

Beobachtungen zur Wassernutzung auf dem Lande während des Mittelalters und der frühen Neuzeit im Gebiet der heutigen Schweiz

Observations for the watermanagement in rural economy during the Middle Ages and the early modern times in the area of today's Switzerland

Des observations de l'usage de l'eau en milieu rural au Moyen-Âge et aux temps modernes dans le domaine de la Suisse d'aujourd'hui

Michael Schmaedecke

1. Einleitung

«Wasserschloss Europas», mit diesem Label schmückt sich die Schweiz¹. Innerhalb ihrer heutigen Grenzen entspringen der Rhein und die Rhone, zwei grosse europäische Flüsse. Der Inn ist ein wichtiger Zufluss der Donau. Der Ticino und die Etsch führen dem Po Wasser zu.

Wie kommt es zu diesem Wasserreichtum?

Die Alpen bilden für die Wasser enthaltenden Luftmassen eine Barriere, so dass an deren Rändern der über dem Atlantik und dem Mittelmeer aufgenommene Wasserdampf abregnet. Im Vergleich zur europäischen Durchschnittsmenge fällt daher im Alpenraum mehr als das Doppelte an Niederschlag (*Weingartner – Viviroli 2003*, 6). Neben den Niederschlägen tragen auch die Abflüsse der Gletscher zur Versorgung von Bächen und Flüssen bei.

Zur Nutzung des Wassers im Mittelalter und in der frühen Neuzeit in der Schweiz liegen zahlreiche Quellen vor. Die bisherigen Forschungen über die Nutzung des Wassers in historischen Zeiten richtete den Blick meist auf die Trinkwasserversorgung in den Städten.² Einzelne Aspekte der Wassernutzung waren Themen verschiedener Untersuchungen, wobei übergreifende Forschungen zu diesem Thema bislang noch nicht durchgeführt wurden.

Im folgenden soll versucht werden, anhand weniger Beispiele aus der Nordwestschweiz und dem Wallis (*Abb. 1*) einige Aspekte der Nutzung des Wassers auf dem Lande für die Erzeugung von Energie und die Feldbewässerung darzulegen.

2. Beispiele der Nutzung des Wassers im Mittelalter und in der frühen Neuzeit

2.1. Energiegewinnung

Antrieb von Mühlrädern

Die Wasserkraft der nördlich des Jurakamms entspringenden und zum Rhein hin fliessenden kleinen Flüsse und Bäche wurden in grossem Ausmass für die

Energiegewinnung mittels Mühlrädern genutzt. Urkundliche Hinweise auf Mühlen sind vom 11. Jahrhundert an vorhanden. So werden in der 1033 verfassten Stiftungsurkunde der Kirche St. Leonhard in Basel eine Mühle und eine weitere indirekt genannt.³ In der fünfzig Jahre später erstellten Gründungsurkunde des Basler Klosters St. Alban erhält dieses das Recht, ausserhalb der Stadt bei St. Jakob an der Birs, einem Zufluss des Rheins, eine Mühle zu errichten.⁴ In einem Rechtsstreit wird 1221 in einer gefälschten, inhaltlich jedoch richtigen Urkunde erwähnt, dass an einem von der Birs abgeleiteten, zu dem am Rhein gelegenen Kloster St. Alban führenden Kanal mehrere dem

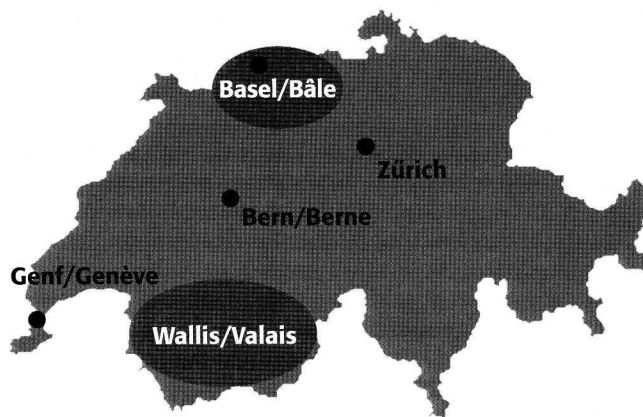


Abb. 1. Übersichtskarte der Schweiz mit Einzeichnung der betrachteten Gebiete (Karte: Verf.).

Kloster gehörende Müller ansässig sind (*Boos 1881*, 17, Nr. 36). 1239 verkaufte die Äbtissin des Klosters zu Niedern-Hohenburg dem Basler Bischof Lütold einen Hof in Arlesheim, zu dem eine Mühle gehörte (*Boos 1881*, 28 f., Nr. 49).

¹Die Schweiz als Wasserschloss Europas war das Thema des Schweizer Pavillons auf der Expo '98 in Lissabon.

²Vgl. Artikel «Wasserversorgung» in Historisches Lexikon der Schweiz: <http://www.lexhist.ch>.

³«an dem mulin wege» (*Boos 1881*, 3 f., Nr. 11).

⁴Die Mühle ist für das Jahr 1102 urkundlich belegt (*Nertz 1983*).



Abb. 2. Reigoldswil. Mühlesteine als Einfassung eines Kindergrabes aus dem 8. Jahrhundert. Rekonstruierte Aufstellung der Mühlesteine (Foto: Marcel Eckling, Kantonsarchäologie Basel-Landschaft).

Die seit dem 13. Jahrhundert zunehmende Schriftlichkeit lässt erkennen, dass während des Mittelalters nahezu jede Gemeinde, die an einem fließenden Gewässer lag, eine eigene Mahlmühle besass. Die schriftlichen Erwähnungen informieren jedoch über das Vorhandensein der Mühlen und nicht über deren Errichtung, so dass diese schon lange zuvor bestanden haben können.

Ein Beleg für die Existenz von Mühlen schon im frühen Mittelalter ist die «Zweitverwendung» von mindestens drei Mühlesteinen als Einfassung eines Kindergrabes in Reigoldswil, etwa 20 km südöstlich von Basel (Abb. 2). Die Durchmesser zweier Mühlesteine von 0,86 m zeigen, dass es sich hier nicht um Reste einer Handmühle, sondern einer Wassermühle handelt. Aufgrund der Befundsituation des Grabes unter einem Kirchenbau des 9. Jahrhunderts dürften die Mahlsteine aus dem 8. Jahrhundert stammen (Tauber 1998a; Marti 2000, 174 f.). Ohne einen direkten Zusammenhang herstellen zu wollen, sei hier darauf hingewiesen, dass sich in nur knapp 10 km Luftlinie von diesem Fundort entfernt eine der drei in der Schweiz bekannten römischen Wassermühlen befindet.⁵

Weitere archäologische Nachweise früher Mühlen sind aus der Nordwestschweiz bislang nicht bekannt. Doch wie jüngere archäologische Befunde aus Deutschland⁶ oder die Erwähnungen in den frühmittelalterlichen Gesetzestexten zeigen, gehörten Mahlmühlen zur Ausstattung der damaligen Dörfer (Zusammenfassend: Freedon 2002).

Die urkundliche Überlieferung lässt den Bestand an Mühlen in der Basler Region gut erkennen. Im Tal der Ergolz und deren Seitentälern (Abb. 3) werden in einem Umkreis von etwa 10 km Luftlinie vom 13. bis in das 15. Jahrhundert 24 Mühlen genannt. Berücksichtigt man die Zufälligkeit der Nennungen und die Beobachtung, dass die Mühlen über Generationen Bestand hatten, kann man davon ausgehen, dass diese Mühlen mindestens zeitweilig, wahrscheinlich jedoch vom hohen Mittelalter bis in die Neuzeit gleichzeitig vorhan-

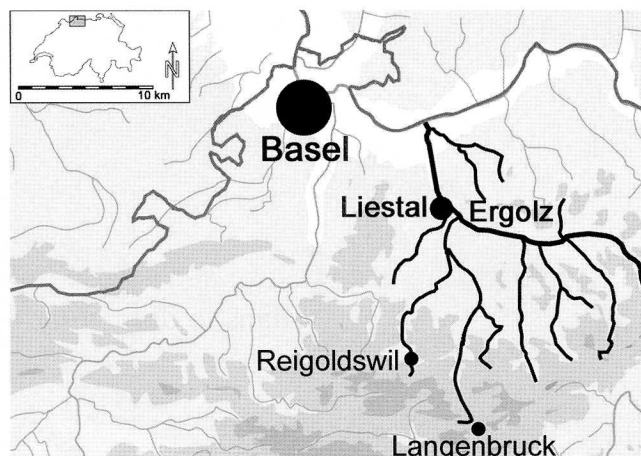


Abb. 3. Ergolz mit Zuflüssen (Karte: Verf.).

den waren. Die Mühlen lagen durchschnittlich nur 3 km auseinander und die maximale Distanz zwischen zwei Mühlen betrug lediglich 5,3 km (Abb. 4). Vor dem Hintergrund, dass wahrscheinlich auch noch in weiteren Orten Mühlen bestanden haben, die nicht urkundlich erwähnt sind, ergibt sich somit eine sehr hohe Dichte an Mühlen.

