

## EIN WIEDERHERSTELLUNGSVERSUCH DER UM 150 N. CHR. ERBAUTEN MOSELBRÜCKE IN TRIER

In der 1969 von Heinz Cüppers vorgelegten Monographie der Trierer Römerbrücken über die Mosel befasst er sich – wenn auch nicht ausführlich – auch mit Rekonstruktionen der Steinpfeilerbrücken und bildet solche ab<sup>1</sup>. Logischerweise geht er davon aus, dass die mächtigen Steinpfeiler dazu dienten, den hölzernen Längsträgern der Fahrbahnkonstruktion mit Doppeltem Sprengwerk unmittelbar auf dem Quaderwerk der Pfeiler ein Auflager zu geben – denn kaum eine andere Konstruktion vermag eine einfachere und zugleich optimale statische Sicherheit zu bieten. Bereits im vergangenen Jahrhundert hat es nach den Untersuchungen an der Brücke von 1931 Rekonstruktionsversuche von Hans Lehmann und Friedrich Kutzbach gegeben, bei denen man bei der Tragwerkkonstruktion der Fahrbahn zwar unterschiedliche Auffassungen vertrat, man sich aber hinsichtlich der Auflagerung der Längsträger doch einig darin war, dem Tragwerk jeweils auf den einzelnen Steinpfeilern ein statisch sicheres Auflager zu gewähren. Ich werde im Einzelnen darauf zurückkommen.

Seit Jahrzehnten liegen also plausible Rekonstruktionsversuche der Trierer Moselbrücke von erwiesenen Fachleuten vor, und der Verfasser hätte dieses Thema nicht erneut aufgegriffen, wäre nicht vor einigen Jahren eine neue »Brückenversion« vorgelegt worden<sup>2</sup>, die wegen ihrer technischen und logischen Mängel einen (auch im Brückenbau ausgebildeten) Bau-Ingenieur geradezu herausfordern muss, hierüber noch einmal, unter Berücksichtigung aller einschlägigen Fakten und Gegebenheiten, grundsätzliche Überlegungen anzustellen.

Zunächst aber soll diese neuerdings von K.-P. Goethert rekonstruierte Moselbrücke näher betrachtet und auf einige Fragwürdigkeiten hingewiesen werden (**Abb. 1-2**). Als Neuerung wurde versucht, das Relief der auf der Trajanssäule in Rom abgebildeten Donaubrücke als mögliches Vorbild heranzuziehen (**Abb. 3**)<sup>3</sup>. Diese unterscheidet sich aber allein schon durch die wichtigen Abstände der Stropfpfeiler zueinander, die dort etwa an die 50 m betragen, während in Trier die größte Spannweite zwischen Pfeiler II (6) und III (5) mit 21,60 m angegeben ist<sup>4</sup>. Somit ist von daher schon ein gravierender Unterschied festzustellen: Spannweiten an die 50 m konnte man kaum mehr mit einer durchgehenden Balkenkonstruktion aus einem Stamm als Fahrbahnlängsträger überbrücken; bei maximalen Stützweiten von etwa 23 m in Trier hingegen lag dies durchaus noch im Bereich des Möglichen. Infolgedessen entschied man sich an der Donau anscheinend zu einer wohl komplizierteren hölzernen Bogenkonstruktion von Pfeiler zu Pfeiler, über denen die Fahrbahnlängsträger aufgeständert erscheinen (auf deren konstruktive Eigenschaften und Einzelheiten aber hier nicht näher eingegangen werden soll). Es handelt sich dort also nicht um ein klassisches Doppeltes

1 Cüppers 1969, 141f. Taf. V.

2 »Trierischer Volksfreund« vom 9. Januar 2004, S. 7: »Sprengwerk gegen den Engpass«. – Goethert/Neyses-Eiden 2005, 91; eine Publikation ist dort angekündigt: Goethert 2006/07.

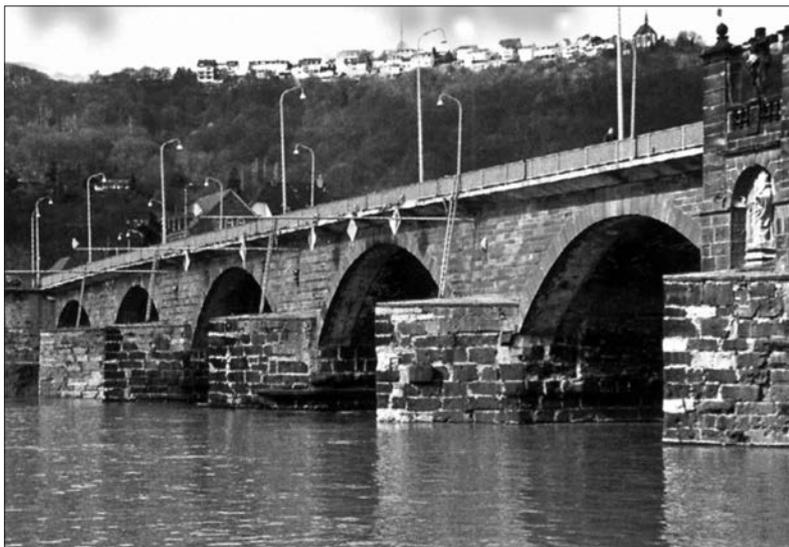
3 Martines 2001.

4 Cüppers 1969, 70. – In den Unterlagen des damaligen Wasserbauamts Trier (1928, Stadtarchiv Trier: Tb 60/18 und Tb 60/23) ist der Pfeilerabstand unterschiedlich (mit 21,31 m, 21,33 m und 21,47 m) angegeben. – F. Kutzbach hat bei seinen Beobachtungen und Ver-

öffentlichungen die Stropfpfeiler von Osten (Stadtseite) nach Westen durchnummeriert, H. Cüppers dagegen mit der Flussrichtung, gelesen von Westen nach Osten, wie auch das Wasserbauamt Trier. Dieses System wollen wir, mit römischen Ziffern versehen, beibehalten. Die Nummerierung Kutzbachs setzen wir zur besseren Orientierung in Klammern ( ) daneben. – Bis auf die in Anm. 20 angegebenen Höhen wären alle hier genannten um 7-8 cm anzuheben, da das Trierer Höhennetz zu Beginn der 1960er-Jahre eine Korrektur erfahren hatte (Neyses 2001, 15 Anm. 7).



**Abb. 1** Trierer Römerbrücke: Rekonstruktionsversuch von K.-P. Goethert, Ansicht von Südost. – (Nach Goethert/Neyses-Eiden 2005, Abb. 7c).



**Abb. 2** Trierer Römerbrücke: heutiger Zustand. Pfeiler I (7) bis V (3); »Nikolauspfeiler«; Ansicht von Südost. – (Nach Goethert/Neyses-Eiden 2005, Abb. 7d).

Sprengwerk, das in Trier eindeutig durch die noch vorhandenen Krag- oder Konsolauflagen bzw. -leisten an den Pfeilerlängsseiten erwiesen ist<sup>5</sup>. Warum darüber hinaus auch noch versucht werden soll, die Höhe der Fahrbahn etwa 14,00 m (bei ca.  $\nabla$  138,40) über dem normalen Wasserstand der Mosel anzunehmen,

<sup>5</sup> Auch in Köln hat man versucht, die 310 n. Chr. erbaute, nach dem rechtsrheinischen Brückenkopf *Castra Divitia*, dem heutigen Deutz, führende Brücke nach dem Vorbild der auf der Trajanssäule abgebildeten Brücke mittels eingespannten Holzbin-

dern (aber ohne Sprengwerk) zu rekonstruieren. 15 der insgesamt 19 Pfeiler konnten archäologisch durch ergrabene Pfahlreste nachgewiesen werden. Die Spannweiten der Pfeiler liegen dort zwischen 20,00 m und 34,40 m (Buschmann 1995).

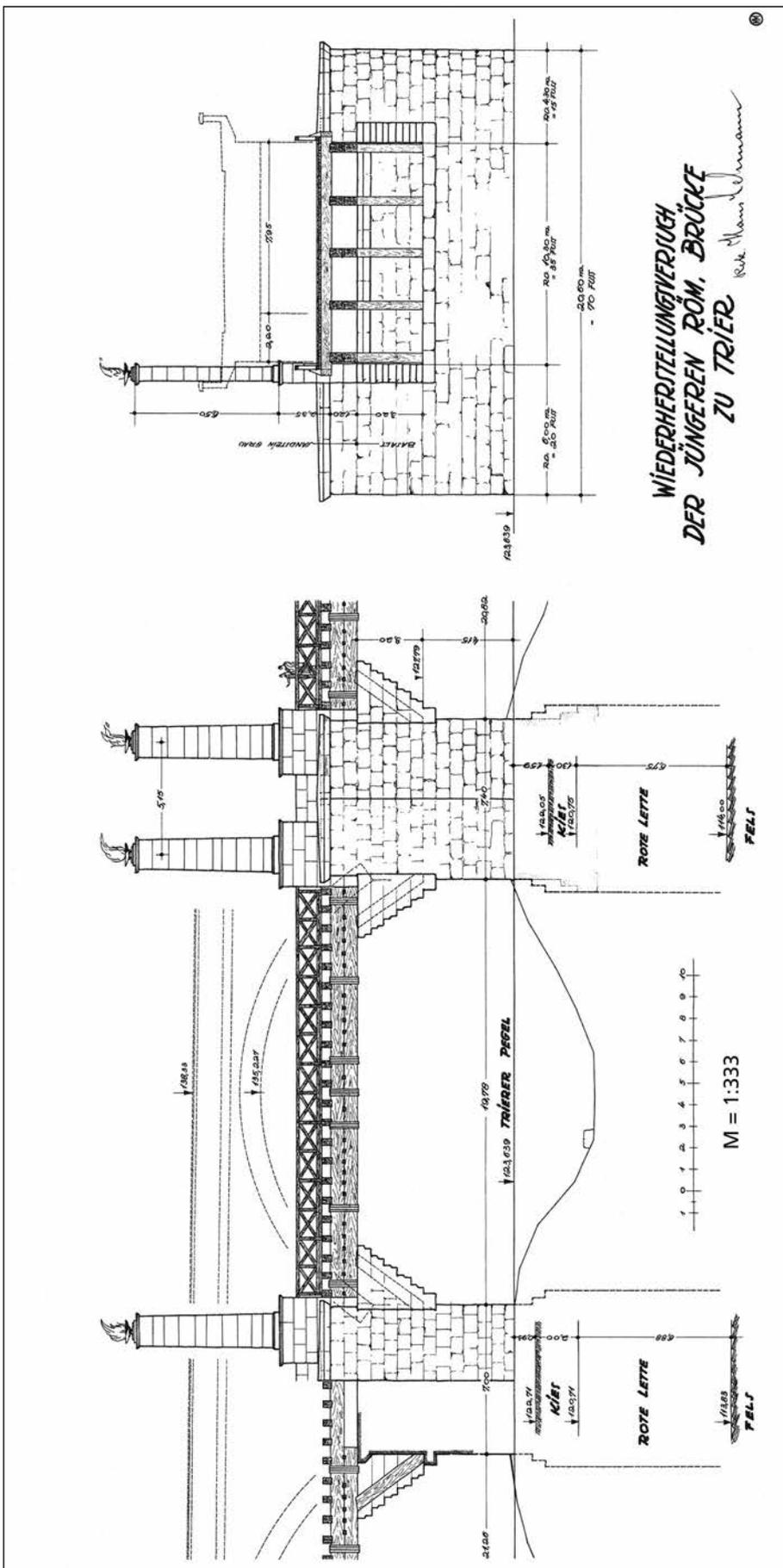


**Abb. 3** Trajanssäule Rom: Brückendetail, Ausschnitt. – (Nach Martines 2001).

ist nur schwer nachzuvollziehen – das wären ca. 5-6 m über dem höchsten je festgehaltenen Hochwasserstand der Mosel von 1784 (ca.  $\nabla 132,43$  bzw.  $\nabla 133,50$ ; siehe S. 483). Bei der heutigen Wallstraße ist die spätantike Plattenstraße bei etwa  $\nabla 132,95$  festgestellt worden. Die älteren, tiefer angeordneten Kiesstraßen liegen dort bei  $\nabla 131,62$  bzw.  $\nabla 130,90^6$ . Dies hätte zur Folge gehabt, dass man die Brückenauffahrt (unnötigerweise) mit wohl über 6% Steigung hätte angehen müssen.

Auffallend ist auch, dass die jeweils beiderseits dem Fluss zugewandten Streben (Zangen) wegen der erwiesenen und noch vorhandenen Konsolbänke (oder Kragleisten) bei der enorm hochgelegten Fahrbahn eine Länge von über 10 m hätten haben müssen (vgl. Anm. 46), die Stützen auf den Pfeilern dagegen aber erheblich kürzer gewählt werden konnten. Wäre man in römischer Zeit der hier darzulegen versuchten Konzeption mit einer so hochliegenden Fahrbahn gefolgt, hätte man gewiss auch die Kragleisten an den Längsseiten der Pfeiler höherliegend angeordnet: Erstens wären dann die Streben des Sprengwerks kürzer ausgefallen, wodurch sich ihre Knickfestigkeit wesentlich erhöht hätte, und zweitens würden bei höherliegenden Kragleisten die Streben an ihrem Fuß nicht schon bei mittlerem Hochwasser (etwa ab  $\nabla 127,80$ ) umspült worden sein – was von den Römern aber offensichtlich und nicht ohne Grund in Kauf genommen worden ist. Diese Feststellung dürfte allein schon als Beweis dafür zu werten sein, dass es über den (mächtigen) Pfeilern eine so hochliegende, aufgeständerte Fahrbahn nicht gegeben haben wird.

<sup>6</sup> Fundakte Karl-Marx-Str. 76-78; aufgenommen am 24.10.1984 durch M. Thiel.



**Abb. 4** Trierer Römerbrücke: Rekonstruktionsversuch von H. Lehmann, 1931. – (Rheinisches Landesmuseum Trier, Plan E 195).

Des Weiteren fehlen der Tragwerkkonstruktion (vor allem bei den Streben) jegliche Verschwertungen oder Quersteifen gegen seitlich wirkende Kräfte. Hierbei bedurfte es für das Sprengwerk nicht erst eines Hochwassers – oder, wenn es noch schlimmer kam, winterlichen Treibeises –, um die Brücke in Gefahr zu bringen: Hierzu würde bereits eine geringe Windstärke ausgereicht haben.

