Barbe, Bachforelle und Groppe liegt in den Fundstellen des 11.-12. Jahrhunderts aus Rheinabschnitt 1 (Füllinsdorf-Altenberg und Basel-Schnabelgasse) vor, wobei die Barben in Gr 4 und Gr 5 sowie die Bachforellen in Gr 4 der Fundstelle Füllinsdorf-Altenberg zuzuschreiben sind.

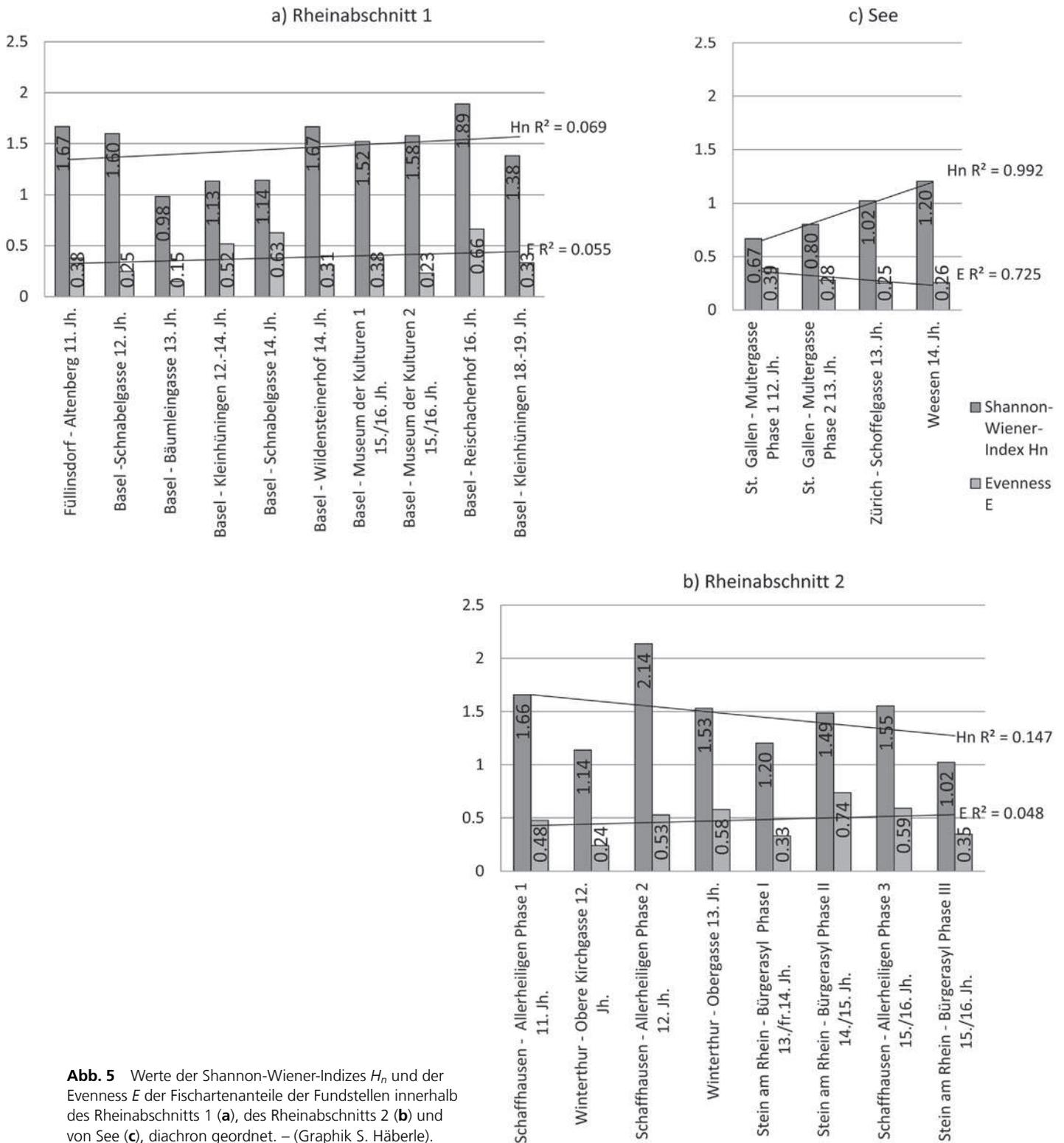


**Abb. 4** Absolute Anzahlen der in Größenklassen (Gr) 1-5 eingeteilten Barben, Bachforellen und Groppen, nach Jahrhunderten und Gewässer kategorien geordnet. – MH = Mischhorizont. – (Graphik S. Häberle).

