

### 4.3 Die Baukonzeption GEORGE BÄHRs im Detail.

#### 4.3.1 Die Stützung der Innenkuppel durch die Gurtbögen und die Hauptpfiler.

Die Innenkuppel war bereits seit dem Ersten Projekt ein fester Bestandteil der Architekturform der dresdner Frauenkirche, sie wurde auch grundsätzlich in keinem Entwurf in Frage gestellt.<sup>1</sup> Dies gilt auch für ihre Einbindung in die Strukturform.<sup>2</sup> Stets stemmt sich die Innenkuppel, die selbst steinern als verhältnismäßig dünne Mauerwerksschale ausgeführt ist, gegen den unteren Teil des Tambours. In sämtlichen Entwürfen schließt die Innenkuppel oben mit einem von einem Druckring gefaßten Auge ab.

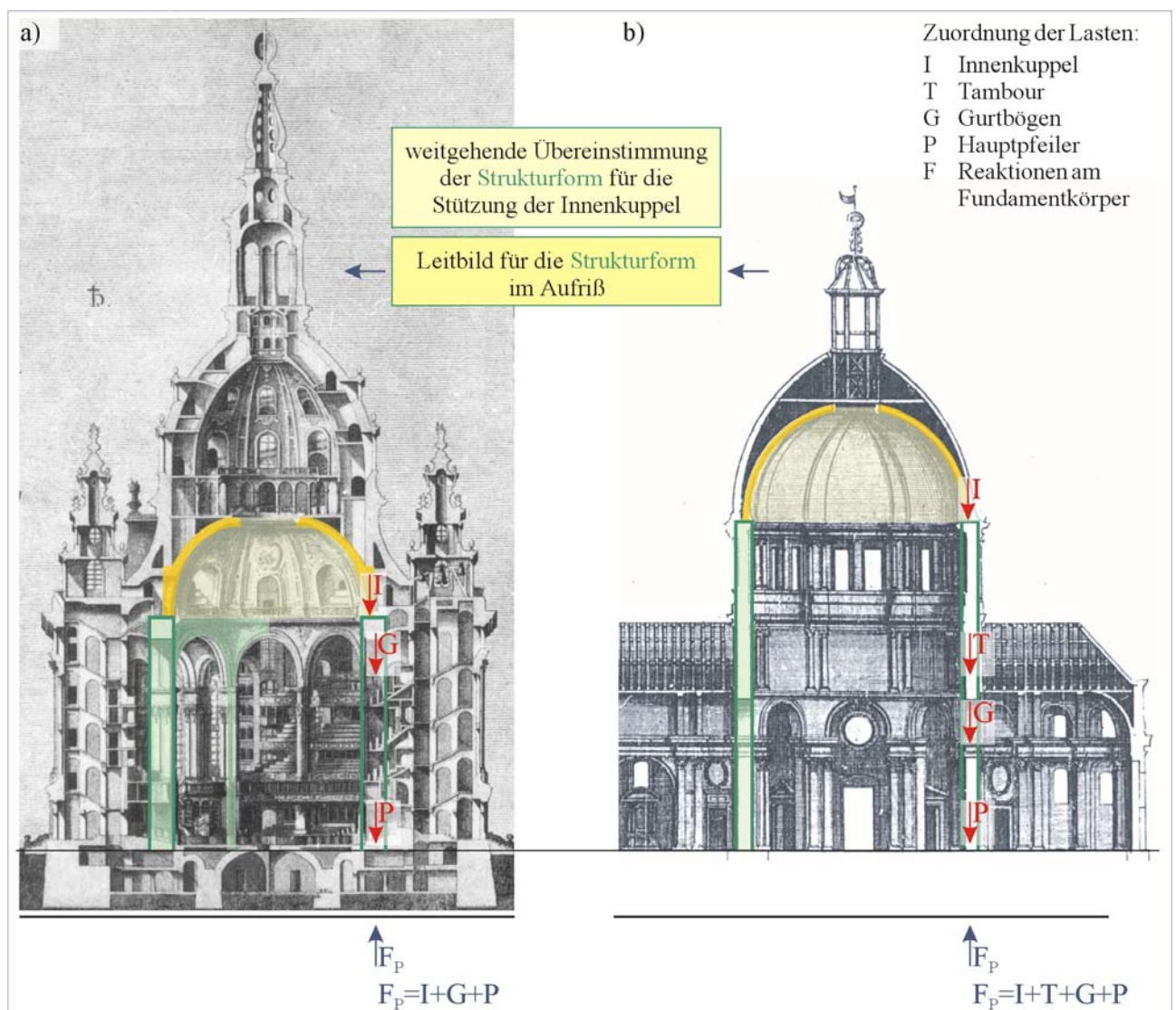


Bild 4.3.1: Stützung der Innenkuppel gemäß der Baukonzeption BÄHRs durch die Gurtbögen und die Hauptpfiler.

a) Strukturform zur Stützung der Innenkuppel.<sup>3</sup>

b) Verwendung des Leitbildes einer römischen Tambourkirche.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Bild 3.2.1, Bild 3.5.1, Bild 3.6.1, Bild 3.7.2 und Bild 3.7.4.

<sup>2</sup> Vgl. Bild 4.3.1.

<sup>3</sup> Der Eintrag der Innenkuppel und deren Stützung erfolgt anhand einer spätestens 1735 entstandenen Zeichnung, die von BÄHR nachweislich autorisiert wurde. Vgl. Abschnitt 3.7 mit dem Bild 3.7.14. Die Zeichnung kann im direkten Umfeld zur Baukonzeption BÄHRs gesehen werden.

Die Architekturform des Binnenraumes stellt sich als eine Einheit von Innenkuppel, Gurtbögen und Hauptpfeilern dar. Dementsprechend ist die Strukturform dafür aufgebaut. Die Innenkuppel verteilt ihre Lasten ( $I$ ) auf die Gurtbögen ( $G$ ) und diese geben die Lasten konzentriert auf die Hauptpfeiler ( $P$ ) ab.<sup>5</sup> Die Konstanz der Architekturform spiegelt sich in der gewählten Strukturform wider und wurde so auch in der Baukonzeption von BÄHR aufgenommen. Er legte dazu eindeutig fest: „... *Auff obgemelten 8 Pfeilern, welche mit Starcken Bögen* (die Gurtbögen, d. Verf.) *zusammen gefüget, und den Circkel und Crantz zur Innern Cuppel* (umlaufender, auskragender Sims unter dem inneren Kuppelrundgang, d. Verf.) *formieren, und dieselbe tragen ...*“.<sup>6</sup> In der Umkehrung wird damit der statisch-baukonstruktive Auftrag der Gurtbögen und der Hauptpfeiler definiert, der darin besteht, daß die Hauptpfeiler und die Gurtbögen die Innenkuppel tragen.

Die hier angewendete Strukturform findet sich klar in der römischen Tambourkirche<sup>7</sup>, auch wenn sich dort die Innenkuppel über dem Tambour erhebt. Damit besitzt die römische Tambourkirche die Leitbildfunktion für die Stützung der Innenkuppel der dresdner Frauenkirche.