Hans Lehmann möchte in seiner Anfang der 1930er-Jahre gefertigten Rekonstruktion der Brücke einen einfachen technischen Zweckbau sehen (**Abb. 4**)<sup>7</sup>. Er entschied sich für fünf Längsträger (dass deren sechs nachgewiesen sind, war ihm offenbar noch nicht bekannt), jeweils bestehend aus zwei miteinander verdübelten, 40 cm mal 60 cm starken Balken, die von den Konsolleisten aus mit Streben in einem Winkel zur Horizontalen von 54° gestützt sind. Die Streben möchte er mit einem Versatz in den unteren, auch durchgehenden Balken einbinden lassen, anstatt den unteren Balken als Sprengriegel auszubilden. Zu bemerken wäre vielleicht noch, dass die Dübel dazu gedacht sind, die bei Belastung entstehenden Querkräfte aufzunehmen, die dort am geringsten sind (= 0), wo das Biegemoment am größten ist, nämlich in Feldmitte. Dort wäre also weder ein Dübel noch eine Blechbandage erforderlich gewesen. Die auf den Konsolbänken seitlich der Streben nachgewiesenen Steinblenden möchte er bis unter das Tragwerk hochgeführt sehen; sie hätten somit den Streben bei Hochwasser einen gewissen Schutz vor der Strömung geboten. Die obere Balkenlage der Längsträger wollte er als Unterbau für einen hölzernen Fahrbahnaufbau in Gänze über die Pfeiler hinweggeführt sehen. Die Oberkante der Fahrbahn dürfte etwa bei  $\nabla$  132,60 anzunehmen sein.

Lambert Dahm hat in einer vorzüglichen perspektivischen Darstellung der Römerbrücke die Rekonstruktion von Hans Lehmann zugrunde gelegt<sup>8</sup>.

Friedrich Kutzbach nutzte 1931 bei den Bauarbeiten zur Verbreiterung der Fahrbahn an der Römerbrücke die Gelegenheit zu archäologischen Untersuchungen<sup>9</sup>. Er bildete auch Rekonstruktionsvorschläge der Brücke ab, die jedoch wahrscheinlich anders ausgefallen wären, hätte er zwei wichtig erscheinende Befunde richtig deuten können. Bei einer unter dem 13. August 1931 datierten Zeichnung versuchte er, für ein Tragwerk Streben mit 54°-Neigung auf den Kragleisten anzunehmen (**Abb. 5**; Cüppers 1969, Abb. 22). Auf einer nur wenig später (am 8. September 1931) signierten Zeichnung hat er eine andere Möglichkeit in Erwägung gezogen (**Abb. 6**; **Beil. 2**; ebenda Abb. 149). Zuvor war er irrtümlicherweise zu der Auffassung gelangt, die schrägen Einkerbungen oberhalb der Konsolleisten seien nachantiken Ursprungs; sie gehörten zur mittelalterlichen Einwölbung<sup>10</sup>. Er ignoriert also die sechs sich auf den Konsolleisten befindenden schrägen Einarbeitungen zur Aufnahme der Streben des Sprengwerks, die ihm anscheinend auch nicht in ihrer genauen Anzahl bekannt waren. Er nimmt dann senkrechte Stützen auf den Konsolen an, gegen die er etwa 1 m höher sieben Streben anstoßen lässt. Insofern wäre man von den vorgegebenen sechs Einkerbungen unmittelbar oberhalb der Konsolbänke unabhängig gewesen – von denen ich aber

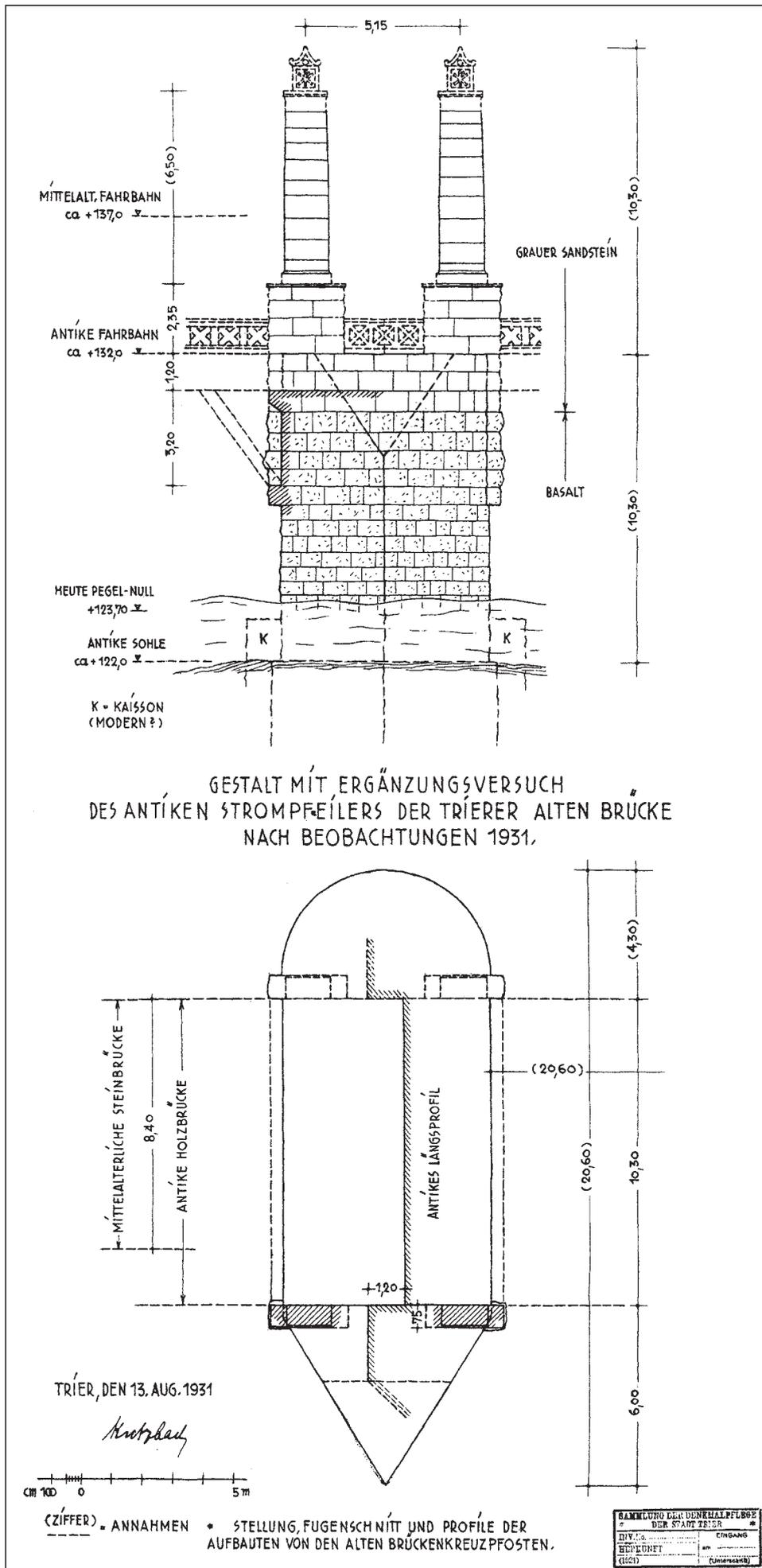
<sup>7</sup> RLM (Rheinisches Landesmuseum) Trier, Plan E 195, von H. Cüppers (1969, 32 A.74) zitiert, aber nicht abgebildet.

<sup>8</sup> Dahm 1991, 22-25; 2003, 15. 17. – L. Dahm, mit dem mich eine über 50-jährige kollegiale Zusammenarbeit verbindet, hat freundlicherweise auch meinen Rekonstruktionsversuch in die Perspektive gesetzt (**Beil. 4**), wofür ich ihm an dieser Stelle nochmals danken möchte.

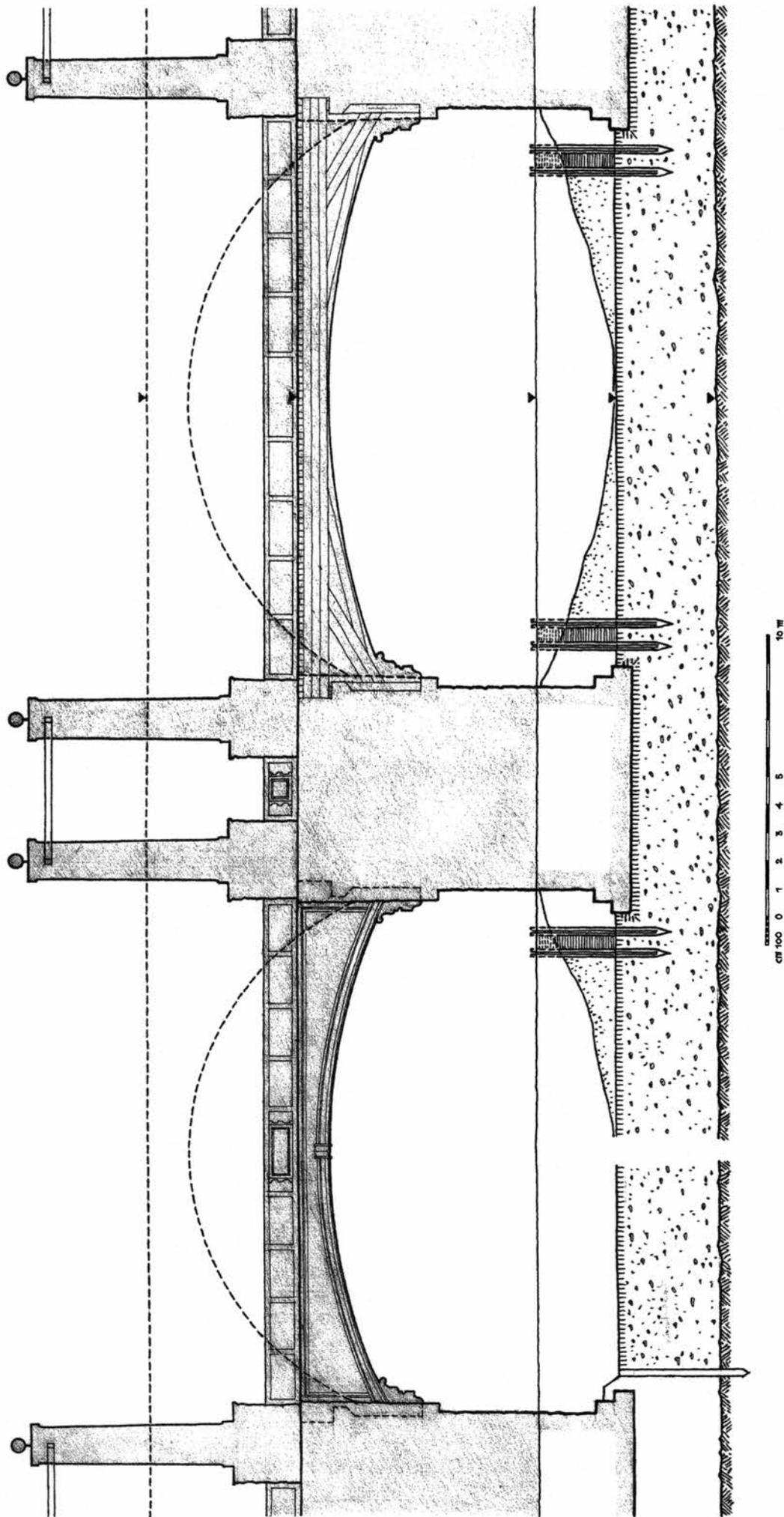
<sup>9</sup> Kutzbach 1931/32. Obwohl F. Kutzbach seine Beobachtungen vorbehaltlich einer besonderen Veröffentlichung mitteilt, hat er später leider nicht wieder darüber berichtet. – Cüppers 1969, 52 ff.

<sup>10</sup> Nach Blatt 7 vom 17.08.1931, aufgenommen von Carl Delhougne (Stadtarchiv: Tc 68/37). Handschriftlich hat F. Kutzbach auf dem Blatt eine Bemerkung die schrägen Einarbeitungen für

die Aufnahme der Streben des Tragwerks betreffend hinzugefügt: »[...] a, a, wohl vom m. a. Brückenlehrbogen, da an anderen Stellen fehlend und hier nur unter dem Gewölbe [bis 1931, Anm. Autor], nicht südlich davon bei Y«. H. Cüppers (1969, 80) hat diesen Irrtum bereits korrigiert. Mit dieser irrtümlichen Feststellung wollte Kutzbach den antiken Ursprung der Schrägeinarbeitungen auf der Kragleiste für das Sprengwerk in Abrede stellen. Wie er zu dieser Auffassung kam, wissen wir nicht. Die bei »Y« (am südlichen Ende der Konsolbank) angeblich fehlenden Einarbeitungen sind sehr wohl vorhanden und waren 1911 deutlich sichtbar (vgl. Cüppers 1969, Abb. 72 Westseite; Abb. 75). Dieser Hinweis erscheint wichtig, da auf diesem Irrtum anscheinend auch die Konzeption von Kutzbachs erneutem Rekonstruktionsvorschlag basiert.



**Abb. 5** Trierer Römerbrücke: Rekonstruktionsversuch an Pfeiler V (3) von F. Kutzbach. – (Cüppers 1969, Abb. 22; Denkmalpflegeamt der Stadt Trier, Nr. 102.03).



**Abb. 6** Trierer Römerbrücke: Rekonstruktionsversuch nach F. Kutzbach. – (Denkmalpflegeamt der Stadt Trier, Nr. 102.06).

überzeugt bin, dass sie eindeutig auf sechs Streben und sechs Längsträger hinweisen<sup>11</sup>. Die aus drei miteinander verdübelten Balken, zusammen 30 cm mal 90 cm starken Längsträger werden mit einer Doppelstrebe in einem Winkel zur Horizontalen von 30° und noch einmal auf diese im unteren Teil sehr flach ansetzende Strebe mit doppeltem Versatz in einem Winkel von 14°(!) entlastet. Die Fahrbahnoberkante dürfte hier etwa bei  $\nabla$  132,15 anzunehmen sein.

