

## Inhalt

Vorbemerkung . . . . .	13
1 Chronologischer Überblick: Baubefunde und Geschichte der Bautätigkeit 1816 – 1902 . . . . .	15
1.1 Der Restaurierungsbau, 1819 – 1842 . . . . .	21
1.1.1 Der konkrete Anlaß . . . . .	21
1.1.2 Restaurierungsbau unter Ahlert, 1822 – 1833 . . . . .	25
1.1.2.1 Baubeginn und weitere Befunde . . . . .	25
1.1.2.2 Baubetrieb unter Oberleitung von Baurat Frank, Koblenz, 1824 . . . . .	30
1.1.2.3 Die Gefahr der Baueinstellung und wie man sie abwendete, 1825 . . . . .	33
1.1.2.4 Weiterer Baubetrieb unter Frank und Ahlert, 1826 – 1833 (dazu Tabellen 1 bis 3) . . . . .	36
1.1.3 Restaurierungsbau unter Zwirner, 1833 – 1842 . . . . .	38
1.1.3.1 Besprechungen mit Schinkel in Köln, August 1833 . . . . .	39
1.1.3.2 Fortführung des Restaurierungsbaus I, 1833 – 1842 (dazu Tabellen 4, 5 und 6) . . . . .	41
1.1.3.3 Exkurs: Fortbaubestrebungen und ihre Blockade. . . . .	45
Vom Schinkel-Gutachten 1816 bis zum Tode Friedrich Wilhelms III. 1840	
1.1.3.4 Fortführung des Restaurierungsbaus II und Vorbereitungen zum Fortbau . . . . .	49
1.2 Der Vollendungsbau, 1842 – 1902 . . . . .	54
1.2.1 Bis zur 600-Jahr-Feier der Grundsteinlegung des gotischen Domes, 14. 8. 1848 . . . . .	54
1.2.1.1 Versuche, zu ausführungsfähigen Plänen zu kommen; verzögerter Beginn der Bautätigkeit	54
1.2.1.2 Die Abrechnungsorganisation . . . . .	58
1.2.1.3 Fortbautätigkeit I und der „Portalstreit“, 1843 – 1844 (dazu Tabellen 7 und 8) . . . . .	61
1.2.1.4 Fortbautätigkeit II, 1844 – 1848 (dazu Tabellen 7 und 8) . . . . .	71
1.2.1.5 Rückblende: Die Frage des „Interimsdaches“, 1846 – 1848 . . . . .	75
1.2.2 Exkurs: Die Krise, 1846 – 1851 . . . . .	79
1.2.3 Bis zur Vollendung des Steinbaus der Kirchenschiffe . . . . .	85
mit Ausnahme des Strebewerks, 1848 – 1855	
1.2.3.1 Der Aufbau der Hochschiffwände (dazu Tabellen 9 und 10) . . . . .	85
1.2.3.2 Die Suche nach Konstruktionen für Dachstuhl und Vierungsturm . . . . .	92
1.2.4 Fertigstellung der Kirchenschiffe – Dach, Strebewerk und Gewölbe – . . . . .	94
und Vorbereitungen zum Aufbau der Türme, 1856 – 1864 (dazu Tabellen 11 und 12). Übernahme der Bauleitung durch Voigtel, 1861	
1.2.4.1 Dach und Vierungsturm . . . . .	95
1.2.4.2 Strebewerk . . . . .	97
1.2.4.3 Wölbung, Freilegung des Kircheninneren . . . . .	98
1.2.4.4 Westtürme, Finanzielles . . . . .	101
1.2.5 Aufbau der Türme und der Westfassade dazwischen. Offizielle Vollendung . . . . .	110
des Domes am 15. 10. 1880 (dazu Tabellen 13 und 14)	
1.2.5.1 Streit . . . . .	110
1.2.5.2 Kriegsfolgen . . . . .	113

