

## Die unterirdische Wasserleitung der Raschpëtzer Ein Monument antiker Ingenieurbaukunst aus Luxemburg

von

PIT KAYSER und GUY WARINGO

Wenn die Rede von Altertumsforschung und Archäologie ist, so versteht man darunter meistens die Deutung und Analyse von Überresten antiker Kunstwerke wie Fresken, Mosaiken, Statuen, respektiv die Deutung der Überreste von architektonischen Bauwerken, wie Villen, Tempel oder ähnliches. Ingenieurtechnische Leistungen der Antike werden leider eher selten beachtet, möglicherweise weil deren Deutung und Verständnis der breiten Öffentlichkeit schwerer zugänglich ist, möglicherweise auch weil die Ausbildung und Interessen von Historikern und Archäologen selten technikorientiert sind.



Abb. 1 Tunnelverbindung zwischen Pëtz 4 und Pëtz 5.

Zu den wirklich beachtenswerten technischen Leistungen antiker Ingenieure, vor allem aus der Römerzeit, gehören neben dem Straßenbau in erster Linie der Wasserbau und insbesondere die Wasserversorgung mit allen technischen Bauwerken und Raffinessen des Leitungsbaus. Es ist allgemein bekannt, daß zur Überwindung von Tälern imposante Brückenbauten, sogenannte Aquädukte gebaut wurden, daß zur Überwindung von bergigen Hindernissen beim Leitungsbau mindestens genau so imposante und anspruchsvolle Tunnelbauten notwendig waren, ist wesentlich weniger bekannt und auch beachtet.

Mit den Raschpëtzern bei Walferdingen verfügt Luxemburg über eines der imposantesten und bestens erhaltenen Tunnelbauwerken römischen Ursprunges nördlich der Alpen. Es handelt sich dabei um eine Wasserversorgungsleitung in Qanatbauweise mit unterirdischer Wassereinspeisung, welche bis zum heutigen Tage zumindest im oberen und mittleren Bereich noch immer Wasser führt.

Das Qanatverfahren, auch Lichtlochverfahren genannt, besteht darin, senkrechte Schächte in regelmäßigen Abständen bis zum gleichen Niveau abzuteufen und diese

dann in einer zweiten Etappe unterirdisch mit einem horizontalen Stollen zu verbinden. Die gesamte Trasse wird somit in eine Vielzahl von einzelnen Baulosen aufgeteilt. So wird einerseits das Risiko, respektiv die Auswirkungen von vermessungstechnischen Orientierungsfehlern beim unterirdischen Vortrieb gemindert, andererseits wird durch die Möglichkeit des gleichzeitigen Vortriebs an vielen Stellen die Gesamtbauphase des Tunnels erheblich verkürzt.

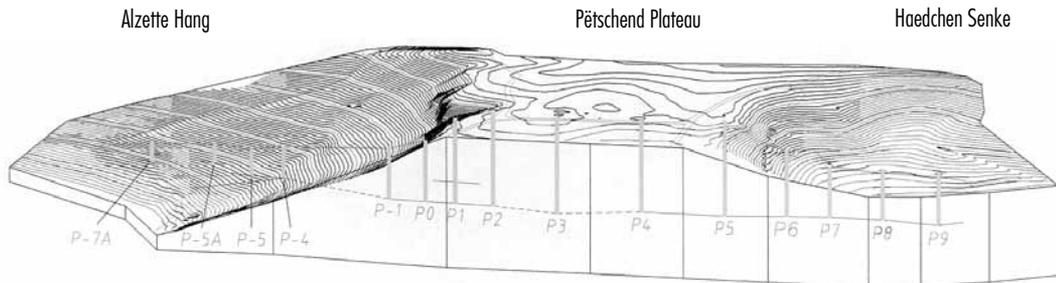


Abb. 2 Dreidimensionales Geländemodell der gesamten Anlage in perspektivischer Darstellung.

Die Raschpëtzanlage imponiert vor allem durch ihre Dimensionen mit einer geschätzten Gesamtlänge von rund 600 m, wovon zur Zeit 340 m sicher erforscht sind, und vor allem mit einer Tiefe von bis zu 36 m unter der Erdoberfläche. Es ist dann auch vor allem diese Tiefe, welche die Anlage charakterisiert und in ihrer Art einzigartig macht, sind doch ähnliche Qanatbauten aus römischer Zeit sogar in Luxemburg (Noertange, Emerange) und im Trierer Raum (Mehring, Pölich, Talling ...) durchaus bekannt, doch handelt es sich hier um Tunnelbauten von 6 bis 12 m Tiefe und eben nicht um 36 m.

Die technischen Anforderungen, sowie die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen der ausführenden römischen Ingenieure auf den Gebieten Tunnelbau, Erdbau, Vermessung und Geologie waren absolut beachtenswert und es scheint beiden Autoren eine faszinierende Aufgabe seit nunmehr 14 Jahren aus einem antiken Tunnelbauwerk dasjenige herauszulesen und zu deuten, was der antike Berufsvorgänger seinerzeit an Planungsideen und Konzepten entwickelt haben muß, um ein Projekt der Größe der Raschpëtzer zu realisieren (Abb. 3).

