

# Die evangelische Stadtkirche in Murrhardt

Untersuchungen zur Beurteilung der statischen Sicherheit

Ulrike Plate / Günter Eckstein / Heinz Krause



■ 1 Stadtkirche und Pfarrhaus von Südwesten, im Vordergrund der heutige Stadtpark, ehemals Stadtgraben und Walterichsee.

Statische Probleme bei Kulturdenkmälern, insbesondere bei Kirchen, sind meist auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Interne Schäden, die durch konstruktive Mängel, unsachgemäße Umbauten und durch Materialermüdungen entstanden sind, überlagern sich mit Schäden, die auf externe Einflüsse zurückzuführen sind, wie die natürliche Abwitterung, Erosions- und Korrosionsschäden durch Luftverschmutzung, Erschütterung durch Erdbeben, Windlasten, Straßen- und Luftverkehr und ungleichmäßige Setzungen bei Grundwasserstandsänderungen. In vielen Fällen entstehen Schäden auch durch mangelhafte Bauunterhaltung. In schadhafte Dächer oder in offene Mauerwerksfugen dringt Wasser ein und verursacht, daß Holzteile verfaulen und Mauerteile durch Frostsprengungen zerstört werden. Falsch eingebaute oder unsachgemäß bediente Heizungen können ein ungünstiges Raumklima erzeugen und Schäden verursachen.

Vor der Planung von statischen Sicherungsmaßnahmen sind die Ursachen der Schäden zu ergründen. Weiterhin ist zu analysieren, wann die Schäden entstanden sind, und ob sie sich weiter vergrößern oder – nur durch zeitlich begrenzte Einflüsse verursacht –

mittlerweile zum Stillstand gekommen sind. In der Praxis ist es äußerst schwierig die einzelnen Schadensursachen zu erkennen und zu unterscheiden, da sie sich meist gegenseitig überlagert und beeinflusst haben. Ergebnisse können nur durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Fachgruppen erzielt werden. Nur durch die gemeinsame Auswertung von Einzeluntersuchungen können Aussagen gemacht werden, wobei aufgrund der Beweislage genau unterschieden werden muß, ob es sich um gesicherte Erkenntnisse oder nur um Vermutungen handelt. Prognosen über den weiteren Verlauf von Bauschäden können nur durch entsprechende Meßprogramme mit periodisch durchzuführenden Folgebeobachtungen gegeben werden.

Die evangelische Stadtkirche in Murrhardt weist in den Umfassungsmauern, den Türmen und den Gewölben Risse auf. Diese Bauschäden wurden im Sommer 1990 von Vertretern der Kirchengemeinde, des Oberkirchenrates und einem Bauingenieur in ersten Stellungnahmen beurteilt. Da die Risse zumindest teilweise nach den letzten Erneuerungen 1971 außen und 1974 innen entstanden sind, mußte befürchtet werden, daß sich die Fun-



■ 2 Murrhardt, Ausschnitt Brandstattplan 1765. Die Stadtkirche liegt auf einem Sporn ca. 5 m über der Talsohle. Stadtgraben, Walterichsee und Feuersee sind heute zugeschüttet. An der Südseite der Kirche ist der 1871 abgebrochene Fruchtkasten erkennbar.

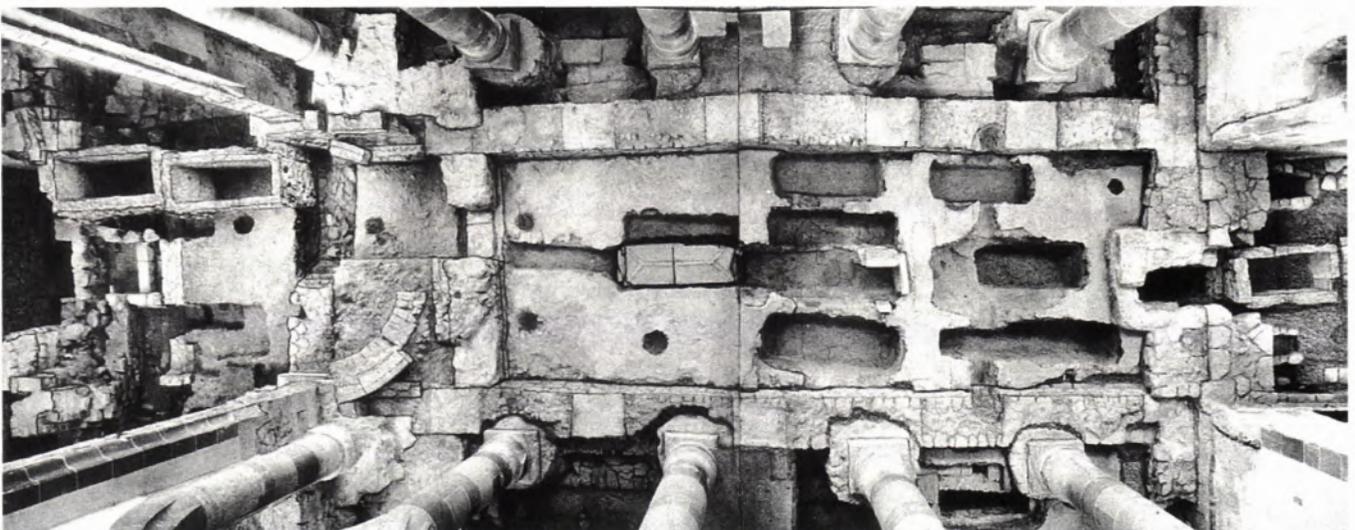
damente ungleichmäßig abgesenkt haben könnten. Deshalb wurden weiterführende Erhebungen und Untersuchungen gefordert, um eine bessere Beurteilung der statischen Sicherheit zu ermöglichen.

Vom Referat Photogrammetrie des Landesdenkmalamtes wurde daraufhin ein zweistufiges Konzept entwickelt: In der ersten Stufe wird der Ist-Zustand der Kirche beurteilt, dann werden – falls erforderlich – erste Maßnahmen zur statischen Sanierung geplant und ausgeführt. In der zweiten Stufe wird, um zukünftige Bauwerksveränderungen erfassen zu können, ein meßtechnisches Überwachungssystem aufgebaut. Mit Hilfe dieses Frühwarnsystems sind Veränderungen im statischen Gefüge so rechtzeitig zu

erkennen, daß entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

Die ersten Untersuchungsergebnisse sind in dem folgenden Bericht zusammengefaßt. Die baugeschichtlichen Erhebungen hat eine Kunsthistorikerin vorgenommen, die im Rahmen ihrer Dissertation über das ehemalige Benediktinerkloster St. Januarius insbesondere die Baugeschichte der heutigen Stadtkirche und die archäologischen Ausgrabungen von 1973 bearbeitete. Die Kartierung der Bauschäden und die meßtechnischen Untersuchungen und Beurteilungen wurden vom Landesdenkmalamt Baden-Württemberg vorgenommen, das auch das Konzept für den Aufbau des meßtechnischen Überwa-

■ 3 Stadtkirche, Grabung 1973, Übersichtsaufnahme vom Gewölbescheitel. Zwischen den gotischen Rundpfeilern sind die Fundamente der romanischen Kirche zu erkennen. Der Fußboden im Schiff, geschnitten von zahlreichen Bestattungen, gehört zur karolingischen Kirche.



chungssystem erstellt. Die geologischen Untersuchungen übernahm das Geologische Landesamt Baden-Württemberg, Zweigstelle Stuttgart. Die einzelnen Erhebungen und Untersuchungen wurden gemeinsam mit dem Ingenieurbüro für Bauwesen Peter und Lochner beurteilt.

