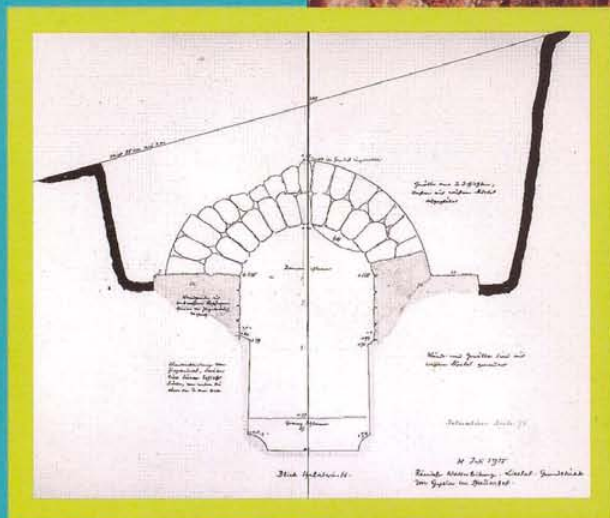


Die Römische Wasserleitung von Liestal nach Augst

Jürg Ewald
Martin Hartmann
Philippe Rentzel



Archäologie
und Museum

Jürg Ewald, Martin Hartmann, Philippe Rentzel

Die Römische Wasserleitung
von Liestal nach Augst

11

Die Römische Wasserleitung von Liestal nach Augst

Mit diesem Heft erscheint das Faltblatt:

«Museum zu Fuss»: Führer zur Römischen Wasserleitung von Liestal nach Augst

Zu beziehen bei	Archäologie und Kantonsmuseum BL Rathausstrasse 2 CH-4410 Liestal/Schweiz oder im Buchhandel
Redaktion	Jürg Ewald
Satz/Layout/Realisation	Roland Lehmann
Umschlag	Typografisches Atelier Marga Haller
Titelbild	Ausgrabung eines Leitungs-Teilstückes (Fundstelle Nr. 27) am Oberen Burghaldenweg/Weideliweg Liestal 1993 (Foto Heinz Stebler)
Druck	Lüdin AG, Liestal
© 1997 by Archäologie und Kantonsmuseum Baselland, Liestal/Schweiz	
ISBN 3-905069-30-X	

Inhaltsverzeichnis

7	Vorwort	Jürg Ewald
<hr/>		
9	1. Die Römische Wasserleitung von Liestal nach Augst	Jürg Ewald und Martin Hartmann
9	1.1 Allgemeiner Überblick	
9	1.2 Die Geschichte der Erforschung	
11	1.3 Bauweise und Erhaltungszustand	
12	1.4 Der Verlauf der Wasserleitung	
14	1.5 Die Wasserverteilung im Stadtgebiet von Augst	
15	1.6 Wasserleitungen im Römischen Reich	
15	1.6.1 Windisch	
15	1.6.2 Köln	
15	1.6.3 Rom	
16	1.6.4 Bologna	
17	1.6.5 Side	
17	1.6.6 Aspendos	
<hr/>		
19	2. Katalog der Fundstellen	Jürg Ewald und Martin Hartmann
19	2.1 Kommentar zum Schema des Fundstellenkataloges	
20	2.2 Gemeinde Liestal	
30	2.3 Gemeinde Füllinsdorf	
<hr/>		
37	3. Geoarchäologische Beobachtungen an der Römischen Wasserleitung von Liestal nach Augst	Philippe Rentzel
37	3.1 Einleitung	
37	3.2 Geologisch-bodenkundliche Verhältnisse beim Oberen Burghaldenweg in Liestal	
37	3.2.1 Zwei Substrate – zwei Bauabschnitte	
39	3.2.2 Rodungsanzeiger	
39	3.2.3 Deckschichten	
42	3.3 Die römische Wasserleitung	
42	3.3.1 Herkunft und Menge der Baumaterialien	
42	Lokal	
42	Regional	
42	Aus Augst	
46	3.3.2 Technologische Merkmale des Ziegelschrotmörtels	
46	Aufbau	
47	Zusammensetzung des Mörtels	
50	Schlussfolgerungen	
51	3.3.3 Fliessgeschwindigkeit, Wasserleistung und Kanalsedimente	
52	Kalksinter und Fliessgeschwindigkeit	
53	Sedimentkomplex B	
53	Sedimentkomplex A	
55	Deutung	
<hr/>		

59 4. Zusammenfassung

60 5. Résumé

61 6. Bibliographie und Siglen

63 7. Abbildungsnachweis

Anhang: Plan 1:5'000

Vorwort

Es galt, eine jahrhundertalte Schuld abzutragen: Seit mehr als 400 Jahren ist die Existenz des räumlich ausgedehntesten römischen Bauwerkes auf dem Boden des Kantons Basel-Landschaft aktenkundig. Zwar haben alle Historiografen der Region seiner Erwähnung getan, aber eine Schrift, die ihm monografisch gewidmet wäre, gab es bis dato nicht, obwohl kaum eines auch meiner eigenen bald 30 Dienstjahre in der Kantonsarchäologie vorüberging, ohne dass wir der Römischen Wasserleitung ein weiteres Stück Fleisch aus ihrem langen verwundbaren und seit Jahrhunderten geschundenen Leib hätten herausreissen müssen.

So soll denn mit dem hier vorliegenden Heft endlich das bisher Versäumte nachgeholt werden. Bei der Erarbeitung dieses Überblickes wurde mir klar, weshalb ich – wohl unbewusst – das Projekt einer monografischen Bearbeitung dieses Denkmals allzu lange vor mir her geschoben hatte: Das Zusammentragen all der Details grenzte an eine Sisyphus-Arbeit. Durchgezogen wurde sie nicht nur von Martin Hartmann, der sämtliche Quellen im Archiv der Kantonsarchäologie aber auch diejenigen von Karl Stehlin im Staatsarchiv Basel gesichtet und gemeinsam mit mir Text und Katalog verfasst hat, sondern ebenso von Verena Brändle. Als Zeichnerin, deren sprichwörtliche Genauigkeit nicht zu übertreffen ist, hatte sie nicht geruht, bis die absolut genaue Verortung jeder einzelnen der rund 60 Fundstellen und Fundangaben zu dem römischen Aquädukt an der perfekt richtigen Stelle in der Karte sass.

Es war Peter Rebmann, Muttenz, ehemaliger Technischer Leiter der Ausgrabungen in Augusta Raurica, der schon Ende der 80er Jahre in dankenswerter Weise den Entwurf zu einem Manuskript vorgelegt hatte, in welchem er als Baufachmann Überlegungen zur eigentlichen «Materialschlacht» angestellt hatte, welche das «Unternehmen RWL» in der römischen Kaiserzeit dargestellt haben musste: Tausende von Kubikmetern an Bruchstein, Kalk, Brennholz, Sand, Ziegelschrot und Wasser – es handelt sich um eine Menge in der Grössenordnung von 30'000 m³ – hatten auf der Baustrecke von über 6 km beschafft oder herangekarrt werden müssen; Tausende von Kubikmetern

an Brennholz waren nötig gewesen zum Ziegel- und Kalkbrennen.

Die Überlegungen von Peter Rebmann hat Philippe Rentzel in seine Studien einbezogen. Ihn haben wir gebeten, als Geoarchäologe der Struktur und dem Zustandekommen der Sedimente in der Wasserleitung, aber auch den stupenden Qualitäten des Ziegelschrotmörtels auf die Spur zu kommen. Was er hier vorlegt, entbehrt nicht der Brisanz, konnte er doch u. a. die riss-auseheilende Eigenschaft des römischen Betons nachweisen.

Damit ist ein zwar schmales doch recht vollständiges und genaues Werk entstanden. Damit Leser und Leserin auf ihrer Exkursion sich nicht mit einem A4-Heft unterwegs beschweren müssen, haben wir gleichzeitig ein Faltblatt kreiert («Führer zur römischen Wasserleitung von Liestal nach Augst»), das als «Museum zu Fuss» nur das allerknappste an Informationen enthält und an Aufschlüssen nur gerade jene nennt, die öffentlich zu sehen und zu besuchen sind. Dass es noch einige andere gut erhaltene Teilstücke gibt, die in Privathäusern integriert sind, wird im Heft selbst nicht verschwiegen. Doch hoffen wir, der geneigten Leserin und dem interessierten Leser verbiete es gewöhnlicher Anstand, die Eigentümer und Bewohnerinnen solcher Liegenschaften mit allzu hartnäckigen Besuchswünschen zu überziehen.

Wir sind durchaus auch darauf gefasst, dass, sobald das Heft erschienen sein wird, sich weitere Personen melden werden, die von Vorratshöhlen und Weinkellern in ihren Gärten berichten werden, die uns bis dato entgangen sind, obwohl wir – hauptsächlich in den Gebieten Heidenloch und Burghalden – alles daran gesetzt hatten, die Liegenschaftsbesitzer und -eigentümerinnen «auszuforschen».

Es waren unsere Grabungstechniker Heinz Stebler und Marcel Eckling, die unzählige Nachprüfungen und Nachmessungen vollzogen haben; Barbara Rebmann hat manches versprengte Aktenstück aus dem Archiv von Theodor Strübin (1908–1988) richtig heimweisen können, und Roland Lehmann hat schliesslich das anspruchsvolle Layout beigesteuert. Allen Beteiligten danke ich gerne und freudig.

Jürg Ewald

1. Die Römische Wasserleitung von Liestal nach Augst

I.1 Allgemeiner Überblick

Die Versorgung ihrer Siedlungen mit frischem Wasser war für die Römer von erstrangiger Bedeutung. Dabei spielte es keine Rolle, ob es sich um einen kleinen Gutsbetrieb oder eine Grossstadt, um einen Wachturm oder ein Legionslager handelte. Für kleinere Einheiten genügten häufig mit Wasser gut und ganzjährig dotierte Sodbrunnen oder regelmässig fliessende kleine Quellen. Anspruchsvoller war die Wasserversorgung für die Bevölkerung einer grösseren Stadt, wie sie die Koloniestadt Augusta Raurica darstellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Entnahme von Wasser aus stehenden oder grösseren fliessenden Gewässern nur für Brauchwasser in Frage kam. Zur Beschaffung von einwandfreiem frischem Trinkwasser führte man deshalb Quell-, Bach- und Sickerwasser

über eine längere Strecke in gedeckten, ausgemörtelten Kanälen, in denen sich das langsam fliessende Wasser selbst reinigte. Am Rande der Siedlung sammelte es sich in grossen, zisternenähnlichen Ausgleichsbecken, von wo es über Druckleitungen in die einzelnen Stadtquartiere geführt wurde. Hier wurden die öffentlichen Anlagen wie Thermen, Latrinen, Quartierbrunnen sowie die privaten Gebäude mit dem kostbaren Nass versorgt.

Dieses Prinzip der Wasserversorgung wurde auch für die Oberstadt, das Zentrum von Augusta Raurica, angewandt: Ein im Boden verlegter, massiv und solide gemauerter Kanal führte über eine Distanz von rund 6,5 km Wasser aus der Ergolz von Liestal bis an die Stadtgrenze des antiken Augst.

Ferner wird da ein sehr lang Gewölb gefunden / welches innwendig Mannshöhe hat/vnnd sich von diesem Ort an jhenseit der Ergitz/ vnder der Erden dem Berg nach für Lichtstal bis gen Betken hinauff zeucht / als die Beywohner anzeigen/ist gewißlich auch ein Römisch Werck gewesen. Die Landtleute nennen es das Heydenloch/darumb das es hin vnd wider eingebrochen / an etlichen Orten auch verfallen. Doch ist es an viel enden noch ganz / wie ich solches vor etlich jaren auff ein Schritte oder dreissig selbst innwendig besichtiget. Aus gelegenheit vnd Gebäuw dieses Gewölbs will mich beduncken / es sey ein Wasserleitung gewesen/dann es innwendig bis auff die halbe höhe / mit einem sauberen harten Guff vast wol verpflasteret ist / vnnd am oberen theil nicht also : so seind die Bemerkke eines Wasseruns noch etlicher maff daran zusehen. Dar zu gibts die Libratio oder Gewichtmaß der höhe nach/das zweifels one dadurch an das Statt höher theil / da man die Ergitz nicht hinbringen mögen / das hinein geleitet Wasser zu aufführung alles vnrahts vnnd anderer kommligheit gedienet haben wirt / als dann in anderen Stetten mehr beschehen.

Ein treffentliche Wasserleitung.

Abb. 1 Faksimile aus Christian Wurstisens «Bassler Chronick» 1580, Seite 33.

I.2 Die Geschichte der Erforschung

Die Anfänge der Erforschung dieses bedeutenden Bauwerkes gehen in die frühe Neuzeit zurück. Schon 1580 wurde der unterirdische «Gang» von Christian Wurstisen in seiner «Baßler Chronick» als römische Wasserleitung erkannt. Er schreibt (Abb. 1): «Ferner wird da ein sehr lang Gewölb gefunden, welches innwendig Mannshöhe hat, und sich von diesem Ort an jenseit der Ergitz, unter der Erden dem Berg nach für Lichtstal bis gen Betken hinauf zeucht, als die Bey-

wohner anzeigen, ist gewißlich auch ein Römisch Werck gewesen. Die Landleute nennen es das Heydenloch, darum daß es hin und wieder eingebrochen, an etlichen Orten auch verfallen. Doch ist es an viel Enden noch ganz, wie ich solches vor etlichen Jahren auf einen Schritt oder dreyßig selbst innwendig besichtiget. Aus Gelegenheit und Gebäuw dieses Gewölbs will mich beduncken, es sey eine Wasserleitung gewesen, dann es innwendig bis auf die halbe Höhe, mit



Abb. 2 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Treffpunkt zweier Baulose an der Biegung oder Knickung des «Tatzelwurms». Die Konstruktion von Seitenwand und aufgesetztem Gewölbe ist hier sehr klar erkennbar (vgl. Abb. 40).

einem saubern harten Guß vast wohl verpflastert ist, und am obern Theil nicht also: so seind die Gernercke eines Wasserruns noch etlicher massen daran zu sehen»¹.

Daniel Bruckner erwähnt «den Aquaeductum» in seinem lexikalischen Werk mehrfach². Allerdings lokalisierte er den Beginn der Leitung zwischen Gelterkinden und Böckten, eine Fehlbeurteilung, wie Karl Stehlin nachweisen konnte³. Er war es, der sich intensiv und detailliert zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit der Baukonstruktion und dem Verlauf der Wasserleitung auseinandersetzte. Besonders der Beginn der Leitung oberhalb von Liestal war für ihn von grossem Interesse. Er veranlasste deshalb vom Jahre 1915 an Sondierungen südöstlich der ehemaligen Cheddite-Sprengstofffabrik und erkannte dabei, dass der Leitungskanal an dieser Stelle in Richtung Ergolz abbog. Über diese Entdeckung berichtet er in seinem Tagebuch wie folgt: «In der Voraussetzung, dass der Kanal gemäss der Tradition von weiter oben der Ergolz entlang laufe, suchten wir seine Fortsetzung zuerst in der Verlängerung der bergseitigen Hausflucht in 14 m

Entfernung von der Hausecke bachaufwärts, fanden aber absolut nichts. Wir zogen darauf einen zweiten Suchgraben, näher beim Hause und stellten fest, dass die Leitung in 4 m Entfernung von der Hausecke in scharfem Winkel nach dem Ergolzufer hin abbog. Sie liess sich [1915/16] in dieser Richtung ... [22 m] weit verfolgen, war aber auf der ganzen Strecke nur noch bis etwa zur halben Höhe der Wandungen erhalten und reichte nicht über die Grenze des Gemeindebannes Liestal hinaus. Damit ist erwiesen, dass das Wasser aus dem Ergolzbache entnommen wurde...»⁴.

Neuere Forschungen nähren sogar die Vermutung, es könnte sich in der Umgebung der mutmasslichen Fassungsstelle ein teichartiges Ausgleichsbecken befunden haben⁵. Stehlin veranlasste aber noch weitere Sondierungen auf der ganzen Länge der Leitung. Diese Forschungen fanden ihren Niederschlag in einem 1934 abgefassten Manuskript, das allerdings erst im Jahre 1994 veröffentlicht wurde⁶. Rudolf Laur-Belart, dem sein Vorgänger Stehlin das Manuskript übergeben hatte, übernahm manche Angaben in seinen 1937 erstmals erschienenen Führer über Augst⁷.

1 Wurtsen Christian, *Babler Chronick*, Basel 1580, S. 33. Orthographie nach der Ausgabe von 1765.

2 Bruckner Daniel, *Versuch einer Beschreibung historischer und natürlicher Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel*, Basel 1748–63: X, 1120; XI, 1238; XV, 1715; XVII, 2018; 2055.

3 Stehlin Karl, *Ausgrabungen in Augst 1890–1934*, hrsg. v. Alex R. Furger, *Forschungen in Augst* 19, Augst 1994, S. 29–35.

4 Wie Anm. 3, 31. Leider lässt sich die von Stehlin aufgeschlossene allerberste Stelle der Leitung heute nicht mehr so genau lokalisieren, dass der Befund neu überprüft werden könnte.

5 Aufgrund der Befunde der 1992 im Felde beendeten Untersuchungen in der Wüstung «Bettenach» bei der Kirche Lausen hat Jürg Tauber die Hypothese geäussert, in den funktional noch wenig oder gar nicht definierten (spät)römischen Mauerbefunden könnte sich eine derartige Anlage verbergen (vgl. Schmaedecke Michael u. Tauber Jürg, *Ausgrabungen in Lausen-Bettenach*, *Archäologie und Museum* 25, Liestal 1992).

6 Wie Anm. 3.

7 Laur-Belart Rudolf, *Führer durch Augusta Raurica*, Basel 1937, 130ff.

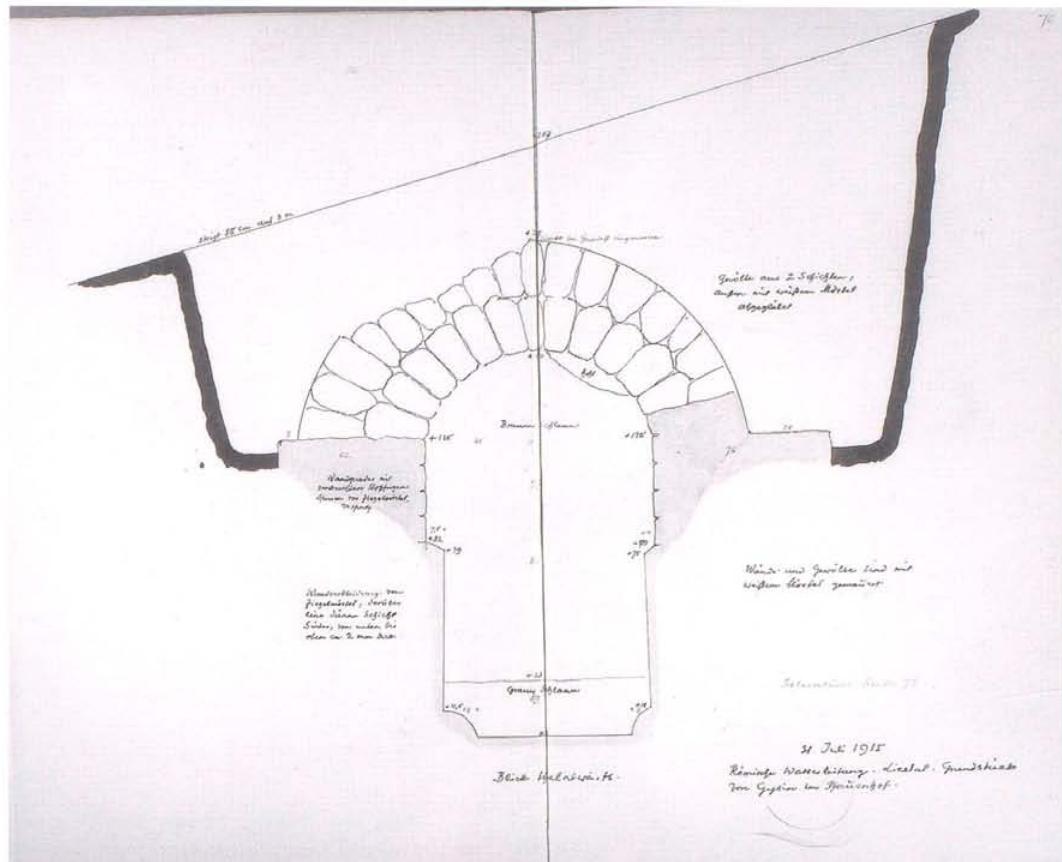


Abb. 3 Liestal Pfauenhof (12). Schnitt durch die vollständig erhaltene Leitung 1915.

Da die Leitung über weite Strecken durch das aktuelle Baugebiet der Gemeinden Liestal und Füllinsdorf verläuft, wurde sie in den vergangenen Jahrzehnten an vielen Stellen bei Tief- und Hochbauarbeiten, Gas-, Wasser-, Kanalisationsleitungen, Terrassenhäuser, angegraben und in den meisten Fällen zerstört, teilweise über Dutzende von Metern, in zwei

Fällen aus jüngster Vergangenheit (vgl. Abb. 5, 11 und 17) gar über rund 100 Meter. Von der Mehrzahl dieser Fundstellen existieren brauchbare oder gar gute Plan- und Fotodokumentationen, die es uns erlauben, ein recht detailliertes Bild von Aufbau und Verlauf dieses Meisterwerkes römischer Ingenieurkunst nachzuzeichnen.

1.3 Bauweise und Erhaltungszustand

Auch wenn auf der Gesamtlänge der Leitung mehrere Bauabteilungen in den Details vielleicht unterschiedlich gearbeitet haben mögen (s. u. Kapitel 3), zeigt sich doch die Grundkonstruktion und -konzeption als absolut einheitlich. Vom Leitungsanfang an der Gemeindegrenze Lausen-Liestal bis auf die Hochfläche Birch über dem Augster Stadtgebiet verlief die im Innern mannshohe Leitung unterirdisch. Je nach topografischer Situation war die Erdüberdeckung des Gewölbes unterschiedlich stark. Diese Bauweise trug wesentlich zum Schutze der Leitung und zur gleichmässigen Temperatur des Fließwassers bei.

Auf einem ca. 0.40 m starken Fundament – bei schlechtem Baugrund kann es etwas mehr gewesen sein – sitzen im Abstand von 0.90 m gut gemauerte Schalenmauern, die etwa 0.60 m dick sind und in der Regel eine Höhe von 1.35 m erreichen. Bis auf eine Höhe von ± 0.80 m sind sie im Innern mit sauber gefügten Verblendsteinen verkleidet. Auf diese Seiten-

wände ist ein Gewölbe aufgesetzt (Abb. 2 und 40), das mittels eines Lehrgerüsts gebaut wurde. An verschiedenen Stellen sind noch heute Abdrücke der Schalbretter im Mörtel sichtbar.

Das Innere des Kanals erhielt in seinem unteren Teil eine spezielle Verkleidung aus wasserdichtem Ziegelmörtel (s. u. Kapitel 3.3.2.).

Der Erhaltungszustand des Leitungskanals zeigte sich an den einzelnen Fundstellen sehr unterschiedlich. An mehreren Punkten war er noch vollständig mit der Gewölbekonstruktion erhalten, an anderen fand man lediglich Reste der Kanalsohle. Erstaunlich ist diese Beobachtung nicht, waren doch in den vergangenen Jahrhunderten römische Bruchsteine ein beliebtes und besonders kostengünstiges Baumaterial. Aber nicht nur durch menschliche Hand wurde die Leitung an vielen Stellen zerstört. Die Natur trug das ihre dazu bei. Die östliche Hangseite des Ergolztales war und ist an vielen Stellen recht instabil. Es muss



immer wieder zu massiven Hangrutschungen gekommen sein, welche die Wasserleitung in Mitleidenschaft gezogen haben. So stellen wir einerseits immer wieder Verstärkungen der hangseitigen Mauer fest (Nr. 8, 12, 16 oder 35), andererseits ist die Leitung an mehreren Stellen abgerutscht. Besonders eindrücklich war dies in der Unteren Burghalden im Bereich der fünf Fundstellen von Nr. 34 feststellbar.

Abb. 4 Liestal Heidenlochstrasse (04). Ein für die Ausstellung «2000 Jahre Basel» bestimmtes Stück der Leitung wird auf den Tieflader geladen.

1.4 Der Verlauf der Wasserleitung

Bis heute sind 60 Fundstellen überliefert⁸. Die erste Stelle befindet sich an der Gemeindegrenze Lausen/Liestal im Bereich der Heidenlochstrasse, die letzte durch Untersuchungen bekannt gewordene liegt auf der Höhe Birch im Gemeindebann von Füllinsdorf, oberhalb von Augst.

Der Leitungsverlauf beschreibt eine gewundene, oft auch zickzack-förmige Linie, die sich den Vorsprüngen und Einbuchtungen des rechten Hanges des Ergolztales anpasst, d. h. er entspricht weitgehend den Höhenkurven mit einem leichten Gefälle in nördlicher Richtung.

Dieses Gefälle ist auf der ganzen bekannten Länge von rund 6.5 km recht regelmässig. Der sicher bekannte südlichste Punkt liegt auf rund 325 m ü. M., der nördlichste auf 315 m ü. M. Damit ergibt sich auf die Gesamtdistanz von 6'500 m ein Höhenunterschied von nur 10 m und damit ein Gefälle von ziemlich genau 1.5‰.

Die ersten elf Fundstellen liegen alle direkt oberhalb der Heidenlochstrasse. Bei Fundstelle Nr. 4 ist die Leitung noch über 65 m vollständig erhalten und über einen Einstiegsschacht begehbar. Dieser ersetzt ein 1.50 m langes Stück der damals intakten

Leitung, das auf Veranlassung von Rudolf Laur-Belart aus Anlass der Ausstellung «2000 Jahre Basel» im Jahre 1957 en bloc herausgenommen wurde (Abb. 4); es ist heute in Augst bei der römischen Backstube zu besichtigen.

Bei den folgenden Fundstellen ist die Leitung von Baumassnahmen zerstört worden. Am Zirkelirain (Nr. 11) wurde ein kurzes Stück vom Verkehrs- und Verschönerungsverein Liestal schon im Jahre 1906 konserviert und zugänglich gemacht.

Die Fundstellen (Nr. 12–24) am Vogelsangweg und an der Erzenbergstrasse wurden wiederum durch Überbauungen weitgehend zerstört. Im Zuge einer Wegverbreiterung konnte in der Südböschung des Weideliweges ein ca. 4 m langes Stück des Wasserkanales sichtbar gemacht werden (Nr. 25). Von besonderem Interesse ist hier eine hangseitige Öffnung, die gewiss ein lokales Rinnsal als Nebenzufluss aufzunehmen hatte. Die Partie ist um 1970 zwar konserviert worden, doch gibt ihr derzeitiger Zustand zu Besorgnis Anlass, zumal im Frühjahr 1997 in unmittelbarer Nähe eine Überbauung realisiert wird.

Die Fundstellen Nr. 26–35 befinden sich im Bereich des Oberen und Unteren Burghaldenweges.

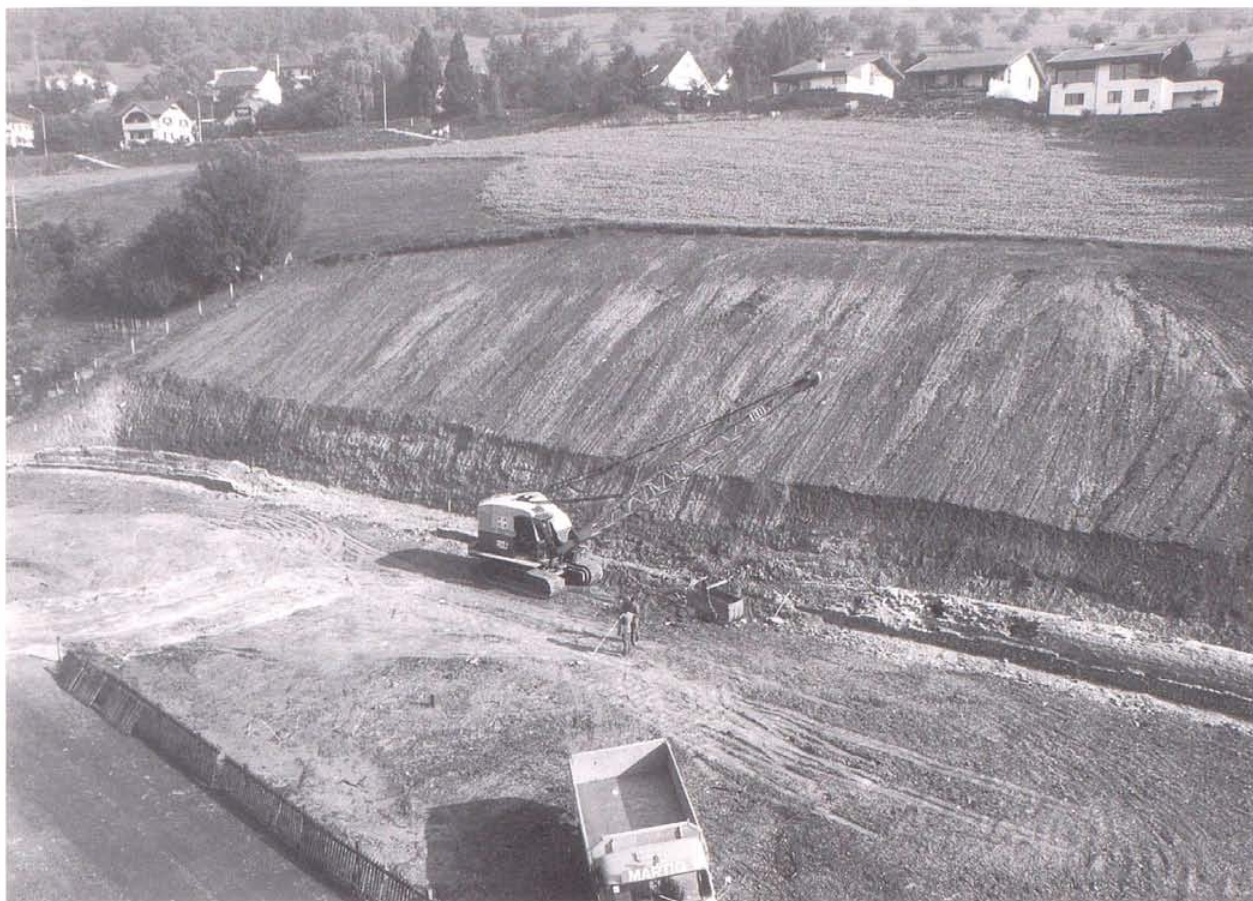


Abb. 5 Liestal Heidenlochstrasse (06). Übersicht über 85 m offene Leitung; vorne rechts erhaltenes Gewölbe.

