



Wasserfälle

Ökologische und sozio-kulturelle Leistungen
eines bedrohten Naturmonumentes

Raimund Rodewald / Bruno Baur (Red.)

■ Haupt



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

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

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.

ISBN 978-3-258-07949-3 (Buch)
ISBN 978-3-258-47949-1 (E-Book)

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

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 Brunnenvergiftern 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 Drainageröhren 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
1 Problemstellung und Zielsetzung	13
<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
2 Vielfalt der Wasserfälle	19
<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
3 Wasserfälle als Lebensraum für Algen, Flechten, Moose, Gefäßpflanzen und Tiere	47
<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
4 Wasserfälle als Ressource und Wahrnehmungsobjekt	139
<i>Raimund Rodewald, Norman Backhaus</i>	
4.1 Ökosystemleistungen von Landschaften	139
4.2 Wahrnehmung von Landschaften und Wasserfällen	143
4.3 Literatur	150

5 Wasserfälle als Kulturgut	153
<i>Raimund Rodewald, Klaus C. Ewald</i>	
5.1 Wasserfälle in der Kunst	153
5.2 Die touristische Inszenierung	165
5.3 Literatur	169
6 Gesundheitliche Aspekte von Wasserfällen	171
<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
7 Bewertung ästhetischer Landschaftsleistungen von Wasserfällen	199
<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
8 Bedrohung der Wasserfälle	223
<i>Raimund Rodewald</i>	
8.1 Der aktuelle Ausbau der erneuerbaren Energie bedroht die Wasserfälle	223
8.2 Literatur	227
9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	229
<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
10 Glossar	235
Porträts der Autoren	241

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 Wahrnehmungsgesamt 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.

1 Problemstellung und Zielsetzung

Raimund Rodewald

1.1 Faszination Wasserfälle

Die Begegnung mit einem Wasserfall ist aussergewöhnlich, intim, ja mitunter unheimlich. Wir kennen dieses Erlebnis, auf einer Wanderung plötzlich von Weitem ein Rauschen zu vernehmen, das sich beim Näherkommen immer lauter bemerkbar macht. Nach einer Wegbiegung wird der Schleier des Falls dann unvermittelt sichtbar. Um ihm näher zu kommen, muss vielleicht ein abenteuerlicher Weg in eine Schlucht hinein überwunden werden. Man spürt die Scherwinde. Es wird feucht, kühler, die Vegetation ändert sich, Moose und Farne werden dominanter. Auf glitschigen, abschüssigen Pfadspuren durch dichtes Buschwerk und über rutschige Felsplatten ist endlich die Prallzone des Falls erreicht. Die herabfallenden Wassermassen verwandeln sich beim Aufprall auf die Felsen in Gischt. Die Sonnenstrahlen lassen einen Regenbogen erscheinen. Man scheint an einem urtümlichen Kraftort der Natur, in Okeanus' Hort, angelangt zu sein. Die 1:1-Konfrontation, das Ich und der Fall, löst Gefühle und Erlebnisse des Elementaren aus. Diese starken persönlichen ästhetischen Naturerfahrungen («wilderness experiences») prägen nach wie vor die Einstellungen und Werthaltungen sowie die Motivationen der Menschen in ihrem Verhältnis zur Natur (KAPLAN und KAPLAN 1989).

Es ist daher wenig überraschend, dass Wasserfälle seit Beginn des Alpentourismus und dem Erscheinen der Reiseberichte vor rund 250 Jahren für die aus den eher flachen Ländern stammenden Reisenden eine ganz besondere Attraktion waren. Gerade im Ber-

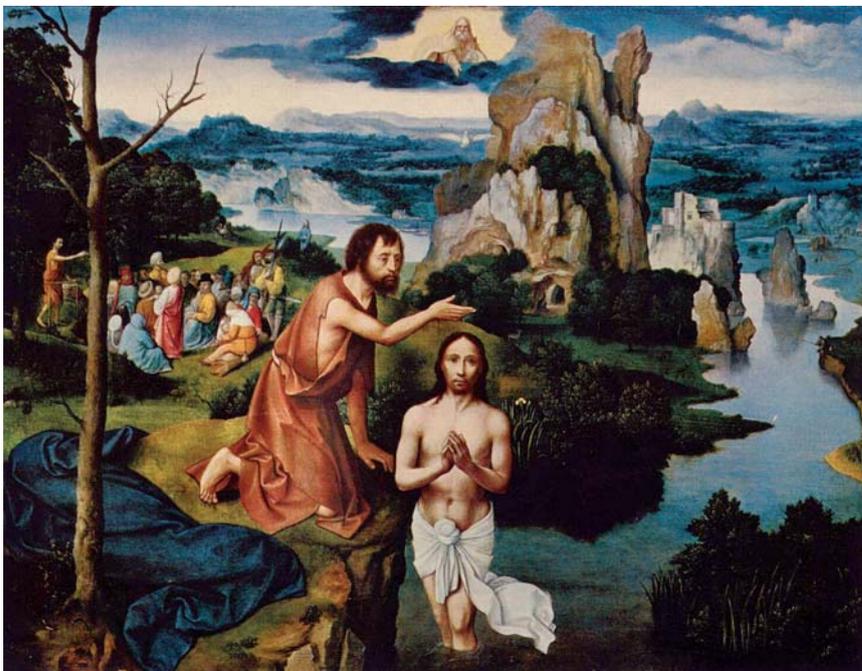


Abb.1.1. Der Rheinfall im Bild – «Taufe Christi» von Joachim Patinir (um 1515–20).