## Baugeschichtliche Erhebungen

Die Klosterkirche liegt westlich der mittelalterlichen Stadt Murrhardt am Rand eines sich nach Nordwesten erstreckenden Schuttkegels der Murr. Westlich des Klosters schneidet das Tal des Keebachs ein (Abb. 2).

Durch archäologische Untersuchungen, die 1973 im Innern der Kirche vorgenommen wurden, konnten Aufschlüsse über die reichhaltige Geschichte dieses Ortes gewonnen werden (Abb. 3 und 4). Bereits im 2. Jahrhundert wurde oberhalb des Siedlungshügels ein römisches Kastell gegründet, der zugehörige Vicus lag im Bereich von Kloster und Stadt. Spuren von Holzbebauung und ein größeres Steinhaus zeugen im Bereich der Kirche von dieser Zeit. Auch im Frühmittelalter hatte sich in Murrhardt eine Siedlung befunden, die bisher aber nur durch die zugehörige Kirche, den zweiten Vorgängerbau der heutigen Walterichskirche, belegt ist. Bei den Untersuchungen in der Kirche wurden hierzu keine Hinweise gefunden.

Die älteste Klosterkirche ist wohl mit dem für 817 überlieferten Gründungsdatum in Zusammenhang zu bringen. Sie besaß einen kleinen Saal mit stark eingezogenem Rechteckchor und seitlichen Annxräumen, die im Osten vermutlich rechteckige, erhöhte Altarischen besaßen. Der Chor wurde von einer dreiseitigen Chorschrankenanlage umschlossen, die einen direkten Zugang zwischen Saal und Annxräumen freiließ. Westlich vor der Kirche wurde ein annähernd quadratischer Vorhof angelegt. An den Ostchor schloß sich später eine kleine Außenkrypta mit mindestens vier Bestattungen an.

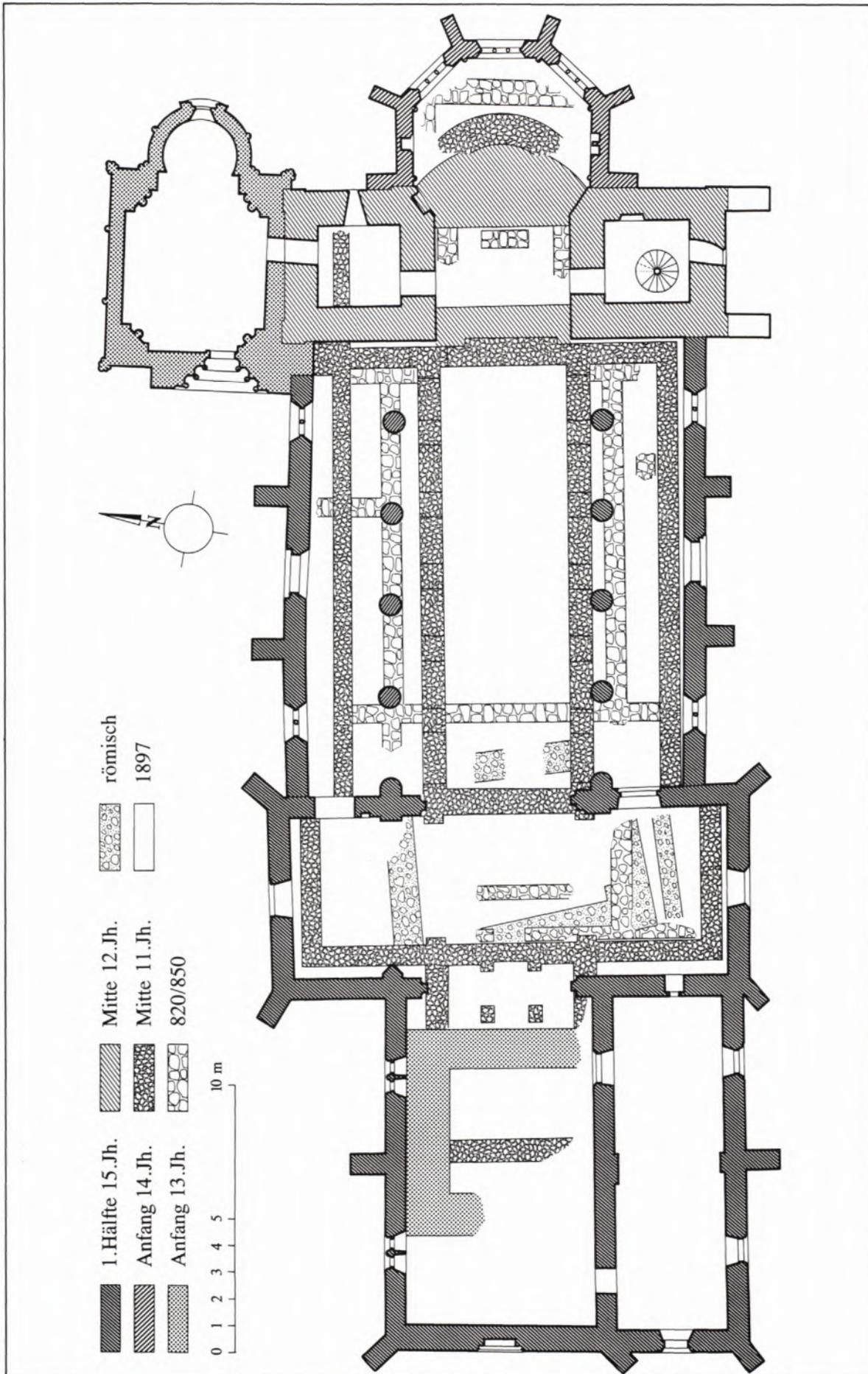
Mitte des 11. Jahrhunderts erfolgte ein vollständiger Neubau der Murrhardter Klosterkirche. Man errichtete eine dreischiffige Pfeilerbasilika mit westlichem Querhaus und Hauptchor über einer Westkrypta. Der dreiteilige Ostchor besaß eine Hauptapside, vermutlich waren auch die Nebenchöre apsidial geschlossen. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, daß die Krypta mit einem Entwässerungssystem ausgestattet war, über das anstehende Feuchtigkeit nach Westen,

vermutlich in den dort verlaufenden Bach, abgeleitet wurde. Auch heute noch muß in dem hier befindlichen Keller der Sakristei bei hohem Wasserstand eine Tauchpumpe eingeschaltet werden.

Während die bisher beschriebenen Befunde heute nicht mehr erhalten sind, haben die weiteren Umbauten die Jahrhunderte überdauert. Anfang des 12. Jahrhunderts wurden die Nebenchöre durch Chorflankentürme ersetzt. An den Südturm schloß später der Ostflügel der Klausur, der sogenannte Fruchtkasten, an. Anfang des 13. Jahrhunderts folgte der Anbau der Walterichskapelle nördlich der Kirche. Aus der gleichen Zeit stammt der heute nicht mehr erhaltene Westturm, der anstelle des ehemaligen Hauptchores mit Krypta erbaut wurde. Anfang des 14. Jahrhunderts erfolgte im Zusammenhang mit der Einrichtung einer Grablege für die Klostervögte, die Grafen von Löwenstein, der Neubau einer polygonalen Ostapside. Der heute erhaltene, gotische Kirchenbau wurde, wie eine Inschrift am westlichen Querhaus überliefert, in den Jahren vor 1434 errichtet. Baubefunde deuten darauf hin, daß man zuerst den Westteil errichtete und im Anschluß daran zwischen die erhaltenen Ostteile und den neuen Gebäudetrakt ein Langhaus spannte.