Hier war die Leitung teilweise recht gut erhalten, wurde aber bei den diversen Überbauungen mit einer Ausnahme abgebrochen. Bei der 1993 untersuchten Fundstelle Nr. 27 konnte ein grösseres Stück erhalten und sichtbar gemacht werden⁹.

Es folgt ein längeres Stück offenen Geländes bis zu den ersten Häusern der Gemeinde Füllinsdorf, in dem der genaue Verlauf der Leitung nicht bekannt ist. Da dieser Abschnitt bis dato nicht in einer Bauzone liegt, gab es bisher auch keinen Anlass zu Eingriffen.

Die Fundstellen Nr. 36–51 liegen zwischen der Grundackerstrasse, der Hauptstrasse und dem Friedhofweg im Dorfkern von Füllinsdorf. Auch hier sind die jeweils festgestellten Leitungsteile zum grössten Teil abgebrochen worden.

Beim Moosmatthof (Nr. 52) diente die Wasserleitung, deren Sohle bequemerweise auf gleicher Höhe mit dem Boden der angrenzenden Scheune liegt, nach dem Wegbrechen einer Wange zunächst als Durlipskeller¹⁰; das Gewölbe ist heute noch auf eine Länge von 8 m begehbar, und es dient nun als Strohlager für die Pferdepension Dieffenbach.

Zwischen dem Moosmatthof, dem Kreuzen- hof und dem Eichelhof (Nr. 53–56) lässt sich der Verlauf der Leitung im Gelände nur erahnen, wurden auf dieser ganzen Strecke von weit über 1 km doch nie Sondierungen durchgeführt: auch diese Partie liegt in der Landwirtschafts- und nicht in der Bauzone.

Im Wölferhölzli (Nr. 57) schliesslich ist die Leitung durch Einbrüche im Waldboden an drei Stellen sichtbar, und an einer vierten, die sich allerdings immer wieder mit Laub und Schlamm anfüllt, ist sie begehbar. Der weitere Verlauf der Leitung im Bereich des Birch wurde an drei Stellen (Nr. 58–60) festgestellt. Bei Fundstelle Nr. 60 bricht die Leitung ab, und über ihren Verlauf im Augsterfeld ist nichts bekannt.

Karl Stehlin spricht nun zwar von einem Wasserreservoir im Birch; archäologisch konnte dieses *castellum divisorum*, von dem es im Römischen Reich einige Beispiele gibt, aber bisher nicht nachgewiesen werden. Von hier aus muss das Wasser über einen Aquädukt in die Stadt geführt worden sein. Von diesem Aquädukt wurden auf einer Strecke von über 200 m tatsächlich erstmals 1963–67 Fundamentsockel östlich entlang der Mansio im Kurzenbettli gefunden¹¹.

9 Die Erhaltung wurde möglich dank des Entgegenkommens der Architekten Siegentahler & Siegenthaler, Liestal, sowie mit den vereinten Anstrengungen des Kantons Basel-Landschaft (Lotteriefonds), der Stadt Liestal und des Verkehrs- und Verschönerungsvereins Liestal. Das «neue» Denkmal soll Mitte 1997 der Öffentlichkeit übergeben werden, und dieses vorauszusehende Ereignis war es denn auch, das 1994 den Anstoss zur Realisierung des vorliegenden Heftes gegeben hat.

10 «Durlips» ist die lokale Bezeichnung für die Zuckerrübe.

11 Wie Anm. 7: S., erw. Aufl. bearb. v. Ludwig Berger, Basel 1988, S. 161f. mit Abb. 167; Planbeilage dort: Koord. 621.740–621.840/264.230–264.460.

1.5 Die Wasserverteilung im Stadtgebiet von Augst

Der Aquädukt führte zu einem Wasserturm an der Kreuzung mit der Kellermattstrasse, von welchem sich das 2.40 x 2.40 m messende Fundament erhalten hat. Dieser Wasserturm trug wohl auch, wie es sich für ein *castellum secundarium* gehört, ein Verteilerbecken, das für den Druckausgleich zu sorgen hatte. Von hier aus wurde das Wasser in unterirdischen Leitungen in die verschiedenen Stadtquartiere geführt.

Die häufigste Erscheinungsform dieser Druckleitungen waren Holzröhren, sogenannte Teuchel oder Dünkel, wie sie noch bis in die jüngste Zeit in ländlichen Verhältnissen Verwendung fanden. Ihre Spuren gehören zum archäologischen Alltag in Augusta Raurica; wenn auch die Hölzer vergangen sind, so haben sich doch die «Sinterrohre» erhalten, die das schon damals kalkreiche Wasser unserer Gegend in den Hohlräumen abgelagert hatte. Diese Kalksinterspuren begleiten die Strassenränder bzw. die Portiken der Stadtquartiere, oft in parallelen Bahnen. Der ursprüngliche Durchmesser hatte ca. 12 cm im Licht betragen.

Ebenfalls erhalten haben sich immer wieder Eisenmuffen, mit denen die Holzröhren zusammengefügt gewesen waren. Verlegt waren die Leitungen meist im Schotter der Quartierstrassen, wo sie öffentliche Laufbrunnen mit Wasser versorgten.

Die Zuleitungen von diesen hölzernen Hauptleitungen zu den Privathäusern bestanden oft aus verlöteten Bleirohren. Der Innendurchmesser dieser Röhren schwankte zwischen 4.5 und 3 cm.

Dieses gut durchdachte Wasserversorgungssystem zeigt einerseits den hohen Stand der Wasserbautechnik, erlaubte es aber auch andererseits, eine genaue Kontrolle über den Wasserverbrauch und den Zustand der Leitungen zu führen, wie uns dies vom antiken Autor Frontinus für die Stadt Rom ausführlich überliefert wird.

Über den Wasserbedarf der Bevölkerung können wir nur mutmassen. Feststeht, dass die Leitung von Liestal her im Durchschnitt gegen 300 Liter pro Sekunde oder gar mehr hat liefern können (vgl. u. Kapitel 3.3.3.). Bei einer Schätzung des mutmasslichen Höchststandes der Augster Bevölkerungszahl von 20'000 Personen standen jedem Bewohner somit täglich rund 1'200 Liter Wasser zur Verfügung – eine enorme Zahl und Menge. Dabei müssen wir allerdings in Rechnung stellen, dass nicht nur der private Bedarf gedeckt werden musste, sondern dass Handwerksbetriebe, öffentliche Thermen, Schwemmung der Kloaken und vieles mehr grosse Wassermengen benötigten.

Abb. 6 Windisch, Kanton Aargau. Die noch heute wasserführende römische Leitung vom Birrfeld nach Vindonissa aus der Sicht des Kanalfernsehens.



1.6 Wasserleitungen im Römischen Reich

Wie im allgemeinen Überblick kurz angetönt, wurden die unterschiedlichsten Wasserquellen «angezapft», um eine Siedlung mit dem kostbaren Nass zu versorgen. Dementsprechend unterscheiden sich die Wasserleitungen auch in Grösse, Führung und Konstruktionsweise. Um dies zu illustrieren, sollen einige Beispiele aus dem Imperium Romanum kurz vorgestellt werden.

1.6.1 Windisch (Kt. Aargau)

Vom Birrfeld aus führten zwei Leitungen über mehr als 2 km zum nahen Legionslager, um dieses mit Frischwasser zu versorgen. Die eine ist noch heute vollständig intakt (Abb. 6) und speist einen Brunnen vor der Klinik Königsfelden. Der gute Zustand der unterirdischen Leitung (Kanalinnenmass 0.35 x 0.80 m) ist auf deren Wiederauffindung in der Klosterzeit zurückzuführen. Gespiesen wird die Leitung durch Hang- und Sickerwasser, das auf den ersten 500 m durch das Trockenmauerwerk seitlich in den Kanal eindringen kann. Erst in der Fortsetzung ist der Kanal mit einem wasserfesten Verputz versehen. Zu Kontroll- und Reinigungszwecken waren in unregelmässigen Abständen Kontrollschächte angelegt, die bis knapp unter die Erdoberfläche hochgezogen waren¹².

1.6.2 Köln

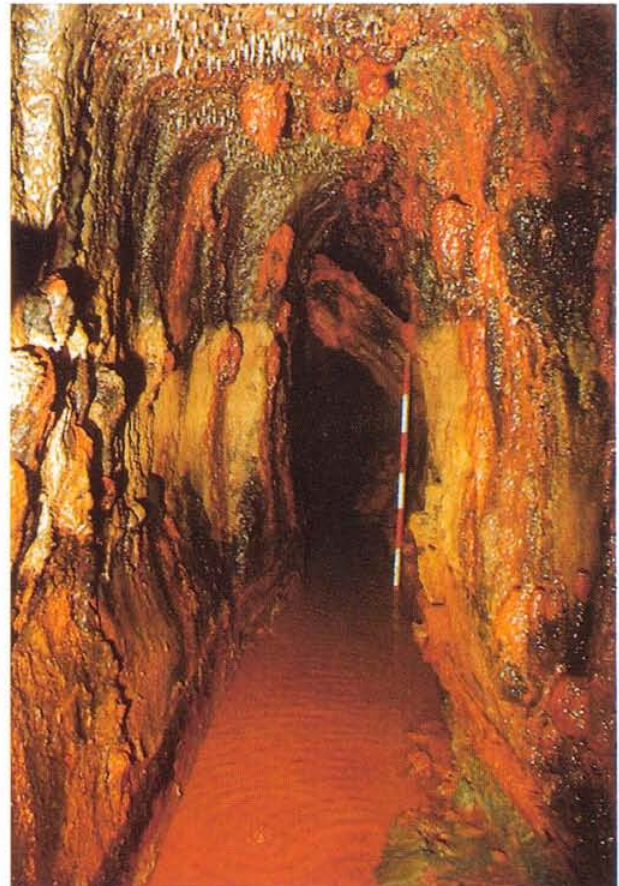
Die Wasserversorgung der grossen Koloniestadt Colonia Claudia Ara Agrippinensium ist mit derjenigen von Augst vergleichbar. Allerdings stehen wir hier vor ganz anderen Dimensionen. Allein die berühmte Eifelleitung misst von ihrem Beginn beim Grünen Pütz im Eifelgebirge bis nach Köln 95.4 km. Verschiedene Zuleitungen erhöhten das Wasservolumen. Dabei wurden in erster Linie Quellen gefasst. Die Bauweise der Leitung entsprechen im wesentlichen denjenigen von Augst, doch mussten auf dieser langen Strecke zur Überwindung von Hindernissen kleine Brücken und grössere Aquaedukte, Tunneln und Ausgleichbecken gebaut werden¹³.

1.6.3 Rom

Über eine der eindrucklichsten und bestorganisierten Wasserversorgungen verfügte die Hauptstadt des Reiches. Wenig erstaunlich, mussten doch zu Ende des 2. Jahrhunderts n. Chr. gegen 1 Mio. Menschen

und viele öffentliche Anlagen wie Thermen, Brunnen, Nymphaeen oder Heiligtümer mit Wasser versorgt werden. Zu dieser Zeit zählte man um Rom 11 Wasserleitungen mit Längen zwischen 18 und 91 km. Meist versuchte man, in den umliegenden Bergen qualitativ hochstehendes Quellwasser zu fassen. Dies gelang nicht immer. So wurde z. B. das Wasser der Leitung Alsetina, das aus dem Martignano-See stammte und über 32 km unterirdisch in die Stadt geführt wurde, als weitgehend ungeniessbar bezeichnet. Auch das Wasser aus dem Arno, das in zwei Leitungen (Anio Vetus und Anio Novus) 64 bzw. 86 km zurücklegte, bis es Rom erreichte, muss von einer eher schlechten Qualität gewesen sein. Der innere Querschnitt der verschiedenen Leitungen variierte zwischen 0.60 x 1.50 und 1.50 x 2.60 m. Die meisten wurden unterirdisch geführt und lediglich zur Überquerung von Talsohlen und Ebenen auf Aquaedukte gelegt. Bei einer Gesamtlänge aller Leitungen von 504 km sind es aber immerhin 49.5 km – nahezu 10% –, die auf diese monumentalen Bauwerke fallen¹⁴.

Abb. 7 Aus dem Fels gehauener römischer Wasserleitungskanal bei Bologna.



¹² Maier-Osterwalder 1991; 1994.

¹³ Haberey 1972.

¹⁴ Wasserversorgung 2, 208ff.

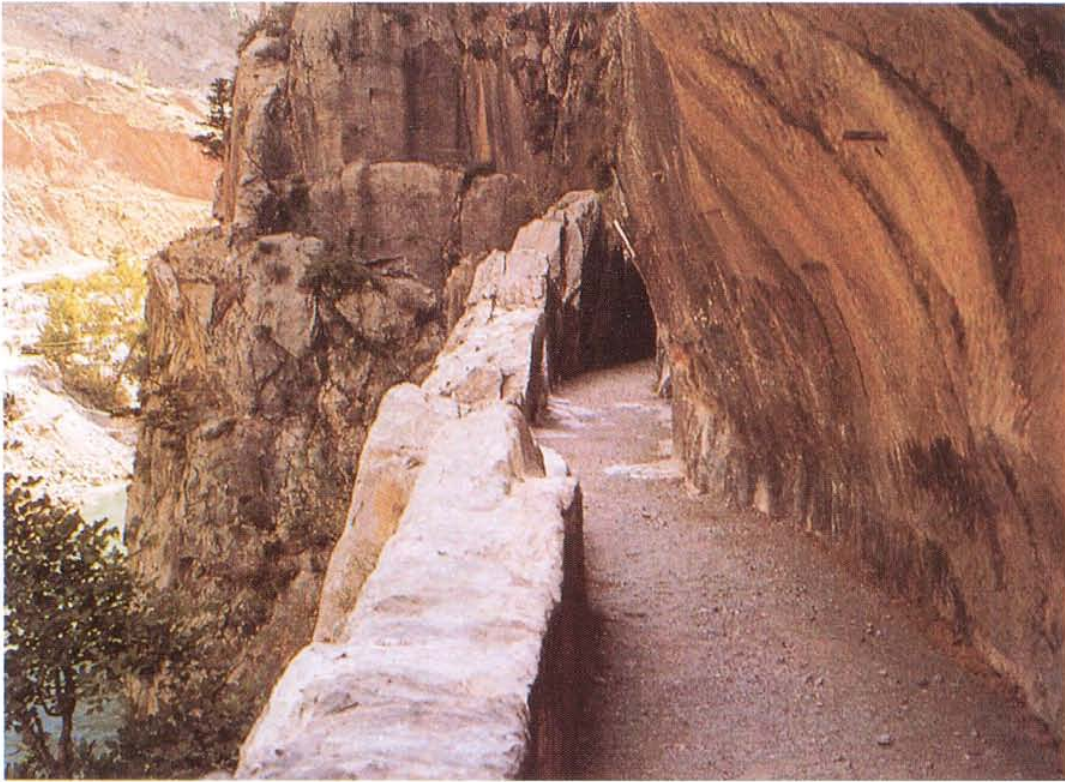


Abb. 8 In den Fels geschlagene Wasserleitungsgalerie bei Side (Türkei) in der Manavgat-Schlucht, etwa 15 m über dem Wasserspiegel.

1.6.4 Bologna

Eine Leitung ganz besonderer Art versorgte die antike Stadt Bononia. Das am oberen Lauf des Flusses Reno gefasste Wasser wurde auf der ganzen Strecke von 20 km in einem künstlich angelegten Tunnel geführt (Abb. 7). Die lichten Masse betrug $0,65 \times 1,95$ m. Im guten Terrain wurde das Kanalprofil

direkt aus dem Fels geschlagen, bei schlechtem Grund legte man das Tunnelprofil grösser an, baute ein Lehrgerüst ein und hinterfüllte dieses mit einem Gemisch aus Flusskieseln und Mörtel. Die ganze Anlage ist heute noch weitgehend erhalten und ein eindruckliches Zeugnis antiker Tiefbaukunst¹⁵.

Abb. 9 Ablaufende Rampe und folgender Unterbau an einem der hydraulischen Türme von Aspendos (Türkei).



1.6.5 Side (Türkei)

Als Beispiel für die Anlage von Felsgalerien für die Wasserführung sei die Leitung dieser antiken Hafenstadt am Golf von Antalya genannt (Abb. 8). Fünfzehn Meter über dem Wasserspiegel des Manavgat-Flusses wurde die enge Schlucht mittels einer in den Fels gehauenen Galerie überwunden¹⁶.

1.6.6 Aspendos (Türkei)

Die zwischen Antalya und Side an der türkischen Südküste gelegene Stadt besass eine ca. 20 km lange Leitung, von welcher noch heute durchaus gängige Bauelemente wie Freiwasserkanal, Brücken und kleinere Tunnels bekannt sind. Von besonderem Interesse ist der stadtnahe Teil der Leitung. Der Freiwasserkanal endete in einem grossen Becken auf ei-

nem Hügel, 924 m von der Akropolis von Aspendos entfernt. Diese letzte Strecke wurde als Druckrohrleitung ausgeführt. Dabei fanden ganz massive Steinrohre Verwendung. Flankiert war dieser Leitungsabschnitt von zwei 30 m hohen Türmen (Abb. 9), auf denen sich Wasserbecken zum Druckausgleich befanden. So konnte der Höhenunterschied zwischen Hügelkette und Ebene einerseits und Ebene und Akropolis (Stadthügel) andererseits problemlos überwunden werden¹⁷.

Die Reihe der Beispiele liesse sich beliebig weiterführen: Der Pont du Gard bei Nîmes, der Aquädukt von Segovia, die Wasserleitung nach Karthago – alle zeigen auf eindruckliche Weise, wie einfallsreich römische Wasserbau-Ingenieure ans Werk gingen, wenn es darauf ankam, eine römische Stadt mit dem lebenswichtigen Element Wasser zu versorgen.

¹⁶ Wasserversorgung 2, 218ff.
¹⁷ Wasserversorgung 2, 172ff.

2. Katalog der Fundstellen

2.1 Kommentar zum Schema des Fundstellenkataloges

Der Katalog nennt sämtliche nachgewiesenen, überlieferten und dokumentierten Fundstellen der Römischen Wasserleitung in topografischer Folge von Süden nach Norden, also von der Grenze Liestals beim Gemeindebann Lausen bis an die Grenze Füllinsdorfs nahe dem Gemeindebann Augst. Die Laufnummern sind identisch mit den Nummern auf dem Übersichtsplan am Heft-Ende. Sie sind auch identisch mit den Fundstellen-Nummern im zugehörigen Faltblatt «Museum zu Fuss».

Die einzelnen Eintragungen – sofern Angaben überhaupt bekannt sind – sind nach folgendem Schema in stets gleicher Reihenfolge aufzulösen:

- Laufnummer (siehe Plan 1:5'000 im Anhang)
- Lokal- oder Flurname oder Strasse, allenfalls Hausnummer
- Parz. = Parzellen-Nummer
- ev. ehemalige Bauherrschaft, ev. derzeitige Bewohner/innen
- Koordinaten (600er-Zahlen für die westöstliche Länge, und 200er-Zahlen für die südnördliche Breite) gemäss Landeskarte der Schweiz, Blatt 1068 Sissach 1:25'000
- m ü. M. = Höhe(n) über Meer; ältere Angaben von Karl Stehlin sind auf die Neubestimmung der Pierre du Niton – 363.600 m ü. M. – von 1900, die in den Neuen Landeskarten zwar erst ab 1938 berücksichtigt wurde, umgerechnet.
- Datum oder Daten der Entdeckung und/oder Untersuchung(en)
- Masse (LB = lichte Breite, LH = lichte Höhe, H = Höhe) in Metern (m)
- Kommentare und Beobachtungen, Anlass zur Aufdeckung, Besonderheiten usw.
- Dokumentation:
 - «KS» = Manuskripte von Karl Stehlin (1859–1934) mit Seitenzahl des Konvolutes PA 88 H 7.3 im Staatsarchiv Basel;
 - «AN» = Akten-Nummer im Archiv der Kantonsarchäologie Basel-Landschaft, wobei «40.» die Gemeinde Liestal, «24.» die Gemeinde Füllinsdorf betrifft.
- Literatur: Die Angabe «KS 1994: 19. xx» bezieht sich auf die Fundstellen-Numerierung in Abb. 19, S. 30 der Edition Karl Stehlin, Ausgrabungen in Augst 1890–1934, Forschungen in Augst 19, Augst 1994; «eigentliche» Literatur ist nicht zu verzeichnen; lediglich hie und da eine Nennung im JbSGU(F) (Band-Nr., Jahr, Seitenzahl).

2.2 Gemeinde Liestal

01 Heidenlochstrasse

April 1898/November 1915.

Chedditefabrik/Bauernhaus; Beobachtung des Eigentümers und Sondierung K. Stehlin. Sohle mit Ziegelmörtel bis auf 0.69 m erhalten. Ebenso die bergseitige Wand.

*LB 0.84 m, Hangwand 1.06 m.
KS 1994: 19.1.*

02 Heidenlochstrasse

*Östlich von Parz. 159.
11. August 1915.*

Sondierung an drei Stellen. Sohle teilweise erhalten; hangseitige Mauer noch bis 1.17 m erhalten; talseitige Kanalwangen fehlen.

KS 1994: 19.2.

03 Heidenlochstrasse

*Koord. 623.600/258.660.
324.88 m ü. M.
September 1985.*

Beim Aushub für eine Hochdruckgasleitung in der Strasse wurde die römische Leitung über eine Strecke von 110 m (!) durch den Leitungsbau der Industriellen Werke Basel ohne Meldung und unbeobachtet zerstört (Abb. 11). Dabei dürfte sogar das Gewölbe an



Abb. 10 Liestal Heidenlochstrasse (04). Inschriften des 17. und 18. Jahrhunderts auf dem Innenverputz.

einigen Stellen noch erhalten gewesen sein. Fast durchgehend beide Seitenwände, aber nur wenige Reste der Sohle waren beim Eintreffen der Kantonsarchäologie noch vorhanden. Aufnahmen an sechs Stellen und ein Sondierschnitt.

*LB 0.86 m;
Hangwand noch 1.30 m hoch erhalten;
Länge 110 m.
AN 40.129.*

04 Heidenlochstrasse

*Parz. 1811.
Koord. 623.525/258.775; 623.525/258.825.
September 1927, Juli 1957 und 1970.*

Nach Th. Strübin soll die Leitung hier als Unterschluß für die Rebbauern bei Regen und Hitze, vielleicht aber auch für lichtscheue Gestalten gedient haben. Weitere Sondierung bei 623.520/258.825. Gleicher Befund, aber Verputz abgefallen. An einigen Stellen auf dem Verputz «Inschriften» aus dem 17. und 18. Jh. (Abb. 10).

Herausnahme (Abb. 4) eines 1.50 m langen Stückes 1957 (auf Veranlassung von Rudolf Laur-Belart) für die Ausstellung «2000 Jahre Basel»; es steht heute in Augst bei der «Römischen Backstube». Anstelle des Fehlstückes wurde ein Schacht eingebaut.

Diskussionen zwischen Kantonsarchäologie und Verkehrsverein Liestal um die Begehbarmachung dieses Abschnittes von ca. 70 m führten dann doch nicht zum Erfolg.

Abb. 11 Liestal Heidenlochstrasse (03). Angeschnittene Leitungsmauern im Werkgraben der Industriellen Werke Basel.

LB 0.94 m; LH Verputz 0.74 m/0.79 m,
Mauerwerk 1.78 m;
gesamtes Bauwerk Breite 2.33 m, Höhe 2.38 m;
Länge 65 m begehbar (Abb. 12).
AN 40.11 und 40.58.
KS 1994: 19.6.
JbSGU 18, 1927, 95; 58, 1974/75, 189.
Schweiz z. Römerzeit (Katalog 1957) 165.

05 Heidenlochstrasse

Parz. 3244.
Koord. 623.478/258.950.
322.56 m ü. M.
10. Juni 1971.

Nur noch Sohle und bergseits 1m hohes Mauerwerk,
ca. 3 m Länge.
AN 40.60.

06 Heidenlochstrasse

Parz. 1937.
Koord. 623.360/259.120.
322.20 m ü. M.
September 1973.

Überbauung mit zwei Wohnblocks. Im SE über eine
Länge von 20 m vollständig erhalten. Gegen NW durch
Bergdruck eingedrückt und auf halbe Höhe abgetra-
gen. Länge 85 m (Abb. 5).
AN 40.64.

07 Heidenlochstrasse

Parz. 2177.
Koord. 623.390/259.090.
Juni 1935.

Neubau Garnier-Brodbeck. Die Leitung liegt tiefer
als UK Kellerboden. Gewölbe eingestürzt (Abb. 13).
In unmittelbarer Nähe fand sich im Kanalisations-
graben (Heidenlochstrasse) eine Hülsenspiralfibel (AN
40.5.4. November 1935).

LB 0.88m LH Verputz 0.78 m,
Mauerwerk 1.65 m; Länge 1.05 m.
AN 40.5.
BZ 9, 1910, 360.

08 Sonnhalde

Parz. 1930.
Koord. 623.280/259.210.
320.50 (SE), 319.99 (NW) m ü. M.
1971/72.

Grossüberbauung mit Terrassenhäusern. Keine Detail-
beschreibung; auf den Fotos sind z.T. interessante
Details erkennbar wie Zumauerungen, Balkenlöcher
etc. (Abb. 14–20). Hangseitige Wand eingedrückt.

LB 1.12 m, LH Verputz 0.82 m,
Gewölbe 1.66 m; Länge ca. 120 m.
AN 40.63.
JbSGUF 58, 1974/75, 189.

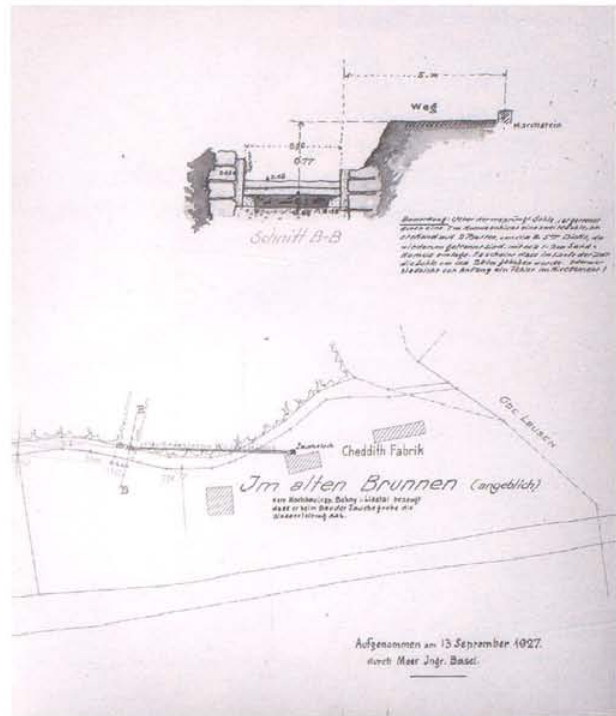


Abb. 12 Liestal Heidenlochstrasse (04). Situationsplan 1927 mit Schnittzeichnung.

Abb. 13 Liestal Heidenlochstrasse (07). Blick in die Leitung mit eingestürzt Gewölbe.



09 Heidenlochstrasse

Parz. 2615.
 Koord. 623.210/259.260.
 319.92 m ü. M.
 Mai 1955/Juli 1958.

Nur noch Kanalsohle erhalten. Beim Hausbau 1955 waren Reste des Gewölbes noch sichtbar. Offensichtlich ist die Kanalsohle hangabwärts gerutscht.

LB 1.00 m.
 AN 40.17.
 JbSGU 47, 1958/59, 190.

10 Heidenlochstrasse

Parz. 3883.
 Koord. 623.040/259.320.
 321.11 m ü. M.
 März 1994.

Im steilsten Bereich der Parzelle ist die Leitung vollständig weggerutscht; im übrigen Teil sind nur noch die Kanalsohle und die bergseitige Seitenwand erhalten.

LB 1.04 m, LH Verputz bergseits 0.80 m.
 AN 40.160.

11 Zirkelirain

Parz. 1667.
 Koord. 623.000/259.390.
 320.96 m ü. M.
 30. April 1898.

Ausgrabung (Abb. 21) durch K. Stehlin und Th. Burckhardt. 1906 vom Verkehrs- und Verschönerungsverein



Liestal konserviert, mit einem Tor versehen und zugänglich gemacht.

LB 0.92 m, LH Verputz 0.81 m,
 Gewölbe 1.68 m.
 KS S. 71; KS 1994: 19.7.
 JbSGU 1, 1908, 101.

12 Pfauenhof

Parz. 699.
 Koord. 622.975/259.450.
 321.92 m ü. M.
 31. Juli 1915.

Sondierung. Leitung vollständig erhalten; auf dem Ziegelmörtel dünne Sinterschicht; hangseitige Mauer verstärkt.

LB 0.89 m, LH Verputz 0.82 m;
 Gesamtbauwerk B 2.38 m.
 KS S. 73-76; KS 1994: 19.6 (Abb. 3).

13 Arisdörferstrasse 143

Parz. 1630 (früher 433a).
 Koord. 622.910/259.560.
 25. Juli 1915.

Neubau Itin. Nach mündlicher Mitteilung von Karl Itin sen. befindet sich die Leitung ca. 7.30 m hinter seinem Haus. Sie sei zerfallen.

KS S. 66; KS 1994: 19.8.

14 Vogelsangweg

Parz. 1628.
 Koord. 622.840/259.590.
 321.89 m ü. M.
 21. März 1983.

Aushub für ein Einfamilienhaus. Hangseitige Wand noch etwa 1 m hoch erhalten, ebenso die hangseitige Hälfte der Sohle.

Länge 12 m.
 AN 40.120.
 JbSGUF 67, 1984, 217.

15 Vogelsangweg

Parz. 2507.
 Koord. 622 840 / 259 590.
 320.55 m ü. M.
 1949.

Neubau Schaffner. Nur noch Ziegelmörtelsohle sowie Baurümmen.

