

Stefan Wintermantel

Der Brief Einhards an den Ziegelbrenner Egmunel und die Ziegelformate an den Einhardsbasiliken

Verfasser:
Stefan Wintermantel
Dreifürstensteinstr. 32
72116 Mössingen

alle Rechte liegen beim Verfasser

Fassung vom 03.06.2019



Abb. 1: Der Innenraum der Einhardsbasilika in Michelstadt-Steinbach



Abb. 2: Der Innenraum der Einhardsbasilika in Seligenstadt

Einhard, der Verfasser der berühmten Biographie Karls des Großen, der *Vita Karoli Magni*,¹ gehörte zu den wenigen Höflingen, die nach Karls Tod 814 unter dessen Sohn und Nachfolger Ludwig dem Frommen ihre Stellung nicht verloren, im Gegenteil, er stieg zu einem der einflussreichsten Ratgeber Ludwigs auf.² Im Jahr 815 erhielt er von diesem die Mark Michelstadt im Odenwald zum Geschenk.³ Einhard ließ auf dem Gebiet des jetzigen Michelstädter Ortsteils Steinbach zwischen 815 und 826 eine Kirche errichten.⁴ Nach ihrer Fertigstellung schaffte Einhards Notar Ratleik aus Rom die Reliquien der Heiligen Marcellinus und Petrus heran,⁵ sie auf deren Namen geweiht werden sollte. Wie Einhard berichtet, taten die Heiligen jedoch durch verschiedene Zeichen den Wunsch kund, *ihre Körper an den Ort zu bringen, den sie für sich ausgewählt haben*.⁶ Dieser Ort war das *obere Mulinheim* am Main,⁷ das später nach den Heiligen in Seligenstadt umbenannt wurde. Dort wurde für die Heiligen eine neue, größere Kirche erbaut. Die beiden „Einhardsbasiliken“ existieren heute noch (Abb. 1 und 2); allerdings wurde die Steinbacher Kirche im späten 16. Jahrhundert im Gefolge der Reformation profaniert.⁸ In beiden ist auch trotz vielfältiger Umbauten in bedeutendem Umfang – in Steinbach mehr noch als in Seligenstadt – ursprüngliche karolingische Bausubstanz greifbar.

Bei beiden Kirchen handelt es sich um dreischiffige Pfeilerbasiliken, die sich jedoch im Grundrisskonzept unterscheiden. Werner Jacobsen führt die Steinbacher Kirche unter dem Typ der „gestauchten Zellenbasilika“ mit einem vergleichsweise kurzen Langhaus und einem Querbau im Osten, der nach Norden und Süden Seitenzellen mit reduzierter Höhe ausbildet.⁹ Das Mittelschiff setzt sich ohne Ausbildung eines Triumphbogens bis zur Apsis im Osten fort (Abb. 1). Die Arkaturen zwischen dem Mittelschiff und den heute nicht mehr vorhandenen Seitenschiffen wurden z. T. bereits im Mittelalter, z. T. im 16. Jahrhundert vermauert.¹⁰ Die deutlich größere Seligenstädter Kirche hatte dagegen in formaler Nachahmung der alten Peterskirche in Rom ursprünglich ein ohne Ausbildung einer Vierung durchlaufendes Querschiff.¹¹ Die östlichen Kirchenteile wurden im 13. Jahrhundert umfassend verändert (Abb. 2).¹² Beide Kirchen haben gemeinsam, dass die Arkadenpfeiler zu beiden Seiten des Mittelschiffs aus Backsteinmauerwerk nach römischem Vorbild errichtet wurden, das heute – in Seligenstadt jedoch größtenteils unter Putz – noch vorhanden ist. Die vorliegende Untersuchung stellt sich die Aufgabe, die Kriterien zu ermitteln, nach denen die in Steinbach und Seligenstadt unterschiedlichen Ziegelformate bemessen wurden.

¹ EINHARD: *Vita Karoli Magni*, bearb. v. OSWALD HOLDER-EGGER, in: Monumenta Germaniae Historica, Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum separatim editi 25, Hannover u. Leipzig, 1911.

² THOMAS LUDWIG: *Geschichtliche Überlieferung. Vor dem Bau der Basilika*, in: *Die Einhard-Basilika in Steinbach bei Michelstadt im Odenwald*, hrsg. v. THOMAS LUDWIG, OTTO MÜLLER u. IRMGARD WIDDRA-SPIESS, Mainz, 1996, S. 1–23, hier S. 17–23.

³ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 2), S. 1.

⁴ THOMAS LUDWIG: *Michelstadt, Einhardsbasilika*, in: *Karolingerzeitliche Mauertechnik in Deutschland und in der Schweiz*, hrsg. v. KATARINA PAPA-JANNI u. JUDITH LEY, Regensburg, 2016, S. 203–215, hier S. 203. Nach LUDWIGS nicht zu beweisender Vermutung wurde sie „eher am Ende dieses Zeitraums errichtet“.

⁵ EINHARD: *Translation und Wunder der Heiligen Marcellinus und Petrus. Lateinisch/Deutsch*, bearb. v. DOROTHEA KIES, PETRA LANG (Koordination und Übersetzung) et al. (Acta Einhardi, Bd. 2), Seligenstadt, 2015, S. 48/49–58/59.

⁶ EINHARD (wie Anm. 5), S. 60/61–62/63.

⁷ EINHARD (wie Anm. 5), S. 66/67.

⁸ OTTO MÜLLER: *Nachklösterliche Verhältnisse*, in: *Die Einhard-Basilika in Steinbach bei Michelstadt im Odenwald*, hrsg. v. THOMAS LUDWIG, OTTO MÜLLER u. IRMGARD WIDDRA-SPIESS, Mainz, 1996, S. 32–37, hier S. 32.

⁹ WERNER JACOBSEN: *Der Klosterplan von St. Gallen und die karolingische Architektur. Entwicklung und Wandel von Form und Bedeutung im fränkischen Kirchenbau zwischen 751 und 840*, Dissertation Universität Marburg (1981), Berlin, 1992, S. 265 ff.

¹⁰ THOMAS LUDWIG: *Baugeschichtliche Zusammenfassung*, in: *Die Einhard-Basilika in Steinbach bei Michelstadt im Odenwald*, hrsg. v. THOMAS LUDWIG, OTTO MÜLLER u. IRMGARD WIDDRA-SPIESS, Mainz, 1996, S. 38–107, hier S. 78, S. 81.

¹¹ WERNER JACOBSEN (wie Anm. 9), S. 255, S. 257 u. S. 317.

¹² OTTO MÜLLER: *Einhardsbasilika Seligenstadt. Kurze Beschreibung mit 9 Bauzeichnungen*, Sonderdruck aus: Archiv für hessische Geschichte und Altertumskunde, Neue Folge 36, 1978, S. 87–116, hier S. 93, S. 96.

Der Grundriss der Steinbacher Einhardsbasilika wurde nach einem 28,54 cm langen Fußmaß abgesteckt.¹³ Die Länge dieses *Aachener Kirchenfußes* konnte durch mathematische Analyse des karolingischen Baubestands des Aachener Doms, mit dessen Bau unter Karl dem Großen um 795 begonnen wurde,¹⁴ und der archäologisch nachgewiesenen Reste des ihm im Westen vorgelagerten Atriums erschlossen werden.¹⁵ Er lässt sich auch an der zwischen Ende 814/Anfang 815 und 817 errichteten,¹⁶ der Steinbacher Basilika im Grundriss sehr ähnlichen Abteikirche von Inda (heute Kornelimünster) nachweisen.¹⁷ Das Fußmaß mit 28,54 cm Länge steht mit dem ca. 33,3 cm langen *drusianischen Fuß*, der durch eine Schrift des römischen Feldmessers Hyginus überliefert ist, im Verhältnis von 6 : 7. Nach dem Bericht des Hyginus war beim Stamm der Tungrer auf dem Gebiet des heutigen Belgien ein *pes Drusianus* in Gebrauch, der um $\frac{1}{8}$ größer war als der ca. 29,6 cm lange *pes monetalis* (der *römische Fuß*), mit diesem also ein Verhältnis von 9 : 8 bildete.¹⁸ Das drusianische Fußmaß wurde bislang häufig als Planungsmaß des Aachener Doms in Anspruch genommen; es galt auch allgemein als Normmaß der Karolingerzeit (sog. „karolingischer Fuß“).¹⁹ Der enge zeitliche Zusammenhang zwischen dem Baubeginn des Aachener Doms und der für die Jahre 793/94 vermuteten Maßreform Karls des Großen²⁰ gibt Anlass zur Überlegung, dass der 28,54 cm lange Fuß – vielleicht langobardischen Ursprungs – möglicherweise im Zuge dieser Reform normiert und mit dem schon für die Zeit der römischen Herrschaft belegten drusianischen Maß ins Verhältnis von 6 : 7 gesetzt wurde.²¹

Die Pfeiler der Steinbacher Kirche besitzen einen quadratischen Querschnitt von ca. 60 × 60 cm.²² Sie sind auf der Außen- und Innenseite der vermauerten Arkaden ihres Verputzes weitgehend verlustig gegangen, so dass die Backsteine hier größtenteils freiliegen (*Abb. 1*). Das Ziegelmauerwerk besteht aus

¹³ STEFAN WINTERMANTEL: *Geometrie, Maß und Zahl an der Aachener Marienkirche Karls des Großen, an der karolingischen Abteikirche in Kornelimünster und an der Einhardsbasilika in Michelstadt-Steinbach*, in: Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins 119/120, 2017/18, S. 51–194, hier S. 173–183.