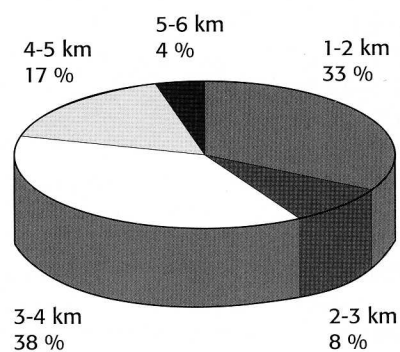


Abb. 4. Entfernung der Mühlen zueinander (Graph: Verf.).

Antrieb verschiedener weiterer Maschinen

Die Wasserräder dienten jedoch nicht nur zum Antrieb von Mahlwerken. Mit Hilfe einer Nockenwelle konnte eine ganze Reihe unterschiedlicher Maschinen für verschiedene Handwerke, insbesondere jedoch im Bereich der Metallgewerbe, betrieben werden.

Mitten im Jura in Langenbruck fanden sich die Reste einer Hochofenanlage aus dem 13. Jahrhundert. Der Betrieb eines solchen Hochofens war nur mit Hilfe eines mit Wasserkraft mechanisch betriebenen Blasewerkes möglich (Tauber 1998b; 1998c, 514 f.) – (Abb. 5).

In den Schriftquellen wird erst seit der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts von wasserkraftbetriebenen Poch- und Schmiedehammerwerken, Stampfen, Walken oder Sägen berichtet, was jedoch keine Aussagen über deren Alter zulässt. Wir wissen auch nicht, in welchem Masse hierbei die technischen Einrichtungen der bestehenden Mahlmühlen genutzt wurden oder ob es sich um selbständige Anlagen gehandelt hat.

⁵ Rodersdorf-Klein-Büel SO (Jahrb. SGUF 85, 2002, 328-329).

⁶ Dasing/Bayern, Gimbsheim/Rheinland-Pfalz, Grosshöbing/Bayern und Lauchheim/Baden-Württemberg.

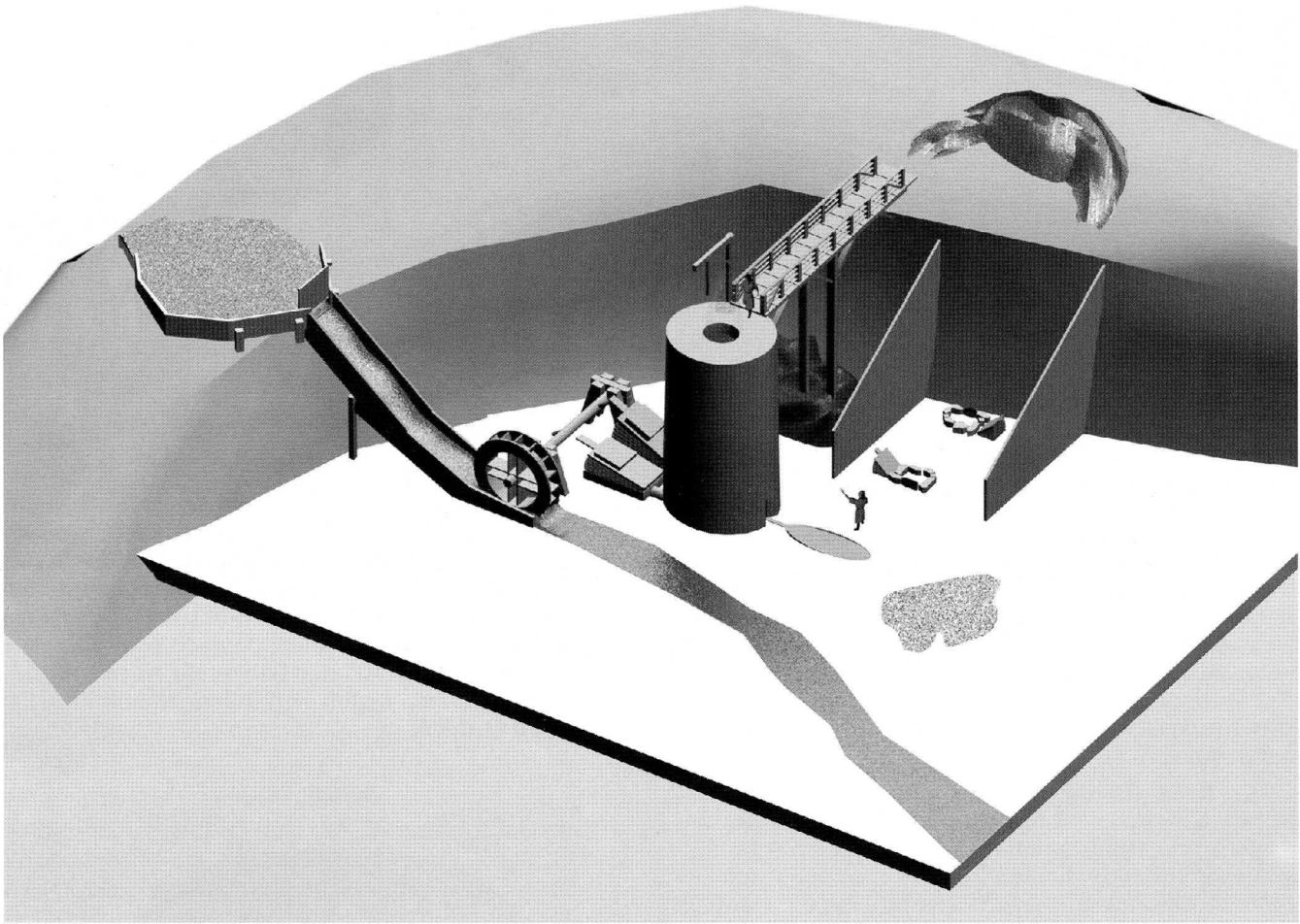


Abb. 5. Langenbruck-Dürstel. Rekonstruktionsvorschlag der Hochofenanlage (Zeichnung: Martin Huwiler, Kilchberg).

Um die Wasserzufuhr der Mühlen zu gewährleisten und zu regeln, bedurfte es Eingriffe in den natürlichen Lauf der Gewässer. Das Wasser musste so geleitet werden, dass es an der richtigen Stelle auf das Mühlrad auftraf, und die Wassermenge war so zu bemessen, dass ausreichend, aber auch nicht zuviel Wasser auf das Rad gelangte. Hierfür waren regulierbare Kanalsysteme und oft auch die Anlage von Weihern erforderlich, damit das Wasser bei geringem Wasserstand der Bäche gesammelt und bei Bedarf abgelassen werden konnte.

In der schriftlichen Überlieferung findet man nur selten Hinweise auf diese Einrichtungen. Einmal wird 1372 von einer Mühle berichtet, die ein Wehr besass (Roth 1909, 55 u. 56), ein anderes Mal, 1446/47, wird ein «sagen tich» erwähnt⁷, womit ein Kanal für Wasserzuführung für eine Säge gemeint ist. Heute sind diese Einrichtungen weitgehend verschwunden.

Als Besonderheit sollen hier die «Moulins souterrains» in Col-des-Roches im westlichen Schweizer Jura vorgestellt werden⁸ (Abb. 6). In einer natürlichen Höhle, deren Inneres einen Höhenunterschied von über 30 m besitzt, baute man 1650 eine Anlage mit sechs Mühlrädern ein (Garin 1983).⁹ Mit Hilfe eines unterirdischen Systems von Wasserleitungen und Wasserrädern wurden mehrere Mühlen, Sägemühlen und Dreschmaschinen betrieben. Die Anlage wurde 1890 aufgegeben und

als Abfallgrube eines Schlachthofes genutzt. Nach dessen Aufgabe 1966 erfolgte ab 1973 die Wiederherrichtung der Anlage durch eine private Initiative.

