

Die Martinskirche in Neckartailfingen – ein Gotteshaus in Bewegung

Messtechnische Dokumentation und Verformungsanalyse

Die Martinskirche in Neckartailfingen steht weithin sichtbar am Westhang des Neckartals. Ins Auge fällt sofort der massive, 33 m hohe und deutlich geneigte Westturm. Das gen Osten anschließende filigrane basilikale Langhaus ist wesentlich niedriger und tritt in der umgebenden Bebauung zurück. Auch dieser Bauteil hat starke Verformungen verkraften müssen. Davon zeugen mehrfache Umbauten und Sicherungsmaßnahmen im Laufe der Jahrhunderte, zuletzt die Fassadenrestaurierung im Jahre 2009. Um eine verlässliche Vorhersage über weitere Baubewegungen machen zu können, wurden vom Landesamt für Denkmalpflege auf der Grundlage von messtechnischen Untersuchungen und Recherchen zur Bau- und Restaurierungsgeschichte die bisherigen Verformungen analysiert und ein Bauüberwachungssystem entwickelt.

Günter Eckstein/Andreas Stiene

Zum Bau

Die Martinskirche in Neckartailfingen gehört zu den bedeutendsten mittelalterlichen Sakralbauten in Baden-Württemberg. Sie wurde zu Beginn des 12. Jahrhunderts im Stil der Hirsauer Klosterkirchen errichtet. Die Grafen von Achalm hatten zuvor, laut einer Urkunde des Codex Hirsaugiensis um 1090, ihren Anteil an der Vorgängerkirche dem Kloster Hirsau geschenkt. Dendrochronologische Untersuchungen belegen, dass das eichene Dachwerk über Langhaus und Chor aus dem Jahr 1111 stammt. Das südliche Hauptdach ist noch mit großformatigen spitzen Flachziegeln aus dieser Zeit eingedeckt.

Die 27 m lange und 14 m hohe romanische Basilika schließt an der Ostfassade mit dem Chor und den Seitenschiffen rechteckig ab (Abb. 1, 2). Im Inneren sind sie mit halbrunden Apsiden und vorgelagerten Tonnengewölben versehen. Die Arkaden des Schiffs ruhen auf je drei romanischen Säulen mit Würfelkapitellen. Das Langhaus besitzt eine flache Decke. Die Seitenschiffe, heute ebenfalls mit einer Flachdecke versehen, waren ursprünglich eingewölbt oder zur Einwölbung vorgesehen (Abb. 3).

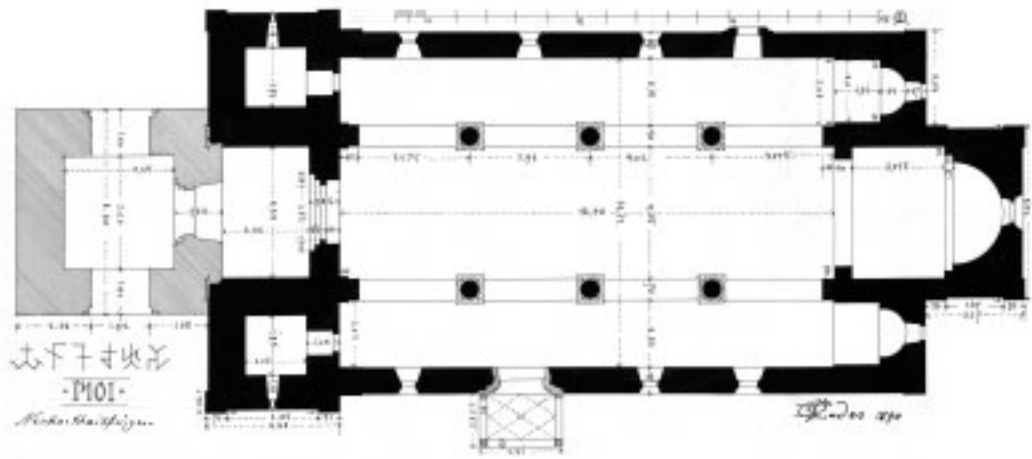
Den westlichen Abschluss der Kirche bildete ursprünglich eine Doppelturmfassade, deren Türme die heute noch vorhandene tonnengewölbte Vorhalle mit darüber liegender Empore umschlossen. Der Hauptzugang zur Kirche war die im Westen vermutlich offene Vorhalle.

Um 1484 wurde am südlichen Seitenschiff das heutige Brautportal mit gewölbter, außen liegender Vorhalle anstelle eines romanischen Portals errichtet (Abb. 4). Weiterhin wurden am südlichen

1 Ansicht der Martinskirche von Nordost, 2010.



2 Grundriss der Martinskirche von Joseph Cades, 1890.



3 Querschnitt durch die Martinskirche mit Bau-phasen von Hans-Jürgen Bleyer und Tilmann Marstaller, M. 1:150, 1999.

4 Seitenschiff Süd, romantisches Mauerwerk mit spätgotischen Veränderungen: Brautportal mit gewölbter Vorhalle, vergrößerte spitzbogige Fenster. Photogrammetrische Stereoaufnahme, 2008.