ner Oberland hing die Entdeckung und Entwicklung des Tourismus eng mit dem Naturerlebnis der rauschenden Wildbäche und der seither die Touristen faszinierenden Wasserfälle zusammen. Viele Gewässer und Wasserfälle wurden von Alpenmalern dargestellt. Erste Abbildungen von Wasserfällen gehen aber bereits auf die Renaissanceepoche zurück: Landschaftsmaler wie der Niederländer Joachim Patinir (der Rheinfall auf dem Gemälde «Taufe Christi» von 1515–20; Abb. 1.1), der Venezianer Giorgione (kleiner Katarakt in arkadischer Manier im Gemälde «La tempesta» von ca. 1509) oder auch der in Basel tätige Sebastian Münster (Holzschnitt des Rheinfalls in dessen *Cosmographia* von 1544) führten zu einer ästhetischen Aufladung des fallendes Wassers, dessen Wirkung noch heute in der persönlichen Begegnung mit diesem Schwerkraftsphänomen spürbar ist.

Entsprechend häufig sind Erwähnungen von Wasserfällen, sei es bei Albrecht von Haller, bei Goethe oder den vielen Reisenden auf der «Grand Tour» durch das Rhonetal in Richtung Italien. Berühmt ist Goethes «Gesang der Geister über den Wassern», ein Gedicht, das vom Staubbachfall inspiriert wurde. Wasserfälle waren einer der ersten Anziehungspunkte für Reisende in der Schweiz. Die Faszination der Wasserfälle lag in ihrer Kraft und Dynamik, die als Naturschauspiel von Edmund BURKE (1757) mit dem Begriff der Erhabenheit («the sublime») umschrieben wurde. So wird beispielsweise das Lauterbrunnental weltweit «das Tal der Wasserfälle» genannt. Offiziell wird dort heute mit dem Tal der 72 Wasserfälle geworben. Der Name «Lauterbrunnen» geht auf die «lauteren», also «klaren» Quellen und Bäche (Brunnen) zurück.

Den Wasserfällen hing aber immer auch das Attribut des Schrecklichen an: So kolportierte Poggio Bracciolini bei seinem Aufenthalt am Rheinfall 1416 (BUTZ 2009), dass die Bewohner gleich wie bei den Katarakten des Nils bei dem Brausen und Tosen wohl taub wären – eine Behauptung, die wohl aus der Antike stammt (Plinius der Ältere: «*wo der herabstürzende Nil durch sein Getöse den in der Nähe wohnenden das Gehör benimmt*», *Naturalis historia*, 6. Buch, ca. 77 n. Chr., übersetzt von WITTSTEIN 1881/2). Heutzutage hingegen wird das Rauschen des Wasserfalls als angenehm, ja mitunter gar als gesundheitsfördernd beschrieben (siehe Kap. 6.1).

1.2 Wasserfälle – ein bedrohtes Gut

So sehr Wasserfälle in früherer Zeit von Aussenstehenden als ästhetisches Naturwunder (z. B. GLAREAN 1554: «magnum naturae miraculum») gepriesen wurden, so sehr dienten sie den Einheimischen aber auch als Nutzungsraum. Die Wasserkraftnutzung des Rheinfalls geht beispielsweise auf das 11. Jahrhundert zurück. Die durch Verkolkung entstandenen Becken dienten als willkommene Fischereigewässer, da sich die Fische dort beim Gewässeraufstieg sammelten. Wasserfälle waren aber auch Verkehrshindernisse, sodass spezielle Weg-, Brücken- und Schiffstransportsysteme eingerichtet werden mussten. Viele Wasserfälle wurden schon früh für den Tourismus zugänglich gemacht, wie beispielsweise die Cascade de Pissevache im Unterwallis, die bereits vor 500 Jahren als zwingender Halt auf der Reise durch das Wallis galt.

Im 20. Jahrhundert sind in der Schweiz zahlreiche Wasserfälle – deren Anteil wird auf 60 Prozent geschätzt (persönliche Mitteilung von Christian Schwick 2014) – durch Kraftwerksnutzung oder sonstige Ableitungen beeinträchtigt oder gänzlich zerstört worden. Infolge der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), welche in der Schweiz seit 2009 in Kraft ist und einen wahren Boom von Projekten für Kleinwasserkraftwerke auslöste, gerieten die verbliebenen Wasserfälle aufgrund ihres natürlichen Gefälles unter erheblichen Nutzungsdruck. Da und dort lautete das Motto, dass nur eine genutzte Kilowattstunde eine gute Kilowattstunde sei und dass ungenutzte Wasserfälle letztlich eine verantwortungslose «Kilowattverschwendung» darstellten!