Der Neubau mit westlichen Querarmen, einschiffigem Rechteckchor und Sakristeianbau behielt das liturgische Zentrum im Westen. Auch beim Bau des Langhauses gab man sich konservativ, indem die basilikale Form beibehalten wurde. Ungewöhnlich ist die Diskrepanz zwischen je drei Fensterachsen in den Seitenschiffen und am Obergaden gegenüber den fünfachsigen Mittelschiffarkaden auf Rundpfeilern. Die Kirche wurde mit Kreuzgratgewölben eingedeckt, die Seitenschiffe erhielten sogenannte Springgewölbe.

Für die statischen Untersuchungen ist von Bedeutung, daß die Bauakten bereits seit dem 16. Jahrhundert von zahlreichen baulichen Mängeln berichten. 1586 war der Nordturm erstmals bis auf das Erdgeschoß abgebrochen und neu errichtet worden, 1790 erlitt er wohl aufgrund eines Blitzschlages Schaden und mußte wiederum bis auf Teile des Erdgeschosses vollständig neu aufgeführt werden. 1649 sind Klagen über die Bauqualität des Südturmes überliefert. Nach dem Abbruch des hier anschließenden Gebäudeflügels 1871, des sogenannten Fruchtkastens, verschlimmerten sich die Bedenken, weshalb 1897 Strebe- Pfeiler als Stützen an den Turm angebaut wurden.

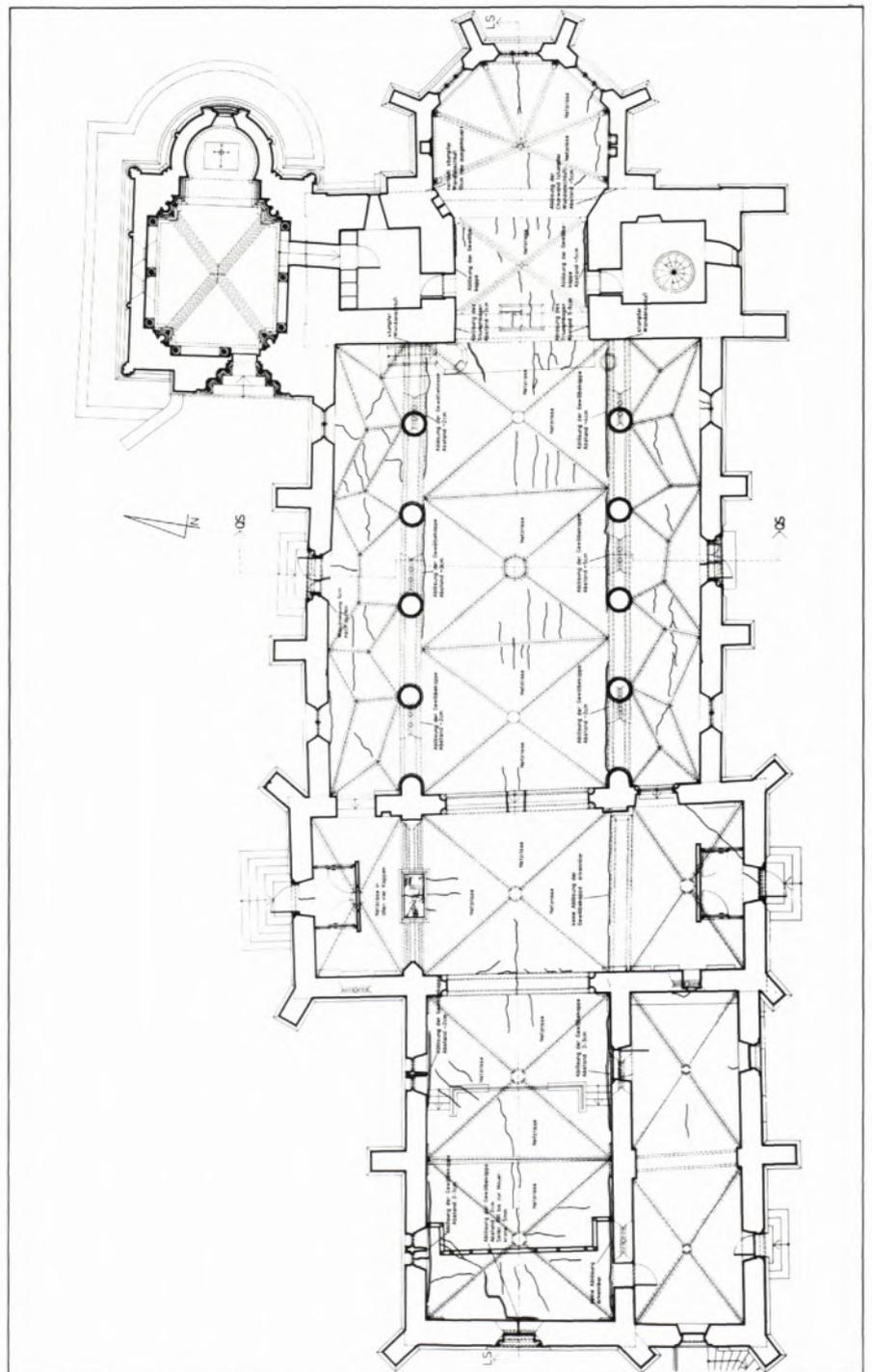


■ 4 Stadtkirche, Bauphasenplan auf der Grundlage der archäologischen Ausgrabung von 1973.

Von Renovierungsmaßnahmen in den Westteilen der Kirche wird erstmals 1657 berichtet, als die Erneuerung des Westgiebels notwendig wurde, der sich von der Wand gelöst hatte. Dieser Mangel wird erneut 1786/87 beklagt, als der Zustand der Kirche allgemein als desolat bezeichnet wird. Der Westgiebel mußte mitsamt dem darauf stehenden Türmchen abgebrochen und die Westwand neu aufgemauert werden. Auch die Stirnwände der Querhausarme mußten vollständig erneuert werden, teilweise auch die Seitenwände. Das steinerne Kreuzgewölbe des Südarms wurde durch ein

Gipsgewölbe ersetzt, das 1973 neu angelegt wurde. Rings um die Kirche wurden die Fundamente mindestens 1,5 m tief ausgegraben und durch neue Quader ersetzt. So gut wie alle Strebepfeiler mußten teilweise, einige auch ganz, neu aufgeführt werden.

Hatte bereits die Renovierung des 18. Jahrhunderts zu einer durchgreifenden Erneuerung der alten Fenster- und Türöffnungen geführt, so erfolgte im 19. Jahrhundert eine Regotisierung. Die Barockfenster wurden durch schlanke Maßwerkfenster ersetzt, die Türen mit Wimpergen verziert und die



■ 5 Stadtkirche 1991, Grundriß mit Kartierung der Gewölberisse und mit Schadensbefunden über den Gewölben (LDA Stuttgart, auf der Grundlage einer Bauaufnahme von J. Gromer).

Strebpfeiler erhielten Fialaufsätze. In den Nordturm brach man, dem Vorbild am Südturm entsprechende, Schallarkaden ein.

1968–71 erfolgte eine durchgreifende Außererneuerung mit teilweiser Rückführung der neugotischen Zutaten. Ab 1972 folgte dann die Renovierung des Innenraumes mit begleitenden archäologischen Untersuchungen, die 1974 abgeschlossen wurden.

## Meßtechnische Untersuchungen und Schadensbeurteilungen

Die meßtechnischen Untersuchungen und Schadensbeurteilungen gliedern sich in zwei Arbeitsschritte: Zuerst erfolgte auf der Grundlage des mit allen Beteiligten erstellten Arbeitskonzeptes die meßtechnische Aufnahme. Danach wurden die Meßergebnisse den baugeschichtlichen Daten gegenübergestellt und daraus die Beurteilungen der Bauschäden vorgenommen. Im Zuge der Bearbeitung ergaben sich neue Erkenntnisse und Fragestellungen, die weitere Messungen und auch Rückfragen an Experten aus anderen Fachbereichen notwendig machten.

