

# Günter Eckstein: Meßtechnische Bauüberwachung und Schadensdokumentation an der evangelischen Pfarrkirche St. Stephanus in Mulfingen-Hollenbach, Hohenlohekreis

## *Ausgangslage*

Im Februar 1983 berichtete der ehrenamtliche Kreisbeauftragte für Bau- und Kunstdenkmalspflege, Günter Klein aus Braunsbach, in einem Bericht im Vorfeld einer Außenrenovierung der Pfarrkirche in Hollenbach dem Landesdenkmalamt, daß im Chorbereich außen und innen Senkungsrisse zu sehen seien, und daß vor der Durchführung einer Renovierung eine statische Untersuchung angebracht sei. Weiterhin, daß wertvolle Wandmalereien akut gefährdet seien, daß starke Risse den Wand- wie auch den Deckenputz durchzögen und sich an mehreren Stellen der Putz vom Untergrund gelöst habe.

Der leitende Architekt veranlaßte daraufhin ein statisches und ein restauratorisches Gutachten über die Schäden. Darauf aufbauend mußte im Frühjahr 1984 an der Südwand des Chores eine Notsicherung vorgenommen werden, da sich offensichtlich die Chorwand

1 DIE PFARRKIRCHE ST.STEPHANUS vor der Renovierung. Nord- und Ostansicht, Aufnahme von Architekt Peter Haag im August 1958. Das Gebäude im Vordergrund wurde nach den Renovierungsarbeiten von 1959 abgebrochen.



vom Turm gelöst hatte und die Malereien aus der Zeit um 1400 in hohem Maße gefährdet waren. Im Dachgeschoß mußten über dem Chorgewölbe gegenüber dem Turm die Balkenlage erneuert und ein neues Sprengwerk errichtet werden, da die Deckenbalken teilweise auf dem Gewölbescheitel auflagern. In diesem Zeitraum erfolgte auch die vorgesehene Außenrenovierung der Kirche.

Unter Hinzuziehung des staatlichen Prüfamtes für Baustatik in Heilbronn wurden die Probleme in der Kirche mit einem Bericht über „Schäden an den Umfassungsmauern und im Gewölbe“ vom Kreisbauamt Hohenlohekreis nochmals zusammengefaßt. Dabei wurden auch die möglichen Schadensursachen analysiert. Um hierfür weitere und schlüssigere Begründungen zu erhalten, wurden zusätzliche geologische und meßtechnische Untersuchungen in Auftrag gegeben.

Das Geologische Landesamt Baden-Württemberg er-

2 NORD- UND OSTANSICHT der Kirche im Februar 1987. Der Abbruch des Gebäudes an der Nordseite hat bewirkt, daß der Untergrund stärker austrocknen konnte, und sich dadurch die Nordseite der Kirche einseitig gesetzt hat.







3 BLICK IN DEN CHOR, Aufnahme vor der Renovierung im August 1958. Im Jahr darauf wurde der östliche Zugang vermauert, die Chorempore herausgenommen, der Altar nach Osten versetzt, die Nordempore im Schiff herausgenommen und die Kanzel in die Nordstecke des Schiffes verlegt.

kundete daraufhin den Baugrund und die Gründungsverhältnisse mit Schürfgruben und Sondierungen und untersuchte die Proben im bodenmechanischen Labor. Die Ergebnisse wurden in einem „Ingenieurgeologischen Gutachten zur Ursache und Sanierung baulicher Schäden“ zusammengestellt.

Das Referat Technische Dienste, Photogrammetrie, des Landesdenkmalamtes arbeitete ein Konzept zur meßtechnischen Bauüberwachung aus. Es gliedert sich in zwei Teile: Erfassung des Istzustandes und Langzeitbeobachtungen. Für die Erstaufnahme wurde der Innenraum des Chores im Herbst 1987 photogrammetrisch erfaßt. Aus organisatorischen Gründen konnte die Außenvermessung erst im Frühjahr 1987 im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik in Stuttgart erfolgen. Im Juni 1987 stellte das Landesdenkmalamt den Bericht über die „Meßtechnische Bauüberwachung und Schadensdokumentation“ fertig.

#### Baugeschichte

Um die Untersuchungsergebnisse einordnen zu können, ist ein Rückblick auf die Baugeschichte und die letzten Umbaumaßnahmen unerlässlich.

Hollenbach liegt auf der waldreichen Hochebene zwischen Jagst und Tauber. Die Kirche befindet sich im nordwestlichen Teil des Dorfes, sie hebt sich dominierend durch das Fachwerkgeschoß über dem Chor und durch den hohen Turm von den umliegenden Häusern ab.

Der Ort war alter Besitz der Grafen von Hohenlohe, im



4 BLICK IN DEN CHOR nach den Veränderungen im Inneren der Kirche. Photogrammetrische Aufnahme im September 1984 zur Vermessung eines Querschnittes vor dem Chorbogen.

