

# Bristol-Schriftenreihe Band 47



**BRISTOL-STIFTUNG**  
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle  
für Natur- und Umweltschutz

**Haupt**  
NATUR

Herausgeber  
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle für Natur- und Umweltschutz,  
Bristol-Stiftung, Zürich  
[www.bristol-stiftung.ch](http://www.bristol-stiftung.ch)

Raimund Rodewald und Bruno Baur (Red.)

# **Wasserfälle**

Ökologische und sozio-kulturelle Leistungen  
eines bedrohten Naturmonumentes

Haupt Verlag

Verantwortlich für die Herausgabe  
Bristol-Stiftung. Stiftungsrat: Dr. René Schwarzenbach, Herrliberg;  
Dr. Mario F. Broggi, Triesen; Prof. Dr. Klaus Ewald, Gerzensee; Martin Gehring, Zürich

Managing Editor  
Dr. Ruth Landolt, WSL, Birmensdorf

Adresse der Redaktoren  
Dr. Dr. h.c. Raimund Rodewald, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP);  
Schwarzenburgstrasse 11; 3007 Bern; r.rodewald@sl-fp.ch  
Prof. Dr. Bruno Baur, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU);  
Universität Basel; St. Johannis-Vorstadt 10; 4056 Basel; bruno.baur@unibas.ch

Autorenporträts am Ende des Bandes

Layout  
René Tschirren, Bern

Umschlag und Illustration  
Atelier Silvia Ruppen, Vaduz

Zitierung  
RODEWALD, R.; BAUR, B. (Red.) 2015: Wasserfälle – Ökologische und sozio-kulturelle  
Leistungen eines bedrohten Naturmonumentes. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt.  
246 S.

Zitierung einzelner Kapitel  
Kapitelautoren, 2015: Kapiteltitel. In: RODEWALD, R.; BAUR, B. (Red.) Wasserfälle –  
Ökologische und sozio-kulturelle Leistungen eines bedrohten Naturmonumentes. Zürich,  
Bristol-Stiftung; Bern, Haupt. S. x–y.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-258-07949-3

Alle Rechte vorbehalten  
Copyright © 2015 Haupt Bern  
Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlages ist unzulässig.

Printed in Germany

[www.haupt.ch](http://www.haupt.ch)

---

## Abstract

### **Waterfalls – Ecological and socio-cultural services of a threatened natural monument**

Waterfalls are not only a cascade of falling water where there is a vertical or almost vertical step in a river. Waterfalls are viewed by people as something special and spectacular in a strict sense. This book describes and quantifies various aspects of waterfalls including the biodiversity that exists in this habitat, the aesthetic value of waterfalls and their importance for tourism and the recreation and health of the people. The interdisciplinary study shows that humans benefit in various ways by waterfalls.

Key aspects of the formation of waterfalls are presented in chapter 2, and their morphology, types, physical properties and naming are described. Lesser-known waterfalls in caves and temporary falls in glaciers are also introduced. Chapter 3 reports the comprehensive biodiversity assessment in the impact and spraying zones of six waterfalls in Switzerland (two falls in the Glarus Alps, two in the Bernese Oberland and two in the Jura mountains). As biodiversity indicators the species richness of algae, diatoms, lichens, mosses, vascular plants and terrestrial gastropods was examined. A total of 515 different species was found in the rather harsh environments of the impact and spraying zones of the six waterfalls. Pronounced regional and partly local differences in species composition were recorded, indicating a unique biodiversity of individual falls. The impact area of a waterfall is an intensely disturbed habitat that can be inhabited only by appropriately adapted species. With increasing distance from the impact area the habitat conditions become more favourable for various organisms and thus allow their survival. Temporary waterfalls that are naturally present only when the snow melts or after heavy rainfalls have a significantly reduced diversity of plant and animal species compared to permanently existing waterfalls.