Im Rahmen der Inventarisierung des Rems-Murr-Kreises wurden Bauaufnahmen von der Kirche gefertigt, Grundriß, Längs- und Querschnitte als Tuschezeichnung im Maßstab 1:50 und die Ansichten als vermaßte Skizzen (A. Schahl 1983, mit Bauaufnahmen von J. Grömer). Diese Pläne genühten als Grundlage für die Schadenskartierungen und die erforderlichen Detailmessungen.

Baubewegungen lassen sich am Reißbild ablesen. Um eine Übersicht über die Intensität der Risse zu erhalten, wurden die Wand- und Gewölberisse in die vorhandenen Pläne kartiert. Breite Risse, über 1 mm, wurden stärker hervorgehoben als Netz- oder Haarrisse. Bei Häufungen von sehr dünnen Rissen wurde eine Auswahl getroffen, die etwa die Intensität des Reißbildes widerspiegelt. Bis zu einem Bereich von 4 m über dem Boden konnten die Risse grob maßstäblich eingemessen werden, darüber wurden sie einschließlich der Gewölberisse nach Augenmaß in die Pläne übertragen. Die Ablösungen der Gewölbekappen zu den Türmen, Mittelschiff- und Westchorwänden konnten über den Gewölben gemessen werden. Weiterhin wurden im Dachstuhl die statisch bedingten Schäden und Verschiebungen untersucht (Abb. 5).

Während der archäologischen Ausgrabungen von 1973 wurden die Fundamente und das aufgehende

Mauerwerk im Inneren der Kirche photogrammetrisch aufgenommen (G. Nagel, Institut für Baugeschichte der Universität Stuttgart). Dadurch war es möglich, die Wandflächen des damaligen Zustandes bis zu einer Höhe von ca. 5 m über dem Fußboden stereoskopisch zu interpretieren und mit dem neuem Zustand zu vergleichen. Insbesondere konnte erkannt werden, ob Risse 1973 schon vorhanden waren oder später entstanden sind.

Zur Beurteilung der Schäden wurde die Kirche aufgrund der unterschiedlichen Schadensursachen in drei Bereiche untergliedert.

## Schadensbeurteilung Bereich Türme und Östchor

Die Bauteile im östlichen Bereich der Kirche wurden zu unterschiedlichen Zeiten errichtet, so daß bei der Schadensbeurteilung differenziert die Bauabfolgen berücksichtigt werden müssen. Nach dem Abbruch des Fruchtkastens 1871 hatte sich der Südturm in Richtung Süden geneigt. Die Neigung läßt sich aus der Gewölbeuntersicht zwischen den beiden Türmen anhand des Reißbildes mit in Ost-West-Richtung verlaufenden Rissen ablesen. Weiterhin ist über dem Gewölbe ein 5–6 cm breiter Spalt zwischen Gewölbekappe und Turm entstanden (Abb. 6). Auch die Fachwerkwand über dem Gewölbe hat sich zwischen den beiden Türmen aus ihrer Verankerung gelöst.

In einer Bauaufnahme vom Juli 1896, ein Jahr vor dem Anbau der Strebpfeiler, ist die Neigung des Turmes nach Süden schon erkennbar. Aus dem Plan herausgegriffene Werte zeigen bis zum ersten Sims in einer Höhe von 8,4 m eine Neigung von 10 cm und bis zur Traufe am Turmhelm eine Gesamtneigung von 18 cm. Die Werte können nicht absolut gesehen werden, zeigen aber doch die Tendenz an.

In den Kirchenakten wurde ein Meßprotokoll von 1970 über die „Verlotung“ des Turmes gefunden. Die Messungen ergaben nach Abzug der Gesimsversprünge eine Gesamtneigung von 59 cm. 1991 wurde die Turmneigung mit annähernd denselben Punkten von 1970 erneut gemessen (Polarmessung mit Hilfe einer Feuerwehrleiter). Der Vergleich der beiden Messungen zeigt eine Neigungsübereinstimmung von  $\pm 2$  cm an den oberen vier Meßstellen. Der unterste 1970 gemessene Punkt liegt etwa 1,20 m über dem Sockel und differiert mit der Neuvermessung um 11 cm. Dieser Wert ist nicht plausibel, es dürfte sich dabei um einen Meßfehler handeln. Die Turmneigung gegen Sü-



■ 6 Ablösung des Südturms vom Triumphbogen über dem Gewölbe.



■ 7 Rißverlauf durch die Steine an der westlichen Innenwand des Südturms.

den beträgt somit nach der Vermessung von 1991 vom Boden bis zur Traufe des Turmhelms, nach Abzug der Gesimsversprünge, 51 cm.

Da der Fruchtkasten ursprünglich unterkellert gewesen war, hat sich offensichtlich neben der Neigung gleichzeitig eine einseitige Setzung oder Fundamentverschiebung an der Südseite des Turmes ergeben. Diese Spannungen sind im Inneren des Turmes deutlich ablesbar. Das Rißbild der westlichen Innenwand zeigt, daß sich nicht nur in den Steinfugen Risse gebildet hatten, sondern daß an vielen Stellen die Steine selbst gerissen waren. Es ist anzunehmen, daß daraufhin die heute noch vorhandenen Zuganker aus Eisen in drei Höhenlagen angebracht wurden. Eine genaue Datierung kann nicht erfolgen, der Einbau dürfte etwa um die Jahrhundertwende stattgefunden haben (Abb. 7 und 8).

## Schadensbeurteilung Bereich Schiff und Querhaus

Mittelschiff, Seitenschiffe und Querhaus sind von den Bauabfolgen, den Fundamentgründungen und den Gewölbeschubkräften als äußerst komplex einzustufen. Bei der Schadensbeurteilung müssen diese spezifischen Fakten berücksichtigt werden.

Im Mittelschiff und in den Seitenschiffen liegt eine weitgespannte Gewölbekonstruktion vor. Die Gewölbeschubkräfte werden durch ein System von Strebe Pfeilern und -bögen abgeleitet. Die Obergadenzonen sind durch Strebe Pfeiler ausgesteift, die sich auf Strebebögen unter den Seitenschiffdächern stützen, welche wiederum von Strebe Pfeilern an den Seitenschiffwänden stabilisiert werden (Abb. 10).

Der Dachstuhl ist in sich abgebunden, die Balkenlage liegt auf zwei Mauerlatten auf und verursacht keine Horizontalschubkräfte.

Durch dieses konstruktive System konnte die Stabilität weitgehend erhalten bleiben. Die Wände von Mittelschiff, Seitenschiffen und Querhaus haben keine auf den ersten Blick erkennbare Neigungen. Die Risse in den Gewölben sind nicht gravierend. Es handelt sich weitgehend um Netzrisse in Ost-West-Richtung.

Stärker ausgeprägt sind Risse zwischen Gewölbekappen und Obergadenwänden. Die Ablösungen betragen, gemessen über dem Gewölbe, an vier Jochseiten etwa 2 cm. Einerseits sind diese Merkmale bautechnisch bedingt, die Außenwände wurden zuerst gemauert und danach die Gewölbe eingesetzt, andererseits ist ein geringfügiges Ausweichen der Wände durch Gewölbeschub nicht auszuschließen. Auf der Südseite der beiden östlichen Joche ist eine Rißhäufung im Gewölbe zu beobachten, die Gewölbekappenablösungen betragen bis zu 5 cm. Hier ist eindeutig der Einfluß der Südturmneigung erkennbar. Weitere Neigungshinweise sind im Dachstuhl in den ersten beiden Bindern beim Südturm erkennbar, wo Streben aus der Verankerung herausgelöst wurden. Diese Baubewegung ist jedoch, wie schon berichtet, zum Stillstand gekommen.