Bei den Raschpëtzer handelt es sich wie bereits erwähnt, um eine unterirdische Freispiegelwasserleitung, welche Trinkwasser aus der 'Haedchen'-Senke, unter dem 'Pëtschend'-Plateau hindurch, laut letzten Grabungsergebnissen sehr wahrscheinlich bis zu einer bestehenden Quelle im Hang des Sonnenberges oberhalb von Helmsange brachte (siehe Abb. 3). Diese Quelle, welche übrigens die einzige im gesamten Gebiet ist, war demzufolge von den Römern bereits gefaßt und genutzt, allerdings muß ihr Wasserdargebot ab einem bestimmten Moment nicht mehr ausreichend gewesen sein, wodurch dann das Raschpëtzerprojekt als künstliche Quellenverstärkung geplant und realisiert werden mußte. Die Wasserversorgung diente mit großer Sicherheit einem größeren Villenkomplex in rund 800 m Entfernung der Quelle, nahe der heutigen Hochspannungstransformationsanlage der Cegedel in Helmsange. Die Wasserleitung von der Quelle bis zum Zielort ist sehr wahrscheinlich in offener Bauweise erstellt worden, so daß man hier kaum noch Überreste finden wird. (siehe Abb. 27)

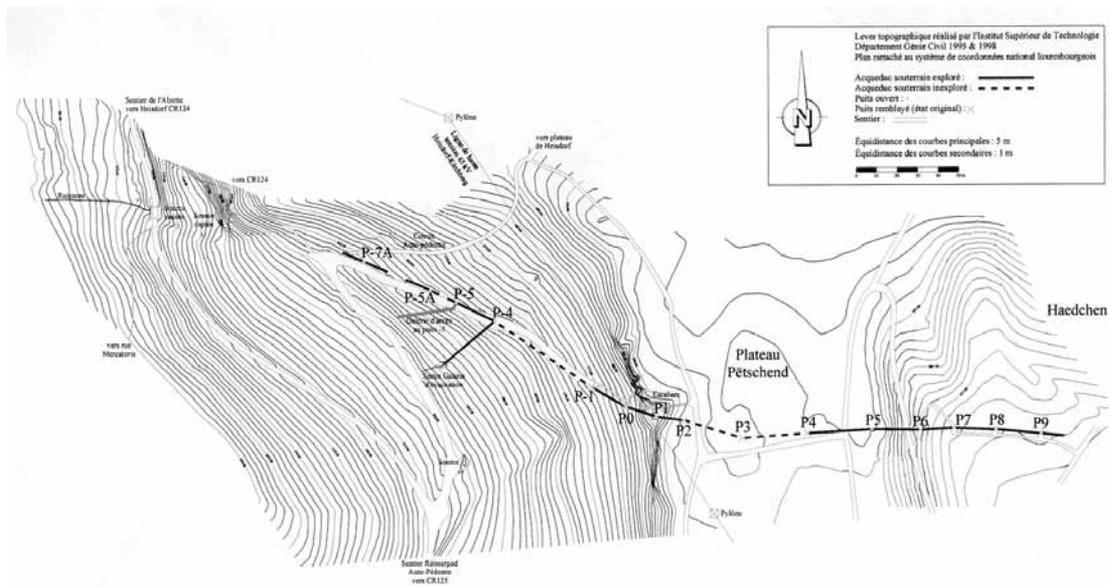


Abb. 3 Lageplan der gesamten aktuell bekannten Situation mit der unterirdischen Wasserleitung.

Die Anlage wurde um 130 n. Chr. gebaut und mindestens bis um 267 n. Chr. unterhalten, Zeitpunkt welcher durch die in Trier durchgeführte dendrochronologischen Analysen von Eichenholz aus der Verfüllung des Schachtes 8, respektiv aus den Sedimentablagerungen am Ende des Tunnels eindeutig bestimmt wurde.

Es handelt sich hier wie gesagt um einen Tunnel, das heißt um ein unterirdisches Bauwerk, welches *zielgenau* sowohl lage- als auch höhenmäßig *vorher geplant* sein mußte und nicht um einen Stollen, wo man im allgemeinen bloß einer unterirdischen Erzader zu deren Abbauzwecken folgen muß und wo die dabei entstehende Kavität an sich nutzlos ist. Die ingenieurtechnischen Planungsarbeiten, sowie die beim Bau selbst gestellten Anforderungen an einen Tunnel sind unvergleichlich höher und somit kaum vergleichbar mit den Problemen und Anforderungen beim Anlegen eines Bergwerkes und beim Stollenbau.

Die erste Voraussetzung bei der Planung einer neuen Wasserversorgungsanlage sind exakte geologische und vor allem hydrogeologische Kenntnisse des Gebietes, denn es ist kaum vorstellbar, daß man ein Bauwerk von der Dimension der Raschpëtzer in Angriff nimmt, nur um nachher kein Wasser zu finden, respektiv um es später wegen einer unbekanntem Verwerfung, oder falsch bestimmten Neigung der geologischen Schichten nicht zu seinem Bestimmungsort leiten zu können.

Die aller erste Erkundung galt logischerweise der Wasserfindung, wobei die 'Haedchen'-Senke, welche als Quellgebiet von außen nicht unbedingt als solches zu erkennen ist, durch einen ersten Sondierungsstollen auf ihre Ergiebigkeit untersucht werden mußte. Der Grundwasserhorizont ist an dieser Stelle identisch mit der geologischen Grenzschicht zwischen Sandstein und Mergel auf rund 19 m Tiefe.

Als nächstes galt es, eine möglichst ökonomische Trassenführung zwischen der unterirdischen Wasserfundstelle in der 'Haedchen'-Senke, unter dem gesamten 'Pëtschend'-Plateau hindurch bis hin zum eigentlichen Bestimmungsort oberhalb der genannten Quelle zu definieren, wobei selbstverständlich die geologischen Verhältnisse und hauptsächlich die Neigung der geologischen Schichten einigermaßen bekannt sein mußten.

Man kann also davon ausgehen, daß zu Planungszwecken, d. h. vor Beginn der eigentlichen Tunnelbauarbeiten 1 oder 2 Sondierungsschächte zur geologischen Erkundung gegraben wurden. Einer dieser Sondierungsschächte ist mit sehr großer Sicherheit der Schacht Nr 1 (P1) am äußerst westlichen Rand des 'Pëtschend'-Plateaus in Hangrichtung Alzette. Zum einen markiert dieser Schacht 1 die schmalste Stelle des 'Pëtschend'-Plateaus und definiert hier einen Richtungswechsel des geplanten Tunnels und war somit aus topographischer Sicht zur späteren unterirdischen Achsabsteckung sowieso an dieser Stelle unerlässlich, und zum anderen befindet sich hier auf etwa halber Höhe ein beidseitiger Blindstollen von rund 2 mal 15 Metern Länge.