Chapter 4 analyzes ecosystem services of landscapes with waterfalls including their cultural identity, spiritual services, inspiration for cultural activities, aesthetic appreciation, and services for leisure and tourism. It shows that waterfalls are natural elements of a cultural landscape and supply essential cultural and aesthetic ecosystem services for our well-being. The fascination of the free fall of water, the changing colours and the spray animated numerous artists for paintings of waterfalls. This demonstrates the cultural significance of the falls (chapter 5). With the proliferation of paintings and photographs the tourist development of the most spectacular waterfalls was initiated.

An attractive landscape also contributes to human health. Chapter 6 evaluates potential health benefits of landscapes and waters as well as their attractiveness for tourism. Interviews with locals and visitors of waterfalls revealed individual perceptions of waterfalls but also showed numerous socially shared impressions. For those seeking relaxation waterfalls are places to stay, have a picnic or to recover. For many visitors, the power supplied from the moving water, the roar and the sparkling of spray is regarded as calming and it may even have medicinal effects. Other visitors see the waterfalls as places of power, whose intensity can be measured with para-scientific methods and expressed in Bovis units. Waterfalls are an attraction both for local recreation and tourism. Although many of the Swiss waterfalls can be regarded as spectacular, they do not represent actual destinations for a special trip. Exceptions are the Reichenbach Falls in the Bernese Oberland and the Rhine Falls near Schaffhausen. Waterfalls are usually considered to be the icing on the cake of a trip to Switzerland.

Chapter 7 presents a new procedure to evaluate aesthetic landscape services of waterfalls. This approach considers the perception content and both the aesthetic experience and aesthetic usage based on twelve criteria, which are assessed by 30 indicators. Questionnaires were sent out and interviews were conducted to test this approach at four

waterfalls. The results indicate different strengths of individual falls. The sensual experience content seems to be significant at one waterfall, while the strength of others lies primarily in the natural environment and the landscape marking effect.

Waterfalls are also threatened. In the past 70 years, approximately 60 percent of all waterfalls in Switzerland have been affected by partial or total water removal (chapter 8). Numerous existing and planned hydropower projects have a negative impact on biodiversity and aesthetics. The final conclusions suggest that in future projects, which affect existing waterfalls, ecological and socio-cultural aspects of waterfalls should also be taken into account. The recommendations listed show how this goal can be achieved.

Keywords: aesthetic value, biodiversity, ecosystem service, human well-being, interdisciplinary research, landscape, recreation, socio-cultural services, tourism

## Vorwort

Das weltweit knapp werdende Gut «Wasser» veranlasst Nationen zur Planung von kriegesischen Einsätzen und Angriffen auf die gesamte Wassernutzung. Der Aufkauf von Mineralwasserquellen und deren Monopolisierung ist eine weitere unheilvolle Entwicklung. In der Schweiz droht mit der «Energiewende 2050» die restlose Ausnutzung der Fließgewässer. Wegen dieser erschreckenden Situation sind daher dem Wasser und dessen Kulturgeschichte einige Gedanken gewidmet und der Thematik des Buches vorangestellt.

Das Wasser bewegt sich im «ewigen» Kreislauf zwischen Meeren, Kontinenten und der Atmosphäre, getrieben von der Sonnenenergie. Das Wasser ist Grundlage jeglichen Lebens: Pflanzen, Tiere und der Mensch bestehen zu grossen Teilen aus Wasser und sind daher unabdingbar von ihm abhängig. Kein Wunder hat das Wasser religiöse und kultische Bedeutung in der Menschheitsgeschichte erlangt, seien es Taufe, rituelle Waschungen wie das Bad im Ganges oder verschiedene Wunder bewirkende Quellen. Aber auch an die Heilbäder oder die seit dem 15. Jahrhundert nicht versiegende Idee des Jungbrunnens sei erinnert.

Wasser, quasi aus dem Himmel fallend, erleben wir je nach Form anders: Der dichte ozeanische Nieselregen durchnässt einem ebenso stark wie ein Landregen. Die erst seit kurzem in unseren Breiten auftretenden Starkniederschläge mit Platzregen sind so heftig wie tropische Regengüsse und sind daher «gewöhnungsbedürftig». Der aus Eiskristallen gebildete Schnee verwandelt die Natur und die Landschaft geradezu und verleiht ihr ein anderes Antlitz. Mit Eiseskälte und Bise gepaart entsteht eine bizarre Augenweide – bis hin zum skulpturhaft erstarrten Wasserfall. Im Fallen wird das Wasser besonders «augenfällig». Der Wasserfall ist sichtbar, hörbar und in unmittelbarer Nähe tosend und donnernd wahrzunehmen. Beim Nähertreten spürt man die Gischt – ja man kann Wasserfälle sogar riechen!