Jahr 1219 erstmals unkundlich erwähnt. In diesem Jahr trat Hohenlohe den Kirchenschatz an den Deutschen Orden ab, erhielt ihn aber mit der Reformation wieder zurück.

Die ältesten Teile des noch im 13. Jahrhundert errichteten Kirchenbaus sind die Turmuntergeschosse. Sie gehören zu einer ehemaligen Chorturmkirche. Mitte des 14. Jahrhunderts wurde westlich davon das heutige Schiff mit einer Flachdecke, im Inneren getragen von zwei kannelierten Holzsäulen, angebaut. Um die Wende vom 14. zum 15. Jahrhundert entstand nördlich vom Turm der Chor mit zwei kreuzrippengewölbten Jochen. Um 1739 wurde das Glockengeschoß aus Fachwerk abgetragen und der Turm um zwei Stockwerke erhöht. Achtzehn Jahre später wurde die westliche Giebelwand ab- und wieder neu aufgebaut.

Die noch erhaltenen Wandmalereien zeigen im Turmchor ein Majestasbild, Evangelistensymbole und St. Georg aus dem späten 13. Jahrhundert, an der nördlichen Langhauswand die Petrusdarstellung aus der Zeit um 1340/50 und an der südlichen Chorwand St. Michael mit Waage und die Anbetung der Könige um 1400. Die dekorative Gewölbemalerei im Chor stammt aus der Zeit um 1520. Im Chor steht ein spätbarocker Altar von J. A. Sommer aus dem Jahr 1748.

Die letzte Renovierung der Kirche erfolgte im Jahr 1959 unter dem Architekten Peter Haag aus Schorn-dorf. Dabei wurden die Wandmalereien freigelegt. Weiterhin gab es im Inneren umfangreiche Veränderungen: Die Chorempore wurde herausgenommen und der öst-





5 WANDMALEREI an der südlichen Chorwand um 1400. Erkennbar sind im oberen Feld St. Michael, darunter links Maria und das Christkind und rechts die Heiligen Drei Könige. In diesem Bereich mußte im Frühjahr 1984 eine Notsicherung vorgenommen werden, da sich offensichtlich die Chorwand von dem angrenzenden Turm gelöst hatte. Photogrammetrische Aufnahme vom September 1984 zur Vermessung eines Längsschnittes durch den Chor.

liche Zugang vermauert, der Altar nach Osten versetzt, im Schiff die Nordempore herausgenommen und dafür die Südempore vertieft, die Kanzel in die Nordostecke des Schiffes verlegt und der Eingangsbereich verändert. Weiterhin baute man an der Westseite des Turmes einen Heizraum ein, wobei die Turmwand in einer Stärke von ca. 20 cm unterfangen wurde. Nach diesen Baumaßnahmen wurde im Norden des Chores ein direkt angrenzendes Gebäude abgebrochen.

#### Grundlagenvermessung

Die Grundlagenvermessung wurde entsprechend dem Konzept zur meßtechnischen Bauüberwachung ausgeführt. Die Vermessung erfolgte zunächst völlig unabhängig von den zu erwartenden Ergebnissen. Innerhalb des Meßprogrammes wurden sämtliche, zunächst auch unwichtig erscheinende Details mit aufgenommen, da sie für die weiteren Auswertungen von Bedeutung sein können. Durch das sinnvolle Integrieren der verschiedenen Meßmethoden wie Photogrammetrie, Geodäsie und Handvermessung erreichte man einen rationellen Meßablauf. Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Auswahl der Meß- und Dokumentationsmethoden war, daß die Grundlagenvermessung gleichzeitig eine optimale Dokumentation für die späteren Untersuchungen darstellen muß.

Für das Integrieren verschiedener Meß- und Dokumentationsmethoden zu einem Gesamtkonzept gibt es nur wenige Beispiele, da die einzelnen Methoden meist getrennt voneinander ausgeführt werden: Bauaufnahme und Befunduntersuchung von Architekten, photogrammetrische Vermessungen von photogrammetrischen Firmen und punktuelle Einzelmessungen für statische

Untersuchungen von Geodäten. Rationelle Bearbeitungen und plausible Ergebnisse sind hier nur zu erwarten, wenn die Methoden aufeinander abgestimmt werden und eine gemeinsame Auswertung erfolgt.

Bei der meßtechnischen Bearbeitung von Hollenbach konnte beim Landesdenkmalamt auf den Erfahrungen bei der Kapellenkirche von Rottweil aufgebaut werden. Hier wurden im Rahmen einer baugeschichtlichen Untersuchung und statischen Sanierung im Chor und Schiff Grundlagenvermessungen durchgeführt und ausgewertet und nach erfolgten statischen Sanierungsmaßnahmen Folgebeobachtungen angesetzt.