Dieser Stollen, welcher höhenmäßig der ersten Mergelschicht folgt, diente nach Ansicht der Autoren der Neigungsmessung dieser ersten Schicht und damit der gesamten lokalen geologischen Situation (Abb. 4).

Eines der Hauptprobleme beim Antiken Tunnelbau war selbstverständlich die vermessungstechnische Absteckung der geplanten unterirdischen Tunnelachse und dies sowohl lage-, als auch höhenmäßig.

Da es sich hier um eine Leitung im offenen Gerinne handelt, ist die erste technische Voraussetzung die eines möglichst gleichmäßigem, schwachem Gefälles, von der unterirdischen Quelle, respektiv Wasserfassung bis zum geplanten Zielort. Es

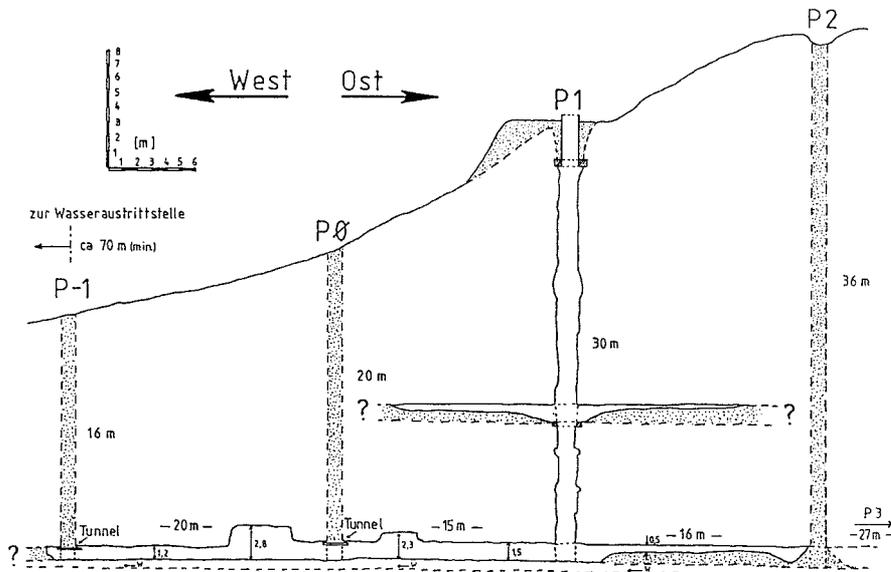


Abb. 4 Querschnitt durch den Hang zur Alzette; Schacht P1 mit Blindstollen auf halber Höhe.

dürfte einleuchtend sein, daß wegen des freien Spiegels des fließenden Wassers ein Höhenversatz nach oben in Fließrichtung (Staustufe) der geplanten Rinne auf gar keinen Fall auftreten darf, allerdings ist ein Höhenversatz nach unten (Wasserfall) auch möglichst zu vermeiden, um Erosionsschäden durch turbulente Strömung nach der Inbetriebnahme und damit verbundene Wartungsarbeiten zu vermeiden. All zu flache Abschnitte sind ebenso ungeeignet, wegen der Versandungsgefahr und ebenfalls anfälligen späteren Wartungsarbeiten. Man sollte vielleicht an dieser Stelle wiederholen, daß das Wasser auch heute noch immer in der Raschpötzleitung fließt und das ohne Unterbrechung und selbstverständlich ohne Wartung seit nunmehr fast 2000 Jahren. Diese Tatsache unterstreicht vielleicht am eindrucksvollsten die Genialität der Planung und die Sorgfalt bei der Ausführung dieser Wasserleitung und verdient damit allein als Ingenieurleistung eigentlich Hochachtung.

Die Wassermenge ist über die Jahreszeiten hinaus konstant und beträgt heute noch rund  $170 \text{ m}^3$  pro Tag. Das Wasser hat hervorragende Trinkwasserqualität, ist keim- und nitratfrei mit einer Gesamtkarbonathärte von 32 deutschen Härtegraden bei einer mittleren Temperatur von  $9.5^\circ\text{C}$ .

Die erste Voraussetzung bei der Planung einer Wasserleitung war früher, genau so wie heute, die exakte Kenntnis der Höhen des Anfangs- und des Endpunktes der Leitung. Hierzu war ein präzises Nivellement an der Oberfläche über die gesamte Strecke die Voraussetzung. Der eigentliche Messvorgang des Nivellierens ist denkbar einfach und hat sich von der Antike bis heute kaum verändert. Er besteht aus dem treppenförmigen Aneinanderreihen einzelner gemessener Höhenunterschiede,



Abb. 5 Nivellement im Bereich Pötz 5.

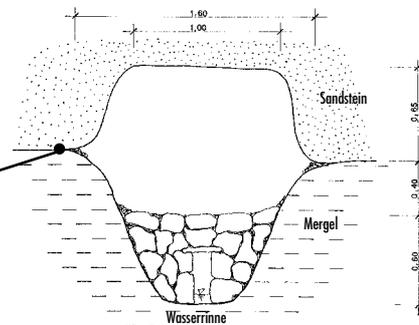


Abb. 6 Querschnitt Tunnel mit Wasserrinne bei Pötz 5 (s. Abb. 5).



Abb. 7 aufgedeckte Wasserrinne.

welche positiv oder negativ sein können, über eine große Entfernung. Die konkrete Schwierigkeit besteht in der Realisierung der horizontalen Bezugslinie und der sich daraus ergebenden Genauigkeit des Nivellements.

Liegt dieses Rahmennivellement vor, so ist es später beim Bau der einzelnen Schächte einfach, diese Höhenwerte über die vertikalen Schächte nach unten in den eigentlichen Tunnel zu übertragen. Auch die vertikale Achsabsteckung des Gerinnes konnte, wegen der kurzen horizontalen Abstände der Schächte, mit sehr einfachen Mitteln (Wasserwaage) vor Ort realisiert und von Schacht zu Schacht immer wieder kontrolliert und wenn notwendig auch korrigiert werden.