¹⁴ ULRIKE HECKNER: *Der Tempel Salomos in Aachen – Datierung und geometrischer Entwurf der karolingischen Pfalzkapelle*, in: *Die karolingische Pfalzkapelle in Aachen. Material – Bautechnik – Restaurierung* (Arbeitsheft der Rheinischen Denkmalpflege, Bd. 78), hrsg. v. ANDREA PUFKE, Worms, 2012, S. 25–62, hier S. 41. HECKNER stützt die Datierung des Baubeginns „um 795“ auf die Auswertung von Schriftquellen und den archäologischen – in erster Linie dendrochronologischen – Befund. Dieser ist ausführlich dargestellt bei: BURGHARDT SCHMIDT, ULRIKE HECKNER, HELMUT MAINTZ, MECHTHILD NEYESSES-EIDEN, THOMAS FRANK u. ANDREAS SCHAUB: *Die Hölzer aus dem karolingischen Oktogon der Aachener Pfalzkapelle – Möglichkeiten einer dendrochronologischen Datierung*, in: Jahrbuch der Rheinischen Denkmalpflege 40/41, 2009, S. 220–235. U. a. aufgrund der Dendrodaten aus einem hölzernen Ringanker unterhalb des Oktogongewölbes und einem Eichenpfahl kommen die Autoren zum Ergebnis, dass der Baubeginn wahrscheinlich zwischen 793 und 795 erfolgte und eine Fertigstellung um 805 durchaus im Rahmen des Möglichen liegt (S. 233).

¹⁵ STEFAN WINTERMANTEL (wie Anm. 13), S. 106–112, S. 129–141 u. S. 166–173.

¹⁶ LEO HUGOT: *Kornelimünster. Untersuchung über die baugeschichtliche Entwicklung der ehemaligen Benediktinerklosterkirche* (Rheinische Ausgrabungen, Bd. 2), Köln, 1968, S. 8.

¹⁷ STEFAN WINTERMANTEL (wie Anm. 13), S. 183–191.

¹⁸ *Die Schriften der römischen Feldmesser*, Bd. 1: Texte und Zeichnungen, bearb. v. FRIEDRICH BLUME, KARL LACHMANN u. ADOLF RUDORFF, Berlin, 1848, S. 123. FRIEDRICH HULTSCH (*Griechische und römische Metrologie*, 2. Bearbeitung, Berlin, 1882, S. 694) führt die Bezeichnung auf Claudius Drusus zurück, den Stiefsohn des Augustus, „der als Statthalter das deutsche Maß im Verhältnis zum römischen normiert haben mag“. Eine andere Auffassung vertritt ELISABETH PFEIFFER: *Die alten Längen- und Flächenmaße. Ihr Ursprung, geometrische Darstellungen und arithmetische Werte* (Sachüberlieferung und Geschichte. Siegener Abhandlungen zur Entwicklung der materiellen Kultur, 2 Bände), St. Katharinen, 1986, Bd. 1 S. 72, Bd. 2 S. 527. Sie übersetzt die von HYGINUS mitgeteilte Bezeichnung mit „Fuß der Druiden“.

¹⁹ STEFAN WINTERMANTEL (wie Anm. 13), S. 61–75.

²⁰ HARALD WITTHÖFT: *Münzfuß, Kleingewichte, pondus Caroli und die Grundlegung des nordeuropäischen Maß- und Gewichtswesens in fränkischer Zeit* (Sachüberlieferung und Geschichte. Siegener Abhandlungen zur Entwicklung der materiellen Kultur, Bd. 1), Ostfildern, 1984, S. 114 f.

²¹ STEFAN WINTERMANTEL (wie Anm. 13), S. 113–119, S. 123–126.

²² OTTO MÜLLER: *Die Einhard-Basilika zu Steinbach bei Michelstadt im Odenwald*, Inaugural-Dissertation, Universität Leipzig, 1936, S. 28 und THOMAS LUDWIG (wie Anm. 10), S. 56.



Abb. 3: Die Außenseite des dritten Pfeilers von Osten auf der Südseite

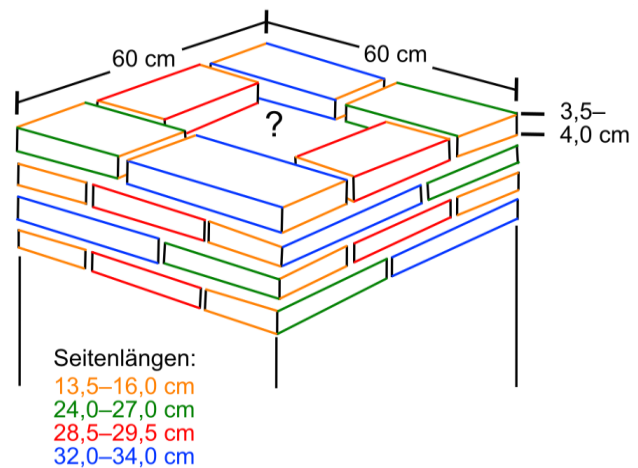


Abb. 4: Die Ziegelmaße an den Backsteinpfeilern der Einhardsbasilika in Steinbach nach Thomas Ludwig (2016)

3,5–4 cm dicken Backsteinen unterschiedlicher Formate (Abb. 3). Bei einer Breite von 13,5–16 cm kommen Längen von 24–27 cm, 28,5–29,5 cm und 32–34 cm vor. Abb. 4 zeigt die Anordnung der verschiedenen Ziegelformate nach einer Zeichnung von Thomas Ludwig.²³ Die einzelnen Lagen bestehen gleichermaßen aus 6 Backsteinen. Zwei gegenüberliegende Seiten einer Lage werden jeweils durch zwei längsgestellte Formate – zumeist ein 24–27 cm und ein 32–34 cm langer Backstein – gebildet. Auf den beiden anderen Seiten ist zwischen den 13,5–16 cm langen Köpfen jeweils ein 28,5–29,5 cm langes Format eingefügt. Die Lagen sind so angeordnet, dass auf den Seiten abwechselnd zwei und drei Ziegel übereinanderliegen. Zumeist ist die Fuge zwischen dem 24–27 cm und dem 32–34 cm langen Backstein in der übernächsten Lage auf die andere Seite versetzt. Wie Abb. 3 zeigt, kommen auch andere Anordnungen der Ziegel vor. Beispielsweise werden die in der Abbildung von oben erste und dritte Lage durch jeweils zwei Backsteine des mittleren, 28,5–29,5 cm langen Formats gebildet. Ob der Pfeilerkern ebenfalls mit Backsteinen ausgemauert ist, ist unbekannt.²⁴

In Abb. 3 ist zu erkennen, dass die Backsteine ganz unterschiedliche Färbungen zeigen. Dies liegt daran, dass sie unterschiedlich stark gebrannt sind, vermutlich weil sich die Hitze im Brennofen nicht gleichmäßig verteilte.²⁵ Aus diesem Grund kam es wohl auch zu den sehr deutlich sichtbaren Verformungen und Krümmungen der Ziegel. Offenbar war die korrekte Technik der Ziegelherstellung nach dem Ende der römischen Herrschaft in Vergessenheit geraten und musste erst mühsam wieder erlernt werden. Darauf deutet auch die hohe Variabilität der Ziegelmaße hin. Wie jede Keramik unterliegt der Ziegel beim Trocknen und Brennen einem Schwund, der vom Ausgangsmaterial und den Bedingungen beim Brennen abhängt. Zur Herstellung der Backsteine wurde der Lehm in hölzernen Kästchen geformt. Bei dieser manuellen Ziegelfertigung muss das Kästchen gegenüber der angestrebten Ziegelgröße um $\frac{1}{20}$ – $\frac{1}{10}$ größer gehalten werden.²⁶ Der Ziegelbrenner war offenbar nur schlecht in der Lage, die Schwindung vorauszurechnen und für gleichmäßige Bedingungen beim Brennen zu sorgen, denn Breite und Länge der verschiedenen Ziegelformate zeigen doch eine erhebliche Spannweite.