AN 40.20.4.

Abb. 14 Liestal Sonnhalde (08). Freigelegter Fliesskanal, im Hintergrund mit erhaltenem Gewölbe.

16 Vogelsangweg

Parz. 2169 (320.53 müM),
2171 (320.71 m ü. M), 2174.
Koord. 622.750/259.650.
1945.

Überbauung mit drei Einfamilienhäusern.

Parz. 2169: LB 0.90 m, LH: Verputz 0.76 m, Mauerwerk 1.50 m; auf Fels gesetzt, Hangwange hinterfütert; Länge 12 m.

Parz. 2171: LB 0.98 m, LH: Verputz 0.81 m, Mauerwerk (inkl. Gewölbe) 1.95 m; Aussenmasse Höhe 3.00 m/Breite 2.16 m; auf Fels gesetzt; Länge 10 m.

Parz. 2174: LB 0.85 m, LH 0.48 m (nur noch Verputzrest); Leitung um 1.10 m hangabwärts gerutscht; Länge 2.60 m.

AN 40.15 (ausführlicher Bericht Hansjörg Schmassmann 26.1.1946, mit 15 Beilagen).

17 «in der Schmelze»

Parz. 2306 (früher 108a).
Koord. 622.570/259.740.
320.25 m ü. M.
9. März 1919.

Sondierung. Kleines Stück der hangseitigen Wand sowie der Kanalsohle erhalten.

KS S. 64f. KS 1994: 19.9.

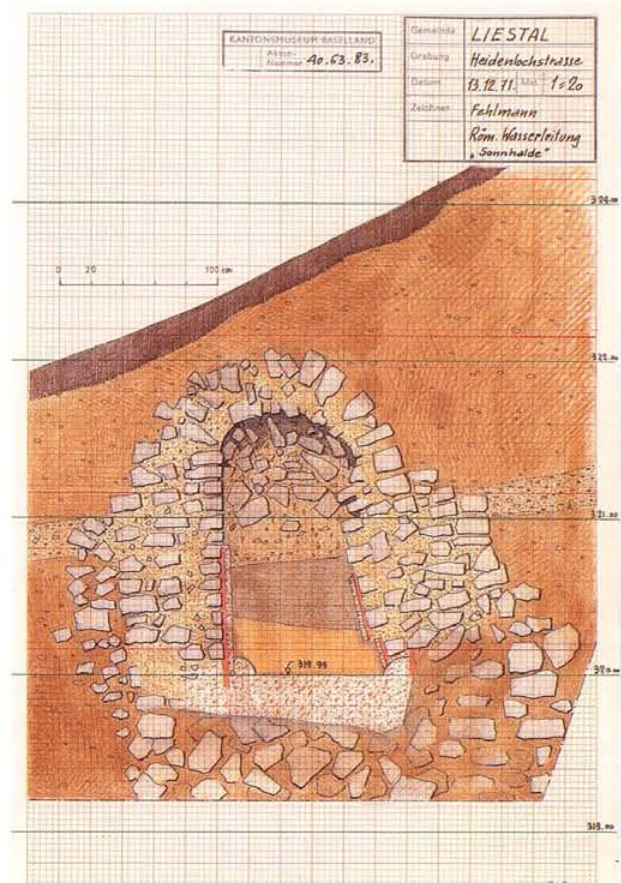


Abb. 15+16 Liestal Sonnhalde (08). Schnitt durch die Leitung in Zeichnung und Foto. Die Hangmauer ist gegen Bergdruck verstärkt.





Abb. 17 Liestal Sonnhalde (08). Über 120 m Römische Wasserleitung sind oberflächlich freigelegt.

Abb. 18 Liestal Sonnhalde (08). Zugemauertes Einstiegloch.





Abb. 19 Liestal Sonnhalde (08). Einstieg (links vom Masstab) und Balkenlöcher der Gewölbekonstruktion.

Abb. 20 Liestal Sonnhalde (08). Bergseitige Wand des Kanals von innen.





Römische Wasserleitung von Augst.
 Im Abhang zwischen „Brunnmatt“ und
 „Heidloch“ oberhalb Liestal. 30 Apr. 1898.

Abb. 21 Liestal Zirkelirain (11). Heute noch sichtbarer Teil bei der Freilegung. Foto aus dem Jahre 1898.

18 Fraumattstrasse

Parz. 4118 (früher 117a).
 Koord. 622.515/259.765.

Nach Mitteilung von Hrn. Heinzelmann (1915) liegt die Leitung hinter seinem Schopf in ca. 0.60 m Tiefe. Erhalten sind nur noch kleine Reste der hangseitigen Wand und wenig von der Sohle.

KS S. 62f. KS 1994: 19.10.

19 Erzenberg/Untere Brunnmatt

Parz. 2835.
 Koord. 622.400/259.840.
 319.96 m ü. M.
 Mai 1960.

Mörtelsohle mit Viertelrundstab noch erkennbar. Ebenso Bruckstücke des Gewölbes, nur ca. 0.60 m über der Sohle!

AN 40.29.
 BHB 10, 1966, 249 f.
 JbSGUF 53, 1966/67, 143.

20 Fraumattstrasse

Parz. 1239 (früher 137).
 Koord. 622.353/259.860.
 319.99 m ü. M.
 22. August 1916.

Sondierung. Hangseitige Wand noch 0.75 m hoch erhalten; Sohle vollständig inkl. talseitigem Viertelrundstab.

LB Verputz 0.95 m.
 KS S. 60f.; nicht in KS 1994.

21 Fraumattstrasse

Parz. 1106 (früher 153).
 319.73 m ü. M.
 8. Januar 1919.

Sondierung. Hangseitige Wand teilweise, Mörtelsohle vollständig erhalten.

LB Verputz 0.91 m.
 KS S. 58f.; nicht in KS 1994.

22 Weideli / Erzenbergstrasse

Parz. 3904 (früher 1095).
 Koord. 622.050/260.110.
 319.59 m ü. M.
 April 1981.

Aushub für EFH. Nur Fotos und Plan 1:1000. Gewölbedeckel fehlt, Seitenwände bis ca. 1 m über Sohle erhalten

AN 40.106.
 JbSGUF 65, 1982, 199.

23 Oberer Burghaldenweg/Weisse Fluh

Parz. 4209.
 Koord. 622.040/260.185.
 319.61 (S), 319.54 (N) m ü. M.
 Sommer 1996 und Januar 1997.

Sondierung und Grabung. Vorerst 3 Schnitte, dann auf einer Länge von 85 m freigelegt (Abb. 22). Stellenweise vollständig erhalten. Das Gewölbe ist auch aussen verputzt. Die Kanalwände sind unterschiedlich ausgeführt, was auf einzelne Bauetappen hinweist. An einer Stelle in späterer Zeit (Neuzeit?) Trockenmauer quer eingezogen.

LB 0.90 m, LH Verputz 0.90 m,
 Mauerwerk 1.98 m.
 AN 40.163 und 40.181.

24 «Weg zum Weideli»

Parz. 188.
 Koord. 622.012/260.218.
 318.94 m ü. M.
 November 1918.

Sondierung. Bis auf die Einwölbung vollständig erhalten.

LB 0.94 m, LH Verputz 0.85 m,
 Mauerwerk 1.55 m.
 KS S. 57. KS 1994: 19.11.

- 25 Weideliweg**
 Parz. 1094.
 Koord. 622.007/260.213.
 319.54 m ü. M.
 April/Juni 1969.
 Wegverbreiterung für Zufahrtsstrasse zur Deponie Lindenstockgraben. Offensichtlich ist eine Einflus-
 öffnung für einen Nebenzufluss bergseits angebracht
 (Abb. 23 und 24).
 LB 0.84 m; Höhe des erhaltenen Mauerwerks
 max. 1.80 m; Länge 4.00 m.
 AN 40.42.
 BZ 91 v. 19.04. 1969.
 JbSGUF 58, 1974/75, 189.
- 26 Weg zum Weideli**
 Parz. 301.
 318.89 m ü. M.
 November 1918.
 Sondierung. Leitung vollständig erhalten; auf dem
 Ziegelmörtel bis zu 4 cm starke Sinterschicht. Durch
 Hangdruck ist das Gewölbe leicht zum «Spitzbogen»
 gedrückt.
 LB 0.85 m, LH Verputz 0.81 m,
 Mauerwerk 1.90 m.
 KS S. 56. KS 1994: 19.12.
- 27 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 2901/4209.
 Koord. 621.995/260.225.
 319.41 (SW), 319.50 (E) m ü. M.
 Mai/Juni 1993.
 Grössere Maisonette-Überbauung. Hier konnte das
 allzuoft vernachlässigte Denkmal endlich einmal in
 aller Gründlichkeit untersucht und dokumentiert
 werden. An mehreren Stellen Gerüstlöcher; eingema-
 ertes Leistenziegelfragment; verschiedene Mauertechni-
 ken erkennbar. Mit vereinten Kräften (Kanton, Stadt
 Liestal sowie Verkehrs- und Verschönerungsverein
 Liestal) gelang die Erhaltung des Teilstückes.
 (Abb. 2; 25–27).
 LB 0.96 m, LH Verputz 0.80 m;
 Gewölbe 1.90 m; Gewölbe auf 10.40 m Länge
 erhalten. Gesamtlänge: 26.70 m.
 AN 40.153.
- 28 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 2901.
 Koord. 621.965/260.250.
 319.27 m ü. M.
 20. Januar 1981.
 Kanalisationsgraben; Länge: 12.50 m. Keine Schnitt-
 angaben; Mauern bis auf Gewölbe gut erhalten. Schar-
 fer Knick Richtung Tal.
 AN 40.109.
 JbSGUF 65, 1982, 199.
- 29 «am Klöpfgatterweg»**
 Parz. 442.
 Koord. 621.975/260.235.
 22. August 1916.
 Sondierung; Hangseitige Wand teilweise, Sohle voll-
 ständig erhalten.
 LB 0.95 m, LH Verputz 0.85 m,
 Mauerwerk 1.07 m.
 KS S. 52f. KS 1994: 19.13.
- 30 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 1088.
 Koord. 621.935/260.250.
 Juni 1987.
 Aushub für EFH. Intakt und in situ noch der untere
 Teil des Leitungsquerschnittes. Bergseitige Kanalmauer
 vollständig aus verbogenen und verdrehten ganzen
 Leistenziegeln (Fehlbränden) aufgemauert. Zwischen-
 räume mit Mörtel ausgegossen. Auskleidung mit üb-
 lichem Ziegelschrotmörtel (Abb. 28 und 29).
 LB 0.85 m (inkl. Sinterschicht); Kanalmauer
 hangseits 0.90 m, talseits 0.75 m; erhaltener
 Verputz H 0.62 m.
 AN 40.133.
 JbSGUF 71, 1988, 267 f.
- 31 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 1088.
 Koord. 621.960/261.240.
 319.14 m ü. M.
 September 1995.
 Kanalinneres und hangseitige Mauer erhalten; Kanal-
 sohle zerrissen und abgerutscht.
 Länge: 24 m; LB 1.04 m; Erhalt. H 1.20 m.
 AN 40.172.
- 32 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 1085.
 Koord. 621.930/260.250.
 SE 319.32, NW 319.27 m ü. M.
 Juli 1985.
 Aushub für 4 EFH.
 Gewölbe fehlt; LB 0.94 m, LH Verputz 0.82 m;
 Stärke Hangwand 0.84 m, Talwand 0.88 m;
 erhaltene H Hangwand 1.38 m; gesamte Länge:
 20 m. Schwacher Knick bei Meter 16.
 AN 40.128.
- 33 Oberer Burghaldenweg**
 Parz. 1085.
 Koord. 621.910/260.319.
 319.26 m ü. M.
 Oktober 1968.
 Aushub Leitungsgraben; oberer Teil der Seitenwände
 eingestürzt.



Abb. 22 Liestal Weisse Fluh (23). Blick Richtung Nord, Frühjahr 1997. Im Hintergrund die Maisonette-Überbauung über der Fundstelle 27.

Abb. 23 Liestal Weideliweg (25). Einlauföffnung für einen seitlichen Zufluss.



LB 0.94 m;
LH: Verputz (teilweise umgebrochen) 0.93 m;
Starke Sinterschicht; Länge: ca. 2m.
AN 40.41; Kurzbericht Th. Strübin.

34 Untere Burghalden

Parz. 1075.

Koord. 621.873/260.395.

P 2: 318.13, P6: 318.40 m ü. M.

September bis Dezember 1949.

Hausbau und anschliessende detaillierte Untersuchung in 3 Abschnitten mit insgesamt 6 Profilen. Davon wichtig Profil 2 und 6.

Profil 2: LB 0.77 m, LH Verputz 1.00 m, Mauergewölbe 2.03 m; kein Viertelrundstab. Dieser Leitungsteil muss früh aufgegeben worden sein. Bei dem von den Ausgräbern als «Zumauerung» bezeichneten Verschluss der Leitung dürfte es sich eher um eine quer verrutschte Seitenwand handeln.

Profil 6: LB 0.83 m; LH Verputz 0.82 m, Mauergewölbe 1.98 m. Hangseite mit Sinterpackung; Tuff-Sinterablagerung 3 cm. Zwischen Abschnitt 2 und 3 offenbar durch Hangrutschung auseinandergerissen (Abb. 30). Beobachtete Länge: 10 m.

Fund: Krughenkel 1. Jh. n. Chr.

AN 40.20.

Ausführlicher Bericht von Walter Schmassmann und Theodor Strübin vom 2. Januar 1952 mit Beilagen 1–12 (mit weiteren Angaben zu Parz. 2507/1067/1071 Liestal und Parz. 194 Füllinsdorf). Angaben über Gefälle und Abflussmengen sowie über Neubau Schäfer (Parz. 1071; 621.888/260.454) und über Neubau Bassler (Parz. 1067; 621.919/260.505). JbSGU 41, 1951, 123. BHB 5, 1950, 282.

35 Unterer Burghaldenweg

Parz. 248/249 (Haus Gysin-Hägler) und 2829/1062.

Koord. 621.970/260.630.

319.48 m ü. M.

November 1918 und 6./7. Dezember 1987.

Sondierung, Neubau mehrerer Garagen. Vollständig erhalten und auf 21 m begehbar.

Der Leitungsverlauf hat an zwei Stellen schwache Knicke. Die talseitige Mauer ist verstärkt (Abb. 31 und 32).

Länge: 40 m, LB 0.99 m, LH Verputz 0.90 m, Mauerwerk 1.77 m.

AN 40.135.

KS S. 49-51; KS 1994: 19.15.



Abb. 24 Liestal Weideliweg (25). Heute teilweise noch sichtbares Stück im Hangschnitt bei der Aufdeckung 1969.

36 Unterer Burghaldenweg

Parzelle Nr. 4005.

Koord. 621.962/260.622.

16. Mai 1983.

Umgebungsarbeiten. Nach erfolgter Meldung wurden die anstehenden bzw. verursachenden Belagsarbeiten sofort ausgeführt, so dass keine Dokumentation mehr möglich war; nur noch die genaue Fundstelle war eruierbar.

AN 40.121.

JbSGUF 67, 1984, 217.

37 Klöpfgatterweg

Parz. 318/9 (Haus Gysin-Grünig).

8. Januar 1919.

Sondierung. An drei Stellen wurde lediglich auf den Scheitel des Gewölbes gegraben.

KS S. 46–48; KS 1994: 19.14.

38 Schönthal

Parzelle Nr. 55/56 (Nähe Gemeindebann Füllinsdorf).

November 1915.

Sondierung. Unterhalb der kleinen Böschung lagen mehrere Stücke Ziegelmörtel-Wandbelag.

KS S. 45; KS 1994: 19.16.



Abb. 25 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Blick in das noch erhaltene Gewölbe 1993.

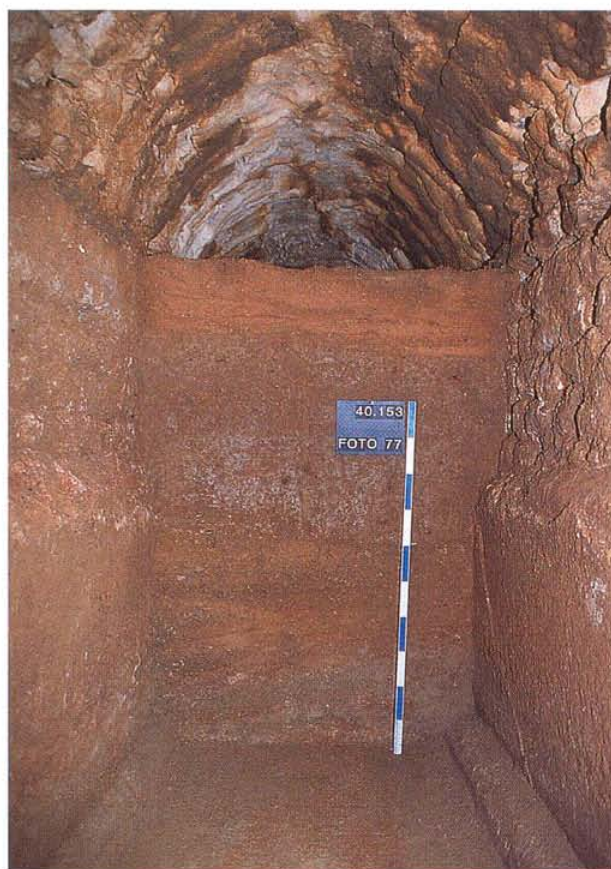


Abb. 26 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Profil durch die Sedimentschichten in der erhaltenen Leitung 1993 (vgl. Abb. 51 und 52).

2.3 Gemeinde Füllinsdorf

39 Grundackerstr. 26

Parzelle Nr. 265.
Koord. 621.810/261.150.
18. Juni 1983.

Bau Terrassenhaus. Teil der bergseitigen Wand noch knapp 0.50 m hoch erhalten.

LB 0.87 m; Länge 8 m.
AN 24.30.
JbSGUF 67, 1984, 215.

40 Grundackerstrasse

Parz. 265.
Koord. 621.820/261.245.
317.99 m ü. M.
15. Mai 1972.

Aushub für Terrassenhäuser (Abb. 33).

LB 0.89 m, LH Verputz 0.84 m; bis zum Gewölbeansatz erhaltenes Mauerwerk 1.59 m.
Länge 4.50 m.
AN 24.12.

41 Lehmattstrasse

Parz. 1021 (früher 310/315) (Haus Sutter-Sutter).
317.48 m ü. M.
6. Oktober 1915.

Sondierung. Vollständig erhalten. Die hangseitige Wand ist auf 1.40 m verstärkt. Der Scheitel hat sich dennoch um 6.5 cm verschoben (Abb. 34).

LB 0.84 m, LH Verputz 0.88 m,
Mauerwerk 1.98 m.
KS S. 42–44; KS 1994: 19.17.

42 Grundackerweg

Parz. 1127.
Koord. 621.825/261.490.
Januar 1943.

LB 0.85 m, LH Verputz 0.80 m.
AN 24.5.



Abb. 27 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Gewölbemantel aus unregelmässigen Bruchsteinen.

43 Hauptstrasse 18

Parz. 1133.
 Koord. 621.840/261.605.
 SE 316.70, NW 316.62 m ü. M.
 2. Juli 1985.

Bergseitige Wand (ca. 1.20 m dick) bis Gewölbeansatz verstärkt.

Länge 11.30 m, mit Knick. LB 0.87 m,
 LH Verputz 0.95 m, Gewölbe 2.03 m.
 AN 24.32.

44 Lehmattstrasse

«Haus des Salzfactors, gegenüber dem Schulhaus».
 10. November 1910.

Nach Mitteilung von Lehrer Handschin wurde die Leitung beim Hausbau gefunden und ausgebrochen.

KS (StA BS, PA 88, H 7.6a), S. 9.
 KS 1994: 19.18.

45 «Consumverein»

Parz. 195 (früher 617).
 Koord. 621.975/260.235.
 314.88 m ü. M.
 16. Oktober 1915.

Sondierung. Kanal erhalten, Gewölbe zerstört.

LB 0.95 m, LH Verputz 0.85 m.
 KS S. 34 u. 38; nicht bei KS 1994.

46 Friedhofweg

Parz. 184.
 Koord. 621.880/261.742.
 314.26 m ü. M.
 6. Oktober 1915.

Sondierung. Kanal erhalten, Gewölbe zerstört.

LB 0.95 m, LH Verputz 0.88 m.
 KS S. 34–37; KS 1994: 19.20.

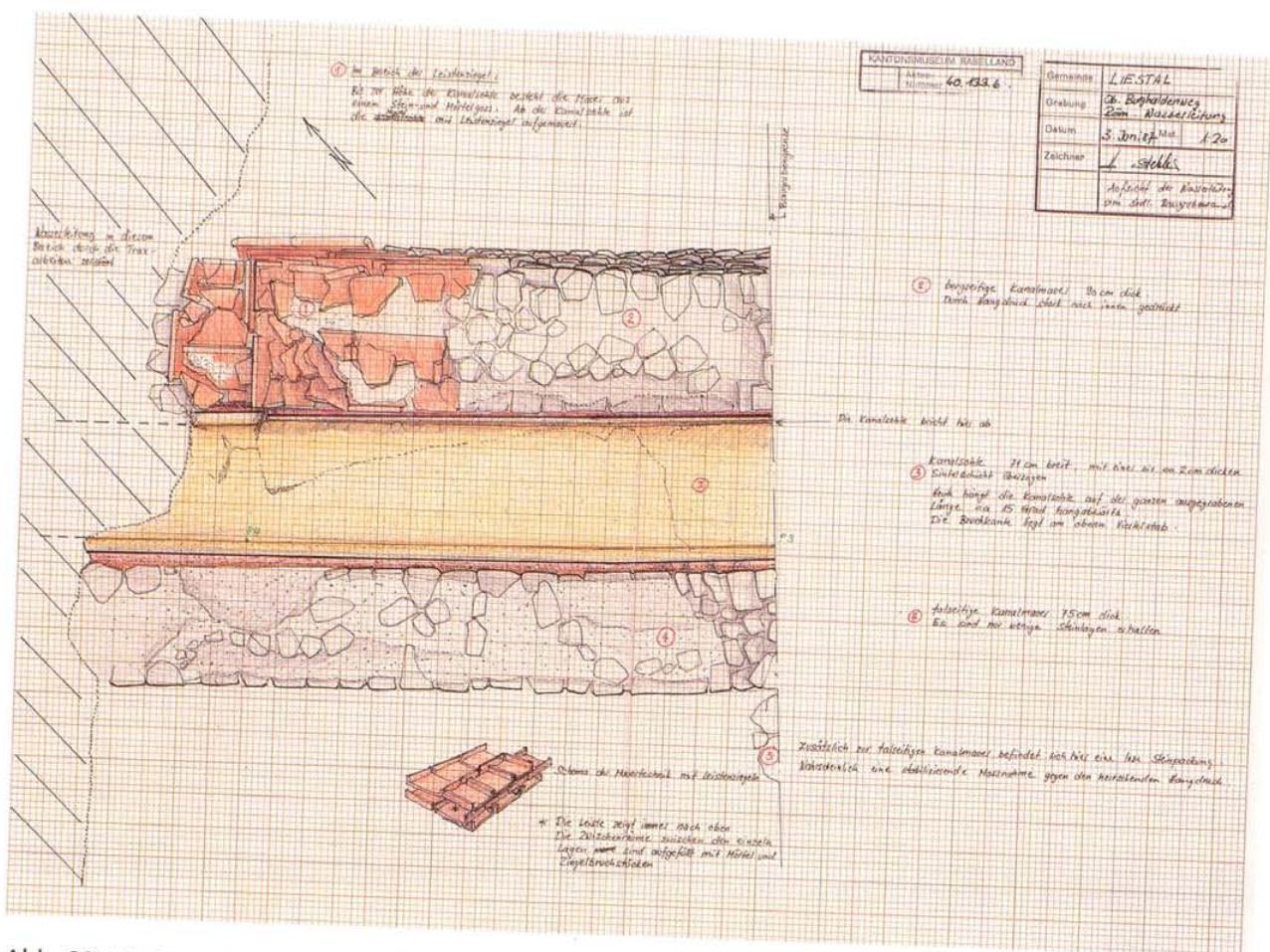


Abb. 28+29 Liestal Oberer Burghaldenweg (30). Sonderfall: Hier ist eine ganze Partie der hangeitigen Wange aus Leistenziegeln (Fehlbränden, Ausschussware) errichtet. Foto aus nordwestlicher Richtung und Aufsichtszzeichnung.



47 Friedhofweg

Parz. 181.
 Koord. 621.850/261.825.
 314.19 m ü. M.
 1915/1917; 1948.

Sondierung und Neubau Widmer. Vollständig erhalten; die Leitung war auf 16 m begehbar. Der Leitungsverlauf weist an zwei Stellen Knicke auf (Abb. 35).

LB 0.87 m, 0.99 m; LH Verputz 0.87 m,
 Mauerwerk 1.81 m.
 AN 24.4.
 KS S. 30–33; KS 1994: 19.21.

48 Friedhofweg

«im Weg».
 8. September 1915.

Sondierung. Ein Teilstück der Leitung (Seitenwange bis 0.96 m hoch) ist ca. 10 m talwärts abgerutscht.

KS S. 28f; KS 1994: 19.22.

49 Friedhofweg

Parz. 1253.
 Koord. 621.885/261.875.
 12. April 1960

Verbindungsgraben vom Neubau Herrmann zur Garage; Länge: 16–20 m.

AN 24.44.
 BHB 5, 1950, 279; BZ 9, 1962 352;
 JbSGUF 53, 1966/67, 138.

50 Friedhofweg

Beim Friedhof, resp. «beim Kirchhof».
 Koord. 621.840/261.980.
 18. September 1915 und 1./2. Juli 1985.

Sondierung. Es wurde lediglich der äussere Gewölbscheitel freigelegt. Strassenbau. Einsturzloch, nur kurzfristige Aufnahme.

AN 24.33.
 KS S. 26–27; KS 1994: 19.23.

51 Friedhofweg

«im Weg».
 Koord. 621.820/262.000.
 5. März 1976.

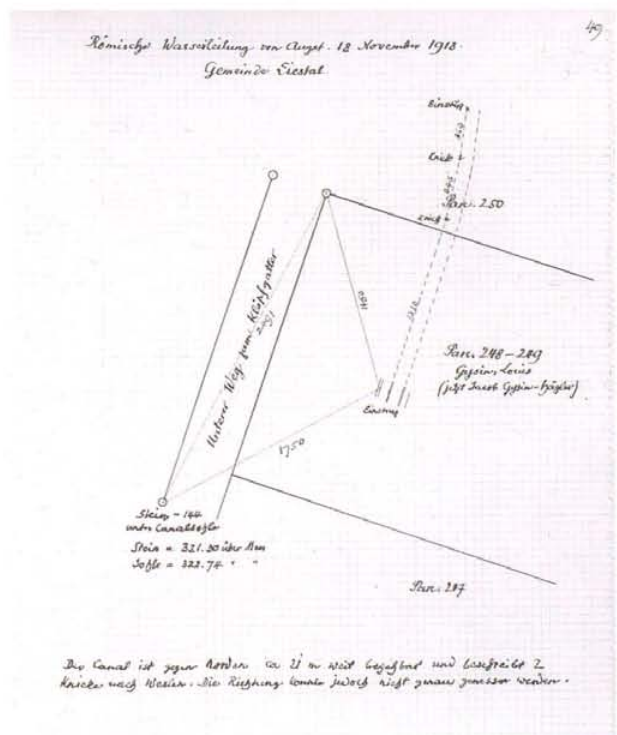
Bau der Hauptwasserleitung. Vollständig erhalten; ohne Wandverputz, aber mit Sinterablagerung. Fünf Schalbrettandrücke in der Wölbung. Es scheint sich um einen Seitenkanal hangabwärts zu handeln, ca. 50 m unterhalb des Verlaufs der Hauptleitung (Abb. 36).

LB 0.46 m (also etwas mehr als halb so breit wie die Standard-Leitung); LH 1.24 m; keine Länge festgehalten.
 AN 24.18.



Abb. 30 Liestal Untere Burghalden (34). Blick im Jahre 1949 aus der Leitung in Abschnitt III.

Abb. 31 Liestal Unterer Burghaldenweg (35). Situations-skizze aus dem Jahre 1918.



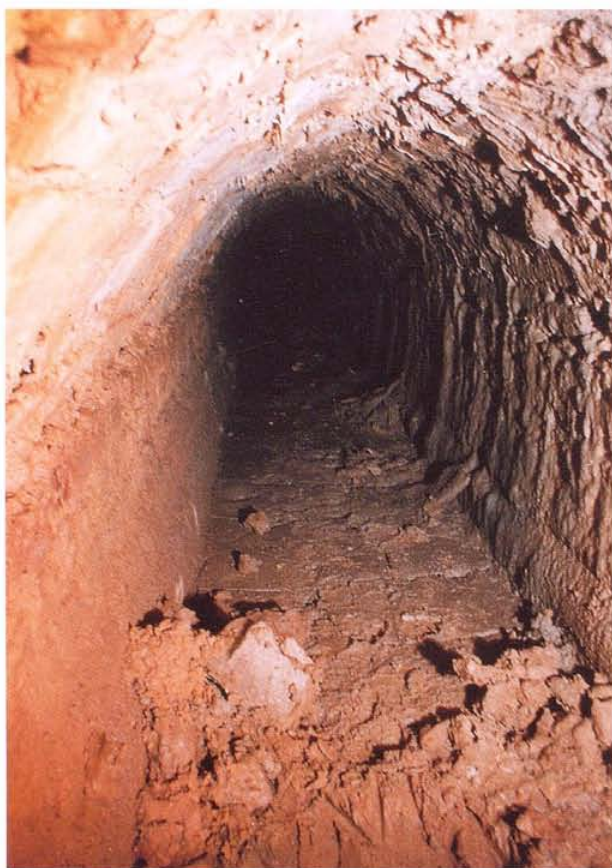


Abb. 32 Liestal Unterer Burghaldenweg (35). Blick in die samt den Sedimenten noch 1987 vollständig erhaltene Leitung.

Abb. 33 Füllinsdorf Grundackerstrasse (40). Die Baugrube für die Terrassenhäuser legt einen Schnitt durch die Leitung; das Gewölbe fehlt bereits.



52 Moosmatthof

Parz. 125.
 Koord. 621.825/262.040.
 311.80 (S), 311.87 (N) m ü. M.
 1948; Neuvermessung 1996.