Wenn man allerdings davon ausgeht, daß die gesamte Anlage beim Bau in einzelne Baulose aufgeteilt war, welche gleichzeitig und unabhängig voneinander realisiert wurden, so wäre eine Anhäufung von einzelnen kleineren Messfehlern bei der vertikalen Absteckung eines gesamten Bauloses durchaus möglich. Die Folgen beim Zusammenstoß beider Lose wären im Falle eines Höhenfehlers mit falschem Vorzeichen dabei selbstverständlich dramatisch.

Um dies sicher auszuschließen wurde, sehr wahrscheinlich mit Absicht, ein Höhenversatz von ungefähr 2.5 Metern zwischen den Schächten 6 und 7 geplant, um damit eine Toleranz für die Einflüsse von unbeabsichtigten und eventuell kumulierten Fehlern bei der Höhenabsteckung zu haben.

Nachträglich, das heißt nach dem Durchbruch des Tunnels und damit der Verbindung von 2 Baulosen, wurde dieser Höhenversatz korrigiert. Man kann in diesem Bauabschnitt nämlich einen genau horizontalen Vortrieb der Tunneldecke feststellen, während die Tunnelsohle von Schacht 7 zum Schacht 6 hin kontinuierlich abgeschrägt ist. Die lichte Höhe beträgt in diesem Abschnitt demnach rund 2.50m. (siehe *Abb. 10*)

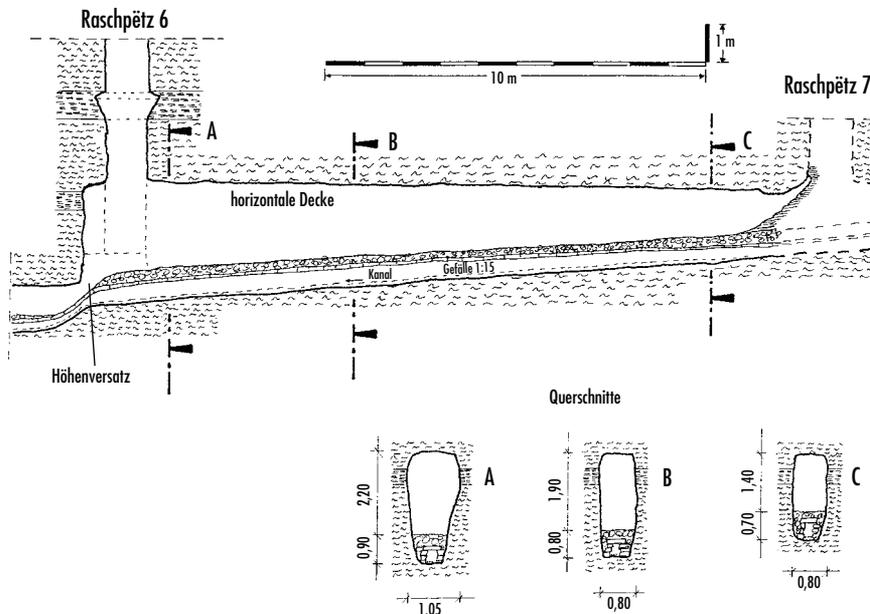


Abb. 8 Galerie mit horizontaler Decke und nachträglich abgeschrägter Sohle.



Abb. 9 Bereich des Zusammenschlusses zweier Baulosen mit vertikalem Versatz.

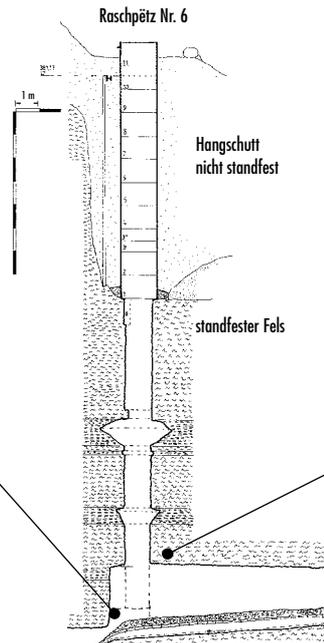


Abb. 11 Profil Schacht 6 mit dem Bereich des Zusammenschlusses von 2 Baulosen und horizontalem Versatz.



Abb. 10 Tunnel bei Pötz 7 im Bereich der abgeschrägten Tunnelsohle.

Wenn man einen unterirdischen Tunnel zielgenau von A nach B vorantreiben möchte, so ist das Hauptproblem aus vermessungstechnischer Sicht, vor 2000 Jahren genau so wie heute, die horizontale Orientierung.

So lange der antike Tunnelbauer eine exakt gerade Trasse unterirdisch auffahren möchte, stellt sich das Problem eigentlich nicht, kann er sich doch immer wieder am einfallenden Tageslicht am Tunneleingang orientieren und kleine Richtungsabweichungen der neuen Vortriebsstrecke immer wieder korrigieren. Wenn aus Gründen der Trassenplanung ein gerader Vortrieb nicht möglich ist, respektiv wenn ein unterirdisches Hindernis (harte Felspartie. oder eine Verbruchstelle) krummlinig umfahren werden muß, so fällt der Lichtpunkt am Tunneleingang als Orientierungshilfe aus und es stellt sich somit das Problem der unterirdischen Übertragung der geplanten Vortriebsrichtung.

Die Lösung dieses Problems bestand im Falle Raschpötzer in der Wahl der Qanatbauweise, wobei senkrechte Schächte in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen bis zur geplanten Tiefe abgetäuft wurden. Die oberirdisch abgesteckte Trasse konnte dann mit Hilfe von 2 Loten nach unten an die Tunnelsohle übertragen werden, wie es Skizze 12 anschaulich darstellt.

