

Der Sachverständige

Fachzeitschrift für Sachverständige, Kammern, Gerichte und Behörden

Vorteile und Einsatzmöglichkeiten von Rissbreitenmonitoring in Kombination mit Klimadaten- und Erschütterungsmessungen

Dr.-Ing. Wolfram Kuhlmann, Dipl.-Ing. Sebastian Gokus, Dipl.-Ing. Thomas Kempen, Dr.-Ing. Hans-Jürgen Krause*

Sowohl historische als auch moderne Gebäude unterliegen einer Vielzahl von Belastungen. Diese umfassen neben dem Eigengewicht und den planmäßigen Verkehrslasten wie Ausbaulasten, Personen, Wind und Schnee, auch Belastungen in Folge von Setzungen, wechselnden Temperaturen oder dynamischen Einwirkungen von außen.

In diesem Artikel werden zunächst die Möglichkeiten erläutert, die sich heute mit Hilfe moderner Messtechnik zur Feststellung solcher Belastungen bieten. Anschließend werden die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Rissmonitorings anhand von vier Projektbeispielen illustriert.

I. Einleitung

Unabhängig davon, welche Einwirkungen vorliegen: Es ist immer das Ziel, Schäden an Gebäuden zu vermeiden oder auf ein akzeptables Maß zu begrenzen. Wenn daher bekannt ist, dass besondere Belastungen auf ein Bauwerk einwirken oder einwirken werden, kann es sinnvoll sein, ein Monitoring durchzuführen, um Veränderungen am Bauwerk erfassen und im Bedarfsfall

zeitnah reagieren zu können. Ein solches Monitoring hat damit eine überwachende beziehungsweise beweissichernde Funktion.

Darüber hinaus gibt es immer wieder Fragestellungen bei bereits aufgetretenen Schäden: Vergrößern sich die Schäden? Wie gefährlich sind diese Schäden? Was ist die Ursache der Schäden? Wie dringend ist eine Sanierung erforderlich? Welche Art der Sanierung ist geeignet? Wie teuer ist eine Sanierung?

Eine Beantwortung solcher Fragen allein anhand einer Besichtigung ist auch für Fachleute oft nicht möglich. Auch in diesen Fällen bietet ein Monitoring die Möglichkeit, eine solide Grundlage für die Beantwortung der genannten Fragen zu erreichen. Dieses Monitoring hat damit eine diagnostische Funktion.

* Die Autoren sind bei der *Kempen Krause* Ingenieurgesellschaft in Aachen tätig. *Dr.-Ing. Wolfram Kuhlmann* ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger (IKBau NRW) für Baudynamik, Erschütterungen und Schwingungen im Bauwesen und bei *Kempen Krause* Leiter des Fachbereichs Baudynamik; *Dipl.-Ing. Sebastian Gokus* ist Projektleiter im Fachbereich Baudynamik; *Dipl.-Ing. Thomas Kempen* und *Dr.-Ing. Hans-Jürgen Krause* sind Geschäftsführende Gesellschafter bei *Kempen Krause* Ingenieurgesellschaft.

II. Messtechnik

1. Allgemeines

Durch die rasend schnelle Weiterentwicklung der Messtechnik in den letzten Jahrzehnten besteht heute die Möglichkeit, nahezu alle gewünschten physikalischen Größen zu messen. Dabei ist selbstverständlich zu berücksichtigen, dass der Messaufwand in einem vernünftigen Verhältnis zu den gewünschten Erkenntnissen steht. So wäre es natürlich denkbar, die Länge eines Tisches mit einem elektrooptischen Distanzmesser zu bestimmen. Sinnvoller wäre hingegen die Verwendung eines Maßbandes, weil damit die gewünschte Genauigkeit auch erreicht werden kann und der zeitliche und finanzielle Aufwand erheblich geringer ist. Der Wahl der geeignetsten Messtechnik kommt daher in jedem Einzelfall eine entscheidende Bedeutung zu.

In den folgenden Abschnitten werden daher die für das Thema Rissmonitoring relevanten Messgeräte bzw. Messverfahren erläutert. Dabei handelt es sich um manuelle Rissmonitore, digitale Rissmonitore, Messgeräte zur Erfassung der Klimadaten, Erschütterungssensoren sowie die zugehörigen Alarmsysteme.