2.2. Feldbewässerung

Geografische Gegebenheiten

Wenn zu Beginn dargelegt wurde, dass das Gebiet der heutigen Schweiz sehr gut mit Wasser versorgt ist, so trifft dies nicht für alle Regionen zu. Aufgrund der besonderen Lage zwischen zwei Bergketten der Alpen ist der Abschnitt des Rhonetals zwischen Raron und Visp mit einer jährliche Niederschlagsmenge unter 100 cm pro m² die trockenste Gegend der Schweiz. Eine ähnliche Situation haben wir auch in der Nordwestschweiz, wo die Wolken vielfach im Schwarzwald oder am Jura abregnen und so den westlichen Teil des Hochrheintales weniger gut mit Regen versorgen. Um dort höhere landwirtschaftliche Erträge zu erreichen, ist künstliche Bewässerung erforderlich. Hierfür nötige

⁷Berain 515 (Rippmann 1991, 53).

⁸Urspr. «Cul des Roches» seit dem 18. Jh. wegen der Anzüglichkeit des Namens umbenannt in «Col des Roches» – obgleich kein Pass vorhanden ist. (Bachmann – Kitamura 1987, 56).

⁹Weitere Informationen: <http://www.nlb.ch/col-des-roches/historique-d.htm>.

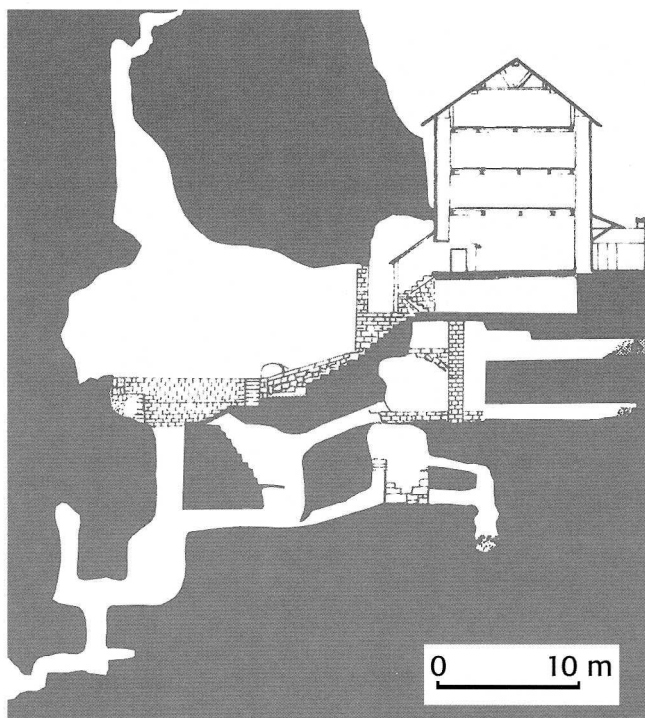


Abb. 6. Moulins souterrains in Col-des-Roches. Schematischer Schnitt (Umzeichnung nach Garin 1983, 62 / Zeichnung O. Orlandini).

Anlagen kennen wir aus dem Alpenraum,¹⁰ dem Mittelland (Hänni 1994, 17–21) und dem Jura.

Bewässert wurden zumeist Wiesen und Matten, die zum Weiden der Tiere und der Heugewinnung dienten, nur in seltenen Fällen, und wohl auch nicht von Beginn an, Felder. Mit dem Wasser gelangte nicht nur Feuchtigkeit in den Boden, sondern auch wachstumsfördernde Mineralien, so dass die Wässerung auch eine Düngung bedeutete.

Feldbewässerung im Wallis

Im Wallis fasste man 'seit alters her' Gletscherbäche und führte sie in Suonen (im deutschen Sprachgebiet) oder bisses (im französischen Sprachgebiet) zur Bewässerung auf die Wiesen und Weiden. Man baute Kanäle, die je nach Situation im Boden eingetieft, in den Fels geschlagen, als Holzkanäle technisch äußerst kompliziert an überhängenden Felswänden entlang oder auch als Tunnel geführt wurden (Abb. 7 – Suone). Insgesamt sind etwa 300 derartige Anlagen im Wallis bekannt (Naef 1994, 25). Die Wasserleitungen können beträchtliche Längen bis zu 26 km erreichen.¹¹

Das Gletscherwasser wird sehr geschätzt, da es feinen Schlamm enthält, der den Boden düngt. Wegen des mitgeführten Sandes ist das Gletscherwasser milchig-weiss und wird deshalb «Milch der Gletscher» genannt. Es ist nährstoffreicher als Wasser aus Kalkstein und als Schneewasser (Stebler 1921). Die Sonne erwärmte das Wasser während seines Laufes

¹⁰ Graubünden: Furrer – Freund 1994; Högl 1983; 1995.

¹¹ Die «Bisse de Saxon» ist 26 km, die «Bisse des Audannes» 23 km, die «Obere Riederin» in Staldenried 22 km lang (Stebler 1921).



Abb. 7. Suone in Blatten VS (Foto: Verf.).

durch die zumeist offenen Kanäle, was sich günstig für die Vegetation auswirkte (Stebler 1921).

Die früher in genossenschaftlichem Besitz oder im Besitz der Gemeinde befindlichen Suonen dienten in erster Linie der Bewässerung der Heuwiesen, deren Ertrag für die Winterfütterung der Milchkühe nötig war. Sie bewässerten in einigen Gegenden aber auch Getreideäcker oder Weingärten. Für die Trinkwasserversorgung wurden sie kaum benötigt, da die Dörfer nur dort lagen, wo bereits vor der Anlage der Suonen ausreichend Trinkwasser vorhanden war.

Lange Zeit herrschte die romantische Meinung vor, die Suonen des Wallis seien als autochthone Leistungen von der einheimischen bäuerlichen Bevölkerung selbst erbaut worden, was dazu führte, dass die Leistungen zu Identifikationsobjekten der Walliser wurden (vgl. z. B. Vautier 1928). Seit einigen Jahren wird versucht, die Wasserleitungen mit wissenschaftlichen Methoden zu erforschen. Man geht heute davon aus – so ist den Schriftquellen seit dem 15. Jahrhundert zu entnehmen und sicherlich auch für frühere Zeiten anzunehmen –, dass es spezialisierte Handwerker waren, welche die Anlagen erbauten, was jedoch auch in grossen Masse die Beteiligung einheimischer Arbeitskräfte für zahlreiche Arbeitsgänge erforderte. (Siehe hierzu: *Actes du colloque international sur les bisses 1995* mit verschiedenen Beiträgen. Ebenso: Kaiser 1999, 106 f.).

Feldbewässerung in der Nordwestschweiz

Wenn die Bewässerung der Felder in der Nordwestschweiz erst seit dem 16. Jahrhundert sicher in den

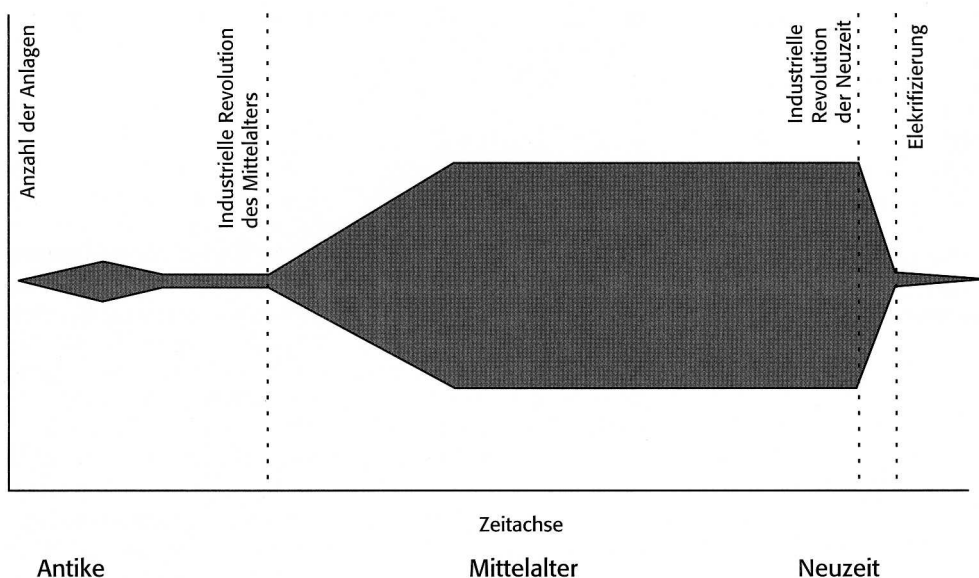


Abb. 8. Schematische Darstellung der Anzahl von Anlagen zur Wassernutzung (Verf.).

