

Deutsches Archiv

für

Erforschung des Mittelalters

Namens der

Monumenta Germaniae Historica

herausgegeben von

HORST FUHRMANN

HANS MARTIN SCHALLER

48. Jahrgang

1992

BÖHLAU VERLAG KÖLN WEIMAR WIEN

Neues über Wasserversorgung und Wassertechnik im Mittelalter

Von

Dietrich Lohrmann

Nach drei instruktiven Bänden zur Wasserversorgung der antiken Städte¹ veröffentlicht die Frontinus-Gesellschaft in Zusammenarbeit mit dem Verlag Philipp von Zabern einen ebenso schmucken und stattlichen Band nun auch für das Mittelalter². Dieses Werk stellt eine freudige Überraschung dar, denn vom Forschungsstand her gesehen schien bis vor wenigen Jahren eine Zusammenfassung für das Mittelalter, wie sie jetzt vorgelegt wird, noch gänzlich unmöglich. Die größte Überraschung bietet das am Schluß beigegebene Farbfaksimile eines Planes von ca. 1160. Es zeigt neben den Gebäuden des Kathedralklosters von Canterbury auch das gesamte Netz der Versorgungs- und Abwässerleitungen in sehr plastischer Weise und kommentiert es mit präzisen Erläuterungen³. Ein solches Dokument ist einzigartig, und der Ingenieur Klaus Grewe, der eigentliche (wenn auch nicht genannte) Herausgeber des Bandes, hat mit der Wahl gerade dieses Facsimile sicheren Instinkt bewiesen⁴. Von Grewe stammt auch der einleitende Überblick über das gesamte Mittelalter, einsetzend mit dem Schicksal der antiken Aquaedukte und der Wasserzuleitung in frühchristlichen

1) Sextus Iulius Frontinus, curator aquarum. Wasserversorgung im antiken Rom, hg. Frontinus-Gesellschaft e.V., 2. verb. Aufl., 1983. – Die Wasserversorgung antiker Städte: Pergamon, Recht/Verwaltung, Brunnen/Nymphäen, Bauelemente (Geschichte der Wasserversorgung 2), 1987. – Die Wasserversorgung antiker Städte: Mensch und Wasser, Mitteleuropa, Thermen, Bau/Materialien, Hygiene (Geschichte der Wasserversorgung 3), 1988.

2) Die Wasserversorgung im Mittelalter (Geschichte der Wasserversorgung 4), 1991, 299 S. mit 102 Farb-, 63 Schwarzweiß-, 74 Strichabbildungen und einer Farbbeilage.

3) Bisher lag als nähere Untersuchung nur vor R. Willis, The Architectural History of Convental Buildings of the Monastery of Christ Church in Canterbury (Archaeologia Cantiana 10), 1868, S. 158–206.

4) Vgl. dazu K. Grewe (wie Anm. 2) S. 229–236. Die Zuleitung von außen, deren Verlauf der Plan nur schematisch anzeigt (*Turris, Campus, Vinea, Pomerium*), war etwa 1,9 km lang. Sie kam von Nordosten aus einer Höhe von ca. 22 m NN plus Höhe der *turris* (Conduit House). Das darüber gelegene Gelände steigt bis zum antiken Durovernum (über 50 m NN). Beim Eintritt in den Klosterbezirk hat das Gelände heute 10 m NN. Nur eine Druckleitung erlaubte den Betrieb der beiden Wasserhochbehälter im Kloster. Genaueste Karte: Ordnance Survey. Roman and Medieval Canterbury, 1990, im Maßstab 1:2500, sonst 1:50 000. Eine analoge Zuleitung in Bleirohren, aber etwas später (um 1200), bezeugen die Gesta sacristarum des Klosters Bury St. Edmund's bei O. Lehmann-Brockhaus, Lateinische Schriftquellen zur Kunst in England, Wales und Schottland, Bd. 1, 1955, S. 150 Nr. 541: *Aqueductum a capite et fonte duobus miliaribus plumbo inclusit et usque ad claustrum per occultos terrae meatus derivavit.*

Baptisterien. Das weitere Frühmittelalter wird relativ rasch durchschritten; umso reicher ist das vor allem aus deutschen Klöstern, Burgen und Städten gesammelte Material, das bislang kaum überschaubar wirkte. Überall bezieht Grewe Zeichnungen, Photos, Pläne und Farbbilder mit ein und behandelt gegen Ende des Mittelalters zunehmend auch technische Aspekte wie Rohrverbindungen, Bohrmaschinen, Pumpen und Feuerspritzen.