2. Manuelles Rissmonitoring

Die einfachste Art der Rissüberwachung ist das Anbringen von Gipsmarken über vorhandenen Rissen, die bei erneuter Rissaktivität aufreißen. Die Größe des Risses in der Gipsmarke zeigt auch die Veränderung des ursprünglichen Risses – allerdings erst, wenn die Gipsmarke tatsächlich reißt.

Mehr Informationen als Gipsmarken liefern manuelle Rissmonitore, bei denen zum Beispiel zwei übereinander liegende Plexiglasscheiben verwendet werden, auf denen ähnlich wie bei einem Millimeterpapier eine Skalierung aufgedruckt ist (Abbildung 1). Jede der beiden Scheiben wird auf einer Seite des zu untersuchenden Risses befestigt.

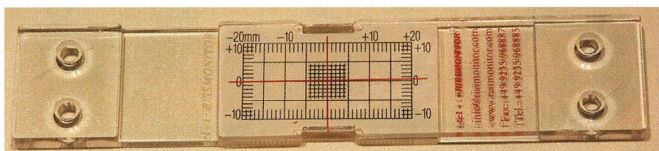


Abbildung 1: Manueller Rissmonitor

Bewegungen des Risses sind anhand der Skala ablesbar, und zwar in beiden Horizontalrichtungen, also die Rissbreite und die Längsverschiebung der Rissufer. Die Größe der Bewegungen des Risses wird dabei immer zu den Zeitpunkten, an denen eine Ablesung erfolgt, erfasst.

3. Digitales Rissmonitoring

Das digitale Rissmonitoring¹ stellt eine Erweiterung des manuellen Rissmonitorings dar, bei dem die Rissbreiten in beliebig einstellbaren Intervallen automatisch digital gespeichert werden (Abbildung 2). Die Intervalle rei-

chen dabei von 24 Stunden (1 Messwert pro Tag) über typischerweise 20 Minuten (72 Messwerte pro Tag, damit gute Erfassung tageszeitlicher Schwankungen) bis hin zu 0,01 Sekunden zur Erfassung hochfrequenter Bewegungen in den Rissen (z. B. bei Vibrationseinwirkung von außen). Die Dauer eines solchen Rissmonitorings ist je nach Fragestellung flexibel, beträgt jedoch häufig ein Jahr, um einen kompletten jahreszeitlichen Zyklus abzudecken.

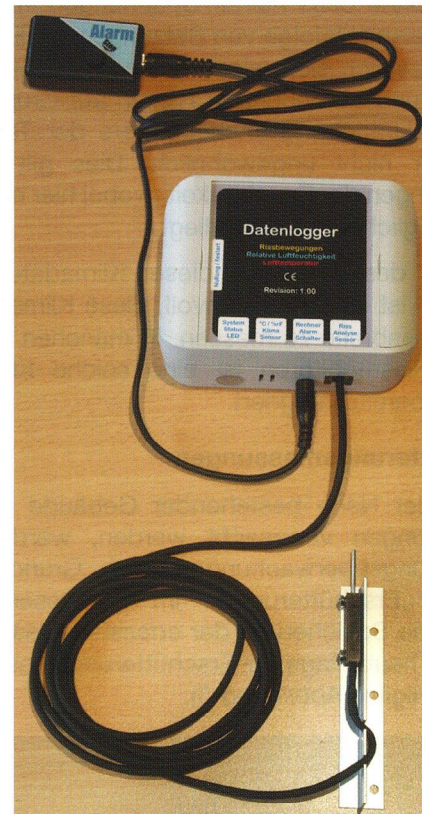


Abbildung 2: Digitaler Rissmonitor

Der wesentliche Vorteil des digitalen Rissmonitorings besteht darin, dass zum Ablesen der Daten nicht jedes Mal jemand zum Sensor hinfahren und die Ablesung durchführen muss. Außerdem liegen auf Grund der Abtastrate durchgehende Informationen zur Rissbreitenänderung vor, so dass sich Vergrößerungen der Risse auch zeitlich sehr genau einordnen lassen. Beim manuellen Rissmonitoring hätte man lediglich die Informationen, dass eine Änderung zwischen zwei Ablesezeitpunkten, die oft mehr als einen Monat auseinander liegen, stattgefunden hat. Ein weiterer Vorteil des digitalen Rissmonitorings besteht auf Grund des Abtastintervalls in der Erfassung tageszeitlicher Rissbreitenveränderungen, die mit dem manuellen Rissmonitoring nicht ohne Weiteres erfassbar ist.