#### 4.3.2 Die Erzwingung einer pyramidalen Lastabtragung in der gesamten Hauptkuppel.

Eine Kernaussage des Gutachtens von BÄHR lautet: „...*die gantze Figur dieser Kirche Presentieret eine gesetzte Piramide ...*“. In dieser Aussage ist die Absicht BÄHRs verborgen, das günstigste Lastabtragungsprinzip für sein Bauwerk zu wählen. Dieses sieht er in der pyramidalen Lastabtragung. Er fügte auch sofort eine Begründung zur Vorteilhaftigkeit der pyramidalen gegenüber der zu seiner Zeit zumeist gebräuchlichen perpendikularen Lastabtragung bei, indem er schrieb: „... *weil nun ein solches gebäude, so in dieser Figur gefertigt wirdt, viel mehr Stärke und Krafft zu tragen hat, als andere gebäude so perperpendicular auff geführet werden ...*“.<sup>8</sup> Die von ihm vorgenommene Zuordnung der pyramidalen Lastabtragung auf „...*die gantze Figur dieser Kirche ...*“ läßt sich in der Assoziation der äußeren Wahrnehmung des Baus zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens begründen.<sup>9</sup> Aus statisch-baukonstruktiver Sicht ist eine Präzisierung erforderlich. Da der klar perpendikular aufgeführte Mauerwerkskörper des Kirchenschiffes zur Erzwingung einer pyramidalen Lastabtragung nicht geeignet ist, kann sich die „*gesetzte Piramide*“ nur auf die Hauptkuppel der Frauenkirche gemäß ihrer äußeren Architekturform beziehen.<sup>10</sup> In die pyramidisch wirkende Hauptkuppel muß daher der konkave Kuppelanlauf zur Lastabtragung mit einbezogen werden.

BÄHRs Begründung setzt sich fort mit der Feststellung, daß „... *daß Centrum gravitadis ... sich sehr viele mahl ... zertheilet ... und verwehret, daß außschieben deß Cierkels, worzu den auch die 4 treppenthürme daß Ihrige thun ...*“<sup>11</sup>, die der ausführlichen Analyse bedarf.<sup>12</sup> Die Aussage, daß das sich „*Centrum gravitadis ... sich sehr viele mahl ... zertheilet*“, findet sich mit

<sup>4</sup> Vgl. Bild 3.2.8.

<sup>5</sup> Vgl. Bild 4.3.1 a.

<sup>6</sup> Vgl. Anhang A.6.

<sup>7</sup> Vgl. Bild 4.3.1 b.

<sup>8</sup> Vgl. Abschnitt 2.2.

<sup>9</sup> Vgl. Bild 4.2.1.

<sup>10</sup> Zu der an dieser Stelle wichtigen Definition der Größe der Hauptkuppel vgl. Abschnitt 1.4.

<sup>11</sup> Zu dem Teilsatz: „*worzu den auch die 4 treppenthürme daß Ihrige thun*“ vgl. auch Abschnitt 4.3.4.

<sup>12</sup> Zu den Zitaten vgl. Anhang A.6.

unterschiedlichem Sinnzusammenhang an zwei Stellen in dem Gutachten. Stets meint „*Centrum gravitadis*“ die Eigenlast der Kuppel. Der hier beigefügte Zusatz läßt sich derart deuten, daß unter „*Cierkel*“ die Kreise des Kuppelanlaufes zu verstehen sind, die sich in jeweils einer Höhenlinie über dem Grundriß abbilden.<sup>13</sup> Nur im unteren Teil der Hauptkuppel drücken in einer Modellüberlegung die Meridiane, die mit der Eigenlast der Kuppel belastet werden sollen, auf die Breitenkreise der Kuppel. Die Breitenkreise stützen so die Meridiane. In der Umkehrung verhindern damit die Meridiane die Ringdehnung der Breitenkreise.<sup>14</sup>

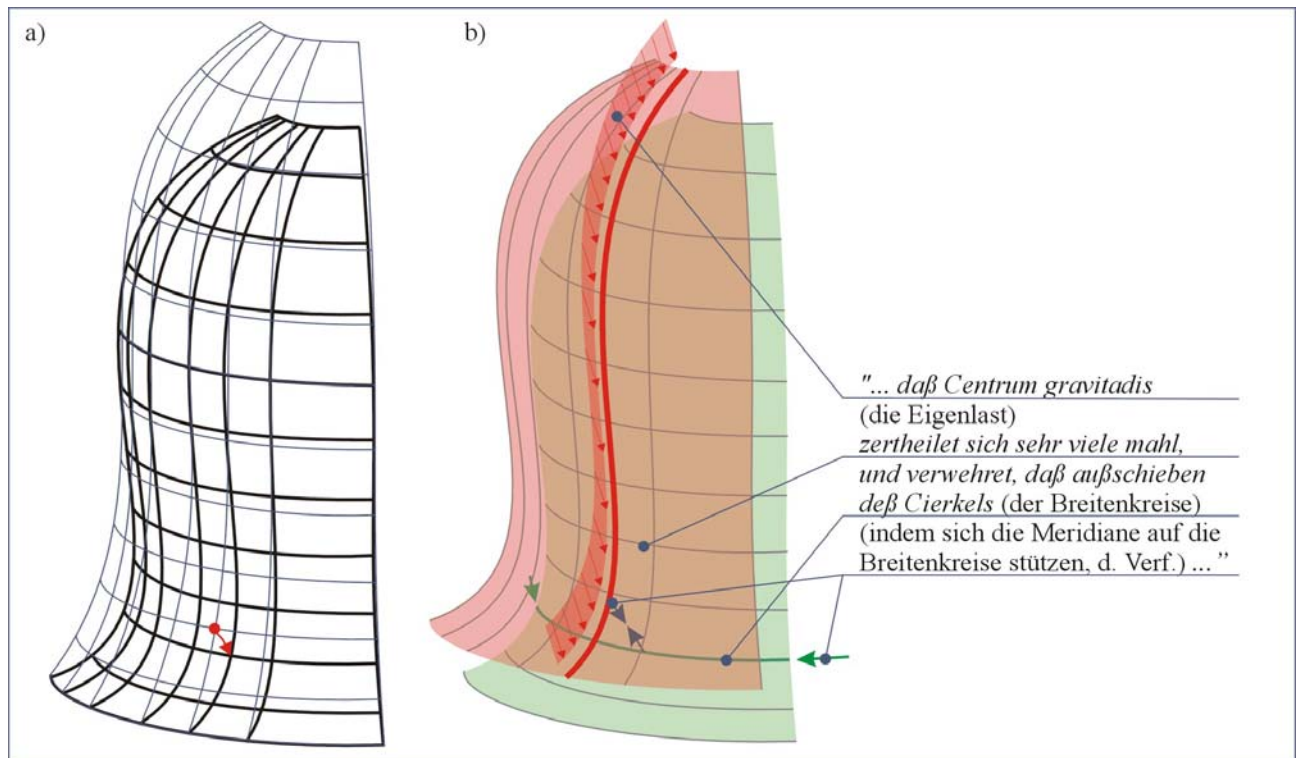


Bild 4.3.2: Modellüberlegung zu der Aussage zur pyramidalen Lastabtragung in dem Gutachten von BÄHR.  
 a) Verformung des unteren Teils der in der gesamten Höhe pyramidal wirkenden Hauptkuppel.  
 b) Stützung der Meridiane durch die Breitenkreise.

Als Leitbild für die Anwendung der pyramidalen Lastabtragung im unteren Teil der Hauptkuppel der Frauenkirche<sup>15</sup> kann neben der Kenntnis dieses Prinzips<sup>16</sup> auch das Dachtragwerk der carlsfelder Kirche genannt werden, in dem eine mit Andreaskreuzen ausgesteifte Strebenwerk-konstruktion eine aufgelöste Pyramide markiert, in der sich zumindest für aus horizontaler Richtung angreifende Lasten ein Lastabtrag in Analogie zur pyramidalen Lastabtragung einstellt.<sup>17</sup>

Für die statisch-baukonstruktive Umsetzung dieses Teils der Baukonzeption BÄHRs in dem zu diesem Zeitpunkt schon existierenden unteren Teil der Hauptkuppel kann auch in Berücksichtigung der bisher schon ermittelten Konstruktionsprinzipien unterstellt werden, daß nur die Dachplatten

<sup>13</sup> Übertragen in die statische Sprache unserer Zeit sind das die Breitenkreise der Kuppel.

<sup>14</sup> Vgl. Bild 4.3.2.

<sup>15</sup> Vgl. Bild 4.3.3 a.

<sup>16</sup> Vgl. Abschnitt 2.2 und Bild 4.3.3 b.