Aufgrund dieser großen Variabilität der Ziegelmaße ist es schwierig, die verschiedenen Formate auf ein Längenmaß zurückzuführen. Dass die Breite (13,5–16 cm) ungefähr der Hälfte der Länge des mittleren Formats (28,5–29,5 cm) entspricht, deutet darauf hin, dass der 28,54 cm lange Fuß, nach dem der Kirchengrundriss abgesteckt ist, auch bei der Bemaßung der Ziegel verwendet wurde. Die Ziegelbreite beträgt dann $\frac{1}{2}$ Fuß, die Länge des mittleren Formats 1 Fuß. Die beiden anderen Formate konnten durch Kürzung oder Verlängerung des mittleren Formats um jeweils den gleichen Betrag gewonnen werden. Da der Fuß

²³ Die Grafik wurde nach der einfarbigen Zeichnung bei THOMAS LUDWIG (wie Anm. 4), S. 214 Abb. 18 und den Maßangaben S. 213 f. erstellt.

²⁴ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 4), S. 214.

²⁵ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 4), S. 215.

²⁶ FRANZ RITTER: *Einführung in die Baustoffkunde*, Wien, 1950, S. 87.

Tab. 1: Die Ziegelmaße an der Einhardsbasilika in Steinbach

Abmessungen:		1 Fuß = 28,54 cm			
		1 digitus = 1,78 cm		1 Zoll = 2,38 cm	
		digiti	in cm	Zoll	in cm
Stärke	3,5–4,0	2	3,57	1 1/2	3,57
Breite	13,5–16,0	8 1/2 Fuß	14,27	6 1/2 Fuß	14,27
Länge kurzes Format	24,0–27,0	14	24,97	10	23,78
Länge mittleres Format	28,5–29,5	16 1 Fuß	28,54	12 1 Fuß	28,54
Länge langes Format	32,0–34,0	18	32,11	14 1 drusian. Fuß	33,30

in 16 *digiti* oder 12 Zoll eingeteilt wurde,²⁷ stellt sich die Frage, ob die Längen des kurzen und langen Formats sowie die Stärke der Ziegel in *digitus* oder Zoll bemessen waren. In Tab. 1 sind die verschiedenen Abmessungen getrennt in *digitus* und Zoll in die jeweils plausibelsten Teilmaße umgerechnet. Bei der Zuordnung der *digitus*- und Zoll-Maße zu den Ziegelformaten ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Ziegeln des kurzen Formats mit einer Länge bis zu 27 cm teilweise um nachträglich eingekürzte größere Formate handelt.²⁸ Aufgrund der hohen Spannbreite der einzelnen Abmessungen ist nicht sicher zu entscheiden, welche Unterteilung gewählt wurde, der Vorteil liegt jedoch beim *digitus*: Er kann die Länge des kurzen Formats (24,0–27,0 cm) mit 14 *digiti* (24,97 cm) gut wiedergeben; im Zoll fällt sie dagegen mit 10 Zoll (23,78 cm) etwas zu kurz aus. Da das 28,54 cm lange Fußmaß mit dem ca. 33,3 cm langen drusianischen Fuß im Verhältnis von 6 : 7 steht, wäre das lange Format in der Zoll-Unterteilung mit 14 Zoll genau 1 Fuß im drusianischen Maß lang. Grundsätzlich wäre auch eine Herleitung der Ziegelmaße vom drusianischen Fuß denkbar; dagegen spricht jedoch, dass bei dessen *digitus* (2,08 cm) und Zoll (2,78 cm) eine sehr schlechte Übereinstimmung mit der Ziegelstärke von 3,5–4 cm festzustellen ist: 1 1/2 *digiti* = 3,12 cm, 2 *digiti* = 4,16 cm, 1 Zoll = 2,78 cm, 1 1/2 Zoll = 4,16 cm.

So bleibt wahrscheinlich, dass die Ziegelmaße aus dem 28,54 cm langen Fußmaß abgeleitet wurden. Die beiden kurzen und langen Formate wurden dann durch Verkürzung bzw. Verlängerung des 1 Fuß langen mittleren Formats jeweils um 2 *digiti*, vielleicht auch um 2 Zoll gebildet. Aneinandergelegt würden beide Formate bei exakter Maßhaltigkeit und ohne Berücksichtigung der Stoßfuge eine Seitenlänge des quadratischen Pfeilerquerschnitts (Abb. 4) von 2 Fuß (57,08 cm) ergeben. Gleiches gilt für die von den beiden 1/2 Fuß breiten Ziegelköpfen und dem 1 Fuß langen mittleren Format gebildeten Seiten des Pfeilerquerschnitts. Rechnet man auf jeder Pfeilerseite noch ca. 2 *digiti* oder 1 1/2 Zoll (3,57 cm) für – je nach Ziegelanordnung – eine oder zwei Stoßfugen hinzu, dann erhält man 60,65 cm, also ungefähr das tatsächliche Maß (ca. 60 cm).

Es stellt sich also heraus, dass das ca. 60 × 60 cm große Querschnittsmaß der Pfeiler nicht direkt vom Fußmaß abhängig ist. Es lässt sich weder im 28,54 cm langen Fuß noch im drusianischen Fuß als Vielfaches von 1/2 Fuß darstellen. Vielmehr setzt es sich aus den Abmessungen der Ziegel und der Größe der Stoßfugen zusammen. Auch wenn sich nicht mit völliger Sicherheit klären lässt, nach welcher Unterteilung des Fußmaßes (*digitus* oder Zoll) die verschiedenen Formate bemessen wurden, so wird doch deutlich, dass die Ziegelmaße einem Konzept folgen. Sie wurden so gewählt, dass sich die Backsteine auf einfache Weise zu einem Pfeilermaß fügen ließen, welches unter baupraktischen Gesichtspunkten für ausreichend erachtet wurde. Ihre schlechte Maßhaltigkeit konnte durch eine unterschiedliche Fugenbreite ausgeglichen werden.

An den verputzten Backsteinpfeilern der Einhardsbasilika in Seligenstadt ist die Oberfläche des Ziegelmauerwerks nur an einigen wenigen Stellen 10 bis 11 Ziegellagen hoch freigelegt. Es existieren jedoch Schwarzweißaufnahmen, die während Renovierungsarbeiten aufgenommen wurden, als der Putz von Teilen des Mauerwerks entfernt war. Abb. 5 zeigt das Ziegelmauerwerk eines der Pfeiler.²⁹ Die Qualität der

²⁷ Vgl. z. B. die Aufzählung der Längenmaße bei GERBERT VON AURILLAC: *Geometria*, bearb. v. NICOLAUS BUBNOV, in: *Gerberti postea Silvestri II papae Opera Mathematica (972–1003)*, Berlin, 1899, S. 46–97, hier S. 58.

²⁸ OTTO MÜLLER: *Beobachtungen am Mauerwerk*, in: *Die Einhard-Basilika in Steinbach bei Michelstadt im Odenwald*, hrsg. v. THOMAS LUDWIG, OTTO MÜLLER U. IRMGARD WIDDRA-SPIESS, Mainz, 1996, S. 108–178, hier S. 151.