Den Klöstern des deutschen Sprachraums im Hochmittelalter und ihren Wasserbauten widmet sich ein ebenso sorgfältig dokumentierter Beitrag von Clemens Kosch. Besonders verdienstlich wirkt er durch die am Anfang vorgestellten Schriftzeugnisse und die Einbeziehung der Brunnenhäuser, Latrinengebäude, Wirtschafts- und Industriebauten (Mühlen, Stampfen, Hämmer usw.). Letztere werden allerdings nur knapp angesprochen, sie könnten auf längere Sicht einen ganzen Band füllen⁵. Die mitgeteilten Schriftzeugnisse zu klösterlichen Leitungssystemen sind nach der Aussagekraft ausgewählt, bleiben aber selbstverständlich zu vervollständigenden.

Zu diesem deutschen Teil gehören im sogenannten Bildanhang am Schluß des Bandes noch Spezialbeiträge: Die Großkomburg hoch über dem Kochertal bei Schwäbisch Hall dürfte als Burg auf ihren Brunnen und eventuell eine Zisterne angewiesen gewesen sein; das 1078 dort eingerichtete Kloster erhielt dagegen – finanziert durch einen reichen Konversen aus Mainz – von der schmalen Bergseite her, eine Druckwasserleitung aus Metallrohren mit Stein-Ummantelung, die nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren eine günstige Verteilung ermöglichte (Kosch S. 237–243). O. Teschauer erläutert noch eingehender „Aquädukt“ und Verteilungsnetz des Klosters Hirsau (S. 244–257), während M. Rech sich vor allem mit dem Entwässerungskanal und der Brunnenstube von Kloster Heisterbach bei Bonn beschäftigt (S. 258–263). Besonders interessant sind die Tunnelbauten, zunächst der ca. 880 Meter lange Tunnel durch den Kraterwall bei Maria Laach 1152–70 und dann der noch ältere Tunnel durch das schwierige Gestein des Salzburger Mönchsberges um 1140 (K. Grewe S. 277–281 und H. Dopsch S. 282–286). Gerade diese auf bergbauliches Können und römische Vermessungstechnik zurückgreifenden Tunnelbauten des 12. Jahrhunderts sind lange zu wenig beachtet worden.

Der Band wäre schon anregend und materialreich genug, wenn er sich auf die genannten Objekte beschränkte. Indes, es kommen noch zwei große Überblicksdarstellungen hinzu, die sich mit England, Wales und Frankreich beschäftigen. Ihre Veröffentlichung in deutscher Sprache ist mit Rücksicht auf das Fachvokabular sehr zu begrüßen. C. James Bond (S. 149–183) bespricht für England, gestützt auf umfangreiche eigene Arbeiten⁶, das technische Umfeld, ohne das ein Dokument vom Rang des Plans von Canterbury nicht denkbar wäre. Mittelalterliche Leitungssysteme kann er in nicht weniger als 50 englischen Klosteranlagen nachweisen; auch weitere Pläne, zumeist älter als die in Deutschland, kommen hinzu (S. 160–163). Leitungen zu königlichen Burgen

5) Cl. Kosch, ebenda S. 89–146.

6) C. J. Bond, *Water Management in the Rural Monastery*, in: R. Gilchrist, H. Mytum (ed.), *The Archaeology of Rural Monasteries* (British Archaeological Reports, Brit. Series 203, 1989), S. 83–111; ders., *Water Management in the Urban Monastery*, in: dies. (ed.), *Approaches to Monastic Archaeology* (BAR 1992, noch nicht erschienen).

und Palästen wie dem Palast in Westminster sind nicht vergessen; ihnen entsprechen im deutschen Bereich der Anhang zur Harzburg (R. Busch S. 268 ff.) und der Hinweis von Grewe auf die wohl karolingische Leitung zur Pfalz Ingelheim (S. 27 f.). Besonders kompliziert waren die Leitungssysteme der älteren Kartäuserklöster, da hier jeder Einsiedler einzeln zu versorgen war (S. 162 f., 264–267). Von den englischen Städten erscheinen u. a. London, Bristol, Coventry und Exeter; in Deutschland sind bei Grewe u. a. die städtischen Leitungssysteme in Nürnberg, Goslar, Hannover, Lübeck, Bremen, Bautzen und Breslau hervorzuheben. Im Anhang treten hinzu noch Zürich (E. Suter), das nordfranzösische Douai (D. Lohrmann) und Berlin-Spandau (P. Kowalewski, H. Nobis-Wicherding).

