



Friedhofskirche „St. Sebastian“ Wolframs-Eschenbach

Auftraggeber: Kath. Kirchenstiftung „St. Sebastian“
Wolframs-Eschenbach
Wolfram von Eschenbach Platz 5
91639 Wolframs-Eschenbach

Projekt: Friedhofskirche „St. Sebastian“ Wolframs-
Eschenbach

Inhalt: Statisch-konstruktive Voruntersuchung

Stand: 08.12.2020

1 Einleitung

An der Friedhofskirche „St. Sebastian“ in Wolframs-Eschenbach wurde eine statische Voruntersuchung durchgeführt, um einen Überblick über die Schäden sowie die zu erwartenden Instandsetzungs- und Sanierungskosten zu erhalten und die Ursachen für die herabgefallenen Stuckteile der historischen Stuckdecke zu eruieren.

Der Ursprung der spätgotischen Kirche geht zurück bis in das Jahr 1486, als das Langhaus bereits als Kapelle erbaut war. Der spätgotische Chor wurde zusammen mit der an der Nordseite angegliederten Sakristei in den Jahren 1515-1518 errichtet. Der Dachreiter an der Westseite des Langhauses wurde im Jahr 1684 abgebrochen und durch einen neuen ersetzt. Im Jahr 1989 wurde der Dachreiter unter Verwendung der alten Dachziegel komplett erneuert. 1740/42 hat der Deutsche Orden die Kirche im Stil des Rokoko umgestaltet.

Um die Tragkonstruktion und die Wirkungsweise der einzelnen Tragglieder besser begreifen zu können, wurde der Bestand und die Geometrie aufgemessen und in mehreren Schnitten und Grundrissen dargestellt.

Die vorgefundenen Schäden sind in den Schadensplänen kartiert und in der nachfolgenden textlichen Ausarbeitung erläutert. Die Hauptschäden sind zudem in der beiliegenden Fotodokumentation zusammengefasst und kurz beschrieben.

Die Voruntersuchung umfasst die Schadenskartierung (Anlage 1), die Kostenschätzung mit Sanierungsmaßnahmen (Anlage 2) sowie die Fotodokumentation der Hauptschäden (Anlage 3).

2 Schadensbild

2.1 Dachkonstruktion

Die spätgotische Dachkonstruktion des Langhauses und des Chors wurde jeweils als Kehlbalkendach mit geschlossenen Gespärredreiecken konstruiert, bei welchem die Sparren im Traufbereich in die Zerrbalken eingezapft und am First über Scherzapfen miteinander verbunden sind. Die aus den Sparrenlängskräften resultierenden Horizontalkräfte werden in den Zerrbalken kompensiert.

Im Langhaus wurden insgesamt drei Kehlbalkenebenen eingebaut, wodurch die Sparren gegeneinander abgestützt werden. Im kleineren Chordach existieren lediglich zwei Kehlbalkenlagen. Die Kehlbalken sind mit den Sparren über Schwalbenschwanzüberblattungen verbunden. In Querrichtung wird das Dachtragwerk des Langhauses und des Chors im 1. DG durch einen liegenden und im 2. DG durch einen stehenden Stuhl mit Steigbändern ausgesteift. Die liegenden Stuhlsäulen des 1. DG's sind am oberen Ende mit Längsrähmen und im Traufbereich mit vierkantigen Schwellen verzapft. Die stehenden Stuhlsäulen des 2. DG's sind am oberen Ende in Längsrähme und unten in Lastverteilungsschwellen auf der 1. Kehlbalkenebene eingezapft. Die liegenden Stuhlsäulen, welche gleichzeitig die Sprengstreben für die integrierten Hängesprengwerke sind, sind am unteren Ende in Schwellen eingezapft.