In der evangelischen Kirche St. Stephanus in Hollenbach wurde der Innenraum des Chores mit 16 Stereoaufnahmen photogrammetrisch erfaßt. Anschließend wurden folgende Pläne im Maßstab 1:20 gezeichnet: 1 Grundriß in Bodenhöhe, 1 Deckenspiegel, 2 Längsschnitte durch die Chorachse und 3 Querschnitte vor dem Chorbogen und durch die beiden Fensterachsen. Besonders sorgfältig wurden die Risse aufgezeichnet, Haarrisse mit einer Linie und breitere Risse mit Doppellinien. Bei der photogrammetrischen Auswertung hat man durch die große Aufnahmebasis gegenüber dem Betrachter vor Ort ein vielfach gesteigertes Tiefensehvermögen und kann dadurch Risse exakt erkennen und darstellen.

Zusätzlich zu den photogrammetrischen Aufnahmen wurden die markanten Risse und Gewölberippenablesungen durch Kleinbildaufnahmen aus unterschiedlichen Richtungen fotografiert.

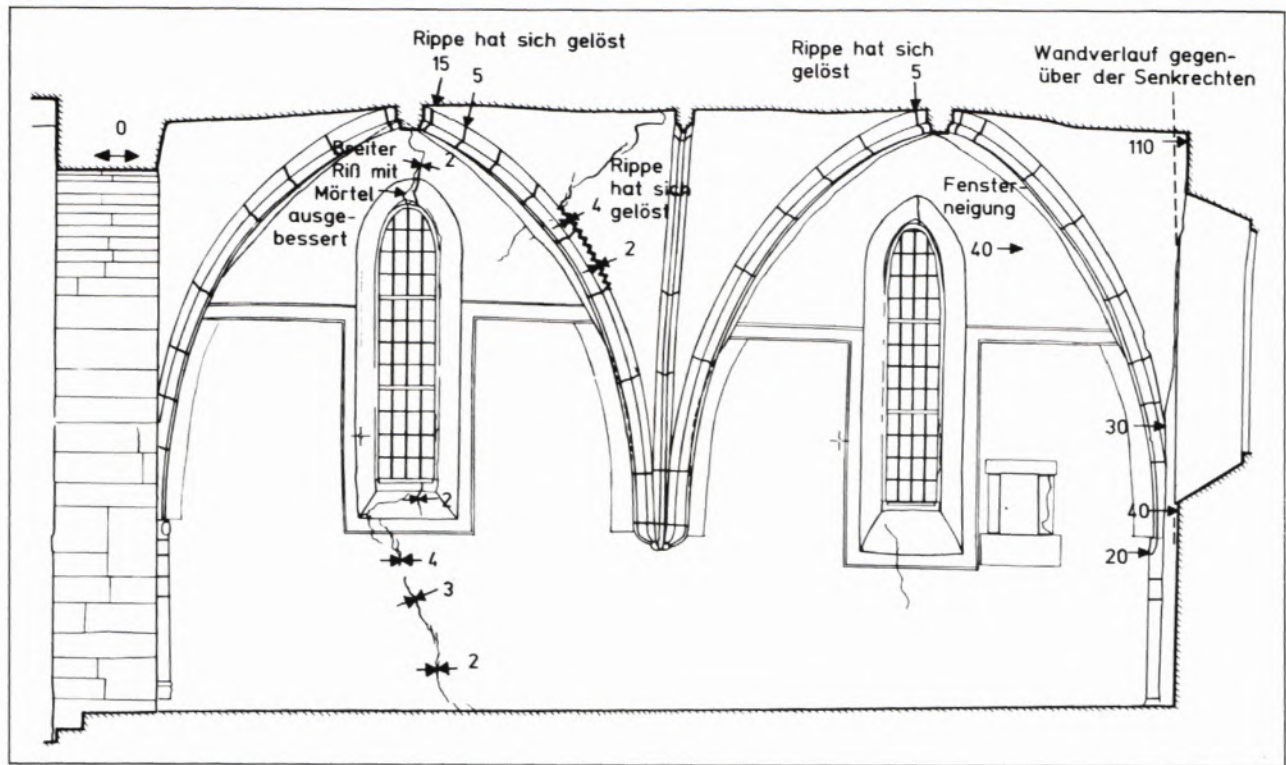
6 AUSSCHNITT AUS DEM CHORGEWÖLBE, photogrammetrische Aufnahme vom September 1984 zur Vermessung eines Deckenspiegels. In der Einzelaufnahme sind die breiten Risse im Gewölbe und in den Fensterscheiteln erkennbar. Bei der räumlichen Betrachtung der Stereoaufnahmen können darüber hinaus feinste Haarrisse erkannt und dargestellt werden.