Schriftquellen zu fassen ist, so liegt dies sicherlich an der Überlieferung, denn es ist davon auszugehen, dass es derartige Einrichtungen schon wesentlich länger gab. Bewässert wurden die Matten entlang der Bäche, auf denen das Vieh während des allgemeinen Weidgangs graste. War das Vieh auf anderen Weiden, nutzte man die Matten zum Anbau von Heu für die Winterstallfütterung. Da die trockenen Magerwiesen in den Höhenlagen nur geringe Heuerträge erbrachten, gab es in vielen Gemeinden wesentlich mehr Wassermatten als übriges Wiesland. Sie waren von der Zelgenaufteilung ausgenommen. Der Unterhalt der Bewässerungsanlagen war eine kollektive Arbeit der Dorfbewohner und geschah in Gemeindefronarbeit.

Dass der Unterhalt und der Gebrauch der Wässerungseinrichtungen vielfach nicht funktionierte, zeigt eine Schilderung des Zustands aus dem Jahr 1850, die sicherlich auch schon für frühere Zeiten zutreffend war: «Von alters her war es in unserem Dorf Brauch, dass ein jeder Mattlandeigentümer sein Stück Matte wässerte, wenn es in einem dem Wasser zugänglichen Orte lag. Das geschah gewöhnlich im Spät- und Frühjahr. Wie es aber damit zunging, dürfen wir keinem Oekonomen des 19. Jahrhunderts hinterbringen – es war, wie fast alles in unserem Dorfe, purer Unsinn. Hatte einer das Wasser, kam ein anderer und nahm's, ihm; kehrte sodann dieser den Rücken, war schon wieder ein dritter da; und so war es am Ende keinem recht, und die Wiesen waren entweder zuwenig oder zuviel gewässert. Das Wasser wurde in den Graben herumgejagt, ohne dass man's recht brauchen konnte.»¹²

In einigen Gemeinden waren Wassermatten noch bis in die 20er-Jahre des 20. Jahrhunderts in Gebrauch, in anderen waren die Einrichtungen bis damals noch vorhanden, wenngleich die Matten nicht mehr bewässert wurden. Bald danach kam die Nutzung der Bewässerungsgräben schliesslich ganz zum Erliegen.

Die ehemals für die Wiesenbewässerung erforderlichen Wasserbauten, so etwa Stauwehre, Kanäle und Einrichtungen zum Verschliessen und Umleiten der Wasserläufe, die das Bild der Umgebung der Dörfer geprägt haben, sind heute nahezu verschwunden (vgl. *Schaub-Perrenoud 1989, 214*).

3. Entwicklungen

3.1. Vorbemerkung zum «römischen Erbe»

Als Teil des imperium romanum partizipierte das Gebiet der heutigen Schweiz bis etwa 400 n. Chr. an der römischen Wasserbaukunst. Beredete Beispiele davon sind etwa Wasserleitungen in Windisch, Avenches (*Aubert 1969; SGUF 2002, 101*) oder im Hinterland von Augusta Raurica (*Ewald – Hartmann – Rentzel 1997*). Bislang konnten in der Schweiz drei römische Wassermühlen nachgewiesen werden.¹³

Bei der Betrachtung der mittelalterlichen Wasserbauten stellt sich die Frage, ob und in welchem Masse von der nach dem Abzug der regulären römischen Truppen in verschiedenen Regionen verbliebene romanisierte Bevölkerung antike Technologien tradiert wurden. Die Hinweise sind spärlich. Einzig aus Vindonissa ist bekannt, dass die antike Wasserleitung über das Mittelalter hinaus in Funktion war (*Meier-Osterwalder 1990*).

3.2. Energiegewinnung

Entstehung und Entwicklung der Anlagen (Abb. 8)

Eine Kontinuität von der Antike bis ins Mittelalter, wie sie beispielsweise eine Mühle in Dasing in Deutschland zeigt, die vom frühen 2. Jahrhundert bis in das späte 8. Jahrhundert bestand (*Freden 2002*,

¹² Staatsarchiv Basel-Landschaft, Gemeinden, Ettingen A 2, Reglemente und Beschlüsse (*Utz-Jordi 1993, 61*).

¹³ Cham-Hagendorn ZG, Avenches-En Chaplix VD, Rodersdorf-Klein-Büel SO.

331 f.), konnte in der Schweiz bislang noch nicht nachgewiesen werden, ist jedoch denkbar.

Ebenso wie in anderen Regionen ist auf dem Gebiet der heutigen Schweiz davon auszugehen, dass Mahlmühlen bereits zur Ausstattung der frühmittelalterlichen Dörfer gehörten. Bei der erwähnten Mühle in Reigoldswil, die in das 8. Jahrhundert datiert wird, oder einer 764 in Weisslingen ZH urkundlich erwähnten Mühle des Klosters St. Gallen (*Horn – Born 1979*, Bd. II, V–15; Urkunde Abtei St. Gallen I, Nr. 44) handelt es sich sicherlich nicht um isolierte Einzelfälle.

Der Betreiber einer Mühle muss eine grössere Finanzkraft besessen haben, denn deren Bau erforderte spezialisierte Handwerker und die Beschaffung der benötigten Mühlsteine, die zudem von Zeit zu Zeit erneuert werden mussten. Dass die Beschaffung der Mühlsteine mit grossen Kosten verbunden sein konnte, zeigt das Beispiel der merowingischen Mühle in Dasing, wo die Steine aus dem mittleren Alpenraum oder aus den über 450 km entfernten Mayener Steinbrüchen kamen (*Freeden 2002*, 331 f.).

Eine Weiterentwicklung der Mühlentechnik stellt das Gebläse des Hochofens in Langenbruck dar.

Derartige durch Mühlräder angetriebene Maschinen erfordern eine Nockenwelle, mit deren Hilfe die Drehbewegung des Mühlrades in eine lineare Auf- und Abbewegung umgewandelt wird. Das Prinzip der Nockenwelle war bereits in der Antike bekannt, ohne daß es jedoch praktische Anwendung fand. Seine mittelalterliche Nutzung kann in Europa erstmals im 10. Jahrhundert in Frankreich nachgewiesen werden. Erst diese Kombination des durch Wasserkraft angetriebenen Mühlrades mit der Nockenwelle machte die "industrielle Revolution des Mittelalters" möglich (*Gimpel 1980*, 18 f.; *Endres 1997*, 520).

Anlagen wie die des Langenbrucker Hochofens sind seit dem 13. Jahrhundert zu beobachten. Ihre Produktivität und Ausbeute lag wesentlich über der der bisher verwendeten Verhüttungsöfen. Für den Betrieb solcher Öfen war eine erhöhte Sauerstoffzufuhr erforderlich, die nur durch mechanisch betriebene Gebläse möglich war (*Pleiner 1997*, 255; *Knau – Horstmann – Sönecken 1998*, 153).

Die Anlage in Langenbruck ist offensichtlich mit zu den frühesten Hochöfen Europas zu zählen. Sichere Hinweise auf ihren Erbauer haben wir nicht, doch ist aufgrund des für den Bau erforderlichen enormen finanziellen Aufwandes und der für den Betrieb nötigen unternehmerischen Organisationsformen auf einen in der Region mit grosser Macht ausgestatteten Besitzer zu schliessen. Hierfür kommen wahrscheinlich das in der Nähe gelegene Kloster Schöntal sowie die Grafen von Froburg als dessen Stifter und Karstvögte in Frage (*Tauber 1998c*, 514).

Das Auftreten der Mühlen und damit verwandten Maschinen vollzieht sich im Rahmen der zwischen dem 11. und 13. Jahrhundert stattfindenden «industriellen Revolution», die in eine Reihe sozialer, politischer und geistiger Aufbrüche und Wandlungen eingebettet ist (*Carus-Wilson 1941*; *White 1968*; *Gimpel 1980*). Neben Neuerungen in der Landwirtschaft und in der Technik

zahlreicher Produktionsvorgänge – um nur zwei Bereiche zu nennen – sind es ebenso die Organisationsformen der Wirtschaft, die sich verändern: Spezialisierung des Handwerks, Arbeitsteilung, Zunftwesen, Verlagsystem.