In den Binderachsen des Langhauses sind zugleich die Hängewerke integriert, an welchen die über ca. 12 m spannende Zerrbalkenlage samt Stuckdecke aufgehängt ist. Im Chordach ist die Stuckdecke ebenfalls an Hängewerken aufgehängt, die allerdings separat neben den Binderkonstruktionen angeordnet sind.

Bei den statischen Untersuchungen war festzustellen, dass die Stuckdecke um bis zu 13 cm nach unten verformt ist, was ein deutliches Zeichen für eine unzureichende Lastabtragung durch die historischen Hängewerke im Dachtragwerk ist. Zudem beeinträchtigen weitere ursprüngliche Konstruktionsfehler, in Teilbereichen starke Feuchtigkeitsschäden sowie unsachgemäße Reparaturen die Tragwirkung der Dachkonstruktion.

Nachfolgend werden die vorgefundenen Hauptschäden kurz stichpunktartig erläutert:

Ursprüngliche Konstruktionsmängel:

- Die historischen Hängesprengwerke im Dachtragwerk des Langhauses sind viel zu weich konstruiert worden, um die hohen Vertikallasten aus der 12 m weit spannenden Zerrbalkenlage samt Stuckdecke schadensfrei aufzunehmen. So wurden die Überzüge der Zerrbalkenlage

über Hängesäulen lediglich mit den Binderkehlbalken der 1. und 2. Kehlbalkenebene verbunden, wobei die Hängesäulen mit den Binderkehlbalken überblattet und mit Holznägeln gesichert wurden. Die jeweiligen Binderkehlbalken haben sich jedoch der Lastabtragung entzogen, da diese wiederum nicht durch Sprengstreben sondern lediglich durch die spätgotischen Steigbänder der stehenden Stuhls im 2. DG abgestützt werden. Auch andere Verbindungen und Anschlüsse dieser Hängesprengwerke sind statisch nicht ausreichend, um die vertikalen Lasten aus der Zerrbalkenlage schadenfrei und verformungsarm auf die Außenwände abzuleiten. Die Folgen davon sind die starken Durchbiegungen und Deformationen sowie Rissbildungen in der historischen Stuckdecke.

- Auch in der Dachkonstruktion des Chors sind die bauzeitlichen Hängesprengwerke zu weich und statisch unzureichend konstruiert worden, um die Lasten aus der Stuckdecke erschütterungs- und schadensfrei aufzunehmen. Die zweiteiligen Hängesäulen sind mit dem Mittelrähm, den Kehlbalken sowie den Sparren überblattet, wobei die Überblattungen mit den Sparren als Schwalbenschwanzüberblattungen ausgebildet wurden. Dennoch sind die Anschlüsse statisch nicht ausreichend und klaffen häufig aus ihren Verbindungen.
- Die Längsaussteifung des Dachtragwerks ist sehr spärlich, weshalb viele Gespärre in Längsrichtung verschoben sind.
- Der Dachreiter am westlichen Ende des Langhausdachs ist statisch nicht ausreichend abgefangen und belastet die Hängesprengwerke und damit die Zerrbalkenlage samt Stuckdecke zusätzlich.
- Der Westgiebel ist mit der Dachkonstruktion nicht ausreichend verschludert.
- Die Schwellen im Traufbereich als Widerlager für den liegenden Stuhl und die Hängesprengwerke sind nicht ausreichend schubfest in der Zerrbalkenlage rückverankert.
- Die Walmkonstruktion des Chordachs ist in der Zerrbalkenlage nicht zugfest rückverankert, da die Stichbalken im Anfallzerrbalken nur eingezapft sind und Zapfenverbindungen keine Zugkräfte aufnehmen können. Unkompensierte, horizontale Walmschubkräfte drücken auf die Außenwände des Chors, was bereits zu Rissbildungen im Mauerwerk der Apsis geführt hat. Zudem ist die Walmkonstruktion nicht ausreichend nach innen abgestützt, was sich an den Längsverschiebungen der Gespärre und den aufklaffenden Verbindungen deutlich zeigt.
- Das Vorholz an den Zerr- und Stichbalkenköpfen ist für die vorhandenen Sparrenhorizontalkräfte viel zu kurz. Oft ist das Vorholz bereits ausgerissen, so dass sich die abrutschenden Sparren auf die Rähme gelegt und diese zu Pfetten umfunktioniert haben.
- Wegen einer fehlenden, funktionierenden Traufhinterlüftung sind verschiedene, tragende Hölzer an der mit Schutt verfüllten Traufe stark feuchtigkeitsgeschädigt.