Der französische Beitrag von Paul Benoit und Monique Wabont (S. 185–228) ist stark von der neuesten Archäologie geprägt. Er beschränkt sich im Hauptteil auf zwei Zisterzienserabteien, das frühe Männerkloster Fontenay in Burgund, das seit langem durch seine weitgehend vollständig erhaltenen Wirtschaftsbauten bekannt ist (darunter die berühmte „forge“), und das von der Königin Blanche de Castille gegründete Frauenkloster Maubuisson westlich von Paris bei Pontoise. In beiden Fällen muß die Entwässerung des Geländes und die Anlage der Hauptkanäle vor Beginn der eigentlichen Bauten erfolgt sein. Diese Arbeiten erfolgten im Fall von Fontenay jedoch schon um 1130, das heißt zeitgleich mit den in der Vita Bernhards beschriebenen Wasserbauten von Clairvaux II an der Aube, und im Fall von Maubuisson erst rund 100 Jahre später. Diesem Zeitabstand entspricht die Technik und Auswahl der wasserbaulichen Anlagen. Während in Clairvaux und Fontenay die gewerblichen Anlagen dominieren (Mühle, Walke, Gerberei, Schmiede usw.), verzichten die reich dotierten Damen von Maubuisson auf solche Tätigkeiten und legen um so mehr Wert auf Hygiene, auf monumentale wassergespülte Latrinen (die von denen der Konversinnen streng getrennt waren), auf ein eigenes Tonrohrsystem zur Brunnenstube des Kreuzgangs und auf ein weiträumiges Refektorium⁷. Oberhalb des Klosters dürfte ihnen die lange Reihe der Fischteiche gute Karpfen und Forellen auf den Tisch beschert haben.

Etwa zeitgleich mit diesen Anlagen in Maubuisson dürften übrigens in Deutschland die neuen Leitungs- und Kanalsysteme sein, die 1226 für die Reichsabtei Burscheid bei Aachen erwähnt werden, wo kurz zuvor Zisterzienserinnen Aufnahme gefunden hatten. Statt eines einfachen *necessarium iuxta portam* erhielten diese Töchter wohlhabender Familien Aachens und seines Umlandes nun neue Leitungen, die bis in die *privata claustrum* führten⁸.

Der Anteil der klösterlichen Wasserbauten im vorliegenden Bande über die Wasserversorgung des Mittelalters ist nicht zu Unrecht erheblich, denn die Klöster knüpften als erste an die antiken Wasserbautechniken an. Im Bereich der Rohrleitungen spielen die frühen Baptisterien in Norditalien und Südfrankreich, wie Grewe eingangs hervorhebt, zwar eine mindestens ebenso wichtige

7) Monumentale Latrinbauten über einem Mühlkanal zeigt Cl. Kosch (wie Anm. 2) S. 135 ff. auch für das österreichische Zisterzienserkloster Zwettl.

8) Aachener Urkunden 1101–1250, ed. Erich Meuthen, (Publ. Ges. Rhein. Geschichtskunde 58), Bonn 1972, S. 501.

Mittlerrolle; hier waren wichtige antike Klempnertechniken⁹ zu beobachten und zu übernehmen. Aber im Bereich der Kanalbauten und der zugehörigen Vermessungskunst sowie bei der Nutzung des Wassers zum Antrieb von Maschinen gingen die Mönche voran. Kosch stellt zurecht an die Spitze seines Beitrags die berühmte Bestimmung aus Kapitel 66 der *Regula Benedicti*: *Monasterium autem, si possit fieri, ita debet constitui, ut omnia necessaria, id est aqua, molendinum, hortus vel artes diversae intra monasterium exerceantur, ut non sit necessitas monachis vacandi foras*: die Wasserversorgung ebenso wie die Mühle, der Garten und die verschiedenen Gewerbe sollten also nach Möglichkeit innerhalb des Klosters ausgeübt werden.

Diese Bestimmung wurde in der karolingischen Zeit an wichtigen Orten wie Saint-Riquier und Fulda ausdrücklich wieder aufgenommen¹⁰. Klöster wie Fulda, Saint-Denis, Saint-Bertin und nicht zuletzt Corbie unternahmen bedeutende Anstrengungen, um durch Flußableitungen und teilweise kilometerlange Kanäle Wasser in unmittelbare Abteinähe zu führen und dort dann auch eine größere Wassermühle zu betreiben¹¹. In Corbie lag die Unterbringung der Mühlenknechte nach Aussage Adalhard von Corbie zwar *extra monasterium*, also außerhalb der eigentlichen Klausur, doch befand sich die Mühle selbst nachweislich trotzdem in unmittelbarer Nähe des Klosters¹².

Diese knapp skizzierten Grundvoraussetzungen für die Wasserversorgung eines karolingischen Klosters haben neuere Arbeiten zu Recht hervorgehoben und konkret auch auf die Interpretation des berühmten Modellplanes angewandt, der in einer Kopie des Klosters Reichenau um 820 nach St. Gallen übersandt worden ist (Abb. 1). Voran ging dabei 1975 der Kunsthistoriker Walter Horn¹³. Überzeugend legte er dar, daß Mönchsgemeinschaften von 300 bis 400

9) Für die im weiteren Sinne vorauszusetzende römische Rohr- und Löttechnik ist jetzt heranzuziehen A. Cochet – J. Hansen, *Conduites et objets de plomb gallo-romains de Vienne (Isère)*, 46e Supplément à Gallia, 1986.