Seitenschiff große spitzbogige Fenster, ursprünglich wohl mit Maßwerk, eingebaut. Um 1501 erfolgte laut einer Inschrift der Bau des westlich vorgelagerten Glockenturms. Zuvor wurden die beiden romanischen Türme bis auf Höhe der Seitenschiffe abgetragen und mit Pultdächern überdeckt. Die äußere Form der Kirche wurde nach 1501 bis heute, mit Ausnahme von jüngeren Anbauten auf der Nordseite, nicht mehr verändert. Notwendige Reparatur- und Umbaumaßnahmen hingen vielfach mit statischen Problemen zusammen, auf die in der nachfolgenden Verformungsanalyse eingegangen wird.

Photogrammetrische Dokumentation im Vorfeld der Fassadenrestaurierung

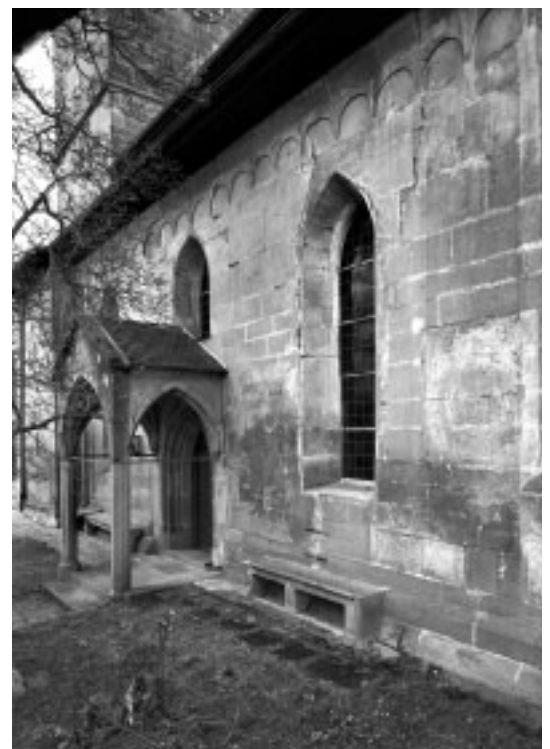
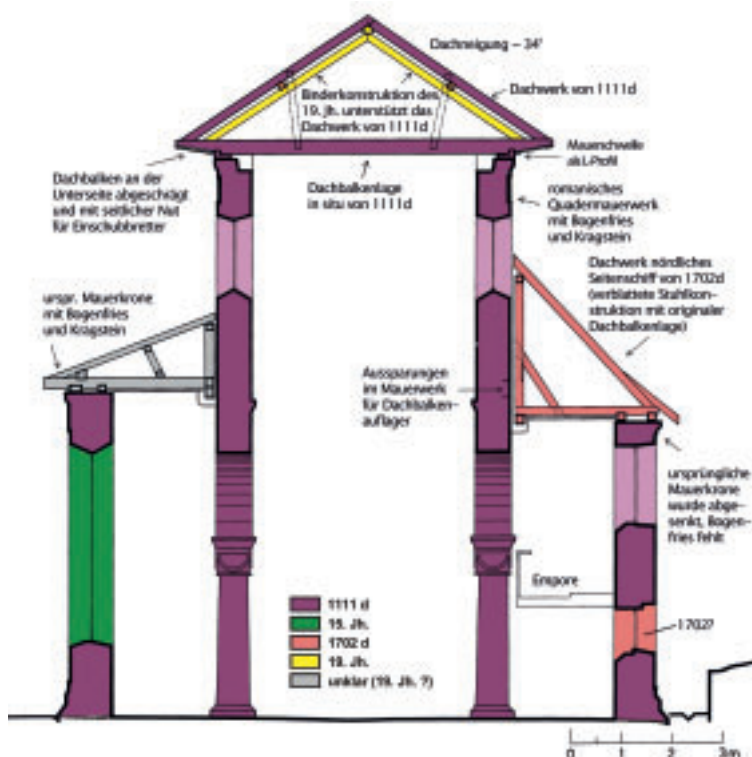
Im Vorfeld der geplanten Fassadenrestaurierung nahm das Landesamt für Denkmalpflege aufgrund des differenzierten bauhistorischen Befunds und