Weiter stellte er dann an der Westseite des Pfeilers V (3) an der südlichen Blende (Oberstrom) bearbeitete Quader fest. Seinen Beobachtungen zufolge sind an den vorkragenden Quadern die »Kopfflächen teilweise mit Randschlag« versehen (**Beil. 2** unten rechts: E; **Abb. 7-8**; erkennbar auch bei Cüppers 1969, Abb. 85-86). Da die Kopfflächen der drei oberen Quader tatsächlich relativ sorgfältige Schlagspuren erkennen lassen – nur der untere Quader der Blende zeigt eine Bruchfläche –, auf die Kutzbach anscheinend sonst nirgends weiter eingegangen ist, wird man seine die Blenden betreffende Deutung nicht einfach übergehen können. Nur bei dem abgebrochenen unteren Quader (**Abb. 7 a**) nimmt er in der Ergänzung ein geschwungen profiliertes Ende an (Schnitt A-A; **Beil. 2**). Da aber an der Westseite des Pfeilers IV (4) über dem unteren auch noch der nächste Profilquader darüber teilweise erhalten ist (**Abb. 9 C-D**; **Beil. 2 D**), bietet er zusätzlich noch eine »Lösung bei Pfeiler IV« mit zwei Profilquadern an (**Beil. 2**). Sollten die Bearbeitungen an der »Kopffläche« beim Pfeiler V (3) schon in der Antike entstanden sein – wovon Kutzbach offenbar glaubte, auszugehen zu können –, dürften die Quader kaum mit seitlichen Blenden des Sprengwerks in Verbindung gebracht werden können, da der Quader der vierten Lage – hier höchstens noch mit einer Länge von 0,60 m erhalten – aus einem Stück gearbeitet mindestens 1,70 m vorgekragt haben müsste (**Abb. 7  $\beta_3$** ): es sei denn, die Schlagspuren stammen tatsächlich von einem noch in der Antike durchgeführten Umbau, bei dem man auf die seitlichen Blenden des Sprengwerks verzichten wollte (was allerdings nur schwer vorstellbar ist). Insofern machen die rechtwinklig aus den Pfeilern vortretenden Quaderlagen (Blenden) nur als wichtigen Schutz der Streben einen Sinn (Cüppers 1969, 70). Meines Erachtens bleibt deshalb nur die Annahme, dass jener »Randschlag«, der durchaus – das sei eigens nochmals vermerkt – antiker (sorgfältiger!) Bearbeitung ähnlich sieht, im Zusammenhang einer Abarbeitung von Bruchstellen an den Quadern entstanden ist, als man sich der weiter vortretenden Blendleisten nach Aufgabe des Sprengwerks – vielleicht zur Zeit der ersten Einwölbung der Brücke (im 14. Jahrhundert?) – entledigen wollte. Andererseits könnte man dem entgegenhalten, dass man sich dabei aber kaum der Mühe unterzogen hätte, die Kopfflächen der oberen drei Quader so sorgfältig abzarbeiten. Hier bleiben also Fragen offen.

Der Ausschlag zur Annahme einer möglichst niedrigen Fahrbahnhöhe bei ca.  $\nabla$  132,15 bzw.  $\nabla$  132,60, die etwa den Höhenannahmen von Friedrich Kutzbach und Hans Lehmann entspricht, und der sich auch Heinz Cüppers anschließen möchte<sup>12</sup>, mag ein von F. Kutzbach 1931 bei den Pfeilern IV (4) und V (3) in Resten festgestelltes »Auflagergesims« aus weißem Sandstein gewesen sein (**Beil. 2 E**; **Abb. 7**; Cüppers 1969, 86 ff.). Die Basaltquaderlagen enden hier bei  $\nabla$  130,18-20 (Oberkante Sandsteinsimsleiste  $\nabla$  130,92). Kutzbach nahm an, dass dieses zum einen zu Abdeckplatten (»Deckquader«) der Pfeiler gehörte, und dass die Längsträger der Brücke in dieser Höhe ihr Auflager gefunden hätten<sup>13</sup>. Wenn auch relativ gut erhaltene Teile dieser Leiste bei der südlichen Brückenerweiterung von 1931 entfernt worden sind, so lassen sich diesbezügliche Beobachtungen Kutzbachs anhand des bereits 1911 gefertigten Fotos (**Abb. 7** [Zeichnung];

<sup>11</sup> Cüppers 1969, 70 Pfeiler II (6); dazu Abb. 59-61; 63; Pfeiler IV (4): ebenda 80 (nur Westseite) Abb. 72; 75; 77; Pfeiler V (3): ebenda 86, Abb. 81; 84-86; Pfeiler VII (1): ebenda 100 Abb. 109-111. Alle keilförmigen Einarbeitungen direkt oberhalb der Konsolleisten sind heute mit Mauerwerk oder Beton verschlossen.

<sup>12</sup> Cüppers 1969, 140: »[...] von dessen hochwasserfreier Geländehöhe bei 132,00 m NN auszugehen war [...]«.

<sup>13</sup> Kutzbach 1931/32, 220 ff. – Cüppers 1969, 87.

TRIER RÖMERBRÜCKE PFEILER V (3) UM 150 N. CHR. WESTSEITE/SÜD 1911, 1931  
 KONSOLBANK BLENDLEISTE SCHRÄGPROFIL

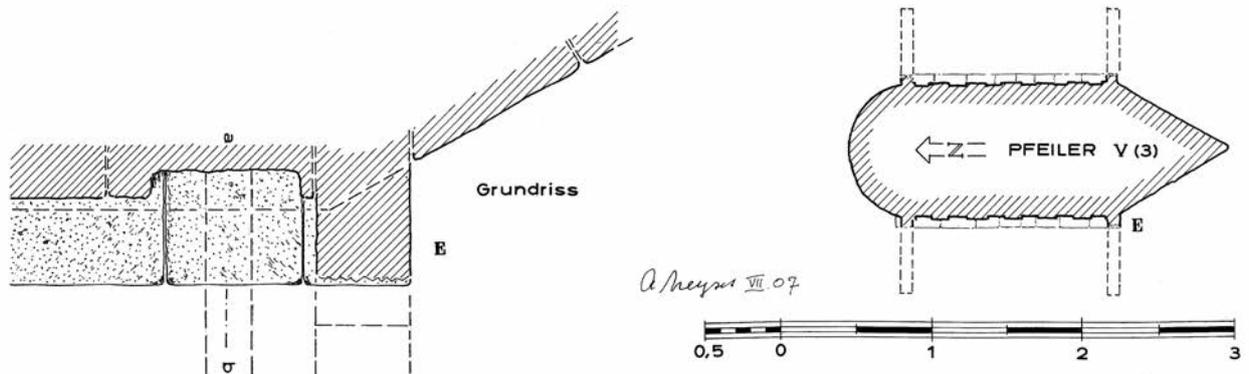
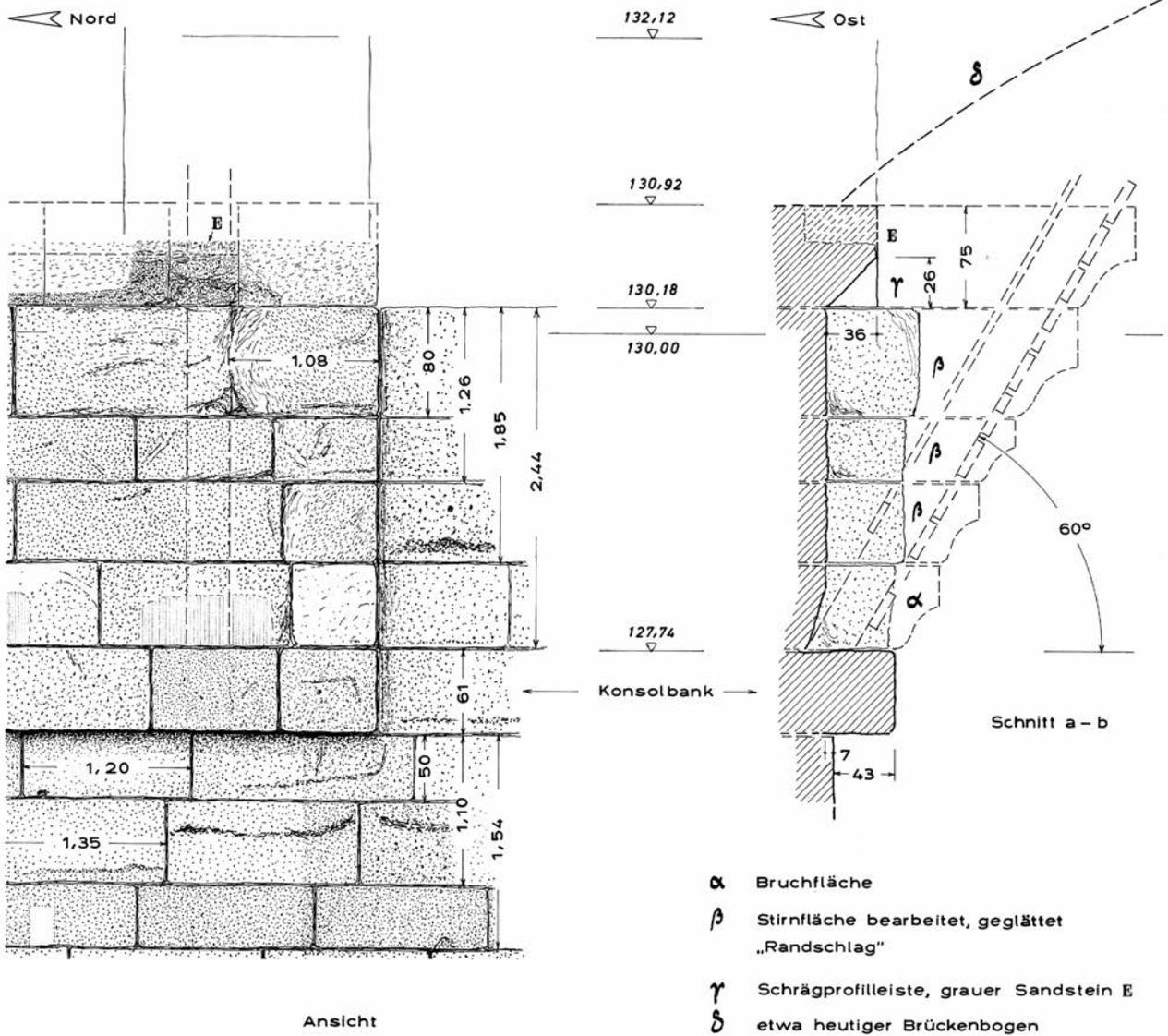


Abb. 7 Trierer Römerbrücke: Pfeiler V (3), Westseite. Detail, Konsolbank, Ansatz der Blendleiste »Randschlag«. Profileiste E. Grundriss; Ansicht Schnitt a-b. – (Nach Blatt 6, 1931, Stadtarchiv Trier: Tc 68/37; vgl. Abb. 8).



**Abb. 8** Trierer Römerbrücke: Pfeiler V (3), Westseite. Kragleiste (▽ 127.74), darüber Einkerbungen 1-6 für die Aufnahme der Streben (teilweise verschlossen), Ansatz der seitlichen Blendleisten. Profilleiste E (vgl. Abb. 7). Mittelwasser = Wasserstand ▽ 124.40 (Sommer 1911). – (Foto Rheinisches Landesmuseum Trier, C 1100).

**Abb. 8** [Fotografie]; bei Cüppers 1969, Abb. 85) bestätigen und vielleicht noch erweitern. Wahrscheinlich kannte Kutzbach diese fotografische Aufnahme nicht, da er auf den damals noch erkennbaren Befund nur teilweise Bezug nimmt. Links oberhalb des 1,08 m breiten(!) Basaltquaders der obersten, im Original(?) erhaltenen Lage der südlichen Blendleiste erkennt man deutlich einen nach oben schräg profilierten Stein E: Es ist jener, der von Kutzbach im Schnitt A-A festgehalten worden ist (Beil. 2). Man glaubt sogar, zu erkennen, dass das Schrägprofil über dem 1,08 m breiten Quader der Blendleiste erst beginnt (Abb. 7-8), da weiter rechts bis zum südlichen Ende der Blendleiste der Stein ohne Profil senkrecht ausgebildet erscheint. Verfolgt man auf dem Foto (Abb. 8) nun die untere Kante jenes Steines weiter nach Norden (links), so kann man feststellen, dass die Schrägung im Ansatz bei den folgenden Steinen – wenn auch mit abnehmender Tendenz – noch erkennbar ist. Wenn es sich hierbei noch um den Originalbefund handelt, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass die Schrägprofilbildung nur über der Konsolbank bestanden hatte(?). Beim Betrachten der Unterseite des Schrägprofils, die in dem doch weicheren Sandstein gegenüber den Basaltflächen der meisten Quader relativ grob gearbeitet erscheint, könnten aus heutiger Sicht durchaus Zweifel am antiken Ursprung aufkommen. Deutlich sind auch unzählige Meißelschläge an der ganzen Quaderreihe weiter nach Norden zuerkennen, mit denen die Simsleiste abgearbeitet wurde. Wann dies geschehen ist, entzieht sich meiner Kenntnis – möglicherweise mit der ersten Einwölbung; jedenfalls setzt der heutige Brückenbogen oberhalb dieser Quaderlage an. F. Kutzbach ging davon aus, dass mit dem

TRIER RÖMERBRÜCKE PFEILER II UND IV UM 150 N. CHR. KRAGLEISTEN UND ANSATZ DER STEINBLENDEN (1931) (4)