10) Vita Sturmi des Eigil von Fulda c.21, ed. P. Engelbert (1968) S. 156: *cogitans qualiter adimplere potuisset quod Sancta Regula praefatur, ut artes diversae infra coenobium continerentur* ... Hariulf, *Chronique de l'abbaye de Saint-Riquier* II,7, ed. F. Lot, 1894, S. 56: *Monasterium igitur secundum decretum regulae sanctissimi Benedicti ita dispositum fuit, ut omnis ars omneque opus necessarium intra loci ambitum exerceretur. Aqua autem torrentis Scarduonis ipsum claustrum praeterfluit, quae et ibi farinarum in vertiginem mittit*. Vgl. auch J. von Schloßer, *Schriftquellen zur Geschichte der karolingischen Kunst*, 1892 Nr. 237: unvollendeter Aquaedukt nach Lobbes ca. 860 *ad competentem nutum in usum molendinorum*; Nr. 686 Gelonne: *iunctum clibano pistrinum, de latere molendinum*; Nr. 705 Liessies ca. 790 (Text s. XI): *molendinum, pistrinum ... intra monasterii claustra capiat*. Dazu F. Schwind, *Zu karolingerzeitlichen Klöstern als Wirtschaftsorganismen und Stätten handwerklicher Tätigkeit*, in: *Festschrift J. Fleckenstein*, ed. L. Fenske u.a., 1984, S. 101–145.

11) D. Lohrmann, *Le moulin à eau dans le cadre de l'économie rurale de la Neustrie (VIIe–IXe siècles)*, in: *La Neustrie* (Beihefte der Francia 16,1), 1989, S. 367–404, bes. S. 384 ff. *Ders.*, *Travail manuel et machines hydrauliques avant l'an Mil*, in: *Le Travail au Moyen Age* (Univ. de Louvain, Publications de l'Institut d'études médiévales) 1990, S. 35–47.

12) Plan mit Beischriften von Dom Grenier, ca. 1749: Paris Bibl. Nat., Cartes et plans Ge B 2386 (freundlicher Hinweis von L. Morelle, Paris).

13) Walter Horn, *Water Power and the Plan of St. Gall*, in: *Journal of Medieval History* 1 (1975) S. 219–257. Vgl. W. Horn – E. Born, *The Plan of St. Gall. A*

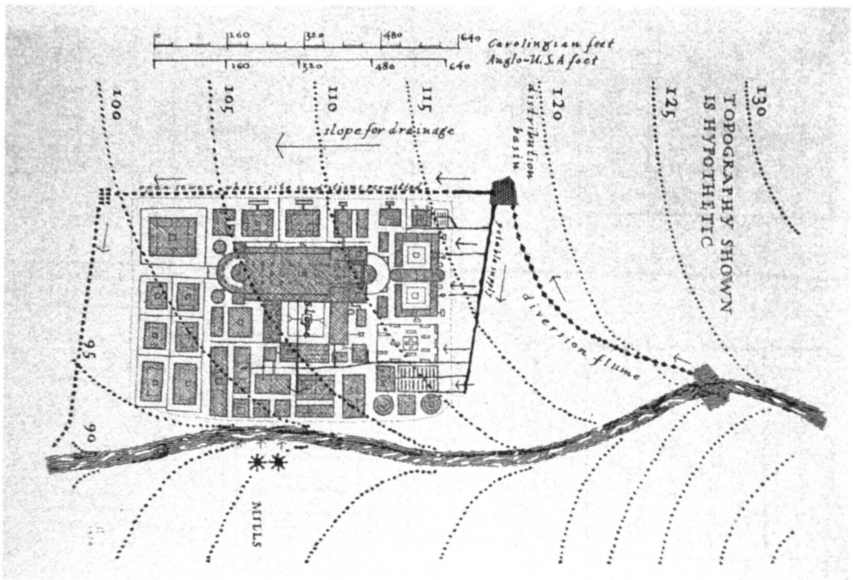


Abb. 2: Hypothetische Wasserversorgung eines karolingischen Klosters mit Flußableitung, Verteilerbecken, Trinkwasserzuleitung, Höhenlinien und potentiellm Entwässerungsgraben an der Nordseite. Nach Walter Horn (wie Anm. 13) S. 228.