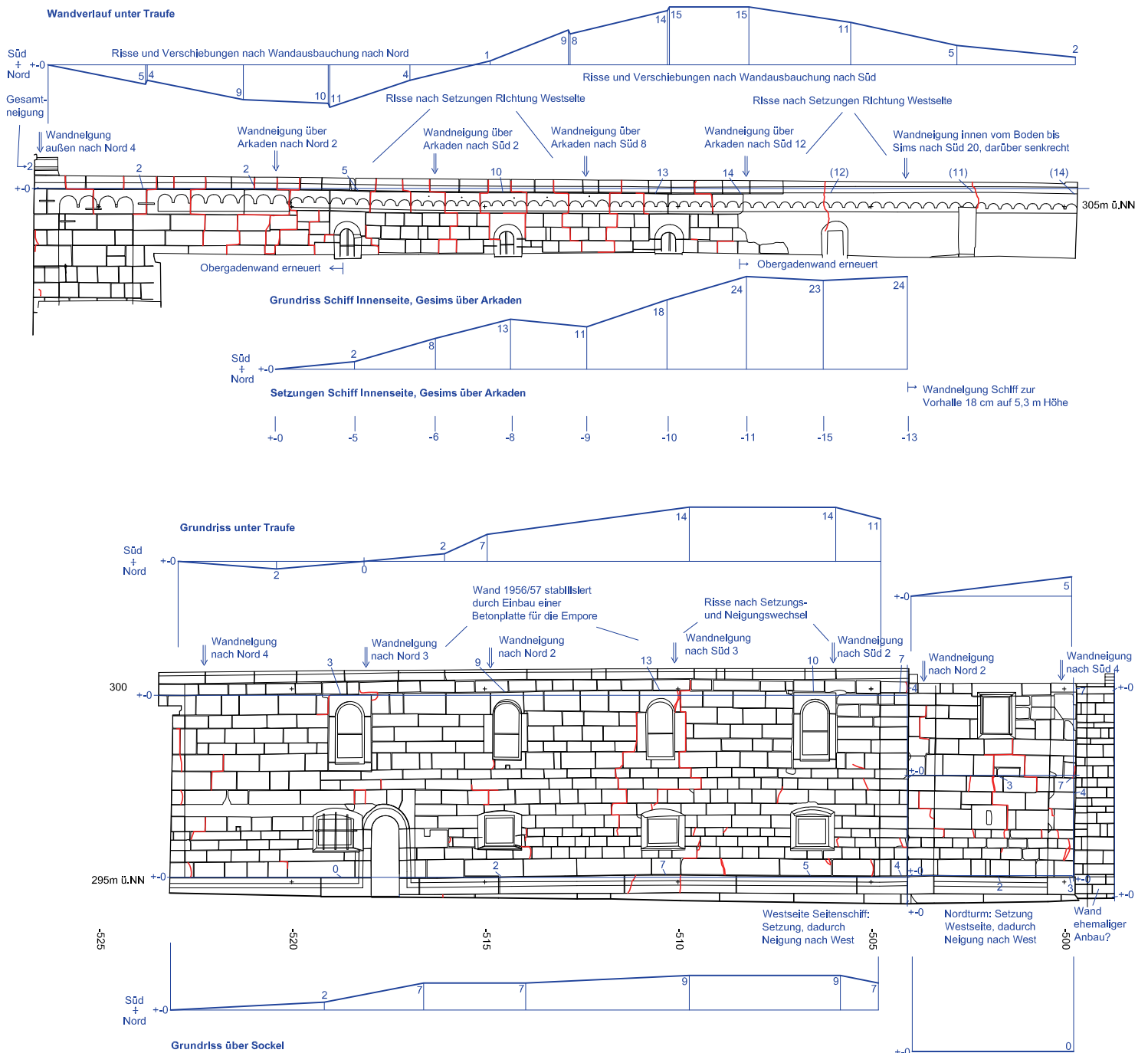
des schwierigen Schadensbilds die Fassaden photogrammetrisch auf. Die daraus erstellten Pläne und Bildpläne waren Grundlage für die Befundkartierungen der Restauratoren.

Die Fassaden der Kirche wurden im Februar 2008 mit 30 großformatigen Stereoaufnahmen erfasst (Abb. 4). Sie bilden eine wichtige Dokumentation des Ist-Zustands und können zu jedem späteren Zeitpunkt erneut dreidimensional interpretiert und ausgemessen werden. Für die jüngeren Anbauten an den Fassaden und für den kaum geschädigten Westturm genügten 23 Einzelaufnahmen.

Um die Pläne und Bildpläne auf ein einheitliches Koordinatensystem beziehen zu können, wurde zunächst ein lokales Messnetz in Form eines Ringpolygonzugs um die Kirche gelegt und danach circa 250 Fassadenpunkte eingemessen und in den Bildern gekennzeichnet.