1 Kuhlmann, Modernes Rissmonitoring an historischen Bauwerken, Beton- und Stahlbetonbau, Bd. 104, Nr. 5 (2009); ders., Monitoring und Schwingungsmessungen aus der Sicht des Bauingenieurs, Workshop: „Möglichkeiten des geodätischen Monitoring am Beispiel von aktuellen Projekten“ in Köln, Beuth Hochschule für Technik, Berlin, 2010.

Diesen Vorteilen gegenüber stehen die höheren Kosten für einen digitalen Rissmonitor im Vergleich zu einem manuellen Rissmonitor.

4. Klimadatenmonitoring

Zur Beurteilung von Rissbreitenveränderungen spielen die klimatischen Bedingungen am Riss eine wesentliche Rolle. Durch Änderungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit kann es zu Veränderungen der Rissbreiten kommen, ohne dass hierfür Spannungen im Baustoff, wie zum Beispiel infolge von Setzungen, ursächlich wären. Tageszeitlich sich wiederholende Zyklen von sich öffnenden und schließenden Rissen auf Grund der klimatischen Umgebung (insbesondere der Temperatur) sind daher nicht ungewöhnlich. Dies gilt auch für Schwankungen der Feuchtigkeit, wobei hier nicht unbedingt ein täglicher Zyklus vorliegt.

Auf Grund des Einflusses dieser Klimadaten auf die Rissbreiten ist es daher sinnvoll, diese Klimadaten parallel zur Rissbreite zu messen. In manchen modernen digitalen Rissmonitoren ist eine solche Klimadaten-erfassung bereits integriert.

5. Erschütterungsmessungen

Wenn in der Nähe bestehender Gebäude erhebliche Erschütterungen verursacht werden, werden häufig Erschütterungsüberwachungen auf Grundlage der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ durchgeführt². Die Speicherung der erfassten Messwerte erfolgt dabei heutzutage bei Erschütterungsmessungen in der Regel digital (Abbildung 3).

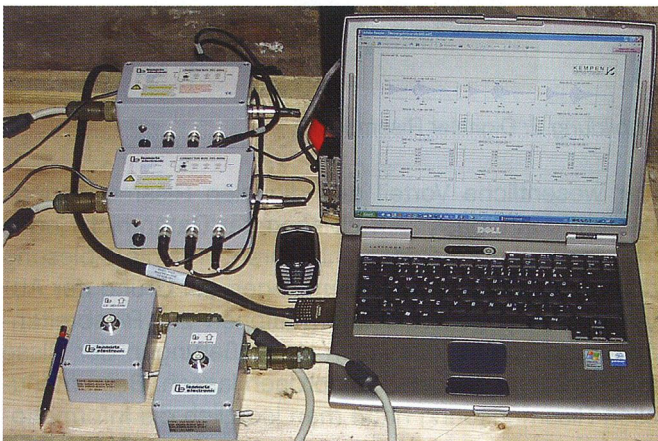


Abbildung 3: Messgeräte für Erschütterungsmessungen

In Teil 3 „Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ der DIN 4150³ sind für verschiedenen Gebäudetypen, verschiedene Messstellen im Gebäude, verschiedene Erschütterungseinwirkungen und die verschiedenen Raumrichtungen die jeweiligen Anhaltswerte angegeben, bei deren Unterschreitung nicht mit Schäden infolge von Erschütterungen zu rechnen ist. Diese Anhaltswerte und die erfassten Messwerte haben bei gerichtlichen Auseinandersetzungen ein entscheidendes Gewicht⁴. Bei erschütterungserzeugenden Arbeiten, wie

zum Beispiel Abrissarbeiten, Sprengungen, Verdichtungsarbeiten etc. ist daher darauf zu achten, dass diese Werte nicht überschritten werden und dass bereits vor Erreichen dieser Werte eine Alarmierung erfolgt.