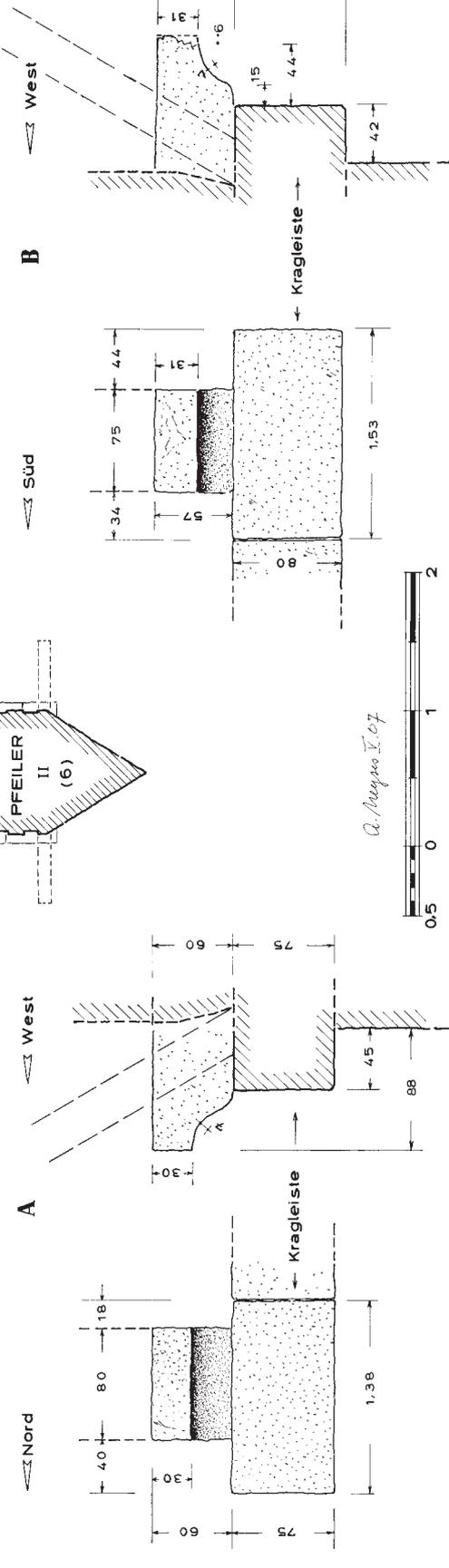
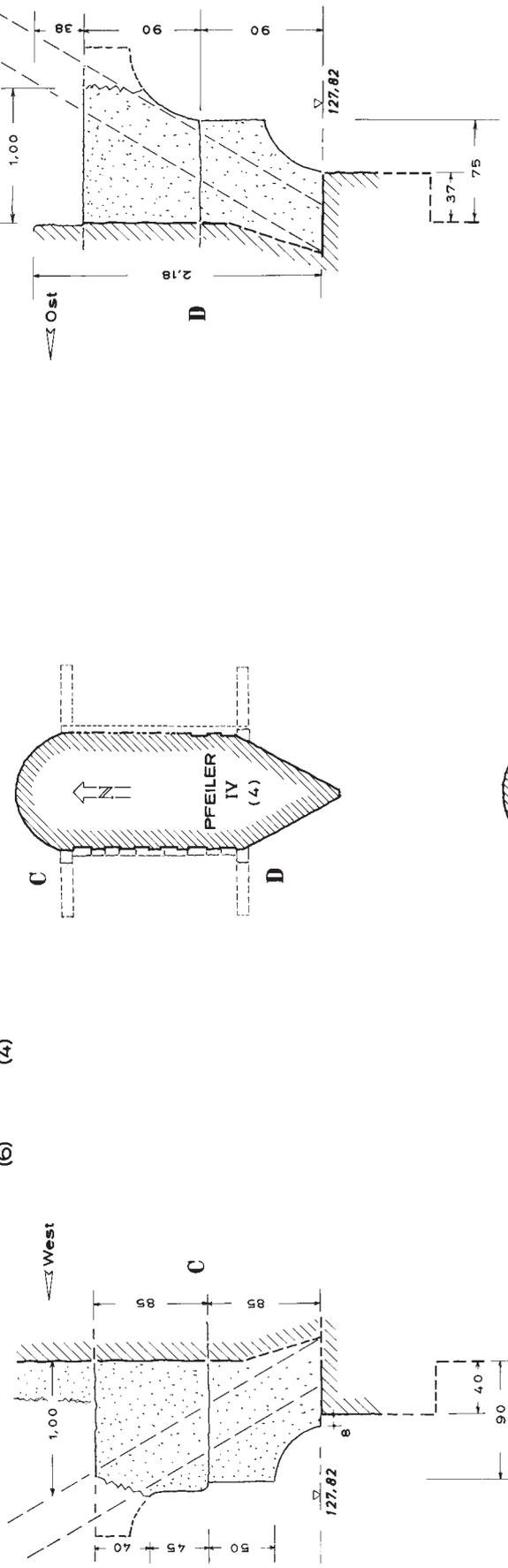


Abb. 9 Trierer Römerbrücke: Pfeiler II (6) und IV (4) Kragleisten und Ansatz der seitlichen Blendens. – (Nach Blatt 7 und 9, 1931 [Delhougne/Kutzbach], Stadtarchiv Trier: Tc 68/37).

Verbauen von Weißsandsteinquadern im oberen Pfeilerbereich auch eine Anhebung der Fahrbahn verbunden war – eine These, der sich H. Cüppers (1969, 142) anschließen möchte. Da aber die Oberkante der Profilleiste aus Sandstein ( $\nabla$  130,92) noch im Hochwasserbereich liegt, dürfte damit kaum eine Anhebung der Fahrbahn verbunden gewesen sein. Demnach könnte die Simsleiste – wenn es sich noch um einen antiken Befund handelt – durchaus noch zur ersten Bauphase des Pfeilers gehören<sup>14</sup>. Mit einer späteren Aufstockung der Pfeiler zum Anheben der Fahrbahn hätte man allerdings das Profil der Simsleiste nicht unbedingt entfernen müssen, da die Profilsteine durch das Sprengwerk zumindest teilweise verdeckt worden wären.

Nur schwer nachzuvollziehen ist die These Kutzbachs (der sich H. Cüppers ebenfalls anschließen möchte), man könne den Wasserstand der Mosel für die Römerzeit 1 m tiefer annehmen (Beil. 2 [»röm. Strombett etwa 1 m unter dem heutigen«]. H. Cüppers (1969, 7; Anm. 5) weist mit Recht darauf hin: »[...] Für die Festlegung der ursprünglichen Flußbetthöhen ergeben sich dadurch zusätzliche Fehlerquellen, die kaum zufriedenstellend ausgeräumt werden können«. Da das natürlich auch Auswirkungen auf die Fahrbahn der Brücke bei Hochwasser gehabt haben würde, will ich wenigstens versuchen, der Frage nach dem damaligen Wasserstand der Mosel noch einmal nachzugehen.

Das in dem ungewöhnlich trockenen Sommer 1911 aufgenommene Foto (Abb. 8)<sup>15</sup> von der Westseite des Pfeilers V (3) zeigt deutlich helle Ablagerungsspuren der Mosel bis etwa zur Unterkante der fünften Quaderlage von der Konsolleiste ( $\nabla$  127,74) an, die erkennen lassen, dass der Wasserspiegel über viele Jahre hinweg die meiste Zeit des Jahres über um  $\nabla$  124,40-70 (= Mittelwasser [MW]) gelegen haben wird. Diese Feststellung deckt sich ziemlich genau mit den Angaben von H. Cüppers (1969, 5), »[...] dass die Pfeilerfundamentoberkante, bei 124,42-62 NN gelegen, der allgemein vorherrschenden Wasserhöhe entsprechen haben werden«. Diese Feststellung stimmt in etwa auch mit der Annahme von H. Cüppers überein, dass der niedrige Wasserstand der Mosel oberhalb von  $\nabla$  123,53 gelegen haben muss, da sich sonst die antiken Pfähle der Pfeilerumspundungen auf Dauer nicht hätten erhalten können<sup>16</sup>. Und S. 114, die Höhen: »[...] 124,70 bis 124,80 NN auch für die Erschließung römerzeitlicher Normalwasserhöhen herangezogen werden« können. Nur wenig weiter: »Wenigstens bis auf diese Höhe wird das Normalwasser angestanden haben [...]«. Damit widerspricht er selbst seiner mit Kutzbach geäußerten Annahme, »[...] das vergleichsweise anzusetzende römische Pegelnull wäre danach etwa bei 122,00 NN« anzunehmen (ebenda, 7).

Beim Pfeiler V (3) ist 1931 die Höhe der Konsolbank an der Westseite mit  $\nabla$  127,74 angegeben worden<sup>17</sup>. Die Unterkante des Pfeilers wurde durch Bohrungen 1957 bei  $\nabla$  121,12 ermittelt (Cüppers 1969, 85) – also 6,62 m unter der Konsolbank. Nach der Abbildung 81 bei Cüppers (ebenda 83) beträgt die Differenz zeichnerisch mindestens 7 m<sup>18</sup>. Der niedrigste Wasserstand vom Sommer 1921 ist mit  $\nabla$  123,18 angegeben (ebenda 7). Wenn man hier den Flusspegel noch 1 m tiefer annimmt, verbleiben bis Unterkante Pfeiler noch 1,06 m. Hier hätte also die Gründungstiefe des Pfeilers noch nicht einmal zwei Quaderlagen tief unter der Wasseroberfläche gelegen – und das hätte möglicherweise zu Untergrundinstabilitäten des Pfeilers führen können, obwohl die Spundungen um die Pfeiler (nur) wenig tiefer reichen. Dass bei einem derartig aufwändigen Bauwerk solche Risiken eingegangen worden wären, erscheint doch fraglich. Die Bohrungen von

<sup>14</sup> Cüppers 1969, 141 weist darauf hin, dass weißer Sandstein auch bei anderen Pfeilern verbaut worden ist.

<sup>15</sup> RLM Trier, Foto C 1 100. – Cüppers 1969, Abb. 85 (Druckfehler: es ist die Westseite, nicht die Ostseite).

<sup>16</sup> Cüppers 1969, 141.

<sup>17</sup> Blatt 6, 1931 (Stadtarchiv Trier: Tc 68/37).

<sup>18</sup> Leider hat man bei den vielen und vielfach gut abgebildeten Zeichnungen meistens unterlassen, sie mit oft wichtigen NN- $[\nabla]$ Höhenangaben zu versehen, so dass man immer wieder gezwungen ist, solche im Text zu suchen oder, wenn möglich, zu errechnen – was sehr zeitraubend ist.

1931 vor dem Pfeiler II (6) haben ergeben, dass dort der klüftige Sandstein bei  $\nabla 121,53$  angetroffen wurde. Die Unterkante des Pfeilers II wurde 1957 durch Bohrungen bei  $\nabla 119,88$  ermittelt. Der anstehende (klüftige) Fels wurde also hier für die Pfeilergründung 1,65 m tief abgetragen (Cüppers 1969, 1). Beim Pfeiler III (5) wurde der felsige Untergrund bei  $\nabla 119,26$  erreicht; der Pfeiler erhielt seine Gründungstiefe aber bei  $\nabla 119,75$ , also 49 cm darüber. Dies hat anscheinend zu Setzungen oder Kopflastigkeit des Pfeilers geführt<sup>19</sup>.

Während des Bauvorgangs der Römerbrücke kam es offenbar auch zu Pannen, bei denen »[...] zahlreiche große Basaltquader, die offenbar schon in der Antike während der Baumaßnahme selbst in den Fluß geraten sind. [...] Aus alledem gewinnt man den Eindruck, daß bei Beginn der Baumaßnahme zur Errichtung der steinernen Moselbrücke das Flußbett zwischen 123,20 m bis 124,00 m NN lag, also höher als heute« (Cüppers 1969, 5). Für die Bodenverhältnisse zwischen dem Pfeiler II (6) und III (5) habe ich den bei Cüppers (ebenda 4) angegebenen Flussquerschnitt bei km 193,150 als punktierte Linie eingetragen (**Beil. 4**, Schnitt a-a, unterhalb  $\nabla$  »123,18 NNW 1921; 1949«). Den tieferreichenden Flussquerschnitt bei Cüppers (ebenda Taf. V, 2) habe ich ebenfalls in meinen Schnitt a-a als durchgezogene Linien übernommen.

Danach darf man wohl davon ausgehen, dass sich der Flusspegel seit der Antike bis um die Mitte des 20. Jahrhunderts nicht gravierend verändert hat. Deshalb erscheint es vielleicht auch noch geboten, sich markanten Hochwasserdaten zuzuwenden, die ja auch in der Antike für die Wahl einer möglichst sicheren Fahrbahnhöhe der Brücke nicht unwichtig gewesen sein dürften.

Das am 22. Dezember 1993 gemessene Hochwasser zeigte am Trierer Pegel (neu, an der Staustufe Feyen) +11,28 m, was nach einer angebrachten Marke am alten Pegelhäuschen (wenig stromunterhalb der Römerbrücke) der Höhe  $\nabla 131,80$  entspricht<sup>20</sup>. Das anscheinend höchste je festgehaltene Hochwasser vom 28. Februar 1784 wird auf den alten Pegel bezogen mit +8,79 m angegeben (=  $\nabla 132,43$ )<sup>21</sup>. 1716 ist mit dem Wiederaufbau der Brücke am Pfeiler V (3) auch das doppelte Brückenkreuz und darunter eine Nische mit dem hl. Nikolaus durch den Trierer Steinmetzmeister Johann Matthias Müller geschaffen worden<sup>22</sup>. Nach damaligen Aufzeichnungen des Trierer Buchhändlers Ludwig Müller habe das Hochwasser von 1784 bei der Römerbrücke an der Statue des hl. Nikolaus (Oberstromseite) »bis an die Knie« gestanden<sup>23</sup>. Nach den im Jahr 1931 erfolgten Bauaufnahmen von Delhougne und Kutzbach hätte das Wasser in Kniehöhe damals bis  $\nabla 133,50$  gereicht (**Beil. 3; Abb. 2**)<sup>24</sup>. Der Unterschied zu den Angaben des Wasserschiffahrtsamts beträgt 1,07 m. Diese Differenz wird darauf zurückzuführen sein, dass durch das enorme Volumen der sieben Strompfeiler (zusammen etwa 50 m Breite!) am Oberstrom vor der Brücke ein Anstau des Wasserspiegels in dieser Höhe erfolgt war<sup>25</sup>. Da dieses Hochwasser sich zu einem Zeitpunkt, als das Flussbett der Mosel noch nicht durch Schutzdämme eingeeengt wurde, uneingeschränkt über die Ufer ausbreiten konnte,

<sup>19</sup> Cüppers 1969, 3.

<sup>20</sup> Bezogen auf die alte Pegelhöhe  $\nabla 123,64$  (vgl. Anm. 21). Das Nivellement wurde am 27.06.2006 durchgeführt, vom Höhenbolzen am östlichen Widerlager der Brücke ( $\nabla 128,999$ ) mit Dipl.-Ing. (FH) Gert Brenner t, dem ich an dieser Stelle nochmals, auch für anderweitige Hilfeleistungen, zu danken habe. – 1951 erfolgte die Tieferlegung des Pegels um 1 m, nachdem auch die sommerlichen niedrigsten Niedrigwasser (NNW) von 1947 und 1949 bis unterhalb des Pegelnull sanken und zu Minuswerten geführt hatten. Der Einfachheit halber beziehe ich mich aber weiterhin auf die alte Pegelhöhe. Ohne den stadtseitigen Hochwasserschutzdamm wäre das Hochwasser wohl niedriger anzunehmen.

<sup>21</sup> Angaben des Wasser- u. Schifffahrtsamts Trier (2006). Das Häuschen mit dem alten Pegel befindet sich etwa 50 m stromunterhalb der Römerbrücke. Die Auswirkungen einer Anstauung des Wasserspiegels durch die breiten Strompfeiler (Cüppers 1969, 6 f.) dürften hier an der Unterstromseite kaum mehr wirksam gewesen sein.