- Die Hochhängungen zwischen den Zerrbalken und den Überzügen (Bolzen mit Splint bzw. nur Bauklammern) sind stark korrodiert oder ausgerissen und statisch nur noch bedingt wirksam.
- Das Sakristeidach ist zu weich konstruiert und die Sparren sowie die Mittelpfette sind durchgebogen. Zudem sind die Sparren des Sakristeidachs am oberen Ende mit dem Chordach nicht ausreichend schubfest verbunden (kein festes Auflager). Dies führt dazu, dass die Sparren abrutschen und unplanmäßig die nördliche Sakristeiwand mit Horizontalkräften belasten.

Unsachgemäße Eingriffe und Reparaturen:

- Durch den nachträglichen Einbau von Sprengstreben und Druckriegeln wurde bereits bei vergangenen Ertüchtigungsmaßnahmen versucht, im Dachtragwerk des Langhauses weiteren Verformungen und einem fortschreitenden Absacken der Zerrbalkenlage samt Stuckdecke entgegenzuwirken. Allerdings sind die Anschlusspunkte dieser neuzeitlichen Konstruktionen statisch nicht ausreichend.
- Zahlreiche Zerrbalken und Sparren wurden unsachgemäß durch beidseitige Holzlaschen repariert, wobei die feuchtigkeitsgeschädigten Holzteile nicht überall sachgemäß entfernt und in ihrem schadhafte Zustand einfach belassen wurden. Bei entsprechend günstigen Umgebungs- und Witterungsbedingungen (hohe Holzfeuchte etc.) können sich die pflanzlichen und tierischen Holzzerstörer weiter ausbreiten.

Feuchtigkeitsschäden und Schädlingsbefall:

Die Dachkonstruktion über dem Langhaus und dem Chor weist in Teilbereichen starke Feuchtigkeitsschäden sowie Schädlingsbefall auf. Vor allem im Traufbereich ließ eingedrungene Feuchtigkeit verschiedene Holzkonstruktionsteile anfaulen. Der Schädlingsbefall ist noch aktiv.

- Im Traufbereich sind einige Zerrbalken-, Stichbalken- und Sparrenköpfe bis zum vollständigen Tragverlust hin geschädigt. Die Zugverbindung zwischen den Zerrbalken und den Sparren funktioniert hier nicht mehr. Als Folge davon werden zum einen die Außenwände mit unkompenzierten Dachschubkräften belastet. Zum anderen kommt es zu Lastumlagerungen, wobei sich die abrutschenden Sparren auf die Längsrähme legen und diese zu Pfetten umfunktionieren. Dadurch werden wiederum erhöhte Vertikallasten über den stehenden Stuhl auf die ohnehin stark durchgebogene Zerrbalkenlage abgeleitet.
- Die Mauerlatten weisen an vielen Stellen starke Feuchtigkeitsschäden auf oder sind überhaupt nicht mehr vorhanden. Die hohen Punktlasten aus der Zerrbalkenlage werden daher nicht mehr gleichmäßig auf die Außenwände verteilt, was die Rissbildung vor allem in den Fensterscheiteln begünstigt.

2.2 Außenwände, Fundamente und Chorbogen

Wie bereits erläutert, haben ursprüngliche Konstruktionsfehler, unsachgemäße Reparaturen sowie Feuchtigkeitsschäden in der Dachkonstruktion zu den Rissen in den mit Sandsteinmauerwerk errichteten Außenwänden mit beigetragen.