Auslösendes Moment war eine starke Verbesserung des Klimas, was die Nahrungsmittelproduktion stark erhöhte. Die besserer Nahrungsversorgung begünstigte das Bevölkerungswachstum.¹⁴ was eine weitere Erhöhung der Nahrungsmittelproduktion erforderte. Dies wurde möglich durch die Innovationen im Bereich der Landwirtschaft ("agrarisches Revolution"). So entwickelte sich im Wechselspiel von Nahrungsmittelproduktion und Bevölkerungsentwicklung eine Eigendynamik, bei der sich nicht mehr feststellen lässt, welche der beiden Faktoren zu welchen Zeiten die treibende Kraft war.

Im Laufe der Weiterentwicklung der Wassermühle, die als Schlüsseltechnologie anzusehen ist, tat sich eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten der Wasserenergie auf. In der Eisenverhüttung und der Metallverarbeitung ermöglichten die neuen Maschinen eine explosionsartige Zunahme des Einsatzes von Eisengeräten im Ackerbau, in zahlreichen Handwerken, aber auch im Kriegs- und Verkehrswesen. Auch hier wird sich die Frage, ob die Verfügbarkeit des Eisens dessen stärkere Verwendung, oder ob der Bedarf an Eisen dessen erhöhte Produktion provozierte, kaum zu beantworten sein.

Aufgabe der Anlagen

Im Laufe der Umstrukturierung der Landwirtschaft, die mit der Aufgabe der Dreifelderwirtschaft und damit auch des Zelgenzwanges seit den 1730er Jahren ihren Anfang nahm, gaben viele der kleinen Bauern, insbesondere der Nebenerwerbsbauern, den Anbau von Getreide auf. Auch der Beginn der Heimindustrie¹⁵ bewirkte in starkem Masse die Aufgabe des Getreideanbaus zu Gunsten bäuerlicher Kleinbetriebe mit Viehhaltung. Dies führte zu einer Veränderung der Funktion der Mühlen. Sie entwickelten sich von «Kundenmühlen», die das Korn der einzelnen Bauern mahlten und zu meist von diesen mit Getreide bezahlt wurden, zu «Handelsmühlen», die das Korn kauften, lagerten und bei Bedarf gemahlen an die «kornlosen» Bauern und die weitere Bevölkerung verkaufte.

Wenn auch viele noch Getreide anbauende Bauern die Handelsmühlen mieden und es vorzogen zum Mahlen zu einer herkömmlichen und teureren «Kundenmühle» zu gehen, da dort ihr Korn gemahlen wurde (*Bachmann – Kitamura 1987*, 29), führte die Entwicklung allmählich zu einer Konzentration des Mühlenwesens auf einige grössere Mühlen, die später elektrisch betrieben wurden, so dass die kleineren Mühlen ihren Betrieb aufgaben. Damit war die Zeit der Wassermühlen endgültig vorüber.

¹⁴ Zwischen 1000 und 1300 wuchs die europäische Bevölkerung um mehr als das Zwei- bis Dreifache an (*Rösener 1992*, 17).

¹⁵ Im Basler Umfeld verdoppelt sich in den Jahren von 1754 bis 1834 die Zahl der häuslichen Bandwebstühle von 1238 auf ca. 2400 (*Lutz 1834*, 28 f.).

3.3. Feldbewässerung

Entstehung der Anlagen

Die Bewässerung von Feldern ist kein spezifisches Phänomen trockener Landstriche.¹⁶ dort jedoch von besonderer Bedeutung.

Wenn davon auszugehen ist, dass Menschen zunächst dort siedeln, wo sich gute Voraussetzungen für den Ackerbau finden, sind Gebiete, die künstlich bewässert werden müssen, weniger geeignet und wurden erst besiedelt, als die geeigneteren Regionen nicht mehr zur Verfügung standen. Andere Gründe für das Aufsuchen von Gebieten, die bewässert werden müssen, mögen auch veränderte wirtschaftliche, soziale oder machtpolitische Situationen gewesen sein

Das Alter der Suonen und Bisses im Wallis ist bislang nicht geklärt. Beide Begriffe sind etymologisch keiner bestimmten Volksgruppe zuweisbar, was eine Datierung ermöglichen würde. Es herrscht jedoch allgemein die Meinung vor, dass sie aufgrund römischer Einflüsse entstanden sind.¹⁷ Da ihre Verbreitungsgebiete bereits vor der Ankunft der Römer besiedelt und damit auch bewirtschaftet waren, wird ihre Einrichtung schon in vorrömischer Zeit nicht ausgeschlossen (Naef 1994, 24). Wie Beispiele aus dem österreichischen Ötztal, wo bronzezeitliche Reste von Bewässerungsanlagen erfasst wurden (Bodoni 2002, 11),¹⁸ zeigen, war es im Alpenraum bereits in vorrömischer Zeit üblich, die Felder zu bewässern. Namen wie «Heidenwasser» einer Suone in Visperterminen (Stebler 1921),¹⁹ zeigt, dass man sie für vorchristlich hielt. Die «Bisse de sarazins» wird den Sarazenen zugeschrieben, die im achten Jahrhundert eindrangen und sich im zehnten Jahrhundert hier festgesetzt haben sollen (Stebler 1921).

Etwas klarer scheint die Situation im Vinschgau in Südtirol zu sein. Dort weist auch die Bezeichnung der Regelung für die Wasserverteilung (Rodordnung – lat. *rota* = Kreis, Umlauf) auf einen romanischen Ursprung hin (Menara 1994, 142). Aber auch andere Bezeichnungen für die Bewässerungseinrichtungen, wie Waal (von rom/lat. *aquale*) (Menara 1994, 146.) oder Kandl (von lat. *canalis*) (Menara 1994, 154) gehen auf romanische Ursprünge zurück. Dies weist auf eine Kontinuität von der Antike ins frühe Mittelalter hin. In Schlanders wird aufgrund der Erwähnung von Weinbergen, Ackerland und Grünland um 830 künstliche Bewässerung angenommen (Menara 1994, 141).

¹⁶ So wurden beispielsweise um 1900 am badischen Oberrhein durch künstliche Bewässerung Ertragssteigerungen von bis zu 87 Prozent erreicht (Konold – Popp 1994, 378).

¹⁷ S. z. B. Morizoi (2002). Von Studer (1994, 29–38, 30) wurde das bei der Heidenwasserleitung in Visperterminen zu beobachtende Fischgrätmauerwerk als römisch angesprochen, doch war diese Mauertechnik auch noch bis ins hohe Mittelalter hinein gebräuchlich.

¹⁸ Herrn Bodoni danke ich herzlich für die Übersendung seiner Publikation.

¹⁹ Betrachtet man andere mit den Heiden in Verbindung gebrachte Einrichtungen, wie beispielsweise die Heidenhäuser im deutschen Schwarzwald, deren Bautyp nicht über das 15. Jahrhundert zurückreicht, so wird eine zeitliche Einordnung in vorchristliche Zeit aufgrund der Bezeichnung «Heiden-» äusserst unsicher.

Auch wenn die dortigen Verhältnisse nicht unbesehen auf das Wallis übertragen werden können, so zeigt der Vergleich, dass Bewässerungsanlagen im Alpenraum im frühen Mittelalter als bekannt angesehen werden können. Die urkundliche Überlieferung setzt dort im 11. Jahrhundert ein.²⁰

Im Wallis ist die starke Zunahme der Wasserleitungen ebenso im Zusammenhang mit der industriellen Revolution des Mittelalters zu sehen. Durch das Ansteigen der Bevölkerungszahlen wurden zunehmend Bereiche besiedelt, die für die Landwirtschaft, d. h. in diesem Fall zumeist für die Viehhaltung nur mit künstlicher Bewässerung genutzt werden konnten. Als weitere Gründe werden der Viehexport, das Machtbewusstsein lokaler Führungsschichten oder die kombinierte Wirkung dieser Faktoren angesehen (Kaiser 1999, 111). Aufgrund der schriftlichen Erwähnungen der Wasserleitungen ist zu schliessen, dass die Zahl der Bewässerungseinrichtungen im Wallis im späten Mittelalter weiterhin stark zunahm (Kaiser 1999, 111).

Da bis in die Moderne konstante Bewirtschaftungsmethoden zu beobachten sind, die sich erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts veränderten, blieben die meisten Wasserleitungen auch bis gegen Ende des 19. oder dem Beginn des 20. Jahrhunderts in Betrieb (Naef 1994, 24). Dabei ist bemerkenswert, dass einige Anlagen erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts erbaut wurden.