<sup>17</sup> Vgl. Abschnitt 2.5 und Bild 4.3.3 c.

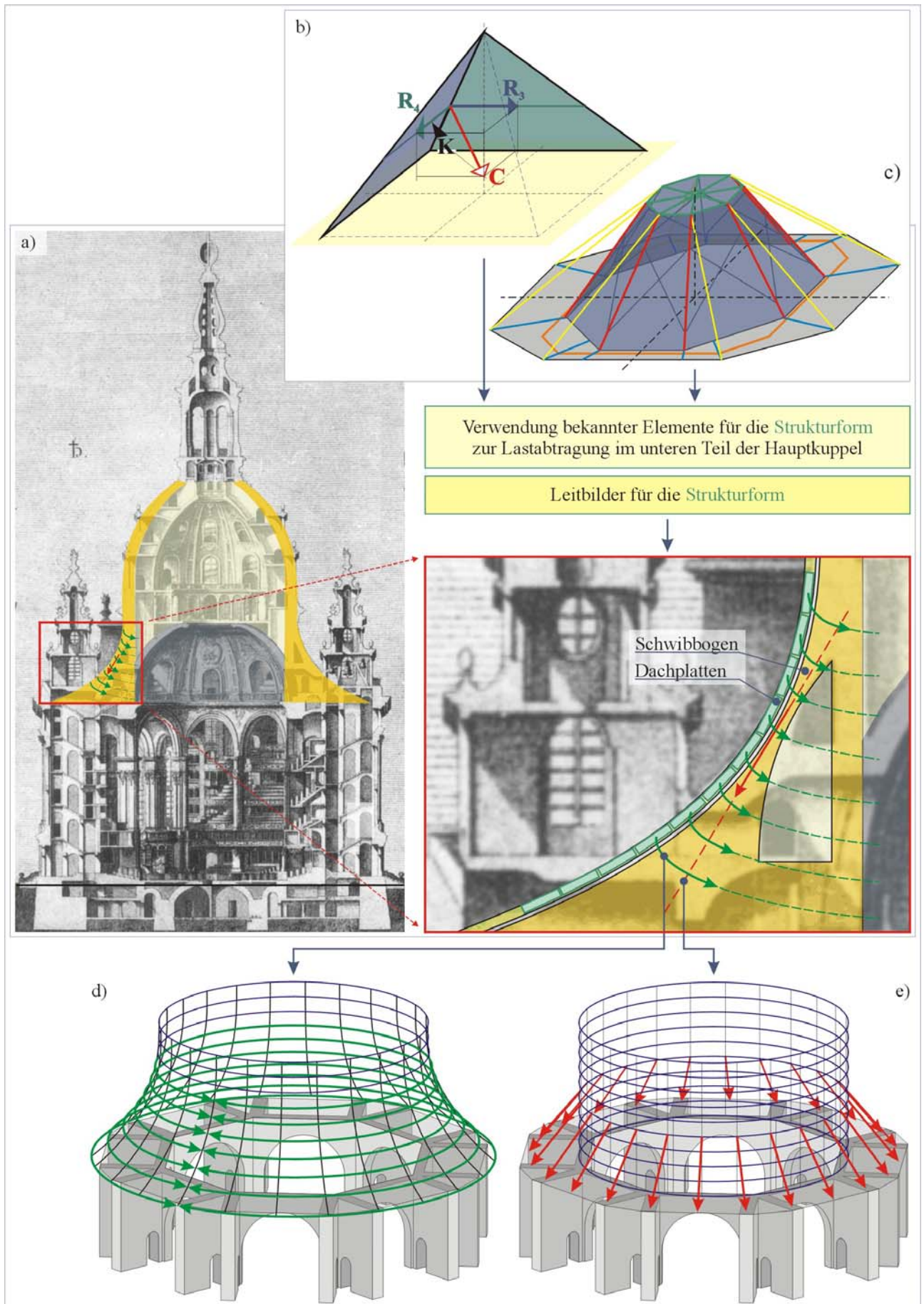


Bild 4.3.3: (Bilderläuterung siehe folgende Seite).

ringförmig umlaufende „*Cierkel*“ bilden, in denen sich Breitenkreiskräfte einstellen können.<sup>18</sup> Die Schwibbögen sollen zur Hauptkuppelstützung beitragen und damit die Meridiankräfte aufnehmen.<sup>19</sup>

#### 4.3.3 Die Stützung der Hauptkuppel durch die Spieramen.

Bereits in dem Kostenanschlag vom 28. September 1728<sup>20</sup> beschrieb BÄHR gemeinsam mit FEHRE, daß der bis dahin schon weit gediehene Unterbau für den Lastabtrag einer insgesamt in Stein gedachten Hauptkuppel gemäß dem für die hölzerne Kuppel vorgesehenen Lastabtragungsprinzip unterdimensioniert sei. Sie schlugen daher vor, mit Blick auf eine Lastreduzierung nur den unteren Teil der Hauptkuppel in Stein zu fertigen.

Mit den in der Sitzung des Rates am 30. März 1730 von FEHRE geäußerten Bedenken gegenüber der Baukonzeption BÄHRs, in deren Folge der Rat BÄHR die kurz zuvor erteilte Genehmigung zum Bau einer steinernen Kuppel wieder entzog, wurde erstmals von der Absicht BÄHRs gesprochen, mittels der Schwibbögen, „... worauff die Kuppel zu stehen kömmt ...“<sup>21</sup>, Teile der Kuppellasten von den Hauptpfeilern weg zu den Außenmauern zu führen. In der weiteren Entwicklung der Baukonzeption verfestigte sich bei BÄHR dieser Entwurfsgedanke, wobei nun anstelle der Außenmauern vor allem die Spieramen zum Abtrag der Kuppellasten dienen sollten. Damit verlieren die acht Hauptpfeiler den Auftrag, die Hauptkuppellasten alleinig abzutragen.<sup>22</sup> Genau darauf verwies BÄHR in seinem Gutachten, in dem er schrieb, daß der „... *Innern grundt der Cuppel* (gemeint ist damit Aufstandsfläche der Hauptkuppel, d. Verf.) ... *auff denen 8 Pfeylern zu ruhen ... scheint ...*“.<sup>23</sup> Das Wort „*scheinet*“ zeigt an, daß geometrisch die Aufstandsfläche der Kuppel tatsächlich nahezu perpendicular über den Hauptpfeilern angeordnet ist<sup>24</sup>, der Gesamtzusammenhang sagt aber aus, daß eine Stützung der Hauptkuppel über diese perpendikuläre Linie nicht vorgesehen ist. Danach erläuterte BÄHR genau die baukonstruktive Ausbildung der an den Hauptpfeilern paarweise anschließenden Spieramen, wobei er bereits Treppenhausspieramen<sup>25</sup> und

Bild 4.3.3: Erzwingung der pyramidalen Lastabtragung im unteren Teil der Hauptkuppel gemäß der Baukonzeption BÄHRs.

- a) Strukturform zur Erzwingung der pyramidalen Lastabtragung im unteren Teil der Hauptkuppel durch die Dachplatten und durch die Schwibbögen.<sup>26</sup>
- b) Anwendung des Prinzips der pyramidalen Lastabtragung.<sup>27</sup>
- c) Verwendung eines Leitbildes in Analogie zu dem Dachtragwerk der Kirche zu Carlsfeld / Erzgebirge.<sup>28</sup>
- d) Zuweisung der Breitenkreiskräfte an die Dachplatten.
- e) Zuweisung der Meridiankräfte an die an der Hauptkuppelstützung beteiligten Schwibbögen.

<sup>18</sup> Vgl. Bild 4.3.3 d.

<sup>19</sup> Vgl. Bild 4.3.3 e.

<sup>20</sup> Vgl. Abschnitt 3.7.

<sup>21</sup> Vgl. Sponsel, 1893, S. 85.

<sup>22</sup> Vgl. bild 4.3.4 a.