Die Mauerwerksrisse in den Außenfassaden dürften aber überwiegend schon älteren Datums sein und bewegen sich vom Schadensumfang her für ein Bauwerk dieser Größe durchaus im üblichen Rahmen.

Einige vertikale, nicht standsicherheitsgefährdende Risse verlaufen bis zu den Wandfüßen und dürften wohl auf die im Jahr 1991 durchgeführten Fundamentsanierungsmaßnahmen zurückzuführen sein und sind in statischer Hinsicht eher unbedeutend. Aus diesen Gründen wurde auf eine Fundament- und Baugrunduntersuchung verzichtet.

Im Chorbogen sowie in beiden Chorbogenschultern dagegen waren durchaus größere, statisch bedingte Risse festzustellen. Hauptursache hierfür ist die bauliche Gegebenheit, dass die Schildwand oberhalb des Chorbogens zusätzlich zum Chorbogen selbst die beiden Chorbogenschultern (Kämpfer) auseinander drückt. Offenbar haben in den beiden Chorbogenschultern bereits Fundamentverdrehungen stattgefunden, was schließlich Zugspannungen und damit Rissbildungen im Chorbogen und im Übergang zu den Chorbogenschultern zur Folge hatte.

2.3 Empore

Das Tragwerk der zweigeschossigen Empore besteht in beiden Emporenebenen aus parallel zum Kirchenschiff verlaufenden Deckenbalken, die auf der Westseite im Mauerwerk des Westgiebels und auf der Ostseite im Brüstungsbereich jeweils auf einem querverlaufenden, deckengleichen Unterzug aufliegen. Die deckengleichen Unterzüge lasten sich in beiden Emporenebenen jeweils auf zwei Eichenholzstützen ab.

Die statischen Berechnungen haben ergeben, dass die in Ost-Westrichtung spannenden Deckenbalken für den von der DIN EN 1991-1-1 geforderten Verkehrslastansatz von $p = 4,0 \text{ KN/m}^2$ ausreichend dimensioniert sind. Allerdings waren mit Hilfe von Bohrwiderstandsmessungen an zwei Deckenbalken Schädigungen im Auflagerbereich des Westgiebels festzustellen.

Die beiden deckengleichen Unterzüge dagegen unterhalb der Brüstung auf der Ostseite sind für den geforderten Verkehrslastansatz deutlich überlastet! Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Unterzüge mit den Abmessungen von $b/d = \text{ca. } 24/22 \text{ cm}$ bzw. $26/20 \text{ cm}$ im Über-

blattungsbereich mit den Deckenbalken stark ausgenommen worden sind. Im mittleren Feld, wo die Brüstung noch um bis zu 80 cm auskragt, sind die beiden deckengleichen Unterzüge sogar um die halbe Querschnittshöhe ausgenommen, so dass im Bereich der Überblattungen mit den Deckenbalken nur noch eine Unterzugsresthöhe von ca. 10 cm vorhanden ist!

Hinzu kommt, dass die Deckenbalken im Überblattungsbereich mit den deckengleichen Unterzügen aber auch den Treppenwechselln derart stark ausgeklinkt sind, dass die zulässigen Querzugspannungen in den Deckenbalken überschritten sind. An den Längsrissen in den Deckenbalken wird dies besonders deutlich.

Ab sofort müssen die untere Empore auf max. 20 Personen und die obere Empore auf max. 10 Personen beschränkt oder alternativ durch eine Notabstützung gesichert werden! Die Kirchengemeinde ist dafür verantwortlich, dass die maximal zulässige Anzahl von Personen auf der Empore nicht überschritten wird und haftet im Schadensfall auch dafür! Das Ingenieurbüro fhs übernimmt bei einer Überschreitung der maximal zulässigen Personenanzahl auf der Empore keine Haftung!