1.2.5.3	Aufstockung des nördlichen Turmes bis zur Höhe des südlichen und Umstellung des Betriebes zum weiteren Aufbau beider Türme	116
1.2.5.4	Der Vollendungsbau beider Türme	119
1.2.6	Arbeiten nach der „Vollendung“, 1881 bis zu Voigtels Tod 1902	133
1.2.6.1	Abschluß des Turmbaus	133
1.2.6.2	Brand- und Wasserschutz	134
1.2.6.3	Innenausstattung	138
1.2.6.4	Restaurierung und Konservierung	141
	Tabellen 1 bis 14 zu Kapitel 1	144
2	Steine	158
2.1	Steinbeschaffung	158
2.1.1	Die angekauften Steinmengen und die Unternehmungen zur Steinbeschaffung, dargestellt in den Tabellen 15 bis 23	159
2.1.2	Erstarrungsgesteine, namentlich Trachyt und Basaltlava (Hauptverwendungszeit bis etwa 1850)	162
2.1.2.1	Steinmangel während des Restaurierungsbaus und der Versuch, seiner systematisch Herr zu werden: Zwirners Promemoria vom 27. März 1837, Teil I	162
2.1.2.2	Exkurs: Die Basaltlavabrüche bei Niedermendig	167
2.1.2.3	Zwirners Promemoria vom 27. März 1837, Teil II	170
2.1.2.4	Domsteinbruch zu Berkum	180
2.1.2.5	Domsteinbruch am Drachenfelser „Steinchen“	189
2.1.3	Sandstein I (besonders Neckarsandstein, Hauptverwendungszeit etwa 1849 bis 1863)	196
2.1.3.1	Heilbronn	196
2.1.3.2	Flonheim	198
2.1.3.3	Trier	201
2.1.3.4	Stuttgart, Schlaitdorf	203
2.1.3.5	Ruhrsandstein	210
2.1.4	Sandstein II (Nahe und Weser, Hauptverwendungszeit etwa seit 1863)	212
2.1.4.1	Nahesandstein (Staudernheim usw.)	212
2.1.4.2	Wesersandstein (Obernkirchen usw.)	214
2.1.5	Kalkstein	222
2.2	Steintransport	226
2.2.1	Beispiel für das Zusammenwirken der Transportmittel: Domsteinbruch zu Berkum	227
2.2.2	Steintransport zu Wasser	230
2.2.2.1	Neckar und Donau-Rhein-Verbindung	230
2.2.2.2	Schiffstransport aus Antwerpen und Rochefort	231
2.2.2.3	Die Rückerstattung der Kölner Hafengebühren	234
2.2.3	„Industrialisierung“ des Steintransports: Verlagerung auf die Schiene	237
2.2.3.1	Anfängliche Streitigkeiten	237
2.2.3.2	Ausweitung des Bahntransports	240
2.2.3.3	„Mechanisierung“ und Steuerung: Steinlagerplatz am „Thürmchen“	242
2.2.3.4	Kriegsereignisse: zeitweiliger Umbau der Transportmaschinerie	245

2.3	Steinverwitterung und -konservierung	249
2.3.1	Die klassische Form der Verwitterung und die Maßnahmen dagegen	249
2.3.1.1	Leinöl	250
2.3.1.2	Asphalt	252
2.3.2	Neue Verwitterungserscheinungen	257
2.3.2.1	Exkurs: Die Wirkungen des Industriesystems und die Feststellungen des R. Angus Smith	257
2.3.2.2	Beginn der „modernen Verwitterung“ am Kölner Dom	266
2.3.2.3	Neuere Steinschutzmittel	270
	Tabellen 15 bis 23 zu Kapitel 2	275
3	Steinkonstruktion	284
3.1	Die Kirchenschiffe	285
3.1.1	Aufnahmen und Restaurierung seit 1823	285
3.1.2	Fortbau der Schiffe	294
3.1.3	Vierung und Gewölbe	301
3.2	Hilfsmittel zur Steinverbindung	316
3.2.1	Kalkmörtel	316
3.2.2	Fundamentbau und Versetzen der Werksteine mit Kalkmörtel	320
3.2.3	Kitt und Zement	322
3.2.4	Metallische Verbindungen: Bleiverguß, Dollen, Klammern	327
3.3	Türme	330
3.3.1	Konstruktion der Gewölbe und Schützgewölbe in den III. Turmgeschossen	330
3.3.2	Endung der Haupttreppe am Nordturm (Pfeiler F 1)	337
3.3.3	IV. Turmgeschosse	339
3.3.4	Turmhelme	349
3.3.5	Kreuzblumen	359
4	Dächer	368
4.1	Umbau des Hochchordaches 1824	368
4.2	Die alten Dächer über den Kirchenschiffen	379
4.3	Das Interimsdach	383
4.4	Eiserner Dachstuhl und Vierungsturm	390
4.4.1	Exkurs: Eisenwerkstoffe um die Mitte des 19. Jahrhunderts	391
4.4.1.1	Eisenherstellung	391
4.4.1.2	Gußeisen als Baumaterial	394
4.4.1.3	Eisen als zweckmäßiges Baumaterial und als Fortschrittssymbol	396
4.4.1.4	Übergang zum Schmiedeeisen	400
4.4.2	Entwicklung vergabereifer Konstruktionen zu Eisendach und Vierungsturm	403
4.4.2.1	Erste Entwürfe zum Eisendach	403
4.4.2.2	Vier Zwirnersche Entwürfe zum Vierungsturm	412