Die 1948 angeblich auf 32 m begehbare Leitung diente früher als Rübenkeller. Heute ist sie auf knapp 8 m begehbar und dient als Stroh- und Heulager für die Pferdepenion.

LB 0.85 m, LH Verputz 0.80 m,
 AN 24.4 und 24.46.
 BHB 5, 1950, 279.

53 Kreuzenhof

Parz. 687.
 Koord. 621.750/262.425.
 4. November 1915 und 1943.

Sondierung. Mit Ausnahme des Gewölbes erhalten. Angebaut ist eine neuzeitliche Quellfassung, die die Leitung aber nicht tangiert.

LB 1.01 m, 1.11 m; LH Verputz 0.94 m,
 Mauerwerk 1.70 m.
 AN 24.27.
 KS S. 22–25; KS 1994: 19.24.
 BHB 4, 1948, 266.

54 Kreuzenhof

Parz. 925.6.
 19. Oktober 1915.

Am Wegrand ist ein kleines Stück Mauer in der Böschung sichtbar.

KS S. 20; KS 1994: 19.25.

55 Langenhof

Parz. 892.
 19. Oktober 1915.

Sondierung. Kleines Stück der Leitung sichtbar; offensichtlich oder doch vermutlich aber hangabwärts verschoben.

KS S. 19; KS 1994: 19.26.

56 Eichelhof

Parz. 1110.
 Koord. 621.650/263.200.
 312.41 m ü. M.
 19./26. Oktober 1915 und 1939.

Sondierung. Ausser Gewölbe vollständig erhalten; hangseitige Wand verstärkt.

LB 0.96 m, LH Verputz 0.90 m,
 Mauerwerk 1.68 m.
 AN 24.15.
 KS S. 16–18; KS 1994: 19.27.
 BHB 4, 1948, 266.

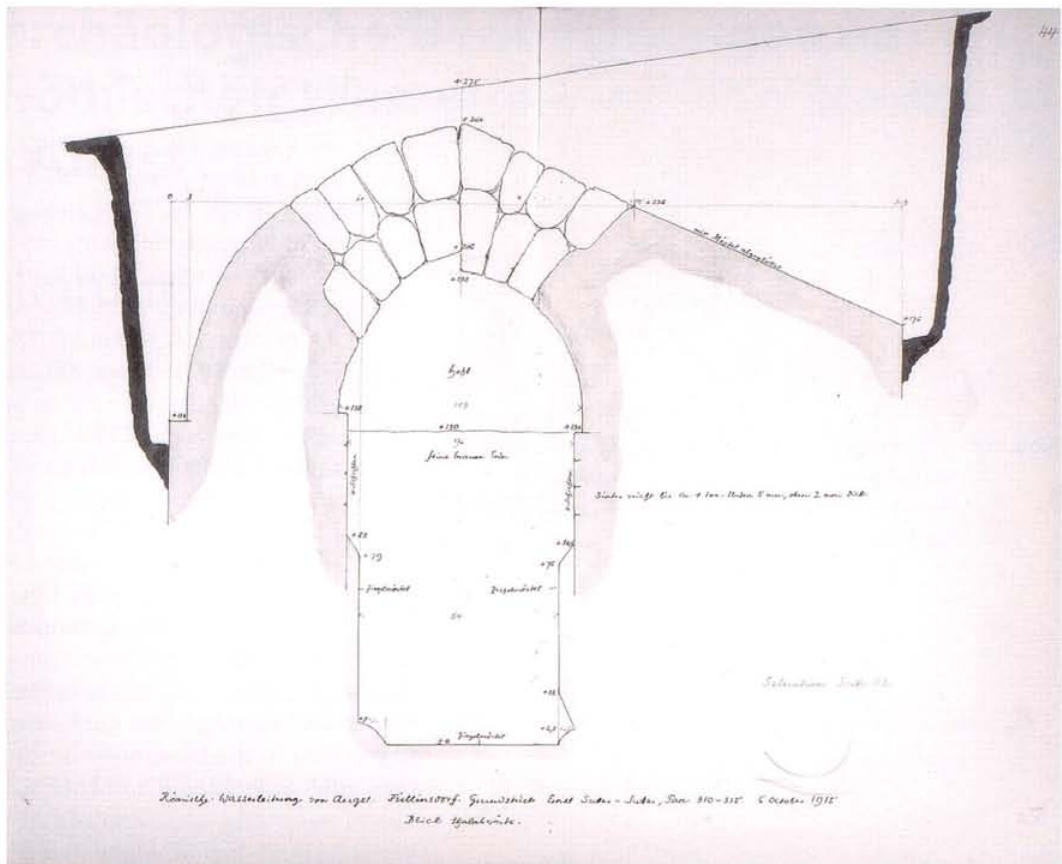
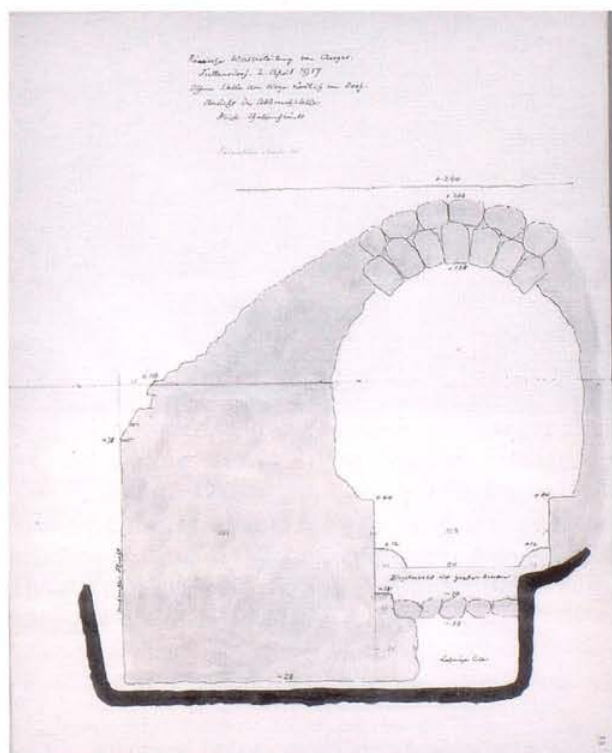


Abb. 34 Füllinsdorf Lehmattstrasse (41). Schnitt durch die ganz erhaltene Leitung. Skizze vom Oktober 1915.

Abb. 35 Füllinsdorf Friedhofweg (47). Schnitt durch die ganz erhaltene Leitung. Skizze vom 2. April 1917.



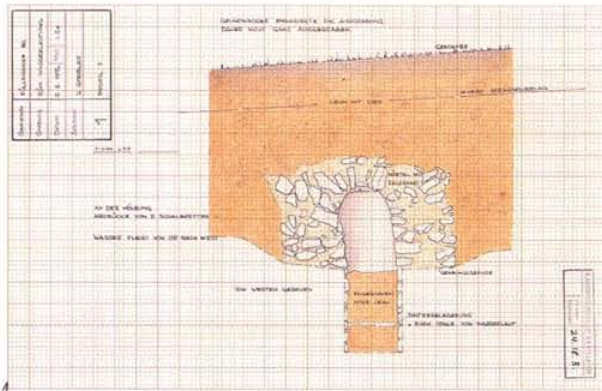


Abb. 36 Füllinsdorf Friedhofweg (51). Dieser Seitenkanal (von viel geringeren Ausmassen) führt etwa 50 m unterhalb des Leitungsverlaufs hangabwärts.

Abb. 37 Füllinsdorf Wölferhölzli (57). Südlicher Einstieg zum begehbaren Teil der Leitung.



57 Wölferhölzli

Parz. 987.

Koord. 621.520/263.400.

312.20 m ü. M.

19. Oktober 1915 und 19. Januar 1916;

Herbst 1969/Frühjahr 1970.

Sondierung an vier Stellen. Leitung vollständig erhalten. Auf 24 m noch begehbar. 1970 Aufschlüsse an drei Stellen eines zusammenhängenden Stückes gereinigt und zugänglich gemacht (Abb. 37).

LB 0.99 m, LH Verputz 0.78–0.96 m,

Scheitel 1.88 m; Länge 25 m.

AN 24.10.

KS S. 12–15; KS 1994: 19. 28. 31.

JbSGU 58, 1974/75, 186.

58 «am Waldrand»

Parz. 1086/88 (Grieder).

314.68 m ü. M. (Gewölbescheitel).

26. Oktober 1915.

Sondierung nur bis auf den äusseren Gewölbescheitel. Die Richtung zeigt, dass die Leitung vom Hang des Ergolztales in die Birchhöhe umbiegt.

KS S. 9–11; KS 1994: 19.32.

59 Birch

oberhalb von Parz. 1120/21.

311.83 m ü. M.

26. Oktober 1915.

Sondierungen. Mauerwerk hangseitig bis zum Gewölbeansatz erhalten; Kanal intakt.

LB 1.00 m bis 1.13 m, LH Verputz 0.89 m,

Mauerwerk 1.57 m.

KS S. 7f. KS 1994: 19.33.

60 Birch

Parz. 1109.

311.74 m ü. M.

12. Januar 1916.

Sondierungen an drei Stellen. An Stelle 1 ist die Leitung noch bis zum Gewölbeansatz hangseitig erhalten. An Stelle 2 steht die hangseitige Wand noch ca. 0.50 m hoch, während an Stelle 3 lediglich noch die Kanalsohle erhalten ist.

Stelle 1: LB 1.05 m, LH Verputz ca. 0.70 m;

Stelle 2: LB 0.93 m.

KS S. 1–6; KS 1994: 19.34.

3. Geoarchäologische Beobachtungen an der Römischen Wasserleitung von Liestal nach Augst

«Alles fließt» (HERAKLIT)

3.1. Einleitung

Als Grundlage für die nachfolgenden geologischen Betrachtungen diente im wesentlichen die archäologische Grabung von 1993 am Oberen Burghaldenweg (AN 40.153, Fundstelle Nr. 27), die einen repräsentativen Einblick in ein 20 m langes Teilstück der römischen Wasserleitung nach Augusta Raurica vermittelte. Ergänzt werden diese an einem modern untersuchten Leitungsabschnitt gewonnenen naturwissenschaftlichen Resultate durch weitere Beobachtungen am nahegelegenen Aufschluss «Weisse Fluh» (AN 40.163; 181, Fundstelle Nr. 23) sowie durch punktuelle ältere Grabungsbefunde auf dem Gebiet der Gemeinde Liestal.

Bereits im Verlauf der Feldarbeiten von 1993 war klar, dass die archäologisch zu klärenden Fragestellungen eng mit der geologischen Interpretation verschiedener Detailbefunde verknüpft waren. Diese Fragen betrafen sowohl den Baugrund, als auch das antike Mauerwerk. Ferner galt ein allgemeines Interesse auch der speziellen Mörtelverkleidung der Kanalwangen sowie der kiesig-sandigen Leitungsverfüllung. Zu diesen Punkten sei eine kleine Auswahl aus dem «Fragenkatalog» der Ausgräber wiedergegeben:

- Welchen Einfluss übten die geologischen Gegebenheiten auf den Verlauf und die Bautechnik der Wasserleitung aus?
- Haben sich Spuren einer römischen Rodungsphase erhalten?
- Woher stammen die Mauersteine und wie setzt sich der Mauermörtel zusammen?
- Weshalb wählte man für die Kanalauskleidung einen ziegelhaltigen Mörtel und wie ist dieser verarbeitet worden?
- Wie hoch war die Wasserleistung?
- Geben die Sinterschicht und die Verfüllung der Wasserleitung Hinweise auf deren Funktionsdauer?

Um diese Fragen angehen zu können, sind während der archäologischen Ausgrabung am Oberen Burghaldenweg mehrere Bodenprofile geologisch dokumentiert, beprobt und ausgewertet worden¹. Über die Ergebnisse und deren archäologische Deutung wird im folgenden berichtet, wobei der eilige Leser eine Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse hinten im Heft findet.

3.2. Geologisch-bodenkundliche Verhältnisse beim Oberen Burghaldenweg in Liestal

3.2.1 Zwei Substrate – zwei Bauabschnitte

Die römische Wasserleitung von Lausen nach Augst führt zwischen Liestal und Füllinsdorf streckenweise durch ausserordentlich schwierigen Baugrund. Besonders entlang des Schleifenberges bis ins Gebiet unterhalb der Ruine Burghalden sowie im weiter nördlich anschliessenden Abschnitt weisen die tonigen und mergeligen Gesteine des Unteren Doggers (Jura) eine beträchtliche Rutschgefährdung auf und stellen auch heute noch erhöhte Anforderungen an die Bautechnik. Diese Tone sind je nach geomorphologischer Situation von unterschiedlich mächtigen, quartären Kalkschuttablagerungen bedeckt, die sich entspre-

chend ihrer Zusammensetzung und ihrem Verfestigungsgrad ebenfalls recht instabil verhalten können.

Beobachtungen an den Bodenprofilen der Ausgrabung Liestal Oberer Burghaldenweg (Nr. 27) erbrachten zu unserer Überraschung den Nachweis von zwei verschiedenartigen geologischen Substraten: im westlichen Teil der Grabungsfläche steht der plastische, oliv-graue Opalinuston schon in geringer Tiefe an, während in den östlichen Abschlussprofilen das Fundament der Wasserleitung in grobem Blockschutt verläuft (Abb. 38, 39 und 46). Die hangparallelen Aufschlüsse entlang der Wasserleitung geben eine Erklärung für diese vertikale Schichtgrenze. Beim Kalk-

¹ Untersuchungen und Auswertung erfolgten am Sedimentlabor des Seminars für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel. Die Bodendünnschliffe hat Th. Beckmann, Braunschweig, hergestellt; granulometrische und geochemische Analysen besorgte B. Ritter. M. Joos und J. Ewald übernahmen die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Ihnen allen möchte ich dafür herzlich danken. – Zu den von uns benutzten Untersuchungsmethoden für die Boden- und Mörtelanalysen vgl. Courty et al. 1989 sowie Brochier/Joos 1982.

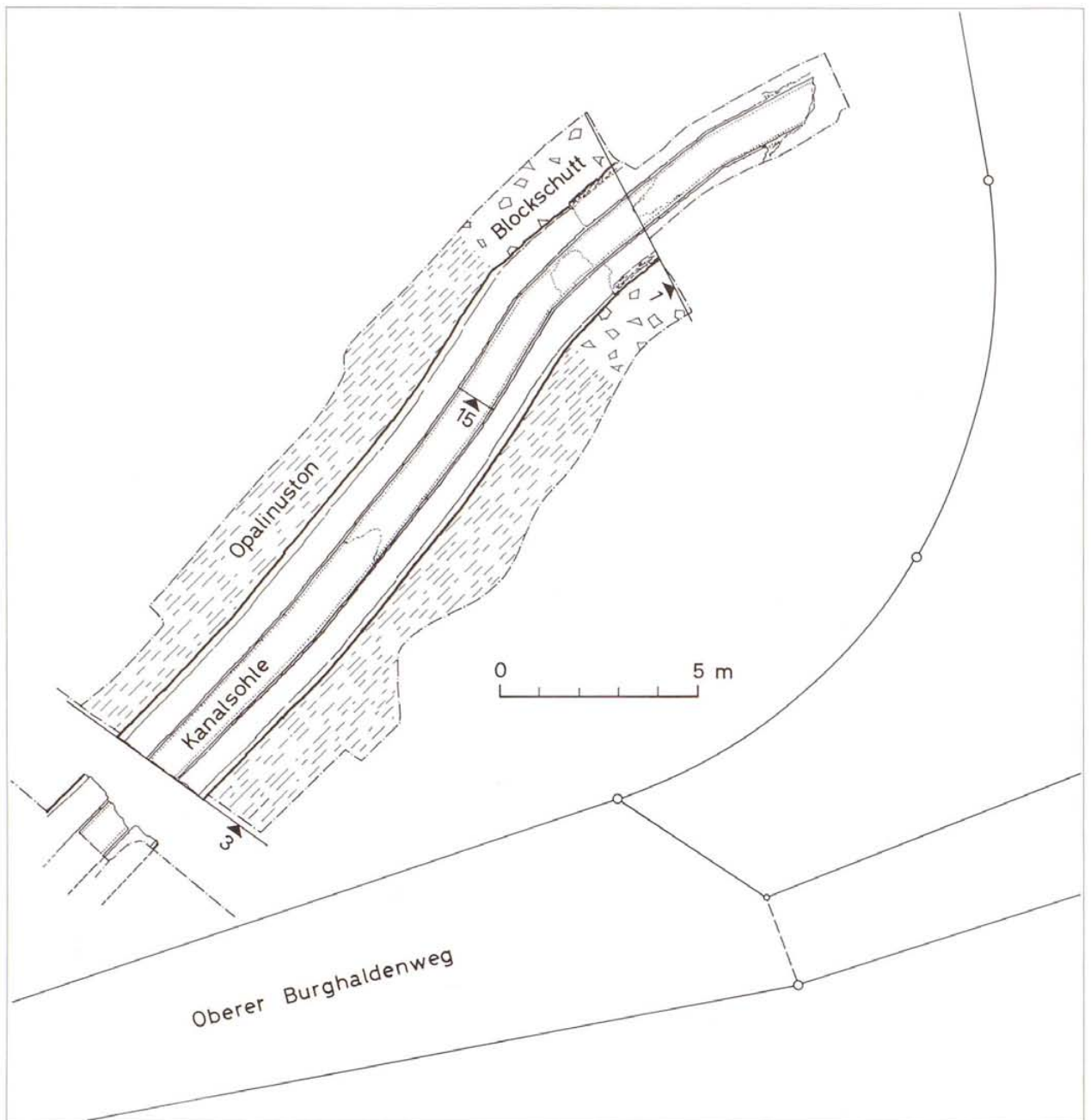


Abb. 38 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Planansicht mit Eintrag der geologischen Substrate und der untersuchten Profile 1, 3 und 15. Im Kontaktbereich zwischen dem Opalinuston und dem groben Blockschutt verläuft ein Knick, der einer Baugrenze entspricht (Nord=oben). Vgl. Abb. 2, 27 und 40.

schutt handelt es sich um eine in den Opalinuston eingreifende, hangabwärts verlaufende Rinnenstruktur, die mit eisenschüssigen Kalkblöcken des Unteren Doggers verfüllt ist. Trotz des lehmigen Feinanteils liegt mit dem Gehängeschutt ein relativ tragfähiger, im Vergleich zum nördlich anschliessenden Opalinuston weit weniger problematischer Baugrund vor, der steilwandige, teils gar überhängende² Baugrubenwände zulässt (Abb. 39a, Schichten 4 und 5). Die Grabungsbefunde lassen vermuten, dass die römischen Baumeister diesen kleinräumigen Wechsel in

den geologischen Verhältnissen erkannt und auch entsprechend berücksichtigt haben.

Auf Abb. 40 stellt man fest, dass der Verlauf der Wasserleitung genau im Kontaktbereich der beiden Substrate einen leichten Knick beschreibt. Dieser Knick, der einer Anschlussfuge in Mauern MR1 und MR2 entspricht, geht auch mit feinen Unterschieden in der Konstruktionsweise einher. Wurde zum Beispiel in der Blockschuttzone mit verschiedenen grossen Quadern direkt gegen eine steilwandig abgestochene Baugrube gemauert, so sind die Kanalwangen im

2

S. dazu auch Abb. 39a. Die Baugrube in Profil 1 ist bergseitig sehr steilwandig.

Bereich des Opalinustones in relativ regelmässigen Lagen über einem bis 70 cm mächtigen Fundament hochgezogen, wobei die Arbeitsgrube deutlich v-förmig angeböschert erscheint (s. auch Abb. 46). In der Zone des rutschgefährdeten Opalinustones wird die Wasserleitung beidseits zudem von einer jeweils bis 60 cm starken, der Drainage dienenden Kalksteinschüttung eingefasst. Eine entsprechende Sickerpackung ist in der Blockschuttzone dagegen nur andeutungsweise vorhanden. Schließlich sei hierzu noch erwähnt, dass auch das gemauerte Gewölbe konstruktionstechnische Unterschiede zeigt, jedoch ist die Baufuge gegenüber dem oben beschriebenen Mauerknick um rund 2 m gegen Osten verschoben³.

Auf Abb. 40 wirkt die Aussenschale im westlichen Abschnitt infolge der unterschiedlich grossen Gewölbesteine etwas unruhig, wogegen im östlichen Teilstück durch die Verwendung länglicher Handquader ein recht einheitliches Mauermuster erzielt wurde. Wir können somit festhalten, dass zwei Baulose an einer geologisch bedingten Grenze aufeinandertreffen. Ob es sich dabei um Zufall oder aber um eine auf gezielter Prospektion basierende Einteilung in einzelne Bauabschnitte handelt, sei zur Diskussion gestellt⁴.

3.2.2. Rodungsanzeiger

Betrachtet man den oberen Ausschnitt von Profil P1 im Detail (Abb. 39a), so lässt sich erkennen, dass die Serie der natürlichen Hangschuttsedimente von einem rötlich-braunen Lehm mit stark korrodierten Kalken, der Schicht 4, abgeschlossen wird. Die bodenkundlichen Untersuchungen vermitteln das Bild eines stark ausgeprägten Verwitterungshorizontes, der sich bereits im Verlauf einer vorrömischen Bodenbildungsphase entwickelt hat. Aus pedologischer Sicht liegt ein leicht hangabwärts verlagerter Bvt-Horizont⁵ einer Parabraunerde aus Hangschutt vor. Beachtung verdienen in diesem Zusammenhang die in Schicht 4 vorhandenen, diffus verteilten Holzkohlesplitter sowie die mikroskopisch fassbaren Einschwemmungen in Form von Porenfüllungen eines siltigen, ebenfalls holzkohleführenden Feinsediments (Abb. 41).

Beide Merkmale sind deutliche mikromorphologische Hinweise auf eine Rodungsphase (Courty et al. 1989, 320), die sich allerdings mittels bodenkundlicher Analysen nicht direkt datieren lässt. Die stratigraphischen Verhältnisse geben hingegen einen vagen chronologischen Anhaltspunkt für diese

Rodungsanzeiger: da im Bereich der Grabung Oberer Burghaldenweg keine prähistorischen Funde in Schicht 4 zum Vorschein kamen, gibt es aus archäologischer Sicht keine Belege für vorrömische Besiedlung in dieser Zone. Prähistorische Brandrodungen, obschon nie ganz auszuschliessen, sind damit nicht belegt. Andererseits geben die Profile auch keine Hinweise für bis in Schicht 4 hinabreichende, nachrömische Eingriffe. Somit dürften die mikroskopisch gefassten Holzkohleansammlungen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Bauvorgang stehen. Im übrigen wäre, unabhängig von den vorliegenden naturwissenschaftlichen Indizien, die Hypothese nach einer Rodungsphase in diesem konkreten Fall zu formulieren, da ein grossflächiges Entfernen der Vegetation in der Flur Burghalden in römischer Zeit spätestens nach der Wahl des Leitungstrassees nötig wird und zu den ersten Vorbereitungsarbeiten für den Wasserleitungsbau gehört hat⁶.

3.2.3. Deckschichten

Aus Profil P1 ist weiter abzulesen, dass man die Baugrube nach der Fertigstellung des Gewölbes säuberlich mit Aushubmaterial hinterfüllt hat (Schicht 3). Für nähere Angaben zum eigentlichen Bauvorgang sei an dieser Stelle auf den archäologischen Befundteil sowie namentlich auf Kapitel 3.3.2 mit den Ausführungen zur Herstellung des wasserdichten Mörtels verwiesen. Die Frage nach der Überdeckung der Wasserleitung lässt sich indirekt ebenfalls beantworten. Da an der Oberkante von Schicht 4 keine Humusbildung festzustellen war, spricht dies gegen ein langfristiges Offenliegen dieser beim Bau oberflächlich freigelegten Straten. Die fertiggestellte Wasserleitung muss deshalb, mitsamt dem angrenzenden Bauplatz, rasch mit lehmigem, steinfreiem Aushub überdeckt worden sein. Aus dieser Planie entwickelte sich in nachrömischer Zeit eine Braunerde, bestehend aus Humushorizont (Schicht 1) und darunterliegendem Mineralboden (Schicht 2). Die heute beobachtbaren Schichtverhältnisse, speziell über dem gekappten Gewölbescheitel entsprechen jedoch einer erodierten Situation und vermitteln ein verfälschtes Bild der ursprünglichen Überdeckung. Im Laufe der Jahrhunderte muss diese schützende, flächige Überschüttung durch natürliche Abspülung und massive, hangabwärts gerichtete Bodenerosion – letztere sicherlich im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung in jüngerer Zeit (Rebbau) – verschwunden sein.

3 Zur konstruktionstechnischen Deutung vergleichbarer Befunde s. auch Wasserversorgung 1988, 69.

4 Ein vergleichbarer archäologischer Befund – ein Knickpunkt der Mauer im Bereich einer geologischen Grenze – konnte auch bei den neuen Sondierungen von 1997 bei der Überbauung «Weisse Fluh» (AN 40.181, Fundstelle Nr. 23) beobachtet werden. – Dass in römischer Zeit mit gezielter Prospektion zu rechnen ist, vermutet auch Wittmann (1973, 248) aufgrund seiner petrographischen Analysen am Römerbad von Badenweiler: «...systematische Prospektion (nach Bausteinen)...., die wohl die Mithilfe der ansässigen gallischen Bevölkerung voraussetzte».

5 Bvt: Tonanreicherungszone einer Parabraunerde.

6 Es ist aber auch denkbar, dass schon in römischer Zeit und schon vor dem Leitungsbau Holzschläge am Schleifenberg stattfanden, vielleicht im Zusammenhang mit Eisenverhüttung.

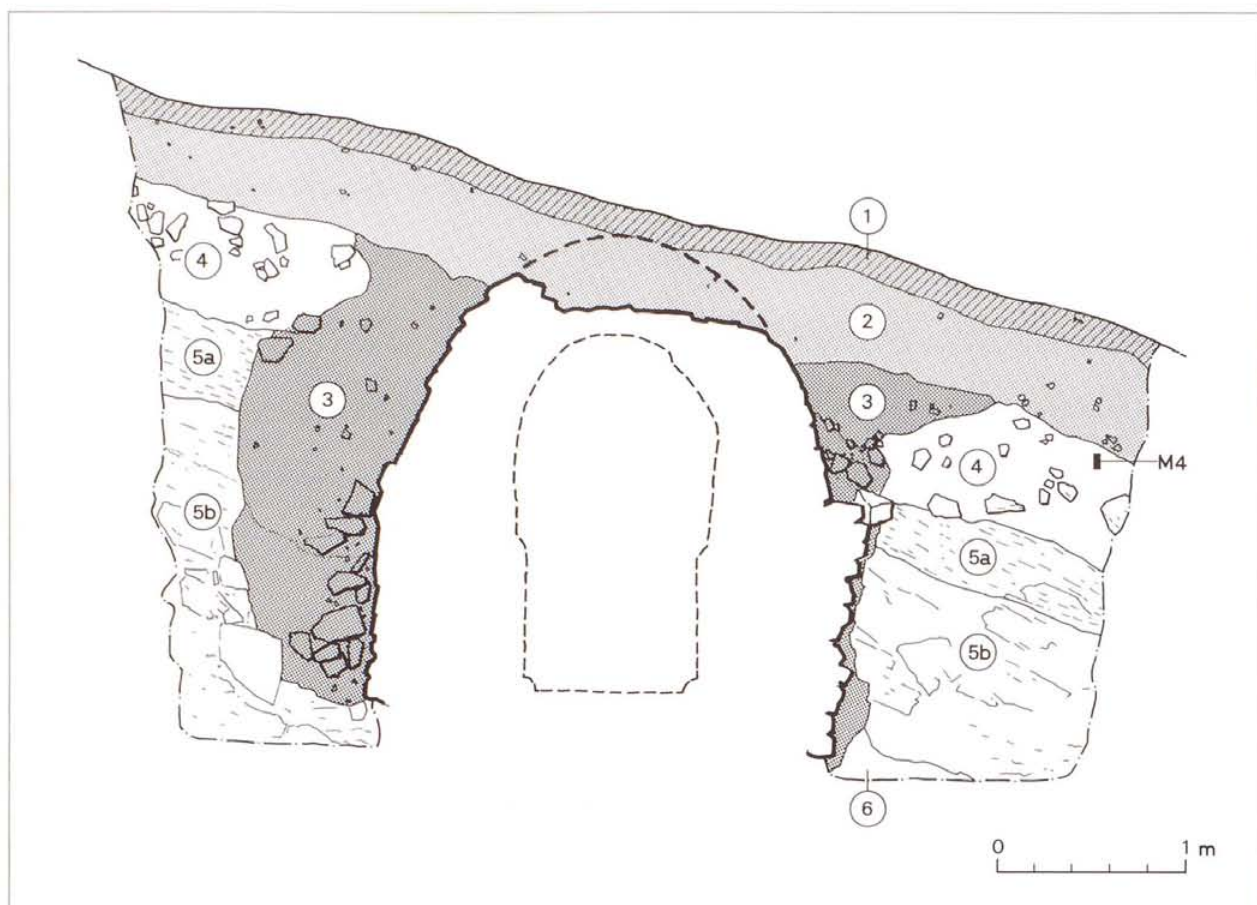


Abb. 39a Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Profil P1. Querschnitt durch die römische Wasserleitung.