## ERGEBNISSE ZUR UNTERSUCHUNG DES MENSCHLICHEN EINFLUSSES AUF DIE ARCHÄOLOGISCHE FISCHARTENVIELFALT

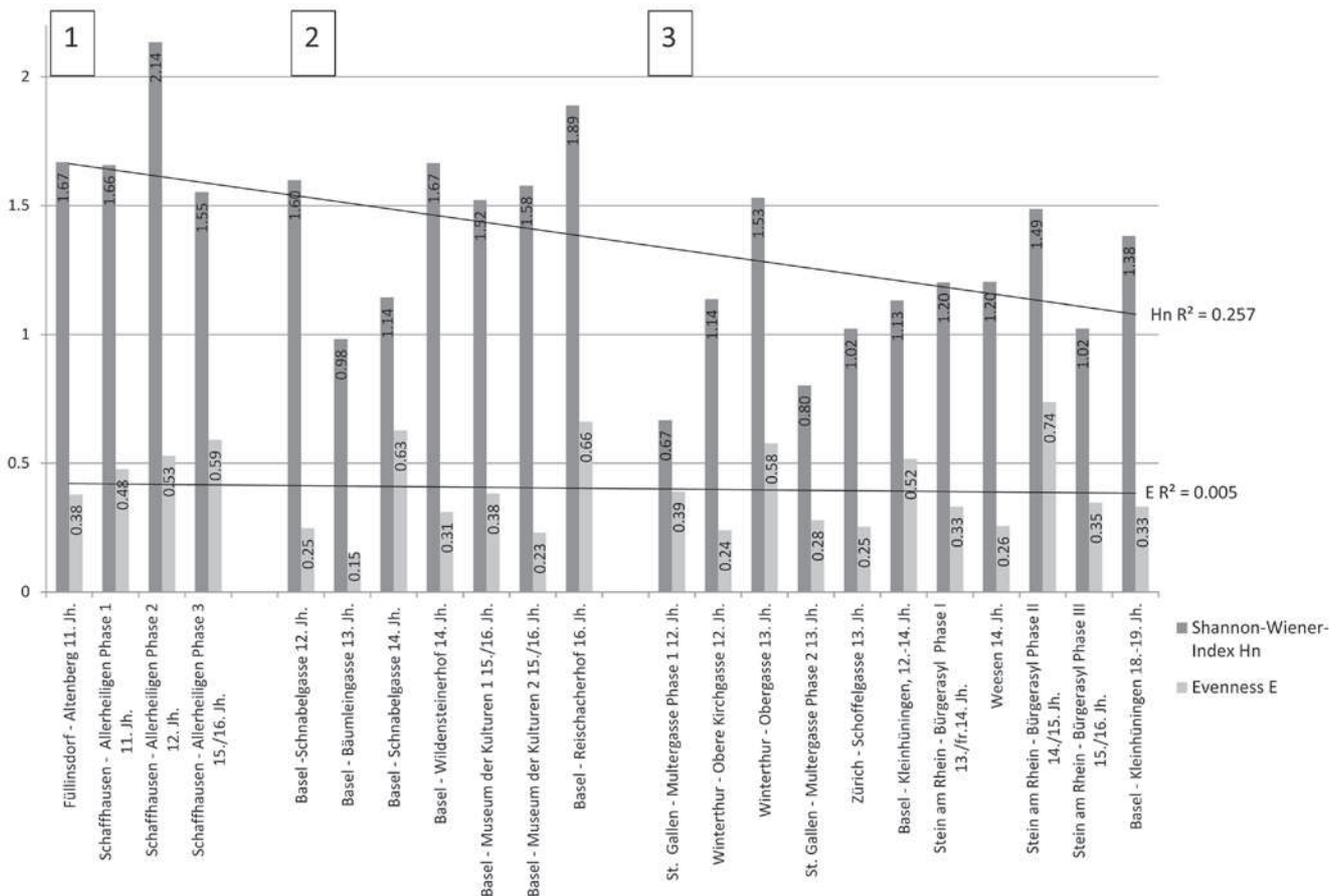
Die berechneten Werte des Shannon-Wiener-Index  $H_n$  und der Evenness  $E$  sind innerhalb der drei untersuchten Gewässerabschnitte sehr unterschiedlich und ergaben auch im diachronen Vergleich der Fundstellen ein heterogenes Bild. In den Rheinabschnitten 1 ( $H_n$ ,  $R^2 = 0,069$ ; **Abb. 5a**) und 2 ( $H_n$ ,  $R^2 = 0,147$ ; **Abb. 5b**) besteht kein signifikanter diachroner Trend. Bei den Seefundstellen können sowohl eine tendenzielle Erhöhung des Shannon-Wiener-Index ( $H_n$ ,  $R^2 = 0,992$ ; **Abb. 5c**) als auch die Tendenz zu einer steigenden Ungleichverteilung der Arten ( $E$ ,  $R^2 = 0,725$ ; **Abb. 5b**) im Laufe der Jahrhunderte beobachtet werden, die sich wahrscheinlich aufgrund des Vergleiches von Fundorten an drei Seen mit sehr unterschiedlicher Morphologie ergaben. Obwohl die Ergebnisse wohl teilweise mit der unterschiedlichen absoluten Zahl der ausgewerteten Reste zusammenhängen, lassen die Resultate insgesamt vermuten, dass neben der biogeographischen Lage und der Zeitstellung noch andere Faktoren die nachgewiesene Fischartenvielfalt beeinflussen. Andernorts (s. Literaturnachweise in **Tab. 1**) wurde angenommen, dass der soziale Status und die Kaufkraft der Fischkonsumenten dabei eine Rolle spielen.

Um dies zu überprüfen, wurden die Fundstellen zusätzlich in die drei Gruppen »Adel, Klerus«, »gut situierte Haushalte« und »wenig begüterte Bevölkerungsschichten« eingeteilt. Diese Einteilung orientiert sich an den jeweiligen Angaben zum soziokulturellen Kontext aus besagter Fundstellenliteratur, die anhand der archäologischen, archäozoologischen und archäobotanischen Auswertung definiert wurden. In **Abbildung 6** zeichnet sich ein Zusammenhang zwischen der Fischartenvielfalt und der gesellschaftlichen Stellung der Konsumenten ab ( $H_n$ ,  $R^2 = 0,312$ ). Dies belegt auch der Kruska-Wallis-Test ( $p = 0,006$ ). Wie die Shannon-Wiener-Indizes zeigen, konnten insbesondere Adel und Klerus (Gruppe 1) auf eine große Artenvielfalt an



**Abb. 5** Werte der Shannon-Wiener-Indizes  $H_n$  und der Evenness  $E$  der Fischartenanteile der Fundstellen innerhalb des Rheinabschnitts 1 (a), des Rheinabschnitts 2 (b) und von See (c), diachron geordnet. – (Graphik S. Häberle).

Fisch zurückgreifen (Abb. 6). Die Evenness des Artenspektrums von Burg Altenberg weist auf die Dominanz von Hecht und Barbe hin ( $E = 0,379$ ; vgl. Artenspektrum in Tab. 3). Die größte Artenvielfalt konnte am Artenspektrum des Klosters Allerheiligen von Schaffhausen Phase 2 ermittelt werden ( $H_n = 2,14$ ; Abb. 6). In allen Phasen des Klosters Allerheiligen liegt zwar ein hoher Anteil an klein bleibenden Fischarten (Groppe) und Jungfischen (Flussbarsche/Egli und Bachforellen) vor, jedoch sind die unterschiedlichen Arten gleichmäßiger verteilt als auf Burg Altenberg ( $E = 0,48-0,59$ ). Den Shannon-Wiener-Indizes zufolge bestand auch



**Abb. 6** Werte der Shannon-Wiener-Indizes  $H_n$  und der Evenness  $E$  der Fischartenanteile einzelner Fundstellen, nach soziokulturellem Kontext gruppiert (Gruppe 1, 2 und 3) und diachron geordnet. – (Graphik S. Häberle).