<sup>23</sup> Vollständig lautet der Passus in dem Gutachten: „... *und den Innern grundt der Cuppel welche auff denen 8 Pfeylern scheint zu ruhen, so die Empohrkirchen auch tragen...*“. Vgl. Anhang A.6.

<sup>24</sup> Vgl. Bild 3.7.13.

<sup>25</sup> „... *starcke Spieramen, von der thürmen ...*“.

<sup>26</sup> Vgl. Bild 4.3.1.

<sup>27</sup> Vgl. Bild 2.2.4 d.

<sup>28</sup> Vgl. Bild 2.5.12 d.

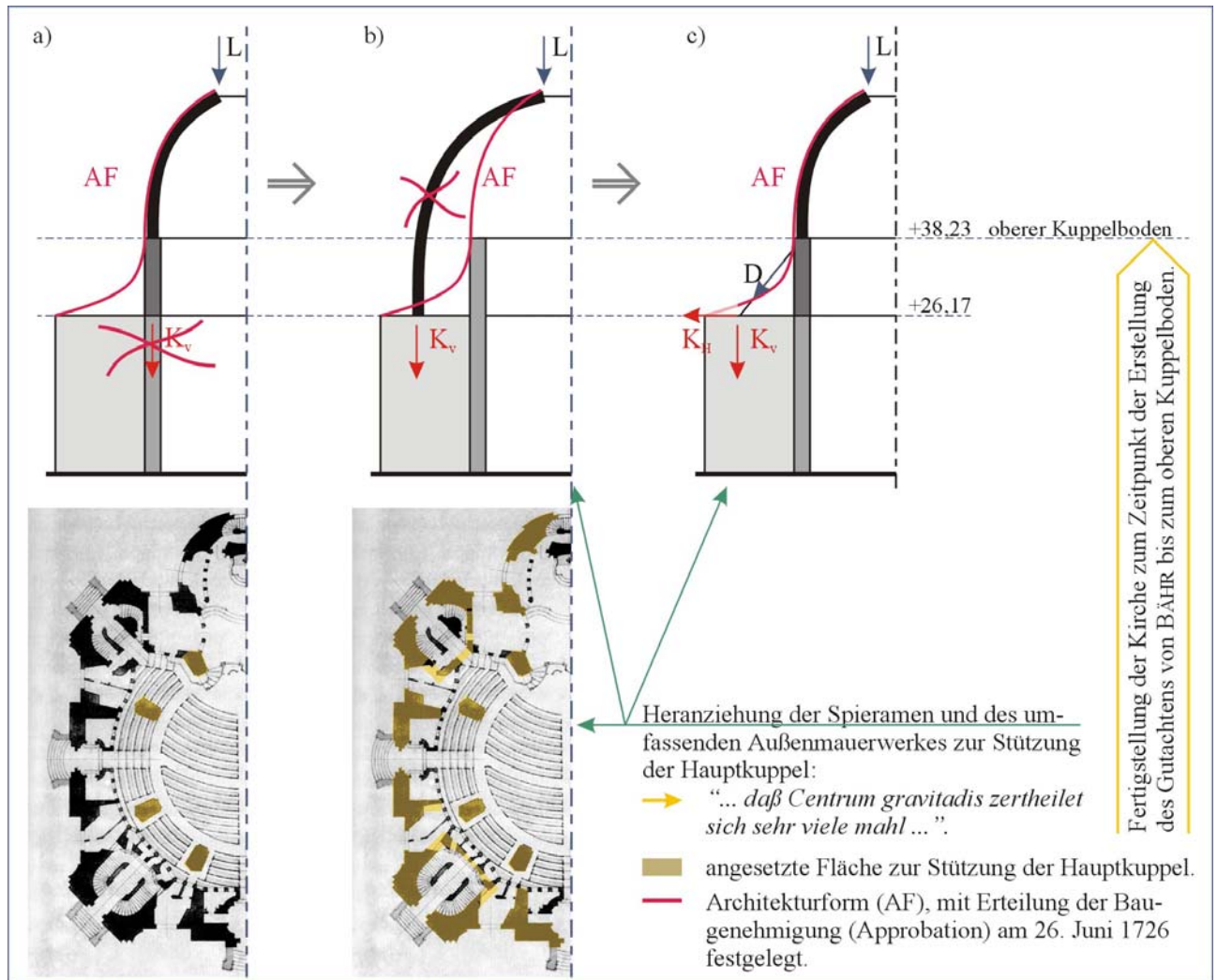


Bild 4.3.4: Nutzung der Spieramen zur Stützung der Hauptkuppel - Modellüberlegung.

- a) Stützung der Hauptkuppel über die Hauptpfeiler führt zu deren Überlastung.<sup>29</sup>  
 b) Der Aufbau einer mittig die Spieramen belastenden Tambourkuppel verletzt die approbierten Architekturform und hätte 1733 den Rückbau des unteren Teils der Hauptkuppel erfordert.  
 c) Stützung der gemäß der approbierten Architekturform geformten Hauptkuppel durch die Spieramen.

Wandspieramen<sup>30</sup> unterscheidet. Die Spieramen sind kräftige Mauerwerksscheiben, die in jedem Emporengeschoß durch kräftige Bögen mit den Hauptpfeilern verbunden sind. Zur Gewährleistung des Zugverbundes zwischen Mauerwerksscheibe und Hauptpfeiler legte BÄHR in den Bögen Anker ein.<sup>31</sup>

Der Sinn, die Spieramen zur Abtragung der Hauptkuppellasten zu nutzen, wird bei der Betrachtung des Grundrisses der Frauenkirche augenscheinlich, da die Spieramen und die Um-

<sup>29</sup> Zu dem Grundriß vgl. Bild 3.6.6 b.

<sup>30</sup> „... starke Spieramen, von der ... Hauptmauer ...“. Vgl. Bild 1.3.4.

<sup>31</sup> In dem Gutachten von BÄHR heißt es dazu vollständig: „... es sindt aber dise 8 Pfeyler ein Jeder mit zwey starcken Spieramen, von der thürmen und Hauptmauer versehn, welche unter allen Empohr Kirchen mit Starcken bögen zusammen gehangen, und mit starcken anckern verwahret sein ...“ und „...da den die oben gemelte 2 Spieramen an jeden Pfeiler zu sammen gezogen sein, und mit der Cuppel verbunden sindt ...“. Vgl. Anhang A.6, aber auch Bild 3.8.3.

fassungsmauern im Vergleich zu den Hauptpfeilern ein Vielfaches an materialbelegter Querschnittsfläche zum Lastabtrag zur Verfügung stellen<sup>32</sup> und somit zu einer Vergleichmäßigung der Vertikalspannungen in den Mauerwerksverbänden des Kirchenschiffes führen. Diese Tatsache nimmt einen zentralen Platz in BÄHRs Gutachten ein. Die bereits genannte Bezeichnung der Eigenlast der Kuppel mit „*Centrum gravitadis*“ und die Mitteilung, daß sich dieses „... *sehr viele mahl ... zertheilet ...*“, muß an dieser Stelle eine weitere Deutung gemäß der zweifachen Erwähnung im Gutachten erfahren. BÄHR beabsichtigte damit, die Eigenlast der Hauptkuppel auf viele Stützpunkte aufzuteilen und über diese zum Fundament abzutragen. Er fügte ein grobes Verhältnis der Lastanteile hinzu, die den Hauptpfeilern und den Spieramen zugewiesen werden sollten, indem er zu den zwei an jedem Pfeiler zusammengezogenen und mit der Kuppel verbundenen Spieramen schreibt, daß sie „... *die obre Haupt-Cuppel mit der Laderne, den Meisten theil zu tragen ...*“ haben. Er schlußfolgert daraus, daß infolge der Aufteilung der Eigenlasten der Hauptkuppel auf viele Stützpunkte „... *die meiste Last auf den Spieramen ruhet, und nicht alles auff den 8 Pfeilern ...*“. Damit kann man dem Satz entnehmen, daß der obere Teil der Hauptkuppel und die Laterne von den Spieramen getragen werden sollten.