Die Rißkartierung zeigt, daß jeweils über den Nord- und Südportalen der Seitenschiffe, über den darüberliegenden Obergadenfenstern und über den Türen und Fenstern der Querhaus- und Querhausnordseiten stärkere Risse vorhanden sind. Der Vergleich mit den photogrammetrischen Innen-

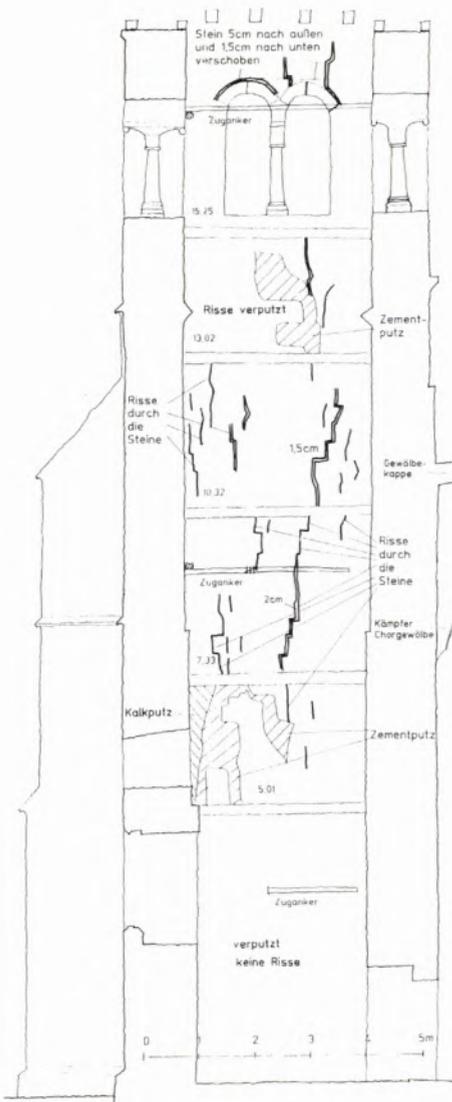
1967 wurden am Südturm Schürfungen vorgenommen. Die Fundamentierung wurde als tief genug angesehen und der Baugrund als ausreichend tragfähig erachtet (Geologisches Landesamt Stuttgart, 1967). Der Turm wurde durch den Einzug von zwei Stahlbetondecken versteift und das Mauerwerk verfüllt und verpreßt.

1974 wurde der Triumphbogen zwischen den Türmen im Anschluß an das Schiff vernadelt und verpreßt.

Der Vergleich mit Hilfe der photogrammetrischen Aufnahmen zeigt zwischen 1973 und heute, daß die Risse im aufgehenden Mauerwerk an der Südseite des Nordturmes, im Inneren des Chores und an der Nordseite des Südturmes 1973 schon weitgehend vorhanden waren. Da der Verputz zu diesem Zeitpunkt bis zu 2 m Höhe abgeschlagen war, ist erkennbar, daß die stärkeren Risse jeweils Baunähte markieren. Lediglich über der Tür des Südturmes ist ein etwa 1 mm breiter Riß neu entstanden (Abb. 9).

An den Fassaden im Bereich der Türme und des Ostchores sind nahezu keine Risse erkennbar. Die schadhaften Steine wurden bei der letzten Außenrenovierung 1968–71 ausgewechselt.

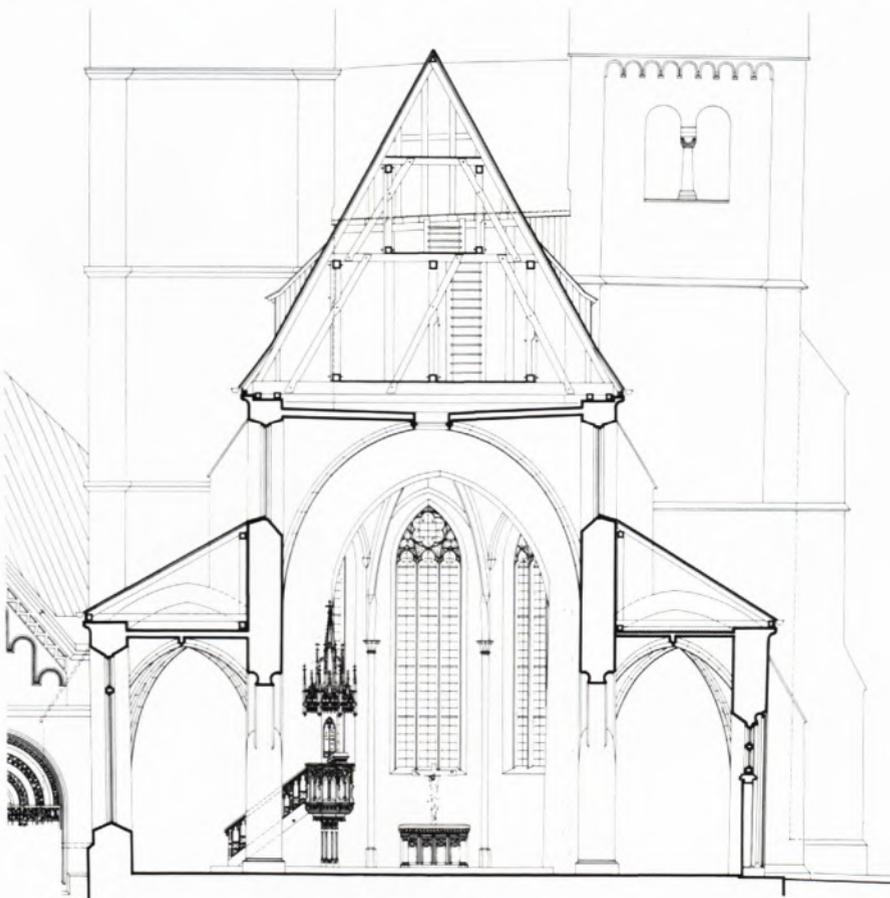
Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Neigung des Südturmes unmittelbar nach dem Abbruch des Fruchtkastens erfolgt war und vermutlich nach dem Anbau der Strebe Pfeiler, nachweisbar ab 1970, zum Stillstand gekommen ist. Insgesamt zeigen die Baubeobachtungen, daß der Bereich Türme und Ostchor heute als stabil bezeichnet werden kann.



■ 8 Schematischer Schnitt durch den Südturm Richtung Westen mit Baubefunden und Bauschäden 1991.

