

Streckenmessung im antiken Aquädukt- und Straßenbau

1. Einleitung und Problemstellung

‘Streckenmessung’ bedeutet im Wesentlichen nichts anderes, als zu ermitteln, wie oft ein bekanntes Maß in eine bis dahin nur durch ihren Anfangs- und Endpunkt bestimmte Strecke hineinpasst. Zur Ermittlung solcher Strecken benötigt man ein Maßsystem und für die praktische Messung entsprechende Maßstäbe. Man benötigt also genormte Maße - Normalmaße. Krünitz definiert in seiner Encyclopädie ein „Normalmaß, [als] ein Maß, besonders der Länge, welches so sicher bestimmt ist, daß man es zu allen Zeiten wieder finden und darnach andere Maße einrichten kann.“¹ Damit ist gemeint, dass es wiederherstellbar sein muss und dass man andere Maßstäbe daran eichen kann.

Das glaubte man Ende des 19. Jh. mit der Festlegung eines einheitlichen Maßes als dem 10-millionsten Teil des Erdquadranten auf dem Meridian von Paris gewährleisten zu können. Nach aufwändigen Gradmessungen zwischen Dünkirchen und Barcelona in den Jahren zwischen 1792 und 1799 war die Länge des Meridianbogens ermittelt und das neue Einheitsmaß gefunden. Man nannte es Meter.²

Während mit dem Metermaß - als Produkt der Französischen Revolution vom Internationalen Büro für Maß und Gewicht 1899 eingeführt - heute ein (fast) weltweit eingeführter Normalmaßstab gültig ist, galt es, im ‚vometrischen Zeitalter‘ ein unglaubliches Wirrwarr an verschiedenen gültigen Maßsystemen zu beherrschen. Man ging damals sehr pragmatisch vor, indem man überall örtlich gültige Maßsysteme einfuhrte, um auf diese Weise einen halbwegs ehrlichen Handel auf den jeweiligen Märkten durchzusetzen. An den Rathäusern vieler mittelalterlicher Städte findet man deshalb heute noch aus Eisen gefertigte Ur-Maßstäbe, an denen Markthändler die an ihren Ständen eingesetzten handlichen Maßstäbe eichen konnten, um wenigstens für einen begrenzten Ort ein einheitliches Maß

¹ KRÜNITZ (1806), 670-671.

² Heute ist die Länge des Meters durch die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (299.792.458 m/s) definiert.

zu gewährleisten. Diese regionale Begrenzung hatte aber zur Folge, dass eine bestimmte Länge Tuches in Westfalen ganz anders abgemessen war, als im Rheinland – und damit war auch dem Betrug Tür und Tor geöffnet.

Diese Probleme bestanden durchaus auch schon in der Antike.³ Lassen wir einmal den Warenhandel außer Acht, so sind diese Anforderungen auch im Baugewerbe und im Ingenieurbau von großer Bedeutung. Das sprichwörtliche ‚mit zweierlei Maß messen‘ konnte im Baubetrieb katastrophale Folgen haben. Man denke nur daran, beim Bau einer Brücke hätte man an beiden Enden mit Maßsystemen unterschiedlicher Längen begonnen.

Aus diesem Grund hat man im römischen Reich ein einheitliches Maß eingeführt, dessen Grundmaß der römische Fuß war. Mit *digitus* und *palms* gab es Unterteilungen bis zum 1/16 des Fußes, während es andererseits Vielfache des Fußes bis zur römischen Meile gab, die mit dem 5000fachen des Fußes, also 1480 m, gemessen wurde.⁴

Natürlich gab es auch Sonderformen, die regional begrenzt Anwendung fanden, dazu gehören der *Pes drusianus* (33,3 cm) und die *Leuga*, ein Längenmaß, das in den gallischen Provinzen zu finden ist.⁵ Die Länge der Leugen ist immer noch in der Diskussion⁶, denn man hat sie mit 2.220 m und 2.450 m angetroffen, wobei das Maß einmal auf 7.500fache des Fußes zu 0,296 m und das andere Mal auf das 7.500fache des drusianischen Fußes mit 0,333 m zurückgeführt wird.

Nun ist es ein großer Unterschied, ob ein Normalmaß auf einer räumlich begrenzten Baustelle eingesetzt wird oder bei einem Projekt, das sich kilometerlang durch die Landschaft zieht - wie beispielsweise ein Aquädukt oder eine Straße. In beiden Fällen war sicherzustellen, dass ein wie auch immer gewähltes Normalmaß für das gesamte Projekt Gültigkeit hatte. Bei einem solchen Streckenbauwerk kam allerdings erschwerend hinzu, dass sich kleinste Fehler im Messwerkzeug wegen der vielfachen Aneinanderreihung im Ergebnis zwangsläufig addierten.

Für eine Großbaustelle - nehmen wir als Beispiel ein Amphitheater - war ein ausgewähltes Normalmaß als ‚Ur-Maß‘ festzuhalten, um jederzeit neue Maßstäbe daran eichen zu können. Ein solches, durch Inschrift speziell für das Eichen von Baumaßstäben bezeichnetes Ur-Maß, finden wir in Form eines Eichtisches

³ Vgl. beispielsweise auch die *Mensa ponderaria* in Pompeji. Hierzu COARELLI (1990), 190.

⁴ F. HULTSCH, Griech. und röm. Metrologie, ²1882, 74f.

⁵ RATHMANN (2003) bes. 104-122.

⁶ z. B. DASSIÉ (1999).

in Thibilis / Announa (Algerien).⁷ Neben dem römischen Fußmaß sind dort gar noch weitere Ellen-Maßstäbe angebracht, die ein Übertragen von dem einen in ein anderes Maßsystem ermöglicht haben. (Abb 1)



Abb. 1. Eichtisch für Baumaße in Thibilis / Announa (Algerien).

Der Grabaltar des T. Statilius Aper im Kapitolinischen Museum in Rom ist in diesem Zusammenhang in zweierlei Hinsicht interessant.⁸ (Abb. 2) Hier finden wir nicht nur ein Fußmaß als Ur-Maß mit seinen Unterteilungen in *palmae* (Handbreiten) und *digiti* (Fingerbreiten) dargestellt, (Abb. 3) sondern daneben auch noch ein Längenmesswerkzeug (*pertica*) in Form einer auf etwa ein Drittel verkleinerten *decempeda* (Zehnfuß). (Abb. 4) In dieser Form, den bis vor einigen Jahrzehnten gebräuchlichen Messlatten nicht unähnlich, müssen wir uns die römischen Geräte zur Bestimmung von Strecken vorstellen. Auch diese aus Holz gefertigten Messwerkzeuge haben sich im Original natürlich nicht erhalten, jedoch sind verschiedene Paare von Endbeschlägen in Pompeji gefunden worden.⁹

Perticae gab es auch in vom Zehnfuß abweichenden Längen sowie in anderen Materialien. Neben den Holzmaßstäben finden wir vor allen Dingen im Ein-Fuß-Bereich Maßstäbe aus Bronze, die des besseren Transportes wegen sogar

⁷ RAKOB (1974) 77; GREWE (1985) 16-18.

⁸ CIL VI 1975 = ILS 7737; ZIMMER (1982), bes. 197-198; zu weiteren auf *mensores* bezogene Grabsteininschriften siehe: ARNAUD (1995) bes. 253.

⁹ Della Corte (1922), IV, 83-94 ; Nowotny (1922), 25.



Abb. 2. Grabaltar des T. Statilius Aper im Kapitolinischen Museum in Rom.

2. Aquäduktbau

Im Wasserleitungsbau, wo sich das Gefälle der Leitung aus dem Höhenunterschied und der Länge eines Streckenabschnitts errechnet, war es zwingend erforderlich, genaue und vor allen Dingen einheitliche Maße zur Anwendung zu bringen. Ziehen wir in Betracht, dass der Ausführung dieser Bauwerke unverzichtbar eine

klappbar gefertigt waren. Ein im Römisch-Germanischen Museum Köln verwahrter Klappmaßstab hat die Länge von 0,297 m.¹⁰ (Abb. 5) Ein in Lyon gefundenes Exemplar hat aufgeklappt die ('kapitolinische') Länge von 0,295 m. Dass die Fußmaße in ihren Längen zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterlagen, sei hier nur am Rande erwähnt.