Landläufig herrscht die Meinung vor, dass Wasserfälle, die ein stufenloses Gefälle von mehr als einem Meter aufweisen, für Fische wie die Bachforelle ein natürliches Hindernis beim Aufstieg in die Oberläufe der Flüsse seien. Ihre Nutzung wurde daher allzu rasch als ökologisch vertretbar erachtet. Andere Artengruppen, wie zum Beispiel die Flechten, Algen und Moose, aber auch Blütenpflanzen in der Spritzwasserzone oder Insekten, wurden mangels genügender Kenntnisse ausser Acht gelassen.

In der Wassernutzungsstrategie des Kantons Bern (Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern 2010) beschränken sich die gewässerökologischen Bewertungen auf folgende Kriterien: Hydrologie, Wasserqualität, Seltenheitswert des Gewässers und Natürlichkeitsgrad (Ökomorphologie). Mit Fokus auf die Fischerei werden die folgenden Kriterien bewertet: Vorkommen von prioritären Fischarten, Artenzahl, Bedeutung als Fischereigewässer, für die Fischerei relevante Lebensraumqualität (Ökomorphologie) und Aufwertungspotenzial. Aufgrund dieser Kriterien ist es wenig erstaunlich, dass die Wasserfälle als potenzielle Lebensräume für andere Lebewesen nicht erfasst wurden. Sämtliche Wasserfälle sind somit potenziell nutzbar, da sie ökologisch als nicht interessant eingestuft wurden.

Das Mosaik der feuchten, wechselfeuchten und trockenen Lebensräume im Umfeld von Wasserfällen dürfte eine bislang wenig bekannte Biodiversität beherbergen. Eine Ausnahme bilden die wissenschaftlichen Erhebungen der Flechten- und Moosflora sowie der Vögel bei den Krimmler Wasserfällen in Österreich (ÖAV 2007).

Ähnliche Defizite bestehen auch in Bezug auf die sozio-kulturellen Aspekte der Wasserfälle. Vertiefte Analysen der Rezeptionsgeschichte der Wasserfälle in Literatur und Malerei sind rar (BUTZ 2009; KEHRLI-MOSER 2010). So liessen im Kanton Bern die ersten Entwürfe der erwähnten Wasserstrategie theoretisch auch die Nutzung grosser Wasserfälle wie des Staubbachs zu. Erst aufgrund der Intervention der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL-FP) wurden auch (allgemeine) ästhetische und touristische Kriterien erarbeitet, welche zumindest die grössten Wasserfälle des Kantons Bern schützen. Die eindrücklichen kaskadenförmigen Bachlägerfälle in Grindelwald BE konnten aber nur aufgrund vehementer Kritik vonseiten eines Vereins bis heute vor einer Wasserkraftnutzung bewahrt werden. Für den Laubeggfall an der Simme in Boltigen (BE) war aber jegliche rechtliche Intervention vergeblich. Durch die neue Nutzung wird der Katarakt zu einem Restwassergerinne reduziert. Ungenügende Restwassermengen zerstören aber mutmasslich die Erlebniswirkung und Lebensraumfunktion (Reduktion des Sprühzonenbereichs) von Wasserfällen (BROGGI und REITH 1983). Genauere Untersuchungen hierzu fehlen allerdings bis heute, was aufgrund der touristischen Bedeutung der Wasserfälle erstaunlich ist.

Ein relativ junges Forschungsgebiet beschäftigt sich mit der gesundheitsfördernden Wirkung von Landschaften. Eine umfassende Recherche, die von der SL-FP und den Ärztinnen und Ärzten für Umweltschutz 2007 beim Institut für Sozial- und Präventivmedizin (ISPM) der Universität Bern in Auftrag gegeben wurde, ergab zahlreiche Hinweise, dass sich die Landschaft umfassend auf die Gesundheit auswirkt (ABRAHAM *et al.* 2007). Die Natur hat einen positiven Effekt auf die physische, psychische und soziale Gesundheit der Menschen. Wasser erwies sich dabei als ein starker Einflussfaktor bei der Bewertung der Landschaften.

1.3 Bestehende Wissenslücken und Zielsetzung der Studie

Das vorliegende Buch liefert eine erste umfassende Darstellung der ökologischen und sozio-kulturellen Qualitäten von Wasserfällen. Damit soll dem heute grossen Nutzungsinteresse ein fundiertes Argumentarium für den Schutz der Wasserfälle entgegengestellt werden können. Es wird insbesondere aufgezeigt, dass der «Lebensraum Wasserfall»

weitaus vielfältiger ist, als bisher angenommen wurde (Kap. 3). Hinsichtlich der sozio-kulturellen Qualitäten wird unter anderem mit dem Konzept der landschaftsbezogenen Ökosystemleistungen (DE GROOT 2006) gearbeitet, welches erlaubt, die bislang schwierig zu objektivierenden «Werte» der Natur und von Kulturlandschaften zu bewerten (Kap. 4.1). Die zentralen Landschaftsleistungen lassen sich gemäss Definition des Bundesamtes für Umwelt in Sinnes- (Ästhetik-), Symbolisierungs- und natürliche/kulturelle Ausdrucksleistungen gliedern (BAFU 2011). Für die Erhebung der ästhetischen Qualitäten wurden spezifische Kriterien- und Indikatorensets entwickelt und an Fallbeispielen getestet (Kap. 7).