Das fehlende Wasser – auch Wassernot genannt – mit einhergehender Dürre, gefolgt von Waldbränden, tritt seit einigen Jahren in Kalifornien auf und deutet auf die Übernutzung der Subökumene hin.

Das Gegenteil – früher als Wassernot bezeichnet – nämlich die Überschwemmungen, sind in den letzten 25 Jahren häufiger und verheerender aufgetreten (1987, 1995, 1999, 2005, 2007). Die Ursachen sind schwierig zu identifizieren, doch die zunehmende Überbauung und Versiegelung der Böden und die riskante Bebauung von Auen und Überschwemmungsbereichen erhöhen das Schadenpotential. Eine neue Wassernot zeichnet sich ab für Inselstaaten und Ufersiedlungen durch das Ansteigen des Meeresspiegels.

Wasser als bedrohliches und bedrohendes Element wurde zum bedrohten Element. Die wilden und mäandrierenden Ströme hat man seit dem 19. Jahrhundert korrigiert, gestreckt und mit Schwellen gezähmt. Die Flüsse wurden zwischen Dämme gezwungen, das heisst eingedämmt und kanalisiert. Mit der Streckung nahmen Fließkraft und Erosionswucht zu, denn mit dem Durchbruch der Flussschlingen ging die Bremskraft der Prallhänge verloren. Die so gewonnene Strömungskraft der Flüsse wird in Laufkraftwerken in Energie umgewandelt. Die frühen diesbezüglichen Domestikationen waren die vom Wildfluss abgezweigten Kanäle, die das ober- oder unterschlächtige Wasserrad einer Mühle, Sägerei oder Hammerschmiede und später den Transmissionsriemen antrieben. Man lernte das Wasser aufheizen, um damit die Dampfmaschine, Lokomotiven oder grosse Schiffe zu bewegen. Fallendes Wasser kann mittels Turbinierung in Elektrizität umgewandelt werden. Die künstlichen Stauseen speisen Druckleitungen für die Energieproduktion.

Im Laufe der Zeit genügte der zum Grundwasserspiegel ausgehobene Sodbrunnen nicht mehr. Man ersann Aquädukte und Wasserleitungssysteme, um Wasser in Siedlung und Stadt zu bringen. Damit war auch den Brunnenvergiftungen eine neue Chance erwachsen! Mit dem Erlicken der Transportfähigkeit des Wassers für Flösserei und Schifffahrt

wurde es auch zum Abfallmedium. In den Städten dienten Bäche und Kanäle zur Abführung von Fäkalien, Schlachtabfällen, Abwasser von Handwerk und Gewerbe. Die Gerber wuschen die Felle und Häute am Wasser und da konnten ihnen die Felle davon schwimmen. Später kamen häusliche und gewerbliche Abwässer sowie «Abstoffe» der chemischen und anderer Fabriken dazu. Die so belasteten Gewässer wurden nun «Vorfluter» genannt. Um diese giftige und stinkende Brühe zu reinigen, wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts Kläranlagen erfunden.

Während und vor allem nach der Anbauschlacht des 2. Weltkrieges setzte in der Schweiz eine Entwässerungsmanie ein. Praktisch alle Wiesengewässer und kleinen Bäche wurden eingedolt, also mit Röhren und Drainagerohren gefasst und unter die Erdoberfläche verlegt: Ein eigentlicher «Gewässerexorzismus» feierte Urständ. Zuvor hatte man während Jahrhunderten in den Talauen eine ausgeklügelte Wässerwiesenwirtschaft betrieben.