Der Absteckung von Strecken haben Fluchtstäbe gedient, die unseren heutigen nicht unähnlich waren. Diese *metae* waren darüber hinaus auch für das Ausfluchten von Geraden in Gebrauch.

¹⁰ (Röm.-German. Museum Köln, Inv. Nr. 23, 475). Der Klappmaßstab hat nach E. PFEIFFER die Länge von 0,296853 m; PFEIFFER (1986), 2-3. Es scheint allerdings fraglich, ob ein solcher Maßstab als Normalmaß mit dieser Länge überhaupt derart exakt herstellbar war und ob die letzten Stellen hinter dem Komma nicht eher als Zufallsprodukt der Messung gelten müssen. Jede Längenangabe von genauer als $\frac{1}{10}$ mm muss bei der Betrachtung des Fußmaßes fraglich sein, wenn es auf der Messung eines einzelnen Maßstabes basiert. Selbst wenn eine solche Angabe durch Mittelung aus verschiedenen Maßangaben oder durch Teilung einer wesentlich längeren Strecke entstanden ist, ist der angegebene Wert ab der vierten Stelle hinter dem Komma rein rechnerisch zu betrachten.

gründliche Planung vorausgegangen sein muss, so setzt das wiederum eine exakte Ermittlung von Strecken und Höhenunterschieden voraus, denn der Quotient aus diesen beiden Werten bestimmte das Gefälle.

Nun standen den römischen Ingenieuren neben den Streckenmesswerkzeugen durchaus auch Geräte zur Messung von Höhenunterschieden zur Verfügung: Vitruvs Chorobat und Herons Dioptra sind klug durchdachte Nivelliergeräte, die exakte Messungen zuließen:¹¹

„Jetzt will ich darüber sprechen, wie die Wasserleitungen zu den Wohnungen und Städten angelegt werden müssen. Die erste Arbeit ist das Nivellieren.

Nivelliert aber wird mit dem Diopter oder der Wasserwaage oder dem Chorobat, aber ein genaueres Ergebnis erreicht man mit dem Chorobat, weil Diopter und Wasserwaage täuschen. Der Chorobat aber besteht aus einem 20 Fuß langen Richtscheit. Dieses hat an den äußersten Enden ganz gleichmäßig Schenkel, die an den Enden (des Richtscheits) nach dem Winkelmaß (im Winkel von 90 Grad) eingefügt sind, und zwischen dem Richtscheit und den Schenkeln durch Einzapfung festgemacht schräge Streben. Diese Streben haben genau lotrecht aufgezeichnete Linien, und jeder einzelnen dieser Linien entspre-

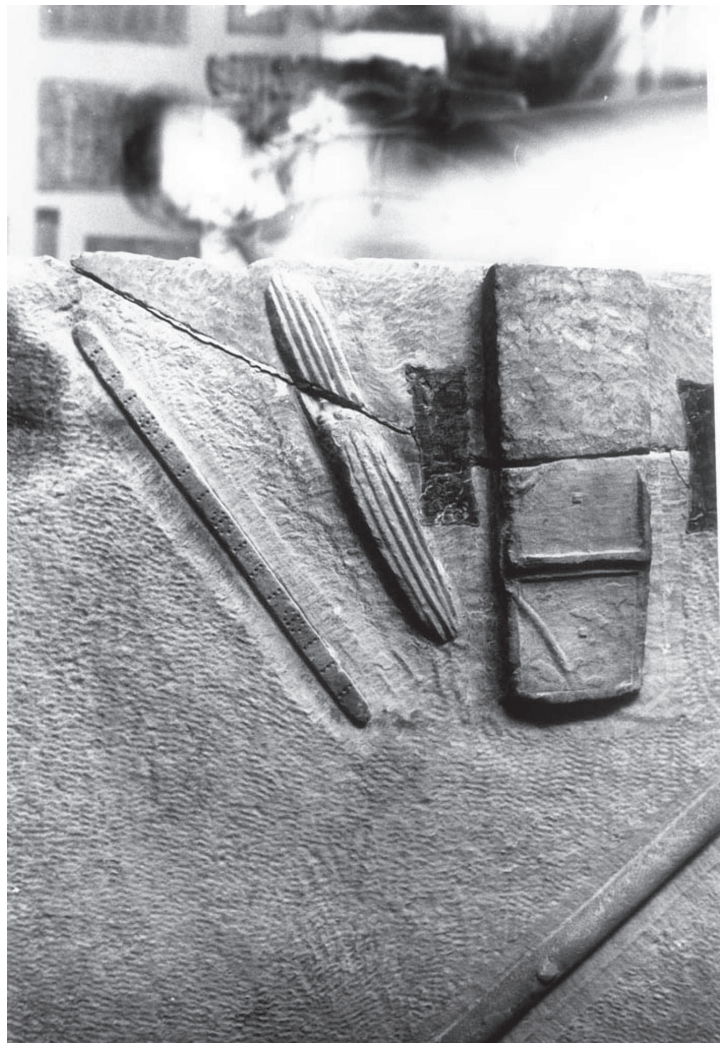


Abb. 3. Grabaltar des T. Statilius Aper. Neben einem Fußmaßstab und einem Bündel Zähladeln ist eine Wachstafel dargestellt, auf der eine angefangene Vermessungsskizze zu sehen ist.

¹¹ Vitr. 8,5,1-3, Übersetzung C. FENSTERBUSCH; GREWE (1985), 18-19; GREWE (2009) 109-117..



Abb. 4. Grabaltar des T. Statilius Aper. Darstellung einer verkleinerten Decempeda (Zehnfuß).

chend hängen Bleilote von dem Richtscheit herab, die, wenn das Richtscheit aufgestellt ist und alle Bleilote ganz gleichmäßig die eingezeichneten Linien berühren, die waagerechte Lage anzeigen. [2] Wenn aber Wind störend einwirkt und durch die so hervorgerufenen Bewegungen der Bleilote die Linien keine Anzeige mehr bieten können, dann soll das Richtscheit am oberen Teil eine Rinne von 5 Fuß Länge, einem Zoll Breite und 1,5 Zoll Tiefe haben, und dort hinein soll man Wasser gießen. Wenn nun das Wasser in genau gleicher Höhe die obersten Ränder der Rinne berührt, dann wird man wissen, dass die Lage waagrecht ist. Ebenso wird man,

wenn mit diesem Chorobat so nivelliert ist, wissen, wie groß das Gefälle ist. [3] Vielleicht wird jemand, der die Schriften des Aristoteles gelesen hat, sagen, dass mit Hilfe von Wasser keine zuverlässige Nivellierung erzielt werden kann, weil dieser der Meinung ist, dass die Oberfläche des Wassers nicht waagrecht ist, sondern eine kugelhähnlich gewölbte Gestalt und (diese Kugel) dort ihren Mittelpunkt hat, wo ihn auch die Erde hat. Mag nun aber die Oberfläche des Wassers waagrecht oder kugelhähnlich gewölbt sein, so muss doch das Richtscheit, wenn es waagrecht ist, das Wasser an den äußersten Enden (der Rinne) in gleicher Höhe halten. Wenn es aber an der einen Seite schräg geneigt ist, dann an der Seite, die höher

liegt, die Rinne des Richtscheits das Wasser nicht am obersten Rand haben. Es ist nämlich notwendig, dass das Wasser, wohin man es auch gießt, in der Mitte (seiner Oberfläche) eine Aufblähung und Krümmung hat, dass aber die Enden rechts und links sich in einer waagerechten Linie liegen. Eine Abbildung des Chorobats aber ist am Ende des Buches verzeichnet. Und wenn das Gefälle groß ist, wird das Wasser leichter herabfließen. Sind aber Zwischentiefen da, so wird man durch unterbauten helfen müssen.“

Diese Geräte basierten im Wesentlichen darauf, dass sich eine Messachse horizontal einrichten ließ, und man damit den Höhenunterschied zwischen



Abb. 5. Römischer Klappmaßstab aus Bronze (Röm. German. Museum Köln, Inv. Nr. 23/ 475).

zwei Punkten messen konnte. Lagen die Punkte, deren Höhenunterschied ermittelt werden sollte, weiter auseinander als der Messbereich des eingesetzten Nivelliergerätes, so musste mit Zwischenpunkten gearbeitet werden. Das konnte im Aquäduktbau bedeuten, dass sich das gesuchte Ergebnis im Extremfall erst nach vielen hundert aneinandergereihten Einzelmessungen ermitteln ließ.