Folgende Forschungsfragen bilden den Ausgangspunkt dieser Studie:

1. Welche lebensraumspezifischen Qualitäten weisen Wasserfälle auf? Lassen sich aufgrund der vorhandenen Pflanzen- und Tiergesellschaften Wasserfälle typisieren? Gibt es Pflanzen- und Tierarten, die ausschliesslich oder vorwiegend im Spritzbereich von Wasserfällen vorkommen?
2. Welche kunsthistorischen, touristischen und weiteren Leistungen können Wasserfälle erbringen?
3. Welche landschaftsästhetischen Qualitäten kommen den Wasserfällen zu?

Die Untersuchungen wurden in einem interdisziplinären, empirischen Ansatz bei verschiedenen Wasserfällen durchgeführt (Abb. 1.2). Dabei wurden die Arbeiten in die drei «Working Packages» Biodiversität, sozio-kulturelle Leistungen und Landschaftsästhetik aufgeteilt.

Wasserfälle sind isolierte Naturmonumente, aber auch Elemente einer Landschaft. Das Verständnis dieser Einordnung in breitere Zusammenhänge ist entscheidend für die Erfassung und Evaluation der ökologischen und sozio-kulturellen Qualitäten. So sehr Biodiversität grösstenteils von der spezifischen Vielfalt der Lebensräume abhängig ist, so sehr entstehen auch die sozio-kulturellen Landschaftsleistungen aus der charakteristischen räumlichen Beziehung der unterschiedlichen Einzelelemente. Aufgrund der vorhandenen Wissenslücken erstaunt es wenig, dass heute keine nationalen oder regionalen Inventare der Wasserfälle, sondern erst einzelne wissenschaftliche Ansätze dazu existieren (SCHWICK und SPICHTIG 2007).

Begründungen für die Schutzwürdigkeit wenig bekannter Wasserfälle sind daher heute kaum vorhanden. Einige der monumentalen Wasserfälle wurden in der Vergangenheit zwar als Einzelobjekte (Rheinfall) oder als Teil grösserer Inventarobjekte unter nationalen Schutz gestellt (Cascata di Foroglio, Giessbachfälle). Es fehlen aber sowohl eine eigentliche Schutzkategorie wie auch allgemeine Schutzbestimmungen. Da die meisten Wasserfälle mit wenigen Ausnahmen eigentumsrechtlich entweder der öffentlichen Hand oder öffentlich-rechtlichen Korporationen zugeordnet sind, führte die Schwäche der bisherigen Schutzargumentation (kein Fischgewässer, kein spezifisches Schutzinventar) oft dazu, dass der Nutzungsabsicht wenig entgegen gehalten werden konnte. Mit der vorliegenden Studie hoffen die Autorinnen und Autoren, dieses Defizit wenigstens teilweise zu füllen und Anregungen für weiterführende Untersuchungen zu geben.