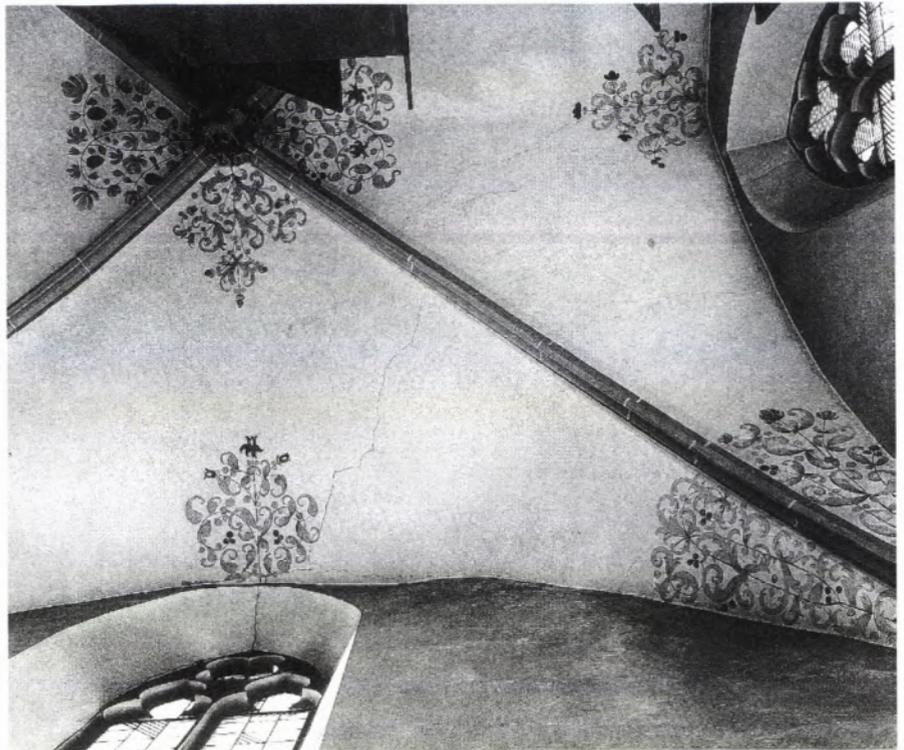


■ 9 Nordansicht Südturm in der Kirche, photogrammetrische Aufnahme 1973. Der Riß im Verputz weist auf eine Verlängerung der Bau-naht zwischen Tür und westlicher Ecke hin. Über der Tür ist nach 1973 ein neuer Riß entstanden (Institut für Architekturgeschichte, G. Nagel).



■ 10 Querschnitt durch das Schiff Richtung Osten. Die Gewölbeschubkräfte werden durch das System von Strebepfeilern und -bögen abgeleitet. Der Strebepfeiler am Südturm wurde 1897 errichtet (LDA Stuttgart, Bauaufnahme J. Gromer).

■ 11 Gewölbeuntersicht Westchor, nordwestliche Ecke, photogrammetrische Aufnahme 1992. Durch die Absenkung der nordwestlichen Ecke sind die diagonal verlaufenden Risse im Gewölbe und die Risse in den Fensterscheiteln entstanden.



aufnahmen von 1973 und heute macht deutlich, daß die Risse über den Türen neu entstanden sind. Auch an den Fassaden haben sie sich nach der Außen-erneuerung von 1971 neu gebildet.

Die Ursache für die Rißbildungen dürfte auf unterschiedliche Setzungen zurückzuführen sein. Die Lage der Risse deutet darauf hin, daß sich die Bauteile im Bereich der Türme sowie im Bereich des Querhauses stärker gesenkt haben als in der Mitte des Langhauses. Höhenvergleichsmessungen an den Basen der Mittelschiffpfeiler und an den Arkadenbögen zeigen jedoch Setzungen in der Mitte des Schiffes an. Hinzu kommt, daß die Rundpfeiler der Mittelschiffwände zum Teil auf Fundamenten der Vorgängerbauten aufliegen, wogegen die Mauern der Seitenschiffe neu gegründet wurden (Abb. 3 und 4). Es ist deshalb davon auszugehen, daß sich hier unterschiedliche, in der zeitlichen Abfolge uneinheitliche Baubewegungen ergeben haben.

Weitere Risse in den Querhauswänden und den Seitenschiffen zeigen Baunähte früherer Fenster- und Türveränderungen auf, was durch die photogrammetrischen Aufnahmen von 1973 und eine schematische Vermessung der Innenwände von 1974 belegt werden konnte. Abrisse im südlichen Querhaus im Gewölbe und im Mauerwerk weisen auf den Teilabbruch und Wiederaufbau von 1786/87 hin. Gewölbeschub und einseitige Setzungen dürften sich an diesen Baunähten zuerst bemerkbar gemacht haben.

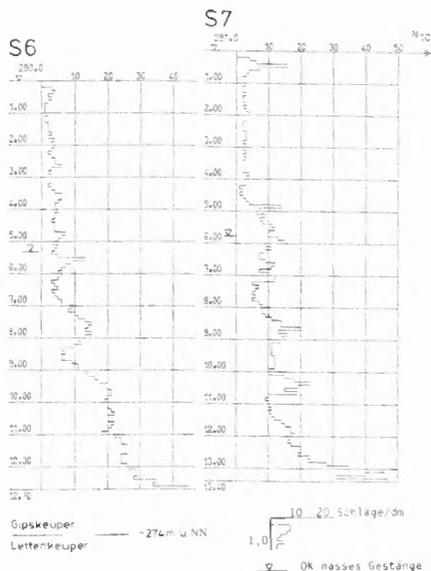
Insgesamt wird festgestellt, daß ein großer Teil der Risse nachweislich in den letzten beiden Jahrzehnten entstanden ist. Es ist deshalb nicht auszuschließen, daß weitere Baubewegungen stattfinden werden. Die Ursachen sind in erster Linie auf einseitige, nicht genau lokalisierbare Setzungen zurückzuführen. Wandneigungen, die durch Schubkräfte aus dem Gewölbe oder aus dem Dachwerk hervorgerufen wurden, dürften nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben.

### Schadensbeurteilung Bereich Westchor

Der südliche Chorbereich ist, nicht zuletzt wegen der davorliegenden Sakristei, stabil geblieben. Lediglich in der westlichen Ecke deuten ein starker Riß im Mauerwerk und die Gewölberisse auf ein Ausweichen der Westwand nach außen hin. Die Schwachstelle dürfte eine Baunäht nach dem Umbau der Westwand sein, es ist anzunehmen, daß die Risse durch Gewölbeschub entstanden sind.

Das Gewölberißbild des nordwestlichen Bereiches zeigt zwischen dem Fenster an der Westseite und dem westlichen Fenster an der Nordseite breite, diagonal verlaufende Risse. In abgeschwächter Form ist der Rißverlauf über dem zweiten Fenster auf der Nordseite erkennbar. Die Gewölberisse finden über und unter den Fenstern im Mauerwerk ihre Fortsetzung. Der Rißverlauf deutet auf ein Ausweichen der Wände in nordwestliche Richtung hin (Abb. 11).





■ 13 Diagramm der Sondierungen 1992 mit der schweren Rammsonde, Sondage 6 vor dem nördlichen Querhaus, Sondage 7 im Bereich des Südturms (Geologisches Landesamt, Zweigstelle Stuttgart).

halb der Murr-Talau, in die hier aus südlicher Richtung der Großkeebach einmündet (Abb. 12). Die Untergrundverhältnisse sind im Bereich der Stadtkirche nur näherungsweise bekannt, da auf kostspielige tiefe Aufschlußbohrungen in dieser Untersuchungsphase verzichtet werden mußte.

Aufgrund von neu abgeteuften Sondierungen (Abb. 13) ergibt sich in Verbindung mit mehreren tiefen Aufschlußbohrungen (Bohrarchiv des Geologischen Landesamtes und der Stadt Murrhardt) in der näheren Umgebung folgender geologischer Schichtaufbau, der in einem schematischen geologischen Schnitt dargestellt ist (Abb. 14).

Im unmittelbaren Nahbereich der Kirche sind die obersten 1–2 m mit Bauschutt und Knochen aufgefüllt. Darunter folgen überwiegend bindige Lockersedimente, die nach Bohrergebnissen weiter nördlich auch organische Reste von Torf und Schlick enthalten können. Nur an der Basis dieser Murrablagerungen wurden bisher geringmächtige Kiessande erbohrt.

Die Murrablagerungen verzahnen sich mit sogenanntem Wanderschutt, einem ebenfalls tonig-schluffigen, jedoch ungeschichteten Sediment mit wechselndem Anteil an meist eckigen Sandsteinbrocken. Dieser Wanderschutt wurde aus südlicher Richtung abgeschwemmt und wechselt mit vermutlich ähnlich ausgebildeten Ablagerungen des Großkeebachs, der heute den Großen See speist und danach verdolt ist.