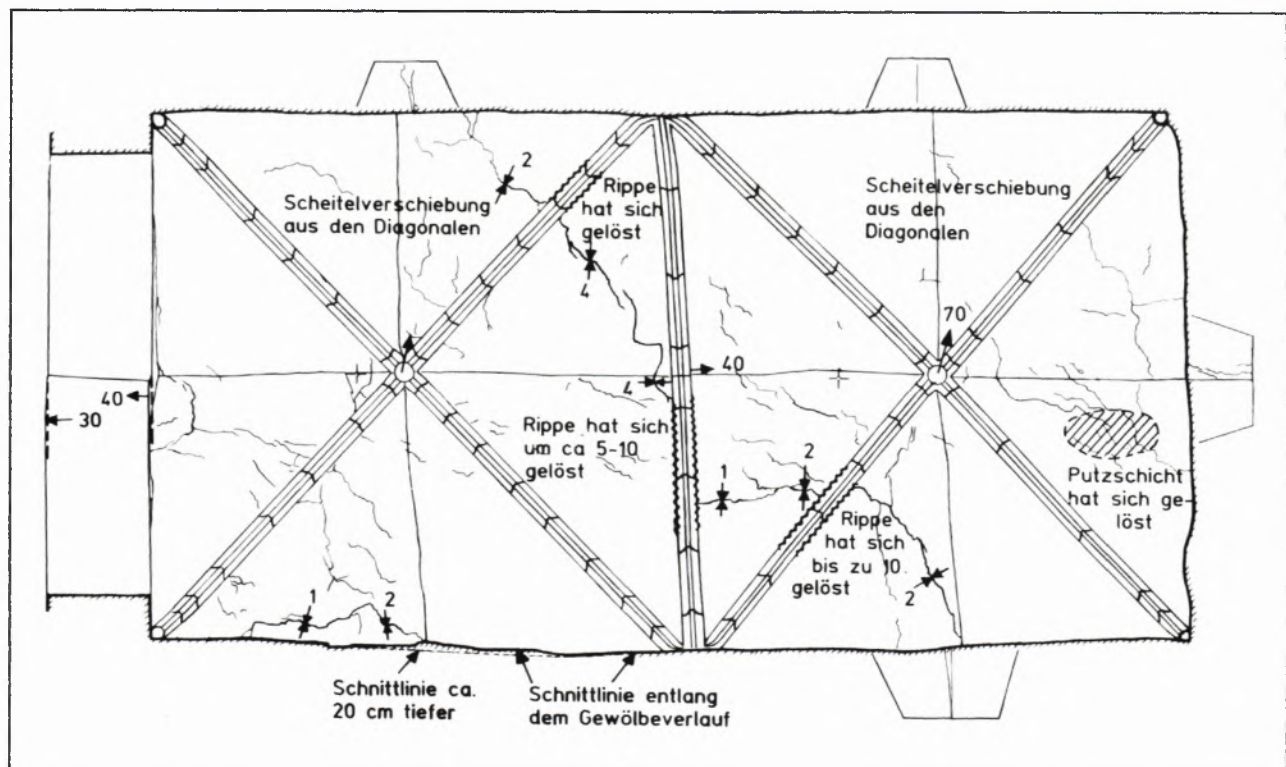


Da zu dem Zeitpunkt der photogrammetrischen Aufnahme die Außenrenovierung im Gange war und somit die Risse an den Außenwänden nicht mehr sichtbar waren, entschloß man sich, die Neigungsbeobachtungen nach geodätischen Methoden vorzunehmen. Dazu wur-

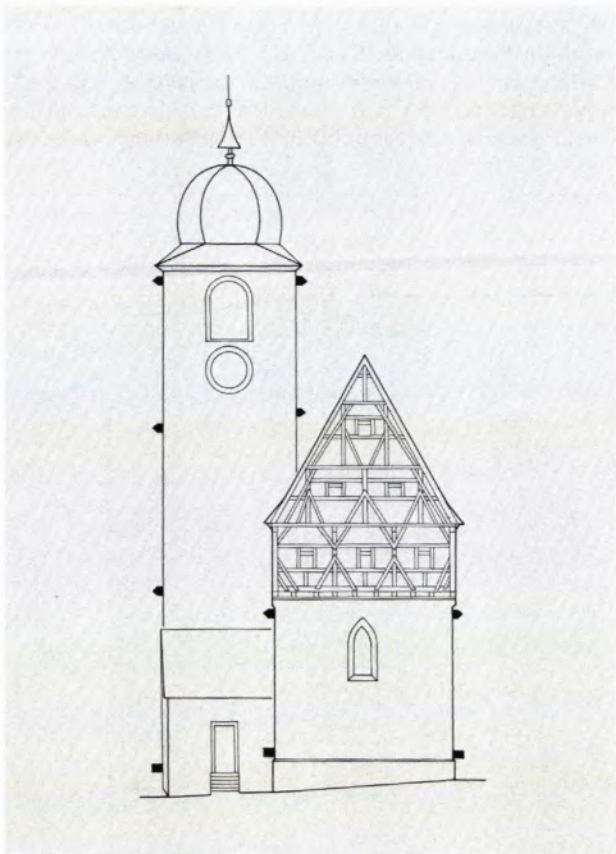
de, aufbauend auf der Vermessungsachse für die Paßpunktbestimmung im Chor, ein Festpunktnetz um die Kirche mit 12 Polygonpunkten aufgebaut, vermarktet und versichert. An den Fassaden der Kirche und am Turm wurden 20 Meßbolzen fest installiert und von



7 PHOTOGRAMMETRISCH gezeichneter Längsschnitt durch den Chor, Blick nach Norden, mit anschließender Befundeintragung, Angaben in mm.