Wir sprechen hier von Aquädukten, die nach dem Prinzip des freien Gefälles zu bauen waren, also von Gravitations- oder Gefälleleitungen. Solche Leitungen

fallen durch ihre gewundene Trassenführung auf, da sie sich an das Geländere relief förmlich anschmiegen müssen. Sie umrunden jeden Bergsporn und sie fahren jedes Seitental aus. Die Aufgabe des planenden Ingenieurs bestand darin, durch geeignete Vermessungs- und Berechnungsmethoden eine günstige Trassenlinie zu finden. Das Problem war nur, dass sich der genaue Trassenverlauf des in Planung genommenen Aquäduktes erst als letzter Arbeitsgang im Rahmen von Planung und Trassierung ergeben hat. Die genaue Lage der Trassenlinie - und damit auch deren Länge - hat sich also erst ergeben, nachdem die Planung abgeschlossen war.

Allerdings war das planerische Gefälle einer solchen Wasserleitung nur zu ermitteln, wenn in die Berechnungen auch die genaue Streckenlänge eingeflossen war. Man hätte also paradoxerweise eine Strecke in eine Berechnung einbeziehen müssen, ohne deren Länge überhaupt zu kennen. Wie sollte man aber das Gefälle für eine Wasserleitung planen, wenn man weder deren Lage, noch deren genaue Länge kannte?

Da die römischen Ingenieure Trassengefälle bis zu einem Minimalwert von 0,14‰, also 14 cm auf einen Kilometer¹², abgesteckt haben, ist das unvorstellbar: Es muss also zwangsläufig ein Messverfahren gegeben haben, dass diese scheinbar unmögliche Ausgangssituation für die Planung und Trassierung eines Aquäduktes bereinigt hat: Die Länge eines Streckenabschnitts und der dazugehörige Höhenunterschied müssen vor der Planung des Gefälles bekannt gewesen sein. Das legt die Vermutung nahe, dass schon bei der Ermittlung des Höhenunterschiedes zwischen zwei Punkten auch die Streckenlänge ermittelt wurde - und das in einem Arbeitsgang. Es muss also ein Vermessungsgerät zur Verfügung gestanden haben, mit dem sich Nivellement und Streckenmessung in Einem durchführen ließen.

In dieser Hinsicht ist das vom römischen Architekten und Fachschriftsteller Vitruv beschriebene Nivelliergerät, der Chorobat, in einem neuen Licht zu sehen. Die jüngere Forschung hat nämlich gezeigt, dass diese Spezialprobleme des Aquäduktbaus bei den bisherigen Rekonstruktionsversuchen von Vitruvs Chorobat gar nicht berücksichtigt worden sind.¹³

¹² z. B. im Verlauf der römischen Wasserleitung nach Nîmes im letzten Abschnitt vor dem Pont du Gard; FABRE/FICHES/PAILLET (1991), 92-93 u. Pl. IX; Grewe (2010), 85-89.

¹³ Die erste vitruvgetreue Rekonstruktion des Chorobat legen Poleni und Stratico vor: *M. Vitruvii Pollionis architectura. Textu ex recensione codicum emendato cum exercitationibus notisque ovissimis Ioannis Poleni et commentariis variorum additis nunc primum studiis Simonis Stratico I-VIII* (Udine 1825-1830), zur Rekonstruktion des Chorobates s. Bd. III (1829) S. II Taf. V, Abb. II.; zur Anwendung des Chorobates siehe: GREWE (2009), [in Vorbereitung].

Man hat statt dessen in der Regel die Chorobat-Neuerfindungen der Renaissance verwendet, bei denen die vitruvsche Grundidee um Drehachsen und Zieleinrichtungen ergänzt worden sind, um damit Nivellements fast im modernen Sinne durchführen zu können.

Vitruv, der seinen Chorobat sogar speziell für den Wasserleitungsbau beschrieben hat, hatte dagegen aber ein völlig unkompliziertes Gerät vorgestellt, das gerade durch seinen einfachen Aufbau bestach und deshalb auch von Hilfskräften leicht zu bedienen war. Im Grunde handelte es sich beim Chorobat lediglich um ein 20 Fuß langes Richtscheit, das an beiden Enden Standfüße hatte und durch Lote oder Wasserwaage in Horizontalstellung zu bringen war. (Abb. 6)

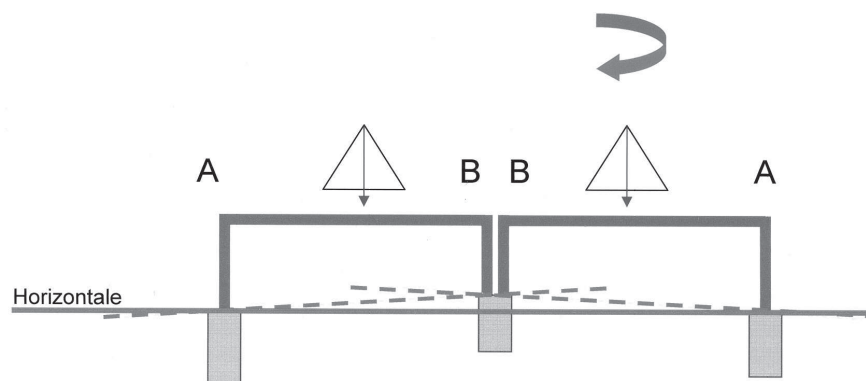


Abb. 6. Chorobat-Rekonstruktion von Poleni/Stratico (1829), die sich wortgetreu an Vitruvs Angaben hält.

Man nutzte dieses Gerät ohne irgendwelche Zielvorrichtungen, sondern zum direkten Abgreifen der Messpunkte. Gerätefehler eliminierten sich auf einfache Weise selbsttätig, wenn man den Chorobat bei jedem zweiten Messgang drehte. (Abb. 7) Der besondere Vorteil für die Trassenplanung eines Aquäduktes lag nun darin, dass man sich mit dem Chorobat auf einer Höhenlinie durch die Landschaft bewegen konnte. Da diese Linie wegen der geringen Gefälle römischer Wasserleitungen fast der späteren Trasse entsprach, ließ sich auf einfache Weise neben der Höhenübertragung gleichzeitig eine Streckenermittlung durchführen, denn dazu brauchte man nur die Anzahl der Geräteaufstellungen mit der Länge des Chorobates multiplizieren. Nur auf diese Weise war die Länge der späteren Trasse linientreu zu ermitteln, was die Errechnung der grenzwertig niedrigen Gefälle überhaupt erst möglich gemacht hat.

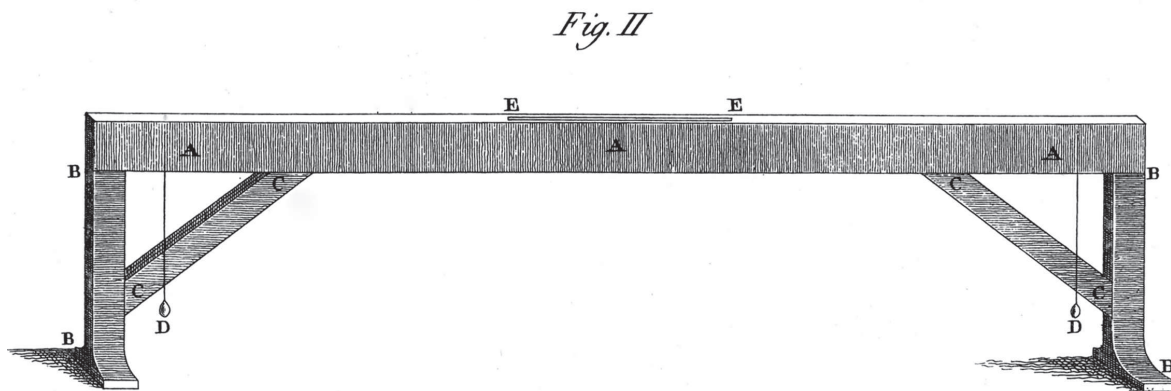


Abb. 7. Durch Drehen des Chorobates nach jedem Messgang, wurden sämtliche Gerätefehler eliminiert – ganz nebenbei wurde bei dieser Methode der Anwendung die Länge der durchmessenen Strecke ermittelt.