Die Grenze der Deckschichten zum Gipskeuper liegt unter der Kirche mindestens 5 m, eventuell sogar bis zu 12 m unter dem heutigen Gelände, sie steigt wahrscheinlich in südlicher Richtung nur langsam an.

Der unterlagernde Gipskeuper besteht, soweit bisher bekannt, aus ausgelaugten, meist tonig verwitterten Schluffen. Gipsfels kann nach den bis zu 13,4 m tiefen Rammsondierungen höchstens noch in Resten erhalten sein.

Unverwitterte harte Ton- und Dolomitsteine, die dem Lettenkeuper zugerechnet werden, sind erst ab durchschnittlich 16 m unter Gelände (275 m ü. NN) zu erwarten.

## Hydrogeologische Verhältnisse

Innerhalb der bindigen Deckschichten zirkuliert ab 3 bis 4 m unter Gelände Sickerwasser (z.B. Pumpensumpf im Keller unter der Sakristei). Erst die darunterfolgenden schluffigen Kiessande sind grundwassererfüllt. Hier herrschen schwach gespannte Druckverhältnisse. Die Grundwasseroberfläche wurde im Hotelbrunnen Sonne-Post, der 60 bis 80 m von der Kirchennordwand entfernt ist, in etwa 5 m unter Gelände eingemessen (282,8 m ü. NN, Abb. 12). Aus diesem 20 m tiefen Brunnen wurde ab 1972 bis 1986 Grundwasser entnommen, und zwar in den ersten vier Jahren mit bis zu 1 Liter pro Sekunde deutlich mehr als später. Nach dem Brunnenausbau kann dieses Grundwasser sowohl aus den Murrablagerungen wie auch aus dem Grenzbereich Gipskeuper/Lettenkeuper zufließen. Es ist aufgrund seines hohen Sulfatgehaltes (980 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$ ) als Calcium-Sulfat-Mineralwasser zu bezeichnen. Das Calciumsulfat stammt aus dem Einzugsgebiet des Brunnens, dort muß Gips zumindest noch in Resten vorhanden sein.

## Mögliche Schadensursachen

Bauliche Schäden, wie bei den meßtechnischen Untersuchungen und Schadensbeurteilungen beschrieben, haben häufig verschiedene Ursachen. Soweit sie aus dem Baugrund resultieren, wird sie der Geologe beschreiben und Sanierungsvorschläge unterbreiten. Deren statisch-konstruktive Umsetzung fällt in die Kompetenz des Bauingenieurs.

Aus ingenieurgeologischer Sicht können folgende Faktoren für die Gebäudeschäden an der Stadtkirche und zumindest drei weiteren Bauwerken in

deren näherer Umgebung (Abb. 12) eine Rolle spielen:

**Unterschiedliche Baugrundverhältnisse:** Die Gründung der Stadtkirche erfolgte auf bindigen Bodenschichten unterschiedlicher Qualität. Mit ungünstigeren Baugrundverhältnissen muß man offensichtlich besonders im Nordwestbereich rechnen, der sehr dicht an die Talau heranreicht. Die meßtechnischen Beobachtungen an der nordwestlichen Ecke des Westchores weisen auf Relativsetzungen in der Größenordnung von 5,1 bzw. 5,4 cm hin. Da die Risse nach der letzten Renovierung entstanden sind, sind die Untergrundverformungen hier zumindest teilweise jüngerer Datums.

**Gipsauslaugung im tieferen Untergrund:** Im Keuperbergland, vor allem an seinen Talflanken, werden immer wieder Schäden bekannt, die auf Gipsauslaugung im tieferen Untergrund zurückgeführt werden. Vorerst gibt es hierzu für den Bereich der Stadtkirche keine direkten Hinweise. Aufgrund des hohen Sulfatgehaltes des Hotelbrunnens Sonne-Post sind Gipsreste zumindest in der näheren Umgebung zu vermuten.

**Schrumpferscheinungen des Gründungssubstrats:** Stärker tonige und torfige bindige Deckschichten schrumpfen beim Austrocknen und bedingen dadurch Gebäudesetzungen. Dieser Vorgang kann, wie andernorts nachgewiesen, auch durch bauliche Veränderungen, z. B. durch den Einbau einer Bodenheizung, hervorgerufen werden.

**Grundwasserabsenkungen:** Grundwasserabsenkungen haben beispielsweise im Stuttgarter Talkessel, und damit in durchaus vergleichbarer geologischer Situation, Setzungen im Gelände und an Bauwerken bewirkt. Ursache solcher Setzungen sind zum einen Schrumpferscheinungen bindiger Böden, zum anderen Zusatzbeanspruchungen des Korngerüsts durch Wegfallen des Auftriebs. Ob im Falle der Stadtkirche die zeitweilige Grundwasserentnahme aus dem Hotelbrunnen zur Erzeugung derartiger Setzungen ausreichte, ist fraglich. Dafür sprechen würden die zeitliche Übereinstimmung zwischen Grundwasserentnahme (1972 bis 1986) und der Entstehung neuer Risse nach der Renovierung.

Im derzeitigen Stadium bleiben die Aussagen über die Schadensursachen vage. Ob weitere Baugrunduntersuchungen notwendig werden, müssen die zukünftigen meßtechnischen Beobachtungen ergeben.

## Untersuchungsergebnis

Die meßtechnischen und ingenieur-geologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Schäden in der Kirche jeweils durch äußere Einflüsse entstanden sind. In bestimmten Bereichen konnte nachgewiesen werden, daß die Schäden in früheren Jahren entstanden waren, und die Baubewegungen danach zum Stillstand gekommen sind. Nach den letzten Erneuerungen von 1971 und 1973 sind aber auch neue Risse entstanden, die in erster Linie auf hydrogeologische Veränderungen zurückzuführen sein dürften. Weitere Baubewegungen sind nicht auszuschließen.

Nach sorgfältiger gemeinsamer Analyse der Bauschäden, deren Ursachen und chronologischen Schadensentwicklungen wurde beschlossen, daß vorerst keine statischen Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden. Statt dessen soll ein meßtechnisches Überwachungssystem aufgebaut werden, damit Bauwerksveränderungen rechtzeitig erkannt werden. Frühestens in zwei bis drei Jahren, nach den ersten Nachmessungen, kann entschieden werden, ob gezielte statische Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

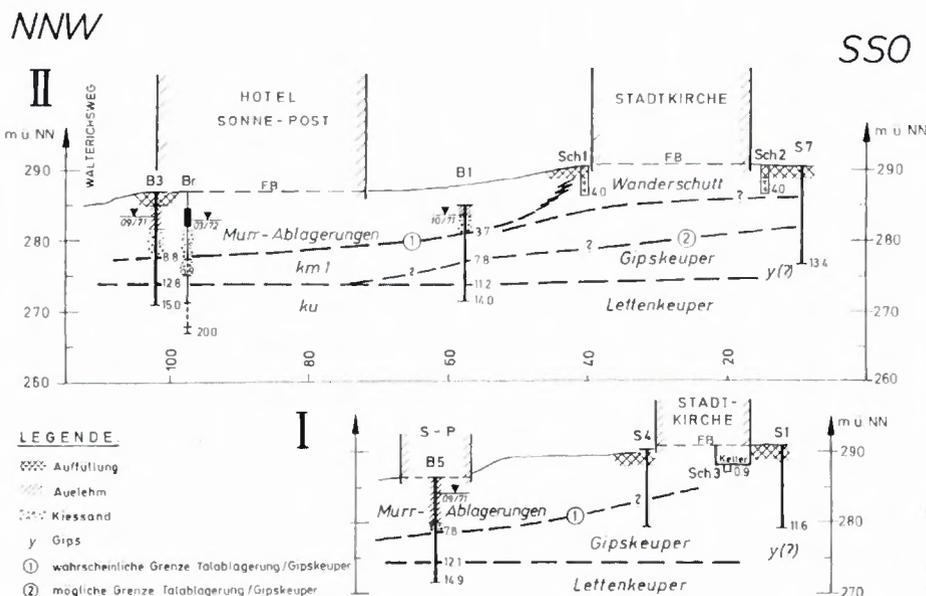
## Aufbau eines meß-technischen Überwachungssystems

Das meßtechnische Überwachungssystem gliedert sich in die Erstbeobachtung, bei der der augenblickliche Zustand festgehalten wird, und auf die Folgebeobachtungen. Ergebnisse über Bauveränderungen ergeben sich aus den periodisch durchzuführenden Folgebeobachtungen.