²⁹ *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg*. Bilddatei fm1614556, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink:

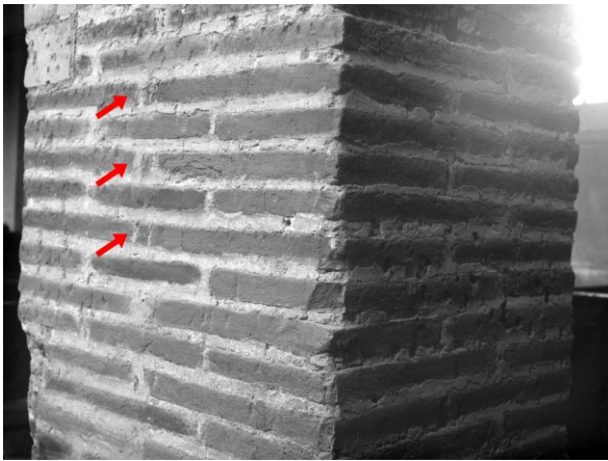


Abb. 5: Backsteinpfeiler an der Einhardsbasilika in Seligenstadt

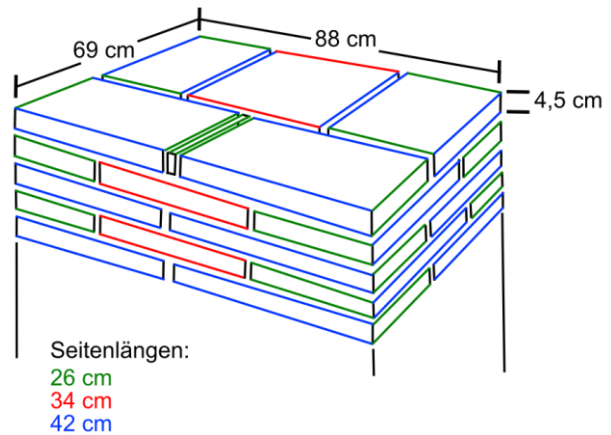


Abb. 6: Die Ziegelmaße an den Backsteinpfeilern der Einhardsbasilika in Seligenstadt nach Thomas Ludwig (2016)

Seligenstädter Backsteine ist im Vergleich mit den in Steinbach verbauten weit besser: Sie besitzen eine einheitliche, rosa bis hellrote Farbe; die in Steinbach beobachteten Deformationen (Abb. 3) kommen bei ihnen nicht vor.³⁰ Außerdem sind sie viel maßhaltiger. Die Pfeiler in Seligenstadt und Steinbach unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer Außenmaße und hinsichtlich der Ziegelformate.

In Seligenstadt sind die Pfeiler nicht quadratisch, sondern rechteckig: Ihr Außenmaß beträgt 69 cm zu den Arkadenlaibungen und 88 cm zum Mittelschiff und den Seitenschiffen.³¹ Sie sind aus 4,5 cm dicken Backsteinen in zwei Formaten gemauert. Thomas Ludwig gibt das kleinere mit 42×26 cm und das größere mit 42×34 cm an. Abb. 6 zeigt die Anordnung der beiden Formate nach einer Zeichnung von Ludwig.³² Mit 5 Backsteinen konnte eine Lage vollflächig ausgemauert werden. Auf der einen Längsseite des Pfeilers sind zwei kleinere Formate jeweils längs angeordnet. Auf der gegenüberliegenden Seite werden die Ecken durch zwei quergestellte Backsteine ebenfalls des kleineren Formats gebildet; zwischen ihnen liegt ein größeres Format, ebenfalls mit der schmalen Seite nach außen. In den angrenzenden Lagen ist diese Anordnung jeweils um 180° gedreht. So entsteht ein Fugenbild, bei dem sich die Position der Stoßfugen in der jeweils übernächsten Lage wiederholt.

Es liegt auf der Hand, dass die Maße der zwei Backsteinformate nach einem wohldurchdachten System festgelegt wurden. Bei der Ermittlung der zugrundeliegenden Maßeinheit kommt uns zu Hilfe, dass von Einhard ein Brief überliefert ist, mit dem er beim Ziegelbrenner Egmunel quadratische Ziegel in zwei Größen bestellt:³³

Volumus, ut Egmunelo de verbo nostro precipias, ut faciat nobis lateres quadratos, habentes in omnem partem duos pedes manuales et quattuor digitos in crassitudine, numero LX; et alios minores similiter quadratos, habentes in omnem partem unum semissem et quattuor digitos et in crassitudine digitos III, numero CC.

Wir wollen, dass du, Egmunel, nach unserer Anweisung für uns 60 quadratische Ziegel mit 2 *pedes manuales* auf jeder Seite und einer Stärke von 4 *digiti* herstellen lässt, sowie weitere 200 kleinere, ebenfalls quadratische mit $\frac{1}{2}$ *pes manualis* und 4 *digiti* auf jeder Seite und einer Stärke von 3 *digiti*.

URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1614556>.

³⁰ THOMAS LUDWIG: *Seligenstadt, Einhardsbasilika*, in: *Karolingerzeitliche Mauertechnik in Deutschland und in der Schweiz*, hrsg. v. KATARINA PAPAJANNI u. JUDITH LEY, Regensburg, 2016, S. 217–223, hier S. 223.

³¹ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30), S. 222.

³² Die Grafik wurde nach der einfarbigen Zeichnung bei THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30), S. 222 Abb. 12 und den Maßangaben S. 222 erstellt.

³³ EINHARD: *Brief Nr. 59*, bearb. v. KARL HAMPE, in: *Monumenta Germaniae Historica, Epistolae 5*, Berlin, 1899, S. 139.

Möglicherweise benötigte Einhard, der bereits mit der Oberleitung der Bauten am Karlshof betraut gewesen war,³⁴ die Ziegel für einen Bau Kaiser Ludwigs; denkbar ist aber auch die Verwendung an einem von ihm in eigener Verantwortung errichteten Gebäude. Der Brief wird in der Literatur zwar gelegentlich erwähnt,³⁵ aber nie grundlegend interpretiert, dabei können wir ihm doch wichtige Informationen entnehmen. Zunächst fällt das 2 *pedes manuales* große Ziegelmaß ins Auge, auf das noch zurückzukommen ist. Es setzt Handwerker mit einem großen fachlichen Können voraus, über die Einhard, wie die schlechte Qualität der dort verbauten Backsteine zeigt, zur Bauzeit der Steinbacher Basilika noch nicht verfügen konnte. Der Brief muss demnach in spätere Zeit fallen. Durch die Bezeichnung *pes manualis* unterscheidet Einhard das von ihm benutzte Fußmaß vom gewöhnlichen *pes*, der folglich zu seiner Zeit ebenfalls gebräuchlich gewesen sein muss. Gleichwohl benutzt er die vom *pes* bekannte Untereinheit *digitus*. Ein *pes manualis* wird wohl ebenfalls in 16 *digiti* eingeteilt gewesen sein, so dass eine Unterteilung in Viertel und Achtel möglich war.³⁶ Die Seitenlänge der von Einhard bestellten Ziegel lässt eine Staffellung nach $\frac{1}{4}$ *pes manualis* erkennen: Beim großen Format beträgt sie 2 *pedes manuales*, beim kleinen $\frac{1}{2}$ *pes manualis* und 4 *digiti*, also $\frac{3}{4}$ *pes manualis*.

Über die ungefähre Größe des *pes manualis* gibt uns die sog. *Aachener Enzyklopädie* Auskunft. Sie entstand noch zur Regierungszeit Karls des Großen ab 809, wohl unter maßgeblicher Mitarbeit Einhards, des damaligen Leiters der Hofschule.³⁷ Das aus 7 Büchern bestehende Werk, 2006 von Arno Borst erstmalig vollständig herausgegeben, befasst sich in erster Linie mit Fragen der Zeitrechnung, insbesondere mit der Komputistik, der Berechnung des Osterfesttermins aus den Zyklen des Sonnenjahres und des Mondumlaufs, darüber hinaus jedoch auch mit allgemeinen astronomischen und naturkundlichen Themen. Im 7. Buch werden Maße und Gewichte abgehandelt. Bei der Besprechung der Längenmaße versuchen die Autoren, verschiedene Fuß- und Ellenmaße auf Abmessungen des menschlichen Körpers zurückzuführen:³⁸

Illud enim sciendum est, quod pes dupliciter secundum morem antiquorum pronuntiatur, uno modo, eo quod sit naturaliter pes, alio modo, quod usurpative per manus metiatur. Tantum enim procellit pes manualis pedem naturalem, quantum pollex in longitudinem protendi potest.

Man muss jedenfalls wissen, dass der Fuß nach der Gepflogenheit der Alten zweifach bezeichnet wird: auf die eine Art nach dem natürlichen Fuß, auf die andere nach demjenigen, der mit den Händen gemessen wird. Der *pes manualis* überragt nämlich den natürlichen Fuß so weit, wie der Daumen in der Länge ausgestreckt werden kann.