Bei einem gemeinsamen Ortstermin mit der Kirchenverwaltung und der Diözese Eichstätt muss besprochen werden, in welchem Umfang die Empore saniert und nachgerüstet werden soll. Es sind mehrere Sanierungskonzepte in Verbindung mit einer dauerhaften Lastbeschränkung (Personenbeschränkung) denkbar.

3 Instandsetzungskonzept / Handlungsbedarf

Als Hauptursachen für das vorhandene Schadensbild an der Stuckdecke und an den Außenwänden sind die ursprünglichen Konstruktionsfehler, die Feuchtigkeitsschäden und der Schädlingsbefall im historischen Dachtragwerk zu nennen. Einige vertikal verlaufende Risse sind aber auch nur schlichtweg auf Baufugen zurückzuführen, wo verschiedene Mauerwerksteile schon bei der Errichtung des Gebäudes nicht ausreichend miteinander im Verband gemauert wurden.

Nachfolgend wird das Instandsetzungskonzept kurz stichpunktartig erläutert:

- Für eine umfassende Sanierung muss die Kirche außen und innen eingerüstet werden. Das Dach ist vollständig abzudecken, um das vielfach erforderliche Austauschen und Anpassen der Holzkonstruktionsteile zu erleichtern sowie die Dachkonstruktion zu entlasten und neu auszurichten. Über der abgedeckten Dachkonstruktion muss ein Schutzdach mit reißfester Gitterfolie errichtet werden, damit das Dachinnere während der Baumaßnahme abgedichtet ist. Für die Dichtigkeit des Schutzdaches während der Baumaßnahme ist die ausführende Zimmerei verantwortlich.
- Grundsätzlich muss das ursprüngliche System des Kehlbalkendaches mit seinen geschlossenen Gespärredreiecken gemäß historischem Vorbild wiederhergestellt werden. Sämtliche feuchtigkeitsgeschädigten und durch beidseitige Laschenverbindungen reparierte Zerrbalken, Sparren, Kehlbalken, Schwellen etc. sind querschnittsgleich z. B. durch stehende Blattverbindungen mit Stabdübeln biegesteif zu stoßen. Die Sparren müssen nach historischem Vorbild wieder in die Zerrbalken eingezapft werden, damit die Sparrenhorizontalkräfte schadenfrei in die Zerrbalken eingeleitet werden. Bei Mehrfachschädigung sind die Hölzer komplett auszutauschen. Sämtliche unsachgemäße Reparaturen sind wieder rückgängig zu machen. Die Hölzer sind auszubauen und zu entsorgen.
- Außerdem müssen sämtliche Holzkonstruktionsteile im Traufbereich wie Zerrbalken- und Sparrenköpfe sowie Mauerlatten luftumspült sein. Die mit Schutt verfüllten, schadhaften Mauerlatten müssen freigelegt, ausgebaut und durch neue, kraftschlüssig eingebaute Mauerlatten ersetzt werden. Die Mauerkronen sind so auszubilden, dass eine ausreichende Belüftung der Hölzer möglich ist. Im Traufbereich sollte ein Lochblech angeordnet werden, damit die Traufe hinterlüftet ist. Eine Belastung des gemauerten Gesimses durch die Aufschieblinge ist auf jeden Fall zu vermeiden. Die Aufschieblinge müssen auf die Zerrbalkenköpfe abgestützt oder aufgesattelt werden, damit das Gesims nicht belastet wird.
- Im Dachtragwerk des Langhauses und des Chors müssen mehrere neue Hängesprengwerke eingebaut, um die stark deformiert und überlastete Zerrbalkenlage samt Stuckdecke dauerhaft und sicher aufzuhängen und gegenüber den Erschütterungen aus den veränderlichen Windlasten zu stabilisieren. Gleichzeitig sind die historischen und nachträglich eingebauten Hänge-

sprengwerke an den Verbindungspunkten zumindest so nachgerüstet werden, dass sie ihr Eigengewicht tragen und die Zerrbalkenlage nicht zusätzlich belasten. Hierbei sind insbesondere die Fünfeckschwellen durch Verschraubungen in der Zerrbalkenlage schubfest zu verankern, damit die aus den Sprengwerken resultierenden Horizontalkräfte aufgenommen werden können.