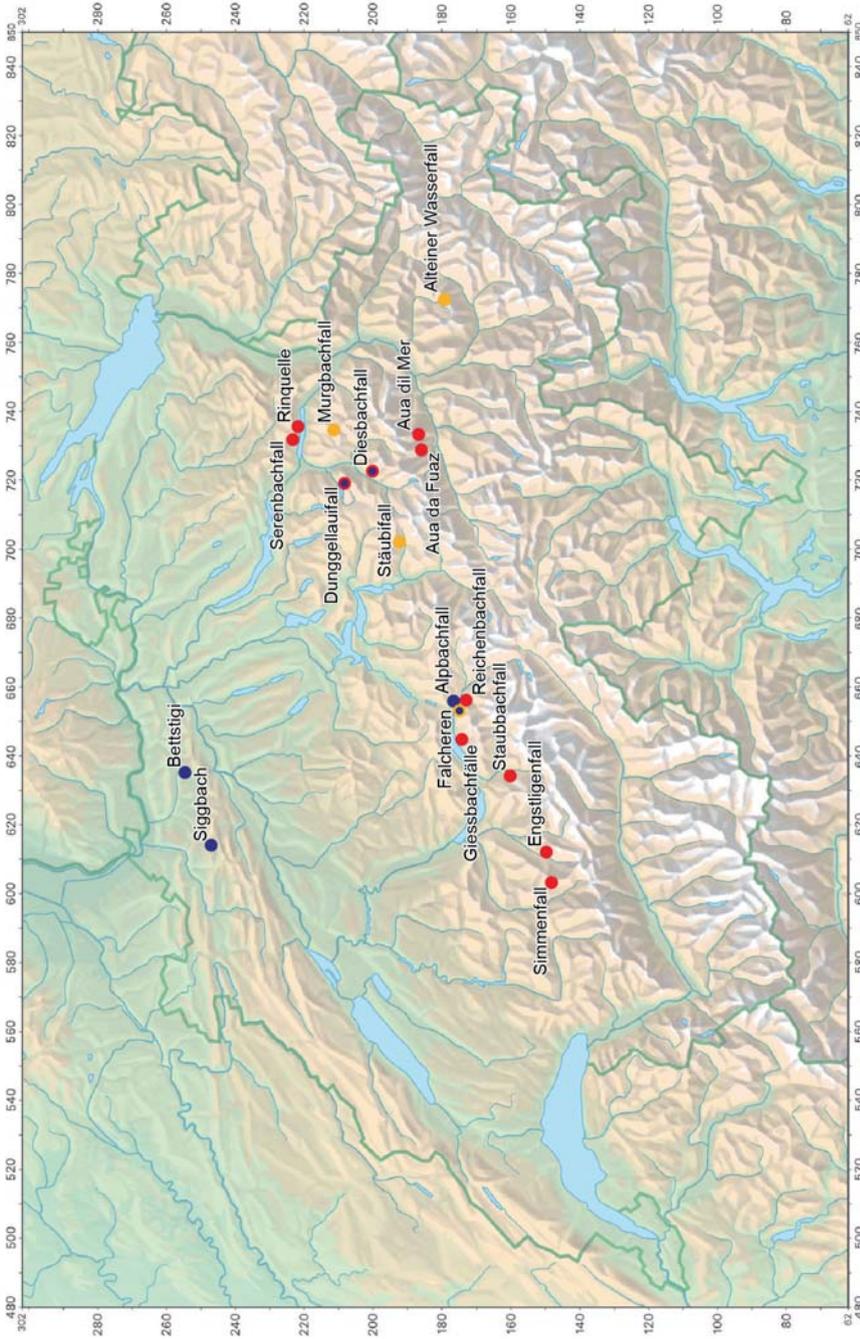


Abb. 1.2. Karte mit den untersuchten Wasserfällen. Violette Punkte bezeichnen die Wasserfälle, bei denen die Biodiversität erfasst wurde (Kap. 3), rote Punkte und Kreise diejenigen, bei denen Befragungen durchgeführt wurden (Kap. 6). Orange Punkte und Kreise zeigen die Wasserfälle, bei denen ästhetische Landschaftselemente bewertet wurden (Kap. 7). © Bundesamt für Landestopographie 2007

1.4 Literatur

- ABRAHAM, A.; SOMMERHALDER, K.; BOLLIGER-SALZMANN, H.; ABEL, T., 2007: Landschaft und Gesundheit: Das Potential einer Verbindung zweier Konzepte. Universität Bern.
- BAFU, 2011: Landschaftsstrategie BAFU, Bern.
- Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Amt für Wasser und Abfall, 2010: Wassernutzungsstrategie. Bern.
- BROGGI, M. F.; REITH, W. J., 1983: Beurteilung der Restwasserfrage nach ökologischen und landschaftsästhetischen Gesichtspunkten. In: Schlussbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser. Bern, EDMZ.
- BURKE, E., 1757: A philosophical enquiry into the origin of our ideas of the sublime and beautiful. London, R. and J. Dodsley.
- BUTZ, H. G., 2009: Sie waren am Rheinfluss. Der Rheinfluss in der europäischen Literatur. Texte vom Mittelalter bis in die Gegenwart. Zürich, Chronos.
- DE GROOT R., 2006: Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 75: 175–186.
- GLAREAN, H., 1554: *Helvetiae descriptio (...)*. Basel, Parcus.
- KAPLAN, R.; KAPLAN, S., 1989: *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge, University Press.
- KEHRLI-MOSER, C., 2010: Rosenluis, 240 Jahre Tourismus- und Hotelträume an der Grossen Oberlandtour. Münsingen, Fischer AG.
- ÖAV, 2007: 1967–2007 40 Jahre Europaschutzdiplom Krimmler Wasserfälle, Festschrift, Fachbeiträge des Österreichischen Alpenvereins, Serie: Alpine Raumordnung Nr. 31.
- SCHWICK, C.; SPICHTIG, F., 2007: *Die Wasserfälle der Schweiz*. Aarau, AT-Verlag.
- WITTSTEIN, G. C.; 1881/2: *Die Naturgeschichte des Cajus Plinius Secundus / Ins Deutsche übersetzt und mit Anmerkungen versehen*. Leipzig, Gressner & Schramm.

2 Vielfalt der Wasserfälle

Christian Schwick, Roman Hapka

2.1 Charakteristik und Typologie von Wasserfällen

Christian Schwick

Was ist ein Wasserfall?

«Ein Wasserfall ist ein senkrechter Absturz eines Fliessgewässers über einen Felsen». Was sich in der Theorie einfach formulieren lässt, stellt in der Praxis einige Fragen. Wie hoch muss ein Absturz sein? Für ein kleines Kind ist eine Fallhöhe von einem Meter sicher schon ein Wasserfall. Im Lauterbrunnental mit seinen 400 m hohen Wasserfällen und beinahe 1000 m hohen Kaskaden würde aber in so einem Fall niemand von einem Wasserfall sprechen. Und wie viel Wasser muss herunterstürzen? Was wir in der Schweiz als Rinnsal bezeichnen, kann für einen Besucher aus einer ariden Region eine ganz andere Bedeutung haben. Und was bedeutet senkrecht? Genau 90°? Dann wäre nämlich der Rheinflall mit einem durchschnittlichen Gefälle von 45° kein wirklicher Wasserfall. Wenn aber das Wasser nicht genau senkrecht herabfallen muss, wie steil sollte es dann fallen? Und wird das Aufeinanderfolgen vieler kleiner Fälle in einem Fliessgewässer auch als Wasserfall bezeichnet?