Das Messen mit den Händen war auf einfache Weise dadurch möglich, dass sie flach nebeneinander gelegt wurden, so dass sich die beiden Daumen an den Kuppen berührten. Paul Guilhaume geht davon aus, dass der *pes manualis*, der nach anderen Quellen auch als *pes manibus mensuratus*, *pes ad mensuram manus*, *pes ad manus hominum*, *pes ad manus/manum*, *pes manus* oder *manupes* bezeichnet wird, im spätrömischen Reich aufkam und mit dem eigentlichen römischen Fuß im Größenverhältnis von 6 : 5

³⁴ JOSEF FLECKENSTEIN: Artikel *Einhard*, in: *Lexikon des Mittelalters*, Bd. 3, München, 2003, Sp. 1737 ff. Den konkreten Aufgabenbereich kennen wir allerdings nicht, vgl. STEFFEN PATZOLD: *Ich und Karl der Große. Das Leben des Höflings Einhard*, Stuttgart, 2013, S. 78.

³⁵ Z. B. KONRAD BOOB: *Neuaufgedeckte Fundamente aus der Karolingerzeit in der Einhardbasilika zu Seligenstadt am Main*, in: *Studien aus Kunst und Geschichte. Friedrich Schneider zum 70. Geburtstag*, Freiburg. i. Br., 1906, S. 93–98, hier S. 96. FRITZ ARENS (*Das Werkmaß in der Baukunst des Mittelalters. 8. bis 11. Jahrhundert*, Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 1938, S. 37) hält den Brief für wenig aufschlussreich: „Auch ein Einhardbrief hilft uns nicht viel weiter.“ Er stellt die Vermutung an, dass vielleicht „der *pes manualis* der drusianische“ war, sie ermangle aber „jeglichen Beweises“.

³⁶ Im *Codex Arcerianus* (*Epaphroditus et Vitruvius Rufus*, bearb. v. NICOLAUS BUBNOV in: *Gerberti postea Silvestri II papae Opera Mathematica (972–1003)*, Berlin, 1899, S. 516–551, hier S. 549) wird für die römische Zeit ein Fuß mit 18 *digiti* erwähnt: *decempeda habet ped. X digitorum XVI, pertica habet ped. XII digitorum XVIII*. Dies ist die Größe des *pes drusianus*, der zum *pes romanus* im Verhältnis von 9 : 8 steht, angegeben in *digiti* des letzteren. Wenn der *pes drusianus* als Werkmaß verwendet wurde, war die Einteilung in 18 *digiti* denkbar unpraktisch, da eine ganzzahlige Viertelung nicht möglich war. Er wird deshalb eine eigene Unterteilung erhalten haben.

³⁷ *Die Aachener Enzyklopädie von 809*, bearb. v. ARNO BORST, in: *Schriften zur Komputistik im Frankenreich von 721 bis 818* (*Monumenta Germaniae Historica, Quellen zur Geistesgeschichte des Mittelalters* 21/3), Hannover, 2006, S. 1054–1334, hier S. 1054.

³⁸ *Die Aachener Enzyklopädie von 809* (wie Anm. 37), S. 1325.

Tab. 2: Die Ziegelmaße an der Einhardsbasilika in Seligenstadt

		1 Fuß = 33,30 cm 1 digitus = 2,08 cm		1 Fuß = 34,25 cm 1 digitus = 2,14 cm	
Abmessungen:	in cm	digiti	in cm	digiti	in cm
Backsteine:					
Stärke	4,5	2	4,16	2	4,28
Breite kleineres Format	26,0	12 ³ / ₄ Fuß	24,98	12 ³ / ₄ Fuß	25,69
Breite größeres Format	34,0	16 1 Fuß	33,30	16 1 Fuß	34,25
Länge	42,0	20 1 ¹ / ₄ Fuß	41,63	20 1 ¹ / ₄ Fuß	42,81
Pfeilermaße ohne Stoßfugen:					
Querseite		32 2 Fuß	66,60	32 2 Fuß	68,50
Längsseite		40 2 ¹ / ₂ Fuß	83,25	40 2 ¹ / ₂ Fuß	85,63
Restmaß für die Fugenbreite:					
Querseite (69 cm)			2,40		0,50
Längsseite (88 cm)			4,75		2,37

stand.³⁹ Rechnet man den römischen Fuß mit 29,60 cm, dann wäre der *pes manualis* 35,52 cm lang, bei einer Fußlänge von 28,54 cm wären es 34,25 cm. Dieses Maß entspricht fast genau der von Konrad Hecht an der Sylvesterkapelle in Goldbach bei Überlingen am Bodensee festgestellten Fußlänge von 34,24 cm, die er in ähnlicher Größe für weitere karolingische Bauten, u. a. auch für die Steinbacher Einhardsbasilika nachweisen wollte.⁴⁰ Guilhiermoz nimmt weiter an, dass auch der drusianische Fuß, den wir in der Folge mit 33,30 cm ansetzen, im Mittelalter als *pes manualis* angesehen wurde.⁴¹ In Felizzano und Acqui bei Alessandria im Piemont war er unter der Bezeichnung *piede manuale* in ähnlicher Länge – 33,419 cm und 33,5 cm – noch bei der Einführung des metrischen Systems im Jahr 1861 in Gebrauch.⁴² U. a. in den Provinzen Cuneo und Turin hatte der *piede manuale* mit 34,2511 cm (vor 1818) eine Länge, die dem von Hecht postulierten Fußmaß nahekam;⁴³ sie war hier allerdings das Ergebnis einer 1612 im Piemont durchgeführten Maßreform, bei dem nach Guilhiermoz der *piede manuale* an den Fuß von Lyon angepasst wurde.⁴⁴

Wir wissen nicht, ob der Ziegelbrenner Egmunel auch die Backsteine für die Seligenstädter Basilika geliefert hat. Dort wurden ca. 10 000 Stück verbaut,⁴⁵ und aufgrund der hohen Anzahl kann auch an eine Herstellung vor Ort gedacht werden. Dennoch macht die Nennung des *pes manualis* in Einhards Brief an Egmunel einigermaßen wahrscheinlich, dass er auch die Seligenstädter Ziegel nach diesem Fußmaß, und ebenfalls gestaffelt nach $\frac{1}{4}$ *pes manualis*, bemessen hat. Betrachten wir die drei verschiedenen Seitenlängen – 26, 34 und 42 cm –, dann kann keine davon mit einem gewöhnlichen *pes* gleichgesetzt werden, dagegen ist das 34 cm lange Maß als *pes manualis* zu identifizieren. Zunächst ist jedoch nicht zu entscheiden, ob das 33,3 cm lange oder das 34,25 cm lange Fußmaß verwendet wurde, während der 35,52 cm lange Fuß eindeutig zu lang ausfällt. Das 26 cm lange Maß entspricht dann $\frac{3}{4}$ *pes manualis* und ist gleich groß wie die Seitenlänge des kleinen quadratischen Backsteins im Brief Einhards. Dementsprechend ergeben 42 cm ein Fußmaß von $1\frac{1}{4}$ *pedes manuales*. Wie bereits für Steinbach gezeigt, lassen sich auch in Seligenstadt die Seitenlängen der Pfeiler ohne Berücksichtigung der Stoßfugen gut im Fußmaß ausdrücken: Die Längsseite misst $2\frac{1}{2}$ ($1\frac{1}{4} + 1\frac{1}{4}$ oder $\frac{3}{4} + 1 + \frac{3}{4}$) *pedes manuales*, die Querseite 2 ($1\frac{1}{4} + \frac{3}{4}$)

³⁹ PAUL GUILHIERMOZ: *De l'équivalence des anciennes mesures. A propos d'une publication récente*, in: Bibliothèque de l'École des chartes 74, 1913, S. 267–328, hier S. 279 ff.

⁴⁰ KONRAD HECHT: *Die Sylvesterkapelle zu Goldbach. Ein Schlüsselbau für Maß und Zahl in der Baukunst des frühen Mittelalters*, in: Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft 28, 1977, S. 137–186, Sylvesterkapelle zu Goldbach S. 137–147, Einhardsbasilika Steinbach S. 159–165. In Norditalien noch bei der Einführung des metrischen Systems im Jahr 1861 im Gebrauch.

⁴¹ PAUL GUILHIERMOZ (wie Anm. 39), S. 289. GUILHIERMOZ bezeichnet den ca. 33,3 cm langen Fuß als „pied de 18 doigts“, vgl. Anm. 36.