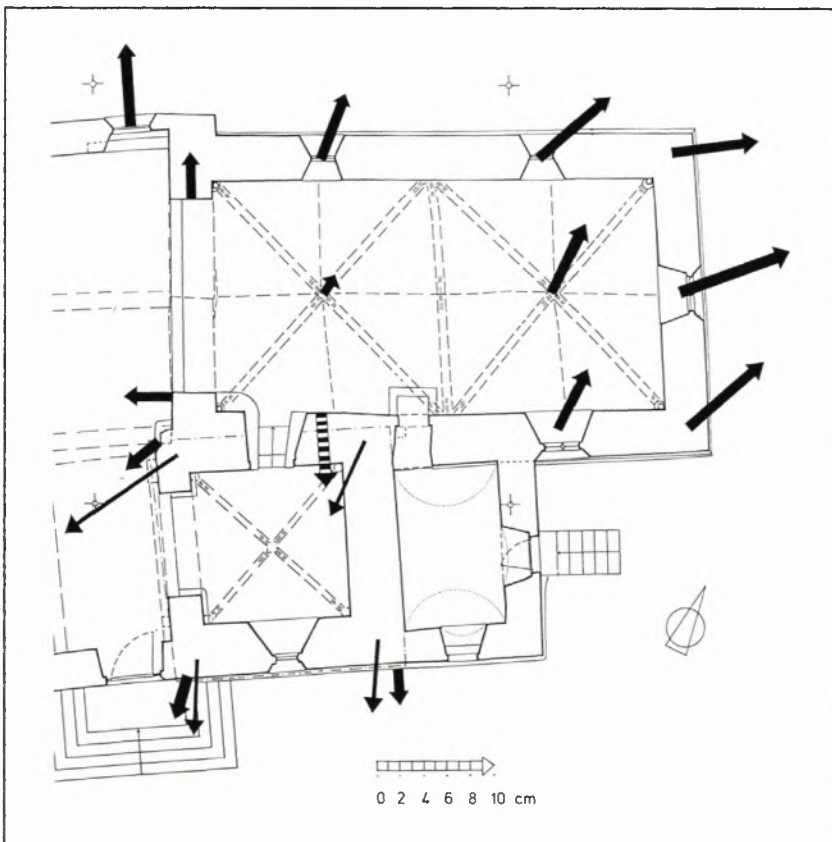
8 PHOTOGRAMMETRISCH gezeichneter Deckenspiegel im Chor mit anschließender Befundeintragung, Angaben in mm. Die Haarrisse sind mit einer Linie, die Risse größer als 1 mm mit Doppellinien dargestellt. Im Vergleich mit dem Vektorenplan, Abb. 11, zeigen die Risse und die Rippenablösungen deutlich die Spannungsfelder im Gewölbe auf. Der Rißverlauf ist stets senkrecht zur Verschiebungsrichtung.



9 ANORDNUNG DER MESSBOLZEN für die Neigungsbeobachtungen an der Ostfassade von Chor und Turm.



10 OSTANSICHT von Chor und Turm im Februar 1987.



◀ 11 VEKTORENPLAN von den Wandneigungen und Gewölbeverschiebungen im Chor sowie von den Neigungen der Turmseiten bis zur Gewölbehöhe, und dünn dargestellt die Gesamtneigungen. Die Werte wurden, soweit möglich, aus dem Mittel von Außen- und Innenvermessungen gebildet. Es zeigt sich hier deutlich, daß sich das Chorgewölbe in Richtung Nordosten verschoben und der Turm sich dazu entgegengesetzt nach Südwesten geneigt hat. An der Nahestelle zwischen Chor und Turm haben somit zwei entgegengesetzte Kräfte gewirkt.

12 ERDGESCHOSSGRUNDRISS ▶ mit den Gewölbeformen und Deckenunterzügen. Die Außenseiten des Turmobergeschosses sind strichpunktiert kartiert. Weiterhin sind die Wandneigungen am Chor und Turm in Gewölbehöhe bzw. am Schiff in Traufhöhe sowie die Gesamtneigung des Turmes in zwei Achsrichtungen angegeben. Die Werte resultieren aus den ausgemittelten photogrammetrischen Vermessungen im Chor und den geodätischen Außenvermessungen.



den Polygonpunkten aus durch räumliche Vorwärtschnitte eingemessen. Weiterhin wurden für die Setzungsbeobachtungen 13 Höhenfestpunkte im Sockelbereich der Kirche durch Feinnivellement eingemessen. Um eine Gesamtaussage von der Kirche machen zu können, mußte zusätzlich ein Gesamtgrundriß im Maßstab 1:50 gezeichnet werden.