Für eine wissenschaftliche Erfassung muss die Definition eines Wasserfalls um weitere Kriterien ergänzt werden. In ihrer gemeinsamen Diplomarbeit «Die Wasserfälle der Schweiz» erstellten SCHWICK und SPICHTIG (2002) erstmals ein systematisches Verzeichnis aller «grossen» Wasserfälle der Schweiz. Dazu benutzten sie ein System, welches vier Kriterien umfasste. Bei jedem Wasserfall wurden Höhe, Wassermenge, Sichtbarkeit und Bekanntheit beurteilt und für jedes Kriterium eine Punktzahl von eins bis drei vergeben. Somit konnte jeder Wasserfall zwischen vier bis zwölf Punkte erreichen. Wasserfälle mit sieben und mehr Punkten wurden nach Möglichkeit in der ganzen Schweiz erfasst. Viele Wasserfälle haben eine eher geringe Punktzahl; hohe Punktzahlen ab zehn sind ganz selten. Beispiele mit hohen Punktzahlen sind der Rheinflall (ZH/SH), die Giessbachfälle (BE), der Geltenschuss (BE), der Saut du Doubs (NE) oder der Staubbachfall (BE). SCHWICK und SPICHTIG (2002) erfassten insgesamt rund 250 Wasserfälle in der Schweiz. In den nachfolgenden Jahren wurden weitere Erhebungen durchgeführt und dank vieler hilfreicher Tipps aus dem Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), der Wissenschaft und der Bevölkerung konnte die Datenbank auf rund 700 Wasserfälle erweitert werden. Weitere Hinweise über bisher nicht erfasste Wasserfälle werden dankbar entgegengenommen. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass diese Erfassung der Wasserfälle ausschliesslich auf deren offensichtlicher Bedeutung für die Bevölkerung und den Tourismus basiert. Weniger sichtbare Eigenschaften wie etwa die Biodiversität und der Naturschutzwert werden dabei nicht berücksichtigt (siehe Kap. 3).

In den nachfolgenden Abschnitten werden die wichtigsten Aspekte der Entstehung von Wasserfällen vorgestellt und ihre Morphologie, Typisierung, physikalischen Eigenschaften und Namensgebung beschrieben.

Werden und Vergehen von Wasserfällen

Für die Entstehung von Wasserfällen müssen vier Voraussetzungen erfüllt sein:

1. **Hohe Reliefenergie:** Im Fließgewässer muss ein ausreichender Höhenunterschied vorhanden sein, damit ein Wasserfall entstehen kann. Dies ist meistens der Fall in Gebieten mit einer hohen Reliefenergie, also grossen Höhenunterschieden in der Landschaft auf kleinem Raum. In der Schweiz sind dies primär die Alpen.
2. **Genügend Niederschlag:** Es muss genügend Niederschlag fallen, um die Bildung eines Fließgewässers zu ermöglichen. In der Schweiz fällt Niederschlag während allen Monaten. Höher gelegene Wasserfälle können jedoch im Winter versiegen, da in ihrem Einzugsgebiet der Niederschlag als Schnee fällt. Andererseits profitieren diese Wasserfälle von hohen Abflussmengen im Frühling und Sommer während der Zeit der Schnee- und Gletscherschmelze.
3. **Geeigneter geologischer Untergrund:** Prinzipiell eignen sich alle Gesteinsarten zur Ausbildung von Schichtstufen und damit Wasserfällen. Es gibt aber erhebliche Unterschiede. Während Sedimentgesteine eine Schichtung und somit gute Voraussetzungen zur Bildung von Wasserfällen besitzen, sind kristalline Gesteine uniform, was eine Wasserfallbildung erschweren kann. Auch innerhalb der einzelnen Gesteinsarten gibt es Unterschiede in ihrer Eignung für die Entstehung von Wasserfällen.
4. **Harter Fallmacher:** In der Kopfzone des Wasserfalls muss eine harte, relativ erosionsresistente Gesteinsschicht liegen. Ist dies nicht der Fall, vertieft sich das Fließgewässer gleichmässig und es kann kein Wasserfall entstehen. Entscheidend ist auch die Ausrichtung dieser Gesteinsschicht. Liegt sie horizontal, sind die Bedingungen zur Bildung eines Wasserfalls ideal, liegt sie senkrecht, wird sich das Fließgewässer eintiefen, ohne einen Wasserfall zu bilden.