Mit einem plausiblen Lastüberschlag läßt sich die von BÄHR angestrebte Verteilung der Hauptkuppellasten nachvollziehen. Er selbst meinte, daß das gesamte zur Kuppelstützung heranzuziehende Mauerwerksmassiv in der Lage ist, mehr als 24 Hauptpfeiler tragen zu können. Unter Berücksichtigung dessen, daß an jedem der acht Hauptpfeiler zwei Spieramen anschließen<sup>33</sup>, bedeutet dies, daß mit der Angabe „*mehr den 24 solche Pfeiler*“ festgelegt wird, daß weitere Mauerwerkspfeiler des Umfassungsmauerwerkes am Lastabtrag beteiligt werden sollten.<sup>34</sup> Bei einer jeweiligen Gleichverteilung der Lastkomponenten übernahmen damit die Hauptpfeiler weniger als ein Drittel der Gesamtlast der Hauptkuppel. Diese Lastverteilung würde bei einem Ansatz einer kompletten Stützung des oberen Teiles der Hauptkuppel und des Kuppelanlaufes über die Spieramen und des Tambours durch die Hauptpfeiler zu 23 %<sup>35</sup> erreicht. Bei einer vollständigen Lastabtragung der Hauptkuppellasten mit Ausnahme des Kuppelanlaufes über die Hauptpfeiler liegt der Lastanteil, der von den Hauptpfeilern zu tragen ist, bei 76 %.<sup>36</sup>

In der Weiterentwicklung der für den Spannungs- und Verformungszustand des Unterbaus der Frauenkirche richtigen Entscheidung, den größten Teil der Hauptkuppellasten über die Spieramen abzuleiten, muß der Überlegung nachgegangen werden, perpendicular über den - in radialer Richtung gemessen - mittig angeordneten Lasteintragungspunkten auf den Spieramen eine Tambour-

<sup>32</sup> Vgl. Bild 4.3.4 b.

<sup>33</sup> Es muß an dieser Stelle berücksichtigt werden, daß an den Altarpfeilern keine Spieramen anschließen.

<sup>34</sup> Vollständig lautet der Abschnitt in BÄHRs Gutachten: „... *da den die oben gemelte 2 Spieramen an jeden Pfeiler zu sammen gezogen sein, und mit der Cuppel verbunden sindt, umb die obre Haupt-Cuppel mit der Laderne, den Meisten theil zu tragen hat, weil sich das Centrum gravitatis zertheilet, daher den die meiste Last auf den Spieramen ruhet, und nicht alles auff den 8 Pfeilern, den diese Gewalt macht, mehr den 24 solche Pfeiler auß - welches ein Bauverstendiger gar wohl kennen wirdt - Daher gar nicht zu vermuthen, als ob dieses Werck, die Cuppel mit Ladern und Piramide nicht ertragen würde, den eine Krafft von mehr als 24 Pfeilern und nicht von 8 Pfeilern, unterstützen dieses Werck ...*“. Vgl. Anhang A.6.

<sup>35</sup> Vgl. Bild 4.3.5 a. Angenommen wird eine Eigenmasse von 7770 t für den oberen Teil der Hauptkuppel, von 3290 t für den Tambour und von 1350 t für den Kuppelanlauf. Vgl. Zumpe, Neuberg, Busch, Donath, Leo, & Lugenheim, 1993.

<sup>36</sup> Vgl. Bild 4.3.5 b.

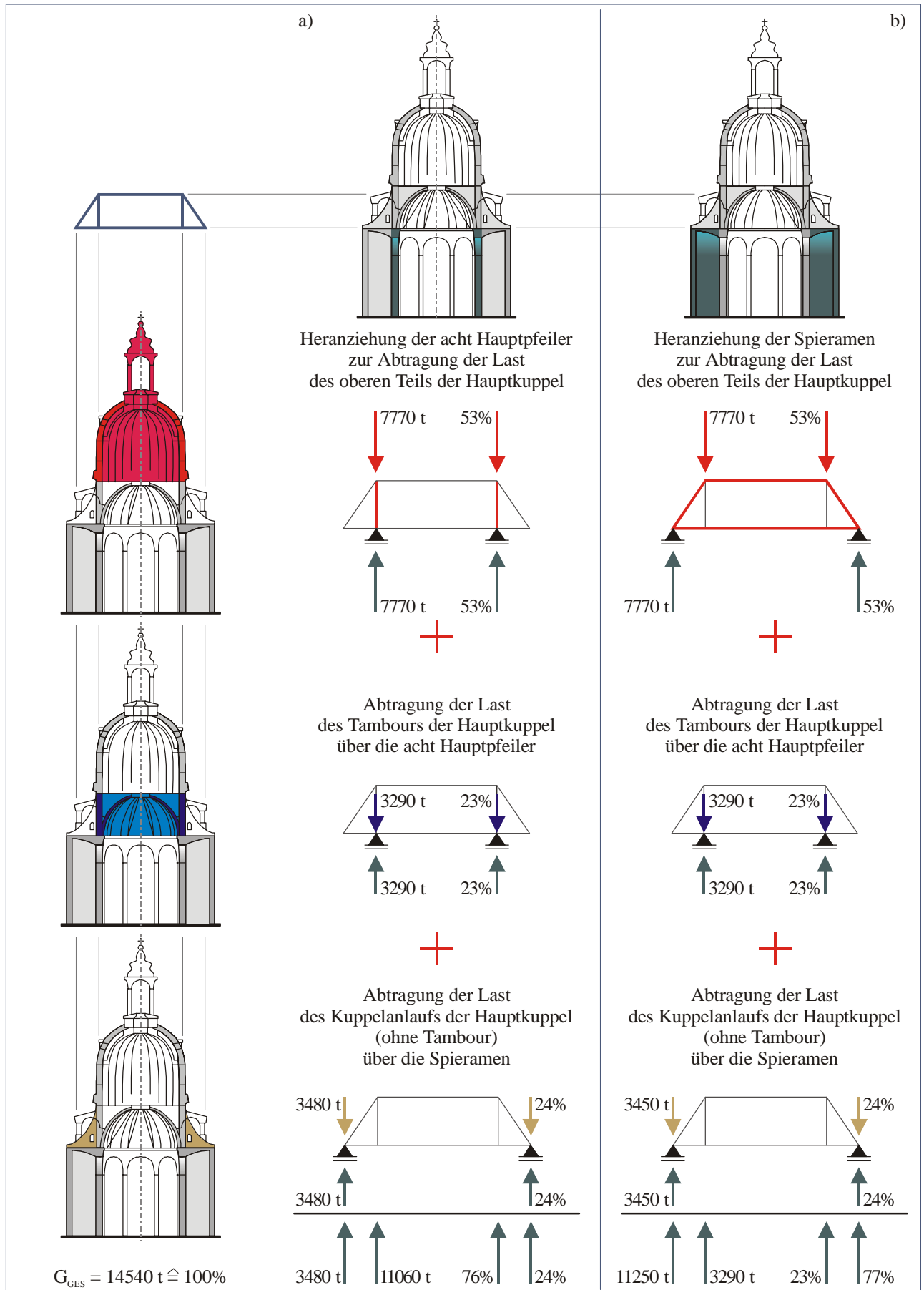


Bild 4.3.5: (Bilderläuterung siehe folgende Seite).



kuppel aufzuführen. Neben dem in der Konsequenz einer derartigen Konstruktion notwendigen Abriß des bereits ausgeführten unteren Teils der Hauptkuppel zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens verbot sich für BÄHR die Ausbildung einer in ihrem Aufstandskreis vergrößerten Tambourkuppel bereits in früheren Planungsphasen, da diese maßgeblich die am 26. Juni 1726 von WACKERBARTH approbierte Architekturform verlassen hätte.<sup>37</sup> Zur Beibehaltung der Architekturform war daher eine Konstruktion erforderlich, die in der Lage war, die Kuppellasten nach außen zu führen.