<sup>22</sup> Cüppers 1969, 24.

<sup>23</sup> Müller 1920, 56 ff. Ludwig Müller kann als glaubwürdiger Augenzeuge der damaligen Flut angesehen werden; er hat auch sonst genaue Mitteilungen meteorologischer Beobachtungen geliefert. – Cüppers 1969, 24 f. A.53.

<sup>24</sup> Cüppers 1969, 25.

<sup>25</sup> Ebenda 6.

dürften auch andere Angaben, die die Stadt und das Umland betreffen, nicht unwichtig erscheinen<sup>26</sup>. Eine wahrscheinlich mit 1784 vergleichbare Hochwasserkatastrophe, die sogar in den Gesta Treverorum eine Erwähnung findet, hat es offenbar 1296 gegeben, bei der nach Christoph Brower die Brücke überflutet worden sein soll<sup>27</sup>. Da es anscheinend keine Hinweise dafür gibt, ob es unterhalb der Kämpfer der heutigen Brückeneinwölbung eine tiefer ansetzende (ältere) gegeben hat, dürfte allein daraus mit einiger Sicherheit zu schließen sein, dass die Brücke 1296 noch ein Doppeltes Sprengwerk besaß. Wenn man auch nicht mit Bestimmtheit weiß, ob die Brücke damals nur überflutet, oder auch ein Opfer der Flut geworden war, so dürfte sie aber sicherlich erhebliche Beschädigungen davongetragen haben, die möglicherweise eine baldige Erneuerung erforderlich machten. Deshalb ist es höchstwahrscheinlich – und hier folge ich Heinz Cüppers –, dass die erste Einwölbung der Brücke unter dem Erzbischof und Kurfürsten Balduin von Luxemburg (1307-1354) stattgefunden haben wird<sup>28</sup> – dies umso mehr, da Balduin auch im Untererzstift 1343 die Koblenzer Moselbrücke (eine Gewölbebrücke auf einem Pfahlrost) hatte errichten lassen<sup>29</sup>.

Wir wissen nicht, ob den antiken Brückenbauern Erfahrungswerte zur Verfügung gestanden haben, mit denen sie derartig gravierende Jahrhunderthochwasser hätten einkalkulieren können. Gesichert ist heute aufgrund dendrochronologischer Untersuchungen an Hölzern der Umspundungen der einzelnen Pfeiler, dass die Basaltpfeilerbrücke um 150 n. Chr. erbaut worden ist<sup>30</sup>. Das bedeutet, dass den antiken Brückenbauern die Hochwasserstände von über 150 Jahren aus eigener Beobachtung zur Verfügung gestanden haben konnten. Man kann davon ausgehen, dass man die höchsten Wasserstände seit der Stadtgründung

26 Müller 1920, 59: Um 10 Uhr (am 28.02.1784) stand im Kranen die Mosel weit oberhalb der »Engelbrüder Pfort« (in der Krahenstraße, etwa 70 m von der Feldstraße entfernt). Der Pferdemarkt stand völlig unter Wasser, das noch 9 Schritte weit in die Moselgasse und 20 Schritte in die Jakobsgasse reichte. Bei dem heutigen Simeonstiftplatz (damals Garten) war das Areal mit einer Taxishecke (Lebensbaum, Thuja?) umgeben, die gänzlich unsichtbar unter Wasser stand. An der heutigen Kutzbachstraße, im oberen Teil, bei der ehem. Kapelle eines Kanonikers, muss die Mosel noch 17 cm hoch gestanden haben (Bunjes 1938, 464; Abb. 322 [-2,41]). Die Maße sind der Abb. 322 entnommen. Etwa an der Stelle, wo die heutige Franz-Ludwigstraße den Simeonstiftplatz erreicht, muss die Mosel das Areal noch 53 cm hoch überflutet haben (-2,77). – Zum Vergleich: In Bernkastel-Kues befindet sich am Geburtshaus des Nicolaus von Kues (Cusanus), Nikolausufer 49, die Hochwassermarken von 1993. 1,40 m darüber ist die Hochwassermarken von 1784 an einem Kapitell eingemeißelt, die aber allem Anschein nach später (nach dem Duktus der Schrift des Datums) dort angebracht worden ist. Nicht unwichtig dürfte aber sein, dass hier beiderseits der Mosel die Höhenverhältnisse im Uferbereich in etwa die alten geblieben sind. In Bernkastel selbst befinden sich an einer Hausecke des Café Coblenz am Karlsbader-Platz übereinander viele Hochwassermarken. Die Höchste ist die von 1784, genau 3,60 m über dem (heutigen) Straßenpflaster an der Hausecke. 1,15 m darunter ist die (Nächsthöchste) von 1993 angebracht. Nur wenig entfernt von hier befindet sich die Pfarrkirche St. Michael, in der sich an einem noch gotischen Pfeiler zum einen eine Hochwassermarken von 1572 befindet, die – so hat ein Nivellement (vom 13. März 2007) ergeben – 47 cm unter dem Hochwasser von 1784 am Café Coblenz liegt, aber 68 cm über dem von 1993. Eine zweite Markierung weist dort noch ein Hochwasser vom 12. Januar 1651 aus. Dieses lag 20 cm über dem von 1572 und 27 cm unter dem von 1784, aber noch 88 cm über dem von 1993. Auch hier erweist der Duktus der Schrift, dass diese nachträglich angebracht sein wird, weshalb aber die Höhe des Hochwasserstands nicht

erfunden sein muss. Bemerkenswert erscheint, dass man die Markierung des höchsten Hochwassers von 1784 hier nicht angebracht hatte. – An zahlreichen Moselorten stromunterhalb Triers sind Hochwassermarken von 1784 noch vorhanden, wengleich auch hier kaum noch die Originalschriften erhalten sind. In Cochem zum Beispiel befindet sich an der Moselpromenade, unterhalb des Martinstors, ein Pegelhäuschen, an dem die Hochwassermarken vom »22. XII. 1993« angebracht ist, und etwa 2 m(!) darüber die von 1784. An der »Alten Torschänke« in Cochem, Brückenstraße 3, ist ebenfalls die Hochwassermarken von 1993 markiert, und auch hier mindestens 2 m darüber die von 1784, ca. 20 cm darüber sogar noch ein Hochwasser von 1781(?). Aber auch hier sind die ältesten Wasserstände keine ursprünglichen Markierungen. Im Türsturz des Eingangsportals aus Basalt steht »ADNI 1332«, darunter »REN. 1960«. – Dazu auch Bohr/Straub 1996. Die Beobachtungen haben dort ergeben, dass der Hochwasserstand im Bereich der Mittelmosel von 1784 mindestens 1,30 m, manchmal sogar bis zu 2 m über dem Hochwasser vom Dezember 1993 anzunehmen ist. – Wir sehen also, dass solche enormen Hochwasser der Mosel immer wieder, wenn auch in größeren Zeitabständen, erfolgt sind, was den Römern sicherlich auch bekannt war: Dementsprechend wird man das Tragwerk der Brücke in entsprechender Höhenlage zu schützen gewusst haben.

27 Cüppers 1969, 12.

28 Ebenda.

29 Ebenda 203 ff.

30 Hollstein 1980, 133-153. – Die Umspundungen der einzelnen Pfeiler konnten über Jahrhunderte auch als »Leitplanken« gedient haben, damit die Schiffe nicht mit den massiven Pfeilern kollidieren konnten. Gleichzeitig konnte die Oberkante der Spundungen als Markierung gedient haben, ab deren Überflutung die Schifffahrt eingestellt werden musste. – Andere Forschungen (1978) haben ergeben, dass die Basaltquader der Römerbrücke in Trier aus dem Steinbruch »Hohe Buche« bzw. »Fornicher Ley« bei Andernach stammen: Mangartz 2000, 12. – Hörter 1977/78, 75 ff.

jeweils sorgsam beobachtet und anhand von Markierungen an Gebäuden oder sonstigen Objekten festgehalten hatte.

Wenn man bedenkt, welch ein Aufwand für die Herstellung des hölzernen Tragwerks der Brücke erforderlich war (vom Fällen gewaltiger Bäume in den Wäldern des Umlands bis hin zum Zurechtschneiden der Balken und einer Unmenge von Bohlen bis zur schwierigen Montage [ein fast 24 m langer Längsträger, bereits mit dem Sprengriegel fertig montiert, wog allein schon ca. 4,5 t]; **Beil. 4; Abb. 10**)<sup>31</sup>, dann darf man wohl davon ausgehen, dass die Römer, um mögliche Hochwasserstände wissend, beim hiesigen Brückenbau versucht haben werden, Risiken nach Möglichkeit auszuschließen. Aber auch bereits erwähnte antike Straßenhöhen in Ufernähe werden eine Rolle gespielt haben, da man sicherlich eine unnötig steile Auffahrt zur Brücke vermeiden wollte, die es erheblich erschwert hätte, größere Lasten (z. B. einen Quader, der über 6 t gewogen haben konnte) über den Fluss zu transportieren<sup>32</sup>.

Die von Kutzbach an den Pfeilern IV (4) und V (3) festgestellten bescheidenen Reste eines »Auflagergesimses« aus Sandstein (Oberkante ca.  $\nabla$  130,92), das er als Auflager der Längsträger annehmen möchte, war aber nach meinen Betrachtungen (wie schon erwähnt) noch im Hochwasserbereich gelegen. Ob es demnach auf verschiedene Bauperioden oder Bauherren zurückzuführen ist<sup>33</sup>, sei dahingestellt. Meines Erachtens muss deshalb die Fahrbahn unter Beibehaltung der Konsolleisten um vier oder fünf Quaderlagen aus weißem Sandstein entsprechend höher anzunehmen sein<sup>34</sup>. Unter diesen Voraussetzungen müssten aber auch die von Kutzbach festgestellten kleinen Sandsteinpfeiler, die auch schon auf der Zeichnung von Brower zu erkennen sind (vgl. Anm. 9, 221; **Abb. 5; Beil. 2**; Cüppers 1969, Abb. 10), eingemauert worden sein, da für ein entschieden höherliegendes Tragwerk der Brücke auch die Quaderung mindestens bis zur Auflagerhöhe der Längsträger hochgeführt gewesen sein müsste, um einem Horizontalschub seitlicher Kräfte ausreichend entgegen zu können – was mit schlanken Pfeileraufbauten kaum möglich gewesen wäre. Mit der späteren Einwölbung der Brücke (im 14. Jahrhundert?) hätten die Stropfpfeiler wieder niedriger gestaltet werden können. Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass die Höhe der Fahrbahn allein für die Dimensionierung des hölzernen Tragwerks der Brücke nicht ausschlaggebend ist.

Wichtiger hierfür ist, aufgrund der vorhandenen Konsolleisten und der im Ansatz noch erhaltenen seitlichen Steinblenden, die Wahl des Neigungswinkels und die Länge der Streben des Sprengwerks. Daraus ergeben sich die Feldgrößen der Längsträger, die beim Doppelten Sprengwerk statisch gesehen als Dreifeldbalken zu betrachten sind. Wird die Höhe der Fahrbahn relativ tief liegend gewählt, werden die Streben kürzer und demzufolge die beiden tragenden Randfelder der Längsträger ebenfalls kurz ausfallen, aber das Mittelfeld mit dem Sprengriegel länger, dem somit auch die größere Eigen- und Verkehrslast zukommen würde. Hier dürfte also abzuwägen sein, dass mit der Wahl der Fahrbahnhöhe die drei Belastungsfelder möglichst in ausgleichenden Größen entstehen können. Wenden wir uns deshalb nochmals auch den Resten der profilierten Enden der seitlichen Blenden zu, die am ehesten Auskunft über den Neigungswinkel der Streben geben können, und die – wenn auch nur im Ansatz – nur noch bei den Pfeilern II (6) und IV (4) erhalten geblieben sind (**Beil. 2; Abb. 9**).

Die gegen den Strom (nach Süden) gerichteten Pfeiler, deren Vorköpfe ziemlich genau in einem spitzen Winkel von 60°, sozusagen als Wellenbrecher, ausgebildet sind, haben in der Regel eine Breite von über

<sup>31</sup> Wenn man damals im Stande gewesen ist, mit Wasserkraft harten Marmor oder gar Diabas – ein plutonisches Gestein! – zu zerschneiden (vgl. Anm. 43), dann dürfte jedoch das maschinelle Zuschneiden von Holzbalken und Bohlen weniger Probleme bereitet haben, wenn das m.E. anhand belegbarer Funde auch noch nicht nachgewiesen werden konnte.

<sup>32</sup> Cüppers 1969, 216 f. Er geht dabei von einzelnen Quadern

aus, die eine Länge von 3,00 m hatten und 1,00 m breit und 0,80 m hoch waren (= 2,40 m<sup>3</sup>; Gewicht = 7,2 t). Selbst wenn man von einer Wichte von 2,7 für porige Basaltlava ausgeht, wog ein solcher Quader immer noch ca. 6,5 t.

<sup>33</sup> Kutzbach 1931/32, 223.

<sup>34</sup> Cüppers 1969, 141 möchte die Fahrbahn nach einer Höherlegung bei etwa  $\nabla$  134,00 sehen.

TRIER RÖMERBRÜCKE UM 150 NACH CHR.