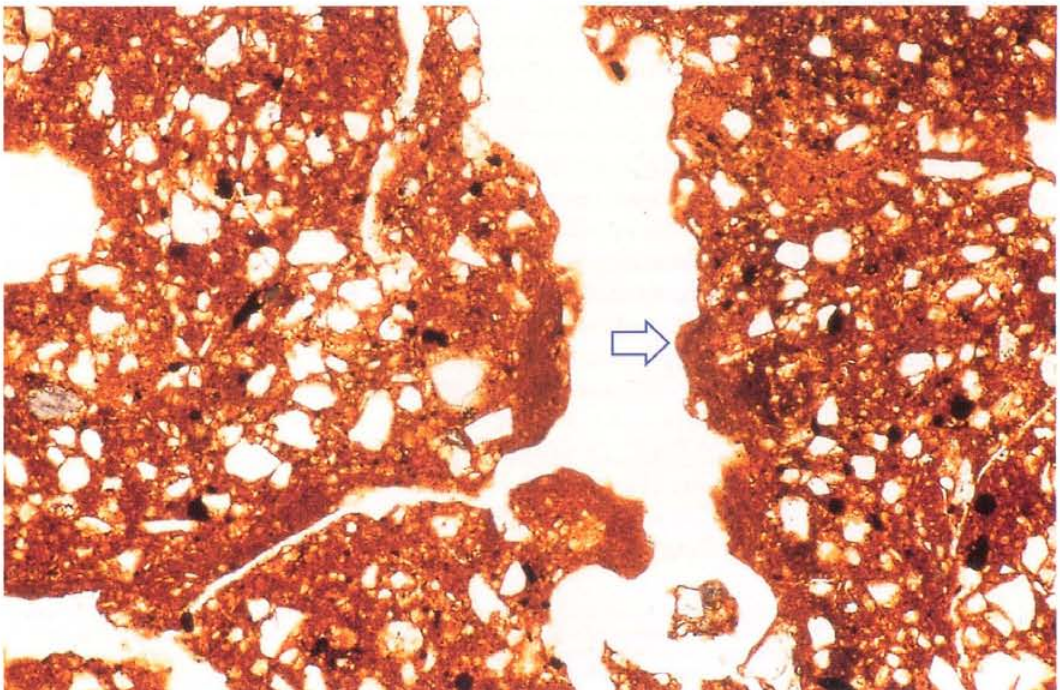
Abb. 39b Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Schichtbeschrieb zu Profil P1.

Schicht	Sedimentbeschrieb, Mikromorphologie	Interpretation
1	Dunkelbrauner, krümeliger sandiger Lehm aus Kolluvium. Wiesenstandort, früher Rebbau.	Humushorizont. (Ah-Horizont).
2	Hellbrauner siltig-sandiger Lehm mit Kies und Steinen. Kalkhaltig, feinpolyedrisch brechend.	Verwittertes Kolluvium, Überdeckung der Baugrubenverfüllung.
3	Brauner kiesiger Lehm, z. T. mit Mörtelresten.	Verfüllung der römischen Baugrube.
4	Rötlichbrauner, siltig-toniger Lehm mit vereinzelt korrodierten Kalken. Grobpolyedrisches Gefüge. Entkalkte Matrix mit Holzkohleflittern, staubige Einschwemmungen in Porenräumen. Bodenprobe M4.	Verwitterungshorizont aus Hangschutt (Bvt-Horizont), leicht verlagert. Mikroskopische Hinweise für Rodungsphase (Abb. 41).
5a	Grünlicher bis beiger, schwach lehmiger Sand, glimmerführend, sehr dicht. Mit korrodierten Fragmenten von Doggerkalken. Kalkausfällungen.	Horizont mit stark verwitterten Kalksteinen. (Cvca-Horizont).
5b	Blockschutt mit korrodierten Doggerblöcken, diese mit pedogenen Kalkkrusten. Braunbeige, feinsandig-lehmige Matrix.	Blockschutt. (Cca-Horizont).
6	Grauer bis blauer, sandiger Ton mit Kies und Steinen (unverwitterte, eisenschüssige Doggerkalke).	Verlagerter und verwitterter Opalinuston, vermischt mit Kalken des Unteren Doggers.



Abb. 40 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Detailansicht talwärts Richtung Südwest. Man erkennt deutlich den Knickpunkt in der Kanalwange (unterer Pfeil) sowie die weiter östlich liegende Anschlussfuge des Gewölbes (oberer Pfeil). Dieses konstruktionstechnische Detail im Bereich einer Baugrenze belegt die Zweiphasigkeit von Kanalmauer und Gewölbe, aber auch die Verwendung eines die untere Mauerfuge überlappenden Leegerüstes für die Gewölbeschalung (vgl. Abb. 2).

Abb. 41 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto von Probe M4 aus Profil P1, Schicht 9. Rodungsanzeiger in Form „staubiger“ Porenablagerungen (Pfeil) und schwarzer Holzkohlepartikel in der braunen Bodenmatrix. Die Porenbeläge sind das Resultat einer Feinmaterialdurchschlammung des Bodens, die nach dem Entfernen der schützenden Vegetationsdecke (Kahlschlag oder landwirtschaftliche Nutzung) erfolgte. – Bildbreite: 2.2 mm, Parallele Polarisationsfilter (PPL).



3.3. Die römische Wasserleitung

Die beiden folgenden Abschnitte befassen sich hauptsächlich mit den am Oberen Burghaldenweg benutzten Baumaterialien. Dieser klassische Anwendungsbereich der Geowissenschaften im Rahmen von archäologischen Befundauswertungen soll in unserem Fall eine Ansprache und Herkunftsangabe verschiedener, am Bau verwendeter mineralischer Rohstoffe ermöglichen, so zum Beispiel die in der Drainagepackung, der Fundamentstücker, den aufgehenden Mauern und dem Gewölbe eingesetzten Gesteinsarten. Art und Zusammensetzung des Mauermörtels werden ebenfalls diskutiert. Anschliessend ist ein spezielles Augenmerk auf das Herzstück der Wasserleitung in Form ihrer wasserdichten Auskleidung aus Rotmörtel gerichtet, wozu die hierfür genutzten Baustoffe in qualitativer und quantitativer Hinsicht vorzustellen sind und zum Schluss durch Berechnungen des Energieaufwandes charakterisiert werden.

3.3.1. Herkunft und Menge der Baumaterialien

Lokal

Am Oberen Burghaldenweg bestehen Fundament, Kanalwangen und Gewölbe durchgehend aus dem lokal anstehenden Doggerkalk, einem dunkelbraunen, eisenschüssigen Oolith. Aus dem archäologischen Befund geht hervor, dass die beim Aushub angefallenen Blöcke direkt in der Fundamentstücker und in der Drainagepackung Verwendung fanden. Auch in den aufgehenden Bauteilen beobachten wir ausnahmslos denselben oolithischen Kalkstein, wobei aber eine sorgfältigere Auslese und eine leichte, bisweilen allseitige Kantenüberarbeitung der Handquader unverkennbar ist. Dass der Gesamtbedarf an Mauersteinen ausschliesslich durch die im Trasseebereich ausgehobenen Lockersedimente gedeckt werden konnte, scheint in der Blockschutzzone beim Oberen Burghaldenweg gut möglich. Bei zusätzlichem Bedarf wird man wahrscheinlich auch kleine, bergseitig angelegte Steingewinnungsgruben benutzt haben, die jeweils über kurze Distanz das gleiche Baumaterial zu liefern vermochten. Wir können daraus ableiten, dass man die Mauersteine, die gewichtsmässig mit Abstand die grösste Baumateriallieferung darstellen, aus der allernächsten Umgebung bezog. Diese Feststellung gilt auch für das 1957 bei Liestal gehobene und heute beim Augster Schönbühltempel konservierte Leitungstück, dessen Mauern durchgehend aus örtlich vorkommendem Hauptrogenstein gefertigt sind⁷. O. Wittmann, der bereits 1973 in seinem Aufsatz über die Bausteine von Augusta Raurica auf diese Tatsache verweist, führt die Wasserleitung zu Recht als Beispiel dafür an ...«wie

sehr immer die Nutzung des jeweils Nächstliegenden angestrebt wurde» (Wittmann 1973, 248).

Regional

Die Verwendung lokaler Materialien beschränkt sich jedoch einzig auf die Mauerquader. Bereits die Zuschlagstoffe des Mauermörtels müssen aus der Talniederung herangeführt worden sein, bestehen sie doch hauptsächlich aus einem sandigen, feinen Kalkies, wie er in den Alluvionen der Ergolz vorkommt. Das in Augst konservierte Leitungstück zeigt einen trotz leichter Verwitterungserscheinungen qualitativ hochstehenden Mörtel, der nach Art der meisten Augster Mauermörtel eine Vielzahl ungelöschter, weisser Branntkalkreste enthält (Abb. 42). Das Vorkommen solcher bis Zentimeter grosser, kreidiger Komponenten erlaubt Rückschlüsse auf die Art des Löschverfahrens des gebrannten Kalkes (Kraus et al. 1989, Schäfer/Hilsdorf 1993, 1180). Während beim Einsumpfen der Branntkalk in Gruben oder Fässern über lange Zeit mit Wasser in Kontakt gerät und dadurch vollständig gelöscht wird, entstehen beim sog. Trockenlösch durch das mehrlagige Aufeinanderschichten von stückigem Branntkalk und feuchtem Sand überaus viele pulvrige Kalziteinschlüsse. Dies erklärt sich dadurch, dass beim anschliessenden Mörtelmischvorgang, bei dem Material vom geschichteten Haufwerk abgestochen und mit Wasser versetzt wird, der gelöschte Stückkalk nicht vollständig aufgelöst wird, so dass im fertigen Mauermörtel kleine Knollen des Branntkalkes zurückbleiben. Letztere – für einige Bauforscher bisweilen das vermeintlich sichere Erkennungsmerkmal für ein unsorgfältig verarbeitetes Bindemittel – verleihen dem Mauermörtel verschiedene vorteilhafte Eigenschaften, vorab die Möglichkeit zur Rissausheilung (Wisser 1988, 29; Kraus et al. 1989, 217; Middendorf/Knöfel 1993, 1207). Dieser Prozess setzt bei Durchfeuchtung und/oder Rissbildung der Mauer ein, wobei die kreidigen Einschlüsse als kleine Bindemitteldepots wirken und Kalzit entlang der schadhafte Stellen abscheiden, ein Vorgang, der mit ein Grund für die viel diskutierte Dauerhaftigkeit antiker Mörtel ist (s. dazu auch Abb. 49a, 49b). Bezüglich der römischen Wasserleitung von Augst kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Mörtelzubereitung im Trockenlöschverfahren erfolgt ist, wofür man Ergolzschotter und gebrannten Stückkalk zum Bauplatz transportiert, dort gelöscht und anschliessend zu Mauermörtel verarbeitet hat.

Aus Augst

Stammen die Zuschläge für den Mauermörtel aus nicht allzu grosser Entfernung vom Oberen Burghaldenweg⁸, so musste für die Herstellung der was-

7 Petrographische Nachuntersuchungen am konservierten Leitungstück (Fundstelle Nr. 4) ergaben eine Zusammensetzung aus Hauptrogenstein und gelbem, sandigem Doggerkalk. Zusätzlich finden sich im Kontaktbereich vom Fundament zum Ziegelschrotmörtel einige wenige, aus Degerfelden (D) stammende Buntsandsteinplättchen.

8 Die Alluvionen der Ergolz befinden sich nur wenige 100 m vom Oberen Burghaldenweg entfernt.



Abb. 42 Liestal Heidenlochstrasse (04). Detailansicht aus dem konservierten Teilstück, heute in August. Mauermörtel mit weissen, kreidigen Kalziteinschlüssen, die auf ein Trockenlöschchen des Branntkalkes hinweisen. Vgl. Abb. 45 und Abb. 49.

serfesten Auskleidung der Kanalrinne Ziegelbruch aus Augusta Raurica angeführt werden. Der Schnitt durch die einzelnen Ziegelfragmente lässt unzweifelhaft eine enge Verwandtschaft zwischen den in der Kaiseraugster Flur «Im Sager» abgebauten Tonen und dem gebrannten Zuschlag unserer *opus signinum*-Schichten erkennen (Abb. 43 und 44). Als augenfälligstes Merkmal sind den beiden ihre feingeschichteten Tonbeläge gemeinsam. Diese entstammen einem typischen Tonanreicherungshorizont einer Bodenbildung aus Schwemmlöss, in den die römischen Tonaufbereitungsgruben von Augusta Raurica eingetieft waren⁹. Anhand der en bloc geborgenen und anschliessend aufgesägten Proben des Ziegelmörtels lässt sich ferner die benötigte Menge des Ziegelzuschlages annähernd ermitteln. Unter Berücksichtigung des je nach Mörtelschicht variablen Ziegelanteiles (s. u. dazu auch Kapitel 3.3.2. Technologische Merkmale des Ziegelschrotmörtels) nimmt letzterer in einem willkürlichen Vertikalschnitt durch die *opus signinum*-Schichten eine Flä-

che von mindestens 960 cm² ein, was einem Bedarf von rund 96 Litern Ziegelbruch für die Herstellung von einem Laufmeter der wasserdichten Auskleidung entspricht. Bei einer Gesamtlänge von 6,5 km ergibt sich daraus die immense Menge von über 600 m³ Ziegelsplitt, ein Baumaterialvolumen, das in lockerem Zustand einen Kubus von 20 m mal 20 m Seitenlänge bei annähernd 2 m Höhe ausfüllt. Zum Vergleich: mit einer Menge von 600 m³ Ziegeln liessen sich in Augusta Raurica mindestens 13'000 m² Dachfläche eindecken¹⁰.

Analoge Berechnungen lassen sich auch für die notwendige Branntkalkmenge anstellen. Daraus geht hervor, dass man alleine für Fabrikation des wasserdichten Rotmörtels über 1'200 m³ gebrannten Kalk benötigt hat, der zunächst in den Brennöfen aus gesamthaft über 2'500 t Kalkstein zu produzieren war. Bei einer angenommenen Füllmenge von jeweils 15 m³ ergeben sich gut 80 Ofenchargen, jede mit einem Holzverbrauch¹¹ von 110 bis 160 m³. Man benötigte

9 S. dazu auch Lassau 1995, 82; Rentzel (in Vorb.).

10 Die für diesen Vergleich angestellten Berechnungen beruhen auf Angaben von Th. Hufschmid, der mir freundlicherweise seine Messergebnisse zu Augster Ziegeln überliess. Bei unseren näherungsweise Berechnungen wurden die nachgenannten Mittelwerte von Ziegeln des 2. Jh. eingesetzt. Tegulae (Flachziegel mit Leisten): Längen zwischen 44 und 47 cm, Breiten zwischen 31 und 36 cm, Dicke um 2,5 cm bei einer Überlappung von 8 cm. – Imbrices (Hohlziegel zur Überdeckung der aneinandertossenden Leisten): Längen zwischen 44 und 47 cm, maximale Breite um 20 cm, Dicke rund 1,5 cm. Bei einer Dachneigung von 26° resultiert ein Volumen von 0.039 – 0.044 m³ Ziegel pro m² Dach. – Zur Rekonstruktion eines römischen Daches s. auch Hufschmid 1996, 130ff.

11 Die römischen Kalkbrennöfen von Iversheim/Eifel lieferten in einem Brennvorgang rund 15 m³ Kalk (Sölter 1970, 14). Die Angaben zum Holzverbrauch entstammen Bitterli (o. J.) und Bitterli (1985, 10); für die Herstellung von 1 m³ Branntkalk benötigten neuzeitliche Kalkbrennöfen eine Menge zwischen 7,5 und 11 Ster (= m³) Nadelholz. Ein archäologisches Experiment mit einem nachgebauten römischen Kalkbrennofen vom Typ Iversheim ergab bei einer Füllmenge von 15 m³ und bei einer Brenndauer von einer Woche einen Bedarf von rund 60 m³ Buchenholz (Sölter 1970).

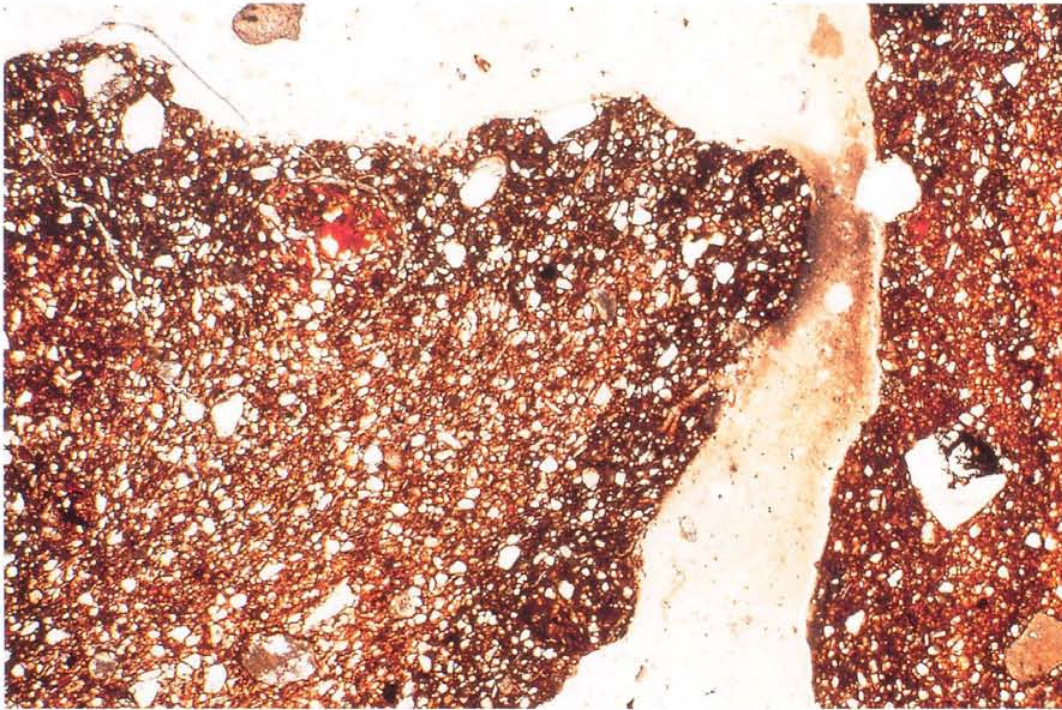
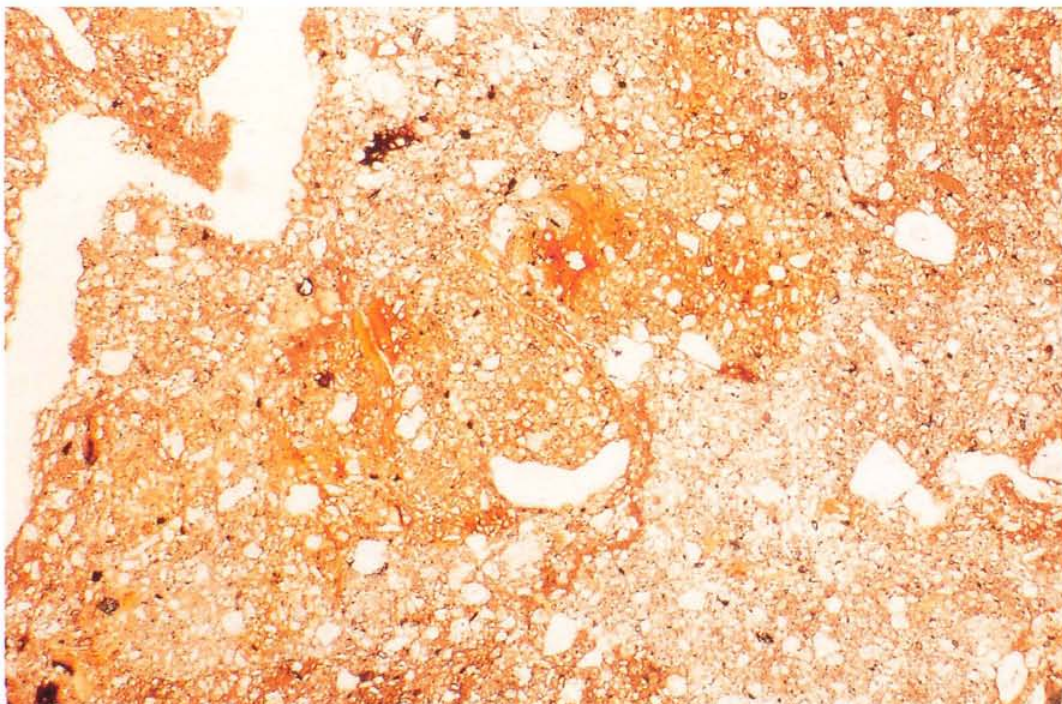


Abb. 43 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Abb. 47, Schicht 6). Detailansicht zweier aus Augusta Raurica stammender Ziegelfragmente mit feingeschichteten tonigen Einschlüssen (Pfeil). Vgl. Abb. 44. Das linke Ziegelkorn zeigt im Grenzbereich zum umgebenden Branntkalk einen deutlichen Reaktionssaum, der auf Stoffwanderungen aus dem hydraulisch wirkenden Zuschlag (Ziegelkorn, als künstliches Puzzolan) hindeutet. Bildbreite: 4.4 mm, PPL.

Abb. 44 Kaiseraugst «Im Sager». Grabung 1994.13. Mikrofoto der Füllung einer römischen Tonaufbereitungsgrube für die Ziegelherstellung. Die Verfüllung der Gruben besteht aus einer durchgewalkten Mischung verschiedener Bodenhorizonte einer Parabraunerde aus Schwemmlöss. Man beachte die charakteristischen, gelb-orangen Tonbeläge, die sich beim anschliessenden Ziegelbrand intensiv rötlich verfärben (Abb. 43). Bildbreite: 4.4 mm, PPL.



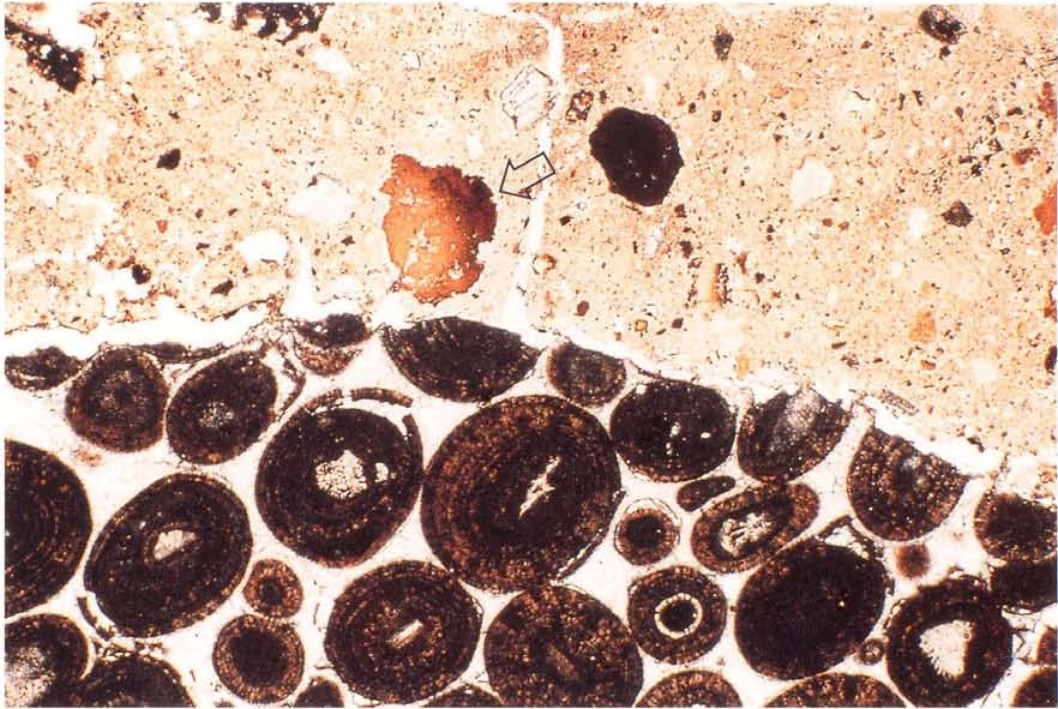
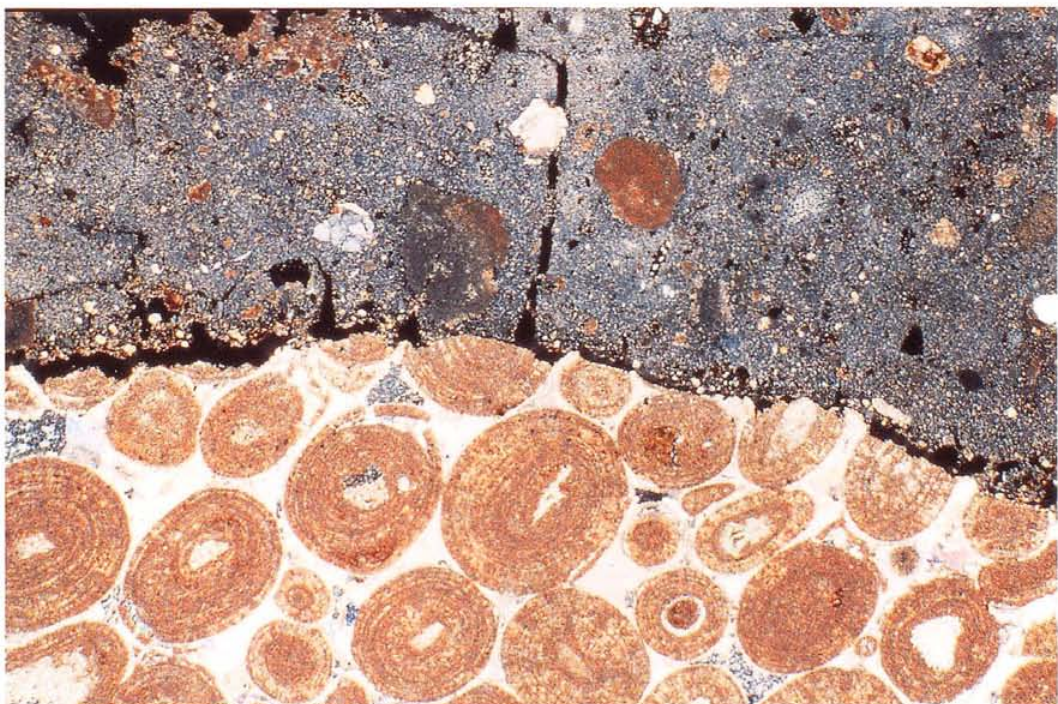


Abb. 45a Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Schicht 6). Detailansicht des sehr bindemittelreichen Ziegelschrotmörtels mit kreidigen Kalziteinschlüssen (Pfeil). In der unteren Bildhälfte erscheint ein oolithischer Kalkstein, der als künstlich gebrochener Zuschlag beigegeben wurde. Bildbreite: 4.4 mm, PPL.

Abb. 45b Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Schicht 6). In der oberen Bildhälfte sind die braun erscheinenden, kreidigen Kalziteinschlüsse von der karbonatisierten Grundmasse (bläulich) und vereinzelt Sandkörnern deutlich zu unterscheiden. Gleicher Ausschnitt wie Abb. 45a. Bildbreite: 4.4 mm, Gekreuzte Polarisationsfilter (XPL).



also allein schon für die Produktion des Branntkalkes der *opus signinum*-Schichten an die 10'000 m³ Brennholz, eine Menge, die unter Berücksichtigung des Energieaufwandes für Mauermörtel- und Ziegelherstellung auf über das Doppelte – 20'000 m³ Holz – ansteigt¹².

Über die genaue Herkunft des Bindemittels ist leider wenig bekannt, da im Ziegelmörtel vom Oberen Burghaldenweg wie gezeigt viele ungelöschte Branntkalkreste vorkommen, deren gesteinstypische Innenstruktur aber durch den Brand komplett zerstört ist. Aufgrund der mikroskopischen Analysen ist anzunehmen, dass ein relativ reiner Kalkstein als Ausgangsstoff für die Branntkalkherstellung diente (Abb. 45a, 45b). Lokaler Aushub wie zum Beispiel der bei Burghalden anstehende Eisenoolith wurde mit Sicherheit nicht verwendet. Grössere Vorkommen an geeigneten Kalksteinen stellen einerseits der bei Pratteln und oberhalb Füllinsdorf anstehende Hauptrogenstein, andererseits aber auch der in der Kaiseraugster Unterstadt gebrochene und offensichtlich auch dort gebrannte Muschelkalk dar¹³. Ein Bezug des Branntkalkes aus einer der genannten Stellen ist wahrscheinlich, gerade aber bei Grossprojekten wie dem Wasserleitungsbau wird man hingegen von verschiedenen Liefergebieten auszugehen haben.

3.3.2. Technologische Merkmale des Ziegelschrotmörtels

Den meisten Besuchern eines begehbaren Teilstückes der Wasserleitung wird die spezielle Kanalauskleidung auf Anhieb auffallen, nur wenigen dürfte aber ihr vielschichtiger Aufbau bekannt sein. Nachfolgend soll auf diese konstruktiven Details eingegangen werden, wobei die Querschnitte durch die *opus signinum*-Lagen eine Rekonstruktion des Bauablaufes einer in Vergessenheit geratenen Technik ermöglichen, die letztlich der Herstellung hochwertiger, wasserfester Verputze diente. Sie sind in mancherlei Hinsicht den modernen Baustoffen aus Portlandzement ebenbürtig und bezüglich Dauerhaftigkeit diesen vielleicht sogar überlegen¹⁴.

Aufbau

In der Profilsicht durch die Wasserleitung (Abb. 46a, Schicht 8) kommen die verschiedenen

Konstruktionseinheiten klar zum Ausdruck. Auf einer den Fundamentbereich ausgleichenden Mörtel- lage (Schicht 3b) liegen die gemauerten Kanalwangen mit den *opus signinum*-Schichten auf. An der horizontalen Grenzfläche zu den aufgehenden Mauerteilen und zur Sohle des Rotmörtels dokumentiert ein dünnes, «verschmutztes» Lehmband eine Baufuge, die einen Unterbruch nach Einbringung der Mörtelschüttung belegt. Möglicherweise wurde auf der so vorbereiteten und bereits ausnivellierten Fundamentplatte auch Material herangeführt.

Die eigentliche Innenverkleidung der Wasserleitung besteht aus einer um die 20 cm mächtigen Sohle, die randlich beidseits von einem dichtenden Viertelrundstab mit variablem Radius (8–12 cm, je nach Aufschluss) abgeschlossen wird. Nach oben fügt sich ein 3 bis 5 cm starker Deckputz der Wandverkleidung an, der seinerseits dem Grundputz der Kanalmauern aufliegt. Einen instruktiven Einblick in die Abfolge der 8 Ziegelmörtellagen gibt der polierte Querschnitt aus dem unteren Eckbereich der Wasserleitung vom Oberen Burghaldenweg (Abb. 47a). Die Ergebnisse dieser Bauuntersuchungen wurden der Übersichtlichkeit wegen in einer Umzeichnung des Befundes dargestellt (Abb. 47b) und die einzelnen Arbeitsschritte in einer Tabelle in chronologischer Reihenfolge (Schichten 1–8) festgehalten (Abb. 47c).