Für diese Konstruktion ist die Leitbildwirkung detailliert zu untersuchen, auch wenn bereits festgestellt wurde, daß zur Ableitung der oberen Hauptkuppellasten zu den Spieramen Strebenwerke des Holzbaus und Strebebögen des gotischen Kathedralbaus<sup>38</sup> als Leitbild gedient haben können.<sup>39</sup> BÄHR kannte Strebenwerke zur Ableitung von Dach- und Turmlasten in den Tragwerken der kleineren Stadt- und Dorfkirchen, da er sie dort selbst zur Ausführung gebracht hat.<sup>40</sup> Die Einfügung einer Innenkuppel<sup>41</sup>, die die Spannbalken der Strebenwerke durchschneidet, findet sich beispielsweise in der carlsfelder Kirche.<sup>42</sup> Beim Übertrag der bekannten Holzkonstruktionen werden die Druckstreben in die Schwibbögen und die Spannriegel in einen Druckring unterhalb des oberen Kuppelbodens überführt.<sup>43</sup> In den beiden zuletzt beschriebenen Konstruktionen stemmt sich die horizontale Auflagerreaktion am Druckstrebenfuß und am Schwibbogenfuß gegen das Mauerwerk, auf denen die Füße aufgelagert sind.

Eine bereits zitierte Stelle des Gutachtens muß noch einmal interpretiert werden, da sie für die Gestaltwerdung des letztendlich ausgeführten Baus von Bedeutung ist. BÄHR schrieb, daß „... *den die oben gemelte 2 Spieramen an jeden Pfeiler zu sammen gezogen sein, und mit der Cuppel verbunden sindt, umb die obre Haupt-Cuppel mit der Laderne ... zu tragen ...*“. Dieser Satz kann als Hinweis dafür verstanden werden, daß 1733 bereits die 1738 von SCHATZ zeichnerisch erstmals dargestellten Spieramenköpfe im Bau eingefügt waren.<sup>44</sup> Unstrittig an dem Satz ist, daß die Spieramen mit der Kuppel verbunden sind. Bezüglich der Existenz der Spieramenköpfe muß die Aussage einer Fallunterscheidung unterzogen werden. Wenn unterstellt wird, daß die Spieramenköpfe vorhanden waren und sich damit am Abtrag der Lasten aus der oberen Hauptkuppel beteiligten, dann ist die von BÄHR selbst postulierte Erzwingung einer pyramidalen Lastabtragung auch im unteren Teil der Hauptkuppel nicht möglich.<sup>45</sup> Im Fall des Fehlens der Spieramenköpfe bildet die Aussage die Forderung nach Führung der Kuppel bis zu den Spieramen einschließlich deren

---

Bild 4.3.5: Vergleich der Hauptpfeilerbelastung infolge der Stützung des oberen Teiles der Hauptkuppel durch die Hauptpfeiler oder durch die Spieramen gemäß der Baukonzeption BÄHRs.

- a) Stützung des oberen Teiles der Hauptkuppel durch die Hauptpfeiler.
- b) Stützung des oberen Teiles der Hauptkuppel durch die Spieramen.

---

<sup>37</sup> Vgl. Bild 4.3.4 b.

<sup>38</sup> Vgl. dazu auch Jäger, 1997.

<sup>39</sup> Vgl. Abschnitt 3.7 sowie Bild 3.7.5, Bild 3.7.7, Bild 3.7.8 und Bild 3.7.9.

<sup>40</sup> Vgl. Bild 4.3.6 a.

<sup>41</sup> Vgl. Bild 4.3.6 b.

<sup>42</sup> Vgl. Abschnitt 2.5.

<sup>43</sup> Vgl. Bild 4.3.6 c.

<sup>44</sup> Vgl. Abschnitt 3.8 mit dem Bild 3.8.3.

<sup>45</sup> Vgl. Abschnitt 3.9.

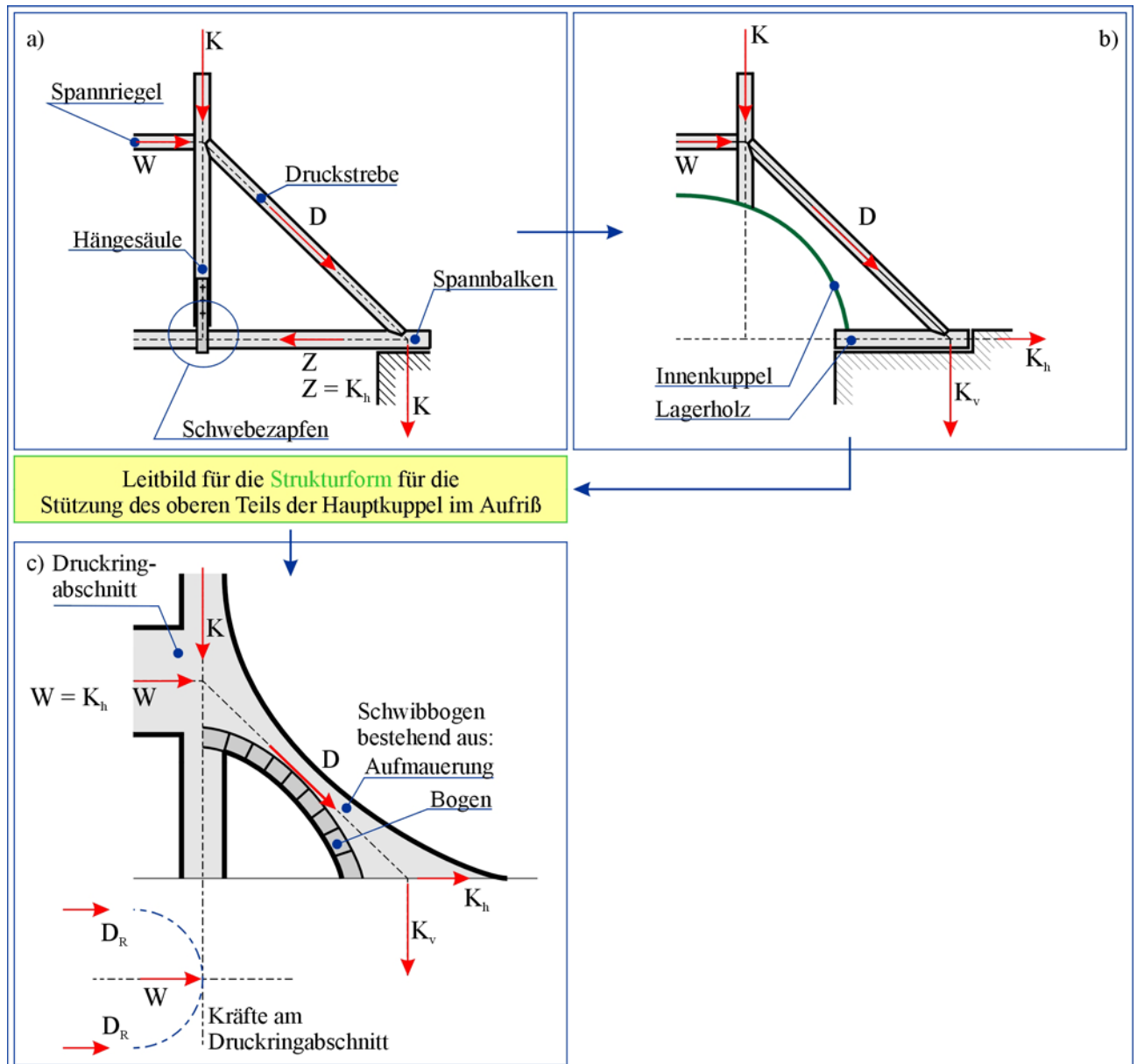


Bild 4.3.6: Leitbild des Strebenwerkes eines hölzernen Dachtragwerkes für die Ableitung der Lasten des oberen Teils der Hauptkuppel zu den Spieramen.