Bei der nachfolgenden Stereoauswertung zeichneten Photogrammetrie-Operateure sämtliche er-





6 Ansicht Nord, Obergaden und Chor sowie Stumpf des Nordturms und Seitenschiff. Photogrammetrische Auswertung mit Verformungswerten (in cm), M. 1:150 (Grundrissabweichung gegenüber der Längsachse 10-fach überhöht), 2008/09 (photogrammetrische Planzeichnung Inphoris GmbH, Oberhaching, Verformungsmessungen Landesamt für Denkmalpflege).

kennbaren Baubefunde einschließlich der Schäden wie Risse oder Steinausbrüche (Abb. 5, 6). Die Einzelaufnahmen für die Bildpläne wurden digital entzerrt und bei den Turmfassaden zu Gesamtplanen montiert (Abb. 7).

Verformungsmessungen

2007 bat der Architekt Lothar Graner das Landesamt für Denkmalpflege, frühere Neigungsmessungen am Westturm auszuwerten. Die Schrägstellung des Turms war in den Jahren 1957, 1958, 1959 und 1964 durch Winkelmessungen in zwei Achsrichtungen, jeweils in vier Höhenlagen, eingemessen worden. Eine weitere Messung war 2002 in Sockel- und Traufhöhe erfolgt.

Die Neigungswerte von 1957 betragen zwischen Sockel und Traufe an der Südseite der Westfassade 82 cm nach Süd und an der Westseite der Nordfassade 99 cm nach West. Die Differenzwerte zwischen 1957 und 1958 zeigten Neigungszunahmen von 1,5 cm nach Süd und 3,3 cm nach West. 1956/57 waren die Säulen im Schiff, die 8 bis 12 cm aus dem Lot waren, neu ausgerichtet worden. Offensichtlich hatte sich der Turm unmittelbar danach weiter geneigt. Die Messwerte nach 1958 zeigten nur geringe Veränderungen, das heißt der Turm hatte sich anschließend wieder stabilisiert. Vergleicht man die Messwerte mit den Ergebnissen der Passpunktbestimmung für die photogrammetrischen Aufnahmen von 2008, sind die Neigungswerte mit denen von 1957 beziehungsweise 1958 nahezu gleich.

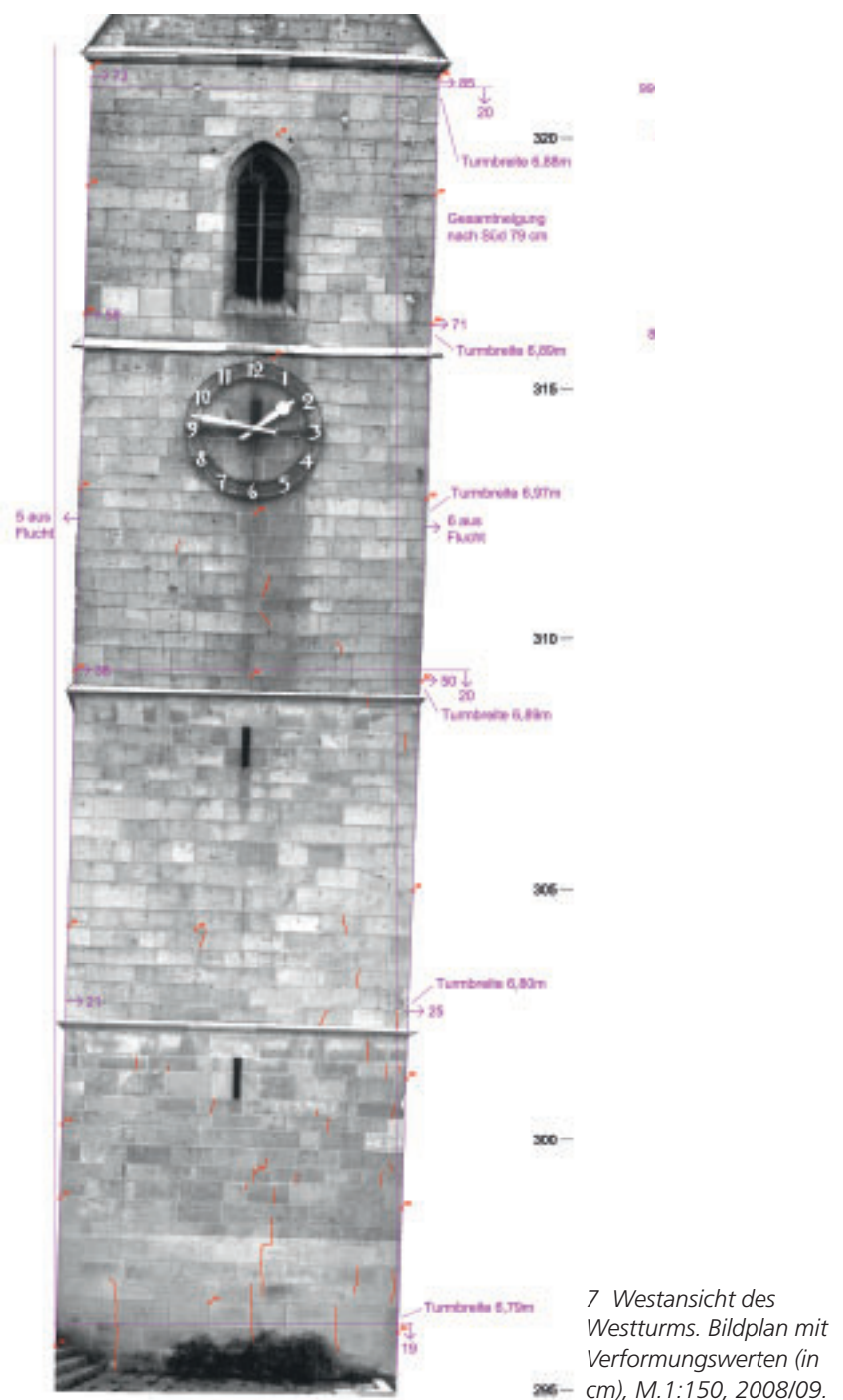
Da die Messmethoden in den 1950er Jahren nicht die Präzision von heute hatten und nur Turmkannten und keine festen Messpunkte anvisiert wurden, müssen Ungenauigkeiten mit berücksichtigt werden. Zeitversetzte Neigungsdifferenzen können bestenfalls ab der Größe von 2 cm beurteilt werden. Um in Zukunft genauere Ergebnisse zu erhalten, wurden am Turm feste Beobachtungspunkte in drei Höhenlagen installiert und eine neue Basismessung in Form von Winkelmessungen vorgenommen. Dadurch können Neigungsänderungen ab 2 mm beobachtet werden.