In einem ersten Arbeitsgang nach Errichtung der Kanalmauern hat man diese mit einem ziegelmehlhaltigen Grundputz versehen. Beim Oberen Burghaldenweg lassen sich 3 dünne, bis zur Fundamentplatte hinabreichende Schichten erkennen, wogegen im Aufschluss der Fundstelle Nr. 09 an der Heidenlochstrasse nur zwei Grundputzlagen festzustellen sind, die ihrerseits erst oberhalb der unteren Sohle (Schicht 4) einsetzen, also nach dieser entstanden sind¹⁵. Wir ersehen daraus, dass, obwohl in der Grundkonstruktion übereinstimmend, kleine Unterschiede im inneren Aufbau der Wasserleitung vorkommen können. In der unteren Sohle tritt ein komplexer, aus mindestens vier verschiedenen Zuschlägen erstellter Ziegelschrotmörtel auf. Neben grobem Ziegelbruch finden sich gerundeter Ergolzkies, scharfkantiger Jurakalk (Abb. 45) und Strohhalme¹⁶ (Abb. 48), die alle von einer sehr bindemittelreichen Grundmasse mit vielen kreidigen Kalkeinschlüssen umgeben sind. Ein kleiner Teil der zerstoßenen Baukeramik besteht aus verschlackten Objekten und beweist damit die Ver-

- 12 Der Holzverbrauch für die Ziegelherstellung ist stark abhängig von der Ofenisolation. Bei einem experimentell nachgebauten mittelalterlichen Ziegelofen zur Herstellung von mehr als 5 m³ St. Urbanziegeln wird von einem Verbrauch von maximal 60 m³ Holz ausgegangen. Auskunft Fr. Tonzzer, Ziegeleimuseum Cham. Für die sicher gut isolierten römischen Brennöfen in der Liebrüti möchte man einen geringeren Holzverbrauch von geschätzten 2 bis 4 m³ Brennstoff pro m³ gebrannte Ziegel annehmen.
- 13 Zum Abbau des Muschelkalkes in römischer Zeit s. auch Müller/Rentzel 1994. Laur-Belart erwähnt in seinen Tagebuchnotizen auch den Befund eines Kalkbrennofens in besagtem Gebiet (TB Laur 1965.05, 28.10.1965, Neubau Walder). Aufgrund seiner Lage innerhalb eines Steinbruches ist anzunehmen, dass lokaler Muschelkalk dort gebrannt wurde. Wir können hingegen nicht ausschliessen, dass dieser Ofen nicht auch zum Brand von Kalksteinspolien diente. Freundlicher Hinweis H. Sütterlin.
- 14 S. dazu auch Lamprecht 1985, 43.
- 15 Dokumentation von Th. Strübin zu Heidenlochstrasse 19 (Fundstelle Nr. 07). AN 40.17.7. Th. Strübin entnahm ebenfalls ein Stück des Ziegelschrotmörtels, das den unterschiedlichen Aufbau belegt. Dieses Stück ist bei Wasserversorgung 1988, 69, Abb. 26 (falsch orientiert) abgebildet.
- 16 Die Beigabe von Fasern – im unserem Fall Strohhalme oder Häcksel – erhöht nach Thole (1993, 1248) die Bruchdehnung eines Zementgesteins. Zudem besitzen die Fasern ein Wasserspeichervermögen, das den Aushärtungsprozess (Hydratation) und dadurch die Ausbildung guter Haftigenschaften begünstigt. Ferner wird auch der Gefahr des «Verdurstens» einer Mörtelmischung entgegengewirkt. Für weitere praktische Hinweise im Zusammenhang mit der antiken Mörtelherstellung möchte ich M. Horisberger von der Theaterbauhütte Augst ganz herzlich danken.

wendung von Ziegelausschuss oder Fehlbränden¹⁷. Ohne wesentlichen Kieszuschlag präsentiert sich dagegen der anschliessend aufgetragene Wandverputz der Schicht 5. Er besitzt ein sehr gleichmässiges Ziegeln Korn mit einem Median um 5 mm und ist offenbar ausgesiebt. Dieser Deckputz erscheint am kritischen Grenzbereich zur unteren Sohle leicht verstärkt. Die obere Sohle, in ihrer Zusammensetzung mit der unteren (Schicht 4) vergleichbar, verfügt ebenfalls über eine analoge randliche Fugendichtung, wobei diese Dichtung zusätzlich von der dünnen Ziegelmehlschicht 7 geschützt ist. Beide werden vom bekannten Viertelrundstab überdeckt, der «frisch auf frisch» mit Schicht 7 entstand und neben seiner Funktion als kräftig ausgebildeter Abdichtung des Eckbereichs auch eine Rolle in der Hydrodynamik spielte (s. dazu auch Kapitel 3.3.3. Fliessgeschwindigkeit, Wasserleistung und Kanalsedimente).

Zusammensetzung des Mörtels

Die mikroskopische Untersuchung des Bindemittels hat für alle *opus signinum*-Schichten den Nachweis von kreidigem Kalzit erbracht, was auf die Verwendung von trocken gelöschtem Branntkalk schliessen lässt. Entsprechend hergestellte, mit kreidigen Einschlüssen durchsetzte Mörtel weisen laut Kraus et al. (1989, 216) trotz hohem Bindemittelanteil nahezu keine Schwundrisse auf, was durch unsere mikroskopischen Analysen bestätigt wird. Dieser hohe, in Schicht 5 stellenweise bis 55% (!) betragende Bindemittelanteil sichert mittels seiner Kalziteinschlüsse gleichzeitig die Selbstheilungskapazität bei Rissbildung, ein Prozess, der in kleinerem Umfang auch im Ziegelmörtel vom Oberen Burghaldenweg abgelaufen ist und zu schöner Kalzitumkristallisation entlang schadhafter Stellen geführt hat (Abb. 49a, 49b). Zu diesen hinsichtlich der Dauerhaftigkeit eines Verputzes ausschlaggebenden Eigenschaften gesellen sich zwei weitere, in den römischen Mörteln von Augusta Raurica bislang noch nie festgestellte Merkmale.

Zum einen handelt es sich um bis mehrere mm grosse Mineralneubildungen, die sich vor allem in ehemaligen Hohlräumen der Sohle (Schichten 4 und 6) und dem Deckputz der Wangen (Schicht 5) abzeichnen. Im Dünnschliff beobachtet man rundliche Porenräume des Mörtels¹⁸, die oft vollständig von stengeligen Mineralien mit grauen sowie blauen bis roten Interferenzfarben ausgefüllt sind (Abb. 50). Auf-

grund der Analysen mit der Mikrosonde handelt es sich bei diesen Mineralien um ein Kalzium-Aluminium-Hydrat, das sich nach dem Abbinden des Mörtels, offensichtlich als Folge von Stoffaustauschprozessen zwischen dem Ziegelschrot und dem Branntkalk, gebildet hat¹⁹.

Zum anderen ermöglichten die Mikrosondenuntersuchungen eine differenzierte Bestimmung der Bindemittelzusammensetzung. Es zeigte sich deutlich, dass die kalkhaltige Grundmasse, die die Zuschlagstoffe fest miteinander verkittet, aus einem Kalziumkarbonat besteht, jedoch erstaunlicherweise einen Kieselsäureanteil von rund 6,5 Gew.% besitzt. Dieser Gehalt an Kieselsäure dürfte nicht von feinverteiltem, körnigem Silikat (Quarzkörnern) stammen, sondern deutet u. E. auf Kalzium-Silizium-Verbindungen²⁰ innerhalb des Bindemittels, wie sie beispielsweise auch von Jakobs (1991, 54) aufgrund seiner Analysen am Ziegelschrotmörtel der römischen Wasserleitung nach Vindonissa vermutet werden.

Die Mineralneubildungen in den Poren sowie der Kieselsäureanteil im Bindemittel weisen auf die Verwendung eines *hydraulisch* wirkenden Mörtels hin, ein in der Bautechnik geläufiger Begriff, der im folgenden nochmals kurz erläutert werden soll.

Ein hydraulischer Kalk kann, im Gegensatz zu einem aus einem sehr reinen Kalkstein hergestellten Branntkalk (sog. Luftkalk), auch ohne Luftzutritt, d. h. durch die chemische Anlagerung von Wasser erhärten und bleibt danach wasserbeständig. Diese hydraulischen Eigenschaften gründen auf der Beteiligung natürlicher toniger Verunreinigungen eines Kalksteines, die heutzutage bei der industriellen Fabrikation eines hydraulischen Kalkes durch die Verwendung von Mergel erreicht werden. Mergel enthalten neben Kalk auch Kieselsäure, Aluminium- und Eisenoxide, die sich beim Brand in ein Kalziumsilikat umsetzen (TFB 1987). Ein hydraulischer Mörtel lässt sich jedoch auch, unabhängig vom Kalkstein, durch die Beigabe hydraulisch wirkender Zuschläge erzielen, wobei hier zwischen den sog. natürlichen Puzzolanen (z. B. vulkanische Aschen, Trachittuffe, Trass, Santorin-Erde u. a.) und den künstlich hergestellten Puzzolanen zu unterscheiden ist. Zu letzteren zählt der Ziegelschrot, der die Rolle des hydraulisch wirkenden Anteils übernimmt (Lamprecht 1984, 31; Althaus 1994, 26). In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass hydraulische Mörtel auch generell härter und resisten-

17 Demgegenüber war eine Verwendung von Eisenhüttenschlacken – von Wisser (1989, 35) beispielsweise als Vergütung in den Mauer-
mörteln der römischen Baderuine von Badenweiler festgestellt – in unseren Präparaten nicht nachweisbar.

18 Die Präsenz kugeligter Porenräume wird von Lamprecht (1984, 66) als mögliches Indiz für die Verwendung ölhaltiger Substanzen bei der
Mörtelherstellung betrachtet.

19 S. dazu auch Lamprecht 1984, 65. Für die Analysen mit der Mikrosonde sei Prof. M. Frey und Dr. S. Schmidt vom Mineralogisch-
petrographischen Institut der Universität Basel herzlich gedankt. Dass es zu Stoffwanderungen aus den Ziegelfragmenten gekommen ist,
zeigen auch die Reaktionssäume entlang der zerstoßenen Baukeramik auf Abb. 43.

20 Möglicherweise liegt die Kieselsäure wie im modernen Beton in Form von Kalziumsilikathydrat (C-S-H) vor.

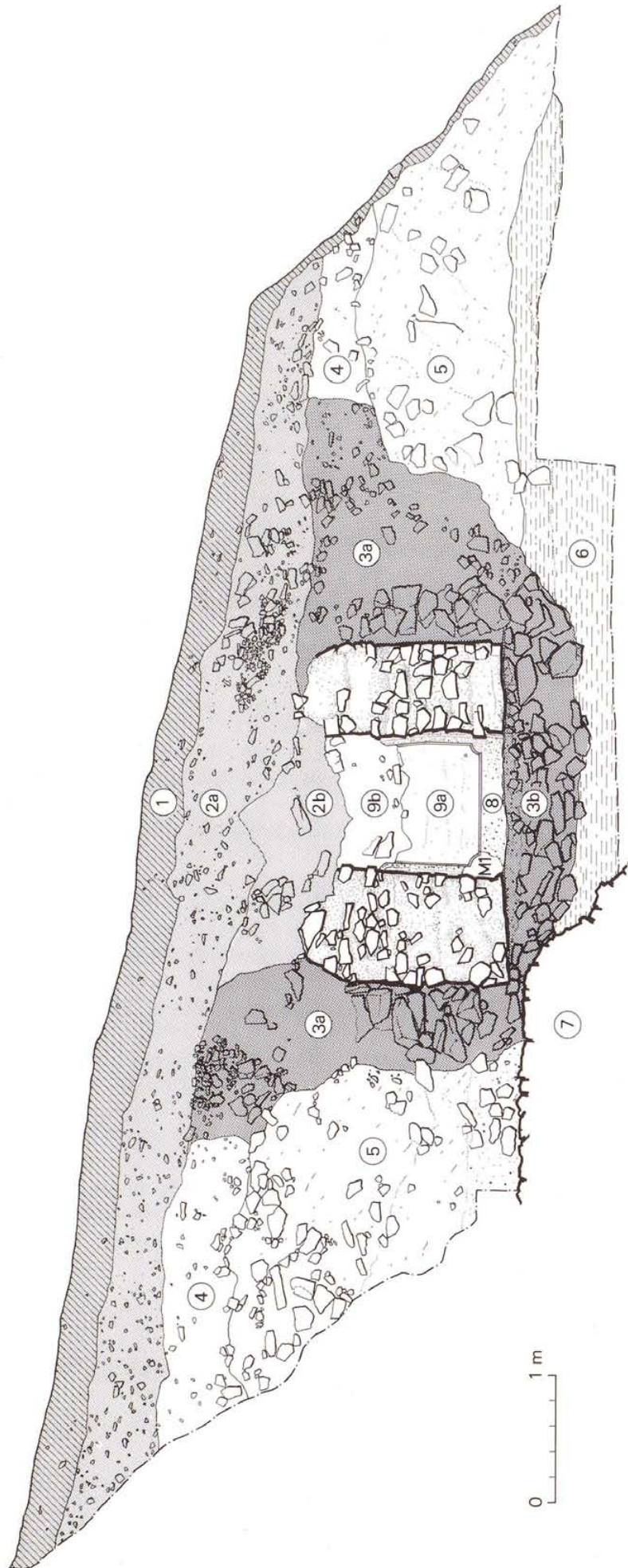


Abb. 46a Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Profil P3. Hangprofil mit Querschnitt durch die Wasserleitung. M1 = Mörtelprobe. Zum Schichtbeschrieb s. Abb. 46b.

Abb. 46b Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Schichtbeschrieb zu Profil P3.

Schicht	Sedimentbeschrieb	Interpretation
1	Dunkelbrauner, sandiger Lehm.	Humushorizont
2	Hellbrauner kiesig-sandiger Lehm mit Steinen.	Verwittertes Kolluvium (2a). Im Kanalbereich möglicherweise auch nachrömische Eingriffe (2b).
3a	Brauner kiesiger Lehm, z. T. mit Mörtelresten. Seitliche Sickerpackungen aus Blockschutt.	Sickerpackungen und Verfüllung der römischen Baugrube.
3b	Blockschutt aus lokalen Kalken. Der darüberliegende Mörtelguss ist von einer dünnen Lehmschicht bedeckt.	Trocken gemauerte Fundamentzone mit ausgleichender Mörtellage und Gehniveau an dessen Oberkante.
4	Rötlichbrauner, siltig-toniger Lehm mit vereinzelt korrodierten Kalken.	Verwitterungshorizont aus Hangschutt.
5	Brauner, plastischer Lehm mit vereinzelt Kalkblöcken.	Lehmiger Hangschutt aus verlagertem Opalinuston und Kalkblöcken des unteren Doggers.
6	Grauer bis grünlicher toniger Silt, glimmerhaltig.	Opalinuston.
7	Brauner oolithischer Kalk. Keine römischen Abbauspuren erkennbar.	Felsblock des unteren Doggers.
8	Ziegelschrotmörtel der Wasserleitung.	Wasserfeste Auskleidung des Kanals.
9	Wechsellagerung von geschichteten Sanden und Feinkiesen (9a), darüber Lehm mit Bruchsteinen (9b).	Fluviatile Sedimente, die sich während der Funktion der Wasserleitung an dessen Sohle abgelagert haben.

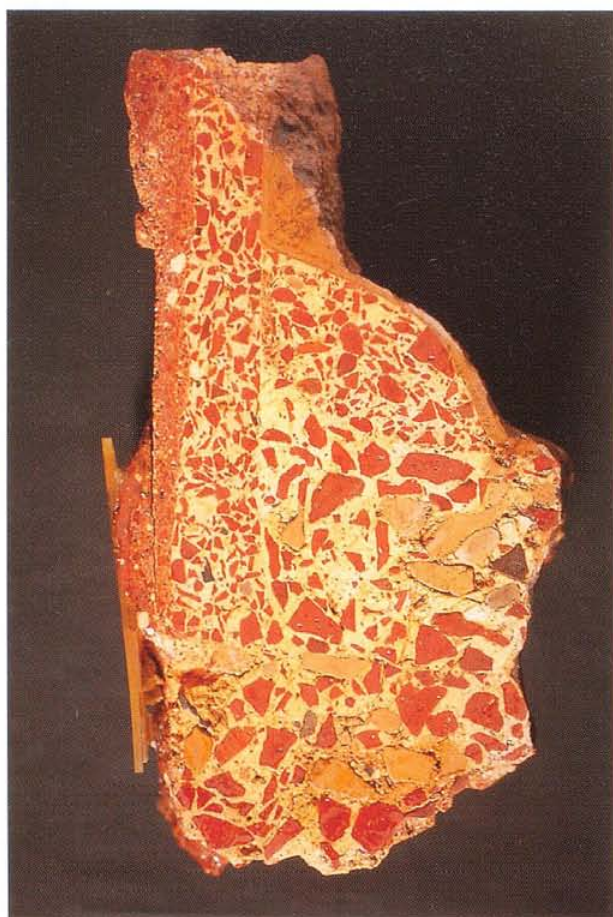


Abb. 47a Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Ansicht der geschliffenen Mörtelprobe M1 aus dem unteren Eckbereich der Kanalauskleidung. Man erkennt den seitlichen Deckputz, die Kanalsohle, den Viertelrundstab und den Kalksinter. Zum Schichtbeschrieb vgl. Abb. 47c.

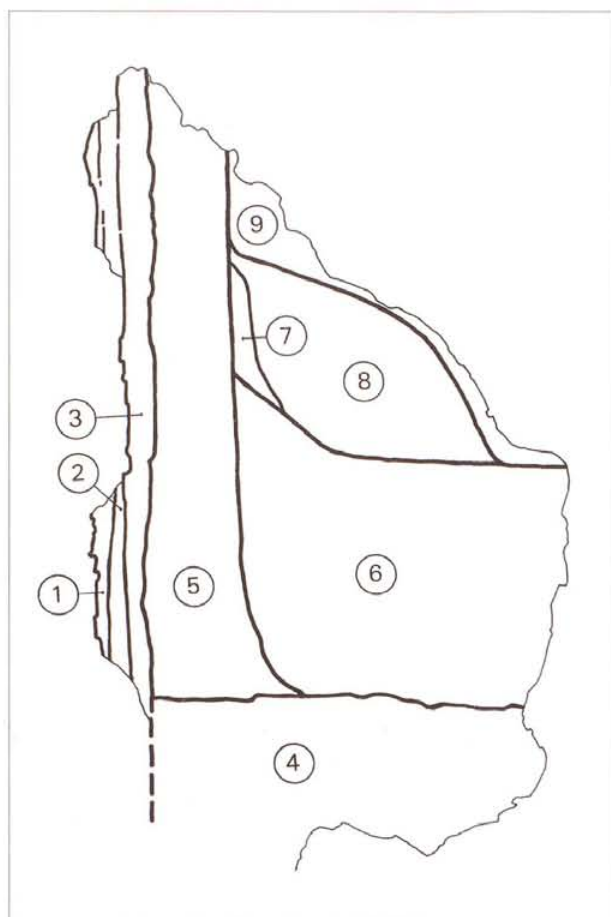


Abb. 47b Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Umzeichnung der Mörtelprobe M1 mit chronologischer Abfolge der Mörtelschichten 1 bis 8 und dem Kalksinter (9).

ter als die reinen Luftkalkmörtel sind und deshalb mit Vorliebe bei besonders beanspruchten Bauteilen Einsatz fanden (Frizot 1975, 26). Für die Augster Wasserleitung können wir daraus schliessen, dass die hochstehende Mörtelqualität der Kanalauskleidung mit Sicherheit durch die Verwendung künstlicher Puzzolane erzielt wurde.

Nicht auszuschliessen ist auch ein gleichzeitiger Einsatz eines hydraulisch wirkenden Branntkalkes, wie er sich zum Beispiel durch das Brennen des schwach mergelhaltigen Hauptmuschelkalkes der Kaiseraugster Steinbrüche ergeben konnte²¹. Da in unserer Region keine modern untersuchten römischen Kalköfen bekannt sind, sei in diesem Kontext auf den sehr aufschlussreichen Befund einer in situ erhärteten Füllung eines Kalkbrennofens von Bad Wimpfen (D) aus der Zeit um 200 n. Chr. aufmerksam gemacht. Wisser (1989, 24) konnte mittels naturwissenschaftlicher Ana-

lysen nachweisen, dass hier nicht ein gewöhnlicher Kalkmörtel hergestellt wurde, sondern eine Art hydraulischer Kalk, dessen chemische Zusammensetzung unserem heutigen Portlandzement sehr ähnlich war!

Schlussfolgerungen

Generell ist festzuhalten, dass das ziegelführende *opus signinum* bei der Analyse römischer Mörtel einen besonderen Rang einnimmt, da ein Material mit hydraulischen Eigenschaften vorliegt. Diese Eigenschaften machte man sich auch beim Bau der Freispiegelleitung nach Augusta Raurica zu Nutze, wobei in der komplizierten Abfolge der 8 teils ineinander verschränkten Ziegelmörtellagen ein enormes bautechnisches Wissen und eine grosse Sorgfalt in der Ausführung zum Ausdruck kommen. Die naturwissenschaftlichen Analysen zeigen, dass man eine bindemittelreiche, hydraulische Mischung mit Fragmenten

²¹ Wie Anm. 13 (Müller/Rentzel 1994). Über die hydraulischen Eigenschaften eines Branntkalkes aus Hauptmuschelkalk ist nichts bekannt. Hierzu wären experimentelle Untersuchungen notwendig.

Schicht	Bezeichnung	Beschrieb	Besonderes
1	Grundputz	Dunkelroter Mörtel mit hohem Anteil an Ziegelmehl und etwas Kalksand.	
2	Grundputz	Rötlicher Mörtel mit Ziegelbruch der Silt-, Sand- und Feinkiesfraktion. Wenig Kalkzuschlag.	Grosse kreidige Kalziteinschlüsse.
3	Grundputz	Wie Schicht 2.	
4	Sohle, unterer Teil	Bindemittelreicher Mörtel mit Zuschlag aus grobem Ziegelsplitt, gebrochenem Hauptrogenstein und schlecht gerundetem Kalkschotter. Vereinzelt kreidige Kalziteinschlüsse.	Organischer Zuschlag (Häcksel oder Stroh). Stark hydraulisch. Verschlackte Ziegel (Fehlbrände).
5	Deckputz	Mörtel mit gut kalibriertem (ausgesiebt?) Ziegelsplitt mit einem mittleren Korndurchmesser um 5 mm.	Stark hydraulisch (Abb. 50). Die kugeligen Porenräume sind möglicherweise durch die Zugabe ölhaltiger Substanzen entstanden.
6	Sohle, oberer Teil	Mörtellage mit hohem Bindemittelanteil und Zuschlag aus grobem Ziegelbruch, gebrochenem Hauptrogenstein und wenig Kalkschotter. Viele kreidige Kalziteinschlüsse sowie kleine Holzkohlepartikel. Im Wandbereich mit hochgezogener Fuge.	Organischer Zuschlag (Häcksel oder Stroh). Stark hydraulisch, Neubildungen von Kalzium-Aluminium-Verbindungen in den Porenräumen des Mörtels. (Abb. 43, 45, 48, 49).
7	Fugendichtung	Dünne Mörtelschicht mit hohem Ziegelmehlanteil und feinem Ziegelsplitt.	
8	Viertelrundstab	Mörtel mit relativ gut kalibriertem Ziegelkornanteil. Etwas Kalkschotterzuschlag.	
9	Kalksinter	Bis mehrere cm mächtige, geschichtete Kalkablagerungen an der ehemals benetzten Oberfläche der Wasserleitung.	Stellenweise bis auf eine Höhe von 70 cm ab Kanalboden erhalten.

Abb. 47c Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Schichtbeschrieb zu Mörtelprobe M1.

von stückigem Brantkalk gewählt hat, in der sich dank der Zugabe von Stroh und möglicherweise auch von ölhaltigen Substanzen die nötigen Porenräume bilden konnten. In diesen Hohlräumen rekristallisierte im Laufe der Zeit ein Kalzium-Aluminium-Hydrat, das gemeinsam mit dem kieselensäurehaltigen Bindemittel und dem Selbstheilungsvermögen der kreidigen Kalzeinschlüsse für die hervorragende Qualität und erstaunliche Beständigkeit des Mörtels verantwortlich ist. Dass die Wasserrinne im benetzten Bereich durch Kalksinterablagerungen belegt war, hat sie zusätzlich vor mechanischer Beanspruchung geschützt.

Wie im Fall der Wasserleitung nach Vindonissa zeichnet sich ab, dass die Dauerhaftigkeit der römischen Bauteile aus Ziegelschrotmörtel nicht nur durch Endhärte und SiO_2 -Gehalt – beide Werte im Vergleich mit modernem Beton deutlich tiefer liegend (Jacobs

1991) – bestimmt werden. Weitere vorteilhafte Eigenschaften römischer Mörtel beruhen u. a. im Silt- und Tonanteil der nicht gewaschenen Zuschlagsstoffe²², auf den ungelöschten Brantkalkresten, auf den infolge des Trockenlöschverfahrens angeätzten und dadurch besser eingebundenen Zuschlägen²³ sowie nicht zuletzt auf dem äusserst geringen Anteil an schädlichen Salzen, die heutzutage in allen modernen Bindemitteln vorkommen²⁴.

3.3.3. Fließgeschwindigkeit, Wasserleistung und Kanalsedimente

Im südlichen Abschnitt der Ausgrabungen am Oberen Burghaldenweg liessen sich die natürlichen Rückstände im Kanalinnern anhand mehrerer Profilschnitte studieren. Art, Zusammensetzung und Deu-

22 Freundlicher Hinweis M. Horisberger.

23 Kraus et al. 1989, 217.

24 Diese Aussagen beziehen sich auf laufende Untersuchungen an antiken Mörteln des römischen Theaters von Augst sowie auf Salzanalysen moderner, bei der Restaurierung eingesetzter Bindemittel.

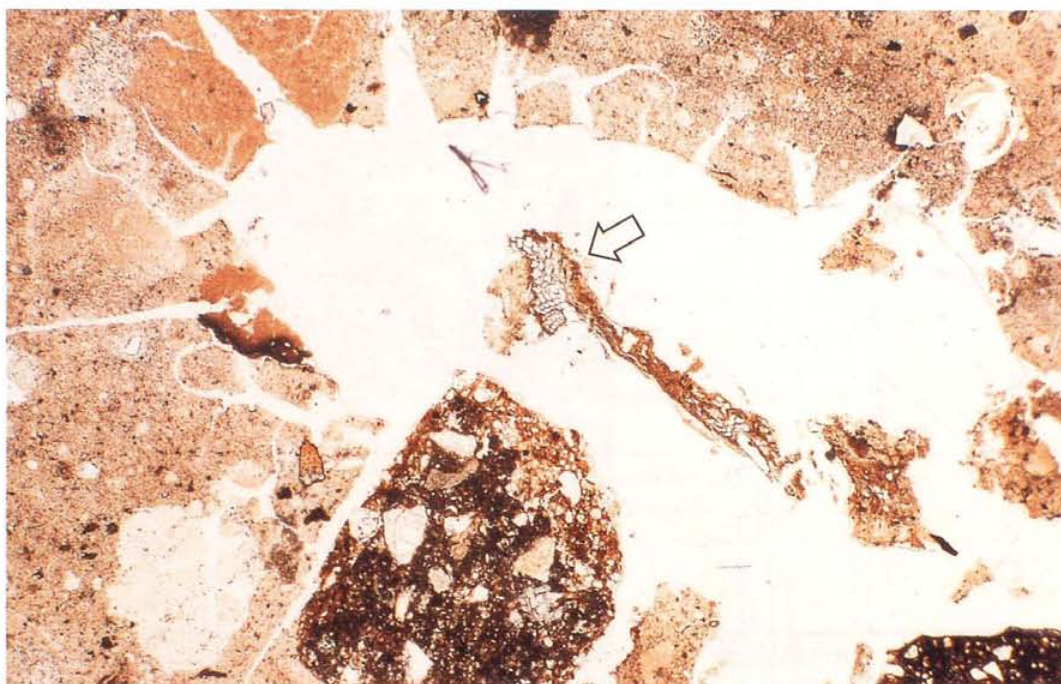


Abb. 48 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Schicht 6). In der Bildmitte erkennt man einen rund 3 mm breiten Hohlraum, der durch die gezielte Zugabe von Stroh (Pfeil) entstand. Eine Beigabe von Fasern wirkt dem zu raschen Abbinden einer Mörtelmischung («Verdursten») entgegen und erhöht die Bruchdehnung sowie das Haftvermögen eines Verputzes. Bildbreite: 4.4 mm, PPL.

tung dieser Sedimente sollen dabei am Beispiel von Profil P15 (Abb. 26 und 51) näher vorgestellt werden. Während in den Leitungsabschnitten mit zerstörtem Gewölbe nur die unteren 100 cm der Verfüllung als ungestört zu betrachten sind (vgl. Abb. 46), erreichen die Ablagerungen im überwölbten Bereich eine Mächtigkeit von maximal 140 cm, und die einzelnen Schichten lassen sich zudem auf einer Länge von über 10 m verfolgen. Die geologische Aufnahme von Profil P15 erlaubt nun eine grobe, in mehreren Profilen²⁵ beobachtbare Einteilung in drei Schichtkomplexe, die jeweils eine unterschiedliche Entstehungsgeschichte haben und ihrerseits auf eine wechselnde Wasserführung in der Leitung zurückgehen (Abb. 51 und 52).

Kalksinter und Fliessgeschwindigkeit

Ein stellenweise mehrere Zentimeter dicker, harter Kalksinter (Schichtkomplex C) bedeckt die Sohle und die beiden Wangen des Kanals. Seine ungleiche Mächtigkeit erlaubt leider keine sinnvollen Aussagen zur Benutzungsdauer des Kanals, da die Zuwachsrate einer Sinterablagerung nicht nur von der Zeit, sondern auch von weiteren Variablen, unter an-

derem vom Kalkgehalt, von der Temperatur und von der Fliessgeschwindigkeit des Wassers abhängig ist. Im Fall der Augster Wasserleitung wird eine Berechnung der Kalkabscheidungsdauer durch die Tatsache erschwert, dass man bei den periodisch notwendigen Unterhaltsarbeiten vermutlich auch Teile der abblätternen Sinterlagen entfernt hat²⁶. Zur chemischen oder gar bakteriologischen Wasserqualität lassen sich ebenfalls keine weiterführenden Angaben machen. Wir können nur festhalten, dass der ohne Beimengungen von Sandkörnern aufgebaute Sinter aus reinem Kalk besteht und durch geringe Feinanteile beige bis graubraun verfärbt ist. Dies deutet eine allgemein nur schwache Suspensionsfracht des Wassers an.