Da man die einzelnen Messpunkte mit Holzpfähnchen vermarken konnte, stand die gefundene Trassenlinie auch bei der späteren Gefälleabsteckung noch zur Verfügung. Wir müssen in diesem Zusammenhang deutlich unterscheiden zwischen dem Nivellement mit dem oben beschriebenen Chorobat als Methode der Ermittlung von Höhenunterschieden zwischen zwei Punkten und der Gefälleabsteckung, die nach der Methode des Austafelns vorgenommen wurde.

Für das Austafeln verwendete man drei T-förmige Tafeln mit denen man ein im Anfang eines Bauloses abgestecktes Sollgefälle über den anschließenden Bauabschnitt verlängerte. Man folgte beim Austafeln der Strecke den Holzpfähnchen, die beim vorhergegangenen Nivellement abgesteckt worden waren.

Für die Streckenmessung ist nach den archäologischen Ergebnissen erkennbar, dass man diese im Aquäduktbau in einem Arbeitsgang mit dem Nivellement durchgeführt hat: Man maß also mit dem Chorobat Schritt für Schritt 20 Fuß lange Teilstrecken, die zusammengerechnet die Gesamtstrecke ergaben. Dass diese Methode sehr genau war, ist - wiederum durch archäologische Untersuchungen - in Siga und Köln deutlich belegt.

In Siga war die insgesamt 8 km lange Wasserleitung auf eine Strecke von fast 5 km in einem Zustand angetroffen worden, der an mehr als 150 Stellen eine intakte Sohle aufwies¹⁴. Da die Abdeckung der Leitung auf der ganzen Strecke abgegangen war, konnten diese Punkte höhenmäßig sehr genau bestimmt werden.

¹⁴ GREWE (1985), 24-31.

Nach diesen Ergebnissen ließ sich dann ein aussagekräftiges Längsprofil zeichnen, wonach sich dann Änderungen des Gefälles – also Gefälleknickpunkte – feststellen ließen. Dabei zeigte sich, dass die einzelnen Trassenabschnitte in sich mit ziemlich konstantem Gefälle abgesteckt worden waren. Legte man nun über die einzelnen Gefälleabschnitte ausgleichende Geraden und brachte diese zum Schnitt mit den benachbarten Geraden, dann war das Ergebnis geradezu verblüffend, denn die drei zu ermittelnden Abschnitte hatten zwar unterschiedliche Gefälle, waren aber in etwa gleich lang. Und nicht nur das: Sie ließen sich zudem auffällig passend im römischen Maßsystem unterbringen.

Mit ermittelten Maßen in der Größenordnung von 1.449,17 m, 1.473,34 m und 1.504,07 m - im Mittelwert also 1.475,53 m - liegen wir sehr nahe an der römischen Meile, deren Länge mit 1.480 m (5.000 Fuß zu 0,296 m = 1 Meile) festgelegt ist. Da die Schnitte der Gefällelinien im Längsprofil naturgemäß äußerst schwach ausfallen, ist eine Abweichung zur Meile in der Größenordnung von 4,5 m (= ~3 ‰) fast zu vernachlässigen. Danach kann man also sagen, dass man für den Aquädukt in Siga Gefälleabschnitte mit unterschiedlichen Gefällewerten mit der Länge von einer römischen Meile abgesteckt hat. (Abb. 8)

Im Falle der 95,4 km langen Wasserleitung in das römische Köln hatte man die Gesamttrasse in etwa 20 Baulose eingeteilt. Durch die archäologischen

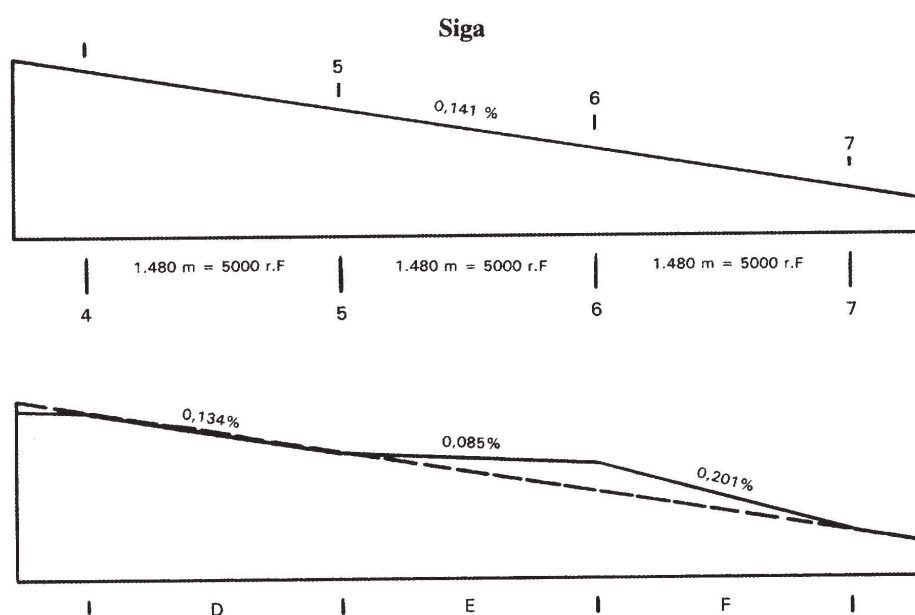


Abb. 8. Römische Wasserleitung von Siga (Algerien). Die Wechsellpunkte des Gefälles der Leitung liegen auffällig nahe beim glatten Fußmaß von 5.000 Fuß.

Forschungen der letzten Jahrzehnte sind wir in der Lage, drei Baulosgrenzen zu lokalisieren, und da es sich um aneinander angrenzende Baulose handelt, lassen sich deren Längen ziemlich exakt ermitteln.¹⁵ Die Strecke zwischen dem Sammelbecken zweier Leitungssäste in Mechernich-Eiserfey und einer als Baulosgrenze klar erkennbaren Höhenstufe in Mechernich-Breitenbenden wurde zu 4.440 m ermittelt, was sich erstaunlich exakt in 15.000 röm. Fuß (= 3 röm. Meilen) umrechnen lässt. Das anschließende Baulos, dessen Begrenzung bei Mechernich-Lessenich durch ein in die Leitungssohle eingebautes Tosbecken erkennbar ist, weist zwei Gefälleabschnitte auf, die 1.480 m (= 5.000 röm. Fuß) und 3.850 m (= 13.006 röm. Fuß) lang sind. Für das gesamte Baulos ergibt sich also eine Strecke von 5.330 m, was sich zu 18.006 röm. Fuß umrechnen lässt.

Im Ergebnis zeigt also auch das Beispiel Eifelwasserleitung, dass man Baulose, respektive Gefälleabschnitte mit glatten Maßen abgesteckt hat, wobei sich als kleinste Einheit 1000 Fuß-Abschnitte ergeben haben. Dass die von uns ermittelten Ergebnisse sowohl im Beispiel Siga, als auch im Beispiel Köln Werte ergeben hat, die auffällig nahe an glatten Maßen liegen, ist erstaunlich und zeigt zweierlei. Zum Einem wird deutlich, dass der Chorobat nicht nur als Nivelliergerät, sondern auch als Werkzeug für die Streckenmessung einzusetzen war. Zum Anderen zeigen die Beispiele, mit welcher Präzision dieses Werkzeug zum Einsatz gekommen ist. Und diese Präzision ist das Ergebnis eines kenntnisreichen und verantwortlichen Umgangs mit einem genial einfachen Vermessungsgerät: dem Chorobat des Vitruv.¹⁶

3. Straßenbau

Im Fernstraßenbau lagen die Probleme anders, da eine Straßentrasse nicht wie eine Aquädukttrasse an das Gelände anzuschmiegen war. Hier waren ganz andere Prioritäten gesetzt, denn es galt, möglichst kurze Verbindungen zwischen zwei Orten zu finden.

¹⁵ GREWE (1985), 31-42; GREWE (1986), 97-105.