- Strukturform des Strebenwerkes.<sup>46</sup>
- Einfügung einer Innenkuppel in das Strebenwerk, Reduktion des Spannbalkens auf Lagerhölzer, erforderlicher Abtrag der Horizontallasten ( $K_h$ ) der Strebenwerke über das Mauerwerk.<sup>47</sup>
- Von BÄHR vorgenommene Übertragung der Konstruktion in den Baustoff Stein, Überführung der Druckstrebe in einen Schwibbogen.

Absetzung außerhalb des Gurtbogenkreises, um die Einstellung des Abtrages der Kuppellasten ausschließlich über die Hauptpfeiler zu vermeiden. Zusätzlich dazu kann an einer anderen Stelle des Gutachtens nachgelesen werden, daß „... auff allen 4 Ecken ... ein thurm zu dene treppen, angebracht ...“ ist, der „... auch vor dass ausschieben der Cuppel dienet ...“.<sup>48</sup> In dem hier untersuchten

<sup>46</sup> Vgl. Bild 2.4.4.

<sup>47</sup> Vgl. Bild 2.5.10.

<sup>48</sup> Zu sämtlichen Zitaten dieses Abschnittes vgl. Anhang A.6.

Zusammenhang kann das nur heißen, daß die Kuppel, die in ihrer gesamten Höhe pyramidisch wirken soll, bis an die Treppentürme heranreichen muß. Die Wertung der Fallunterscheidung einschließlich der Berücksichtigung der bereits festgehaltenen Tatsache, daß den Schwibbögen gegenüber den Spieramenköpfen innerhalb des Gestaltwerdungsprozesses für die Strukturform das Primat einzuräumen ist, läßt vermuten, daß die Spieramenköpfe zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens durch BÄHR noch nicht im Bau vorhanden waren. Zumindest aber muß festgestellt werden, daß die Spieramenköpfe innerhalb der Baukonzeption BÄHRs infolge seiner Forderung nach einer pyramidalen Lastabtragung in der gesamten Kuppel keinen schlüssigen Beitrag zum Abtrag der Hauptkuppellasten zugewiesen bekommen haben.

Zusammenfassend kann die Absicht BÄHRs, zumindest einen großen Teil der Hauptkuppellasten über die Spieramen abtragen zu wollen, konstatiert und innerhalb des Gestaltwerdungsprozesses als Leitbild für die Strukturform das Strebenwerk des Holzbaus identifiziert werden.<sup>49</sup>

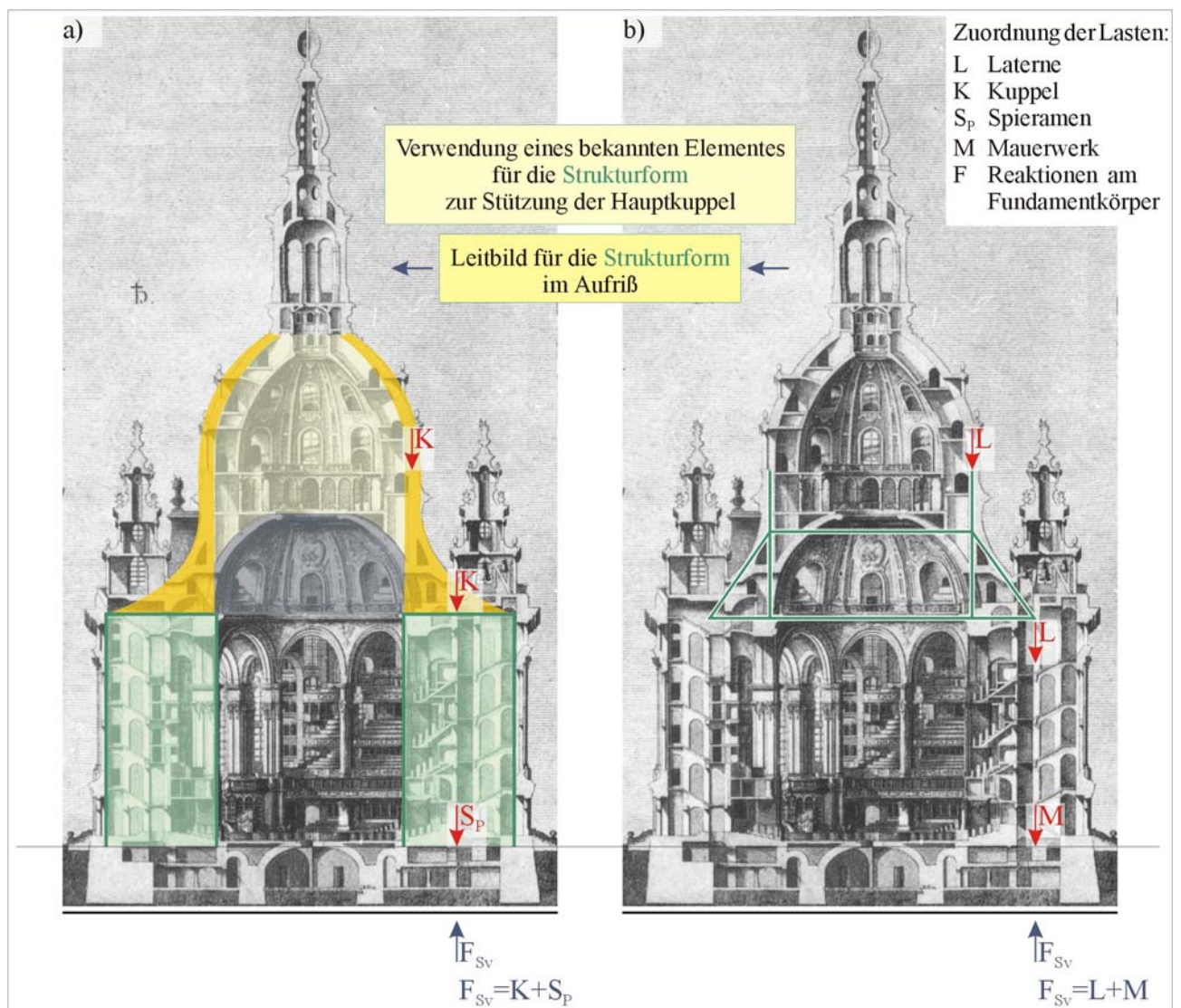


Bild 4.3.7: Stützung von Teilen der Hauptkuppel gemäß der Baukonzeption BÄHRs durch die Spieramen.  
 a) Allgemeine Strukturform zur Stützung der Hauptkuppel.  
 b) Verwendung des Leitbildes eines Strebenwerkes des Holzbaus.

<sup>49</sup> Vgl. Bild 4.3.7.

#### 4.3.4 Der Abtrag des horizontalen Schubes aus der Hauptkuppel über die vorgelegten Risalite und über die Treppenhautürme.

Das Auftreten eines Horizontalschubes am Fuß von Kuppeln war den Baumeistern des Barock offenbar als Erfahrungswert ebenso geläufig oder überliefert wie die Erfordernis einer horizontalen Stützung von Bögen an deren Kämpferpunkten. Sie sprachen dabei bezogen auf Kuppeln von dem „... *ausschieben der Cuppel* ...“. Die aus der Kuppel stammenden Horizontallasten können prinzipiell von umlaufenden Ringankern in der Kuppel selbst oder von dem Unterbau der Kuppel aufgenommen werden.