Die unterirdische Tunnelverbindung zwischen jeweils benachbarten Schächten wurde offensichtlich immer von Westen nach Osten einseitig aufgefahren, wobei der nächste Schacht als Ziel dann auch einige Male um 2 bis 3 Meter zunächst verfehlt

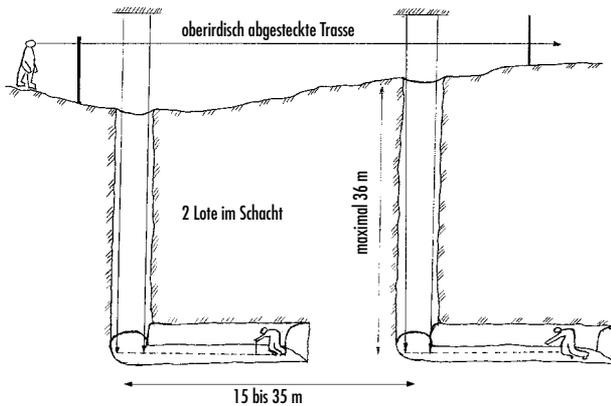


Abb. 12 Übertragen einer oberirdisch abgesteckten Achse auf die Tunnelsohle.

Abb. 13 Schacht 7 von unten (20 m tief).



wurde. Die Verbindung Schacht 4 – Schacht 5 zeigt sehr deutlich, wie der Tunnel von Schacht 4 aus zentrisch aufgefahren wurde und wie Schacht 5 nördlich um fast 3 Meter verfehlt wurde. (Abb. 14)

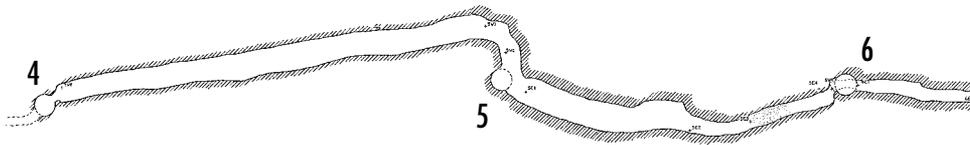


Abb. 14 Lageplan 4-5-6 mit deutlich sichtbarem Fehler bei der Richtungsabsteckung.

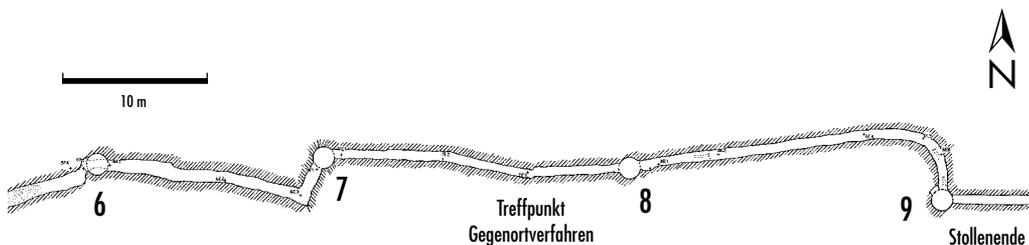


Abb. 15 Lageplan 6-7-8-9 mit Fehler bei der Richtungsabsteckung bei Schacht 9 und mit Treffpunkt des Gegenortverfahrens zwischen den Schächten 7 und 8.

Nachdem die oberirdisch gemessene Distanz von Schacht 4 aus aufgefahren war, ohne daß Schacht 5 getroffen wurde, kann man annehmen, daß Klopfschläge an der Sohle von Schacht 5 als Orientierungshilfe dienten, um auf diese Weise Schacht 5 mit einem Haken- oder Querschlag zu treffen. Nachdem die Sohle 5 auf diese Weise

seitlich getroffen worden war, wurde die Verbindung 5-6 auf ähnliche Weise zentrisch von Schacht 5 aus wieder aufgefahren. (siehe *Abb. 14*)

Einen ähnlich groben Messfehler kann man zwischen den Schächten 8 und 9 beobachten. (siehe *Abb. 15*)

Es ist übrigens logisch, daß der gesamte Tunnel einseitig, jeweils von West nach Ost aufgefahren wurde, da die Tunnelsohle bereits beim Bau die schwache Neigung der späteren Wasserleitung erhalten hat und man auf diese Weise immer gegen die Fließrichtung des Wassers arbeiten konnte. Es war demnach einfach, die Baustelle frei von Sumpfwasser zu halten, welches auf natürliche Weise zum rückwärtigen Bauschacht floss, wo es entweder durch Ausschöpfen mitsamt dem Aushubmaterial entsorgt werden konnte, oder über die bereits fertiggestellte Wasserrinne rückwärts, frei abfließen konnte.

Eine einzige und daher sehr interessante Ausnahme zu dieser, ansonsten bei den Raschpätzern allgemeinen Regel, beobachten wir zwischen den Schächten 7 und 8, wo die Tunnelverbindung ganz offensichtlich im Gegenortverfahren gebaut wurde. Man hat hier, zentrisch von den beiden Tunnelsohlen 7 und 8 die Tunnelverbindung gegenseitig aufgefahren, um sich auf halber Strecke zu treffen. Dies ist ganz eindeutig sichtbar, da ebenfalls hier nach den beiden aufgefahrenen Sollstrecken der eigentliche Durchbruch nicht geschafft wurde und die Verbindung erst nach einem fast rechtwinkligen Querschlag erfolgte. (siehe *Abb.16*)



Abb. 16 Treffpunkt des Gegenortverfahrens.



Abb. 17 Anfang der gebauten Wasserrinne zwischen Pätz 8 und Pätz 9.



Abb. 18 Ende des Qanates.

Man kann sich vorstellen, daß das anfallende Sickerwasser je Streckenabschnitt höchstens bis zum Bereich von Pätz-5 zusammen mit dem anfallenden Aushubmaterial durch die Schächte abgeschöpft werden konnte. Die Qanatbauweise mit einer Vielzahl von senkrechten Schächten ermöglichte es, das gesamte Tunnelprojekt bis an diese

Stelle in einzelne Baulose aufzuteilen, welche theoretisch alle gleichzeitig realisiert werden konnten. Dies verkürzt selbstverständlich die Gesamtbauzeit des Projektes ganz erheblich.