Der unscheinbarsten Form des Wassers, der Quelle, haben wir den 6. Band der Bristol-Stiftung 1997 gewidmet. Mit dem vorliegenden Band widmet sich die Bristol-Stiftung einem bisher vernachlässigten Naturphänomen: dem Wasserfall als bedrohtem Naturmonument. Seit dem Aufkommen des Tourismus fasziniert der Wasserfall die Menschen: keine Alpenwanderung ohne Wasserfall-Besuch! Noch immer wird der Wasserfall als Naturmonument anerkannt von einer Gesellschaft, die ansonsten von «Monumenten» und «Denkmälern» wenig hält. Die Beschreibung und Charakterisierung der Wasserfälle klärt wichtige Gesichtspunkte und führt in die unterirdische Welt der Wasserfälle. Eine bunte Schar von Biologen hat sechs Wasserfälle detailliert untersucht. Das Hauptaugenmerk richtete sich dabei auf Algen, Flechten, Moose, Gefäßpflanzen und Schnecken. Die weiteren Kapitel führen den Lesern Wirkung, Bedeutung und das Erleben der Wasserfälle vor Augen und dokumentieren die Wasserfälle als Kulturgut und deren Funktion im touristischen Kontext. Das Kapitel über die ästhetische Bewertung regt an, sich mit dem Wasserfall als «Individuum» auseinanderzusetzen. Ein Blick auf die Bedrohung der Wasserfälle sowie die Empfehlungen schliessen die Untersuchungen ab.

Prof. Dr. Klaus C. Ewald  
Stiftungsrat Bristol-Stiftung, Gerzensee



# Inhalt

Abstract	5
Vorwort	7
Dank	11
<b>1 Problemstellung und Zielsetzung</b>	<b>13</b>
<i>Raimund Rodewald</i>	
1.1 Faszination Wasserfälle	13
1.2 Wasserfälle – ein bedrohtes Gut	14
1.3 Bestehende Wissenslücken und Zielsetzung der Studie	15
1.4 Literatur	18
<b>2 Vielfalt der Wasserfälle</b>	<b>19</b>
<i>Christian Schwick, Roman Hapka</i>	
2.1 Charakteristik und Typologie von Wasserfällen	19
2.2 Unterirdische Wasserfälle und Quellwasserfälle	36
2.3 Literatur	46
<b>3 Wasserfälle als Lebensraum für Algen, Flechten, Moose, Gefäßpflanzen und Tiere</b>	<b>47</b>
<i>Bruno Baur, Joachim Hürlimann, Martina Küng, Lukas Taxböck, Martin Frei, Heiner Lenzin, Hans-Peter Rusterholz</i>	
3.1 Einleitung	47
3.2 Eigenschaften der untersuchten Wasserfälle	50
3.3 Algen	63
3.4 Kieselalgen	70
3.5 Flechten	78
3.6 Moose	89
3.7 Gefäßpflanzen	98
3.8 Landschnecken	105
3.9 Allgemeine Diskussion und Schlussfolgerungen	113
3.10 Literatur	118
Anhang 3.1: Vorkommen von Kieselalgen	124
Anhang 3.2: Gefäßpflanzenarten in Untersuchungsflächen	131
<b>4 Wasserfälle als Ressource und Wahrnehmungsobjekt</b>	<b>139</b>
<i>Raimund Rodewald, Norman Backhaus</i>	
4.1 Ökosystemleistungen von Landschaften	139
4.2 Wahrnehmung von Landschaften und Wasserfällen	143
4.3 Literatur	150