Anhand der Versinterungen ist ausserdem der Wasserfluss bzw. die Leistung des Kanals abschätzbar. Mit einer nachgewiesenen Maximalhöhe von 70 cm kleidet der Kalksinter die Wasserleitung bis knapp an den oberen Abschluss des Wandverputzes aus. Die Kalkabsätze sind jedoch in den obersten 20 cm dünner und mögen vorübergehende «Hochwasserstände» anzeigen oder bei bereits erhöhter Sohle entstanden sein.

25 Profile durch die Verfüllung der Wasserleitung der Ausgrabungen Oberer Burghaldenweg (Fundstelle Nr. 27) und Weisse Fluh (Fundstelle Nr. 23).

26 S. dazu auch Abb. 47a, die eine unterschiedliche Mächtigkeit des Sinters an der Wand und an der Sohle erkennen lässt. Dies deutet u. E. auf mögliche Reinigungsarbeiten – mit partiellem Entfernen des Sinters – hin.

Für die Berechnung darf man daher von einer mittleren Wasserhöhe von 50 cm ausgehen, was bei einem Gefälle von 0,15% und einem mit zunehmendem Sinterbelag ansteigenden Reibungswiderstand von $k=50$ bis $k=35$ eine Leistung zwischen 410 l/s und 290 l/s ergibt²⁷. Die ermittelten Fließgeschwindigkeiten bewegen sich dabei zwischen 87 cm/s und 61 cm/s. Mit gut 300 l/s oder rund 1'000 m³/h stand also eine Wassermenge zur Verfügung, die beispielsweise mit den Werten der antiken Brévenne- oder auch der Gier-Leitung von Lyon vergleichbar ist²⁸.

An dieser Stelle seien noch einmal die beiden markanten Viertelrundstableisten aus dem unteren Eckbereich der Wasserleitung angesprochen. Wie aus den Ausführungen zu den technologischen Merkmalen des Ziegelschrotmörtels (oben Kapitel 3.3.2.) hervorgeht, wurden diese beiden seitlichen Wölbungen in einem letzten Arbeitsgang aufgetragen, möglicherweise nicht nur in der Absicht, eine dauerhafte Abdichtung der kritischen Fugenzone zu erreichen. Angesichts der sieben zumeist ineinander verschränkten und teilweise noch speziell abgedichteten Mörtelschichten ist fraglich, ob eine solch massive Fugendichtung überhaupt notwendig war. Neben einer Funktion als Dichtung erfüllte der Viertelrundstab nämlich noch eine weitere Aufgabe: mit der Verringerung des Leitungsquerschnittes wurde am Kanalgrund automatisch eine leichte Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit eine Zunahme der Transportkapazität des fließenden Wassers erzielt. Dieser auf hydrodynamischen Gesetzmässigkeiten basierende Effekt kann sich gerade auch bei niedrigem Wasserstand positiv auswirken, indem die Akkumulation von Sand und Feinkies erschwert wird²⁹. Indirekt werden diese Überlegungen durch die Beobachtungen am Sinter gestützt, der wie weiter oben geschildert im Sohlbereich keine verkitteten Sandpartikel enthält. Dies zeigt, dass die Transportkapazität des Wassers zumindest während der Bildungsdauer der basalen Sinterschicht ausreichte, entsprechende Sandablagerungen zu verhindern.

Sedimentkomplex B

Über dem harten Kalksinter folgt eine 60 cm starke Sequenz typischer fluviatiler Ablagerungen mit

linsenförmig ausgebildeten Schichten, die vorwiegend aus gerundeten Tuffbruchstücken und einzelnen Schneckenschalen bestehen. Diese lockeren Kanalabsätze entsprechen in ihrer petrographischen Zusammensetzung weder den Ergolzalluvionen noch einer lokalen Bachablagerung. Die mikroskopischen Untersuchungen lassen eine grösstenteils autochthone Entstehung erkennen: Es handelt sich um von den Wänden abgewitterte und anschliessend durch fließendes Wasser transportierte Kalktuffpartikel (Abb. 53). Aufgrund der feinkiesdominierten Korngrössenzusammensetzung lässt sich nach Hjulström (1939) eine maximale Fließgeschwindigkeit von 50 cm/s ermitteln, wobei aber die lehmigen Abschnitte stärkere Variationen mit zeitweise erhöhter Suspensionsfracht anzeigen. Zwei Tatsachen fallen aus sedimentologischer Sicht in Schichtkomplex B auf:

Zum einen liegt in Schicht 5 (Abb. 52) mit der schräg verlaufenden Obergrenze und der Kornverfeinerung zu Mauer MR 2 hin gewissermassen ein Schnitt durch einen Mäanderbogen vor, der einen geneigten Gleithang sowie einen stark versinterten Prallhang bei Mauer MR1 zeigt. Die Korngrössenzusammensetzung des Sedimentes lässt – wie bereits erwähnt – auf eine Fließgeschwindigkeit von rund 50 cm/s schliessen, so dass bei einer Wasserhöhe von 50 cm noch maximal 240 l/s durch den Kanal fliessen konnten.

Zum anderen stellt man auf allen untersuchten Leitungsprofilen in den obersten Zonen von Komplex B grössere Mörtelreste und Ziegelbruchstücke fest. Sie sind zu einem Zeitpunkt eingebettet worden, als der Kanal bereits 60 cm hoch verfüllt, aber trotz erniedrigter Fließgeschwindigkeit noch funktionsfähig war. Diese Mörtelreste müssen folglich von einer flussaufwärts liegenden, schadhafte Stelle stammen. Nach diesem Ereignis offenbart sich ein markanter Wechsel im Fließregime der Leitung, ein Wandel, der durch den scharfen Kontakt zu Schicht 2 (Schichtkomplex A) und deren feinmaterialreiche Zusammensetzung dokumentiert ist.

Sedimentkomplex A

Unter dem Begriff «Schichtkomplex A» wird der obere Teil der Kanalverfüllung zusammengefasst, dessen stellenweise hoher Ton- und Siltanteil auf ei-

27 Die Berechnungsweise der Leistungsfähigkeit wird ausführlich bei Widmer (1991) erläutert. Für die römische Wasserleitung nach Augst wurden die Berechnungen freundlicherweise von dipl. Ing. A. Recher, Ziefen, vorgenommen, dem ich hierfür herzlich danken möchte. Es sei darauf hingewiesen, dass der schwer abzuschätzende Reibungswiderstand (k) eine der wichtigsten Variablen in der Gleichung zur Berechnung der Wasserleistung darstellt. Aufgrund des nachgewiesenen Sinterbelages und möglicher Kies- und Sandpartikel auf der Kanalsohle wurde der k -Wert vorsichtigerweise tief, d. h. zwischen 50 und 35, angesetzt. Setzt man jedoch einen sehr hohen Rauheitswert (also geringere Reibkräfte) von k zwischen 80 und 90 voraus – wie dies Widmer (1991, 50) bei seinen Berechnungen für die «ältere» römische Wasserleitung in Hausen bei Vindonissa getan hat – so würde die Augster Wasserleitung bei 50 cm hohem Pegel an die 700 l/s oder 2'400 m³/h leisten. Ein Rauheitswert von $k = 90$ mag für eine absolut glatte und nicht versinterte Leitungsoberfläche gelten, was vielleicht für die «ältere» Wasserleitung in Hausen und anfänglich auch für die Augster Leitung zutrifft.

– Bereits P. Rebmann (Die Wasserversorgung der Römerstadt Augusta Raurica, Unpubl. Manuskript 1990, 185.) hat unter Mithilfe von M. Botomino, Kantonales Tiefbauamt Baselland, ähnliche Aufstellungen durchgeführt. Sie basieren auf folgenden Grundlagen: Kanalbreite: 95 cm; Wasserhöhe: 50 cm; Gefälle: 0,2 %; Reibungswiderstand K : 35 – 45.

28 Die Leistungen der antiken Brévenne- und Gier-Leitung lagen bei geschätzten 28'000 m³/Tag bzw. 25'000 m³/Tag (Wasserversorgung 1988, 194).

29 Entsprechende Überlegungen zur Hydrodynamik hat auch Widmer (1991) in seinem Bericht zur «älteren» römischen Wasserleitung in Hausen angestellt und durch die beiden Abb. 7 und 9 treffend belegt. – Ein idealer Leitungsquerschnitt, der den im Text erwähnten Problemen bezüglich Schlammakkumulation bei Niedrigwasser optimal Rechnung trägt, müsste einen eiförmigen Querschnitt mit spitzer Sohle – in der Art der modernen Abwasserrohre aus Beton – aufweisen. Freundlicher Hinweis dipl. Ing. A. Recher.

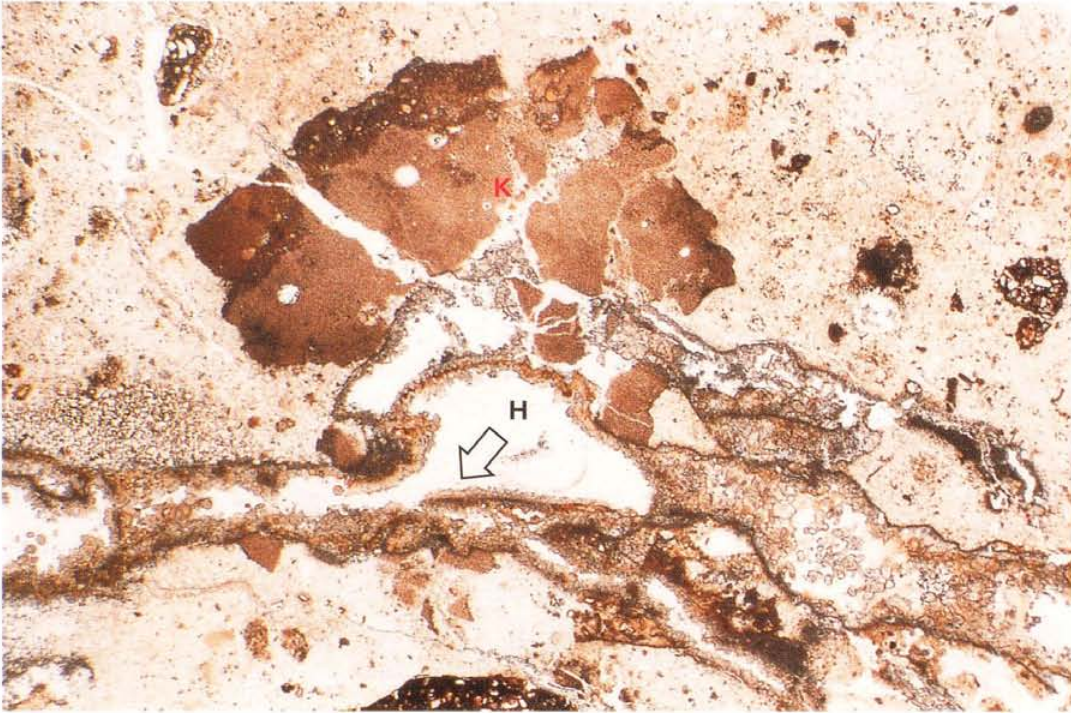
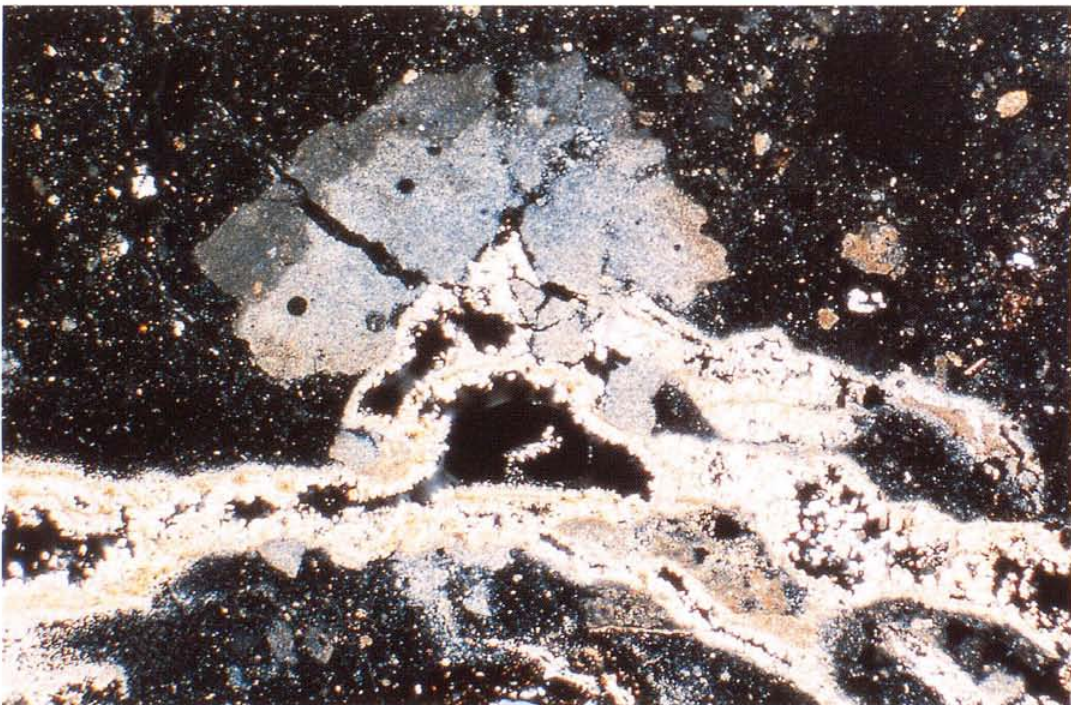


Abb. 49a Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Schicht 6). Beleg für das Selbstheilungsvermögen eines mit kreidigen Kalziteinschlüssen (K) durchsetzten Mörtels: entlang mehrerer Haarrisse (H) haben sich beidseitig neue Kalzitabscheidungen (Pfeil) gebildet und die schadhaften Stellen überbrückt. Bildbreite: 4.4 mm, PPL. Vgl. auch Abb. 42 und Abb. 45.

Abb. 49b Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, obere Sohle (Schicht 6). Kreidiger Kalziteinschluss (bläulich) als «Bindemittel-depot» und gut kristallisierte Kalzitbildungen entlang von Haarrissen. Gleicher Bildausschnitt wie Abb. 49a. Bildbreite: 4.4 mm, XPL.



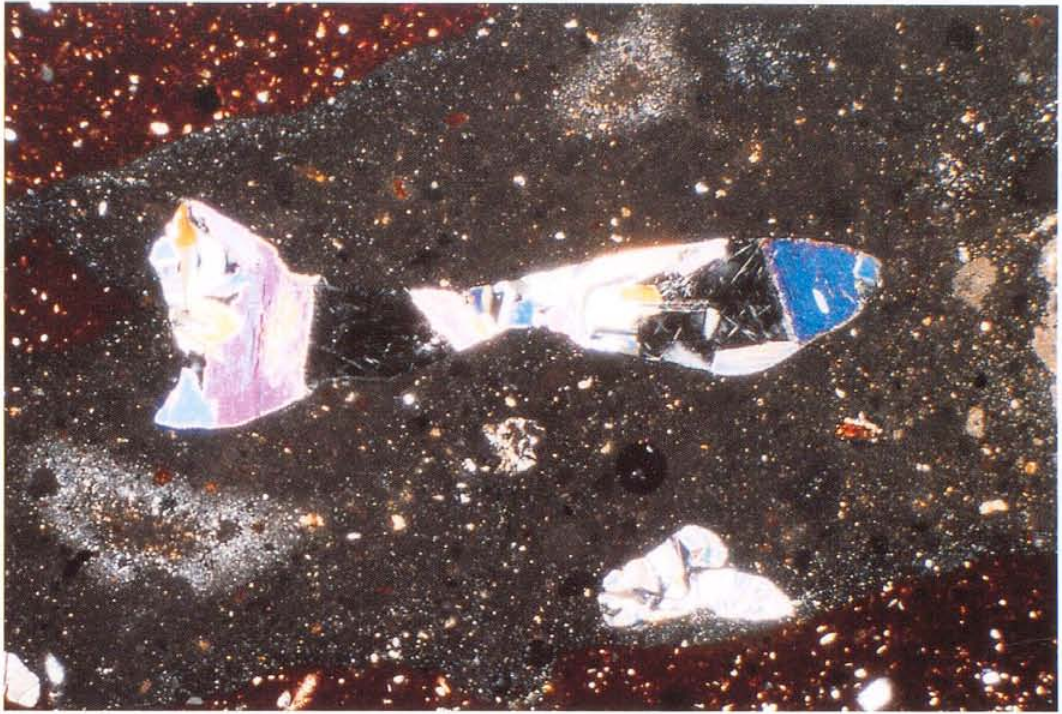


Abb. 50 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Mikrofoto des Ziegelschrotmörtels, Probe M1, Deckputz (Schicht 5). Mineralneubildungen in Hohlräumen. Es handelt sich um Kalzium-Aluminium-Verbindungen; Beleg für die Verwendung eines hydraulisch wirkenden Mörtels. Das umgebende Kalkbindemittel weist ferner einen beträchtlichen Kieselsäureanteil auf. Bildbreite: 4.4 mm, XPL.

nen sehr suspensionsreichen, langsam fliessenden Wasserstrom mit Fliessgeschwindigkeiten unter 1 cm/s hinweist. Die Sedimentaufhöhung kann in relativ kurzer Zeit entstanden sein, was im übrigen durch das Fehlen entsprechender Sinterbeläge an der oberen Kanalwange bestätigt wird. Dass auch innerhalb von Schichtkomplex A mit wechselnden Wasserständen zu rechnen ist, wird durch die breite Kieslinse in Schicht 2 angezeigt. Generell beobachtet man jedoch in Komplex A eine nach oben zunehmende Kornverfeinerung, was einem Rückgang in der Wasserführung bis hin zum kompletten Unterbruch und damit einer eigentlichen Verlandungssequenz entspricht.

Deutung

Die basalen und seitlichen Kalksinterablagerungen (Schicht 6) haben sich im Laufe der Nutzungszeit eines instandgehaltenen Wasserkanals gebildet, der bei einem 50 cm hohen Wasserspiegel um 300 l/s befördern konnte. Daraus resultiert eine mitt-

lere Tagesleistung von 24'000 m³. Aus der Mächtigkeit der Versinterungen kann nicht direkt auf die Funktionszeit der Wasserleitung geschlossen werden; für den Aufbau der teils mehrere Zentimeter starken Kalkabsätze sind allerdings viele Jahrzehnte zu postulieren. Die darüberfolgenden sandig-kiesigen Kanalabsätze von Schichtkomplex B zeigen einen reduzierten Wasserfluss an, wobei ihre allmähliche Aufhöhung erst mit einem mangelhaften oder gar fehlenden Kanalunterhalt einsetzte. Die dadurch angefallenen Sande und Kiese sind im obersten Abschnitt von Komplex B mit Mörtelresten angereichert, was letztlich die Existenz eines schadhaften Teilstückes oberhalb unseres untersuchten Aufschlusses erahnen lässt. Während in Schichtkomplex B die Wasserführung bereits verringert ist und die Fliessgeschwindigkeit noch bei maximal 50 cm/s liegt, nimmt sie in Komplex A deutlich ab, was beim suspensionshaltigen Wasser zu einem raschen Absatz von Feinsediment geführt und den Kanal schliesslich bis über den Gewölbeansatz hinaus verfüllt hat.

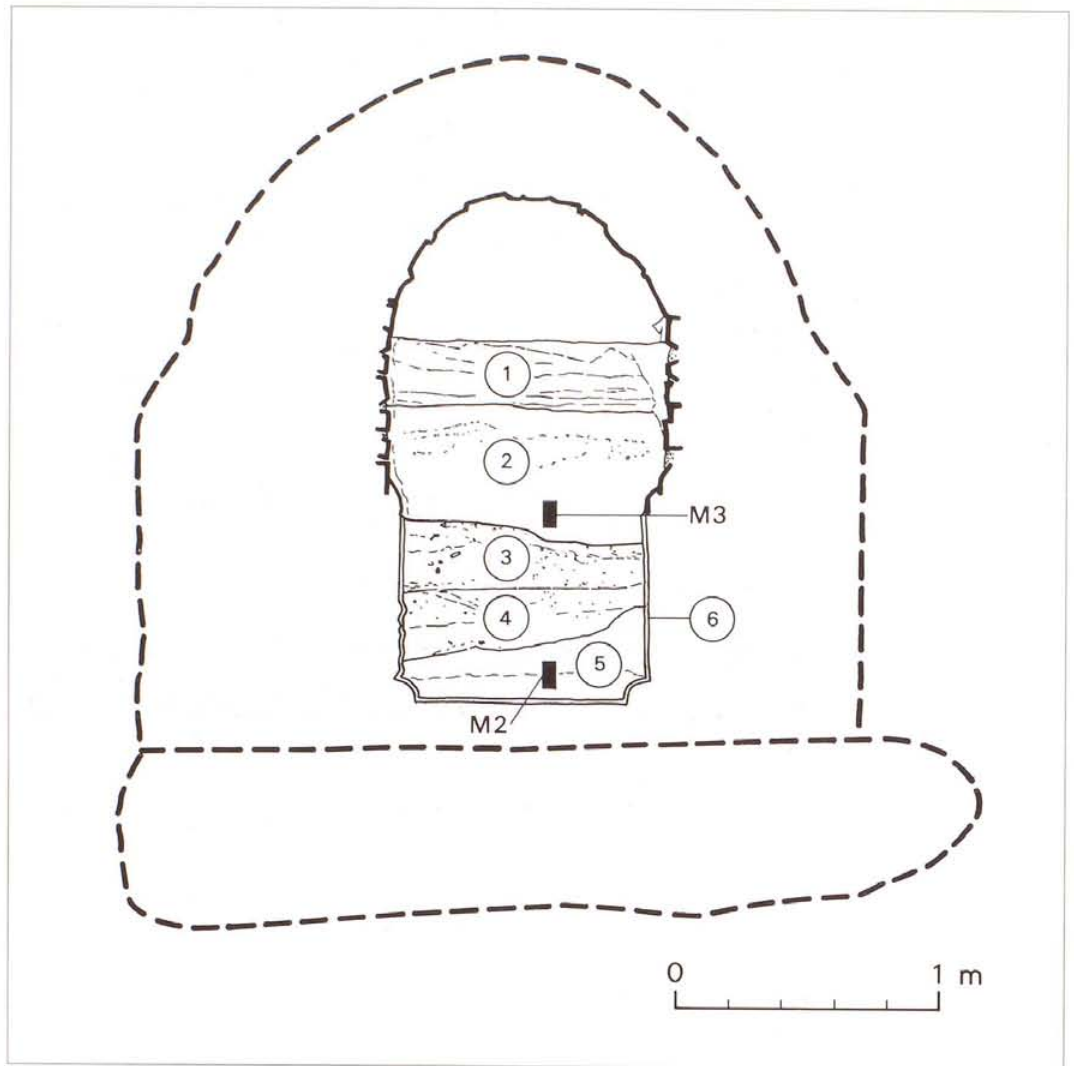


Abb. 51 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Profil P15. Querschnitt durch die Verfüllung der Wasserleitung mit Eintrag der Bodenproben M2 und M3. Schichtbeschrieb s. Abb. 52.

Schichtkomplex	Schicht	Sedimenttyp	Interpretation (Mikromorphologie)
A	1	Gelbbrauner, feinkiesiger Sand mit horizontalen Lehmstäben. Wenige Holzkohleflöckchen.	Fluviatile Verfüllung mit wechselnder Fließgeschwindigkeit und zeitweise hoher Suspensionsfracht. Gegen oben abnehmende Wasserführung.
	2	Hellbrauner siltiger Lehm mit einer kiesig-sandigen Linse. Probe M3.	
B	3	Brauner kiesig-sandiger Lehm mit Fragmenten des Ziegel- und Mauermörtels.	Fluviatile Ablagerungen bestehend aus abgewitterten Tuffbruchstücken der Wägen. Kalksand und einzelnen Schnecken-schalen (Abb. 53). An der Oberkante mit vermehrter Mörtel- und Ziegelbeteiligung.
	4	Hellbrauner sandiger Feinkies mit leicht lehmiger Matrix. Einzelne horizontale Feinsandbänder. Bergseitig (bei Mauer MR2) höhere Fließgeschwindigkeit, da Prallhang.	
	5	Leicht lehmiger Sand mit sauberen Kieslinsen. Wenig Holzkohle und Mörtel-fragmente. Probe M2.	
C	6	Kalksinter, an der Sohle ursprünglich über 1 cm mächtig. An den Seitenwänden mit Rippelmarken, Gesamthöhe 70 cm.	Kalkabscheidung eines rasch fließenden, suspensionsarmen Gewässers.

Abb. 52 Liestal Oberer Burghaldenweg (27). Schichtbeschreibung zu Profil P15 (Abb. 51 bzw. 26).

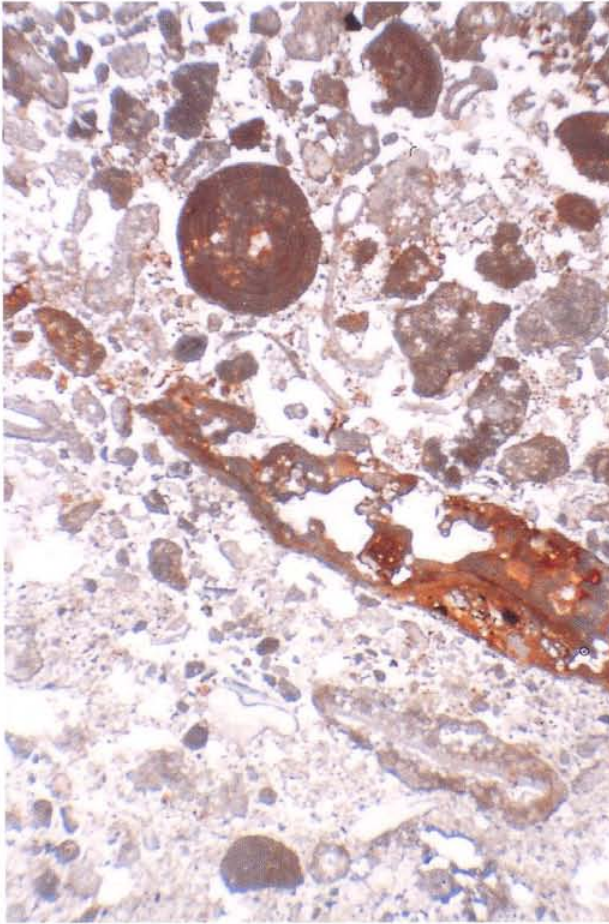


Abb. 53 Liestal Oberer Burghaldenweg (27).
Mikrofoto von Probe M2, Schicht 5. Die
Verfüllung der Wasserleitung besteht im
basalen Abschnitt vorwiegend aus
abgewitterten Tuffpartikeln der Sand-
und Feinkiesfraktion sowie vereinzelt
Molluskenschalen. Bildbreite: 9 mm, PPL.

4. Zusammenfassung

Die römische Wasserleitung von Liestal nach Augst gehört zu den im ganzen römischen Reich üblichen und bekannten, meist etwa mannshohen unterirdisch verlaufenden, gemauerten und überwölbten, mit mehreren Aufträgen von Spezialmörteln mit Ziegelschrotzuschlag abgedichteten Kanälen, welche Wasser aus natürlichen, fliessenden oder stehenden Gewässern sammelten und einer grösseren Agglomeration zuleiteten. Der langsame Transport über längere Strecken begünstigte die Selbstreinigung des Wassers.

Die hier diskutierte Leitung führte – ungefähr den Höhenkurven des rechten Ergolzufers folgend – mit einem Gefälle von 1.5–2‰ über eine Distanz von rund 6.5 km Flusswasser aus der Ergolz (aus der Gegend, wo die Gemeindebanne von Liestal und Lausen aneinandergrenzen, bei der ehemaligen «Sprengstoff-Fabrik», der heutigen Cheddite-Plastohm AG Liestal) bis an die Stadtgrenze oberhalb des antiken Augst. Von einem *castellum divisorum*, also dem Verteil-Reservoir auf der Anhöhe vor der Stadt, ist im Zusammenhang mit Augusta Raurica in der Literatur öfter die Rede; sein archäologischer Nachweis fehlt aber.

Erste Nachrichten über dieses bedeutende antike Bauwerk gibt Christian Würstisen in seiner «Bassler Chronick» 1580; später Daniel Bruckner in seinem «Versuch einer Beschreibung historischer und natürlicher Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel» (1748–63). Karl Stehlin veranlasste zu Beginn des 20. Jahrhunderts Sondierungen auf der ganzen Länge der Leitung. Zusammen mit den 40 Dossiers der Kantonsarchäologie Basel-Landschaft sind 60 Fundstellen an diesem über 6 km langen Bauwerk in den Gemeinden Liestal und Füllinsdorf dokumentiert. Trotz der vielen Aufschlüsse gibt es bis heute keine sicher nachweisbare Datierung. Der Leitungsbau muss im Zusammenhang mit der Ausbautwicklung von Augst (70er Jahre n. Chr.) gesehen werden.

Die geologischen Untersuchungen stützen sich auf Beobachtungen an den Abschnitten Oberer Burgaldenweg (Nr. 27) und Weisse Fluh (Nr. 23) sowie das konservierte Teilstück aus Nr. 04 (bei der römischen Backstube in Augst).

Es liegt über weite Teile ein anspruchsvoller bis kritischer Baugrund vor, der vermutlich prospektiert werden musste und der in rutschgefährdeten Bereichen (z. B. Opalinuston) zu einem beträchtlichen Mehraufwand bei Fundamentierung und seitlichen Sickerpackungen geführt hat.

In zwei Fällen konnten im Bereich von geologisch bedingten Grenzen (= deutliche Gesteinswechsel mit vertikal verlaufenden Grenzen) Baufugen und

Knickpunkte im Verlauf der Leitung nachgewiesen werden. Es wird vermutet, dass es sich dabei (auch) um Baulosgrenzen handelt.