4.4.2.3	Exkurs: Festigkeitsversuche an Dombausteinen	423
4.4.2.4	Entscheidung der Vierungsturmfrage	430
4.4.2.5	Weiterentwicklung der Entwürfe zu Eisendach und Vierungsturm bis zur Vergabeversion	432
4.4.2.6	Vorlage der Vergabeversion zur Genehmigung und die näheren Umstände der erfolgreichen Gewichtsverminderung am Vierungsturm	447
4.4.3	Ausschreibung und Vergabe der Eisenbauten Hochschiffdächer und Vierungsturm	449
4.4.3.1	Das Kapital trennt sich von seiner dinglichen Entsprechung und verursacht Schwingungen zwischen Boom und Flaute	450
4.4.3.2	Eine mißglückte Ausschreibung Anfang 1859: Die Gigantomanie der Industrialisierung kündigt sich an	452
4.4.3.3	„Vandalismus und Barbarei“. Die Reaktion der Eisengegner	459
4.4.3.4	Öffentliche Ausschreibung im September 1859	462
4.4.4	Ausführung des Daches und Vierungsturms	469
4.4.4.1	Entscheidung für Blei als Deckungsmaterial	469
4.4.4.2	Ausgeführte Version des Daches	471
4.4.4.3	Ausgeführte Version des Turmes	478
4.4.4.4	Aufstellung der Eisenteile	495
4.4.4.5	Die „aktenmäßige Verrechnung“ der Eisenbauten	501
4.4.5	Verkleidung und Deckung des Eisenskeletts	504
4.4.5.1	Die Verbreitung des Gußzinks als Ersatzmaterial	504
4.4.5.2	„Funktionerteilung“ am Kölner Vierungsturm: Tragen und Schmücken. Zum Vergleich der Vierungsturm auf Notre-Dame in Paris.	511
4.4.5.3	Herstellung und Anbringung der Zinkverkleidung des Vierungsturmes	516
4.4.5.4	Dackdeckung mit Blei	519
4.4.6	Neu- und Umbau sämtlicher übrigen Dächer	524
5	Gerüstbau und Fördermittel	538
5.1	Provisorische, transportable und fliegende Gerüste	538
5.2	Erste feste Gerüste mit zentraler Aufziehvorrichtung	545
5.3	Mechanisierte Gerüstsysteme I	551
5.3.1	Der Versetzwagen	552
5.3.2	Sonderkonstruktionen auf Versetzwagenbasis	565
5.3.3	Handbetriebene Kabelwinden	571
5.3.3.1	Entwicklung zum Normaltyp mit zwei Getriebestufen	571
5.3.3.2	120-Zentner-Kabelwinde zum Aufzug der Vierungsturmteile und Festigkeitsberechnung zum Aufziehergerüst	577
5.3.3.3	Die schwerste Kabelwinde des Dombaues	581
5.3.3.4	Für große Hübe und höhere Anforderungen an die Sicherheit: Seilwinden mit drei Getriebestufen	582
5.3.3.5	Allgemeine Verbreitung der Laufkrane – Gefahren bei der Arbeit an Kabelwinden	586