*Untersuchungsergebnisse*

Die geometrische Auswertung der Grundlagenvermessung erfolgte zunächst unabhängig von den bisherigen Erkenntnissen. Bei der Interpretation der Meßergebnisse konnten dann aber die vorliegenden Untersuchungsberichte der anderen Fachdisziplinen mit eingearbeitet werden.

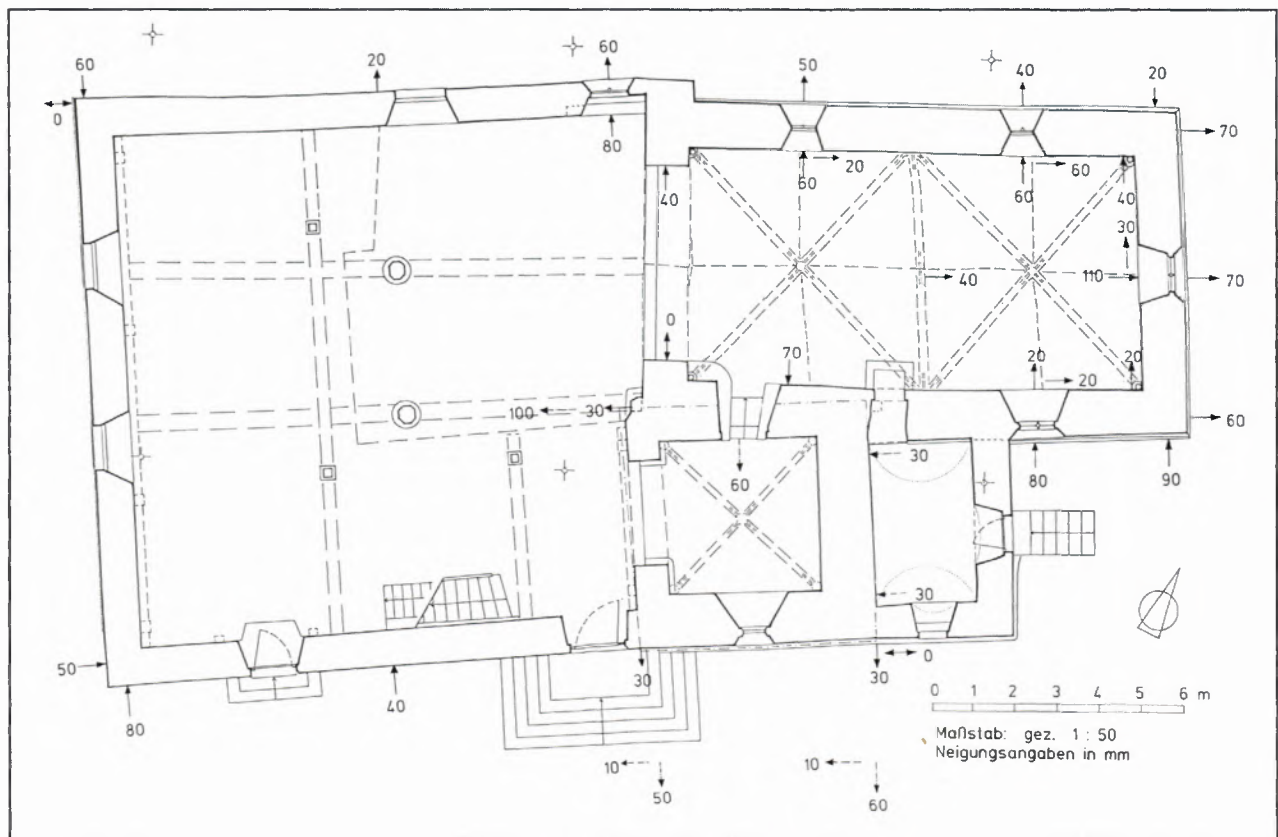
Als erstes wurden die Neigungen der Chorinnenwände detailliert aus den photogrammetrischen Vermessungen ermittelt. Sie resultieren aus den Differenzen zwischen Bodengrundriß und Deckenspiegel sowie aus den Längs- und Querschnitten. Weiterhin wurden die Neigungen der Außenwände punktuell ermittelt, am Chor bis zur Gewölbehöhe, am Schiff bis zur Traufhöhe und am Turm in mehreren Ebenen. Die generalisierten Werte im Chor und die Außenneigungen wurden in einem Gesamtplan in zwei Achsrichtungen sowie in einem Vektorenplan nach Größe und Richtung zusammengestellt. Folgende Aussagen sind mit diesen Unterlagen möglich:

Die Ostwand des Chores hat sich nach außen geneigt und dadurch das Gewölbe in Richtung Osten verschoben. Während die nördliche Hälfte des Chorbogens noch senkrecht steht, neigt sich die nördliche Chorwand bis zur Ostwand immer stärker in Richtung Osten. Das östliche Fenster der Nordwand weist bereits

eine sichtbare Schrägstellung auf. Dagegen neigt sich die südliche Chorwand erst ab dem östlichen Fenster in Richtung Osten. Die Risse unterhalb und oberhalb der Fenster, den schwächsten Gliedern im Mauerwerk, zeigen die Spannungen auf. Desgleichen zeigen die starken Gewölberisse in Nord-südrichtung diese Bewegungen an.