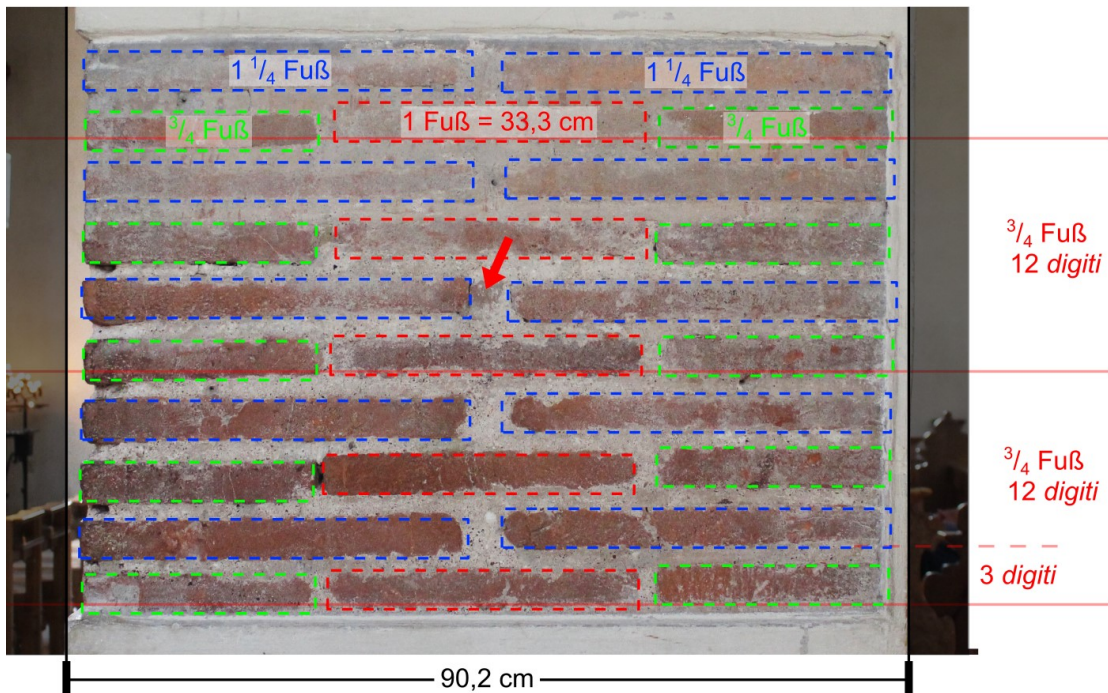
⁴² *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie provincie del regno col peso metrico decimale*, Rom, 1877, S. 1, S. 5.

⁴³ *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie provincie del regno col peso metrico decimale* (wie Anm. 42), S. 267–282, S. 701–719.

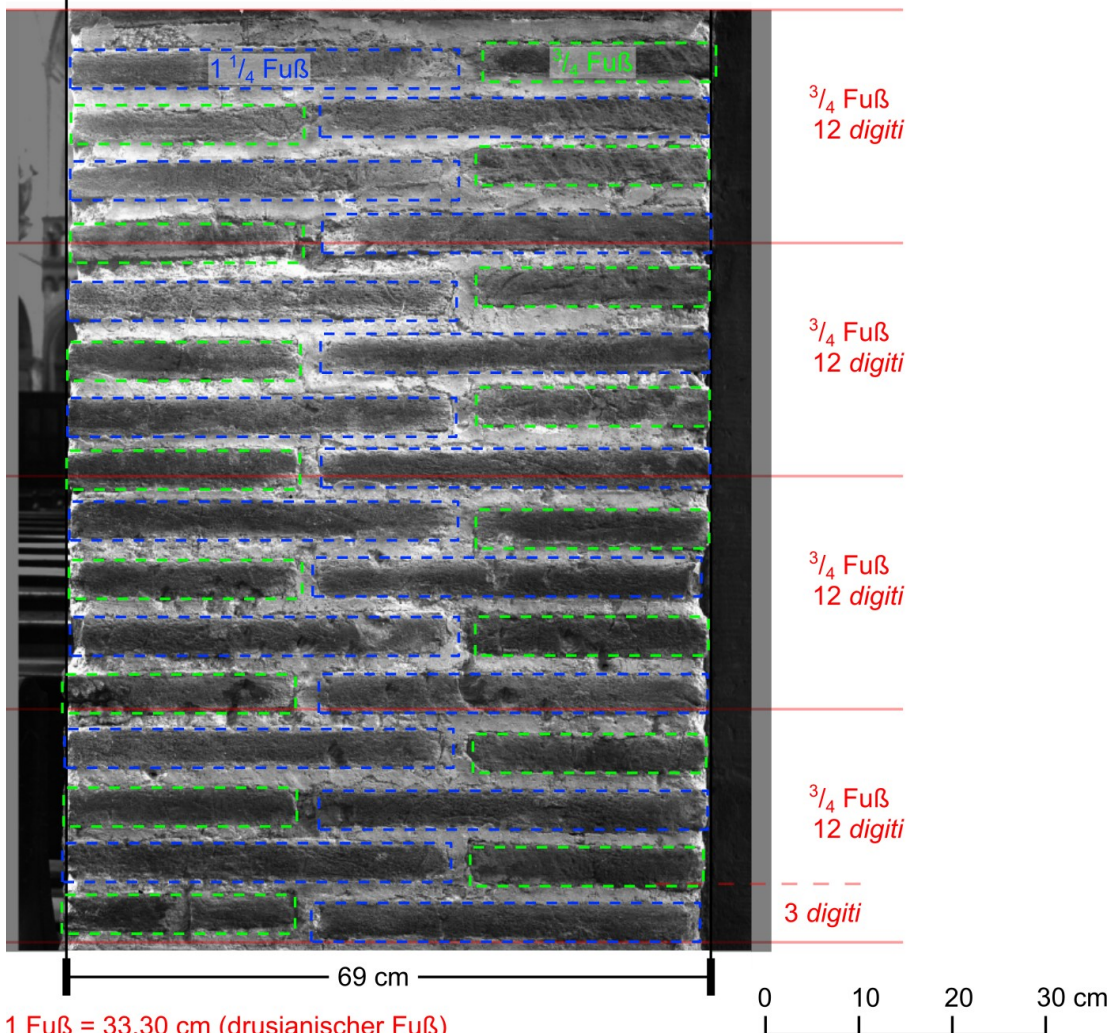
⁴⁴ PAUL GUILHIERMOZ (wie Anm. 39), S. 279, S. 293.

⁴⁵ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30), S. 223.

Längsseite:



Querseite:



1 Fuß = 33,30 cm (drusianischer Fuß)

Abb. 7: Die Maße an den Pfeilern Einhardsbasilika in Seligenstadt nach dem drusianischen Fuß

pedes manuales (vgl. Abb. 6). Die tatsächlichen Pfeilermaße können jedoch wiederum nicht in glatten Fußmaßen ausgedrückt werden.

Die theoretisch nach dem Fußmaß zu erwartenden und die tatsächlichen Maße sind in Tab. 2 gegenübergestellt, getrennt für die beiden als Maßgrundlage in Frage kommenden Fußlängen mit 33,30 cm (drusianischer Fuß) und 34,25 cm ($\frac{6}{5}$ des 28,54 cm langen Fußmaßes). Aufgrund der Schrumpfung der Backsteine beim Trocknen und Brennen, die durch eine vergrößerte Form sicherlich nur annähernd genau kompensiert werden konnte, ist eine exakte Maßgleichheit nicht zu erwarten. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den von Thomas Ludwig angegebenen Abmessungen der Ziegelformate um gerundete Werte handelt. Betrachtet man beispielsweise die Querseiten der Pfeiler, dann entsprechen die Seitenlängen der Ziegel – 26 und 42 cm – einem Gesamtmaß von 68 cm, was bei einer Pfeilerbreite von 69 cm eine Fugenbreite von nur 1 cm ergeben würde. Nach dem Fugenbild zu urteilen (Abb. 7), sind die Fugen aber in der Regel größer. Die betreffenden Abmessungen dürften daher zumeist etwas kleiner als 26 und 42 cm sein.