6. Alarmsysteme

Wenn sich Risse (vgl. o. Abschnitt II 3) sehr stark verändern oder Erschütterungen (vgl. o. Abschnitt II 5) so groß werden, dass Schäden am Gebäude zu befürchten sind, reicht es nicht aus, die jeweiligen Messwerte zu speichern, sondern es soll schnellstmöglich zu einer Alarmierung kommen, um umgehend reagieren zu können. Mit moderner Messtechnik ist dies sowohl bei Rissüberwachungen als auch bei Erschütterungsmessungen möglich. Auch die Art und der Umfang der Alarmierung sind flexibel und reichen von aufleuchtenden Lampen und aufheulenden Sirenen vor Ort bis hin zu SMS- und E-Mail-Versand. Komplett Messsysteme mit Alarmsystemen für Rissmonitoring und Erschütterungsmessungen sind exemplarisch in *Abbildung 4* und *5* dargestellt.

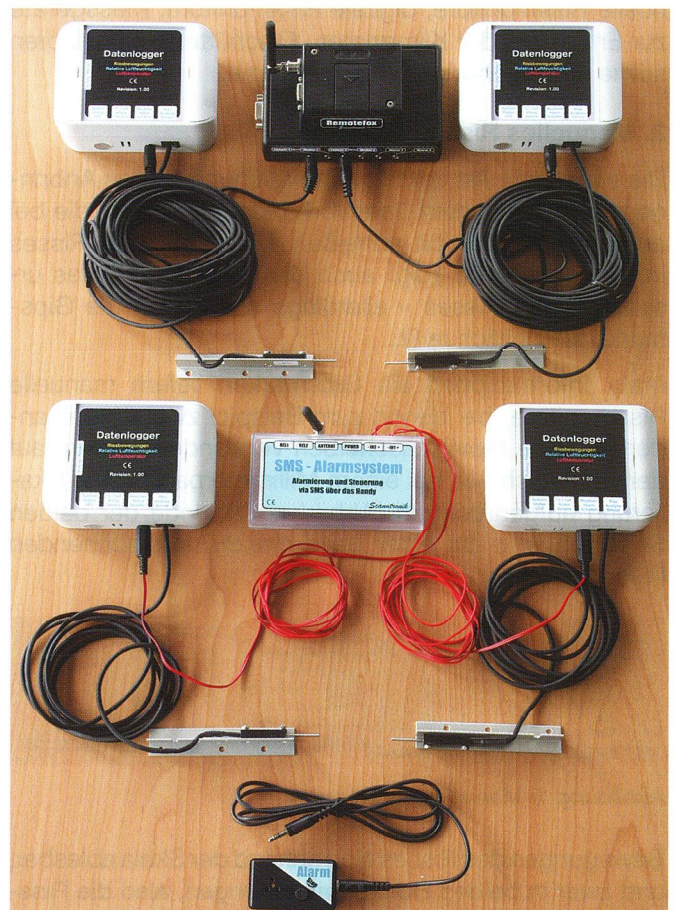


Abbildung 4: Alarmsysteme

- 2 Kuhlmann, Beurteilung von Schäden an Gebäuden durch Erschütterungen, in: „Erschütterungen im Bauwesen – Rechtzeitig erkennen, richtig beurteilen und erfolgreich vermeiden“, Weiterbildungsseminar der Ingenieurkammer Bau NRW, Düsseldorf 2010.
- 3 DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, 1999.
- 4 Kuhlmann/Kempen/Krause, Schwingungsmessungen bei Gerichtsgutachten: Messtechnik im Bauwesen, 2008.