Die Wasserfälle lassen sich in zwei Gruppen einteilen: in die destruktiven (der Abtragung unterworfenen) und in die konstruktiven Wasserfälle. Dabei bilden die destruktiven Wasserfälle bei Weitem die grössere Gruppe. Innerhalb dieser Gruppe lassen sich wiederum zwei unterschiedliche Entstehungsarten unterscheiden. Beim konsequenten Wasserfall ist die Entstehungsart an einen geologischen Prozess gebunden. Dabei können verschiedene Prozesse, wie ein Felssturz, der einen Bachlauf verschüttet, eine glaziale Überprägung oder ein plötzlicher Austritt einer Quelle aus einer Felswand, zu einem Gefällsbruch im Fließgewässer und somit zur Entstehung eines Wasserfalls führen. Bekannte Beispiele für Wasserfälle, die durch glaziale Überprägung gebildet wurden, sind im Lauterbrunnental zu finden. Ein Beispiel für eine Entstehung eines Wasserfalls durch einen Quellaustritt ist die Rinquelle oberhalb des Walensees (SG). Die zweite Untergruppe der destruktiven Wasserfälle sind die subsequenten Fälle. Jedes Fließgewässer unterliegt der allmählichen Tiefenerosion. Wird im Verlauf dieses Prozesses im Flussbett eine harte Gesteinsschicht freigelegt, so setzt diese Schicht der Erosion einen höheren Widerstand entgegen als die weiter unten im Flusslauf liegenden Gesteine. Diese weicheren Gesteine werden weiter erodiert, der Flusslauf tieft sich hier ein. Somit entsteht ein Gefällsbruch, der zu einem Wasserfall führt. Der Unterschied in der Härte der Gesteinsarten, das Gefälle im Flusslauf und die Abfolge weiterer Gesteinsschichten sind entscheidend, wie hoch der Wasserfall werden kann und wie lange er bestehen bleibt.

Ganz anders verhält es sich bei den konstruktiven Wasserfällen. Hier wandert der Wasserfall mit der Zeit flussabwärts und wird höher. Dies geschieht durch die Ausfällung von im Wasser gelösten Mineralien, in den meisten Fällen Kalziumkarbonat. In der Schweiz gibt es nur kleine konstruktive Wasserfälle. Diese sind meistens an eine Quelle gebunden. Im Ausland finden sich jedoch bekannte Beispiele wie die acht Wasserfälle im Nationalpark Krka in Kroatien. Andere Beispiele, die jedoch mehr an Becken als an hohe Was-

serfälle erinnern, sind die Mammoth Hot Springs im Yellowstone Nationalpark in den Vereinigten Staaten oder die Wasserfälle im UNESCO-Weltnaturerbe Pamukkale in der Türkei.

Wasserfälle sind wie oben beschrieben keine statischen Gebilde und jeder von ihnen wird über kurz oder lang verschwinden. In den meisten Fällen erfolgt dies durch die rück-schreitende Erosion, die allmählich den Gefällsbruch ausgleicht und den Wasserfall immer kleiner werden lässt, bis er schliesslich ganz verschwindet. Dieser Prozess kann allmählich erfolgen (über Jahre oder Jahrhunderte) oder aber auch innert wenigen Sekunden. Ein Ereignis, das zum Verschwinden eines Wasserfalls in der Schweiz führte, fand im Jahr 2010 in Ried im Muotathal statt. Durch einen Felssturz verlor ein 100 Meter hoher Wasserfall fast seinen ganzen Gefällsbruch. Der Bach fliesst jetzt unterirdisch durch Gesteins-trümmer bis zum Talboden. Auch kleinere Veränderungen oberhalb eines Wasserfalls können zu seinem Verschwinden beitragen. So kann sich beispielsweise das Wasser einen neuen Weg durch eine Kluft suchen und den Fall versiegen lassen. Dies erfolgte bei den Giessbachfällen (BE) und dem Saut du Doubs (NE). Da es sich an beiden Orten um bekannte Wasserfälle handelt, wurden diese Klüfte durch Menschen aufgefüllt, um die Wasserfälle zu erhalten.

Die mit Abstand grösste Gefährdung der Wasserfälle in der Schweiz wird durch Menschen verursacht. Die Wasserkraftnutzung hat sehr viele Fälle beeinträchtigt oder ganz zum Verschwinden gebracht. Ein im 19. Jahrhundert bekannter und beliebter Wasserfall war der Handeggfall (BE) beim Grimselpass (Abb. 2.1). Durch den Ausbau der Wasserkraftnutzung in diesem Gebiet ist der Handeggfall fast vollständig versiegt. Heutzutage kann er nur noch nach Starkniederschlägen als Wasserfall betrachtet werden. Ähnliche Beispiele sind in der ganzen Schweiz zu finden, am ausgeprägtesten im Alpenraum. Bei vielen Wasserfällen wird nur ein Teil des Wassers genutzt und oftmals finden langandauernde Diskussionen über einen Ausbau der Nutzung oder die ungeschmälernte Erhaltung des Wasserfalls statt. Beispiele dazu sind der Rheinfall (ZH/SH) und die Diesbachfälle



Abb. 2.1. Eine der seltenen Postkartenaufnahmen des verschwundenen Handeggfalls (BE) am Grimselpass. Quelle: Postkarte Bildarchiv ETH-Bibliothek.

(GL). Im Rahmen der Erhebungen von SCHWICK und SPICHTIG (2002, 2007) konnte leider nicht festgestellt werden, wieviele Wasserfälle ganz verschwunden sind und zu welchem Grad die noch übrig gebliebenen beeinträchtigt sind. Es wird jedoch geschätzt, dass von den grösseren Wasserfällen der Schweiz seit Mitte des 19. Jahrhunderts rund 60 Prozent durch die Wasserkraftnutzung in einem unterschiedlichen Ausmass beeinträchtigt wurden. Weitere Forschungsarbeiten über diesen Aspekt sind notwendig.

Abb. 2.2. Verschiedene Morphologie der Wasserfälle. Fotos C. Schwick und F. Spichtig.