Unter diesen Voraussetzungen zeigen beide Fußlängen eine akzeptable Übereinstimmung. Ein Unterschied ergibt sich jedoch, wenn wir das für die Breite der Stoßfugen noch verbleibende Restmaß zu den Pfeileraußenmaßen (69 cm und 88 cm) betrachten: Beim 34,25 cm langen Fußmaß beträgt es rechnerisch 0,50 cm an der Querseite und 2,37 cm an der Längsseite, beim drusianischen Fuß 2,40 cm an der Querseite und 4,75 cm an der Längsseite. Im Vergleich mit dem Fugenbild (Abb. 7) wäre dieses Restmaß beim 34,25 cm langen Maß zu knapp bemessen. Dies wird insbesondere an der Querseite deutlich, wo für die Fugen nur 0,50 cm zur Verfügung stünden. Dagegen könnten beim drusianischen Fuß für die Fugen 1 *digitus* (2,08 cm) auf der Querseite und 2 *digiti* (4,16 cm) auf der Längsseite vorgesehen worden sein. Dies ergäbe für die Querseite ein Sollmaß von 33 *digiti* (68,68 cm) und für die Längsseite von 42 *digiti* (87,41 cm). Die Fuge zwischen den beiden längsgestellten Backsteinen auf der Längsseite der Pfeiler wäre dann mit rechnerisch 4,16 cm recht groß. In der Realität ist ihre Breite nicht ganz einheitlich. Stellenweise ist sie aber so breit, dass ein schmales Ziegelstück zwischen die beiden Backsteine gesetzt wurde (Pfeile in Abb. 6 u. 7). Der Vergleich der Fugenbreiten fällt damit eindeutig zugunsten des drusianischen Fußmaßes aus.

Der obere Teil von Abb. 7 zeigt ein Foto der freigelegten Oberfläche des Backsteinmauerwerks auf der nördlichen Längsseite des östlichsten Pfeilers der Nordseite, der untere Teil eine Schwarzweißaufnahme einer Pfeilerquerseite, aufgenommen während Renovierungsarbeiten.⁴⁶ Die Aufnahme der Längsseite ist auf das vor Ort gemessene Außenmaß des Pfeilers inklusive Putz von 90,2 cm, die Aufnahme der Querseite auf das von Thomas Ludwig angegebene Maß der Pfeilerbreite ohne Putz von 69 cm skaliert.⁴⁷ Mit den sichtbaren Oberflächen der verschiedenen Ziegelformate wurden maßstabsgerecht Rechtecke mit den zugehörigen Maßen im drusianischen Fuß – Seitenlängen von $\frac{3}{4}$ Fuß, 1 Fuß und $1\frac{1}{4}$ Fuß sowie eine Höhe von 2 *digiti* (vgl. Tab. 2) – bestmöglich zur Deckung gebracht. Maßgeblich ist die Mitte der Konturlinie. Da perspektivische Verzerrungen der Fotos nicht auszuschließen sind, und es sich bei der Pfeilerbreite (69 cm) um ein gerundetes Maß handelt, ist die Genauigkeit dieser Darstellung zwar limitiert; sie reicht jedoch aus, um eine recht gute Übereinstimmung der theoretischen mit den tatsächlichen Ziegelmaßen, die ja ihrerseits auch nicht völlig konstant sind, nachzuweisen. Ein unerwarteter Befund zeigt sich bei den Höhenmaßen: Die Höhe von 4 Ziegellagen bleibt im Durchschnitt allenfalls geringfügig hinter dem Maß von $\frac{3}{4}$ Fuß oder 12 *digiti* zurück. Eine Ziegellage ist folglich zusammen mit der Setzfuge ca. 3 *digiti* hoch. Bei einer Höhe der Backsteine von 2 *digiti* wurde offenbar für die Höhe der Fuge 1 *digitus* vorgesehen. Für die Höhe von 8 Ziegellagen wäre demnach ein Sollmaß von $1\frac{1}{2}$ Fuß = 49,95 cm zu erwarten. An den Stellen, an denen die Oberfläche der Ziegelpfeiler 10 bis 11 Ziegellagen hoch im Verputz freigelegt ist, kann die Höhe von 8 Ziegellagen mit 48–50 cm gemessen werden. Wenn das Sollmaß stellenweise unterschritten ist, dürfte das daran liegen, dass die Ziegel im noch weichen Mörtel etwas abgesunken sind, wenn mehrere Lagen zügig nacheinander aufgemauert wurden. Falls das Höhenmaß der

⁴⁶ *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg*. Bilddatei fm1614552, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink:

URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1614552>.

⁴⁷ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30), S. 222.

einzelnen Ziegellagen einheitlich über alle Pfeiler strikt eingehalten werden sollte, dann mussten die Fugen, wenn es zum Absinken einzelner Lagen gekommen war, beim weiteren Aufmauern etwas breiter gemacht werden. Ob so vorgegangen wurde, oder ob es sich beim Höhenmaß von 3 *digiti* für eine Lage nur um einen ungefähren Richtwert handelte, kann angesichts der geringen Höhe der einsehbaren Pfeileroberflächen nicht entschieden werden.

Oberhalb der Backsteinpfeiler sind an den Arkadenbögen (Abb. 8)⁴⁸ zwei weitere Ziegelformate verbaut: Sie sind entweder 12 oder 27 cm breit und 32 cm lang. Die Schmalseite weist jeweils zur Arkadenwölbung. Entsprechend der Rundung der Arkadenbögen sind die Ziegel im Querschnitt keilförmig: An der Innenseite messen sie 4,5 cm, an der Außenseite 6,5 cm.⁴⁹ Die Breite der Arkadenmauer wird durch zwei breite und ein schmales Format gebildet, so dass sich in der Summe ohne die Fugen eine Breite von 27 cm + 27 cm + 12 cm = 66 cm $\approx$ 2 drusianische Fuß ergibt. Diese Breitenmaße lassen sich im *digitus* des drusianischen Fußes gut darstellen: Das kleine Maß (12 cm) entspricht 6 *digiti* (12,49 cm), das große (27 cm) 13 *digiti* (27,06 cm). Die *digitus*-Maße ergeben in der Summe ebenfalls 2 Fuß: 13 *digiti* + 13 *digiti* + 6 *digiti* = 32 *digiti* (2 Fuß). Das Längenmaß (32 cm) fällt hinter dem vermutlichen Sollmaß von 1 Fuß (33,30 cm) etwas zurück. Die beiden Maße für die Stärke folgen sichtlich dem Zahlenverhältnis 2 : 3. Im drusianischen Fußmaß ergibt sich dementsprechend für die dünne Seite (4,5 cm) eine Stärke von 2 *digiti* (4,16 cm), für die dicke Seite (6,5 cm) von 3 *digiti* (6,24 cm).



Abb. 8: Die Backsteinarkaden in Seligenstadt

Da nun nachgewiesen ist, dass die an der Einhardsbasilika in Seligenstadt verbauten Backsteine nach dem drusianischen Fuß bemessen wurden, dürfen wir auch davon ausgehen, dass der *pes manualis*, nach dem Einhard die Maße der von ihm in seinem Brief an Egmunel bestellten Ziegel angibt, mit diesem identisch ist. Es stellt sich jetzt aber die Frage, welchem Zweck die quadratischen Ziegel mit der enormen Größe von 2 *pedes manuales* (ca. 66,6 cm) dienen sollten. Für das karolingische Bauwesen ist keine Verwendungsmöglichkeit für Ziegel dieses Formats zu erkennen. In römischer Zeit bildeten derartige Ziegelplatten jedoch den Unterbau der Fußböden über den Hypokaustenheizungen (Abb. 9). Bei einem anderen Bautyp der Unterbodenheizung, der sog. Kanalheizung, wurden derartige Platten für den Fußbodenunterbau dagegen nicht benötigt. Sie fand seit dem 2. Jahrhundert besonders in den Nordprovinzen des römischen Reichs vor allem für Wohnbauten weite Verbreitung.⁵⁰ In der Karolingerzeit ist sie für den klösterlichen Bereich nachgewiesen: Der östliche Trakt der Klausur des Klosters Reichenau besaß nach den Untersuchungen Alfons Zettlers seit dem zweiten oder dritten Jahrzehnt des 9. Jahrhunderts eine solche Heizung.⁵¹ Das Kanalsystem wurde in Teilen bereits 1937–1938 durch Emil Reisser aufgedeckt.⁵² Von einer Feuerungsanlage aus wurden die heißen Rauchgase durch ein Kanalsystem im Boden geleitet, das mit Steinplatten abgedeckt war. Die Kanäle hatten einen Querschnitt von ca. 50 × 50 cm. Der Rauchabzug,

⁴⁸ *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg*. Bilddatei fm1617055, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink: URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1617055>.

⁴⁹ THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30), S. 222.