<b>5 Wasserfälle als Kulturgut</b>	<b>153</b>
<i>Raimund Rodewald, Klaus C. Ewald</i>	
5.1 Wasserfälle in der Kunst	153
5.2 Die touristische Inszenierung	165
5.3 Literatur	169
<b>6 Gesundheitliche Aspekte von Wasserfällen</b>	<b>171</b>
<i>Raimund Rodewald, Ueli Buchmann, Julia Kümin, Benjamin Zberg, Norman Backhaus</i>	
6.1 Gesundheitsfördernde Qualitäten	171
6.2 Kraftorte für Tourismus und Freizeit	177
6.3 Literatur	196
<b>7 Bewertung ästhetischer Landschaftsleistungen von Wasserfällen</b>	<b>199</b>
<i>Elsbeth Flüeler</i>	
7.1 Methodische Einführung	199
7.2 Die zwölf Kriterien und dazugehörige Fallbeispiele	203
7.3 Auswertung der Umfragen	219
7.4 Literatur	222
<b>8 Bedrohung der Wasserfälle</b>	<b>223</b>
<i>Raimund Rodewald</i>	
8.1 Der aktuelle Ausbau der erneuerbaren Energie bedroht die Wasserfälle	223
8.2 Literatur	227
<b>9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>229</b>
<i>Raimund Rodewald, Norman Backhaus, Bruno Baur</i>	
9.1 Aspekte der Biodiversität	229
9.2 Aspekte der Ästhetik	230
9.3 Erholung und Gesundheit	231
9.4 Tourismus	232
<b>10 Glossar</b>	<b>235</b>
<b>Porträts der Autoren</b>	<b>241</b>

## Dank

Wir danken der Bristol-Stiftung für die finanzielle Unterstützung dieses Projektes. Ein besonderer Dank gebührt PD Dr. Mario Broggi für die Aufnahme des Buches in die Bristol-Schriftenreihe.

Zahlreiche Fachleute halfen uns bei der Beurteilung der vorgeschlagenen Ansätze, der Bestimmung von Arten, der Erfassung der Daten und bei der Auswertung und Überprüfung der Ergebnisse. Sie trugen wesentlich zur Qualitätssicherung der vorgestellten Arbeit bei.

Prof. Dr. Christian Schlüchter (Geologisches Institut, Universität Bern) erklärte uns die Gesteinsarten bei den untersuchten Wasserfällen. Joachim Hürlimann und Lukas Taxböck danken Herrn Ditmar Metzeltin (Hofheim am Taunus, D) für die kostenlose Übergabe der Kieselalgenbilder (REM-Aufnahme), den Herren Marin Huser (Amt für Umweltschutz und Energie, Liestal BL), Dr. Jakob Marti (Departement Bau und Umwelt, Glarus) und Dr. Vinzenz Maurer (Gewässer- und Bodenschutzlabor, Bern) für Informationen zu den untersuchten Wasserfällen und Herrn Prof. Dr. Eugen Rott (Innsbruck, A) für Angaben zur Fundhäufigkeit von Kieselalgen und der Firma AquaPlus AG für die Übernahme der entstandenen Mehrkosten. Martin Frei dankt Dr. Urs Groner (Zürich) für die Bestimmung und Überprüfung kritischer Flechtenbelege und das Anfertigen der mikroskopischen Fotoaufnahmen und Dr. Christine Keller (WSL, Birmensdorf) für die Bestimmung diverser Wasserflechten sowie für wertvolle Literaturhinweise. Ohne die umfangreichen Kenntnisse und Erfahrungen der genannten Lichenologen wären diverse Flechten unbestimmt geblieben. Heiner Lenzin dankt den Moosspezialisten Josef Bertram (Allschwil) für die Nachbestimmung einiger Proben und Michael Lüth (Freiburg, D) für die kostenlose Freigabe der Moosfotografien. Dr. Anette Baur (Aesch BL) half bei der Erfassung der Schneckenvielfalt bei zwei Wasserfällen. Trudi Meier (Stels) überprüfte die Bestimmung der schwer unterscheidbaren Landschneckenarten.

Anita Wyss und Claudia Baumann (SL-FP) waren wesentlich an der Erarbeitung des Arbeitsinstruments zur Beurteilung der ästhetischen Leistungen der Wasserfälle beteiligt. Sie machten die Beurteilungen der Wasserfälle vor Ort und führten auch die Umfrage zum ästhetischen Wahrnehmungsgehalt durch.

Bei der redaktionellen Arbeit wurden wir von Evelyn Meyer (NLU, Universität Basel) unterstützt. Dr. Jürg Rohner (Reinach BL) führte mit grosser Sorgfalt das Lektorat des Manuskriptes durch. Dr. Ruth Landolt (WSL, Birmensdorf) hat das Buch bei der Drucklegung begleitet.