Die Nordwand und die östliche Hälfte der Südwand neigen sich nach Norden. Die westliche Hälfte der Südwand wurde an den bestehenden Turm angebaut. Die Projektion des oberen Turmgrundrisses ergibt eine Wandstärke von 30 bis 60 cm. Die Wand ist sehr unregelmäßig und neigt sich gegen den Turm, d. h. nach Süden, wobei hier nur die Innenseite gemessen werden kann. Die Spannungen gegenüber der Neigung der Nordwand zeichnen sich durch eine Ribhäufung in Nord-südrichtung im Gewölbe gegenüber dem Turm ab. Im Südwestteil des östlichen Joches sind diagonale Risse und Rippenablösungen aufgetreten, die die Verwindung zwischen dem Turmbereich und der Nordostneigung des Chores dokumentieren.

Die Neigung und die Lage des Turmes wurden aus den geodätischen Messungen und der Zuordnung zum Gesamtgrundriß ermittelt. Da man den Turm in der Barockzeit um zwei Geschosse erhöht hatte, sind sowohl die Gesamtneigungen als auch die Neigungen im unteren Bereich bis zur Höhe der Chorgewölbe von Bedeutung. Die Südwand des Turmes neigt sich im unteren Bereich um 3 cm und im oberen Bereich weniger stark um weitere 3 cm nach Süden. Die Innenwand der Turmnordseite neigt sich ebenfalls nach Süden. Weiterhin neigt sich die Turmnordseite nach Westen, wodurch der südliche Teil des Chorbogens ebenfalls nach Westen geneigt wurde. Im Scheitel des Chorbogens hat da-





durch eine Verschiebung stattgefunden, was wiederum einen starken Riß im Gewölbe verursacht hat.

#### *Ursachen*

Die statischen Probleme im Chor dürften auf zwei Ursachen zurückzuführen sein: den Gewölbeschub und Setzungen an der Kirchennordseite. Der Gewölbeschub, die Last des Gewölbes drückt die Außenwände nach außen, wurde im westlichen Joch offensichtlich noch durch die schadhafte Lastübertragung des Dachstuhles verstärkt. Offensichtlich ist an der Kirchennordseite nach Abbruch des Gebäudes der Untergrund stärker ausgetrocknet. Dadurch kam es zu einseitigen Setzungen. In dem geologischen Gutachten wird davon ausgegangen, daß hier bei längeren Trockenzeiten Schrumpfsetzungen in einer Größenordnung von 1 bis 3 cm auftreten können. Setzungen und Gewölbeschub haben bewirkt, daß sich das Chorgewölbe nach Nordosten verschoben hat.

Der Turm hat sich dazu entgegengesetzt nach Südwesten geneigt. Geht man davon aus, daß der Aufbau der Turmobergeschosse in der Barockzeit senkrecht erfolgte, kann man an der Südseite ablesen, daß bis 1739 die Untergeschosse sich schon nach Süden geneigt hatten und der gesamte Turm sich bis heute weiter geneigt hat. Die Westneigung des Turmes dürfte ähnlich verlaufen sein. Es ist aber auch möglich, daß sich der Turm nach dem Einbau des Heizungskellers 1959 verstärkt nach Westen geneigt hat. Dies wäre der Fall, wenn sich die starken Risse im südwestlichen Gewölbebereich tatsächlich erst nach 1959 gebildet hätten. Photographische Aufnahmen vor der letzten Renovierung zeigen,

13 *DETAILAUFNAHME von der Gewölbekappe im südöstlichen Chorbereich zwischen Mittelrippe und Diagonalrippe vom September 1960 mit einer zuvor freigelegten Ranke mit Blüte.*



daß im Gewölbe schon Risse vorhanden waren, aber in wesentlich geringerem Ausmaß.

Insgesamt ist somit anzunehmen, daß Baubewegungen schon vor 1959 stattgefunden haben, aber durch den Abbruch des Gebäudes an der Chornordseite und durch den Heizungseinbau Bewegungen und Bauschäden verstärkt eingetreten sind.