in »gut situierten Haushalten« (Gruppe 2) die Möglichkeit dazu, auf eine Vielfalt an Fischen zurückzugreifen, denn fünf von sieben Basler Latrinen weisen Kennzahlen über 1,5 aus (**Abb. 6**). Das Artenspektrum in der Latrine an der Bäumleingasse lässt einen niedrigen Shannon-Wiener-Index ( $H_n = 0,98$ ) und zusätzlich eine starke Ungleichverteilung ( $E = 0,15$ ) erkennen, die wohl durch die Dominanz der Groppe (vgl. **Tab. 3**) verursacht wird. Ähnlich verhält es sich bei den Fundstellen Basel-Schnabelgasse (12. Jh.), Basel-Wildensteinerhof und Basel-Museum der Kulturen, in denen ebenfalls hohe Anzahlen von Groppen nachgewiesen sind. In Gruppe 3 werden Fundorte zusammengefasst, die im Kontext einer weniger begüterten Gesellschaftsschicht stehen (Shannon-Wiener-Index meist  $< 1,2$ ; **Abb. 6**). Insbesondere die in Seenähe liegenden Fundstellen St. Gallen-Multergasse und Zürich-Schoffelgasse zeigen neben geringen Shannon-Wiener-Indizes auch eine sehr geringe Evenness, die eine Ungleichverteilung der Arten andeutet, wiederum vor allem Groppen und junge Egli. Auch in Winterthur-Obere Kirchgasse, Winterthur-Obergasse und Weesen sind diese Arten häufig vertreten, jedoch ist die Fischvielfalt größer. In der Fundstelle Stein am Rhein-Bürgerasyl Phasen I und III weisen niedrige Shannon-Wiener- und Evenness-Werte auf eine geringe Fischartenvielfalt und auf ein Überwiegen junger Egli hin (vgl. Evenness-Werte; **Abb. 6**; **Tab. 3**). Die relativ hohen Shannon-Wiener-Zahlen in Phase II von Stein am Rhein-Bürgerasyl lässt vergleichbare (Fischkonsum-)Verhältnisse wie in Schaffhausen-Allerheiligen vermuten. Eine höhere Artenvielfalt ist auch in den beiden Phasen der Fundstelle Basel-Kleinhüningen Fischereihaus nachgewiesen.

## DISKUSSION

### Ökologische Gewässersituation und Zustand der Fischbestände in Mittelalter und Neuzeit

Das Spektrum und das Dominanzverhältnis der Fischgilden lassen eine Abnahme der Anteile der empfindlichen Gilden über die Zeit erkennen, was mit Veränderungen im Gewässer in Zusammenhang gebracht werden kann. Diese Entwicklung ist hauptsächlich für die Rheinabschnitte 1 und 2 nachgewiesen. In den Seefundstellen sind viele tolerante Fische zu verzeichnen, jedoch sind auch die restlichen Gilden vorhanden, was auf eine Befischung sowohl der Seen als auch der umliegenden Flüsse und Bäche hindeutet. Unterschiede zwischen den Fischgilden der beiden Rheinabschnitte und denen der Seefundstellen beruhen wohl auf den verschiedenen biogeographischen Lagen wie auf den unterschiedlichen Gewässerarten. Obwohl Rheinabschnitt 2 der Äschenregion zugeordnet ist, sind neben den erwarteten intoleranten auch viele tolerante Fischarten nachgewiesen. Die Gründe für diese etwas verschobenen Dominanzverhältnisse sind vielfältig: Die Übergänge der Fischregionen waren damals (wie auch heute) fließend und die einzelnen Gewässerabschnitte wiesen divergierende, kleinräumige Biotope auf, die Fischarten mit unterschiedlichsten Ansprüchen Lebensraum boten. Ebenso können aber auch hier menschliche Eingriffe in die Gewässer oder eine Selektion der Fischgründe eine Rolle gespielt haben. Das geringe Auftreten der sehr toleranten Arten in allen Fundstellen lässt vermuten, dass wohl nur wenige lokale, kleinräumige Biotope von einer Gewässerbelastung, insbesondere von einer Nährstoffanreicherung durch Siedlungsabfall, betroffen waren. In Kombination mit der Tatsache, dass die sensitiven Fischgilden mit der Zeit abnehmen, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass solche vermehrt anthropogen beeinflusste Gewässerbereiche durchaus vorhanden waren und Einfluss auf die Fischbestände nahmen. Auch durch pollenanalytische Untersuchungen konnten derartige Nährstoffanreicherungen in Gewässern belegt werden, beispielsweise für den spätmittelalterlichen Bodensee, wo ein erhöhter Anteil an Laichkräutern (*Potamogeton*) festgestellt wurde, die mäßig eutrophe Gewässer bevorzugen (Rösch 1992). Ähnliche Hinweise auf Gewässerveränderungen geben kürzlich publizierte Resultate der stabilen Isotopenanalyse von 140 Fischresten, die aus 11 der hier vorgestellten 22 Fundstellen stammen (Häberle u. a. 2015). Es konnte ein Zusammenhang zwischen den Kohlenstoff- und Stickstoffisotopenwerten der Fische und ihrer Ernährungsstrategie, dem Habitat und Individuenalter nachgewiesen werden, der sich in einer inner- und zwischenartlichen Variabilität der Isotopensignaturen darstellt. Einige der Isotopensignaturen lassen sich kaum mit dieser natürlichen Variabilität erklären, sondern eher mit einer Beeinträchtigung lokaler Gewässerabschnitte aufgrund erhöhter Einträge organischer Abfälle, einer Befischung von verschiedenen Gewässertypen oder einer Bewirtschaftung von Teichen. Weitere Studien sind hier aber erforderlich.

Die Verteilung der Artenspektren entspricht im Hinblick auf die definierten Fischregionen nach M. Huet (1949) sowie S. Gerster und E. Staub (1991) den Erwartungen und belegt somit auch die lokale Fischerei. Barben und Nasen sind dementsprechend größtenteils in Rheinabschnitt 1, Bach-/Seeforellen und Lachsartige vermehrt in Rheinabschnitt 2 und den Seefundstellen nachgewiesen. Die Nase ist nur in geringer Anzahl und erst ab dem 14. Jahrhundert in den Fundorten vertreten. Diese Unterrepräsentanz bleibt auf den ersten Blick unerklärlich, da historische Quellen oft von einem Überangebot und sogar von der Verwendung der Nasen als Düngemittel im Kartoffelanbau berichten (Gerster/Staub 1991). Da diese Fischart der Familie der sehr grätenreichen Karpfenartigen und deshalb den weniger gefragten und weniger teuren Speisefischen angehörte, war sie wohl hauptsächlich in der Ernährung der ärmeren Gesellschaftsschichten von Bedeutung. In diesem gesellschaftlichen Kontext standen Latrinen jedoch kaum zur Verfügung, somit fehlen hier die archäologischen Befunde, in denen die Überreste zu vermuten sind. Das geringe Vorhanden-