Aufgabe der Anlagen

Die Aufhebung des Flurzwanges war die Ursache für die Aufgabe der Wiesenbewässerung. Sie ermöglichte einen freieren Umgang in der Nutzung der Äcker und Wiesen und die Zunahme des Viehbestandes, wodurch mehr Dünger zur Verfügung stand, der auf die Gras- und Heuwiesen verbracht werden konnte und deren Erträge steigerte. In der Nordwestschweiz wurde dieser Prozess zudem durch Einschlagbewegung im Laufe des 18. Jahrhunderts gefördert, bei der bewaldete Flächen zu Grünland umgewandelt wurden, was grössere Viehbestände und damit die Verbesserung der Dungversorgung möglich machte und schliesslich zu höheren Erträgen auf den Äckern führte. Die zeitweilig praktizierte Düngung mit Mergel und schliesslich mit Kunstdünger machte die Wässerung der Matten endgültig unnötig. Diese Entwicklung wurde dadurch begünstigt, dass man sich mit der Aufgabe der Wiesenbewässerung auch einer Gemeinschaftsaufgabe entledigen konnte, die vielfach zu Streitigkeiten geführt hatte.

Die nahe den Bächen und Flüssen gelegenen ehemaligen Wassermatten wurden nun als normale Weideflächen und später wegen ihrer ortsnahen Lage vielfach als Industrieareale genutzt.

Im Wallis wurden die unterhaltsintensiven Wasserleitungen seit Beginn des 20. Jahrhunderts aufgegeben und oftmals durch moderne Hoch- und Niederdruck-Sprinkleranlagen ersetzt. Damit ging vielerorts auch das Wissen über die Anlagen verloren. So wusste

²⁰ 1040 regelt ein Vertrag die Verteilung des Augsbordwassers (Naef 1994, 26).

	Gesellschaftliche Veränderungen	Wirtschaftliche Veränderungen	Technische Veränderungen
Mittelalter	Bevölkerungswachstum, grösserer Bedarf an Nahrungsmitteln, Personen oder Personengruppen mit politischer Macht und wirtschaftlicher Potenz	Veränderte Organisationsformen der Wirtschaft, Spezialisierung des Handwerks, Arbeitsteilung, Zunftwesen, Entstehen des Verlagssystems, Zunahme der Geldwirtschaft, Intensivierung des Handels	Anwendung vorhandener aber nicht oder wenig gebrauchter technischer Einrichtungen und deren Weiterentwicklung, explosionsartiger technischer Aufschwung
Neuzeit	Wegfall der herrschaftlichen Macht, Wirtschaftskraft einzelner Personen, Auflösung kollektiver Strukturen	Aufgabe der Dreifelderwirtschaft, Zunahme des Viehbestandes, Industrialisierung, erhöhter Energiebedarf	Effektivere Einrichtungen zur Wassernutzung, durch mechanische Fortschritte frühindustrielle Produktionsweisen, Einsatz elektrischer Energie

Abb. 9. Faktoren, die zu Veränderungen der Nutzung des Wassers führten.

beispielsweise Mitte der 1970er Jahre in Fürgängen ob Fiesch nur noch ein alter Mann über die Bewässerung Bescheid (*Rüdishüsli* 1900).

4. Ergebnisse

Am Beispiel der Nutzung von Wasser zur Energiegewinnung und zur Bewässerung wurden, was deren Beginn und deren Ende betrifft, zwei ähnlich verlaufende Entwicklungen beobachtet, die näher betrachtet werden sollen. Für den Beginn werden konkrete Aussagen durch die schlechte Quellenlage erschwert, doch erscheint ein verstärktes Auftreten der Mühlen und der Feldbewässerung im Laufe des 11. bis 13. Jahrhunderts festzustellen zu sein. Eine bessere Quellenlage besitzen wir für das Ende der Wassernutzung, das im Laufe des 18. Jahrhunderts einsetzt und zu Beginn des 20. Jahrhunderts endet. Beide Entwicklungen folgen demselben Schema und werden «industrielle Revolutionen» genannt.²¹ In beiden Fällen vollziehen sich mannigfaltige Veränderungen, die bereits mehrfach untersucht worden sind.

Während im Mittelalter die Landwirtschaft weiterhin der vorherrschende Produktionszweig bleibt, wird in der Neuzeit in den Industrieländern das Primat der Landwirtschaft jedoch durch das der industriellen Produktion abgelöst. In beiden Fällen kommen nahezu die gleichen Momente zum Tragen, die durch soziale, politische und geistige Aufbrüche und Wandlungen bedingt sind. Voraussetzung für diese Entwicklungen allgemein und im Speziellen für die Einrichtung einzelner Anlagen waren bestimmte Rahmenbedingungen. So mussten ein entsprechender technischer Kenntnisstand, die ökonomischen Möglichkeiten sowie qualifizierte Personen vorhanden sein. Diese Voraussetzungen mussten in die entsprechenden politischen, sozialen und damit auch wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eingebettet sein (s. hierzu: *Schmaedecke* 1999). Zusammenfassend lassen sich die Ursachen in «Gesellschaftliche Veränderungen», «Wirtschaftliche Veränderungen» und «Technische Veränderungen» aufgliedern (Abb. 9).

Gesellschaftliche Veränderungen

Die industrielle Revolution wurde durch das Bevölkerungswachstum ausgelöst, das einen grösseren Bedarf an Nahrungsmitteln sowie das Bedürfnis, bisher nicht oder nur schwach bewohnte Gebiete zu besiedeln, zur Folge hatte. Es hatten sich Personen oder Personengruppen gebildet, welche die politische Macht und die wirtschaftliche Potenz besaßen, Veränderungsprozesse in Gang zu setzen.

In der Neuzeit war der Wegfall der herrschaftlichen Macht und der geringer werdende Wille zur Erfüllung kollektiver Aufgaben ein Grund für die Aufgabe der Wiesenbewässerung.

Wirtschaftliche Veränderungen

In der Zeit vom 11. bis zum 13. Jahrhundert veränderten sich die Organisationsformen der Wirtschaft, was sich in der Spezialisierung des Handwerks, der Arbeitsteilung, dem Zunftwesen und dem Entstehen des Verlagssystems ausdrückte. Obgleich die Dreifelderwirtschaft auf karolingischem Königsgut bereits im 8. Jh. schriftlich überliefert ist, scheint sie auch im Gebiet der heutigen Schweiz erst im Laufe des 13. Jahrhunderts eingeführt worden zu sein.²² Das Kapital, mit dem neue technische Einrichtungen realisiert werden, ist zunächst in den Klöstern vorhanden, die daher vielfach die Träger der Innovationen sind. Im Laufe des hohen Mittelalters tritt das erstarkende kapitalkräftige Bürgertum als Unternehmer in Erscheinung. Die Zunahme der Geldwirtschaft und des damit in Verbindung stehenden Handels waren weitere wichtige Bedingungen für die Einrichtung innovativer Geräte.

In der Neuzeit hatte die Aufgabe der Dreifelderwirtschaft verschiedene Folgen. Sie führte zur Reduktion der Zahl der Getreide anbauenden Bauern, was die Aufgabe der Kundenmühlen in den Dörfern bewirkte. Die Zunahme der Grünflächen für den Futteranbau

²¹ Zur industriellen Revolution des Mittelalters s.: *Carus-Wilson* (1941); *White* (1968); *Gimpel* (1980).

und damit des Viehbestandes und des dadurch vorhandenen Düngers hatte die Aufgabe der Wiesenbewässerung zur Folge.

Der Beginn der Industrialisierung erhöhte den Energiebedarf. Dieser konnte nicht mehr durch die Wasserkraft gedeckt werden, so dass eine Umstellung auf elektrische Energie erfolgte und die oft Jahrhunderte alten Anlagen für die Wassernutzung allmählich aufgegeben wurden.

Technische Veränderungen

Eine Reihe technischer Kenntnisse war zu Beginn der industriellen Revolution des Mittelalters bereits vorhanden, auch wenn sie nur eingeschränkt oder gar nicht angewendet wurden. Bei Bedarf konnte jedoch zu einem bestimmten Zeitpunkt über sie verfügt werden, wie z. B. der Einsatz von Wassermühlen oder der Nockenwelle zeigen. Der theoretische «Background» konnte vielfach mit Hilfe der antiken Techniktraktate erschlossen werden. Vielfach waren die Klöster, wo eine handwerkliche und wissenschaftliche Elite ausgebildet wurde, Träger technischer Entwicklungen. In dem zu betrachtenden Zeitraum ist ein geradezu explosionsartiger technischer Aufschwung in allen Bereichen zu beobachten.