#### *Maßnahmen*

Die kritische Stelle liegt somit an der Nahtstelle zwischen Turm und Chor, wo zwei entgegengesetzte Kräfte gewirkt haben. Ob sich diese Bewegungen fortsetzen werden, müssen die Folgebeobachtungen zeigen. Hierzu wurden drei Maßnahmen festgelegt: Durch visuelle Beobachtungen ist das Rißbild mit den Aufnahmen und der Kartierung zu vergleichen. An besonders gefährdeten Stellen wurden Gipsmarken und Bleistiftmarkierungen angebracht. Durch Feinnivellement sind in zweijährigen Abständen einseitige Setzungen festzuhalten. Durch geodätische Vermessungen sind in vierjährigen Abständen Neigungsänderungen an den Außenwänden zu beobachten.

#### *Resümee*

In der evangelischen Kirche St. Stephanus in Hollenbach wurde durch eine exakte Vermessung der geometrische Istzustand festgehalten. Diese Vermessung bildet die Grundlage für die notwendigen Folgebeobachtungen. Meßergebnisse, photogrammetrische Aufnahmen

14 *AUFNAHME von demselben Detail vom Februar 1987. Der Vergleich der beiden Aufnahmen zeigt deutlich, daß in der alten Aufnahme Rißspuren vorhanden waren, die zum Teil bei der Renovierung zugesetzt wurden, und sich bis 1987 starke neue Risse gebildet haben. Weiterhin hat sich die diagonal in die Gewölbemitte verlaufende Rippe gelöst.*





15 **DETAILAUFNAHMEN** oberhalb und unterhalb des westlichen Fensters an der Chornordseite vom Februar 1987. Die Fenster sind die schwächsten Glieder des Mauerwerkverbandes und zeigen die Spannungen in Form von Rissen auf. Von Juni 1985 bis Mai 1987 hat sich der Riß unterhalb des Fensters um 0,5 mm vergrößert.



men und photographische Zusatzaufnahmen bilden zusammen die geometrische Schadensdokumentation. Die meßtechnischen Untersuchungsergebnisse wurden anschließend mit den restauratorischen, statischen und geologischen Untersuchungen verknüpft, mit der Baugeschichte in Verbindung gebracht und Archivunterlagen gegenübergestellt. Dadurch konnten Aussagen über die Ursachen von Baubewegungen und Bauschäden gemacht werden.

Leider lagen diese Ergebnisse zu spät vor, denn zum Zeitpunkt der ersten Besprechung war bereits die Innenwand zum Turm gesichert, die Außenrenovierung war im Gange, und die Sicherung des Dachstuhls über dem Chorgewölbe war in der Vorbereitung. Meßtechnische Bauuntersuchungen müssen aber als Voruntersuchungen durchgeführt werden, damit sie in ein Sanierungskonzept mit eingebunden werden können.

Meßtechnische Bauuntersuchungen benötigen einen bestimmten Zeitrahmen. Allein die Grundlagenvermessung beinhaltet beim Einsatz von photogrammetrischen Methoden folgende Arbeitsschritte: photogrammetrische Aufnahme, Entwickeln und Vergrößern der Aufnahmen, Paßpunktbestimmung, Berechnung und Kartierung der Punkte, photogrammetrische Auswertung und Ortsvergleich. Auch die übrigen Arbeiten wie Vorbesprechung, Erarbeitung eines Konzeptes, geometrische Auswertung, Archivarbeiten, Verknüpfung mit anderen Fachdisziplinen und die Zusammenfassung der Ergebnisse können nur nacheinander erfolgen. Je nach

Größe des Objektes müssen hierfür mehrere Monate eingeplant werden.

Daß die meßtechnische Bauüberwachung und Schadensdokumentation an der Kirche in Hollenbach zwingend notwendig ist, zeigt folgende Tatsache: Am 25. Mai 1984 wurden an bestimmten Stellen Gipsmarken zur Rißkontrolle angebracht. Am 28. Juni 1985 wurden markante Risse mit Bleistiftstrichen markiert und die Rißbreiten gemessen. Bei einer Beobachtung am 20. Mai 1987 ergab sich, daß an der Chornordseite unter dem westlichen Fenster die Gipsmarke gerissen war, und der Riß sich um 0,5 mm vergrößert hatte.

#### *Literatur:*

Georg Himmelheber: Die Kunstdenkmäler des ehemaligen Oberamts Künzelsau. Stuttgart 1964.

Gerdis Rechtsteiner: Überwachungsmessungen für die Kirche in Hollenbach. Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik in Stuttgart 1987.

Peter Schmidt-Thomé/Günter Eckstein/Artur Burkard: Die Kapellenkirche in Rottweil. Baugeschichtliche Untersuchung und statische Sanierung im Schiff und Chor. In: Denkmalpflege in Baden-Württemberg, Heft 3/1983, S. 147-165.

*Günter Eckstein*

*LDA · Referat Technische Dienste, Photogrammetrie und  
Photographie  
Mörikestraße 12  
7000 Stuttgart 1*