Sobald der Tunnel unter das eigentliche Wassereinzugsgebiet der 'Haedchen'-Senke vorstieß, war dies wegen der nun erheblich höheren anfallenden Wassermengen nicht mehr möglich und es mußte ein durchgehender natürlicher Abfluss nach hinten gewährleistet sein, das heißt die Wasserrinne mußte soweit fertig gestellt sein.

Die Schächte 6, 7, 8 und 9 dienten der Wassergewinnung durch Drainage und Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels der 'Haedchen'-Senke und nachdem ebenfalls eine größere unterirdische Wasserader im Tunnelbereich bei Pätz 8 angeschnitten war, konnte das Projekt beendet werden. Die letzten 20 Meter des bereits gegrabenen Tunnels 8-9 wurden dann auch gar nicht mehr mit der Wasserrinne ausgebaut.



Abb. 19 Nische bei 5-6 für Öllampe.

Zur Beleuchtung der Baustelle dienten Öllampen, welche in speziellen Nischen jeweils paarweise gegenüber angebracht waren (Abb 19).

Die Rauchentwicklung, respektiv die Sauerstoffzufuhr dürfte dabei ebenfalls problematisch gewesen sein, da der Stollenvortrieb im gesamten Bereich unter dem 'Pëtschend'-Plateau und unter der 'Haedchen'-Senke im wassergesättigtem Bereich stattfand, das heißt in einer Umgebung, wo alle natürlichen Hohlräume des Gesteins



Abb. 20 Pätz-4.



Abb. 21 Abzweigung Rinne.



Abb. 22 Einstieg in den gemauerten Schacht-4.

mit Wasser gefüllt sind und fast keine Luftzirkulation möglich ist. Die Bewitterung der Anlage erfolgte demnach ausschließlich über die senkrechten Schächte.

Ein sehr interessanter Fund war die Entdeckung des Pätz-4 im Alzettehang. In der Tat handelt es sich hierbei um den einzigen Schacht der erstens im Bereich des Hangschutts vollständig mit Bruchsteinen gemauert ist und zweitens um den einzigen Schacht der völlig offen war und oben mit einem Deckel aus Stein verschlossen war (Abb. 20).

Während alle übrigen Schächte nach der Fertigstellung der Wasserrinne und nach der Inbetriebnahme der Anlage noch vom Erbauer zumindest teilweise wieder verfüllt wurden, blieb dieser Schacht offensichtlich zugänglich. Die Kanalisation an der Sohle ist ebenfalls offen und nicht wie überall sonst durch Kalkplatten abgedeckt und interessanterweise zeigt sich hier eine T-förmige Abzweigung nach Westen mit einer ca 10 cm hohen Überlaufschwelle. (Abb. 21 und 23)

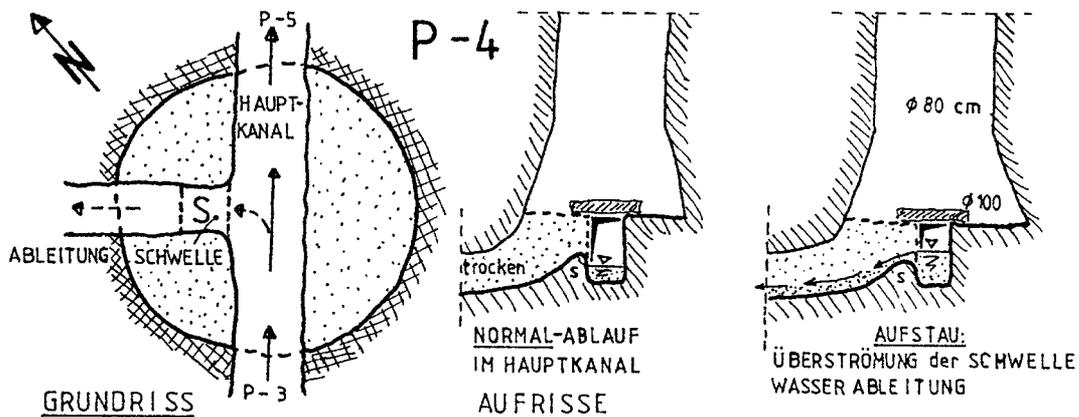


Abb. 23 Pätz-4 mit seitlichem Überlauf.

Ein leichtes Aufstauen des Hauptkanals mit einem Stein oder einer Holzbohle bewirkt durch Rückstau ein entsprechendes seitliches Wasserableiten über diese Steinschwelle. Wir haben es hier also offensichtlich mit einem antiken Schieber zu tun, welcher es ermöglichte, das Wasser wahlweise im Hauptstrang weiter nördlich fließen zu lassen oder eben durch eine seitliche Galerie in Hangrichtung auf dem kürzesten Weg austreten zu lassen.

Dieses einfache und intelligente System funktioniert heute noch und wurde im Jahre 1999, nach der Entdeckung des Schiebers, genau so wieder in Betrieb genommen, um damit die Grabungsstelle bei Pätz-5 rund 20 m flussabwärts wasserfrei zu halten.

Es scheint ganz klar, daß zumindest während der Bauzeit diese seitliche Drainage es ermöglichte im oberen Teil der Anlage zu arbeiten und Sickerwasser rückwärts abfließen zu lassen, ohne daß der untere Teil bereits fertiggestellt war. Die Gesamtbauzeit der Anlage konnte durch diesen einfachen Trick demnach noch einmal erheblich reduziert werden.