Die technische Entwicklung wirkte in der Neuzeit unterschiedlich. Zunächst hat der technische Fortschritt durch den grösser werdenden Bedarf an Energie zu effektiveren Einrichtungen zur Wassernutzung und damit zu deren Förderung geführt. Auch die vielfältige Nutzung der Wasserkraft in Hammerwerken, Drahtziehereien oder in der frühindustriellen Textilherstellung wird zu deren immer effektiveren Nutzung geführt haben. War die Dampfmaschine offenbar keine grosse Konkurrenz für die Wasserkraft, so doch die Elektrizität. Der Einsatz elektrischer Energie machte die durch Wasserkraft betriebenen mechanischen Einrichtungen von der Wasserkraft unabhängig, so dass die vorhandenen Wasserbauten aufgegeben wurden. Das bedeutet, dass die sich in der Zeit vom 11. bis zum 13. Jahrhundert entwickelten Wirtschaftsformen erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts endgültig aufgegeben wurden.

Abschliessend sei der Frage nachgegangen, ob und in welchem Masse die Schweiz als «Wasserschloss Europas» eine besondere Rolle in der Nutzung des Wassers einnimmt. Sowohl Wassermühlen mit ihren Weiterentwicklungen für zahlreiche Nutzungen als auch Anlagen für die künstliche Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen finden sich ebenso in vielen anderen Regionen Europas auch. Im Wallis scheint die Technik des Wasserleitungsbaues jedoch einen besonders hohen Stand erreicht zu haben, da man sich in Südtirol für die Anlage von Bewässerungskanälen erfahrener Handwerker und Spezialisten von dort bediente (Menara 1994, 155). Das Vorhandensein des Wassers begünstigte einige Innovationen. 1695

wurde in Folliou oberhalb Roche VD eine der ältesten Bogenstaumauern Europas erbaut²³. Seit 1840 wurden in der Schweiz Turbinen hergestellt (Stettler 1994, 26). Der 1869-72 in Beton erstellte Bau eines Wasserkraftwerks, welches ein Grundwasserpumpwerk für die Wasserversorgung der Stadt Fribourg antrieb, war eine Neuheit in Europa (Schnitter 1983, 12.2).

Entscheidenden Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung hatte jedoch die Nutzung der Wasserkraft für die Mahlmühlen. Die Technologie nutzte man bereits sehr früh oder oft auch nach der Aufgabe des Mehlmalens zum Antrieb anderer Maschinen. Hier ist im Zeitalter der beginnenden Industrialisierung mehrfach die Einrichtung von Drahtziehereien oder Textilmanufakturen zu beobachten. Somit waren die Anlagen zur Nutzung des Wassers auf dem Lande der Beginn einer Entwicklung, die dazu führte, dass sich die Schweiz zu einem der am höchsten industrialisierten Ländern der Welt entwickelte.

Der erforderliche Energiebedarf für die frühindustriellen Anlagen konnte bis 1895 hauptsächlich durch die Wasserkraft gedeckt werden, wenn es auch seit den 1870er Jahren einige Dampfmaschinen gab. Dann stieg man jedoch schnell auf die elektrische Energie um. Nutzte man zu deren Gewinnung anfangs noch kleinere Wasserkraftanlagen, so bezog man den Strom bald ausschliesslich von Grossproduzenten, wie den grossen ab den 1890er Jahren gebauten Rheinkraftwerken. Wasserkraft ist auch heute noch die Basis der Schweizer Stromversorgung. Rund 60 % des Strombedarfs wird mit aus Wasserkraft gewonnener Energie gedeckt.

Zusammenfassung

Am Beispiel der Nutzung von Wasser zur Energiegewinnung und zur Bewässerung wurden, was deren Beginn und deren Ende betrifft, zwei ähnlich verlaufende Entwicklungen beobachtet, bei denen nahezu die gleichen Momente zum Tragen kommen, die durch soziale, politische und geistige Aufbrüche und Wandlungen bedingt sind. Voraussetzung für diese Entwicklungen waren bestimmte Rahmenbedingungen. So mussten ein entsprechender technischer Kenntnisstand, die ökonomischen Möglichkeiten sowie qualifizierte Personen vorhanden sein. Diese Voraussetzungen mussten in die entsprechenden politischen, sozialen und damit auch wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eingebettet sein. Die sich in der Zeit vom 11. bis zum 13. Jahrhundert entwickelten Wirtschaftsformen bestimmten die Strukturen bis in die Neuzeit hinein. Was die Gewinnung mechanischer Energie betrifft, so löste die Elektrifizierung erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Wasserkraft endgültig ab. Wasserkraft ist aber auch heute noch die Basis der Schweizer Stromversorgung.

Summary

By the example of the use of water for the power production and for the irrigation, which concerns their beginning and their end, two similarly running developments can be observed, on which the same moments become effective, which are caused by social, political and intellectual departures and transformations. Condition for these developments were certain basis conditions. So an appropriate technical level of knowledge, the economic possibilities as well as qualified persons had to be existing. These prerequisites had to be embedded into the corresponding political, social

²² Zur Einführung in Südwestdeutschland im 13. Jh. s. Rösener (1992, 20). Untersuchungen aus der Nordwestschweiz zufolge, kann sie dort nicht vor der Wende vom 12. zum 13. Jahrhundert (Kühn 1997) und erst für das 14. Jahrhundert nachgewiesen werden (Karg 1995).

²³ 1945 eingestürzt, 1982 vor weiterem Zerfall geschützt (Schnitter 1983, 12.1).

and concomitantly economic framework conditions. The economic systems developed from the 11th until the 13th century determined the structures until the modern times. Concerning the production of mechanical energy, the electrification took the place of the water-power only at the beginning of the 20th century. However, water-power is still today the base of the Swiss supply of electricity.

Résumé

A l'exemple de l'usage de l'eau pour la production d'énergie et de l'irrigation, pour ce qui concerne son début et sa fin, furent deux développements semblables observés, auxquels les mêmes moments entrent en application, qui sont conditionnés par des départs et des changements sociaux, politiques et intellectuels.

Les développements étaient seulement possibles sous certaines conditions générales.

Un état de connaissance technique nécessaire, des possibilités économiques ainsi que des personnes qualifiées devait être disponible. Ces conditions devaient être incluses dans les conditions de base politiques, sociales et ainsi aussi économiques.

Le développement des formes économiques à partir du 11^e au 13^e siècle ont déterminés les structures jusqu'au temps moderne. En ce qui concerne la production de l'énergie mécanique, l'électrification se détacha définitivement de l'énergie hydraulique seulement au début du 20^e siècle. Encore aujourd'hui l'énergie hydraulique est la base de l'approvisionnement du courant en Suisse.

(Für Hilfe bei der Übersetzung danke ich Marcel Eckling.)

Literatur

Actes du colloque international sur les bisses 1995:

Actes du colloque international sur les bisses. Sion, 15–18 septembre 1994. Annales Valaisannes 2. Série, 70. Jg..

Aubert, J.-P. 1969:

Les aqueducs d'Aventicum. Bulletin de l'Association pro Aventico 20, 23–36.

Bachmann, Chr. – Kitamura, K. 1987:

Wassermühlen der Schweiz. Basel – Boston.

Bärtschi, H.-P. 1994:

Industriekultur im Kanton Zürich. Zürich.

Bodoni, G. 2002:

Antichi sistemi di irrigazione nell' arco alpino. Ru, Bisse, Suonen, Waale. Quaderni di cultura alpina. Ivrea.

Böhlen, B. (Hrsg.) 1983:

Die Geschichte der Gewässerkorrekturen und der Wasserkraftnutzung in der Schweiz. 9. Internationale Fachmesse und Fachtagungen für Umweltschutz, Wasser/Abwasser/Abfall/Luft/Lärm, Band 9E, Fachtagung V. Basel.

Boos, H. 1881:

Urkundenbuch der Landschaft Basel, 1. Teil. Basel.

Carus-Wilson, E. 1941:

An industrial revolution of the thirteenth century. Economic historical review 11, 39–60.

Endres, R. 1997:

Wandel der Auftraggeber und seine technischen Folgen. In: *Lindgren, U. (Hrsg.):* 519–524.