REKONSTRUKTIONSVERSUCH

EINZELHEITEN

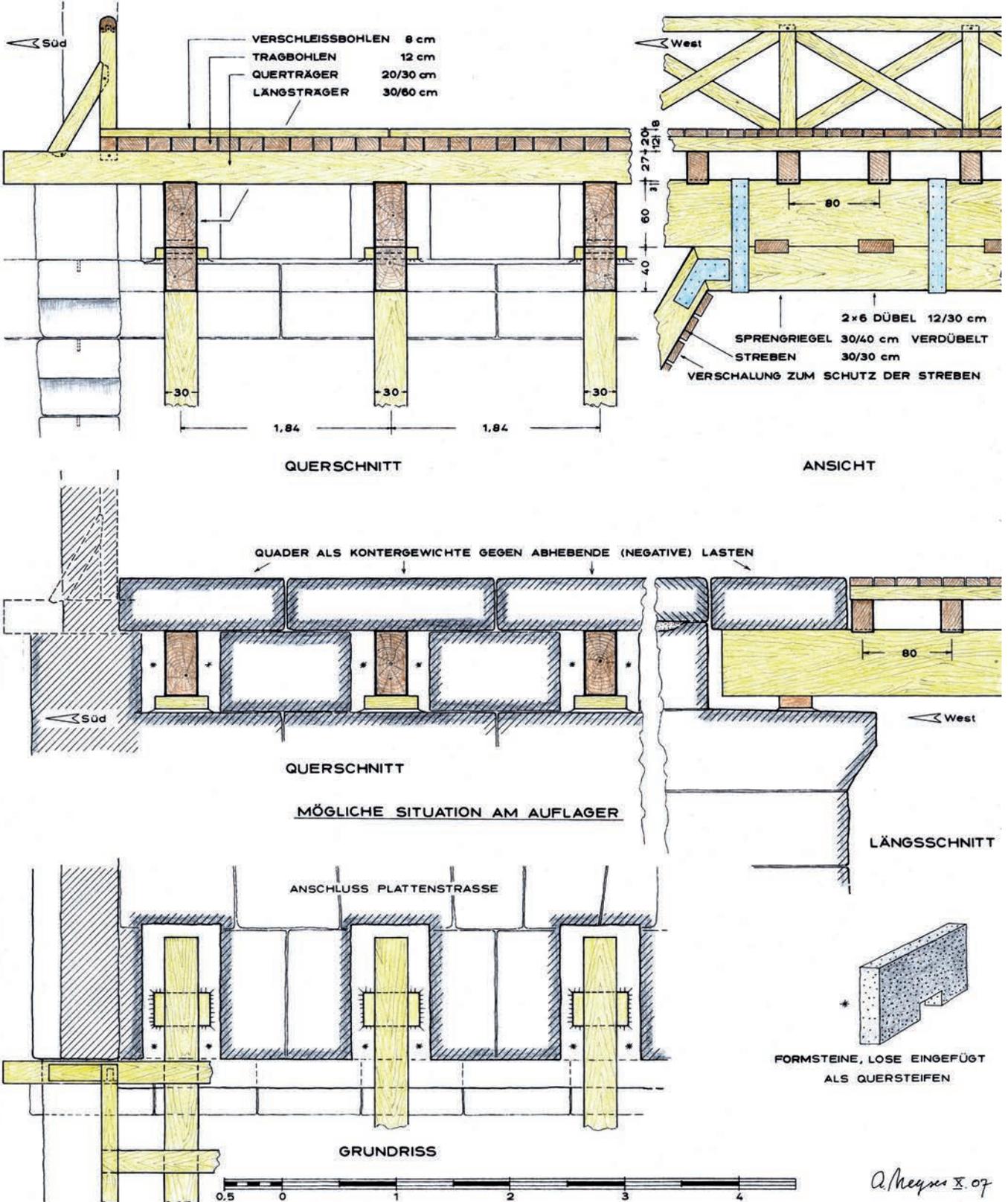


Abb. 10 Trierer Römerbrücke, Rekonstruktion: Einzelheiten des Tragwerks, mögliche Situation am Auflager.

7,00m<sup>35</sup>. Die beiderseits am Pfeiler II (6) auf den Kragleisten an der Unterstromseite erhaltenen Quader A und B der unteren Lage der Steinblenden kragen so weit aus der Pfeilerflucht vor, dass die Blenden (wenn die darüber folgenden Quader ähnlich weit ausgreifend versetzt gewesen wären) den Streben des Sprengwerks bei einer Anordnung in einem Winkel von 45° noch Schutz geboten hätten (**Beil. 2; Abb. 9**). Beim Pfeiler IV (4) dagegen sind aber auf der westlichen Kragleiste (oder Konsolbank) sowohl an der Ober- als auch an der Unterstromseite auf den unteren profilierten Blendsteinen auch noch die darüber sitzenden wenigstens im Ansatz so weit erhalten, dass sie erkennen lassen (**Abb. 9 C-D; Beil. 2 C**), dass den Streben bei einer 45°-Neigung von den Blenden kein ausreichender Schutz möglich gewesen wäre. Mit anderen Worten: Die Streben würden vor die Blenden geraten sein, und das kann nach meiner Auffassung nicht dem schützenden Sinn der Quaderblenden entsprochen haben. Da aber kaum davon ausgegangen werden kann, dass beim Sprengwerk an den einzelnen Pfeilern die Schrägneigungen der Streben unterschiedlich ausgebildet wurden (obwohl, wie schon erwähnt, die Abstände der Pfeiler unterschiedlich sind), möchten wir doch möglichst von einer einheitlichen Neigung von 60° ausgehen (**Abb. 7; 9; Beil. 4**).

Während beim Pfeiler IV (4) an der westlichen Konsolleiste (Oberkante  $\nabla$  127,82) die Innenseite der nördlichen Blendquader in etwa bündig miteinander abschließen, tritt der obere Quader an der Nordseite nach außen vor die Flucht (Cüppers 1969, Abb. 75. 77), desgleichen bei der südlichen Blende, wo die Innenflucht ebenfalls bündig erscheint, der obere Quader aber an der Südseite wesentlich weiter nach Süden (außen) vorkragt (ebenda 80 Abb. 77-78)<sup>36</sup>. Was immer die Gründe hierfür sein mögen (wenn es sich noch um den Originalbefund handelt) – der Ästhetik konnten solche Vorsprünge kaum dienlich gewesen sein.

Bei den heutigen erhaltenen sieben Flusspfeilern schwanken die festgestellten Höhen der Konsolbänke zwischen  $\nabla$  127,68 und  $\nabla$  127,82<sup>37</sup>. Man wird deshalb davon ausgehen können, dass alle Kragleisten auf gleicher Höhe liegen sollten (Cüppers 1969, 141), obwohl die lichten Pfeilerabstände untereinander zum Teil erheblich differieren.

Die einzelnen Quader der seitlichen Blenden des Sprengwerks müssen alle – wie auch der Befund bei den erhaltenen erweist – mit dem Pfeiler im Verband gestanden haben. Darüber hinaus werden die Quader der Blenden (wenn wegen der Länge der oberen Lagen zwei Steine erforderlich waren) – wie zumeist auch beim Pfeiler selbst – miteinander fest verklammert gewesen sein. Bei einer 45°-Neigung der Streben hätten die oberen Lagen der Blenden eine zu große Länge haben müssen; wegen des zu erwartenden Kippmoments dürfte das aber kaum anzunehmen sein. Zudem – ich habe bereits darauf hingewiesen – wären bei dieser Neigung die Streben vor die Blenden zu liegen gekommen. Bei einem Neigungswinkel der Streben von etwa 60°, den ich für meine Rekonstruktion zugrunde legen möchte, würde sich zwar die Länge des Mittelfeldes der Längsträger und somit auch die Spanne der Sprengriegel vergrößern, aber die Länge der seitlichen Blenden würde sich in dem Maße verkürzen, dass von den drei oberen Quaderlagen der Blenden höchstens die äußeren Quader nicht in den Pfeiler eingebunden sein konnten.

Eine 60°-Neigung der Streben würde auch noch dazu beigetragen haben, dass zwischen den Pfeilern ein größeres Raumprofil für die Schifffahrt entstanden wäre. Weiterhin möchte ich davon ausgehen, dass an der Rückseite der Streben eine Verschwertung gegen seitlich wirkende Kräfte (Windlast) angebracht war (**Beil. 4**, Querschnitt b-b). An der Vorderseite hätte eine entsprechende Verschalung dazu beitragen können, dass man die Streben zwar nicht vom Hochwasser, wohl aber von der reißenden Strömung hätte freihalten können, und im Verbund mit den massiven Blenden wäre dem Sprengwerk sozusagen eine »kastenartige Verpackung« zuteil geworden – somit ein optimaler Schutz gegen jegliches Treibgut bei Hochwas-

<sup>35</sup> Die Pfeilerbreiten sind 1928 vom (damaligen) Wasserbauamt Trier zwischen 6,63m (VII [1]) und 8,05m (V [3]) angegeben (Stadtarchiv Trier: Tb 60/23).

<sup>36</sup> Blatt 7, 1931 (Stadtarchiv Trier: Tc 68/37).

<sup>37</sup> Nach Blatt 7 und 8 (Delhougne / Kutzbach, Stadtarchiv Trier: Tc 68/37) vom 17. und 22.08.1931 an der Westseite von Pfeiler IV (4) bei  $\nabla$  127,82 und an der Ostseite bei  $\nabla$  127,72. Bei Cüppers 1969, 81 dagegen liegt die Höhe der Konsolbank bei  $\nabla$  128,15.

ser, das sich nicht hätte an den Streben verhaken können, einschließlich eines möglichen winterlichen Eisgangs<sup>38</sup>.

Für den hier vorgelegten Rekonstruktionsversuch will ich deshalb für die Wahl der Fahrbahnhöhe den höchsten bekannten Hochwasserstand von 1784 an der Brücke zugrunde legen, der sich an der Oberstromseite bei ca.  $\nabla$  133,50 ermitteln lässt (**Beil. 3-4**). Ich gehe davon aus, dass die Sprengriegel mit ihrer Unterkante noch etwa 25 cm darüber liegen. Würde allerdings der Umstand eingetreten sein, dass Sprengriegel oder gar die Längsträger von der gewaltigen Strömung eines Hochwassers erfasst worden wären, würden auch die über 75 t Eigengewicht eines Brückensegments nicht ausgereicht haben, um die Brücke zu halten, und sie wäre dann auch wegen des Auftriebs unweigerlich verloren gewesen. Welche enormen Kräfte der schnell fließende Strömungsdruck bei Hochwasser freizusetzen vermag, der sogar 1784 Abdeckplatten der Pfeiler aus der Verankerung zu reißen vermochte, beschreibt ebenfalls der Buchhändler Ludwig Müller<sup>39</sup>.

Nach diesen Voraussetzungen könnte die Oberkante der Fahrbahn bei  $\nabla$  135,22 gelegen haben. Damit lägen wir etwa 3 m über der Fahrbahnannahme von Kutzbach ( $\nabla$  132,15) und ca. 2,52 m über der von Lehmann ( $\nabla$  132,60), aber immer noch ca. 3 m(!) unter der angenommenen Fahrbahnhöhe von Goethert (**Abb. 1**). H. Cüppers bildet auf seiner Tafel V unter 2 und 3 Rekonstruktionen der jüngeren Steinpfeilerbrücke ca. im Maßstab von 1:1000 ab<sup>40</sup>.

Die Breite der Fahrbahn wurde von Kutzbach nach seinen Beobachtungen mit 10,15 m bzw. 10,30 m gewählt (**Abb. 5; Beil. 2**). H. Cüppers möchte den lichten Abstand der seitlichen Blenden von 10,40-10,50 m für die Breite der Fahrbahn zugrunde legen<sup>41</sup>. Aus dem Befund lässt sich der Achsabstand der sechs Längsträger mit 1,84 m mal 5 = 9,20 m erschließen (**Beil. 4, Querschnitt b-b; Abb. 10**). Aus diesen Gegebenheiten könnte eine Breite der Fahrbahn sowohl von 10,15 m als auch noch von 10,50 m angenommen werden – jedoch sollten die Querträger nicht allzu weit über die Längsträger hinausreichen, da die dortige Belastung (Kragarm) zu negativen Kräften im Mittelfeld der Querträger führen könnte. Aus den vorgegebenen relativ großen Abständen der Längsträger ergibt sich der sichere Hinweis, dass zur besseren Lastverteilung kräftige Querträger mit geringerem Abstand angeordnet gewesen sein müssen, die wiederum einen längs gerichteten, sogenannten Tragbohlenbelag aufzunehmen hatten, auf dem schließlich der immer quer zur Fahrbahn angeordnete Verschleißbohlenbelag anzunehmen ist (**Abb. 10**). Der auch in jüngerer Zeit noch üblich gewesene doppelte Bohlenbelag bei hölzernen Brücken würde in jedem Fall auch zur gleichmäßigeren Lastverteilung beigetragen haben.

<sup>38</sup> Müller 1920, 60 schreibt weiter: »Diesen Morgen und den ganzen Tag hindurch kam allerhand getrieben, als: Schweine, Küh, Ochsen, Pferde; Stühl, Bänk, Tische, Laden, Bütten, Eymern, Fässer; Hecken, Bäume mit den Wurtzeln; auch erstaunlich viel Brenn Holtz; sowohl lang als kurtz, wie auch Holländer Holtz in Mänge. Diese alles ware mit Eis vermischet, und hatte, wie das Wasser, seinen Hauptzug zur Stadt zu, durch den Bogen B. Ein großer mit Schiefer gedeckter Dach kame, um 10 uhren getrieben, ginge aber an der Brück zu tausend Stücke und triebe durch den Bogen B, auf der anderen Seite sahe man Stücker mit Heu vermischet hervorkommen; schiene also ein Heuspeicher gewesen zu seyn. Das Wasser war so wild; einige mal zitterte die Brück bei dem Cruzifixe so stark, daß alle da stehende Menschen wegiefen«.

<sup>39</sup> Ebenda 78. – Cüppers 1969, 25 A.53.

<sup>40</sup> Im ersten Bauzustand (2) sind dort die mit 45°-Neigung angeordneten Streben des Sprengwerks – mit Sprengriegel – ohne die seitlichen Quaderblenden dargestellt, die erst mit dem zweiten Bauzustand (3) – aber ohne Sprengriegel – in Erscheinung treten. Dort sind auch die von F. Kutzbach erkannten »Pylonen« auf den Pfeilern III (5) und V (3) abgebildet, mit

denen man möglicherweise eine Kennzeichnung der Fahrinnen für die Schifffahrt vornehmen wollte. Beiderseits im Uferbereich werden erst jetzt Brückentorbauten angenommen. Obwohl im Text bei Cüppers im ersten Bauzustand die Fahrbahnhöhe um  $\nabla$  132,00 angenommen ist und im zweiten bei etwa  $\nabla$  134,00, ist sie bei beiden Abbildungen zeichnerisch jedoch höhengleich dargestellt. – Auf den Pylonen aber Schalen mit Flammen, sozusagen als flackernde »Waberlohe« anzunehmen, wie das gelegentlich geschieht, dürfte wenig Sinn machen, da einmal der Brennstoffverbrauch recht hoch gewesen sein dürfte und zum anderen der Beleuchtungseffekt an der Wasseroberfläche infolge der doch großen Entfernung nur spärlich gewesen wäre. Zudem werden Nachtfahrten auf dem Fluss eher die Ausnahme gewesen sein.

<sup>41</sup> Cüppers 1969, 141. Auf S. 86 ist dort beim Pfeiler V (3) die äußere Länge der Kragleiste mit 11,50 m genannt; auf Blatt 6 der Aufnahme (C. Delhougne) vom 24./25.08.1931 (Stadtarchiv Trier: Tc 68/37) ist die Länge der westlichen Leiste mit 11,95 m angegeben. An der Nordseite (Unterstrom) kragt die Leiste hier allerdings um 25-30 cm nach Norden über die seitlichen Blendsteine der Streben hinaus.