Personen ohne ein leistungskräftiges Versorgungssystem von Wasserleitungen schlichtweg nicht auskommen konnten. Der Plan zeigt keine einzige Leitung dieser Art, aber ihr Verlauf ergibt sich unschwer aus der Verteilung von Küche, Waschwäusern und Latrinen sowie den auf Wasser angewiesenen Werkhäusern (Abb. 2). Anschließend an ältere Anregungen (K. Mehringer 1909) kam Horn alsdann für die Gebäude, die am Südrand der Klosteranlage mit den charakteristischen Symbolen für eine Mühle (*molae*) und ein Stampfwerk (*pilae*) bezeichnet sind, zu der Überzeugung, daß an dieser Seite des Klosters eine Wasserführung vorauszusetzen ist, mit deren Hilfe die Maschinen angetrieben wurden. Die allgemeine Verbreitung klösterlicher Wassermühlen im 8. und 9. Jahrhundert konnte er leicht nachweisen.

Die Anschauung Horns, zu der unabhängig von ihm auch die umsichtige und gediegene Deutung des Plans von St. Gallen durch Konrad Hecht gelangte¹⁴,

Study of the Architecture and Economy of and Life in a Paradigmatic Carolingian Monastery 2, Berkeley-Los Angeles-London 1979, S. 222–269.

14) K. Hecht, Der St. Galler Klosterplan, 1983, S. 71, 74. Die neuere Arbeit von A. Zettler, Die frühen Klosterbauten der Reichenau. Ausgrabungen-Schriftquellen-St. Galler Klosterplan, 1988, S. 148 ff., geht auf die Wasserversorgung nicht ein. Die Ausführungen zur *domus calefactoria* im Kloster (S. 238 ff.) erlauben m. E. nicht den allgemeinen Schluß, daß die Reichenauer Kopisten des nach St. Gallen übersandten Planes „vor allem ihr Klausurum“ vor Augen hatten (S. 241).

stößt trotzdem in einer neuen Stellungnahme auf entschiedene Ablehnung: Mit viel Verve und teilweise schwerem Geschütz bestreitet der Bremer Historiker Dieter Hägermann sowohl die Deutung der Mühlsteinsymbole des Plans als Wassermühlen im Dienst der benachbarten Bäckerei (*pistrinum fratrum*) wie auch die herkömmliche Interpretation der *pilae* als Stampfen¹⁵. Die auf dem Plan angegebenen *molae* bezeichnen nach Hägermann nur handbetriebene Schrotmühlen, die ausschließlich im Zusammenhang der Bierherstellung eingesetzt wären; die *pilae* seien keine Stampfen, sondern Rührstäbe in Bottichen, in denen das sogenannte Maischen erfolgte, das heißt die Mischung des grobzerkleinerten Malzes mit erwärmtem Wasser, ein Vorgang, der unter ständigem Umrühren erfolgen muß. Der Plan liefert damit für Hägermann „ein singuläres und bedeutsames ikonographisches Zeugnis für die bereits um 800 hochentwickelte klösterliche Braukunst“.

Die Frage ist, ob ein Plan, der nach Aussage des beigegebenen kurzen Anschreibens aus der Reichenau ausdrücklich nur die Position aller wesentlichen *officinae* des Klosters bezeichnen soll, sich so weit in Einzelheiten eines einzelnen Produktionsvorganges einlassen konnte, wie Hägermann dies für die Bierherstellung vorschlägt. Das Bier wäre bis zum Detail des Umrührens behandelt, die Mehlherstellung für die Bäckerei hingegen nicht angezeigt. Sollte der Planer ausgerechnet die Mühle, die Benedikts Regel an erster Stelle nennt und tunlichst innerhalb des Klosters plazierte wissen wollte, auf dem Musterplan für benediktinische Klosteranlagen vergessen haben?

Hägermann nimmt an, die Wassermühle liege außerhalb des Klosters. Er beruft sich auf Corbie, wo Adalhart 823, wie schon dargelegt, nur sagt, die Mühlenknechte des Klosters seien außerhalb der Klosterklausur untergebracht, ebenso wie die übrigen *provendarii*, die bei der Fischfanganlage, den Stallungen, Schuppen, Gärten und dem neuen Baumgarten eingesetzt wurden¹⁶. Die Gewohnheiten von Corbie bezeichnen hier im Verhältnis zur Regel Benedikts bestenfalls einen Sonderfall. Hägermann aber macht diesen durchaus unsicheren Sonderfall zur Regel und zu einem wichtigen Angelpunkt seiner Argumentation.

Ob man andererseits die als *pilae* bezeichneten Symbole, wie Hägermann will, als „ovoid-dickbauchige Gefäße“ bzw. Bottiche mit schweren Rührlöffeln ansehen kann, mögen letzthin Fachleute entscheiden, die vom Bier und vom Rühren mehr verstehen. Persönlich, scheint mir, wären ihre rechtwinklig abgebogenen „Griffe“ manuell außerordentlich mühsam zu handhaben und ganz ungeeignet.