Trotz der Ankündigung BÄHRs, in seinem Gutachten beschreiben zu wollen, „... *waß vorsorge für die Befestigung dieses wercks*<sup>50</sup> *angewandt* ...“ werden solle, liefert er keine Aussagen zu einer beabsichtigten Ankerführung in der Hauptkuppel. Quellenkundlich nachweisbar wird der Einbau von Ringankern in der Hauptkuppel erst ab dem Jahr 1734.<sup>51</sup> In der Konsequenz kann vermutet werden, daß BÄHR zum Zeitpunkt der Erstellung seines Gutachtens an eine ausschließliche Abtragung der Horizontallasten aus der Hauptkuppel durch den Unterbau dachte. Deshalb beschrieb er in seinem Gutachten das „... *gantze Werck und dessen Structur auß dem grundt* ...“ heraus und schließt die Begründung an, daß der angelegte Unterbau an „... *allen 4 Ecken ... ein thurm zu dene treppen, angebracht* ...“ hat, und „... *so auch vor dass ausschieben der Cuppel dienet* ...“.<sup>52</sup>

Aus den Seitenwänden der Treppenhautürme wachsen die Treppenhautspieramen heraus, die über die Spieramenbögen mit den Hauptfeilern verbunden sind. In Analogie dazu führen von den Risaliten der Achsen B, D und F die Wandspieramen zu den Hauptfeilern.<sup>53</sup> Die pro Hauptfeiler im Grundriß gesehene v-förmige Struktur des Hauptfeiler-Spieramen-Massives bildet ein kräftiges Widerlager, das zum Abtrag der Horizontallasten aus der Hauptkuppel herangezogen werden soll.<sup>54</sup>

An einer anderen Stelle heißt es – wie bereits zitiert – in dem Gutachten BÄHRs, daß sich „... *daß Centrum gravitadis ... sehr viele mahl ... zertheilet, und ... daß außschieben deß Cierkels ... verwehret, ... worzu den auch die 4 treppenthürme daß Ihrige thun* ...“.<sup>55</sup> Die auf viele Stützpunkte des Unterbaus verteilte Eigenlast der Hauptkuppel ruft an den Stützpunkten Horizontallasten hervor, wobei diese in der resultierenden Krafrichtung durch die Vertikallastanteile in Richtung der perpendikularen Linie abgelenkt werden. Die Seitentürme über den Treppenhäusern verbessern mit ihrer Eigenlast diesen Effekt und bringen das Prinzip der Ableitung von Hochschiffasten in der gotischen Kathedrale wiederholend zur Anwendung. Der gotischen Kathedrale kann damit eine Leitbildwirkung für den Abtrag des horizontalen Schubes aus der Hauptkuppel zugesprochen werden. Eine grundsätzlich analoge statische Wirkweise findet sich in der carlsfelder Kirche, die so auch zum Leitbild in diesem Detailpunkt der Strukturform wird.<sup>56</sup>

<sup>50</sup> Gemeint ist die Frauenkirche.

<sup>51</sup> Vgl. Abschnitt 3.7 mit dem Bild 3.7.13.

<sup>52</sup> Vollständig lautet diese Passage in BÄHRs Gutachten: „*Es ist dieser Bau von aussen also angelegt, dass der grundt, welcher Starck genug sein wirdt, ein Quadratt formiere, woran ein halber Cirkel zum Cohre an gelegt ist, auff allen 4 Ecken ist ein thurm zu dene treppen, angebracht, so auch vor dass ausschieben der Cuppel dienet, ...*“. Vgl. Anhang A.6.

<sup>53</sup> Vgl. Bild 1.3.4 und Bild 1.3.8.

<sup>54</sup> Vgl. Abschnitt 3.6 mit den Bildern 3.6.2 und 3.6.6.

<sup>55</sup> Zu sämtlichen Zitaten dieses Abschnittes vgl. Anhang A.6.

<sup>56</sup> Vgl. Bild 4.3.8.

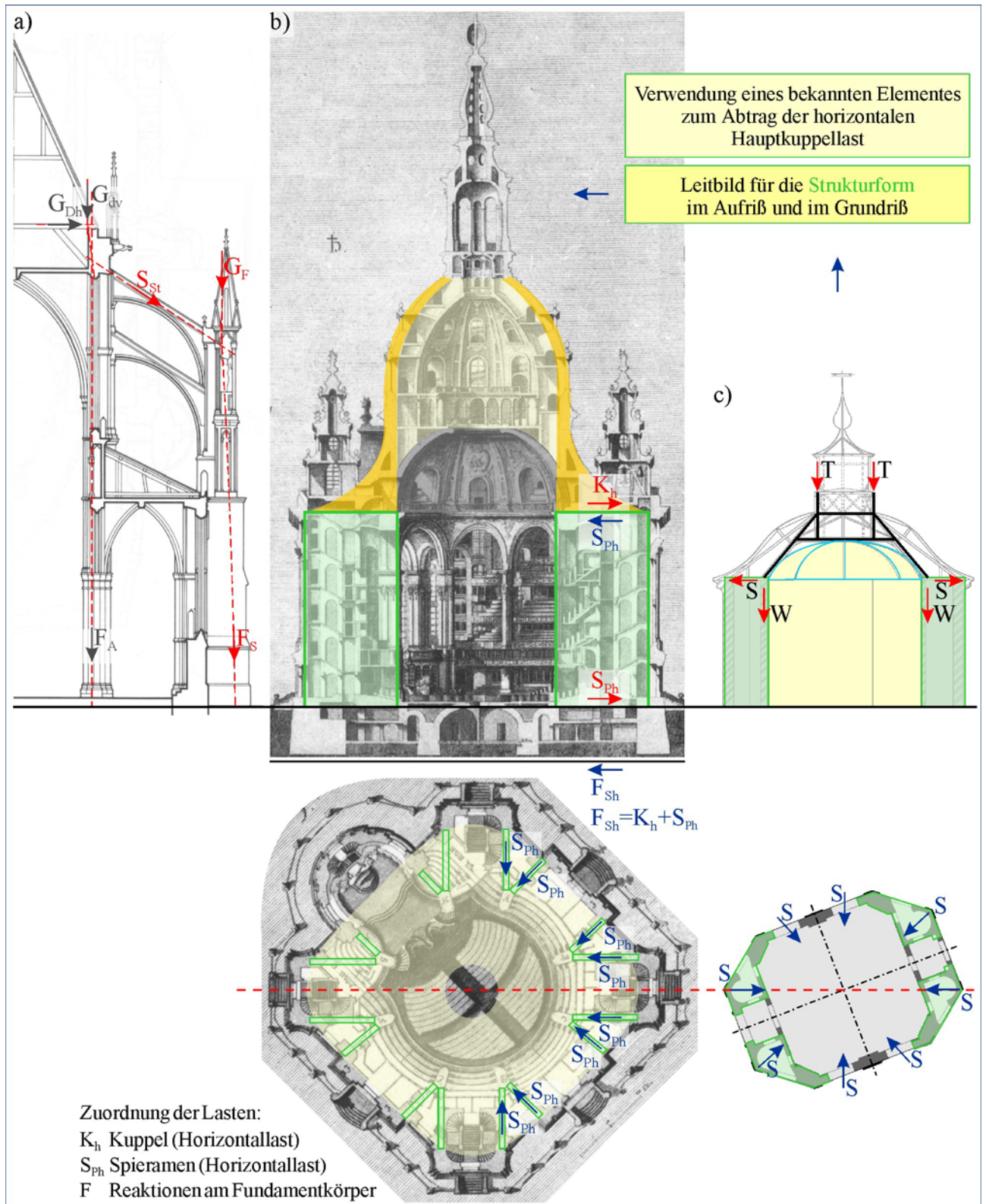


Bild 4.3.8: Abtragung des horizontalen Schubes aus der Hauptkuppel gemäß der Baukonzeption BÄHRs über die vorgelegten Risalite und über die Treppenhautürme.

- a) Verwendung des Leitbildes des Abtrages der Hochschiffasten in der gotischen Kathedrale.<sup>57</sup>  
 b) Strukturform zur Stützung der Innenkuppel.  
 c) Verwendung des Leitbildes des Stemmens eines Strebenwerkes gegen den Unterbau.<sup>58</sup>

<sup>57</sup> Vgl. Bild 3.7.8.

<sup>58</sup> Vgl. Bild 2.5.10.