Diese Erklärung scheint sehr wohl wahrscheinlich, doch ist sie nicht unbedingt ausreichend, denn falls diese Schieberkammer nur während der Bauphase funktionieren sollte, so spricht eigentlich nichts dafür, daß man den Schacht derart aufwendig und vollständig ausgemauert hat und vor allem hätte ja auch dieser Schacht, so wie alle anderen auch, nach der Fertigstellung und der Inbetriebnahme der Anlage wieder vom Erbauer verfüllt werden können. Dieser Schieber war aber ganz offensichtlich während der gesamten Betriebszeit der Anlage zugänglich und so konnte hier die anfallende Wassermenge im Hauptkanal bei Bedarf reduziert werden, respektiv es konnte ein zweiter Abnehmer ab dieser Zweigstelle wahlweise versorgt werden.

Zum Schluß ist es wahrscheinlich interessant einige Daten und Zahlenwerte der bis jetzt erforschten und des noch vermuteten Teils der Raschpetzanlage zu erwähnen:

Gesamtlänge des Tunnels:	330 m sicher erforscht	600 m geschätzt
Anzahl der vertikalen Schächte:	bekannt 13	vermutet 20 bis 25
größte Schachttiefe:	36 m	
Abstand zwischen den einzelnen Schächten:	variabel zw. 10 und 35 m	
lichte Höhe des Tunnels:	variabel zw. 0,40 und 2,30 m	
kumulierte Höhe der bis jetzt bekannten vertikalen Schächte:	350 m	
bewegte Erdmassen aus den vertikalen Schächten:	300 m <sup>3</sup> zur Zeit erforscht	550 m <sup>3</sup> insgesamt geschätzt
aus dem horizontalen Tunnel:	700 m <sup>3</sup> zur Zeit erforscht	1700 m <sup>3</sup> insgesamt geschätzt
gefaßte und geförderte Wassermenge:	170 m <sup>3</sup> pro Tag	
Bauperiode:	2. Jahrhundert n. Chr.	

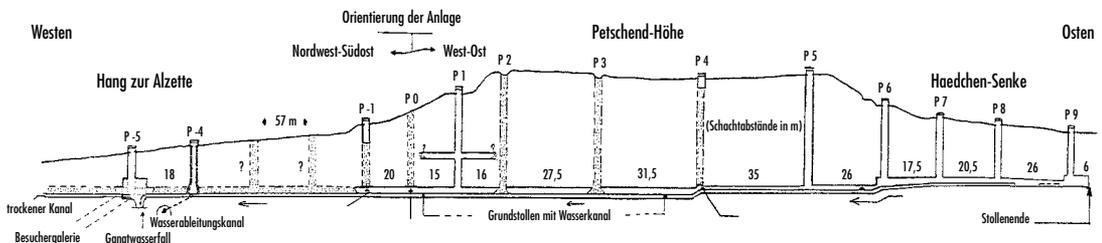


Abb. 24 Längsschnitt durch die gesamte bis dato bekannte Anlage.

Angesichts einiger dieser Zahlen ist der Leser möglicherweise beeindruckt und es stellt sich die Frage nach dem Aufwand und der benötigten Zeit zur Realisierung eines solchen Bauwerks.

Die oben beschriebene Abzweigung der Wasserrinne in Pätz-4 mit direktem Ausflussmöglichkeit des Sickerwassers erlaubte es, das gesamte Projekt in 2 große Baulose einzuteilen:

- 1) der Abschnitt Mundloch bis Pätz-4, eventuell zusammen mit der oberirdisch verlegten Wasserleitung von der Quelle, respektiv vom Raschpätzausgang bis zum Endverbraucher. Dieses Baulos ist bis dato kaum erforscht.

2) das obere Baulos von Pätz-4 bis zur Wassergewinnung im Bereich der Schächte 6 bis 9. Dieser Leitungsabschnitt wäre in dem Fall zur Zeit komplett lokalisierbar und größtenteils ausgegraben und bekannt. Die Ausführungen dieses Aufsatzes beziehen sich dann auch vor allem auf diesen oberen Teil der Anlage.

Diese Einteilung des gesamten Komplexes in zwei unabhängige Baulose ist von der Bauorganisation und vom Zeitaufwand her sehr interessant, da beide Lose gleichzeitig errichtet werden konnten. Das untere Baulos wurde während der Bauphase über das Mundloch entwässert, das heißt das Projekt wurde vom Mundloch her aufwärts vorgetrieben, während Baulos 2 gleichzeitig über Pätz-4 entwässert wurde und ebenfalls aufwärts vorgetrieben wurde.

Darüber hinaus konnte eigentlich jeder Schacht einzeln gegraben werden und mit Einschränkung konnten auch die einzelnen Tunnelverbindungen gleichzeitig aufgeföhren werden. Das anfallende Sickerwasser wurde in dem Fall mit dem Aushub über den nächsten Schacht nach oben entsorgt.

Wenn man außerdem weiß, daß es durchaus üblich war im Schichtbetrieb und eventuell auch nachts zu arbeiten, so kommt man bei einem Vortrieb von rund 20 cm pro Tag bei der Abteufung der Schächte auf eine durchschnittliche Bauzeit von 50 bis 180 Arbeitstage pro Schacht.

Es ist demnach durchaus realistisch von einer Gesamtbauzeit der Raschpätzanlage in der Größenordnung von 2 bis höchstens 3 Jahren zu sprechen.

Die größten bautechnischen Probleme dürfen dabei weniger die tiefsten und damit auch die beeindruckendsten Schächte 1 bis 5 auf dem 'Pätschend'-Plateau darstellen, da diese komplett im standfesten Sandstein errichtet wurden und auch das Grundwasserproblem an dieser Stelle weniger akut ist. Anders verhält es sich für



Abb. 25 Gefundene Schaufel aus Eichenholz.