¹⁶ Präzision und Ethos antiker Ingenieure ist recht anschaulich am Beispiel eines Tunnelbaus in Saldae (heute Algerien) belegt. Der römische Ingenieur Nonius Datus (Mitte 2. Jahrh. n. Chr.) nennt auf seinem Grabstein die Tugenden eines antiken Ingenieurs): „Patientia - Virtus - Spes“, was in diesem Fall wohl mit „Geduld“, „Tatkraft“ und durch fachliches Können begründeten „Zuversicht“ übersetzt werden muss. (CIL VIII, 1, 2728). Hierzu: GREWE (1985), 70; GREWE (2010), 51.

„Alle Wege führen nach Rom“ - dieses griffige Motto ist zwar erst eine Schöpfung der mittelalterlichen Literatur, es belegt aber recht anschaulich die geradezu ungeheure Leistung, die antike Ingenieure erbracht haben, um das Imperium Romanum verkehrsmäßig zu erschließen. Allein das römische Fernstraßennetz wird auf eine Gesamtlänge von 80.000 bis 100.000 km geschätzt, und wenn man die Nebenstraßen, Querverbindungen und die lokalen Wege hinzuzählt, so kommt ein Vielfaches an ausgebauten Straßentrassen zusammen.

Straßen waren über Jahrtausende das wichtigste Kommunikationsmittel der Menschen. Sie dienten dem Nachrichten- und Gütertausch, den Feldherren als Heerwege und den Verwaltungsbeamten als ‚Datenautobahnen‘. Dabei ist nicht jede Verkehrsverbindung von vornherein als Ingenieurbau zu betrachten. Erst wenn eine Verkehrsverbindung zwischen zwei Orten planmäßig angelegt wird, dem Ausbau also eine Planung und Trassierung vorausgegangen ist, kann man das Bauwerk als ‚Kunst‘straße ansehen, die sich von einem ‚Natur‘weg in technischer Hinsicht sehr deutlich unterscheidet.¹⁷ Letzterer mag den gleichen Zweck erfüllen, indem er den Verkehr zwischen zwei Orten ermöglicht, die technische Ausstattung ist jedoch zumeist eine völlig andere. Ein solcher Weg hat sich einfach durch ständige Nutzung herausgebildet. Sein Verlauf ist deshalb in der Regel an das Relief einer Landschaft angepasst, da natürliche Hindernisse wie Berge und Täler umgangen und nicht durch Kunstbauten passierbar gemacht worden sind.

In diesem Sinne waren Straßenbauer zu allen Zeiten Pragmatiker. Man plante und verbaute nur so viel an Technik, wie zur Zweckerfüllung eines Verkehrsweges unbedingt nötig und auch bezahlbar war. Dabei waren die Brücken nicht nur einfache Zweckbauten, um Flüsse und Täler zu überwinden, sondern auch ein gängiges Mittel, staatliche Macht zu demonstrieren. Und wenn Bergrücken zu überqueren oder Bergnasen zu umrunden waren, so konnte es unabwendbar sein, Tunnel zu bauen oder die Straße in den anstehenden Fels einzukerben, um die Steigung oder Neigung passabel zu halten. Eine weitere Möglichkeit, das Straßengefälle zu verringern, bestand in der Einplanung einer Serpentine, denn auf diese Weise konnte der Planer das Gefälle selbst bestimmen.

Fasst man diese Erfordernisse zusammen, so zeigt sich, dass es im Straßenbau nicht in erster Linie auf exakte Strecken- oder Höhenvermessungen ankam, sondern vielmehr auf die Einhaltung einer Planungsrichtung. Dabei ist es ein Irr-

¹⁷ Wohl nicht ganz zufällig kennen die römischen Rechtsquellen neben der *via publica* auch den *iter publicum*; hierzu RATHMANN (2003), 11-16.

glaube, dass Römerstraßen in der Regel schnurgerade waren, denn diese Maßgabe konnte bestenfalls im Flachland eingehalten werden. War die zu durchfahrende Landschaft hingegen bergig oder durch tiefe Taleinschnitte gekennzeichnet, so musste von der Geradlinigkeit häufig abgewichen werden. Und wenn der direkte Anstieg in einem Hang zu steil war, dann musste die Straße im Hang schräg oder als Serpentine angelegt werden.

Es lässt sich keine allgemein gültige Höchstgrenze für Steigungen und Neigungen im römischen Straßenbau festlegen, aber aus den Aufmessungen im Verlauf der Straßen von Köln nach Trier (nach seinem Auftraggeber heute „Agrippastraße“ genannt) in der Nordeifel sind dennoch Aussagen zu dieser Frage zu machen. So waren die Hänge des Urfttales auf beiden Seiten des Flüsschens zu steil für den direkten Anstieg.

Da die Straße auf beiden Seiten des Tales schräg zur Hangrichtung geführt werden musste, lag es aber in der Hand des planenden Ingenieurs, wie steil er diese Trasse führen wollte. Nehmen wir auf beiden Talseiten die jeweils steilste Variante heraus, dann sehen wir, dass beide Hänge mittels einer einfachen Form der Serpentine durchfahren worden sind. Auf beiden Seiten haben die steilsten Abschnitte Gefälle von 16-17 %, in besonderen Abschnitten sogar um 20%. (Abb. 10) Es sei nicht unerwähnt, dass es anderenorts wesentlich steilere Straßenführungen gibt, zu deren Durchfahung mit Fuhrwerken sogar Hebel eingesetzt werden mussten. In der Eifel scheint aber deutlich zu werden, dass man bei Steilstrecken die Fahrbahnen für die Berg- und die Talfahrt auf getrennten Trassen geführt hat. Der Grund hierfür könnte darin gelegen haben, dass man bei der Bergfahrt wesentlich steilere Strecken bewältigen konnte, als bei der Talfahrt. Außerdem war der Aufwand die Erdbewegungen für zwei einspurige Fahrbahnen um etwa die Hälfte geringer als es für den Bau einer zweispurigen Fahrbahn notwendig gewesen wäre. (Abb. 9)

Eine spannende Frage ist die nach der vermessungstechnischen Bedeutung römischer Meilensteine. Als ‚Straßenmöbel‘ waren sie für die Reisenden nicht nur wichtige Hinweise auf die Strecke des Weges, die sie noch vor sich hatten (oder bereits hinter sich - je nach Zählung auf den Steinen). Sie waren auch eine Möglichkeit zur Selbstdarstellung für den Kaiser, der den Straßenbau oder eine Wiederherstellung in Auftrag gegeben hatte. Die technische Fragestellung geht aber in Richtung Genauigkeit der Streckenangabe auf den Meilensteinen.

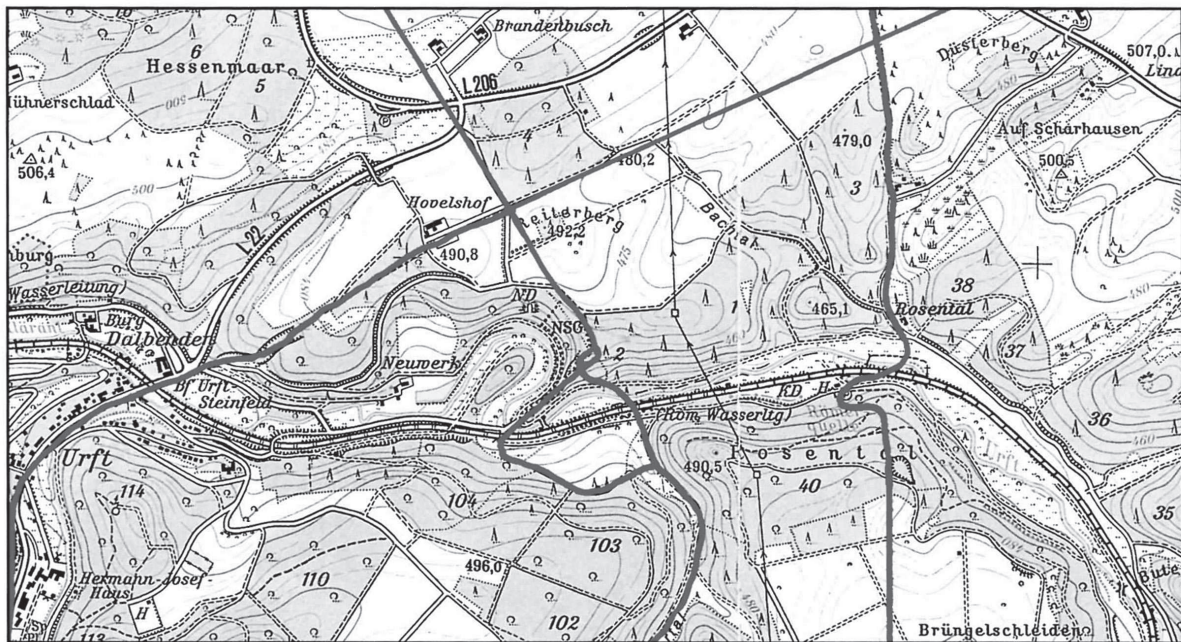


Abb. 9. Agrippastraße Köln-Trier. Im Urfttal bündeln sich mehrere römische Straßenstrassen. Die mittlere Trasse zeigt auf beiden Seiten der Urft jeweils zwei Fahrbahnen: Die direkte mit entsprechend starker Steigung für die Bergfahrt und die ausladende mit schwächerer Neigung für die Talfahrt.