sein der Trüsche lässt sich wohl damit erklären, dass diese Art im Mittelalter und in der Neuzeit eher ein Exot unter den Speisefischen war, u. a. weil die Trüschenfischung mit Einzelangel an geeigneten Plätzen wie kiesigen Flussdeltas oder in großer Seetiefe relativ aufwendig war. Betrachtet man die Anteile der Forellenarten in Rheinabschnitt 1, kann tendenziell eine Abnahme der Anteile dieser Salmoniden von den älteren zu den jüngeren Fundstellen beobachtet werden, was wiederum auf Veränderungen im Gewässer hindeutet. Erstaunlich ist, dass unter den hier nachgewiesenen Salmoniden der für die Rheinfischerei so wichtige Lachs stark untervertreten ist. Es wurde in Latrinen wohl aufgrund des unbeliebten Ausschöpfens die Entsorgung von größeren Schlacht- und Zubereitungsresten gering gehalten, dennoch sind die Reste größerer Exemplare anderer Fische durchaus dokumentiert – das erklärt somit nicht das rätselhafte Fehlen des Lachses. Die Groppe ist räumlich wie auch zeitlich durchgehend in sehr hohen Anteilen des Fischartenspektrums belegt. Interessanterweise lässt sich mit dieser Indikatorart nicht nur das Vorhandensein klarer, schnell fließender Gewässerabschnitte fassen, sondern auch eine bestimmte Konsumtradition des Mittelalters und der Neuzeit. Denn dieser bis max. 15 cm Gesamtlänge kleine und empfindliche Fisch scheint ab dem Mittelalter bis in die Neuzeit in der Ernährung große Bedeutung gehabt zu haben (vgl. Hüster Plogmann u. a. 1998; Hüster Plogmann 2003; Häberle u. a. 2008). Auch gesundheitliche Aspekte spielen vermutlich bei der intensiven Groppenbefischung eine Rolle: Besonders »kleine Fische mit festem Fleisch, welche den Leib fett machen«, wurden gerne als Fasten- oder Krankennahrung gereicht (z. B. Hüster Plogmann 2006; Häberle u. a. 2008).

Bei der Untersuchung der Populationsstruktur von Barbe, Bachforelle und Groppe erscheint der Anteil an Jährlingen und Jungfischen (0<sup>+</sup>-Generation) durchgehend als auffällig. Dies wurde auch schon in der Literatur zu den einzelnen Fundstellen beschrieben. Dieser Umstand weist wiederum auf den hohen Fangdruck hin, unter dem Jungfische und auch klein bleibende Fischarten standen und der wohl die damalige Fischpopulation bereits beeinträchtigte. Auch die schriftlich festgehaltenen Fischereiverordnungen zeugen vom systematischen Abfischen der 0<sup>+</sup>-Generationen und auch von dem Wissen, dass damit die Reproduktion gefährdet wurde. Erahnen lässt sich hier zudem ein Zusammenhang mit der rechtlichen Situation der Uferfischerei, denn im Uferbereich, also dort, wo sich Jungfische und Groppen besonders häufig aufhalten, war die Fischerei für die breite Bevölkerung gestattet. Große Exemplare von Barben (Gr 4 und Gr 5) und Bachforellen (Gr 4) sind ausschließlich in der Fundstelle Füllinsdorf-Altenberg anzutreffen. Es scheint, dass insbesondere auf der von Adelsherren bewohnten Burg Altenberg große und teure Fische, wie Barben und Hechte, Absatz fanden (Tab. 3). Diese Fische durften ausschließlich von beauftragten oder freien Berufsfischern gefangen werden, denn nur ihnen war die Fischerei mit Booten und großen Netzen erlaubt (Amacher 1996).

### **Menschliche Einflussfaktoren auf die archäologische Fischartenvielfalt**

Die Shannon-Wiener-Indizes und die Evenness-Werte der nachgewiesenen Fischartenspektren konnten eine menschliche Fischselektion bestätigen. Der Konsum gewisser einheimischer Fischarten und vor allem die Artenvielfalt in der (Fisch-)Ernährung stellen sich dabei als Privileg bestimmter Gesellschaftsschichten dar. Insbesondere Adel und Klerus konnten sich – nicht zuletzt um christlichen Fastenverordnungen nachzukommen – viel und vor allem viel verschiedenen Fisch leisten. So spielte bei den adeligen Bewohnern auf Burg Altenberg Fisch eine wichtige Rolle in der Ernährung (Marti-Grädel 2008). Zusätzlich war eine ausreichende Kaufkraft vorhanden, um eine Vielzahl von verschiedenen Fischarten zu konsumieren, insbesondere auch große und teure Exemplare von Hecht und Barbe. Auch im klerikalen Kontext des Klosters Allerheiligen wurde auf eine große Fischvielfalt Wert gelegt, vor allem in Phase II, in der auch die archäologischen Groß-

tierreste auf Speisen gehobener Qualität hinweisen (Rehazek/Brombacher 1999) und die Fischreste größtenteils von Jungfischen (Flussbarsch und Bachforellen), aber auch von Groppen stammten.

In den gut situierten Haushalten bestand wohl auch die Möglichkeit dazu, auf eine gewisse Vielfalt an Fischen zurückzugreifen. Insbesondere für die Fundorte Wildensteinerhof, Museum der Kulturen und Reischacherhof auf dem Basler Münsterhügel erstaunt dies nicht, denn diese im Mittelalter bevorzugte Wohnlage war vor allem der wohlhabenderen Bevölkerung vorbehalten. Die vielen Groppen in den unterschiedlich datierten Basler Fundstellen Schnabelgasse Phase 1, Bäumleingasse, Wildensteinerhof und Museum der Kulturen (Gruppe 2) sowie in den beiden Winterthurer Fundstellen (Gruppe 3) zeugen von der wichtigen Rolle dieser Fischart in der Ernährung und lassen sich wahrscheinlich mit der Befischung eines ertragreichen Groppenstandorts, einer Konsumtradition oder einem saisonalen und kulturellen Phänomen, wie etwa den Fängen zum Frühjahrsbeginn, in Zusammenhang bringen (z. B. Hüster Plogmann 2006). Für beide Befunde in Winterthur konnten anhand der archäologischen und archäobotanischen Befunde keine Belege für die Zuweisung zu besser gestellten Nutzer/innen ausgemacht werden, jedoch kann die dokumentierte Fischartenzusammensetzung von Winterthur-Obergasse eher mit jener in den Basler Latrinen verglichen werden, wobei die archäologischen Großtierknochen aus Winterthur-Obergasse immerhin einen »bescheidenen Wohlstand« vermuten lassen (Hüster Plogmann/Kühn 2013).