Ewald, J. – Hartmann, M. – Rentzel, Ph. 1997:

Die römische Wasserleitung von Liestal nach Augst. Archäologie und Museum 36. Liestal.

Ewald, J. – Tauber, J. (Hrsg.) 1998:

Tatort Vergangenheit. Basel.

Freeden, U. v. 2002:

Die Wassermühle. Ein antikes Erbe. In: *Menghin, W. – Planck, D. (Hrsg.):* Menschen. Zeiten. Räume. Archäologie in Deutschland. Begleitband zur gleichnamigen Ausstellung. Berlin – Stuttgart, 331–333.

Furrer, G. – Freund, R. 1994:

Auf den Spuren der Bewässerung im Bündnerland. In: *Konold, W. (Bearb.) 1994:* 11–15.

Garin, M. 1983:

Les Moulins du Col-des-Roches. In: *Böhlen, B. (Hrsg.):* 61–68.

Gimpel, J. 1980:

Die industrielle Revolution des Mittelalters. Zürich – München (*Erstdruck: La révolution industrielle du Moyen Age. Paris 1975*).

Hänni, L. 1994:

Die Bewässerung der Allmendingen und Schoren-Allmend bei Thun. In: *Konold, W. (Bearb.):* 17–21.

Högl, L. 1983:

Die Rheinwasserleitung von Sils im Domleschg. Strasse und Verkehr 10/1983, 344–348.

Högl, L. 1995:

Les bisses et l'évolution de leur technique de construction. Annales Valaisannes 2. Série, 70. Jg., 121–141.

Horn, W. – Born, E. 1979:

The Plan of St. Gall. London – Los Angeles.

Jahrb. SGUF 2002:

Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte.

Jenny, H. (Ltg.) 1982:

Kunstführer durch die Schweiz, Band 3. Wabern.

Kaiser, P. 1999:

Flurbewässerung im Wallis in der frühen Neuzeit. Histoire des Alpes. Storia delle Alpi. Geschichte der Alpen 1999/4, 105–120.

Karg, S. 1995:

Plant diversity in late medieval cornfields of northern Switzerland. In: *Vegetation History and Archaeobotany 4/1995,* 41–50.

Knau, H. L. – Horstmann, D. – Sönecken, M. 1998:

La production de fonte dans la haute vallée de la Volme: contribution à l'histoire de la sidérurgie en Westphalie occidentale. In: *Beck, P. (Hrsg.):* L'innovation technique au Moyen Age. Actes du VI^e Congrès International d'archéologie médiévale. Paris 1998, 152–159.

Konold, W. (Bearb.) 1994:

Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau. Stuttgart.

Konold, W. – Popp, S. 1994:

Zur Geschichte der Wiesenwässerung im Bereich der Württembergischen Donau. In: *Konold, W. (Bearb.):* 377–398.

Kühn, M. 1997:

Verkohlte Pflanzenreste aus mittelalterlichen Grubenhäusern (6. bis 12. Jahrhundert) in Lausen-Bettenach, Kanton Basel-Landschaft, Schweiz. Schlussbericht im Rahmen des MGU-Forschungsprojektes «Nahrungs- und Nutzpflanzen vom Mittelalter bis in die Frühe Neuzeit (11. bis 18. Jahrhundert) im Raume Basel». Ungedr. Manuskript.

Lindgren, U. (Hrsg.) 1997:

Europäische Technik im Mittelalter 800 bis 1400. Tradition und Innovation. Berlin.

- Lutz, M. 1834:*
Kurze Geschichte und Beschreibung des Kantons Basel Liestal.
- Marti, R. 2000:*
Zwischen Römerzeit und Mittelalter. Forschungen zur frühmittelalterlichen Siedlungsgeschichte der Nordwestschweiz (4.-10. Jahrhundert). *Archäologie und Museum* 41, Band A. Liestal.
- Meier-Osterwalder, F. B. 1990:*
Zum Verlauf der sogenannten «älteren» oder «früheren» römischen Wasserleitung vom Birrfeld zum römischen Legionslager Vindonissa. *Gesellschaft Pro Vindonissa. Jahresber.* 1990, 43–47.
- Menara, H. 1994:*
Bewässerungskanäle in Südtirol. In: *Konold, W. (Bearb.):* 139–166.
- Morizot, P. 2002:*
A propos des bisses du Valais. Une technique romaine empruntée à l'Orient ou à l'Afrique? *Helvetia Archaeologica* 129, 33/2002, 30–41.
- Naef, A. 1994:*
Bewässerung von hochalpinen Trockengebieten im Wallis. In: *Konold, W. (Bearb.):* 23–27.
- Nertz, R. 1983:*
Die Basler Gewerbekanäle. In: *Böhlen, B. (Hrsg.):* 5.1–5.12.
- Pleiner, R. 1997:*
Vom Rennfeuer zum Hochofen. Die Entwicklung der Eisenverhüttung vom 9.–14. Jahrhundert. In: *Lindgren, U. (Hrsg.):* 249–256.
- Rippmann, D. 1991:*
Zur Geschichte des Dorfes im Mittelalter am Beispiel des Kantons Baselland. In: *Tauber, Jürg (Hrsg.):* Methoden und Perspektiven des Mittelalters. *Archäologie und Museum* 20. Liestal, 31–56.
- Rösener, W. 1992:*
Agrarwirtschaft, Agrarverfassung und ländliche Gesellschaft im Mittelalter. *Enzyklopädie deutscher Geschichte* 13. München.
- Roth, C. 1909:*
Die farnsburgischen Urbarien von 1372–1461. *Baseler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde* 8/1909, 1–91.
- Rüdihüsli, K. 1900:*
Studien zur Kulturgeographie des Unteren Goms. Basel.
- Schaub-Perrenoud, W. 1989:*
Kulturelemente in der Landschaft. In: *Imbeck, P. (Projektleiter):* Natur aktuell. Lagebericht zur Situation der Natur im Kanton Basel-Landschaft im Jahr 1988. *Quellen und Forschungen zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft*, 32. Liestal, 200–220.
- Schmaedecke, M. 1999:*
Technische Innovationen im Mittelalter (11. bis 13. Jh.). Modelle zur Erfassung ihres Ablaufs und ihrer Durchsetzung. *Archäologische Informationen* 22/2, 203–213.
- Schnitter, N. J. 1983:*
Geschichte des Talsperrenbaus in der Schweiz. In: *Böhlen, B. (Hrsg.):* 12.1–12.21.
- SGUF 2002:*
Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte (Hrsg.): *Das Zeit-Reise-Buch. Archäologische und historische Ausflüge in der Dreiseenregion und im Jura.* Basel.
- Stebler, F. G. 1921:*
Die Vispertaler Sonnenberge. *Jahrb. der Schweiz*, 56. Jg., Schweizer Alpenclub. Bern. Zit. nach: <http://www.zeneggen.ch/stebler/bewaesserung.html>.
- Stettler, N. 1994:*
Wuhrgenossen, Gewerbsinteressen und ein Kubikmeter Wasser. *Geschichte der Wasserkraftnutzung in Lausen. Baselbieter Heimatblätter* 15, 59. Jg., 1–36.
- Studer, G. 1934/1994:*
Die Bewässerungsanlagen von Visperterminen. *Walliser Jahrbuch* 1934. Wiederabdruck in: *Konold, W. (Bearb.) 1994:* 29–38.
- Tauber, J. 1998a:*
Ein Kindergrab aus Mühlsteinen in Reigoldswil. In: *Ewald, J. – Tauber, J. (Hrsg.):* 118–119.
- Tauber, J. 1998b:*
Langenbruck BL, Dürstel. *Jahrb. SGUF* 81, 1998, 316–317.
- Tauber, J. 1998c:*
Das Mittelalter – Siedlungsgeschichte und Herrschaftsbildung. In: *Ewald, J. – Tauber, J. (Hrsg.):* 481–530.
- Utz-Jordi, H. 1993:*
Die Meliorationen von Ettingen. *Quellen und Forschungen zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft*, 44. Liestal.
- Vautier, A. 1928:*
Au pays des bisses. Lausanne.
- Weingartner, R. – Viviroli, D. 2003:*
Die Alpen – das Wasserschloss Europas. *Beilage der Helvetas zur NZZ am Sonntag* v. 8. 9. 2003.
- White, L. 1968:*
Die mittelalterliche Technik und der Wandel der Gesellschaft. München.