Nun könnte man glauben, dass sich diese Genauigkeit doch ganz einfach über die Lage des Fundortes und die Meilenangabe überprüfen ließe. Dabei würde man aber außer Acht lassen, dass der Fundort des Steins nicht unbedingt mit dem ehemaligen Standort übereinstimmen muss. Interessant, aber wenig genau ist

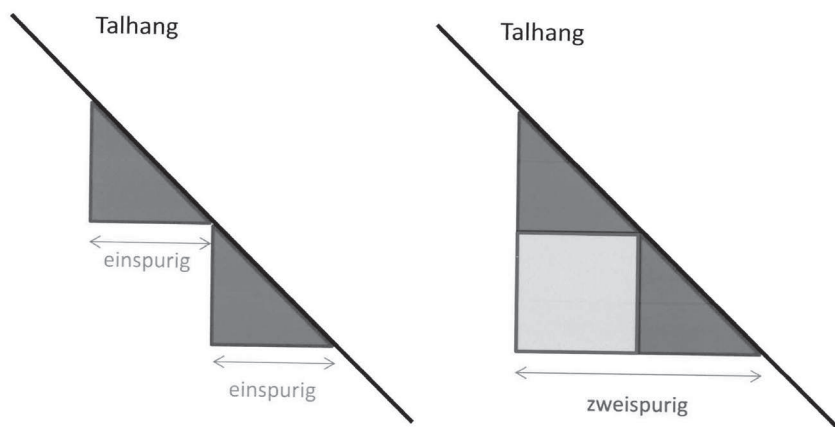


Abb. 10. In Steilhängen war der Aufwand für Erd- und Felsarbeiten bei der Anlage einer zweispurig geführten Trasse etwa doppelt so groß wie bei zwei getrennt geführten einspurigen Fahrbahnen.

auch eine Entfernungsrekonstruktion über auf Meilensteine bezogene Ortsnamen. Trier-Quint ist ein Beispiel hierfür, denn der Name lässt sich auf „Ad quintum lapidem“, also auf den fünften Meilenstein zurückführen. In die Reihe diesbezüglicher Ortsnamen gehört dann sicherlich auch Genova Quinto, ein Stadtviertel von Genua. Durch diese Ortsnamen ist aber lediglich belegt, dass sich bei einem 5. Meilenstein eine Siedlung befand, die - eigentlich namenlos - durch den Hinweis auf den Meilenstein aber eindeutig ausgewiesen war. Für eine Überprüfung der Streckengenauigkeit wäre ein solcher Ort aber nur geeignet, wenn sich der antike Standort eines Meilensteins dort exakt lokalisieren ließe. Deshalb ist es auch noch lange nicht aus der Diskussion, ob der Ortsname ‚Quadrat‘ im Verlauf der Römerstraße zwischen Köln und Jülich (heute historisierend „Via belgica“ genannt) gelegen auf den 14 Meilenstein bezogen ist oder auf eine Rodung, auf die die Nachsilbe ‚rath‘ bezogen sein könnte.

Neben der Meilenzählung finden wir ab Septimius Severus in den gallischen Provinzen auf den Straßensteinen eine Zählung nach Leugen.¹⁸ Nun ist es nicht Sinn dieser Arbeit, noch einmal in die Diskussion um die Einführung der Leugen-zählung einzusteigen¹⁹. Unser Interesse geht vielmehr dahin, aus einem standort-sicheren Straßensteinfund den Ursprung seiner Zählung zu bestimmen. Da die Zählung auf dem Stein als Leugen-zählung definiert ist, sollten darüber hinaus möglicherweise auch Aussagen zur wahren Länge einer Leuge möglich sein: An der von der CCAA / Köln nach Westen führenden Römerstraße Richtung Jülich und weiter nach Bologne sur Mer (heute historisierend „Via belgica“ genannt) wurde 1997 bei Erftstadt-Esch ein Leugensteinfragment gefunden, dessen Fund-lage von Wolfgang Gaitzsch als Originalstandort erkannt wurde.²⁰

Wegen seiner originären Fundlage müsste der Escher Leugenstein einem Vergleich seiner Entfernungsangabe mit der tatsächlichen Strecke zwischen dem Fundort und dem Ausgangspunkt der Straße in Köln dienen können, und es ist eine reizvolle Aufgabe, sich diesem Zahlenspiel zu widmen. Dafür stehen an einem Ende der Strecke die Koordinaten der Fundstelle in Erftstadt-Esch zur Verfügung. Da andere Fundorte im Trassenverlauf der sog. „Via belgica“ nicht bekannt

¹⁸ RATHMANN (2004), 10-12 (mit der älteren Literatur zum Thema).

¹⁹ Es sei in diesem Zusammenhang auf die Theorien verwiesen, wonach eine anfängliche Meilenzählung Anfang des 3. Jh. durch die Leugen-zählung ersetzt worden sei; MÜLLER (1923). In Ermangelung von archäologisch nachgewiesenen Meilensteinfunden hat MÜLLER die Meilenabschnitte auf der sog. „Via belgica“ von Köln Richtung Westen aufgrund von Wegeinmündungen und sonstigen topographischen Besonderheiten vorgenommen.

²⁰ AE 1997, 1148a. Hierzu GAITZSCH (1997); RATHMANN (2004), 36-37.

sind, muss das andere Ende einer Vergleichsstrecke im Gebiet des antiken Köln angenommen werden, und zwar am Ausgangspunkt der antiken Leugenzählung.²¹

Dafür bieten sich allerdings mindestens zwei Punkte an:

- a) Zum Einem der Schnittpunkt von Decumanus maximus und Cardo maximus in der CCAA. Dieser Punkt lässt sich heute in etwa rekonstruieren, indem man in Köln die Achsen von Schildergasse und Hohe Straße zum Schnitt bringt²². Die Zählung hier beginnen zu lassen, würde durchaus Sinn gemacht haben, denn wenn es einen solchen Nullpunkt mitten in der antiken Stadt gegeben hätte, wären die Streckenangaben mit den tatsächlich zu bewältigenden Strecken identisch gewesen. Lag der Nullpunkt der Streckenzählung allerdings an anderer Stelle, hätte es für jede Himmelsrichtung einen eigenen Nullpunkt gegeben und dann wären die innerstädtischen Straßenabschnitte nicht in Streckenberechnungen eingeflossen: Eine Streckenangabe von Bonn nach Jülich wäre also um diesen Wert zu kurz ausgefallen.
- b) Eine zweite Möglichkeit hat darin bestanden, die Anfangspunkte der Zählungen in die Stadttore zu legen - das allerdings mit genau den zuvor beschriebenen Auswirkungen. Für die sog. „Via belgica“ war das westliche Stadttor relevant, das am Westende des Neumarktes, dem Beginn der heutigen Hahnenstraße lag. Um einen Punkt für unsere Berechnungen festzulegen, können wir uns an der romanischen Kirche St. Aposteln orientieren, denn diese liegt mit ihrem Chor nur wenige Schritte vom ehemaligen Verlauf der römischen Stadtmauer entfernt²³. Da sich das Westtor der römischen Stadtmauer nur wenig südlich davon befand, wäre in diesem Bereich der zweite mögliche Anfangspunkt einer Leugenzählung nach Westen anzunehmen.