Die unterschiedlichen Werte der drei Phasen von Stein am Rhein-Bürgerasyl lassen sich wahrscheinlich auf die Geschichte dieses von Benediktinern gegründeten Klosterspitals zurückführen. Zu Phase I finden sich kaum archäologische Informationen. Wahrscheinlich diente das Kloster wie in Phase II als Wohnheim für Arme oder Kranke, in der es der Schutzherrschaft »zum heiligen Geist« unterstellt war, wobei aber keine entsprechende Beziehung zum Orden bestand (Bänteli/Höneisen 2006). In Phase II lassen verschiedene An- und Umbauten vermuten, dass vermehrt finanzielle Mittel vorhanden waren (durch Schenkungen und Stiftungen) und vielleicht auch ein Wechsel des Benutzerkreises stattfand, der sich wohl auch auf die (Fisch-) Ernährung der Bewohner auswirkte. Im 15./16. Jahrhundert ereignete sich ein Funktionswechsel der Gebäude des Klosterspitals zum städtischen Spital, in dem die materiellen Grundlagen wiederum eher dürftig waren (Bänteli/Höneisen 2006). Dies scheint sich nicht nur an der geringeren Fischartenvielfalt in Phase III bemerkbar zu machen, sondern auch am Artenspektrum der Großtierreste (Bänteli/Höneisen 2006; Rehazek 2006). Auch die Fundstellen in Seenähe, St. Gallen-Multergasse und Zürich-Schoffelgasse, sind aufgrund der geringeren Fischvielfalt eher im Kontext einer weniger begüterten Gesellschaftsschicht zu sehen. Dort wird vermutlich die für alle Gesellschaftsschichten erlaubte Uferfischerei gefasst, die vor allem auf junge Flussbarsche und Cypriniden abzielte. Im Gegensatz dazu kann aufgrund der hohen Fischartenvielfalt für die Fundstelle Weesen am Walensee wohl nicht nur die Fischerei im See selbst, sondern auch in den umliegenden Flüssen und Bächen angenommen werden. Die mittelalterliche Fischartenvielfalt (12.-14. Jh.) des Fundortes Basel-Kleinhüningen Fischereihaus weist eher auf die Befischung verschiedenster Fischgründe und Fischarten hin. Dagegen deutet das Artenspektrum des 18.-19. Jahrhunderts eher die Hinwendung zur spezialisierten Rheinfischerei auf Barbe, Döbel und Nase an (vgl. **Tab. 3**). In dieser Zeit war das dem Befund zugehörige Haus tatsächlich von einer Fischerfamilie bewohnt (Hüster Plogmann 2003; Springer 2003) und es lässt sich mutmaßen, ob die nachgewiesenen Veränderungen im Fischartenspektrum wirklich mit einem Wandel in der Fischereimethode zusammenhängen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die am archäologischen Fischmaterial berechneten Shannon-Wiener-Indizes und Evenness-Werte nicht per se auf die ökologisch bedingte Fischartenvielfalt hinweisen, sondern eher als eine menschliche Fischselektion und eine unterschiedliche Vielfalt in Fischernahrung gedeutet werden können, die insbesondere vom sozialen Status der Konsumenten und von deren Kaufkraft beeinflusst wurde.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die vorliegende zusammenfassende Untersuchung bestätigt und erweitert die bisherigen Forschungsergebnisse auf eindrückliche Weise und unterstreicht das Potenzial der Auswertung von archäologischen Fischresten zur Beantwortung von gewässerökologischen sowie soziokulturellen Fragestellungen.

Die Resultate belegen die Beeinflussung der archäologisch nachgewiesenen Fischartenspektren durch eine Vielfalt von Faktoren.

So zeugen die Fischreste in Hinblick auf die Fischregionen von einer mehrheitlich lokalen Fischerei. Die Untersuchung der Fischgilden und der Indikatorarten aus den beiden Rheinabschnitten bestätigt die Einteilung in Barbenregion (Rheinabschnitt 1) und Äschenregion (Rheinabschnitt 2), wobei die nachgewiesenen, diversen Fischartenspektren auch Übergangsregionen und kleinräumige Biotope verschiedenster Art belegen, die einer Vielzahl von Fischen Lebensraum boten. Die Zusammensetzung der Fischgilden und der Indikatorarten aus den Seefundstellen ist schwieriger zu bewerten, allerdings trugen Unterschiede der natürlichen Gegebenheiten sicherlich auch zum jeweiligen Fischartenspektrum bei. In den beiden Rheinabschnitten jedoch lassen die signifikanten Unterschiede der Fischgilden und eine Abnahme der sensitiven Fischarten im Laufe der Jahrhunderte einen zunehmenden Einfluss des Menschen vermuten. Anzunehmen ist, dass eine verstärkte Siedlungstätigkeit und der damit einhergehende Eintrag von organischen Abfällen schon damals ihre Spuren in aquatischen Ökosystemen hinterließen. Diese Beeinträchtigungen sind jedoch nicht mit den einschneidenden baulichen Maßnahmen und der Gewässerbelastung durch industrielle Abwässer zu vergleichen, die am Ende des 19. Jahrhunderts eine ökologisch weniger erfreuliche Ära einläuteten und gar das Aussterben einiger Rheinfischarten (z. B. Lachs) verursachten.

Weitere Faktoren prägten die einheimischen Fischartenspektren. Durch die Untersuchung des Shannon-Wiener-Index und der Evenness wurde der Zusammenhang zwischen dem gesellschaftlichen Status sowie der Kaufkraft der Konsumenten und der (Arten-)Vielfalt der konsumierten Fische bestätigt. Aber auch verschiedene Konsumtraditionen und die rechtliche Regelung des Fischfangs spielten eine Rolle.

Das hohe Vorkommen der Groppe scheint eine derartige Konsumtradition widerzuspiegeln, denn der Fang und Verzehr dieser kleinen Fischart können weder gesellschaftlich noch zeitlich oder räumlich eingegrenzt werden. Die Vielzahl an Gropfen deutet zusätzlich auf eine intensive Uferfischerei hin, die allen Gesellschaftsschichten erlaubt war und deswegen wohl beständig betrieben wurde. Gleichzeitig fand wahrscheinlich in denselben Gewässerbereichen ein intensiver Fang auf Jungfische statt, der durch die hohen Anteile der 0<sup>+</sup>-Generation ausgesuchter Indikatorarten belegt ist, aber den historischen Fischereiverordnungen zufolge vielerorts verboten war. In welchem Ausmaß der Jungfischfang bereits damals die Populationsstruktur und die Reproduktionsfähigkeit störte und somit eine Dezimierung der älteren Generationen verursachte, ist bisher kaum abschätzbar.

Allgemein kann über den Verbleib der großen Individuen im archäologischen Material nur gemutmaßt werden. Es stellt sich die Frage, ob der Fang von Adulttieren rechtlich stärker geregelt wurde, da ja der Fang und Verkauf von größeren Fischen vor allem den Berufsfischern zustand. Diese kapitalen Fischexemplare waren somit teuer und wohl nur für Mitglieder der wohlhabenden Gesellschaftsschichten erschwinglich.

Insgesamt lassen die schriftlichen und auch die archäologischen Quellen zunehmend erahnen, dass die menschliche Nutzung der aquatischen Ökosysteme bereits im Mittelalter einen negativen Einfluss auf die Gewässerqualität sowie auf die Fischbestände und damit auf das ökologische Potenzial der Gewässer hatte.

## Anmerkung

1) Obwohl im Rhein zwei neue Groppenarten entdeckt wurden (Freyhof/Kottelat/Nolte 2005), ist die taxonomische Einteilung insbesondere für die Schweizer Gewässer noch nicht vollends geklärt. In der stets aktualisierten Fischliste des Schweizerischen

Bundesamts für Umwelt sowie in der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei, Anhang 1, wurde der wissenschaftliche Name *Cottus gobio* für die Groppe beibehalten und hier übernommen.