Auch das Argument, die Mühlen und Stampfen in unmittelbarer Klostersnähe machten zu viel Lärm (S. 9), scheint mir nicht tragfähig, denn der Plan zeigt andere Ateliers, die mit wesentlich mehr Lärm verbunden waren, wie die der

15) D. Hägermann, Der St. Galler Klosterplan – Ein Dokument technologischer Innovationen des Frühmittelalters?, Rheinische Vierteljahrsblätter 54 (1990) S. 1–18.

16) *Consuetudines Corbeiensis* c. 4, ed. J. Semmler – A. Verhulst, in: K. Hallinger, *Corpus consuetudinum monasticarum* 1, Siegburg 1963, S. 367. Den hier gemeinten, klosternahen Bereich als den der eigentlichen „agricultura“ anzusprechen, ist nicht möglich.

Eisenschmiede (*fabri ferramentorum*) und der Schwertfeger (*emundatores vel politores gladiatorum*). Wünschen wir uns im Sinne der klösterlichen Stille, daß die Wände der jeweiligen Werkstätten zur Klosterseite hin ausreichenden Lärmschutz boten.

Wesentlicher ist der Einwand, die herkömmliche Deutung der *pilae* als Stampfe mit Antrieb durch eine Nockenwelle erhalte auf dem Plan um 820 „den Rang eines technischen Erstbeleges für das Mittelalter“, die Nockenwelle erscheine erst etwa zwei Jahrhunderte später¹⁷. Vor allem die Abgrenzung Spätantike-Mittelalter, die Hägermann hier unausgesprochen vornimmt, scheint mir unzulässig, denn die Wassertechnik des frühen Mittelalters schließt eng wie keine andere an die Technik der Spätantike an. Zwar ist die Geschichte der Nockenwelle speziell in der Frühzeit arm an direkten Belegen, doch hindert das nicht ihre tatsächliche Anwendung. Für Hägermann ist es eine „vergleichsweise komplexe Technik“, in der Antike habe sie nur in „Automaten“ Verwendung gefunden. Tatsächlich überträgt die Nockenwelle die Kraft des Wasserrades wesentlich direkter als das „vitruvsche“ Zahnradgetriebe der Mahlmühlen, und auch die Konstruktion ist einfacher. Sie war in diesem Sinne nichts besonders Bemerkenswertes.

Die antiken Texte bestaunen im 4. Jahrhundert mehrfach – bei Zahnradübersetzung – die erstaunlich schnelle Drehung der schweren Mühlsteine, während der Schluß auf Nockenwellen nur möglich ist, wenn ihre fortgeschrittenere Anwendung hervortritt, etwa in Sägemühlen wie denen am Ruwer für „Marmor“ (Ausonius) oder denen für Holz in Kleinasien (Gregor von Nazianz)¹⁸. Im 5. Jahrhundert finden wir indes schon bei einem der Jura Klöster (Condate) die für das Mittelalter vielfach charakteristische Paarung von Mühle und Stampfe. Hägermann zitiert diesen Text zurecht (*vicino flumine ... molinas pilasque*)¹⁹ und stellt dazu zwei Parallelen des 12. Jahrhunderts: *molinum quoque unum et stampf unum* bzw. *molendinum unum et unum stampf*, die auch später noch vorkommen. Der Sinn der *molae* und *pilae* des Plans von St. Gallen ist damit sicher und zuverlässig belegt.

17) Der Wellbaum wird bei H. zum Bottich. Die relativ großen Symbole sind frei mit der Hand gezeichnet, die rechte Welle ist deshalb, wenn man so will, leicht „ovoid“ geraten. Fässer stehen in der Brauerei genügend, aber in ganz anderer Darstellung und mit den eindeutigen Beischriften: *Hic fratribus conficiatur cervisa* bzw. *Hic coletur celia*.

18) Zu den verlängerten Nocken bzw. Mitnehmern des Wellbaums einer Sägemühle des 13. Jh. vgl. die bekannte Zeichnung des Villard de Honnecourt. Abgebildet und kurz besprochen ist sie bei Jean Gimpel, Die industrielle Revolution des Mittelalters, 1980, S. 130f. Ausführlich erörtert hat sie zuletzt Roland Bechmann, Villard de Honnecourt. La pensée technique au XIII^e siècle et sa communication, Paris 1991, S. 278–287. – Die antiken Sägemühlen mit Wasserantrieb, zu denen wahrscheinlich auch die *machina serratoria* bei Ammianus Marcellinus 23,4,4 zählte und eine 1983 in Ephesus ausgegrabene Steinplattensäge, bespricht am besten Örjan Wikander, Ausonius' Saw-mills-Once More, in: *Opuscula Romana* 17 (1989) S. 185–190. Vgl. auch Hermann Vetter, Ephesos. Vorläufiger Grabungsbericht 1983, in: Österreich. Akad. der Wiss., phil.-hist. Kl., Anzeiger 121, 1984, S. 225.