Da die Turmneigungen sowie die Risse in den oberen Bereichen des Schiffs und der Seitenschiffe in erster Linie durch einseitige Setzungen verursacht worden waren, beschloss man, weiterhin die Höhen sowohl des Turms als auch der Kirche zu beobachten. Die Arbeiten wie das Setzen von 19 Höhenpunkten und die Basismessung der Höhenbolzen durch Feinnivellement erfolgten noch im August 2007 (Vermessungsbüro Streicher, Nürtingen). Die Differenzmessgenauigkeit nach zeitversetzten Beobachtungen liegt hier bei 0,5 mm. Im Frühjahr 2009, als die Kirche für die restauratorischen Arbeiten eingerüstet war, wurde in den Bereichen der Obergaden das volle Ausmaß der Verformungen in Form von Wandverwindungen, offenen Fugen und Rissen erkennbar. Die am Bauvorhaben Beteiligten stellten daraufhin die Frage, ob die bisher vorgesehenen messtechnischen Beobachtungen ausreichen. Vom Landesamt für Denkmalpflege wurde vorgeschlagen, zunächst eine Verformungsanalyse durchzuführen, das heißt die Verformungen detailliert messtechnisch zu erfassen und in Verbindung mit der Bau- und Restaurierungsgeschichte die Ursachen und die zeitlichen Abfolgen zu ermitteln. Danach sollte ein weiterführendes Konzept erstellt werden.

Verformungsanalyse

Im Zuge der Verformungsanalyse konnten die Verformungswerte wie Wandneigungen und einseitige Setzungen direkt aus den fotogrammetrischen Daten ermittelt werden. Zusätzlich wurden an den Nord- und Südfassaden der Kirche über den Sockeln der Seitenschiffe sowie unter den Traufen der Seitenschiffe und der Obergaden die Grundrissverläufe photogrammetrisch nachgemessen. Zur Verdeutlichung der Verformungen erfolgte das Auftragen der Messwerte gegenüber den Längsseiten überhöht im Verhältnis 1:10. Zur Vervollständigung der Verformungsangaben mussten im Innenraum des Schiffs weitere Messungen, nun herkömmlich durch tachymetrische Verfahren, durchgeführt werden (Abb. 5, 6). Hauptursache für die Verformungen ist der schlechte Untergrund aus Knollenmergel in Verbindung

mit der Lage der Kirche an einem Hang. Es ist davon auszugehen, dass es insgesamt zu Verschiebungen Richtung Tal kam. Nachweislich hat sich der südwestliche Bereich der Kirche im Verhältnis zur Gesamtkirche bis zu 30 cm nach Süden verschoben. Die Grundrisslinie über dem Sockel des südlichen Seitenschiffs und des ehemaligen Südturms zeigt von der Ostseite bis zum Südportal einen geraden Verlauf und knickt danach deutlich erkennbar nach Süden ab (Abb. 5). Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Verschiebungen unterschiedliche Wandneigungen verursacht haben. Eine weitere Deformationsursache sind unterschiedliche Setzungen. Die Bereiche des Chors ein-



8 Ecke Südturmstumpf zum Seitenschiff Süd, 2009. Spalt durch unterschiedliche Neigungs- und Verschiebungswerte trotz der Vermauerung im Verbund.

schließlich der Seitenschiffapsiden sowie die ehemaligen Türme und der später errichtete Westturm haben sich aufgrund der größeren Masse stärker gesetzt als die Mitte der Kirche. Hinzu kommt, dass die der Witterung ausgesetzten Außenseiten von Chor und Türmen sich durch die wechselnde Durchfeuchtung mit Quellen und Schrumpfen im Untergrund stärker setzen als die ständig trockenen Innenseiten. Diese Setzungen haben Wandneigungen, in erster Linie nach Westen und im geringeren Umfang nach Osten, verursacht und in den oberen Zonen der Seiten- und Mittelschiffwände zu Rissen geführt.