## Literatur

- Aeschbacher 1923: P. Aeschbacher, Die Geschichte der Fischerei im Bielersee und dessen Nebenflüssen. Heimatkd. Monogr. 1 (Bern 1923).
- Amacher 1996: U. Amacher, Zürcher Fischerei im Spätmittelalter. Realienkunde, Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der Fischerei im Zürcher Gebiet. Mitt. Antiqu. Ges. Zürich 63 (Zürich 1996).
- 2006: U. Amacher, Geschichte der Fischer und der Fischerei im Mittelalter. In: H. Hüster Plogmann (Hrsg.), Fisch und Fischer aus zwei Jahrtausenden – eine fischereiwirtschaftliche Zeitreise durch die Nordwestschweiz. Forsch. Augst 39 (Augst 2006) 95-105.
- Bünteli/Gamper/Lehmann 1999: K. Bünteli / R. Gamper / P. Lehmann, Das Kloster Allerheiligen in Schaffhausen. Zum 950. Jahr seiner Gründung am 22. November 1049. Schaffhauser Arch. 4 (Schaffhausen 1999).
- Bünteli/Höneisen 2006: K. Bünteli / M. Höneisen, Das Bürgerasyl in Stein am Rhein – Geschichte eines mittelalterlichen Spitals. Schaffhauser Arch. 7 (Schaffhausen 2006).
- Bar-Oz/Dayan/Kaufmann 1999: G. Bar-Oz / T. Dayan / D. Kaufmann, The Epipalaeolithic faunal sequence in Israel: a view from Neve-David. Journal Arch. Scien. 26, 1999, 67-82.
- Belpaire u. a. 2000: C. Belpaire / R. Smolders / I. Vanden Auweele / D. Ercken / J. Breine / G. Van Thuyne / F. Ollevier, An Index of Biotic Integrity characterizing fish populations and the ecological quality of Flandrian water bodies. Hydrobiologia 434, 2000, 17-33.
- Broughton u. a. 2011: J. Broughton / M. Cannon / F. Bayham / D. Byers, Prey Body Size and Ranking in Zooarchaeology: Theory, Empirical Evidence, and Applications from the Northern Great Basin. Am. Ant. 76/3, 2011, 403-428.
- Colwell 2009: R. K. Colwell, Biodiversity: Concepts, Patterns, and Measurement. In: S. A. Levin (Hrsg.), The Princeton Guide to Ecology (Princeton 2009) 257-263.
- Cruz-Uribe 1988: K. Cruz-Uribe, The use and meaning of species diversity and richness in archaeological faunas. Journal Arch. Scien. 15, 1988, 179-196.
- Egli 1909: J. Egli (Hrsg.), Eccardus IV. Sangallensis – Der Liber Benedictionum Ekkeharts IV.; nebst den kleineren Dichtungen aus dem Codex Sangallensis 393. Mitt. Vaterländ. Gesch. 31 = 4. F., 1 (St. Gallen 1909).
- Elsener 1951: F. Elsener (Hrsg.), Die Rechtsquellen des Kantons St. Gallen. 3. Teil: Rechte der Landschaft; 1. Band: Landschaft Gaster mit Wesen. Slg. Schweizer. Rechtsquellen 14, 3/1 (Aarau 1951).
- Freyhof/Kottelat/Nolte 2005: J. Freyhof / M. Kottelat / A. Nolte, Taxonomic diversity of European Cottus with description of eight new species (Teleostei: Cottidae). Ichthyol. Explor. Freshwater 16/2, 2005, 107-172.
- Gaudzinski/Street 2003: S. Gaudzinski / M. Street, Reconsidering hunting specialisation in the German Magdalenian faunal record. In: S. Costamagno / V. Laroulandie (Hrsg.), Mode de vie au Magdalénien: Apports de l'archéozoologie. Actes du XIV<sup>ème</sup> congrès UISPP, Université de Liège, Belgique, 2-8 septembre 2001, Section 6: Paléolithique Supérieur; colloque 6.4. BAR Internat. Ser. 1144 (Oxford 2003) 11-21.
- Gerster/Staub 1991: S. Gerster / E. Staub, Hochrhein-Fischfauna im Wandel der Zeit. Schriftenr. Fischerei 49 (Bern 1991).
- Gonseth u. a. 2001: Y. Gonseth / T. Wohlgemuth / B. Sasonnens / A. Buttler, Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Erläuterungen und Einteilungsstandard. Umwelt-Mat. 137 (Bern 2001).
- Häberle 2009: S. Häberle, Die archäologischen Schlammreste aus zwei Basler Latrinen, Grabung 2008/3, Münsterplatz 19, Museum der Kulturen [unpubl. Ber., Inst. Prähist. u. Naturwiss. Arch., Univ. Basel 2009].
- 2011: S. Häberle, Archäozoologische Reste aus einer hochmittelalterlichen Latrine in St. Gallen, Multergasse 1 [unpubl. Ber., Inst. Prähist. u. Naturwiss. Arch., Univ. Basel 2011].
- in Vorb.: S. Häberle, Die archäozoologischen Schlammreste aus dem Ehgraben, Grabung Weesen Rosengärten 2006/2007. In: Homberger in Vorb.
- Häberle/Marti-Grädel 2006: S. Häberle / E. Marti-Grädel, Die Teichwirtschaft vom Mittelalter bis in die Frühe Neuzeit. In: H. Hüster Plogmann (Hrsg.), Fisch und Fischer aus zwei Jahrtausenden – eine fischereiwirtschaftliche Zeitreise durch die Nordwestschweiz. Forsch. Augst 39 (Augst 2006) 149-159.
- Häberle u. a. 2008: S. Häberle / C. P. Matt / P. Vandorpe / Ö. Akeret, Esskultur im Hinterhof – Interdisziplinäre Auswertung einer mittelalterlichen Latrine, Grabung 2002/15, Schnabelgasse 6, Basel. Jahresber. Arch. Bodenforsch. Basel-Stadt 2008 (2010), 75-146.
- Häberle u. a. 2015: S. Häberle / B. T. Fuller / O. Nehlich / W. Van Neer / J. Schibler / H. Hüster Plogmann, Inter- and intraspecific variability in stable isotope ratio values of archaeological freshwater fish remains from Switzerland (11<sup>th</sup>-19<sup>th</sup> century AD). Environmental Arch. (2015). DOI: 10.1179/1749631414Y.0000000042. <http://dx.doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000042>.
- Hammer/Harper/Ryan 2001: Ø. Hammer / D. A. T. Harper / P. D. Ryan, Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontol. Electronica 4/1 (2001). [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (18. 9. 2015).
- Heip/Herman/Soetaert 1998: C. H. R. Heip / P. M. J. Herman / K. Soetaert, Indices of diversity and evenness. Oceanis 24/4, 1998, 61-87.
- Hoffmann 2001: R. Hoffmann, Frontal food for late medieval consumers: culture, economy, ecology. Environment and Hist. 7/2, 2001, 131-167.
- Homberger 2008: V. Homberger, Ein neu entdecktes spätrömisches Kastell bei Weesen SG. Jahrb. Arch. Schweiz 91, 2008, 141-149.
- in Vorb.: V. Homberger, Das mittelalterliche Städtchen Alt-Weesen. Neubetrachtung anhand der Ausgrabungen Rosengärten und Speerplatz 2006-2008. Arch. Kt. St. Gallen (in Vorb.).