Abb. 26 Holzbrett mit Schleifspuren eines Seiles.

die Schächte 6 bis 9 in der 'Haedchen'-Senke, wo zuerst eine bis zu 10 m mächtige Schicht aus Lockermaterial mit sehr aufwendigen Bodenabstützungen überwunden werden mußte, bevor die Sandsteinschicht erreicht wurde. (siehe Abb. 11)

Außerdem befinden wir uns hier im Wassereinzugsbereich, das heißt in einer vom Grundwasser gesättigtem Umgebung, so daß die Entsorgung des anfallenden Sickerwassers während der Bauperiode kaum mit dem anfallenden Aushubmaterial nach oben möglich war und demnach nur rückwärts über die bereits fertiggestellte Rinne und über die Drainage bei Pätz -4 zu realisieren war. Dies bedeutet dann selbstverständlich auch, daß die Schächte 6 bis 9 nicht mehr gleichzeitig, sondern nur noch nacheinander und nach Fertigstellung der restlichen Anlage gegraben werden konnten.

Die Schächte -1 bis -4 und alle noch zu findenden übrigen Schächte im Alzettehang befinden sich ebenfalls alle im Lockergestein des Hanges, das heißt auch hier waren Abstützungsarbeiten während der Bauphase notwendig, wenn auch weniger aufwendig, wegen der geringeren Tiefe.

Grundwasserprobleme dürften sich hier auf Grund der geologischen Situation keine mehr gestellt haben.

Es bleibt zum Schluss natürlich die Frage nach dem endgültigen Bestimmungsort für das Trinkwasser dieser doch extrem aufwendigen und komplexen Wasserleitung. Es ist ganz klar, daß ein Tunnelbauwerk dieses Ausmaßes kein Selbstzweck sein konnte.

Die in den letzten Jahrzehnten systematisch durchgeführten Grabungskampagnen haben gezeigt, daß sich im breiten Alzetteal nördlich der Stadt Luxemburg die Römervillen in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen von 700 bis 800 m beidseitig des Flusses folgen. Im allgemeinen wurden diese Bauten in bevorzugten, sonnigen Lagen auf halber Hanghöhe, das heißt außerhalb des Überschwemmungsgebietes des Flusses und direkt unterhalb einer, am Fuße des hier anstehenden Sandsteines entspringenden Quelle errichtet.

Die Villa in Walferdange ist mit ihren 100 mal 50 m eine der größten zur Zeit freigelegten und erforschten römischen Villen in Luxemburg. Ihr nördlicher Nachbar, welcher ja Abnehmer des Raschpätzer Wassers war, ist von seinen Ausmaßen her möglicher-

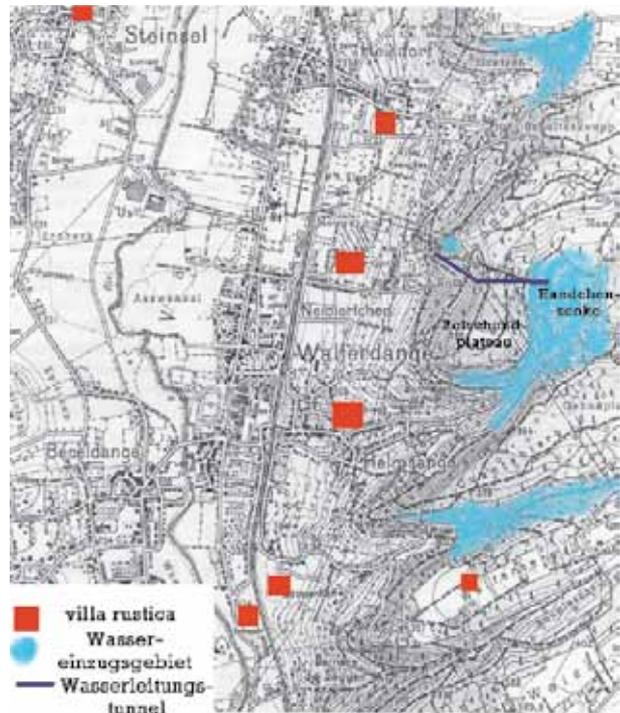


Abb. 27 Topographische Karte mit den römischen Villen in Walferdange.

weise vergleichbar, nur leider ist der größte Teil der Anlage heute zerstört und somit auch nur unvollständig erforscht. Der Aufwand und die Dimensionen der künstlichen Wasserversorgungsleitung der Raschpötzer lässt allerdings kaum Zweifel zu, bezüglich der Macht, respektiv des Reichtums des hierfür verantwortlichen Bauherrn und Bewohner dieser Villa.

#### Literatur

- Grewe 1985 = K. Grewe, Von Eupalinos bis Fulbert. Zur Geschichte des Wasserleitungstunnels. In: Symposium über die Historie der Wasserförderung. Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft 8 (Berlin 1985) 4-19.
- Grewe 1998 = K. Grewe, Licht am Ende des Tunnels (Mainz 1998).
- Kohl 1998 = N. Kohl, Die Raschpötzer Saga. Ereignisse - Daten - Zahlen (Walferdange 1998).
- Kohl, Faber u.a 1990 = G. Faber/N. Kohl, 25 Jahre Raschpötzer-Forschung (Walferdange 1990).
- Kohl, Waringo u.a 1995 = N. Kohl/G. Waringo/G. Faber, Raschpötzer - die Ausgrabungschronik der Jahre 1991-1995 (Walferdange 1995).
- Kremer 1999 = B. Kremer, Wasserversorgung aus dem Tunnel. Der römische Qanat von Mehring. Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier 31, 1999, 37-50.
- Krier 2000 = J. Krier, Romains et Francs à Helmsange. In: Festschrift 150 Joer Gemeng Walfer (Walferdange 2000) 334-337.
- Peters, Reis 1999 = K. Peters/O. Reis, Méthodes de mesure et d'implantation des tunnels dans l'Antiquité. Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural, 1999, 435-439.
- Schoellen 1997 = A. Schoellen, Les surprenants ouvrages hydrauliques romains. Archeologia 332, 1997, 62-66.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1-27 Verfasser.

Anschrift der Verfasser: *Institut Supérieur de Technologie, 6, rue Coudenhove-Kalergi, 1359 Luxembourg*