A. Übergangslos
(Lauifall, OW).



B. Allmählich
(Cascata Grande, TI).



C. Spezialfall eines alten Fallmachers, der eine Brücke über dem neuen Fallmacher bildet (Fründenfall, BE).



D. Freifallend
(Geltenschuss, BE).



E. Kaskadenartig (Pissevache, VS).



F. Schiessgerinne
(Alperfall, VS).



G. Kolk
(Reichenbachfall, BE).



H. Schuttkegel
(Oeschinensee, BE).



I. Keilanbruch
(Staubbachfall, BE).

Morphologie und Typisierung von Wasserfällen

Ein Wasserfall lässt sich in drei Zonen aufteilen: 1) die Kopfzone, in der das Fließgewässer vom Fließen ins Fallen übergeht, 2) die Fallzone, in der das Wasser fällt, und 3) die Prallzone, in der das Wasser auf den Boden fällt und sich wieder zu einem Fließgewässer findet (Abb. 2.2). Für die Fallzone gibt es zwei morphologische Grundmuster: übergangslos und allmählich. Bei Wasserfällen mit allmählichem Übergang zum freien Fall ist es schwierig, die genaue Höhe festzulegen. Eine Spezialform bilden Wasserfälle mit einer Felsbrücke. Hier hat das Fließgewässer durch Spalten einen neuen, für den Beobachter kaum sichtbaren Weg unter dem Fallmacher (der harten Gesteinsschicht) gefunden und tritt erst weiter unten wieder aus. Durch weitergehende Erosion kann sich so eine kleine Felsbrücke über dem neuen Fallmacher bilden. In der Fallzone sind drei verschiedene Morphologien möglich: 1) der typische Wasserfall mit frei fallendem Wasser, 2) die kaskadenartige Fallzone, bei der das Wasser immer wieder aufprallt und dann weiterfällt, und 3) das sogenannte Schiessgerinne, wo auf einem steilen Abschnitt des Fließgewässers das Wasser den Fels zu einer glatten Oberfläche erodiert, auf der es dann herunter-schießt. Diese morphologische Form wird aber nicht als Wasserfall betrachtet.

Bei der Prallzone eines Wasserfalls lassen sich ebenfalls typische morphologische Formen finden. Die bekannteste ist sicher der Kolk, ein Becken gefüllt mit Wasser. Das herabstürzende Wasser erodiert den Untergrund und bildet eine Vertiefung, in der sich Wasser sammelt. Wenn ein Wasserfall viel Geröll und Geschiebe mit sich führt, können sich diese in der Prallzone ansammeln, wodurch ein Schuttkegel entsteht. Die dritte Form ist ein Keil-anbruch. Hier besteht unterhalb des Wasserfalls bereits ein ausgedehnter Schuttkegel. Das Wasser erodiert dann keilförmig den Teil des Kegels, in dem der Bachlauf fließt. Diese drei Formen können auch langsam ineinander übergehen oder rasch wechseln. So kann beispielsweise ein Kolk nach einem Murgang zu einem Schutthaufen werden.

Wasserfälle können einzeln oder mehrere hintereinander im selben Fließgewässer auftreten. Bei einem einzelnen Wasserfall spricht man von einem Einzelfall. Wenn mehrere Wasserfälle nahe beieinander auftreten, gibt es die Unterscheidung zwischen einer Kaskade und einer Kaskadenstrecke. Um eine Kaskade von Wasserfällen handelt es sich, wenn die Horizontalabstanz zwischen zwei (oder mehreren) Kopfzonen kleiner ist als deren Vertikalabstanz. Ein Beispiel dazu sind die Seerenbachfälle (SG). Ist die Horizontalabstanz zwischen zwei Kopfzonen grösser als die Vertikalabstanz, so spricht man von einer Kaskadenstrecke und kann die sich darin befindlichen Wasserfälle wieder als Einzelfälle betrachten. Ein Beispiel dazu sind die Giessbachfälle (BE).

Für die Typisierung von Wasserfällen wurde ein System gewählt, das auf dem optischen Eindruck des Wassers in der Fallzone beruht. Dies hat den Vorteil, dass es unabhängig von Messungen oder weiteren Erhebungen ist. Der Nachteil beruht darin, dass bei manchen Wasserfällen der optische Eindruck – und somit die Typisierung – vom Wasserabfluss abhängig ist. Erhebungen zu verschiedenen Zeitpunkten an gleichen Wasserfällen haben jedoch gezeigt, dass dies selten der Fall ist (SCHWICK und SPICHTIG 2002). Die erste Unterscheidung ist, ob Wasser frei fällt, kaskadenartig fällt oder schießend herunterfließt. Ist es schießend, handelt es sich per Definition um keinen Wasserfall. Die zweite Unterscheidung berücksichtigt, ob der Wasserfall einfach, mehrfach oder deckend fällt. Somit sind sechs verschiedene Wasserfalltypen möglich (Abb. 2.3). Bei den kaskadenartigen Wasserfällen kommt noch die Möglichkeit des verzweigten Fallens dazu.

Auf den folgenden Seiten:

Abb. 2.3. Typisierung der Wasserfälle. Fotos C. Schwick und F. Spichtig.