Bei den hohen und langgezogenen Mittelschiffwänden, aber auch bei den Seitenschiffwänden, sind unterschiedliche Wandausbauchungen entstanden. Intakte Dachwerke leiten ihre Lasten auf die Mauerkrone ab und haben eine stabilisierende Auswirkung auf das Mauerwerk. Offensichtlich wurden durch die unterschiedlichen Turm- und Wandneigungen, vermutlich verstärkt durch eingedrungenes Wasser, die Dachkonstruktionen beschädigt, was weitere Mauerwerksverformungen verursacht haben könnte.

Insgesamt haben sich die genannten Deformationsursachen im Laufe der Jahrhunderte überlagert. Zeitliche Zuordnungen können an den aus statischen Gründen notwendigen Umbauten festgemacht werden.

Neubau des Westturms 1501

Beurteilt man die Umbauten in chronologischer Abfolge, muss zuerst die Frage gestellt werden, weshalb die imposanten Doppeltürme bis auf Höhe der Seitenschiffdächer abgetragen wurden. Bei einer Firsthöhe von 14 m des Hauptdachs dürf-



ten die Türme eine Höhe um 20 m gehabt haben. Der heutige Rest des Südturms neigt sich mit 26 cm extrem nach West. Umgerechnet auf die ursprünglich angenommene Höhe des Turms würde dies einer Neigung von ca. 80 cm entsprechen. Dagegen beträgt die heutige Neigung des Seitenschiffs nur 13 cm nach West. Dadurch ist, obwohl die Mauern im Verbund hergestellt wurden, zwischen Seitenschiff und Turm ein großer Spalt entstanden (Abb. 8). Die Verformungswerte zeigen somit, dass es schon vor dem Neubau des Westturms statische Probleme gab und deshalb die romanischen Türme abgebrochen werden mussten. Die unterschiedlichen Verformungen belegen zugleich, dass die Türme tatsächlich in voller Höhe errichtet worden waren.

Bei den Abmessungen des Westturms fällt auf, dass er oben breiter ist als unten. An der Westseite ist der Turm auf halber Höhe beziehungsweise unterhalb der Uhr um 20 cm und in Traufhöhe um 9 cm breiter als auf Bodenhöhe. An der Südseite ist er in Traufhöhe um 16 cm breiter als in Höhe des Seitenschiffdachs. Ähnliche Tendenzen, jedoch in geringerem Ausmaß, zeigen die beiden anderen Seiten. Für diese ungewöhnliche Bauausführung gibt es nur eine Erklärung: Der Turm hatte sich schon während der Bauzeit geneigt und, um dies auszugleichen, wurde er entgegengesetzt der Neigungsrichtung nach oben verbreitert. Im Mittel aller Turmseiten beträgt die Gesamtneigung des Turms heute 122 cm nach Südwest; betrachtet man nur die Südwestecke beträgt die Neigung 130,5 cm.

9 Obergaden Südseite, 2009. Ab 1870 wurden die Risse im Mauerwerk mit Eisenklammern gesichert.



Umbaumaßnahmen am Schiff

Die westlichen Obergadenbereiche des Langhauses wurden, wohl bedingt durch die Neigung des Westturms, auf einer Länge von ca. 8 m neu aufgemauert. Teile des Hauptdachs mussten wohl auch deshalb 1702 (dendrochronologische Datierung) erneuert werden (Abb. 3). Durch die weitere Neigung des Turms waren auch danach Lücken zum Turm und Risse in den Obergadenwänden entstanden, die immer wieder zugesetzt wurden. Die heutigen Verformungen sind in den photographisch gezeichneten Plänen dargestellt (Abb. 5, 6). Die südliche Obergadenwand baucht in der Mitte unterhalb der Traufe bis zu 24 cm nach Süd aus und ist zur Westseite durch die Turmneigung nach Süd verschoben. Risse und partielle Wandverschiebungen wurden ab 1870 mit Eisenklammern gesichert (Abb. 9). Dagegen zeigt die nördliche Obergadenwand einen s-förmigen Wandverlauf, die Ausbauchungen sind mit maximal 15 cm relativ gering. Auffallend sind hier eine Baunaht unter dem östlichen Fenster und eine andere Mauerwerksstruktur bis zur Ostseite; möglicherweise liegt auch hier ein statisch bedingter Umbau vor (Abb. 10).