²¹ In den gallischen Provinzen des Reiches wurde für die Streckenangaben auf den „Meilen“steinen nicht die römische Meile, sondern die alte gallische Leuge verwendet. Nachgewiesen ist die Leugenzählung durch das Itinerarium Antonini, die Tabula Peutingeriana und die Beschriftung auf Straßensteinen. Da die Entfernungen auf den Steinen in „Leugen“ angegeben sind, werden wir im Text die Bezeichnung Leugenstein verwenden.

²² Da die in Nord-Süd-Richtung verlaufende Hohe Straße in etwa dem Verlauf des *Cardo maximus* der CCAA entspricht, ist dessen Achse genügend genau zu rekonstruieren, was für eine Zählung auf der nach Westen abknickenden sog. „Via belgica“ besonders relevant ist.

²³ In der Außenmauer des Chors von St. Aposteln ist heute in fast 6 m Höhe die Laibung einer zugemauerten Pforte zu sehen. Da die römische Stadtmauer zum Zeitpunkt des Kirchenbaus (um 1200) noch aufrecht gestanden hat, war hier über eine kleine Holzbrücke ein Zugang zur Kirche von einem Gebäude innerhalb der antiken Stadtmauer zum Innenraum der außerhalb gelegenen Kirche möglich.

Für unsere Berechnungen wurden die bei der archäologischen Untersuchung ermittelten Koordinaten der Fundstelle bei Erftstadt-Esch sowie die aus den amtlichen Katasterkarten abgegriffenen Koordinaten für die beiden in Frage kommenden Anfangspunkte der Zählung verwendet. Um die Abbildungsverzerrungen des Gauß-Krüger-Systems zu eliminieren, wurden entsprechende Reduktionen angebracht.²⁴Nach diesen Vorgaben erhalten wir die folgenden Ergebnisse:

DHDN90 (Netz77) / GK							
	M = Abb.- Maßstab mm/km	East / Rechts m	North / Hoch m	s	M Mittel mm/km	Red. m	s red m
Leugenstein	-17,4	2537635,0	5644270,0				
Stadttor	-54,3	2566508,7	5645019,1	28883,4	-35,9	-1,0	28882,4
Leugenstein	-17,4	2537635,0	5644270,0				
Stadtmitte	-55,5	2567264,2	5645024,8	29638,8	-36,5	-1,1	29637,7
Stadttor	-54,3	2566508,7	5645019,1				
Stadtmitte	-55,5	2567264,2	5645024,8	755,5	-54,9	0,0	755,5

Versuchen wir aus diesen Werten für die mit 13 Leugen angegebene Strecke ein Leugenmaß zu errechnen, so stehen uns dafür die folgenden Gesamtstrecken zur Verfügung:

Vom Stadttor zum Leugenstein Esch = 28.882 m
 und von der Stadtmitte zum Leugenstein Esch = 29.637 m

Da auf dem Escher Leugenstein 13 Leugen als Wegstrecke von Köln aus ausgewiesen sind, lassen sich für die einzelne Leuge die folgenden Strecken errechnen:

²⁴ Diese Berechnungen hat freundlicherweise Herr Dipl.-Ing. B. Ahrens, Bonn durchgeführt, wofür ihm herzlich zu danken ist.

Für die Strecke vom Stadttor zum Leugenstein Esch (28.882 :13)
= 2.221,72 m

und für die Strecke von der Stadtmitte zum Leugenstein Esch (29.637 : 13)
= 2.279,82 m

Das Ergebnis ist insofern überraschend, als die Leuge allgemein mit einer Länge von 2.220 m²⁵ angenommen wird. Wir müssen also die folgenden Abweichungen feststellen:

Für die Strecke vom Stadttor zum Leugenstein Esch =
1,72 m pro Leuge

und für die Strecke von der Stadtmitte zum Leugenstein Esch =
58,84 m pro Leuge

Für diese Berechnungen wurde die Leuge mit 7.500 röm. Fuß zu 0,296 m verwendet. Nun ist zu bedenken, dass eine Abweichung im Fußmaß von nur $\frac{1}{10}$ Millimeter (die vierte Stelle hinter dem Komma!) auf die Leuge hochgerechnet mit 75 cm zu Buche schlägt. Legen wir dann ein Fußmaß zugrunde, das C. A. Rottländer aus älteren Maßen ermittelt hat, dann ergibt sich der Faktor Fußmaß zu 0,29613 m²⁶, was auf die Leuge hochgerechnet 2.220,975 m ergibt. Damit ergeben sich auch neue Abweichungen zu den im Beispiel zwischen Köln und Esch errechneten Strecken:

Für die Strecke vom Stadttor zum Leugenstein Esch
= 0,75 m pro Leuge

und für die Strecke von der Stadtmitte zum Leugenstein Esch
= 58,54 m pro Leuge

²⁵ 1 Leuge = 7.500 röm. Fuß = 1,5 röm. Meile. Zur Umrechnung Isid. org. 15,16,3; Amm. 16,12,8. Nach dieser Festlegung passt theoretisch der Standort eines jeden dritten Meilensteins auch in die Zählung der Leugensteine; die Standorte eines jeden dritten, sechsten, neunten usw. Meilensteins entsprechen auf derselben Strecke also den Standorten eines zweiten, vierten, sechsten usw. Leugensteins.

²⁶ 0,29613 m nach Rottländer (<http://vornetrische-laengeneinheiten.de/html/genauigkeit> am 03.05.2011) oder 0,29617 m nach Rottländer (1979), 17; 74.

Beide Ergebnisse sind auf den ersten Blick gleichermaßen erstaunlich, erscheinen aber eindeutig, da sie in dieselbe Richtung führen: Im Vergleich führen die beiden Werte dazu, die beim Stadttor beginnende Zählung als die passendere zu bewerten. Würde man in der Berechnung den leichten Knick in der Trassenführung bei Quadrat-Ichendorf berücksichtigen, so würde sich die Gesamtstrecke Esch-Köln um ca. 3 m (0,23 m pro Leuge) verlängern. Auch Straßenwindungen am Vorgebirge sind in der Berechnung nicht berücksichtigt, da sie sich ebenfalls nur geringfügig auf die Gesamtstrecke auswirken würden²⁷. Da diese Komponenten zusammen mit ~ 0,5 m pro Leuge in die Betrachtungen einfließen würden, wäre die Leuge in unserem Beispiel also mit ~ 2.222 m anzusetzen, was dem anfangs errechneten Wert von 2.221,72 auffällig nahe kommt.²⁸

4. Resümee

Bei der Betrachtung der Zahlenangaben auf römischen Leugensteinen zeigt das Beispiel Köln, dass die Zählung nicht - wie man nach heutigem Zählverhalten bei der Straßen-Kilometrierung annehmen müsste - an einem zentralen Punkt in der Stadt begann, sondern statt dessen an den Stadttoren. Ob diese Art der Zählung für das römische Weltreich allgemein anzunehmen ist, bleibt danach fraglich, denn zumindest aus Rom wissen wir, dass unter Kaiser Augustus ein Miliarium Aureum (Goldener Meilenstein) auf dem Forum aufgestellt worden war. Dabei stellt sich allerdings die Frage, ob dieser Stein nicht eher politischen Zwecken gedient hat, um die Größe des Reiches aufzuzeigen, als dass er einen praktischen Nutzen für den Straßenverkehr hatte. Es scheint deshalb eine wichtige Aufgabe für die Straßenforschung der Zukunft zu sein, dieser Frage auch an anderen Beispielen auf den Grund zu gehen, um zu einer allgemein gültigen Aussage zu kommen.

²⁷ Die gewundene Straßenführung am Westhang des Vorgebirges ist in der älteren Literatur noch erwähnt; MÜLLER (1923). Daneben existiert ein Aufmaß dieses Streckenabschnitts, das O. BOECKER 1905 angefertigt hat; frdl. Hinweis von H. BOECKER. (Die betroffenen Flächen sind allerdings inzwischen dem Braunkohlentagebau zum Opfer gefallen.)

²⁸ In all diesen Betrachtungen muss immer die Frage im Raum stehen, ob die verwendeten Messmethoden unserer Zeit überhaupt geeignet sind, ein antikes Leugenmaß zu entschlüsseln. Aus Karten abgegriffene Werte, aus Koordinaten errechnete Werte oder mit modernen Messgeräten gemessene Werte bergen immer Einflüsse und Unwägbarkeiten, die zu irrtümlichen Angaben führen müssen. Einzige Möglichkeit, sowohl Fußmaß als auch Leugenmaß exakt zu bestimmen, läge darin, den antiken Messvorgang mit dem Originalmesswerkzeug im Gelände nachzuvollziehen.