- Hörger/Keiser 2003: C. Hörger / Y. Keiser, Verbreitung und Habitateansprüche der Fische in der Thur unter spezieller Berücksichtigung des Strömers (*Leuciscus souffia*) [unpubl. Diplomarbeit, Abt. Umweltnaturwiss., ETH Zürich 2003].
- Huet 1949: M. Huet, Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courants. Schweizer. Zeitschr. Hydrol. 11, 1949, 333-351.
- Hüster Plogmann 2003: H. Hüster Plogmann, Tierreste aus Schlammproben – Fische aus dem Fischerhaus. In: Springer 2003, 180-185.
- 2006: H. Hüster Plogmann, ... der Mensch lebt nicht von Brot allein. Gesellschaftliche Normen und Fischkonsum. In: H. Hüster Plogmann (Hrsg.), Fisch und Fischer aus zwei Jahrtausenden – eine fischereiwirtschaftliche Zeitreise durch die Nordwestschweiz. Forsch. Augst 39 (Augst 2006) 187-199.
- Hüster Plogmann/Kühn 2013: H. Hüster Plogmann / M. Kühn, Fisch, Lamm und Pflaumen aus Latrinen und Gruben – Einblicke in Ernährung und Pflanzenwelt im mittelalterlichen Winterthur. Arch. Kt. Zürich 2, 2013, 75-118.
- Hüster Plogmann/Vezeli 2001: H. Hüster Plogmann / M. Vezeli, Die Tierknochen aus der Latrine des Wildensteinerhofs [unpubl. Ber., Inst. Prähist. u. Naturwiss. Arch., Univ. Basel 2001].
- Hüster Plogmann/Kühn/Motschi 2004: H. Hüster Plogmann / M. Kühn / A. Motschi, Früh- und hochmittelalterliche Siedlungsreste in Zürich-Niederdorf. Beiträge von Archäobotanik und Archäozoologie. Jahrb. SGUF 87, 2004, 313-321.
- Hüster Plogmann/Stopp/Windler 2002: H. Hüster Plogmann / B. Stopp / R. Windler, Lamm, Gitzli und Fisch: Gehobene Esskulturen im 12. Jahrhundert. Wintherthurer Jahrb. 2003, 160-165.
- Hüster Plogmann u. a. 1998: H. Hüster Plogmann / Ch. Brombacher / G. Helmig / M. Klee / Ph. Rentzel / S. Rodel / M. Vezeli, ... und was davon übrig bleibt – Untersuchungen an einem mittelalterlichen Latrinenschacht an der Bäumleingasse 14. Arch. Bodenforsch. Kt. Basel-Stadt, Jahresber. 1998 (1999), 93-132.
- Jackson u. a. 2001: J. B. C. Jackson / M. X. Kirby / W. H. Berger / K. A. Bjorndal / L. W. Botsford / B. J. Bourque / R. H. Bradbury / R. Cooke / J. Erlandson / J. A. Estes / T. P. Hughes / S. Kidwell / C. B. Lange / H. S. Lenihan / J. M. Pandolfi / C. H. Peterson / R. S. Steneck / M. J. Tegner / R. R. Warner, Historical Over Fishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. Science 293, 2001, 629-638.
- Jungwirth u. a. 2003: M. G. Jungwirth / O. Haidvogel / S. Moog / S. Muhar / S. Schmutz, Angewandte Fischökologie an Fließgewässern (Wien 2003).
- Küry/Heller 2005: D. Küry / M. Heller, Fischfauna St. Alban-Teich. Bewertung nach Modulstufenkonzept Fische Stufe F (Basel 2005).
- von Liebenau 1897: Th. von Liebenau, Geschichte der Fischerei in der Schweiz (Bern 1897).
- Marti/Meyer/Obrecht 2013: R. Marti / W. Meyer / J. Obrecht, Der Altenberg bei Füllinsdorf. Eine Adelsburg des 11. Jahrhunderts. Schr. Arch. Baselland 50 (Basel, MuttENZ 2013).
- Marti-Grädel 2008: E. Marti-Grädel, Archäozoologische Untersuchungen der Tierknochen aus der Burgstelle Altenberg BL (11. Jh.) und aus früh- bis hochmittelalterlichen Siedlungen des Kantons Baselland (5.-12. Jh.): Wirtschafts- und Umweltgeschichte des Früh- und Hochmittelalters in der Nordwestschweiz [unpubl. Diss. Univ. Basel 2008].
- Müller 1989: L. Müller, Die Fischerei im spätmittelalterlichen Basel [unpubl. Lizentiat, Univ. Basel 1989].
- Muus/Dahlström 1990: B. J. Muus / P. Dahlström, Süßwasserfische Europas – Biologie, Fang, wirtschaftliche Bedeutung (München 1990).
- Oberdorff/Hughes 1992: T. Oberdorff / R. M. Hughes, Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. Hydrobiologia 228, 1992, 117-130.
- Partlow 2006: M. A. Partlow, Sampling Fish Bones: A Consideration of the Importance of Screen Size and Disposal Context in the North Pacific. Arctic Anthr. 43, 2006, 67-79.
- Rau 2010: C. Rau, Ökologische Erfolgskontrolle von Revitalisierungsmaßnahmen an kleinen Bächen [unpubl. Diplomarbeit Univ. Tübingen 2010].
- Rehazek 2006: A. Rehazek, Tierknochen aus Speiseabfällen. In: Banteli/Höneisen 2006, 143-150.
- Rehazek/Brombacher 1999: A. Rehazek / Ch. Brombacher, Umwelt und Ernährung – Untersuchung der Tier- und Pflanzenreste. In: Banteli/Gamper/Lehmann 1999, 213-230.
- Rodel 2002: S. Rodel, Vorbericht über die Grabungen 2002 in der Schnabelgasse 6. Jahresber. Arch. Bodenforsch. Kt. Basel-Stadt 2002 (2003), 115-124.
- Rösch 1992: M. Rösch, Human impact as registered in the pollen record: some results from the western Lake Constance region, Southern Germany. Vegetation Hist. and Archaeobotany 1/2, 1992, 101-109.
- Schager/Peter/Göggel 2004: E. Schager / A. Peter / W. Göggel, Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F (flächendeckend). Mitt. Gewässerschutz 44 (Bern 2004).
- Schibler/Hüster Plogmann 1996: J. Schibler / H. Hüster Plogmann, Tierknochenfunde aus mittelalterlichen Latrinen als Informationsquelle zur Wirtschafts-, Sozial-, Kultur- und Umweltgeschichte. In: P. Kamber / C. Keller, Fundgruben – stille Örtchen ausgeschöpft [Ausstellungskat.] (Basel 1996) 77-87.
- Schindler 2009: M. Schindler, St. Gallen, südliche Altstadt. Jahresber. Kantonsarch. St. Gallen 2009, 1-3.
- Schnell 1865: J. Schnell (Hrsg.), Rechtsquellen von Basel. 2: Landschaft. Sammlung Schweizer Rechtsquellen (Basel 1865).
- Simon-Muscheid 2006: K. Simon-Muscheid, Der Umgang mit Wasser im hohen und späten Mittelalter: Theoretische Kenntnisse und praktische Massnahmen zum Gewässerschutz. In: H. Hüster Plogmann (Hrsg.), Fisch und Fischer aus zwei Jahrtausenden – eine fischereiwirtschaftliche Zeitreise durch die Nordwestschweiz. Forsch. Augst 39 (Augst 2006) 21-31.
- Springer 2003: A. Springer, Die Archäologie macht Kleinhüninger Dorfgeschichte. Eine interdisziplinäre Auswertung der Grabung Kleinhüningen-Fischerhaus (1999/47). Jahresber. Arch. Bodenforsch. Kt. Basel-Stadt 2003 (2005), 111-265.
- Straumann 2009: S. Straumann, 2008/3, Münsterplatz 19, Museum der Kulturen: Ausgrabungen und Funde im Jahr 2009: Münsterhügel. Jahresber. Arch. Bodenforsch. Kt. Basel-Stadt 2009 (2010), 32-34.
- Weber/Peter 2005: C. Weber / A. Peter, Steckbrief 10: Fische: ökologische Gilden. In: S. Woolsey u. a., Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Anhang I: Indikatorsteckbriefe. [www.rivermanagement.ch/erfolgskontr/welcome.php](http://www.rivermanagement.ch/erfolgskontr/welcome.php) (10.7.2015).
- Wouters 2009: W. Wouters, Osteological differences within the family of Cyprinidae. In: D. Mackowiecki u. a. (Hrsg.), Fishes – Culture – Environment. Through Archaeoichthyology, Ethnography & History. The 15<sup>th</sup> Meeting of the ICAZ Fish Remains Working Group (Poznan 2009) 197-198.
- Zaugg u. a. 2003: B. Zaugg / P. Stucki / J. C. Pedrolì / A. Kirchhofer, Pisces: Altas. Fauna Helvetica 7 (Neuchâtel 2003).