Während die Verformungswerte der Obergadenwände die nachträglichen Umbauten mit enthalten, zeigen die Werte im Inneren bis zu den Gesimsen über den Arkaden ausschließlich die Verformungen seit der Erbauungszeit auf. Die Messungen zeigen, dass im östlichen Bereich und in der Mitte die Wände ungefähr senkrecht sind, sie sich aber zur Westseite nach Süden und Westen neigen und in Richtung Süden verschoben sind.

Die Dachkonstruktionen der Seitenschiffdächer wurden mehrfach verändert. Ursprünglich waren



sie wohl flach geneigt und hatten ihren Anschlag unterhalb der romanischen Obergadenfenster. Putzlinien an der Ostseite des Westturms und an den Obergadenseiten unterhalb der Rundbogenfriese zeigen, dass die Seitenschiffdächer zwischenzeitlich bis über die Obergadenfenster reichten (Abb. 10). Das heutige Dachwerk der Südseite wurde im 18. oder 19. Jahrhundert errichtet und musste den Wandneigungen und Fundamentverschiebungen von Seitenschiff und Südturm angepasst werden. Das nördliche Seitenschiffdach wurde 1702 aufgeschlagen und reicht bis zur Mitte der Obergadenfenster. Die Mauerkrone des Seitenschiffes wurde dabei um fast 1 m abgetragen; das Dach ist somit wesentlich steiler als das der Südseite (Abb. 3).

Die letzte statisch bedingte große Umbaumaßnahme wurde in den Jahren 1956/57 durchgeführt. Die Säulen der Arkadenwände im Kircheninneren waren aufgrund der Verschiebungen und Wandneigungen 8 bis 12 cm aus der Senkrechten. Im Zuge der Sanierung wurden zuerst die Seitenschiffemporen ausgebaut, danach die Säulen mittels aussteifenden Gerüsten und Flaschenzügen angehoben und auf neuen Fundamenten wieder ausgerichtet (Abb. 11). Im nördlichen Seitenschiff wurde eine Betonplatte als Horizontalscheibe gegen einseitige Verschiebungen eingebaut, welche gleichzeitig eine neue Empore trägt.

Bewertung der Stabilität und erweitertes Bauüberwachungskonzept

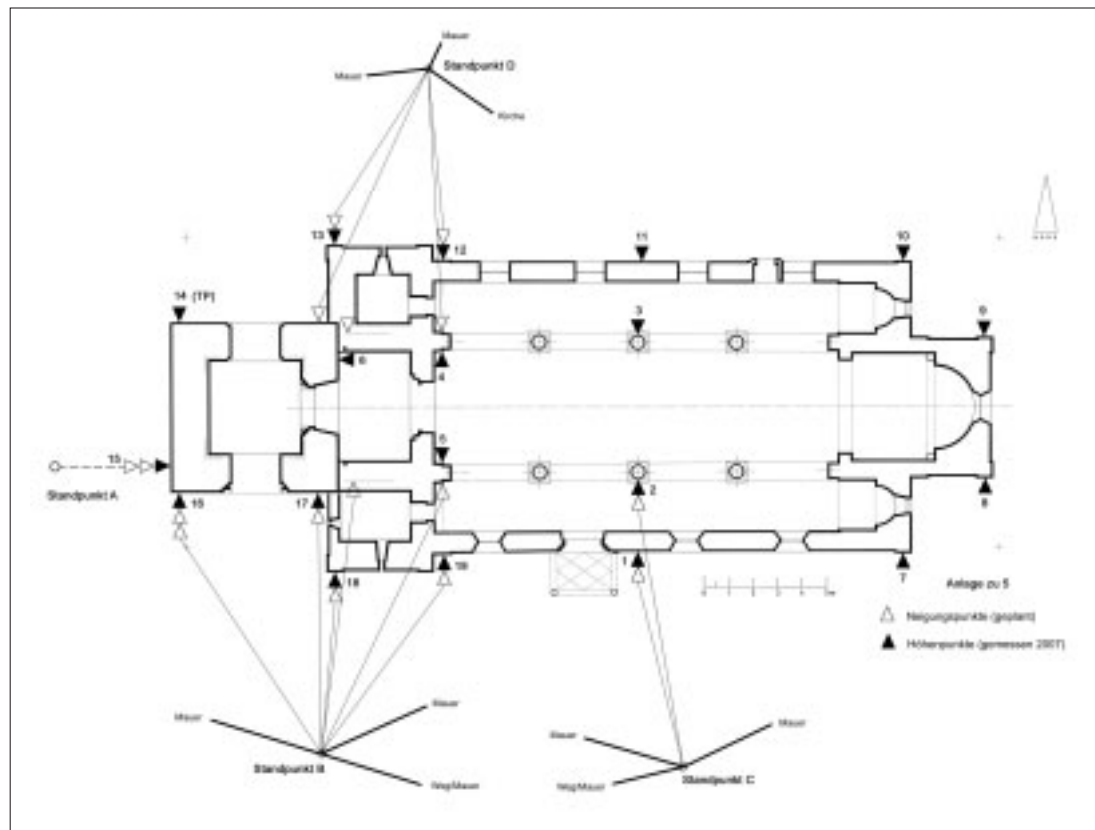
Auf Grundlage der Verformungsanalyse konnte die Stabilität der einzelnen Bauteile neu bewertet werden. Die Bereiche des Chors und der Seitenschiffapsiden sind stabil. Das nördliche Seitenschiff sowie der Nordturm werden aufgrund der gerin-