Auch bezüglich der wahren Länge einer Leuge bleiben Fragen offen, denn in unserem Beispiel kommen wir zu dem Ergebnis, dass die Länge einer Leuge eher bei 2.222 m als bei 2.220 m gelegen hat. Diese 2 m Unterschied basieren auf Angaben für das Fußmaß, die im $< \frac{1}{10}$ mm-Bereich liegen, wobei zu bedenken ist, dass sich jeder noch so kleine Fehler eines Fußmaßstabs auf die Leuge hochgerechnet mit 7.500 vervielfacht.

Legt man diese Vorgaben zugrunde, so erscheint es fast unmöglich, genaue Angaben zu einer wahren Leugenlänge zu machen: Denn rechnet man – geodätisch gesprochen – ‚vom Kleinen ins Große‘, so wirken sich auch kleinste Maßstabsfehler entsprechend vervielfachend aus und können zu im Meterbereich liegenden Abweichungen im Leugenmaß führen. Geht man dagegen von im Gelände z. B. durch Straßensteine nachgewiesenen Leugenlängen aus, um daraus – ‚vom Großen ins Kleine‘ - das zugrundeliegende Fußmaß zu errechnen, so erhält man Angaben in Größenordnungen, die in Fußmaßstäben überhaupt nicht herstellbar waren. Hinzu kommt, dass heute überhaupt nicht mehr nachvollziehbar ist, mit welchem Fehler der wie auch immer gestaltete Fußmaßstab behaftet war, der für die Absteckung der Leugensteinstandorte verwendet worden war; das gilt natürlich auch für Strecken, die mit größeren Maßstäben, wie etwa dem Zehnfuß (decempeda), abgesteckt worden sind.

Weiterhin stellt sich aber die Frage, ob man nach den vorliegenden Ergebnissen überhaupt von ‚gallischen‘ Leugen sprechen kann oder ob es sich nicht eher um ein von den Römern eingeführtes Maßsystem gehandelt hat.²⁹ Es ist doch völlig unwahrscheinlich anzunehmen, dass sich ein gallisches Leugenmaß exakt und mit den aufgezeigten glatten Werten in das römische Maßsystem umrechnen ließ. Wenn eine ‚gallische‘ Leuge sich also zu exakt 7.500 röm. Fuß ergibt, dann ist doch eher anzunehmen, dass römische Ingenieure die gallische Maßeinheit Leuge nach ihren Bedürfnissen in das römische Maßsystem integriert haben. Dabei wäre dann allerdings davon auszugehen, dass es das gallische Normalmaß Leuge überhaupt gegeben hat, und es dass dieses etwa um die Hälfte länger war als die römische Meile. Wollten die Römer die Leuge als Längenmaß – aus welchen Gründen auch immer – beibehalten, so war es aber für ihre Zwecke zu modifizieren, um

²⁹ Vgl. WALSER (1981), 395: „Da die Leuge ein gallisches Mass ist, sieht man gewöhnlich einen Rückgriff auf einheimische Traditionen darin. Aber der Archaismus ist künstlich und dürfte kaum auf eine einheitliche vorrömische Strassenvermessung zurückgehen, ausserdem blieben die Narbonensis und grosse Teile der anderen gallisch-germanischen Provinzen beim Meilenmass“

danach ein Normalmaß zu erhalten, dass mit römischen Maßen kompatibel war. Die Festlegung der nunmehr ‚römischen‘ Leuge auf 7.500 Fuß (= 1½ Meilen) wäre damit begründet und sinnvoll gewesen, denn nun waren Leugen und Meilen vergleichbar und auf einfache Weise gegenseitig aufzurechnen.³⁰

Literatur

ARNOUD (1995) : P. ARNAUD, Les mensores des légions: menores agrarii ou mensores frumentarii?, in: Yann Le Bohec (Hrsg.), La Hiérarchie (Rangordnung) de l'armée romaine, Paris 1995, 251-256.

COARELLI (1990): F. COARELLI unter Mitarbeit von E. LA ROCCA/ M. de Vos RAAJIMAKERS/ A. DE VOS, Pompeji. Archäologischer Führer, Bergisch Gladbach (ital. Original Mailand 1976)

DASSIÉ (1999): J. DASSIÉ, La grande lieue gauloise – Approche méthodologique de la métrique des voies, in : Gallia 56.

DELLA CORTE(1922), M. DELLA CORTE, Groma, MonAnt 28, 5–100.

FABRE/ FICHES /PAILLET (1991): G. Fabre/ J.-L.Fiches/ J.-L. Paillet,

L'Aqueduc de Nîmes et le Pont du Gard. Archéologie-Géosystème-Histoire (Nîmes 1991).

GAITZSCH (1997): W. GAITZSCH, Zwei Meilensteine von der Via Agripinnensis, in: Archäologie im Rheinland 1997, Köln, 82-85.

GAITZSCH/ HAARICH/ HERMANNNS (1999): W. GAITZSCH/ H. HAARICH/ J. HERMANNNS, Fundbericht Elsdorf, Erftkreis, in: BJ 199, 440-441.

GREWE (1982): K. GREWE, Eichmaßstäbe, in: Der Vermessungsingenieur, 10-13.

GREWE (1985): K. GREWE, Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen, Wiesbaden.

GREWE (1986): K. GREWE, Atlas der römischen Wasserleitungen nach Köln, in: Rheinische Ausgrabungen 26, Köln.

GREWE (2005): K. GREWE, Alle Wege führen nach Rom. Römerstraßen im Rheinland und anderswo, in: Mat. Bodendenkmalpfl. Rheinland 16, Pulheim, 9-42.

³⁰ Dass sich dabei in der Praxis immer noch genügt Probleme ergaben, zeigen die vier Miliarien aus Den Haag (AE 2003,1229-1232); hierzu RATHMANN (2004), 11-12.

-
- GREWE (2007): K. GREWE, Die Agrippastraße zwischen Köln und Trier, in: Erlebnisraum Römerstraße Köln-Trier. Mat. Bodendenkmalpfl. Rheinland 18, Bonn, 31-64.
- GREWE (2009): K. GREWE, Chorobat und Groma – Neue Gedanken zur Rekonstruktion und Handhabung der beiden wichtigsten Vermessungsgeräte antiker Ingenieure. BJ 209, 2009, 109-128.
- GREWE (2010): K. GREWE, Meisterwerke antiker Technik, Mainz.
- KRÜNITZ (1806): J. G. KRÜNITZ, Encyklopädie der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirtschaft, Bd. 102, Berlin.
- MÜLLER (1923): R. MÜLLER, Die Römerstraße Köln-Jülich und ihre Vermessung in römischen Meilen, in: Rur-Blumen 1923, Nr.12 und 13.
- Nowotny (1923), E. Nowotny, Groma, Germania 7, 22–29.
- PFEIFFER (1986): E. PFEIFFER, Die alten Längen- und Flächenmaße, St. Katharinen.
- RAKOB (1974): F. RAKOB, Das Quellenheiligtum in Zaghouan und die römische Wasserleitung nach Karthago. Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Röm. Abteilung 81, 1974, 41-106.
- RATHMANN (2003): M. RATHMANN, Untersuchungen zu den Reichsstraßen in den westlichen Provinzen des Imperium Romanum. BJ, Beih. 55.
- RATHMANN (2004): M. RATHMANN, Die Reichsstraßen der Germania Inferior, in: BJ 204, 1-45.
- RATHMANN (2005): M. Rathmann, Die Reichsstraßen der Germania Inferior. Ein Überblick. in: Mat. Bodendenkmalpfl. Rheinland 16, Pulheim, 225-234.
- ROSSLÄNDER (1979): R. C. A. ROTTLÄNDER, Antike Längenmaße, Braunschweig.
- WALSER (1981): G. WALSER, Bemerkungen zu den gallisch-germanischen Meilensteinen, in: ZPE 43, 1981, 385-402.
- ZIMMER (1982): G. ZIMMER, Römische Berufsdarstellungen. Arch.Forsch. 12

Bildnachweis:

1-4, 6-9: K. Grewe

5: Röm. German. Museum Köln, Inv. Nr. 23/ 475.