Zbinden/Pilotto/Duroouvenoz 2004: S. Zbinden / J.-D. Pilotto / V. Duroouvenoz (Bearb.), Biologie, Gefährdung und Schutz der Groppe (*Cottus gobio*) in der Schweiz. Mitt. Fischerei 77 (Bern 2004).

Zohar/Belmaker 2005: I. Zohar / M. Belmaker, Size does matter: methodological comments on sieve size and species richness in fishbone assemblages. Journal Arch. Scien. 32/4, 2005, 635-641.

### *Zusammenfassung / Summary / Résumé*

#### **Fischknochen als Indikatoren für Gewässerzustand und menschliche Fischselektion. Eine zusammenfassende Auswertung mittelalterlicher und neuzeitlicher Fischreste aus dem Rheineinzugsgebiet der Schweiz**

Diese zusammenfassende Untersuchung historischer Fischreste aus der Schweiz ergab bedeutsame Hinweise zum menschlichen Umgang mit Gewässern und deren Fischbeständen. So ist ein Zusammenhang zwischen Fischkonsum und gesellschaftlichem Status der Verbraucher zu erkennen, die archäologischen Fischreste spiegeln aber auch den Fangdruck auf die Fischbestände, die Veränderungen des Gewässerzustandes sowie die rechtlichen Regelungen der Fischerei wider. Es wurde vorwiegend Fisch aus lokaler Fischerei konsumiert. Insbesondere in den Fundstellen am Rhein kann ein Rückgang der sensitiven Fischarten im Laufe der Jahrhunderte beobachtet werden.

#### **Fish Bones as Indicators for Ecological Water Conditions and Anthropogenic Species Selection. An Overview of Medieval and Modern Samples from the Swiss Rhine Drainage Basin**

This comprehensive study of medieval and modern fish remains from archaeological sites in Switzerland provides insights into former aquatic ecology and socio-cultural aspects. Local fishing practices predominate, and there is a clear correlation between the consumer's social status and fish consumption. Fishing pressure, changes in water ecology and fishing regulations are also reflected in the species spectra. A decrease of sensitive fish species over the centuries becomes apparent, particularly in the studied sites on the Rhine.

#### **Os de poissons comme indicateurs de l'état des eaux et de la sélection de poissons par l'homme. Étude synthétique des restes de poissons du Moyen Âge et de l'époque moderne du bassin versant du Rhin en Suisse**

Cette étude approfondie consacrée aux restes de poissons du Moyen Âge et de l'époque moderne, provenant de Suisse, a livré des indices sur les écosystèmes aquatiques et les questions socio-culturelles. Ainsi, une diminution sensible des espèces a pu être observée au fil des siècles dans les tronçons étudiés du Rhin. La consommation de poisson dépendait vraisemblablement du statut social des consommateurs et on peut supposer une pêche essentiellement locale. L'étude des restes de poissons traduit également la pression de pêche, les changements de l'état de l'eau et les règlements de pêche.

### *Schlüsselwörter / Keywords / Mots clés*

Schweiz / Mittelalter / Neuzeit / Archäoichthyologie / Binnenfischerei / Paläoökologie / Ernährung  
Switzerland / Middle Ages / Modern times / archaeoichthyology / fishery / palaeoecology / diet  
Suisse / Moyen Âge / époque moderne / archéoichthyologie / pêche / paléoécologie / alimentation

**Simone Häberle**

**Jörg Schibler**

**Heide Hüster Plogmann**

Universität Basel

Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie

Spalenring 145

CH - 4055 Basel

simone.haeberle@unibas.ch

joerg.schibler@unibas.ch

heide.hueter-plogmann@unibas.ch

**Wim Van Neer**

Operationele Directie Natuurlijk Milieu

Vautierstraat 29

B - 1000 Brussel

wvanneer@naturalsciences.be