10 Obergadenwand Nord, Blick von Ost, 2009. S-förmiger Wandverlauf aufgrund von Verformungen. Putzlinie als Anschlag eines früheren Seitenschiffdaches (Pfeil).

11 Kirchenschiff, Unterfangen und Ausrichten der Arkadensäulen, Aufnahme von Albert Lauffer, 1956.



12 Grundriss mit dem Konzept zur messtechnischen Bauüberwachung, 2009. Beobachtet werden die Höhen durch Feinnivellements, die Turmneigungen durch Winkelmessungen und die Wandneigungen und -verschiebungen durch tachymetrische Messungen.



gen Verformungen und nicht zuletzt wegen der 1956/57 durchgeführten Sicherungsmaßnahmen ebenfalls als stabil bezeichnet. Die nördliche Obergadenwand steht trotz des s-förmigen Verlaufs sicher, da die Verformungen relativ gering sind. Als kritisch wird allerdings der Wandbereich über dem ehemaligen Nordturm mit Anschluss an den Westturm eingestuft. Hier haben sich auch noch in jüngerer Zeit Risse gebildet. In der westlichen Zone des südlichen Seitenschiffs und des Südturms belegen die Deformationen, verbunden mit Rissen aus jüngerer Zeit, dass dieser Bereich nach wie vor nicht zur Ruhe gekommen ist. Dasselbe gilt auch aufgrund der starken Verformungen für die südliche Obergadenwand und insbesondere für den Anschlussbereich zum Westturm. Der Westturm hat sich zwar nach 1958, entsprechend den bisher möglichen Messungen, nicht weiter geneigt, muss aber wegen seiner Schiefstellung als kritisch eingestuft werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das bisherige Bauüberwachungskonzept erweitert. Die Übergangsbereiche von der Kirche zum Westturm sowie die Mitte der Südfassade werden nun mit weiteren 19 Beobachtungspunkten durch tachymetrische Messungen überwacht. Durch zeitversetzte Beobachtungen können Neigungsänderungen und Verschiebungen mit einer Genauigkeit ab 5 mm und relative Differenzen zwischen benachbarten Punkten ab 3 mm ermittelt werden (Abb. 12). Die Messpunkte wurden während der Baumaßnahme des Jahres 2009 montiert und zu

Beginn des Jahres 2010 zusammen mit den Punkten am Turm erstmals eingemessen. Baubewegungen lassen sich frühestens nach zwei Folgebeobachtungen, entsprechend den vorgesehenen Messzyklen nach vier Jahren, nachweisen und bewerten.

Literatur

Die Verformungsanalyse baut bei der Baugeschichte auf folgenden Publikationen auf:
 Albert Lauffer: Die Martinskirche und die Gemeinde in Neckartailfingen, Neckartailfingen 1975.
 Hans-Jürgen Bleyer, Ulrich Knapp und Tilmann Marstaller: Die Martinskirche in Neckartailfingen, in: Südwestdeutsche Beiträge zur historischen Bauforschung 4/1999.
 Wertvolle Hinweise zu weiteren Bau- und Restaurierungsbefunden erhielten wir im Zuge der Maßnahme von 2009 von dem Bauhistoriker Tilmann Marstaller und dem Restaurator Karl-Heinz Alber.

Praktischer Hinweis

Die Martinskirche in Neckartailfingen ist im Sommer täglich von 9–18 Uhr geöffnet, in den Wintermonaten täglich von 9–16 Uhr.

*Dipl. Ing. (FH) Günter Eckstein
 Andreas Stiene
 Regierungspräsidium Stuttgart
 Landesamt für Denkmalpflege*

Glossar

Feinnivellement: Hochgenaue Messung von Höhenunterschieden zwischen Punkten.
Photogrammetrie: Mess- und Auswerteverfahren mit fotografischen Bildern.
Obergaden: Obere Wandfläche des Mittelschiffs.
Ringpolygonzug: Messtechnisch in sich geschlossener Linienzug als Grundlage für nachfolgende Messungen.
Tachymetrie: Gleichzeitige Messung von Horizontal- und Vertikalwinkeln und der Distanz, i.d.R. mit Umrechnung in 3-D-Koordinaten.