Die Mauersteine sind grösstenteils lokaler Herkunft und dokumentieren die für die römische Zeit typische gute Ausnutzung lokaler Ressourcen. Der Zuschlag für den Mauermörtel, ein Kalkschotter aus den Ergolz-Alluvionen, wurde ebenso örtlich gewonnen. Das Bindemittel für den Mauermörtel wurde nicht eingesumpft, sondern als stückiger Branntkalk zum Bauplatz gebracht und dort trocken gelöscht.

Ein grosser technischer und energetischer Aufwand ist beim Bau der wasserdichten Kanalauskleidung aus ziegelhaltigem Mörtel betrieben worden. Berechnungen an Mörtelproben haben ergeben, dass man für dieses *opus signinum* rund 600 m³ Ziegel (nachweislich aus Augusta Raurica) sowie über 1'200 m³ gebrannten Kalk herbeigeschafft hat, dessen Produktion an die 10'000 m³ Brennholz beanspruchte. Der gesamte Energiebedarf für die Herstellung der Ziegel und des Branntkalkes (Mauermörtel und *opus signinum*) dürfte die Menge von 20'000 m³ Holz bei weitem überstiegen haben.

Naturwissenschaftliche Analysen des Ziegelschrotmörtels belegen ferner die Verwendung eines ebenfalls trocken gelöschten, in 8 Arbeitsschritten aufgetragenen Verputzes, der dank seiner hydraulischen Eigenschaften eine einwandfreie Auskleidung der Wasserleitung ergab. Dieser Ziegelmörtel steht in seiner chemischen Zusammensetzung dem heutigen Portlandzement nahe, wobei aufgrund seiner ungelöschten, kroidigen Branntkalkbestandteile die zusätzlich positive Eigenschaft zur Rissausheilung zu vermerken ist.

Weitere Untersuchungen betreffen die Verfüllung der Wasserleitung. Aufgrund der Höhe der Kalksinterabsätze im Leitungsinnern und unter Berücksichtigung der technischen Parameter lässt sich die mittlere Wasserleistung auf rund 1'000 m³ pro Stunde beziffern. Der Kalksinter liefert keine zusätzlichen Hinweise zur Funktionsdauer der Leitung. Die in den noch überwölbten Leitungsabschnitten bis 1.5 m mächtige, lockere Kanalverfüllung ist fluviatilen Ursprungs und kann sedimentologisch in zwei Abschnitte mit unterschiedlichem Fließregime gegliedert werden. Der untere, sandig-feinkiesige Komplex entstand während der Benutzungszeit der (nicht mehr instandgehaltenen?) Leitung, während der obere Abschnitt einer eigentlichen Verlandungssequenz entspricht und – nach einer Zäsur mit Ablagerung von Mörtelschutt – das Ende der Wasserführung dokumentiert.

5. Résumé

L'aqueduc romain de Liestal à Augst fait partie des canaux construits habituellement dans tout l'empire romain: ces canaux, la plupart du temps souterrains, voûtés et maçonnés à hauteur d'homme, étaient rendus étanches par plusieurs couches de mortier spécial additionné de tuiles concassées. Ces canaux servaient à capter les eaux naturelles, courantes ou stagnantes et à conduire cette eau dans une agglomération. La faible vitesse d'écoulement de l'eau sur de longues distances favorisait son autoépuration.

L'aqueduc dont il est question ici acheminait l'eau de la rivière Ergolz – en suivant à peu près le parcours sinueux de sa rive droite et avec une pente de 1,5 à 2‰ – sur une distance d'environ 6,5 km (depuis la région où le territoire communal de Liestal confine à celui de Lausen, près de l'ancienne fabrique d'explosifs, aujourd'hui Cheddite-Plastohm AG Liestal) jusqu'aux confins de la ville en amont de la cité romaine d'Augst. Les écrits mentionnent souvent en rapport avec Augusta Raurica un *castellum divisorum*, qui serait donc le réservoir de distribution sur les hauteurs dominant la ville; mais on ne dispose pas de preuve archéologique.

Cet important ouvrage antique est mentionné pour la première fois par Christian Wurstisen dans sa «Chronique Bâloise» de 1580; plus tard, Daniel Bruckner l'évoque également dans son «Essai de description des curiosités historiques et naturelles de la région de Bâle» (1748–63). Au début du vingtième siècle, Karl Stehlin a effectué des sondages sur toute la longueur de l'aqueduc. A partir des 40 dossiers de l'archéologie du canton de Bâle-Campagne, 60 sites de fouilles sur l'ouvrage long de plus de 6 km sont documentés dans les communes de Liestal et Füllinsdorf. Malgré les nombreuses informations dont on dispose, il n'est toujours pas possible de prouver la date de cet ouvrage. La construction de l'aqueduc doit être située dans le contexte de l'expansion de la cité d'Augst (dans les années 70 après J.-C.).

Les études géologiques reposent sur des observations faites dans les sections Oberer Burghaldenweg (n° 27) et Weisse Fluh (n° 23) ainsi que le segment conservé du n° 04 (près de la boulangerie romaine à Augst).

Sur de longs tronçons, on trouve un substrat géologique défavorable, qui nécessitait sans doute au préalable une prospection et qui, dans des segments menacés d'éboulement (p. ex. marnes à Opalinus) a dû entraîner des complications lors de l'édification des fondations et des assainissements latéraux en pierre.

Dans deux cas, sur des segments situés à proximité de limites géologiques (= contact entre deux

roches distinctes selon un plan vertical), on a pu prouver la présence de joints et de changements nets dans le tracé de l'aqueduc. On suppose que ces raccords correspondent à des limites entre lots de construction.

Les pierres de taille sont la plupart du temps d'origine locale et illustrent l'exploitation optimale des ressources locales, typique pour l'époque romaine. L'agrégat du mortier de maçonnerie, un gravier calcaire provenant des alluvions de l'Ergolz, est également d'origine locale. Le liant pour le mortier de maçonnerie n'était pas trempé; on apportait la chaux vive en morceaux sur le chantier, avant de l'éteindre à sec (mélange entre chaux vive et sable humide).

D'importants moyens technologiques et énergétiques ont été déployés pour construire le revêtement en tuileau qui rend le canal étanche. Les calculs effectués sur des échantillons de mortier prouvent qu'il a fallu fournir pour cet *opus signinum* environ 600 m³ de briques (provenant d'Augusta Raurica) ainsi que plus de 1'200 m³ de chaux, dont la production a nécessité 10'000 m³ de bois à brûler. Le besoin total en énergie pour la fabrication des tuiles et de la chaux (mortier de maçonnerie et *opus signinum*) a dû largement dépasser la quantité de 20'000 m³ de bois.

Des analyses du tuileau prouvent de plus l'utilisation d'un enduit lui aussi éteint à sec, appliqué en 8 étapes de travail, et qui, grâce à ses qualités hydrauliques, garantissait un revêtement optimal de l'aqueduc. La composition chimique de ce tuileau est proche de celle du ciment Portland actuel. Grâce aux résidus de chaux non éteinte, crayeuse, il présente en plus l'avantage de pouvoir colmater les éventuelles fissures par recarbonatation.

D'autres études concernent le remplissage de l'aqueduc. La hauteur atteinte par le tuf calcaire déposé sur les parois internes de la canalisation, ainsi que les paramètres techniques, permettent de chiffrer le débit d'eau moyen à quelque 1'000 m³ par heure. En revanche, ce tuf calcaire ne fournit aucune indication sur la durée de fonctionnement de la conduite. Dans des segments encore voûtés, le remplissage du canal, allant jusqu'à 1,5 m, est d'origine fluviale. Sédimentologiquement, il peut être subdivisé en deux unités qui traduisent des régimes d'écoulement différents. L'unité inférieure, formée de graviers fins et de sables, s'est mise en place durant l'utilisation de la conduite (qui en l'occurrence n'était peut-être plus entretenue). L'unité supérieure, elle, correspond à une séquence d'atterrissement et fait suite à une rupture marquée par des débris de mortier. Elle atteste la fin de l'écoulement d'eau dans cet aqueduc.

6. Bibliographie und Siglen

- Althaus 1994** E. Althaus, Kalkbrennen, Baukalk und Kalkmörtel. Xantener Berichte: Grabung, Forschung, Präsentation, Bd. 5, 17–32. Köln 1994
- AN** Akten-Nummer im Archiv der Kantonsarchäologie Basel-Landschaft
- AS** Archäologie der Schweiz, Mitt.blatt der SGUF, seit 1978
- Bender 1987** H. Bender, Kaiseraugst – Im Limer 1964–1968, Forschungen in Augst 8, Augst 1987
- BHB** Baselbieter Heimatbuch, Liestal 1942ff.
- Bitterli 1985** T. Bitterli-Waldvogel, Führer Kalkofen. Schweizerischer Bund für Naturschutz
- Bitterli (o. J.)** T. Bitterli-Waldvogel, Vom Kalkofen von Eischoll und der Kunst des Kalkbrennens. Manuskript, 6 S.
- Bruckner 1748ff.** Daniel Bruckner, Versuch einer Beschreibung historischer und natürlicher Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel, Basel 1748–1763
- BZ** Basler Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde
- Courty et al. 1989** M. A. Courty, P. Goldberg, R. Macphail, Soils and micromorphology in archaeology. Cambridge 1989
- Frizot 1975** M. Frizot, Mortiers et enduits peints antiques – étude technique et archéologique. Centre de recherches sur les techniques gréco-romains. Université de Dijon 1975
- Frontinus** Sextus Iulius Frontinus, De aquaeductu urbis Romae, Wasser für Rom (Übersetzung M. Hainzmann), Zürich 1979
- Grewe 1985** K. Grewe, Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen, Wiesbaden 1985
- Haberey 1972** W. Haberey, Die römischen Wasserleitungen nach Köln, Kunst und Altertum am Rhein 37, Bonn 1972
- Hjulström 1939** F. Hjulström, Transportation of detritus by moving water. In: Trask, P.D. (ed.) Recent marine sediments. Am. Assoc. Petrol. Geol. 1939, 5–31
- Hufschmid 1996** Th. Hufschmid, Kastelen 3. Die Jüngeren Steinbauten in den Insulae 1 und 2 von Augusta Raurica. Forschungen in Augst 23, Augst 1996
- Jakobs 1991** F. Jakobs, Römischer Beton. JbGPV 1990 (1991), 53–56
- JbAB** Jahresbericht der Archäologischen Bodenforschung Basel-Stadt
- JbAK** Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst
- JbGPV** Jahresbericht der Gesellschaft Pro Vindonissa, Brugg
- JbSGU(F)** Jahrbuch der Schweiz. Ges. für Ur(- und Früh)geschichte
- Kraus et al. 1989** K. Kraus, S. Wisser und D. Knöfel, Über das Löschen von Kalk vor der Mitte des 18. Jahrhunderts – Literaturauswertung und Laborversuche. Arbeitsblätter für Restauratoren, Heft 1, 1989, 206–221
- Lamprecht 1984** H.-O. Lamprecht, Opus caementitium: Bautechnik der Römer. Düsseldorf 1984. 1985², beso. 69 ff.
- Laur/Berger 1988** R. Laur-Belart, Führer durch Augusta Raurica, 5. erw. Aufl. bearb. von L. Berger, Basel 1988, 158ff.
- Lassau 1995** G. Lassau, Die Grabung 1994.13 im Gräberfeld «Im Sager». Ein Vorbericht. JbAK 16, 1995, 79–90
- Maier 1991** F. B. Maier-Osterwalder, Die sogenannte «ältere» oder «frühere» römische Wasserleitung zum römischen Legionslager Vindonissa, JbGPV 1990 (1991), 43ff.
- Maier 1994** F. B. Maier-Osterwalder, Die wasserführende römische Wasserleitung von Hausen nach Vindonissa, AS 17, 1994, 140ff.
- Middendorf/Knöfel 1993** B. Middendorf, D. Knöfel, Untersuchungen an Gipsmörteln für den Einsatz im Aussenbereich an historischen Ziegelgebäuden. In: Wittmann 1993, 200–214

- Müller et al. 1984** W. H. Müller, M. Huber, A. Isler, P. Kleboth, Erläuterungen zur Geologischen Karte der zentralen Nordschweiz (Spezialkarte Nr. 121). Nagra und Schweiz. geol. Komm. (1984)
- Müller/Rentzel 1994** U. Müller, Ph. Rentzel, Ein weiterer römischer Steinbruch in Kaiseraugst. Archäologische, geologische und technologische Aspekte. JbAK 15, 1994, 177–186
- Rentzel (in Vorb.)** Ph. Rentzel, Geologisch-bodenkundliche Untersuchungen an den Niederterrassenfeldern bei Basel unter besonderer Berücksichtigung der spätlatènezeitlichen Fundstelle Basel-Gasfabrik. JbAB 1994, Basel 1997
- Schäfer/Hilsdorf 1993** J. Schäfer, H. Hilsdorf, Historische Kalkmörtel und ihr Ersatz – Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Zusammensetzung, Struktur und Eigenschaften. In: Wittmann 1993, 1178–1199
- Sölter 1970** W. Sölter, Römische Kalkbrenner im Rheinland. Düsseldorf 1970, 46 S.
- Stehlin 1994** K. Stehlin, Ausgrabungen in Augst 1890–1934, Forschungen in Augst 19, Augst 1994
- TFB 1987** Hydraulischer Kalk – ein Bindemittel mit Pfiff. Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie (TFB), 5103 Wildegg 1987
- Thole 1993** V. Thole, Faserstopfmörtel zur Bauwerksanierung – Herstellung und Eigenschaften von Mörtel mit Cellulosefasern. In: Wittmann 1993, 1226–1249
- Wasserversorgung 1987** Die Wasserversorgung antiker Städte (hg. Frontinus-Gesellschaft [G. Garbrecht]) 2, Mainz 1987
- Wasserversorgung 1988** Die Wasserversorgung antiker Städte (hg. Frontinus-Gesellschaft [G. Garbrecht]) 3, Mainz 1988
- Wisser 1989** S. Wisser, Historische und moderne Mörtel im Verbund mit Naturstein. Chemisch-mineralogische und mörteltechnische Eigenschaften. Freiburg (Breisgau) Hochschulverlag 1989
- Widmer 1991** R. Widmer, Die sogenannte «ältere» römische Wasserleitung in Hausen. Mit einem Beitrag über ihre Leistungsfähigkeit. JbGPV 1990, p.47–52. Brugg 1991
- Wittmann 1973** O. Wittmann, Römerbad und Burg in Badenweiler im Vergleich mit Augusta Raurica (Landschaft-Baugrund-Baustoffe). Regio Basiliensis 14, 1973, 214–252
- Wittmann 1993** F. Wittmann, Werkstoffwissenschaften und Bausanierung (Teil 2) Ehningen 1993
- Wurstisen 1580** Christian Wurstisen, Bassler Chronick, Basel 1580; Facs. Genève 1978

7. Abbildungsnachweis

- Kantonsarchäologie Aargau: Abb. 6.
- Nach Wasserversorgung 1987, 218, Abb. 2: Abb. 8.
- Nach Wasserversorgung 1988, 184, Abb. 10: Abb. 7; 34, Abb. 16: Abb. 9.
- Fotos Kantonsarchäologie Baselland (Rolf Schelker, Heinz Stebler, Marcel Eckling, Jürg Ewald): Abb. 2, 5, 10, 11, 14, 16–20, 22, 25–27, 29, 30, 32, 33, 37, 40, 42, 47a.
- Fotos Theodor Strübin: Abb. 4, 23, 24, 30.
- Foto A. Müller: Abb. 13.
- Zeichnung Erich Fehlmann: Abb. 15.
- Zeichnung L. Grollmund: Abb. 51.
- Zeichnung Heinz Stebler: Abb. 28, 36, 38, 39, 46a.
- Zeichnung bzw. Umzeichnung Verena Brändle: Abb. 38, 39a, 46a, 47b, 51.
- Fotos Philippe Rentzel Abb. 41, 43–45, 48–50, 53.
- Reproduziert mit Genehmigung des Staatsarchivs Basel-Stadt aus PA 88 H7: Abb. 3, 12, 21, 31, 34, 35.

Bisher erschienen in der Reihe «Archäologie und Museum»

Zu beziehen bei Archäologie und Kantonsmuseum Baselland,
Regierungsgebäude, CH-4410 Liestal oder über den Buchhandel.

- Nr 001
Dieter Holstein und Felix Müller
**Mittelbronzezeitliche Keramik
von der Siedlungsstelle
Zeglingen-Neunbrunn BL.**
31 S., zahlreiche Abb., 1984
Fr. 2,50
- Nr 002
Über das Naheliegende.
Auswahl aus den Schriften von
Franz Leuthardt, 1861–1934,
Naturforscher und Sammler.
Begleitband zur Sonderausstellung
aus Anlass des 50. Todestages
von Franz Leuthardt.
120 S., zahlreiche Abb., 1984
Fr. 15.–
- Nr 003
Keramiker der Region Basel.
Katalog zur Sonderausstellung
von 1984.
50 S., zahlreiche Abb., 1984
Fr. 10.–
- Nr 004
Pierre-Frank Michel
**Glasmalerei um 1900
in der Schweiz. Le vitrail
1900 en Suisse.**
Begleitband zur Sonderausstellung
von 1985.
140 S., zahlreiche Abb., 1985
Fr. 28.–
- Nr 005
Verena Müller-Vogel
**Die späteltische Töpfer-
siedlung von Sissach-Brühl.**
185 S., zahlreiche Abb., 1986
ISBN 3-905069-00-8
Fr. 28.–
- Nr 006
Michael Schultz
**Die mikroskopische
Untersuchung prähistorischer
Skelettfunde.** Tagungsberichte
zum Paläopathologischen
Symposium in Liestal BL,
21.–23. Juni 1984, Band 1.
140 S., zahlreiche Abb., 1986
ISBN 3-905069-01-6
Fr. 50.–
Bei Abnahme der Bände 006, 015
und 018 zusammen: Fr. 100.–
- Nr 007
Geneviève Lüscher
**Allschwil-Vogelgärten. Eine
hallstattzeitliche Talsiedlung.**
71 S., zahlreiche Abb., 1986
ISBN 3-905069-02-4
Fr. 18.–
- Nr 008
**Baselland und seine Militär-
geschichte.** Begleitschrift zur
Sonderausstellung aus Anlass
des 150jährigen Jubiläums
der Offiziersgesellschaft BL.
56 S., zahlreiche Abb., 1986
ISBN 3-905069-03-2
Fr. 5.–
- Nr 009
Engin Ertekin
**Alte türkische Flachgewebe
und Dorfteppiche.** Begleittext
zur Sonderausstellung von 1986.
8 S., zahlreiche Abb., 1986
ISBN 3-905069-04-0
Fr. 3.–
- Nr 010
**KeramikerInnen der Region
Basel.** Katalog zur Sonder-
ausstellung von 1987.
51 S., zahlreiche Abb., 1987
ISBN 3-905069-05-9
Fr. 10.–
- Nr 011
**Beiträge zur Archäologie
der Merowinger- und Karo-
lingerzeit.** Mit Arbeiten
von Reto Marti und Jürg Tauber.
83 S., zahlreiche Abb., 1988
ISBN 3-905069-06-4
Fr. 16.–
- Nr 012
Reto Marti und Renata Wandler
**Die Burg Madeln bei
Pratteln, BL.** Eine Neubear-
beitung der Grabungen 1939/40.
155 S., 24 Tafeln, zahlreiche Abb.,
1988
ISBN 3-905069-07-5
Fr. 30.–
- Nr 013
Marino Maggetti, Giulio Galetti und
René Schneuwly
**Die Feinkeramik von Sissach-
Brühl.** Eine spätlatènezeitliche
Referenzgruppe.
47 S., zahlreiche Abb., 1988
ISBN 3-905069-08-3
Fr. 10.–
- Nr 014
Siegfried Scheidegger
**Tertiäre Syphilis im 16. Jahr-
hundert.** Eine Bestattung aus der
ehemaligen Klosterkirche Schöntal
bei Langenbruck, BL.
22 S., zahlreiche Abb., 1989
ISBN 3-905069-09-1
Fr. 15.–
- Nr 015
Beiträge zur Paläopathologie.
Tagungsberichte zum Paläopatho-
logischen Symposium in Liestal BL,
21.–23. Juni 1984, Band 2.
84 S., zahlreiche Abb., 1989
ISBN 3-905069-10-5
Fr. 32.–
Bei Abnahme der Bände 006, 015
und 018 zusammen: Fr. 100.–
- Nr 016
Dominik Wunderlin
**«Advent! Advent!»
Lichter und Kalenderbräuche.**
Katalog zur Sonderausstellung
«Adventskalender aus aller Welt»
von 1989.
56 S., zahlreiche Abb., 1989
ISBN 3-905069-11-3
Fr. 10.–
- Nr 017
Sabine Kubli und Martin Meier
Rund um die Uhr. Arbeitsplätze
in der Baseltaler Industrie bis
1945.
182 S., zahlreiche Abb., 1990
ISBN 3-905069-12-1
Fr. 25.–
- Nr 018
Beiträge zur Paläopathologie.
Tagungsberichte zum Paläopatho-
logischen Symposium in Liestal BL,
21.–23. Juni 1984, Band 3.
73 S., zahlreiche Abb., 1990
ISBN 3-905069-13-X
Fr. 30.–
Bei Abnahme der Bände 006, 015
und 018 zusammen: Fr. 100.–
- Nr 019
Viera Trancik Petitpierre
**Die anthropologische Auswer-
tung der frühmittelalterlichen
Skelette aus der Kirche St.
Peter und Paul
zu Oberwil.**
106 S., zahlreiche Abb., 1991
ISBN 3-905069-14-8
Fr. 35.–
- Nr 020
Jürg Tauber (Hrsg.)
**Methoden und Perspektiven
der Archäologie des Mittel-
alters.** Tagungsberichte zum
interdisziplinären Kolloquium vom
27.–30. September 1989 in Liestal.
289 S., zahlreiche Abb., 1991
ISBN 3-905069-15-6
Fr. 80.–
- Nr 021
Neuver(ton)ungen. Keramiker-
innen und Keramiker der Region
Basel. Katalog zur Sonder-
ausstellung von 1991.
86 S., zahlreiche Abb., 1991
ISBN 3-905069-16-4
Fr. 15.–
- Nr 022
Emanuel Vlcek
**Die Mammutjäger von Dolni
Vestonice.** Anthropologische
Bearbeitung der Skelette aus
Dolni Vestonice und Pavlov.
Begleitband zur Sonderausstellung
«Mensch und Mammut» von 1991.
136 S., zahlreiche Abb., 1991
ISBN 3-905069-17-2
Fr. 54.–
- Nr 023
Bohuslav Klima
**Die jungpaläolithischen
Mammutjäger-Siedlungen
Dolni Vestonice und Pavlov in
Südmähren, CSFR.** Begleitband
zur Sonderausstellung «Mensch
und Mammut» von 1991.
30 S., zahlreiche Abb., 1991
ISBN 3-905069-18-0
Fr. 10.–
- Nr 024
Pascale Meyer und
Sabine Kubli (Hrsg.)
Alles was RECHT ist!
ISBN 3-905069-19-9
Fr. 32.– **vergriffen**
- Nr 025
Michael Schmaedecke
und Jürg Tauber
**Ausgrabungen in Lausen-
Bettenach.** Vorbericht über die
archäologischen Untersuchungen
1985–1992.
164 S., 70 Abb., 1992
ISBN 3-905069-2
Fr. 30.–
- Nr 026
Michael Schmaedecke (Bearb.)
**Probieren geht über
Studieren.** Begleittext zur
Ausstellung «Experimentelle
Archäologie» von 1993/94.
38 S., zahlreiche Abb., 1992
ISBN 3-905069-21-0
Fr. 12.–
- Nr 027
Dieter Holstein
**Die prähistorische Funde
vom Areal der Burg Madeln
bei Pratteln/BL.**
52 S., 15 Tafeln, zahlreiche Abb.,
1993
ISBN 3-905069-22-9
Fr. 20.–
- Nr 028
Werner Walther
Bild im Band. Seidenbilder –
Jacquard-Bänder entworfen und
gewoben. Begleitband zur
Sonderausstellung von 1994.
67 S., zahlreiche Abb., 1994
ISBN 3-905069-23-7
Fr. 29,50
Band Nr. 028 und 029 zusammen:
Fr. 55.–
- Nr 029
Therese Schaltenbrand
Band im Bild. Bänder und die
Welt dahinter. Begleitband zur
Sonderausstellung 1994.
79 S., zahlreiche Abb., 1994
ISBN 3-905069-23-7
Fr. 32,50
Band Nr. 028 und 029 zusammen:
Fr. 55.–
- Nr 030
Calista Fischer und
Bruno Kaufmann
**Bronze, Bernstein und
Keramik.**
Urnengräber der Spätbronzezeit
in Reinach BL.
99 S., zahlreiche Abb., 1994
ISBN 3-905069-25-3
Fr. 35.–
- Nr 031
Jürg Tauber (Hrsg.)
Jahresbericht 1993.
Berichte aus Archäologie und
Kantonsmuseum Baselland.
93 S., zahlreiche Abb., 1995
ISBN 3-905069-26-1
Fr. 30.–
- Nr 032
Simone Cliquet, Pascale Meyer
und Irene Vonarb (Hrsg.)
**Nach dem Krieg/Après la
guerre.** Begleitband zu den
gleichnamigen Ausstellungen
in Lörach, Liestal und Mulhouse
von 1995.
250 S., zahlreiche Abb., 1995
ISBN 3-905311-63-1
Fr. 34.–
- Nr 033
Michael Schmaedecke (Bearb.)
**Ländliche Siedlungen
zwischen Spätantike und
Mittelalter.**
Beiträge zum Kolloquium in Liestal
(Schweiz) vom 13.–15. März 1995.
124 S., zahlreiche Abb., 1995.
ISBN 3-905069-27-x
Fr. 35.–
- Nr 034
Karin Gresly-Rey, Diana Fahrner
**Das «Vis-à-vis» vom Ebenrain.
Geschichte einer Kutsche.**
52 S., zahlreiche Abb., 1996
ISBN 3-905069-28-8
Fr. 25.–
- Nr 035
Sabine Kubli Fürst und
Pascale Meyer (Hrsg.)
Silvia. Begleitband zur
Ausstellung «Liebe auf dem Lande».
48 S., zahlreiche Fotos, 1997
ISBN 3-905069-29-6
Fr. 24,50
- Michael Schmaedecke
Ein Dorf des Mittelalters.
Ein Ausschneidebogen für Kinder
mit Texten auch für Erwachsene.
Ausschneidebogen, mit Bastelan-
leitung und Begleittext, 1994
Fr. 9.–

Die Römische Wasserleitung von Liestal nach Augst

Beilage zum gleichnamigen Heft 36 der Reihe *Archäologie und Museum*
von Jürg Ewald, Martin Hartmann, Philippe Rentzel © Liestal 1997

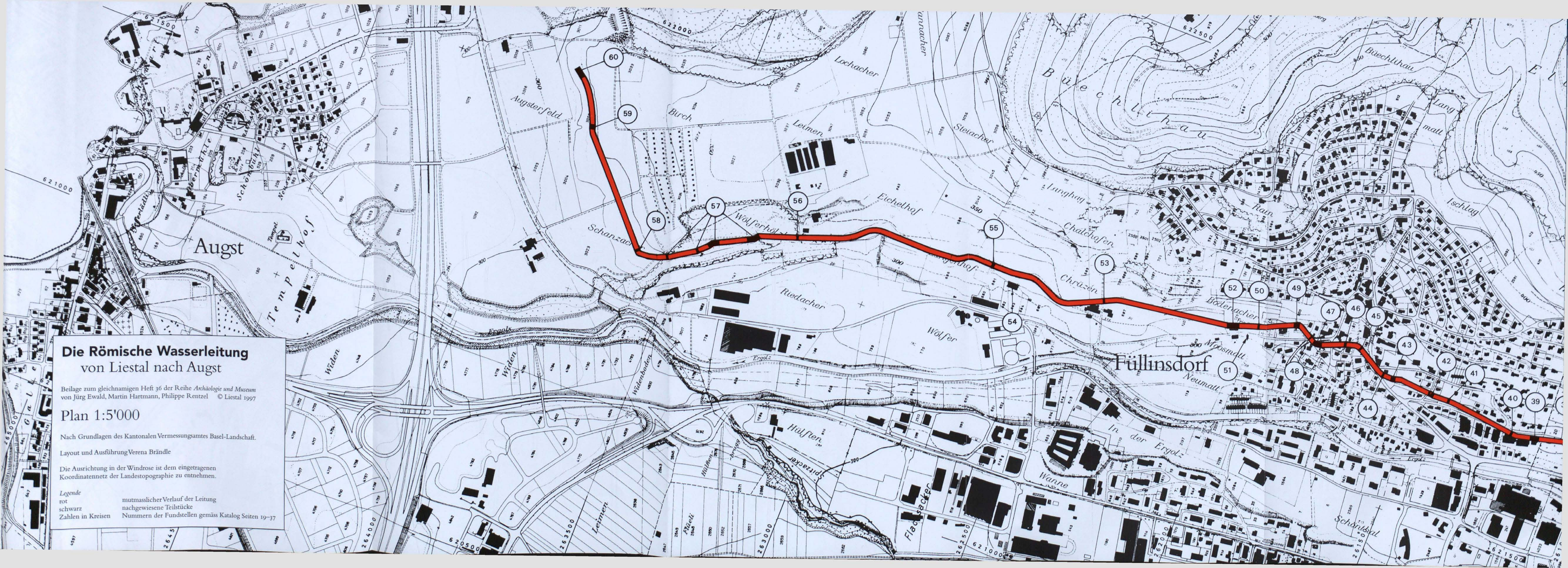
Plan 1:5'000

Nach Grundlagen des Kantonalen Vermessungsamtes Basel-Landschaft.

Layout und Ausführung Verena Brändle

Die Ausrichtung in der Windrose ist dem eingetragenen
Koordinatennetz der Landestopographie zu entnehmen.

Legende
rot mutmasslicher Verlauf der Leitung
schwarz nachgewiesene Teilstücke
Zahlen in Kreisen Nummern der Fundstellen gemäss Katalog Seiten 19-37





Füllinsdorf

Liestal

Lausen

Elbisberg

Büschlthau

Heidenloch

Schönthal

Brenthur

Gräberen

Langmatt

Ischlag

Hünpeli

Fraumatt

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

Erzenberg

47

46

45

43

42

41

40

39

38

37

35

34

32

30

28

27

26

25

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