19) Anm. 65; *pilasque* (Erbsen) gibt kaum Sinn; kursives *s* kann leicht aus einem *l* verlesen sein. Auch *pila*-die Mörserstampfe kommt freilich von der sogen. *pinser*-Reihe, die Arbeiten des Zerstoßens und Stampfens bezeichnet: R. Mehringer, Die Werkzeuge der *pinser*-Reihe und ihre Namen (Keule, Stampfe, Hammer, Anke), in: Wörter und Sachen 1 (1909) S. 3–28.

Hinzuzunehmen ist eine Formel des späteren 9. Jahrhunderts aus St. Gallen, die wieder die Wasserkraft deutlich voraussetzt, wenn sie von *clausuris* (Schleusen), *molinis vel pilis* spricht. Die Aufnahme in eine Formelsammlung zeigt ferner, daß solche Fälle häufiger vorkamen. Hägermann dagegen schiebt den Beleg als „vereinzelt“ beiseite. Schon um 985 arbeiten indes im Val Tramigna bei Verona Walkhämmer und im Dauphiné Stampfen zur Verarbeitung von Hanffasern²⁰. Eine große Zahl weiterer Hämmer und Stampfen, alle ohne Nockenwelle nicht denkbar, hat bald danach (11. Jahrhundert) in den Alpen und Pyrenäen Anne-Marie Bautier nachgewiesen²¹.

Die Nockenwelle ist somit trotz der geringen Chancen, sie in Schriftquellen zumindest indirekt bezeugt zu finden, schon jetzt im 4., 5., 9., 10. und 11. Jahrhundert nachweisbar. Sie war keine „hochrangige technische Ausrüstung“, sondern ein einfacheres Mittel der Kraftübertragung als die Zahnradgetriebe der gewöhnlichen Getreidemöhlen. Damit werden Hägermanns Einwände gegen die Deutung der *pilae* des St. Galler Klosterplans als Fallhämmer, angetrieben durch Nockenwellen, hinfällig²². Seine neue Deutung der *pilae* als Bottiche mit Rührstäben ist um so unwahrscheinlicher, als der Zeichner im Cellarium (Abb. 1 oben Mitte) die dortigen großen und kleinen Fässer eindeutig als solche erkennen läßt, und zwar in Seitenansicht, nicht, wie Hägermann es bei den angeblichen Bottichen voraussetzt, in der Draufsicht bzw. im horizontalen Querschnitt.

Auch die These, der Plan zeige von der Nahrungsbereitung außer dem Backen nur die Bierherstellung, diese besonders detailliert, nicht aber das Mahlen des Getreides, welches regelmäßig außerhalb des Klosters erfolge, ist weder möglich noch nötig. Sie ist nicht möglich, weil die Benediktsregel die Mühle innerhalb des Klosters wünscht und wir es hier mit einem Planungsmodell zu tun haben, und nicht nötig, weil die Mühlsteine eindeutig auf eine Mühle weisen. Die These krankt außerdem bei den *molae*, weil sie eine falsch gedeutete Einzelangabe (Corbie) zur Norm macht, und sie versagt bei den *pilae*, weil jede philologische Absicherung fehlt, das Symbol für die Stampfe schwerlich als Rührstab dienen kann und die Technik der Nockenwelle zu spät angesetzt ist.

20) E. Rossini, La tecnica nell'alto Medio evo: Le gualchiere del Tramigna nel 985, in: Scritti in onore di Mons. Giuseppe Turini (Accademia di Agricoltura, Scienze et Lettere di Verona), Verona 1973, S. 725–736.

21) A.-M. Bautier, Les plus anciennes mentions de moulins hydrauliques industriels et de moulins à vent, in: Bulletin philologique et historique du Comité des travaux hist. et scient. (Section phil. et hist. jusqu'à 1610), 1960, S. 567–626. Statt *pilas* findet die Autorin später auch *malleos*, *bateorium*, *batedorios*, *baterderis*, *batannum pannorum sive betemis*, *bastitorium*, *battatoria*, *molendina bateres* ... *ad faciendas cordas campanarum* und andererseits *molendinum paratorium* bzw. *m. ad parandos pannos* usw. Zu den Mahlmöhlen in der Bierherstellung vgl. ebenda S. 601–603. Hägermann S. 11 hat wohl recht, wenn er Stampfen in der Bierproduktion ablehnt (daher auch 1042 *molendinos duos cervisiae usibus deservientes* und nicht *pilas* oder *malleos*; vgl. auch *molendinum braisarium*, *m. ad grudum* etc. bei A.-M. Bautier S. 602 f.), aber Hafer für das verbreitete Mus (porridge) mußte gestampft werden. Wenn die Mönche lieber Brot aßen, so benötigten die Laienbrüder und *provendarii* das Mus um so mehr.