Um ungleichmäßige Setzungen innerhalb der Kirche beobachten zu können, wurden 34 Höhenpunkte installiert und durch Feinnivellement eingemessen. Die Höhenpunkte sind profilweise, sowohl in Längs- als auch in Querrichtung, angeordnet. Aufgrund von Erfahrungswerten können sie mit einer Genauigkeit von 0,3 mm eingemessen werden, so daß Höhenveränderungen, ermittelt aus zeitversetzten Messungen, ab Werten von 0,5 mm nachgewiesen werden können.

Um Veränderungen der Wandneigungen beobachten zu können, wurden im Mittelschiff und im Querhaus in Bodenhöhe und in Höhe oberhalb der Kämpfer Meßpunkte installiert. Am West- und Ostchor und an den Türmen wurden die Punkte außen angebracht. Das Einmessen der 17 übereinanderliegenden Punktreihen erfolgte durch Vorwärtseinschnitte von jeweils zwei Basispunkten aus. Die Einzelpunkte können bei vertretbarem Meßaufwand mit einer absoluten Genauigkeit von ca. 2–3 mm beobachtet werden. Bei Neigungsdifferenzen muß um den Faktor  $\sqrt{2}$  erhöht werden. Neigungsveränderungen, ermittelt aus zeitversetzten Messungen, können somit ab Werten von 4 mm nachgewiesen werden. Genauere Ergebnisse werden durch relative Werte, d. h. im Vergleich der Differenzen zwischen den unteren und oberen Punkten über derselben Basis, erreicht, da hier Standpunkt- und Zentrierungsdifferenzen die Messung nicht beeinflussen. Neigungsveränderungen können demnach ab Werten von 2 mm nachgewiesen werden.

Um Veränderungen bei den Rissen beobachten zu können, wurden an 20



■ 14 Schematische geologische Schnitte im Bereich der Stadtkirche (Geologisches Landesamt, Zweigstelle Stuttgart). Zur Lage der Schnitte I. u. II. vgl. Abb. 12.

zugänglichen Stellen, die aufgrund der Bauuntersuchung als kritisch einzustufen sind, Meßpunkte installiert und mit Hilfe einer Schieblehre eingemessen. Durch eine entsprechende Punktanlage können sowohl Rißbreiten als auch vertikale Verschiebungen kontrolliert werden. Die Meßgenauigkeit beträgt 0,2 mm. Veränderungen, ermittelt durch zeitversetzte Messungen, können somit ab Werten von 0,3 mm nachgewiesen werden.

Die Gewölbe und die Wandbereiche mit markanten, neu entstandenen Rissen wurden mit 16 Stereoaufnahmen dokumentiert. Diese Aufnahmen können bei späteren Veränderungen zum visuellen Vergleich herangezogen werden. Erneute photogrammetrische Aufnahmen ermöglichen eine exakte meßtechnische Auswertung der Verformungen.

Die übrigen Wandrisse und die Schadensbefunde im Dachraum wurden bereits im Zuge der meßtechnischen Bauuntersuchung photographisch dokumentiert und eingemessen.

Das meßtechnische Überwachungssystem wurde im April 1992 aufgebaut. Nach einem Jahr wurden im Zuge einer ersten Folgebeobachtung die Setzungen, Wandneigungen und Risse überprüft.

Die Setzungswerte stimmen zu ca. 75% innerhalb der erreichbaren Meßgenauigkeiten mit den Erstbeobachtungen überein. Ca. 25% der Werte zeigen an, daß Veränderungen stattgefunden haben. Da die Differenzbeträge gering sind, läßt sich noch nicht nachweisen, ob es sich um witterungsbedingte Bauschwankungen oder um bleibende Verformungen handelt. Erst die weiteren Folgebeobachtungen werden zeigen, ob sich die Werte wieder den Erstbeobachtungen nähern, oder ob sich die Veränderungstendenzen fortsetzen.

Veränderungen der Wandneigungen konnten bei der ersten Folgebeobachtung nicht festgestellt werden, da die Neigungsdifferenzen innerhalb der möglichen Meßgenauigkeit liegen.

Bei den Rißkontrollen ergaben sich über den südlichen und nördlichen Seitenschiffüren Veränderungen bis zu 1 mm. Hier handelt es sich um Risse, die nachweislich nach 1973 entstanden sind, die Baubewegungen sind hier auch heute noch nicht zum Stillstand gekommen. Bei den übrigen Rissen konnten keine Veränderungen nachgewiesen werden.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß es durch die meßtechnischen und

ingenieurgeologischen Untersuchungen und Schadensfeststellungen gelungen war, die Schwachstellen des Bauwerkes zu lokalisieren und das meßtechnische Überwachungssystem daraufhin auszurichten. Die ersten Folgebeobachtungen zeigen, daß innerhalb eines Jahres noch keine gravierenden Veränderungen stattgefunden haben. Gleichwohl müssen die Beobachtungen gezielt fortgesetzt werden, um Veränderungstendenzen feststellen zu können. Mit Hilfe dieses Meßprogrammes, das als Frühwarnsystem bezeichnet werden kann, werden Baubewegungen so rechtzeitig signalisiert, daß sie einen wesentlichen Beitrag zur Beurteilung der statischen Sicherheit leisten.

#### Literatur:

- E. Eisenhut, Erläuterungen zu Blatt 7023 Murrhardt Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:25 000, 1971, 1-99.
- G. Fritz, Kloster Murrhardt im Früh- und Hochmittelalter. Eine Abtei und der Adel an Murr und Kocher. Forschungen aus Württembergisch Franken 18 (Sigmaringen 1982).
- G. Fritz, Stadt und Kloster Murrhardt im Spätmittelalter und in der Reformationszeit. Forschungen aus Württembergisch Franken 34 (Sigmaringen 1990).
- U. Plate, Das ehemalige Benediktinerkloster St. Januarius in Murrhardt, Rems-Murr-Kreis. Archäologie und Baugeschichte (Dissertation Tübingen 1992).
- U. Plate, Die ehemalige Benediktinerklosterkirche St. Januarius in Murrhardt, Rems-Murr-Kreis. Württembergisch Franken 77, 1993 (im Erscheinen).
- A. Schahl, Die neuere Geschichte der kirchlichen Baudenkmale von Murrhardt in archivalischer Sicht. Württembergisch Franken 60, 1976, 214-230.
- A. Schahl, Die Kunstdenkmäler in Baden-Württemberg. Rems-Murr-Kreis (München-Berlin 1983).

#### **Ulrike Plate**

Rheinisches Amt für Denkmalpflege  
Abtei Brauweiler  
50259 Pulheim

#### **Günter Eckstein**

LDA · Photogrammetrie  
Mörikestraße 20  
70178 Stuttgart

#### **Dr. Heinz Krause**

Geologisches Landesamt Baden-  
Württemberg  
Zweigstelle Stuttgart  
Urbanstraße 53  
70182 Stuttgart