⁵⁰ ALFONS ZETTLER: *Die frühen Klosterbauten der Reichenau. Ausgrabungen – Schriftquellen – St. Galler Klosterplan* (Archäologie und Geschichte. Freiburger Forschungen zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland, Bd. 3), Sigmaringen, 1988, S. 213 ff.

⁵¹ ALFONS ZETTLER (wie Anm. 50), S. 203–209, S. 175 TA 35. Datierung siehe auch S. 241.

⁵² EMIL REISSER: *Die frühe Baugeschichte des Münsters zu Reichenau* (Forschungen zur Deutschen Kunstgeschichte, Bd. 37), Berlin, 1960, S. 38.

der beim antiken Vorbild durch Wandröhren geleistet wurde,⁵³ erfolgte über einen externen Schornstein. Diese Heizung ist mit den Heizanlagen, die im St. Galler Klosterplan für die Wärmeräume der großen Klausur und der beiden kleinen Klausuren der Novizen und Kranken eingezeichnet ist, vergleichbar.⁵⁴

Die klassische Hypokaustenheizung, bei der der Fußbodenunterbau auf Pfeilerchen ruhte (Abb. 9), ist für die karolingische Zeit allerdings nicht nachgewiesen. Allerdings dürfte Einhard den Aufbau dieses Bautyps von römischen Ruinen, beispielsweise der Aachener Thermen, gekannt haben. Auch in Seligenstadt wurden 1840 beim Bau eines Schulhauses Reste eines römischen Bades entdeckt.⁵⁵ Von Einhard ist zudem ein weiterer Brief erhalten, aus dem hervorgeht, dass er sich mit den Schriften des römischen Architekturtheoretikers Vitruv beschäftigte.⁵⁶ Vitruv beschreibt im Zusammenhang mit der Anlage von Bädern auch den Aufbau der Hypokaustenheizung.⁵⁷ Sucht man nach möglichen Einsatzzwecken für die von Einhard bestellten großen Ziegelplatten, dann bietet sich die Erklärung an, Einhard habe sich am Nachbau eines römischen Pfeilerhypokausts versucht. Das mag zunächst abwegig klingen, aber grundsätzlich wurde die Technik der Unterbodenheizung ja beherrscht. Der Unterschied zur Kanalheizung lag nicht so sehr in der Funktionsweise, denn die Feuerung und der Rauchabzug hätten in gleicher Weise wie bei der Kanalheizung konstruiert werden können, sondern vielmehr im Fußbodenaufbau. Bei der Kanalheizung genügte es, die Heizkanäle mit Steinplatten abzudecken; ein flächenhafter Unterbau aus großflächigen Platten mit normierter Größe war nicht erforderlich.



Abb. 9: Rekonstruierte Hypokaustenheizung in Carnuntum (nahe Wien)

Einhard jedoch hatte das für den Aufbau einer klassischen Hypokaustenheizung notwendige Material zur Verfügung: Aus den 60 großen quadratischen Ziegelplatten mit einer Seitenlänge von 2 *pedes manuales* konnte der Fußbodenunterbau für einen beispielsweise 6 x 10 Plattenformate großen Raum hergestellt werden. Die Raumgröße betrug dann 12 x 20 Fuß (ca. 4,00 x 6,66 m). Unter der Voraussetzung, dass Einhard die wandständigen Platten seitlich auf einem Mauersockel aufliegen lassen wollte, waren 5 x 9 = 45 Pfeiler notwendig. Mit den kleinen, 3 *digiti* starken Backsteinen mit $\frac{3}{4}$ Fuß Seitenlänge (ca. 25 cm) konnten die Pfeiler aufgemauert werden.⁵⁸ Aus den beiden Ziegelformaten resultierte ein Pfeilerzwischenraum von knapp 42 cm. Die Plattenformate sind nicht weit von den bei Vitruv beschriebenen entfernt: Für den Unterboden empfiehlt er eine Ziegelgröße von 2 Fuß, für die Pfeiler von 8 Zoll.⁵⁹ Bei einer Höhe der Setzfugen von 1 *digitus* ergaben 4 Backsteine eine Pfeilerhöhe von 1 Fuß. Wie der Vergleich mit dem Kanalquerschnitt der Reichenauer Heizung zeigt,⁶⁰ dürfte das bei dieser geringen Raumgröße ausreichend gewesen sein, auch wenn die Pfeiler in römischen Bädern meist höher waren.⁶¹ Zur Herstellung der 45

⁵³ ALFONS ZETTLER (wie Anm. 50), S. 209.

⁵⁴ ALFONS ZETTLER (wie Anm. 50), S. 212, S. 240.

⁵⁵ JOHANN WILHELM CHRISTIAN STEINER: *Das Römerbad zu Seligenstadt*, in: Archiv für hessische Geschichte und Alterthumskunde 3, 1842, Heft 1, VII.

⁵⁶ EINHARD: *Brief Nr. 57*, bearb. v. Karl HAMPE, in: Monumenta Germaniae Historica, Epistolae 5, Berlin, 1899, S. 137 f.

⁵⁷ VITRUV: *De Architectura (Zehn Bücher über Architektur)*, bearb. v. CURT FENSTERBUSCH, 7. Aufl., Darmstadt, 2013, Liber quintus, X, 2, S. 242/243 u. S. 244/245.

⁵⁸ Um die Auflagefläche zu vergrößern, war beim römischen Vorbild zumeist oben auf den Pfeiler eine breitere Platte aufgesetzt. Jedoch dürfte die ca. 12,5 cm breite Auflage an den Ecken für die 4 *digiti* (ca. 8,3 cm) starken Platten wohl ausgereicht haben.

⁵⁹ VITRUV (wie Anm. 57), S. 244/245.

⁶⁰ Die im Querschnitt 50 x 50 cm großen Heizkanäle im Kloster Reichenau erwärmten nur einen kleinen Teil des Fußbodens direkt und mussten einen viel größeren Raum beheizen. Für einen reinen Wohnraum war die Heizleistung der klassischen Hypokaustenheizung eher zu groß als zu klein, vgl. ALFONS ZETTLER (wie Anm. 50), S. 214.

⁶¹ VITRUV (wie Anm. 57, S. 244/245) empfiehlt eine Pfeilerhöhe von 2 Fuß. PETRA MAYRHOFER (*Römische Haustechnik. Wasserversorgung und Heizung im Wohnbau*, Diplomarbeit, Wien, 2012, S. 81) weist im Zusammenhang

Pfeiler wurden also 180 Ziegel des kleinen Formats benötigt. Von den 200 bestellten waren dann noch 20 Ziegel übrig, ggf. für zusätzliche Pfeiler an der Außenwand im Bereich der Feuerung oder des Rauchabzugs.

Diese Überlegungen sind im Detail natürlich hypothetisch; sie zeigen aber, dass die von Einhard bestellten Ziegelformate grundsätzlich sowohl von den Abmessungen als auch von der Menge her für den Bau einer Hypokaustenanlage geeignet waren. Ein alternativer Verwendungszweck dürfte sich schwer finden lassen: Für die Vermauerung im Verband wurden rechteckige Formate verwendet, und das große quadratische Format ist am ehesten im Zusammenhang mit einer Fußbodenfläche vorstellbar, während das kleine Format eigentlich nur zum Aufmauern von Pfeilerchen geeignet ist.

Abbildungsnachweis

Abb. 4: Die Grafik wurde vom Verfasser nach der einfarbigen Zeichnung bei THOMAS LUDWIG (wie Anm. 4) S. 214 Abb. 18 und den Maßangaben S. 213 f. erstellt.

Abb. 5: *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg.* Bilddatei fm1614556, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink:

URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1614556> .

Abb. 6: Die Grafik wurde vom Verfasser nach der einfarbigen Zeichnung bei THOMAS LUDWIG (wie Anm. 30) S. 222 Abb. 12 und den Maßangaben S. 222 erstellt.

Abb. 7 (Querseite): *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg.* Bilddatei fm1614552, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink:

URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1614552> .

Abb. 8: *Bildindex der Kunst und Architektur. Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg.* Bilddatei fm1617055, Fotograf: unbekannt, Aufn.-Datum 1900/1957. Bildlink:

URL <http://www.bildindex.de/document/obj20247008?medium=fm1617055> .

Die restlichen Fotografien stammen vom Verfasser.

mit VITRUVS Empfehlung jedoch darauf hin, dass in der Praxis die Höhe der Pfeiler mit den Ausmaßen des zu beheizenden Raumes im Verhältnis stand.