- Aufgrund des zu kurzen Vorholzes sind die Sparren durch Vollgewindeschrauben in der Zerrbalkenlage rückzuverankern, um ein Aufreißen des Vorholzes zu verhindern und eine schadenfreie Einleitung der Sparrenhorizontalkräfte in die Zerrbalken zu ermöglichen.
- Die Walmstichbalken des Chordachs sind durch neue Stahlformteile oder Vollgewindeschrauben zugfest im Anfallzerrbalken zu verankern, damit die Außenwände der Apsis nicht mehr durch horizontale Walmschubkräfte belastet werden. Zugleich muss der Anfallzerrbalken durch einen Beibalken auf Querbiegung verstärkt werden.
- Die spärliche Längsaussteifung der Dachkonstruktion muss durch den Einbau neuer Windbohlen ertüchtigt werden. Der Westgiebel ist dann durch neue Stahlschlaudern kraftschlüssig mit der ausgesteiften Dachkonstruktion zu verschlaudern.
- Die Schlepptsparren des Sakristeidachs müssen schubfest mit dem Chordach verschraubt werden, damit die Sakristeiwand nicht mehr durch Sparrenhorizontalkräfte nach außen gedrückt wird. Im Sakristeidach muss zudem die zu schwach dimensionierte Mittelpfette durch eine Abstützungskonstruktion aus einer neuen Stütze und einem neuen Abfangträger unterstützt werden.
- Die Mauerkronen des Langhauses und des Chors müssen je nach Bedarf saniert werden. Fehlstellen im Mauerwerk und lockere Bereiche müssen neu vermauert bzw. durch den Steinmetz ergänzt werden. Lockere und offene Fugen im Sandsteinmauerwerk der Mauerkronen und des umlaufenden Traufgesimses sind zu öffnen und auszukratzen und wieder neu zu verfugen. Die vorhandenen und neu eingebauten Mauerlatten müssen kraftschlüssig und vollflächig untermauert werden, damit die vertikalen Dachlasten gleichmäßig im Mauerwerk verteilt werden.
- Über dem Chorbogen sollte ein wandmittig gebohrter Spannanker eingebaut werden, damit zum einen die bereits voneinander abgerissenen Mauerwerksteile des Chorbogens wieder kraftschlüssig miteinander verbunden und stabilisiert werden und zum anderen die Horizontalkräfte der Schildwand und des Chorbogens dauerhaft kompensiert werden.
- Ansonsten sind die Risse in den Außenwänden und im Chorbogen zu säubern, mit Trasskalkmörtel wieder zu schließen und über eingesetzte Packer kraftschlüssig mit Trasskalkverpressmörtel zu verpressen.

Aufgrund des vorhandenen Schadensumfangs sind die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit der Dachkonstruktionen und der Empore in Teilbereichen deutlich beeinträchtigt. Eine Sanierung und statische Ertüchtigung der Dachkonstruktionen und der Empore sollten möglichst bald durchgeführt werden, um einen weiteren baulichen Verfall und damit verbundene, steigende Sanierungskosten insbesondere an der Stuckdecke zu verhindern.

Falls eine statische Sanierung des Dachtragwerks finanziell nicht möglich ist, muss die Stuckdecke dauerhaft durch ein Netz so gesichert werden, dass Kirchenbesucher nicht durch herabfallende Stuckteile zu Schaden kommen!

Cadolzburg, den 08.12.2020



Dipl.-Ing. (Univ.) Jürgen Sperlich