Um eine adäquate Dimensionierung des hölzernen Tragwerks der Brücke vornehmen zu können, haben wir zunächst einmal eine statische Berechnung auch für bewegliche (rollende) Lasten für das Joch mit dem größten Pfeilerabstand zwischen II (6) und III (5) = 21,60 m vorgenommen<sup>42</sup> – wohl wissend, dass in der Antike eine solche Berechnung noch nicht möglich war, die Römer aber, wie auch in anderen Bereichen (z. B. bei der Trinkwasserversorgung)<sup>43</sup>, gewiss über viele Erfahrungswerte verfügten, um Balken- und Bohlenstärken zu wählen, mit denen eine tragfähige und sichere Brückenkonstruktion zustande gebracht werden konnte<sup>44</sup>.

Für die Wahl des Bauholzes kann man durchaus Eiche zugrunde legen, da im hiesigen Umland Nadelholz ohnehin wegen fehlenden Anbaus kaum zur Verfügung gestanden hatte<sup>45</sup>. Für die Lastannahme wird das

Eigengewicht  $g = 3,20 \text{ KN/m}^2$  und als  
Nutzlast  $p = 5,00 \text{ KN/m}^2$  (gleichmäßig verteilte, rollende Last) zugrunde gelegt:

$$\Sigma g + p = q = 8,20 \text{ KN/m}^2.$$

Die statische Berechnung ergab für die sechs Längsträger Balken von 30/60cm im Querschnitt und ca. 23,80 m Länge (Stützweite = 22,70 m), deren Achsabstände untereinander von ca. 1,84 m ja durch die noch vorhandenen Einkerbungen unmittelbar über den Konsolbänken vorgegeben sind (**Beil. 4; Abb. 10**). Die mit 60°-Neigung anzunehmenden 7,40 m langen Streben müssten, um eine ausreichende Knickfestigkeit erreichen zu können, mit einem Querschnitt von 30/30 cm zu bemessen sein<sup>46</sup>. Verstärkt sind die Längsträger durch mitttragend montierte Sprengriegel, im Querschnitt 30/40 cm messend und ca. 14,60 m lang. Zur Aufnahme der nicht unerheblichen Querkräfte sind zwischen den Längsträgern und Sprengriegeln beiderseits je sechs Dübel (Hartholz) mit 12/30 cm im Querschnitt anzunehmen. Da die Querkräfte in Feldmitte am geringsten sind (= 0), nach dem Auflager (Strebenköpfe) aber in verstärktem Maße zunehmen, wären die Abstände der Dübel nach den Strebenköpfen hin zu verringern (**Beil. 4, Schnitt a-a**). Um darüber hinaus die tragende Einheit von Längsträgern und Sprengriegeln noch mehr abzusichern, sollen zusätzlich auf beiden Seiten je drei schmiedeeiserne Bandagen angenommen werden. Da mit einer größeren Belastung der Längsträger in Feldmitte eine entsprechende Durchbiegung verbunden ist, entstehen zwangsläufig am Auflager abhebende (negative) Kräfte, denen aber mit aufliegenden Quadern als Kontergewichte entgegnet werden kann (**Abb. 10; Beil. 4**). Diese etwa 2 t schweren Quader könnten so bemessen sein, dass sie als Bestandteil und Randbegrenzung des Straßenkörpers der über den Pfeilern anzunehmenden Plattenstraße zu betrachten sind (**Abb. 10; Beil. 4**). Andererseits würde ohne Kontergewichte das Abheben der Fahrbahn am Auflager maximal 3 cm betragen. Da bei den Platten antiker Straßen untereinander gewiss auch Höhendifferenzen in dieser Größenordnung bestanden haben, die sich jeweils auch beim Transport durch entsprechende Bohlenstücke ausgleichen ließen, können in diesem Fall die negativen Kräfte eigentlich vernachlässigt werden.

<sup>42</sup> Die statische Berechnung wurde freundlicherweise gemeinsam mit Hans Burkholz, Dipl.-Ing. (FH), Konz (Ingenieurbüro für Bau- statik), durchgeführt, dem ich an dieser Stelle auch für mehrfach geführte Fachdiskussionen nochmals danken möchte.

<sup>43</sup> Neyses 1980. – Neyses/Schwinden 1992. – Mangartz 2006. – Vgl. dazu auch Anm. 31.

<sup>44</sup> Obwohl bereits 37 n. Chr. ein über 300 t schwerer Obelisk von Alexandrien nach Rom zum Circus des Caligula (später des Nero) transportiert wurde, von dem aus er 1586 durch Domenico Fontana zum Petersplatz verbracht und aufgestellt wurde – grandiose technische Meisterleistungen –, ist immer noch rätselhaft, wie man im 4. Jahrhundert drei (der vorgesehenen vier) Granitsäulen für den »Quadratbau« des Trierer Doms, die

jeweils aus einem Stück gefertigt eine Länge von 12 m aufwiesen und über 50 t wogen, aus dem »Felsenmeer« im Odenwald zum Rhein und dann vom Trierer Hafen zum Dom gebracht hat – abgesehen einmal von dem enormen Problem der sicheren Aufstellung dieser vier Säulen vor Ort. Hierbei muss man wissen, dass eine Säule dieser Länge und dieses Gewichtes, alsbald man sie auf Biegung beansprucht hätte, wie ein Streichholz durchgebrochen wäre. – Weber 1995, 928.

<sup>45</sup> Neyses 1998.

<sup>46</sup> Ob mit einer Zangenkonstruktion bei der angenommenen Strebenlänge (**Abb. 1**) die erforderliche Knickfestigkeit erreicht werden könnte, kann bezweifelt werden.

Für die Querträger ließ sich ein Querschnitt von 18/30 cm errechnen, bei einem Achsabstand von 80 cm. Da die Längsträger zur Aussteifung mitwirkend ca. 3 cm tief in die Querträger eingelassen werden sollen (nicht die auf stärkere Biegung beanspruchten Längsträger schwächen!), sollen die Querträger mit 20/30 cm im Querschnitt gewählt werden. Für die Tragbohlen ergab die Berechnung eine ausreichende Stärke von 12 cm, für die Verschleißbohlen, die ja, worauf der Name hinweist, je nach Abnutzung des Öfteren ausgetauscht werden mussten, 8 cm. Da die Bohlenbeläge aber auch am meisten der Nässe ausgesetzt waren, ist zwischen den einzelnen Bohlen eine Raumfuge von etwa 1 cm anzunehmen, um Werfungen zu verhindern. Wie oft die Verschleißbohlen erneuert werden mussten, lag daran, wie stark die Brücke von Fahrzeugen frequentiert wurde. Wir wissen zum Beispiel, dass die Holzbrücke über den umlaufenden Wassergraben, der den Immunitätsbereich der ehemaligen Reichsabtei St. Maximin, nördlich außerhalb der Stadt, umgab, 1517 durch eine Steinbrücke ersetzt wurde, da nach jedem Winter erhebliche Schäden an der Fahrbahn zu beheben waren<sup>47</sup>. Da die Römerbrücke in jedem Fall mehr beansprucht worden sein dürfte als eine Klosterzufahrt, werden die jährlichen Schäden und demzufolge die Reparaturen dort nicht geringer anzunehmen sein.

Die Längsträger dürften jeweils an ihrem Auflager auf einer kurzen Bohle (Hartholz) in einer aus Quadern gebildeten Kammer anzunehmen sein, die beiderseits der Träger durch etwa 20 cm dicke Steinplatten gegen seitliche Verschiebung passend, aber lose eingefügt werden konnten – sozusagen als wichtige Quersteifung am Auflager (**Abb. 10**). Möglicherweise hatte man die Längsträger am Auflager und den Strebenfuß der Sprengwerke jeweils mit einer Bleiplatte unterfüttert, womit sich zum einen leichte Unebenheiten am Auflager der Kragleisten und der Einkerbungen am Stein ausgleichen ließen, zum anderen sich (nicht unwichtig!) durch das weiche Material aber auch der Druck der einzelnen Balken und Streben gleichmäßig auf den Holzquerschnitt hätte verteilen lassen. Man wird davon ausgehen können, dass den antiken Bauleuten solche zweckmäßigen Praktiken – die noch bis in unsere Tage bei Holzbrücken angewandt wurden – nicht fremd gewesen sind.

Da bei nicht zu vermeidenden Reparaturen die Auswechslung der Fahrbahnlängsträger am zeitaufwändigsten und kostenintensivsten gewesen ist, wird man versucht haben, die hölzernen Hauptträger nach Möglichkeit vor Nässe zu schützen. Noch bis in unsere Tage hatte man bei Holzbrücken Längsträger allgemein mit einer so genannten Traufbohle mit seitlichen Wassernasen versehen. Da wir für die antike Brücke mit den in die Querträger eingelassenen Hauptträgern eine gewisse Stabilität untereinander erreichen möchten, könnte man die Längsträger zwischen den Querträgern auch mit vernieteten Bronzeblechen abgedeckt haben. Auch die Streben müssten – wie schon erwähnt – mit kräftigen Holzbohlen ausgeführte Verschwerungen erhalten, um seitlich wirkenden Kräften (Windlast) entgegen zu können. Es dürften an beiden Enden der Sprengriegel zwischen den sechs Längsträgern jeweils am Strebenkopf Quersteifen anzunehmen sein, da hier keine Durchbiegung der Längsbalken zu erwarten ist, die nach mehrfacher Belastung die Lösung der genagelten hölzernen Quersteifen bewirken könnte. Die Annahme einer (schon erwähnten) äußeren Verschalung der Streben, sozusagen als schützende Leitplanken gegen alles mögliche Treibgut bei katastrophalen Hochwässern, würde sich als zweckmäßig erweisen.

Über 7 m breite Pfeiler wären für die Standsicherheit der Brückenpfeiler und die Anbringung des Tragwerks nicht erforderlich gewesen. Hier liegt der Gedanke nahe, dass man den mittleren Teil der Pfeileroberfläche zwischen den Auflagern der jeweiligen Längsträger, wie schon angesprochen, als feste Plattenstraße ausgebildet hatte (**Beil. 4; Abb. 10**). Da im Gegensatz zu einer durchgehend aufgeständerten Fahrbahn auf diese hier vorgeschlagene Weise jedes Brückenjoch durch eine separate Tragkonstruktion überbrückt würde, hätte theoretisch die Möglichkeit bestanden, dass ohne Gefahr viele schwer beladene Fahrzeuge

<sup>47</sup> Neyses 2001, 177.

hintereinander gleichzeitig die Brücke von West nach Ost und noch einmal in entgegengesetzter Richtung die Mosel hätten überqueren können. Ein solcher Fall dürfte aber wohl kaum jemals eingetreten sein. Für das Brückensegment zwischen Pfeiler II (6) und III (5) ergeben sich rund 100m<sup>3</sup> fertig verarbeitetes Bauholz, das einem Gewicht von etwa 80t entsprochen haben wird. Man sieht, dass riesige Mengen wohl schlagfrischen Laubholzes für die Moselbrücke verarbeitet werden mussten. Da die damaligen Wälder im Umland der Stadt natürlich weit größere Flächen eingenommen haben, als dies heute der Fall ist, werden Bäume in mehr als ausreichender Zahl vorhanden gewesen sein. Eine Studie zum Niederrhein belegt, dass um Christi Geburt etwa 90% Waldgebiet vorherrschte; um 150 n. Chr. waren es immerhin noch rund 37%, während Wald heute nur noch knapp 20% der Landschaft ausmacht<sup>48</sup>. Für das hiesige Umland liegen ähnliche Untersuchungen zwar noch nicht vor; sie würden aber höchstwahrscheinlich zu ähnlichen Ergebnissen führen.

## NACHTRAG

Kurz vor Drucklegung dieses Beitrags ist die in Anm. 2 angekündigte Publikation von Klaus-Peter Goethert (2006/07) erschienen. Es kann deshalb hier nur kurz dazu Stellung bezogen werden.

S. 110 ff.: Die Prämisse, von einer Konstruktion wie der trajanischen Donaubrücke auszugehen, ist nicht notwendig und nicht zwingend. Gegen die einfache Übertragung von der Donaubrücke nach der Darstellung der Trajanssäule sprechen die unterschiedlichen Maße, die in Trier nur etwa halb so groß sind, und die Pfeilerabstände. Als Beispiel, das eher für die Trierer Brücke herangezogen werden kann, ist die auf dem in der Saône bei Lyon gefundene »Bleimedaille«, der um 300 n. Chr. entstandene Probeabschlag einer goldenen Gedenkmünze, (verkürzt) dargestellte Mainzer Rheinbrücke anzusehen, die um 27 n. Chr. entstanden und auf einem Pfahlrost gegründet ist. Eindeutig ist ein Doppeltes Sprengwerk dargestellt, dessen Längsträger ein statisch sicheres Direktauflager auf dem Quaderwerk der Pfeiler erkennen lassen<sup>49</sup>.

S. 112 (Abb. 10-11): Die trajanische Brückendarstellung zeigt kein Sprengwerk. Vielmehr dürfte es sich um eine Art Binderkonstruktion handeln, bei der die Bögen der Holzkonstruktion auf den Pfeilern aufgelagert erscheinen – ähnlich, wie man die Rekonstruktion der Kölner Rheinbrücke versucht hat, zu interpretieren (vgl. Anm. 5). Bereits beim Ausgangspunkt der Überlegungen ist alles hypothetisch: So etwa die Höhe von Schnittpunkt D, der auf der Grundlage der Literatur (Ganter) angenommen wird, jedoch nicht auf einer Quellenbasis oder einem Befund begründet ist. Auf diesem Punkt D beruhen die weiteren Annahmen, so Punkt C und schließlich die gesamte Konstruktion. Wenn die Ausgangshypothese, die hier auf sehr unsicherem Boden steht, falsch ist, werden alle weiteren Überlegungen obsolet.

Eine Länge von »genau 39 Fuß« für BA 4, die »für die Richtigkeit der These« angesehen wird (S. 111), ist als Beweis bei dieser Länge viel zu zufällig. Auf S. 113 nimmt er gar gebrochene Fußmaße als Bestätigung seiner Hypothese. Wenn allein aus diesen Berechnungen die Bestätigung folgt, liegt die Gefahr eines Zirkelschlusses sehr nahe.