22) Die Nocken sind auf der Welle nicht eingezeichnet, denn der Plan ist keine technische Zeichnung. Die Nocken wären in jedem Falle sehr klein. So mag auch der Kopist sie nur vergessen haben.

An dieser zu späten Einordnung aber hängt der Titel und die These des ganzen Beitrags. Nur wenn man die Stampfe des Plans von St. Gallen als Erstbeleg einstuft, könnte man versucht sein, den Plan hochtrabend als „Dokument technologischer Innovationen“ zu bezeichnen. Auf diese Idee ist vor Hägermann aber noch niemand gekommen²³.

Positiv einzuschätzen ist Hägermanns Hinweis (S. 12), daß es Malzstampfen nicht gegeben haben dürfte. Die Zerkleinerung des Biermalzes erfolgte tatsächlich durch einen Mahl-, nicht einen Stampfvorgang. Folglich gab es im Mittelalter zahlreiche Malzmühlen, oft auch die enge Paarung von Mühle und Brauhaus (*mola et camba*)²⁴. Die Stampfen des Plans haben dann freilich mit der Bierherstellung nichts zu tun. Zu ihrer Zweckbestimmung scheint mir die alte Deutung als Instrument der Flockenbereitung für das gerade auch in Klöstern vielgegessene Getreidemus (porridge) nach wie vor als die einfachste und beste²⁵.

23) Aus diesem Grund gehen die schweren Vorwürfe ins Leere, die Hägermann S. 4 gegen Braunfels, Horn-Born und Hecht richtet: das „funktionale und rationale Prinzip“ des Plans werde bei ihnen zerstört, ihre falsche Zählung der Ateliers und Gebäude erfolge „gegen die Philosophie des Planes“, sie erlaube „Spekulationen aller Art und mehr oder minder phantastische Rekonstruktionen“ ...

24) A.-M. Bautier (wie Anm. 21) S. 601 f. Zwei Malzmühlen 1242 in Aachen: Meuthen, Aachener Urkunden (wie Anm. 8), S. 522 Nr. 240: *Sunt autem dicte decem marce in octava parte superioris molendini brasii, siti infra menia civitatis Aquensis, et in duodecima parte inferioris molendini brasii, extra muros in suburbio siti.*

25) Horn (wie Anm. 12) S. 252, betont anschließend an Ferdinand Keller (1860), daß mittelhochdeutsch *mus* in St. Gallen mit lateinisch *cibus* gleichgesetzt wurde; lat *caenare* entsprach dem Deutschen *abendmuseu*. Der Bedarf an gestoßenen Körnern war also groß; er erklärt die im Condate (5. Jh.) schon nachweislich wassergetriebenen *pilae*.

Nachträge: Die oben nachgewiesenen Mängel von Hägermanns Interpretation der *molae* und *pilae* des Plans von St. Gallen erscheinen inzwischen, als eherne Gewissheiten stark verkürzt, auch in Hägermanns Beitrag zur neuen Propyläen Technikgeschichte 750 v. Chr. – 1000 n. Chr.: Landbau und Handwerk, hg. von Wolfgang König, 1991, S. 355 f. Auf S. 351 werden Nockenwelle und Papiermühle (!) neben anderen jeweils als Neuheiten des 11. Jahrhunderts angesprochen: die Nockenwelle existiert längst, die älteste deutsche Papiermühle stammt von 1390!

Starken Einfluß nimmt Hägermanns Interpretation des Plans von St. Gallen auch auf die soeben erschienene Arbeit seines Schülers Konrad Elmshäuser, Kanalbau und technische Wasserführung im frühen Mittelalter, in: Technikgeschichte 59 (1992) S. 1–26, die ich hier leider ebenfalls nur als Nachtrag anzeigen kann. Die Abschnitte 1–3 dieser Arbeit bringen nützliche Anregungen vor allem aus italienischen Quellen. Zu Abschnitt 4 und vor allem 5 habe ich wesentlich mehr Fragezeichen notiert. Hier wäre vor allem philologisch an manchen Stellen anzusetzen. Die Angaben über Corbie, Fulda und den Plan von St. Gallen bedürfen bis in die Einzelheiten genauester Überprüfung. Bedauerlich ist vor allem die unnötige Verzerrung von Kap. 66,6 der Regula Benedicti.