5.3.4	Zentralisierung des Materialaufzugs	590
5.3.4.1	Pferdegöpel und Aufziehergestell am Südquerhausportal	590
5.3.4.2	Materialtransport und Gerüstbau über dem Interimsdach	595
5.4	Mechanisierte Gerüstsysteme II	599
5.4.1	Handbetriebene Aufziehvorrichtungen beim Turmbau bis 1869	599
5.4.2	Dampffördermaschine	603
5.4.2.1	Wunsch, Planung und Ringen um die Genehmigung	603
5.4.2.2	Kesselanlage: Konzessionierung, Sicherheitseinrichtungen, Betrieb	618
5.4.2.3	Maschine: ausgeführte Bauart, Rohrleitung zur Dampfversorgung, Betrieb	627
5.4.2.4	Die Macht der Maschinisten	632
5.4.2.5	Abbruch und Verkauf der Dampfaufzugsanlage	634
5.4.3	Zwangsführung des Materials und des Gebäudewachstums	635
5.4.3.1	Materialanfuhr zum Dampfaufzug: Gleis und Stapelgerüst	635
5.4.3.2	Die Abkehr vom Drehkran: Aufspaltung der Bewegung, Verselbständigung des Gerüsts	643
5.4.4	Turmgerüste ohne Kontakt zum Erdboden	650
5.4.4.1	Förderung zu den dritten Turmgeschossen: Teilung der Förderhöhe in zwei Etappen und Abgleich der Umdrehungszahlen	650
5.4.4.2	Förderung zu Oktogonen und Helmen: Holzaufzug mit Dampfkraft; nicht ausgeführter Plan zur Verlegung der Maschine ins vierte Nordturmgeschos; Veränderung der Hubhöhen; Umrüstung der Aufzugsanlage für die Blattsteine der Kreuzblumen	655
5.4.4.3	Zimmerwerk der Helmgerüste	668
5.4.4.4	Leben auf den Gerüsten	678
5.5	Seile und Anschlagmittel	681
5.6	Brand- und Blitzschutz	688
6	Menschen und Maschinen	699
6.1	Dombauverwaltung	699
6.1.1	Pioniere der Frühzeit	699
6.1.2	Gründung der „Dombauverwaltung“. Vermehrung und Besetzung der Bauaufseherstellen I	704
6.1.3	Einstellung des Bauführers Richard Voigtel	708
6.1.4	Die Plätze der Dombaumeister Zwirner und Voigtel in der staatlichen Bauverwaltung	709
6.1.5	Vermehrung und Besetzung der Bauaufseherstellen II	711
6.2	Dombauhütte	713
6.2.1	Erste Erfahrungen und Entwicklungen	713
6.2.2	Zwirner schafft die Organisation	716
6.2.3	Ausbildung durch Weitergabe	722
6.2.4	Die Werkmeister	726
6.2.4.1	Der „erste“ Werkmeister: Matthias Schmitz	726
6.2.4.2	Die „zweiten“ Werkmeister: Vinzenz Statz, Friedrich Schmidt, Franz Schmitz	729
6.2.4.3	Ersatz des „zweiten“ Werkmeisters durch den „Vorsteher des Zeichenbureaus“: Jakob Marchand	735

6.2.5	Entwurf, Konstruktion, Fertigung	738
6.2.6	Fertigungsmanagement unter Voigtel	742
6.3	„Appeal“ der Mechanisierung	746
6.3.1	Erfahrungen mit metallenen Steinbearbeitungsmaschinen: menschliche und maschinelle Arbeitsweise	746
6.3.2	Exkurs: „Erziehung der Menschen zur Industriearbeit“: die Maschine mit menschlichen Teilen	753
6.3.3	Ein Angriff der Maschinerie von Dombaumeister Zwirner zurückgeschlagen	756
6.3.4	Die „kumulative mechanische Ordnung“	760
6.4	Unsicherheit der Existenz und Gefahren der Arbeit	767
6.4.1	Die Entwicklung der Dombaukrankenkassen	767
6.4.2	Maßnahmen gegen Steinstaub	774
7	Der „Hauptsatz der Technikgeschichte“	780
	Anmerkungen	788
	Quellen	856
	Literatur	857
	Legende zu den Vorsatzblättern	873
	Schematischer Grundriß mit Bezeichnung der Pfeiler und Gewölbefelder	879