S. 112 f.: Die Zangen BA 4 sind mit 11,544m Länge, wie Goethert selbst erkennt, »relativ lang«. Deshalb sollen sie mit BA 5 eine Stützung erfahren (Abb. 8, c). Da aber bei Knickgefahr die Zangen BA 4 schon allein wegen der Schwerkraft nach dem Fluss hin ausbrechen würden, macht BA 5 eigentlich keinen Sinn, da man versucht, BA 5 mit der Zange C-B ein Auflager nur auf der Kante der Pfeileroberfläche zu gewähren, wobei

<sup>48</sup> Dix 2006, 380.

<sup>49</sup> Cüppers 1990, 131 f. Abb. 64; 466 f.

man die Hälfte der Zange ohne Auflagermöglichkeit in den freien Raum überkragen lässt (Abb. 8, c). Statisch gesehen ist diese Konstruktionsweise geradezu absurd – abgesehen davon, dass die Zangen durch etwa daumendicke eiserne Bolzen mit den Streben verbunden werden müssten, Durchbohrungen aber den Querschnitt der Stütz- und Tragelemente schwächen würden (vor allem, wenn sie auf Biegung beansprucht werden sollten), was man aber sicherlich nach Möglichkeit zu vermeiden suchte. Die sechs jeweils etwa 80 cm breiten Einkerbungen (»Ausklinkungen«) oberhalb der Konsolbänke müssen nicht unbedingt für die Aufnahme einer umständlichen Zangenkonstruktion sprechen – vielmehr brauchten die Brückenbauer bei der Montage normaler Streben auch einen gewissen seitlichen Spielraum.

S. 113 (Abb. 13, b): Der Achsabstand der Geländerpfosten ist, gleich dem Achsabstand der Querträger (Q 1), mit 1,776 m angegeben. Die Querträger sind mit 24,6/24,6 cm (»10 Unzien«) bemessen<sup>50</sup>. Unsere statische Berechnung hat aber – wegen des relativ großen Abstands der Längsträger (Hauptträger) von ca. 1,84 m – Querträger von 18/30 cm im Querschnitt bei einem Achsabstand von 80 cm(!) ergeben. Die Stärke der Fahrbahn(?) (BA 0) ist auf der Zeichnung (Abb. 13, b) mit 14,8 cm angegeben. Nach unserer Berechnung sind die auch zur besseren Lastverteilung wichtigen Tragbohlen und die Verschleißbohlen zusammen mit einer Stärke von mindestens 20 cm zu bemessen. An diesem Beispiel dürfte allein schon deutlich werden, dass bei einem Rekonstruktionsversuch das Spiel mit imaginären Fußmaßen zu folgenschweren Ergebnissen führen kann.

Die Geländerpfosten (Abb. 13, b) sind nach der Darstellung der Trajanssäule nach oben abgerundet und der Handlauf seitlich anstoßend angepasst worden, wie allerdings auch bei der Mainzer Rheinbrücke (vgl. Anm. 49). Im Grunde ein völlig nebensächliches Detail. Hieran wird aber auch die künstlerische Gestaltungsfreiheit des Bildhauers (bzw. des Stempelschneiders oder Graveurs) deutlich, denn kein Handwerker würde im Freien blankes Hirnholz der Nässe aussetzen wollen, wo es bald schon verwittert sein würde. Daran mag auch deutlich werden, dass es nicht zwingend ist, sich stets streng an bildhauerische technische Darstellungen der Antike halten zu müssen.

Über die Ausführung der Längsträger in Verbindung mit den Sprengriegeln (»Spannriegeln«) bzw. mit einer Verdübelung beider Balken miteinander zur Entgegnung der bei Belastung auftretenden Querkräfte ist mit keinem Wort die Rede. Die Wirkung des Dübelbalkens, die darin besteht, Querkräfte zu binden, indem Längsträger und Sprengriegel gezwungen werden, unverrückbar gemeinsam vertikale Kräfte nach dem Auflager zu übertragen, war mit Sicherheit den praxisnahen und technisch versierten antiken Bauleuten bekannt – ganz gleich, ob darüber in der Antike berichtet ist oder solche Balken abgebildet worden sind. Völlig unbefriedigend ist die fehlende Lösung der Frage von seitlich wirkenden Kräften (Windlast) im Rekonstruktionsversuch Goetherts. Nicht akzeptabel ist sowohl für diese Einzelfrage als auch für die Gesamtrekonstruktion die Ausflucht: »Da verwertbare Hinweise aus der Antike fehlen, wurde kein Vorschlag unterbreitet«. Die gängige Praxis mit stabilisierenden Verschwertungen hat sich im Prinzip bis heute so gut wie nicht geändert. Die Sicherheit der Brücke ist im »Idealentwurf« Goetherts bei Weitem nicht gewährleistet!

<sup>50</sup> Im Bauhandwerk werden bei hölzernen Tragbalken in der Regel keine quadratischen Querschnitte gewählt (sicherlich auch schon in der Antike), da mit hochkantig angeordneten Trägern

eine größere Biegefestigkeit und somit auch ein erforderliches größeres Widerstandsmoment ( $W_x$ ) erzielt werden kann.

## LITERATUR

- Bohr/Straub 1996: V. Bohr / D. Straub, Historische Hochwasserereignisse an der Mittelmosel [Diplomarbeit, Fachhochschule des Landes Rheinland-Pfalz Trier 1996].
- Bunjes 1938: H. Bunjes, Die kirchlichen Denkmäler der Stadt Trier (Düsseldorf 1938).
- Buschmann 1995: W. Buschmann, Die Rheinbrücke von Köln. Denkmalpfl. Rheinland 12, 1995, 76-91.
- Cüppers 1969: H. Cüppers, Die Trierer Römerbrücken. Trierer Grab. u. Forsch. 5 (Mainz 1969).
- 1990: H. Cüppers (Hrsg.), Die Römer in Rheinland Pfalz (Stuttgart 1990).
- Dahm 1991: L. Dahm, Trier. Stadt und Leben in römischer Zeit (Trier 1991).
- 2003: L. Dahm, Trier. Die römische Stadt in Bildern (Trier 2003).
- Dix 2006: A. Dix, Kulturlandschaftsgeschichte am Unteren Niederrhein. Neue Fragestellungen der Historischen Geographie im Zusammenhang geowissenschaftlicher Großprojekte. In: Dem Erbe verpflichtet. 100 Jahre Kulturlandschaftspflege im Rheinland. Festschrift zum 100-jährigen Bestehen des Rheinischen Vereins für Denkmalpflege und Landschaftsschutz (Köln 2006) 377-400.
- Goethert 2006/07: K.-P. Goethert, Der Idealentwurf der Trierer Römerbrücke. Trierer Zeitschr. 69/70, 2006/07, 103-125.
- Goethert/Neyses-Eiden 2005: K.-P. Goethert / M. Neyses-Eiden, Römerbrücken. In: Rettet das archäologische Erbe in Trier. Zweite Denkschrift der Archäologischen Trier-Kommission. Schriften. Rhein. Landesmus. Trier 31 (Trier 2005) 90-91.
- Hollstein 1980: E. Hollstein, Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte. Trierer Grab. u. Forsch. 11 (Mainz 1980).
- Hörter 1977/78: F. Hörter jun., Die Herkunft der Basaltlavablöcke für die römische Steinpfeilerbrücke in Trier. Trierer Zeitschr. 40/41, 1977/78, 75-82.
- Kutzbach 1931/32: F. Kutzbach, Archäologische Untersuchungen an der Moselbrücke zu Trier. Nachrbl. Rhein. Heimatpfl. 3, 1931/32, 220-225.
- Mangartz 2000: F. Mangartz, Römerzeitlicher Abbau von Basaltlava in der Osteifel. In: Steinbruch und Bergwerk. Denkmäler römischer Technikgeschichte zwischen Eifel und Rhein. Vulkanpark-Forschungen 2 (Mainz 2000) 12.
- 2006: F. Mangartz, Zur Rekonstruktion der wassergetriebenen byzantinischen Steinsägemaschine von Ephesos. Arch. Korrbbl. 36, 2006, 573-590.
- Martines 2001: G. Martines (Hrsg.), Colonna Traiana. Corpus dei disegni 1981-2001 (Rom 2001).
- Müller 1920: L. Müller, Das Hochwasser der Mosel im Jahre 1784. Trierische Chronik N.F. 16, 1920, 56-61; 78-80.
- Neyses 1980: A. Neyses, Die Ruwerwasserleitung des römischen Trier (Waldrach 1980 ohne Jahr).
- 2001: A. Neyses, Die Baugeschichte der ehemaligen Reichsabtei St. Maximin bei Trier (Trier 2001).
- Neyses/Schwinden 1992: A. Neyses / L. Schwinden, Die römische Ruwerwasserleitung nach Trier und die römischen Marmorsägen an der Ruwer. Frontinus-Tagung 1991 in Trier und weitere Beiträge zur historischen Entwicklung der Wassertechnik. Schriften. Frontinus-Ges. H. 16, 1992, 83-101.
- Neyses 1998: M. Neyses, Erste römerzeitliche Tannenchronologie für die Nordwest-Provinzen. Trierer Zeitschr. 61, 1998, 137-154.
- Weber 1995: W. Weber, Der »Quadratbau« des Trierer Domes und sein polygonaler Einbau – eine »Herrenmemoria«? In: Der heilige Rock zu Trier. Studien zur Geschichte und Verehrung der Tunika Christi (Trier 1995) 915-940.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Ein Wiederherstellungsversuch der um 150 n. Chr. erbauten Moselbrücke in Trier

Für die unter dem Kaiser Antoninus Pius (138-161) um 150 n. Chr. erbaute dritte Moselbrücke in Trier ist neuerdings eine Rekonstruktion durch K.-P. Goethert vorgelegt worden, für die er u. a. Konstruktionselemente von der auf der Trajanssäule in Rom abgebildeten Donaubrücke übernehmen wollte. Da der ganze technische Aufbau des hölzernen Tragwerks, mit sehr hoch gelegter Fahrbahn – auch mit imaginären Fußmaßen konstruiert –, suspekt erschien, war damit der Anlass zu der vorliegenden Arbeit gegeben. Mit einer zunächst erfolgten statischen Berechnung des hölzernen Tragwerks sind Schwachstellen am »Idealentwurf« Goetherts deutlich geworden, mit denen die Sicherheit der Brücke nicht zu gewährleisten wäre.

Für den hier erarbeiteten Rekonstruktionsversuch ist ein klassisches Doppelpfes Sprenghwerk gewählt worden, das ohnehin durch den noch erhaltenen Befund an den Längsseiten der Brückenpfeiler vorgegeben ist. Die Tragbalken der 6 erwiesenen Hauptträger sollen ein optimal statisch sicheres Auflager auf dem Quaderwerk der Pfeiler erhalten, wie es in ähnlicher Form auch schon bei älteren Wiederherstellungsversuchen vorgeschlagen wurde. Aber auch die Mainzer Rheinbrücke, die auf einem um 300 n. Chr. entstandenen »Bleimedaille« dargestellt ist, lässt ein Doppelpfes Sprenghwerk erkennen. Mit der bei der Trierer Brücke gewählten Fahrhahnhöhe wurde dem höchsten bekannten Moselhochwasser von 1784 Rechnung getragen. Die enorme Breite der Brückenpfeiler lässt vermuten, dass ihre Oberfläche zwischen den Balkenauflagern als Plattenstraße ausgebildet war. Da auf diese hier vorgeschlagene Weise jedes Brückensegment eine selbständig tragende Einheit darstellen würde, hätten viele beladene Fahrzeuge hintereinander in beiden Richtungen gleichzeitig die Mosel überqueren können.

## SUMMARY

### **An attempt to reconstruct the Moselle bridge in Trier, built in A.D. 150**

A reconstruction for the third Moselle bridge in Trier, which was built in A.D. 150 under Emperor Antoninus Pius (138-161), has recently been undertaken by K.-P. Goethert for which he would like to include, among other things, structural elements from the Danube bridge represented on Trajan's Column in Rome. Since the entire technical structure of the timber supporting frame, including an elevated roadway, even constructed with imaginary units of foot measurement, appeared somewhat dubious; this gave rise to the present piece of work. During the initial structural evaluation of the timber supporting frame it became obvious that Goethert's idealised design had weak points with which the safety of the bridge could not be guaranteed.

For this attempt at reconstructing the bridge plan a classic double truss frame has been chosen, which is demanded in any case by the preserved features on the longitudinal sides of the bridge piers. The girders of the six proven main beams should achieve an optimally, structurally sound bridge bearing on the blockwork of the piers, as was previously suggested in a similar form by earlier attempts at reconstruction. Even the Rhine bridge at Mainz, as represented on a lead locket from around A.D. 300, exhibits a double truss frame. In determining the height of the roadway for the Trier bridge, the highest known Moselle flood of 1784 was taken into account. The enormous breadth of the bridge piers suggests that the surface area between the joist bearings was designed to support a paved roadway. As proposed here, each bridge segment would represent an independent supporting unit and could, therefore, accommodate many loaded vehicles crossing in line simultaneously in both directions.

Translation: C. Bridger/Qiuping Liu

## RÉSUMÉ

### **Une tentative de reconstitution du pont de la Moselle érigé à Trèves en 150 ap. J.-C.**

K.-P. Goethert a présenté récemment une reconstruction du troisième pont de la Moselle érigé en 150 ap. J.-C. sous l'empereur Antonin le Pieux (138-161) en y intégrant entre autres des éléments de construction empruntés au pont du Danube représenté sur la colonne Trajane à Rome. Toute la structure du système porteur en bois avec une chaussée très élevée (construite à partir de pieds imaginaires) nous paraissant

suspecte, nous avons décidé d'entreprendre cette étude. Les calculs statiques du système porteur en bois ont révélé des points faibles dans le «projet idéalisé» de Goethert, qui affectent la sûreté du pont. La reconstitution proposée ici utilise une ferme (système de contre-fiches) imposée par les vestiges observés sur les côtés longs des piles. Les éléments en bois soutenant les 6 poutres maîtresses doivent assurer un appui statique sûr et optimal sur l'appareil des piles, comme ce fut déjà proposé lors d'essais de reconstitution antérieurs. Un système de contre-fiches apparaît également sur un «médaillon en plomb» qui représente le pont du Rhin de Mayence construit en 300 ap. J.-C. Le niveau de la chaussée du pont de Trèves reprend la plus forte crue de la Moselle connue jusqu'ici, celle de 1784. La largeur énorme des piles suggère que la surface entre les appuis des poutres maîtresses était recouverte d'un dallage. Chaque segment du pont formant ainsi une unité porteuse autonome, de longues colonnes de véhicules chargés auraient pu traverser la Moselle dans les deux sens.

Traduction: Y. Gautier