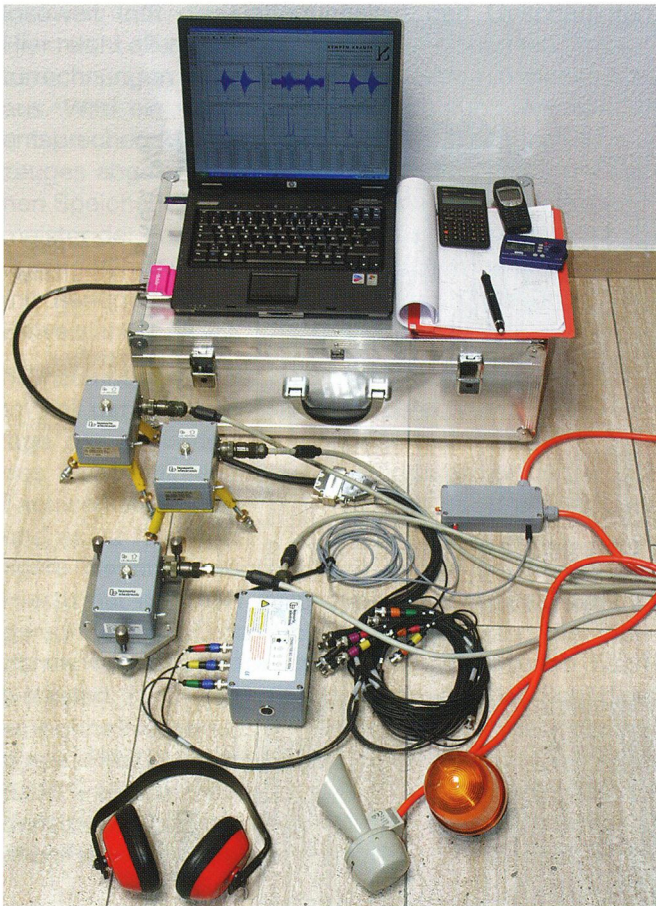


Abbildung 5: Alarmsysteme

III. Einsatzmöglichkeiten der Messgeräte

Nach der allgemeinen Erläuterung zur Verfügung stehender Messtechnik im Bereich Rissmonitoring sowie Klimadatenerfassung und Erschütterungsmessungen werden in den folgenden Abschnitten die Einsatzmöglichkeiten der beschriebenen Messgeräte anhand von konkreten Praxisbeispielen erläutert.

Dabei werden in den folgenden Abschnitten diese Themen erläutert:

- *Projektbeispiel 1: Rissmonitoring mit gleichzeitigen Erschütterungsmessungen*
- *Projektbeispiel 2: Hochfrequentes Rissmonitoring bei dynamischen Einwirkungen*
- *Projektbeispiel 3: Riss- und Klimadatenmonitoring an historischen Gebäuden zur Ermittlung von Schadensursachen*
- *Projektbeispiel 4: Riss- und Klimadatenmonitoring an modernen Gebäuden zur Ermittlung der Rissaktivität.*

1. Projektbeispiel: Rissmonitoring mit gleichzeitigen Erschütterungsmessungen

Zur Erweiterung einer bestehenden Schleuse auf einem Hafengelände wurde eine Großbaustelle eingerichtet, durch die es infolge der Bautätigkeiten sowie dem da-



Abbildung 6: Großbaustelle

mit verbundenen Schwerlastverkehr zu Erschütterungen kommt. Diese könnten zu Schäden an benachbarten Gebäuden führen oder dort vorhandene Schäden vergrößern.

Aus diesem Grund wurden an einem Nachbargebäude sowohl Erschütterungsmessungen als auch ein digitales Rissmonitoring durchgeführt. Für das Rissmonitoring wurden an zwei markanten Rissen jeweils die Rissbreite und die Längsverschiebung des Risses überwacht. Die Erschütterungsmessungen wurden als Dauermessung in Fundamentnähe durchgeführt sowie zusätzlich als Probemessung auch auf Höhe der obersten Deckenebene. Sowohl das Rissmonitoring als auch die Erschütterungsüberwachung wurden mit einer Mobilfunkverbindung ausgestattet, so dass eine automatische Übertragung der Messwerte sowie beim Überschreiten von Grenzwerten eine Alarmierung erfolgen konnte.

In *Abbildung 7* sind für zwei der digitalen Rissmonitore die gemessenen Verläufe über einen Zeitraum von einem halben Jahr dargestellt. Die schwarze Linie zeigt die Entwicklung des Risses, wobei ein positives Vorzeichen ein Schließen des Risses und ein negatives Vorzeichen ein Öffnen des Risses bedeutet. Bei Messungen der Längsverschiebung von Rissen entsprechen die Vorzeichen den beiden Richtungen. Die blaue Linie in *Abbildung 7* gibt die relative Luftfeuchtigkeit und die rote Linie die Temperatur an. Man erkennt sofort, dass erhebliche Rissbewegungen in der Größenordnung von bis zu 0,5 mm aufgetreten sind. Außerdem sind die tageszeitlichen Schwankungen klar erkennbar und ebenfalls erheblich (bis zu mehr als 0,3 mm), wobei alle drei Messgrößen (Rissbreite, Luftfeuchtigkeit und Temperatur) diese tageszeitlichen Schwankungen aufweisen. Auch der Zusammenhang zwischen der Rissbreite und den längerfristigen Klimaveränderungen (insbesondere der Luftfeuchtigkeit) wird deutlich.

Die Auswertung der Erschütterungsmessungen ist exemplarisch in *Abbildung 8* dargestellt, hier für einen

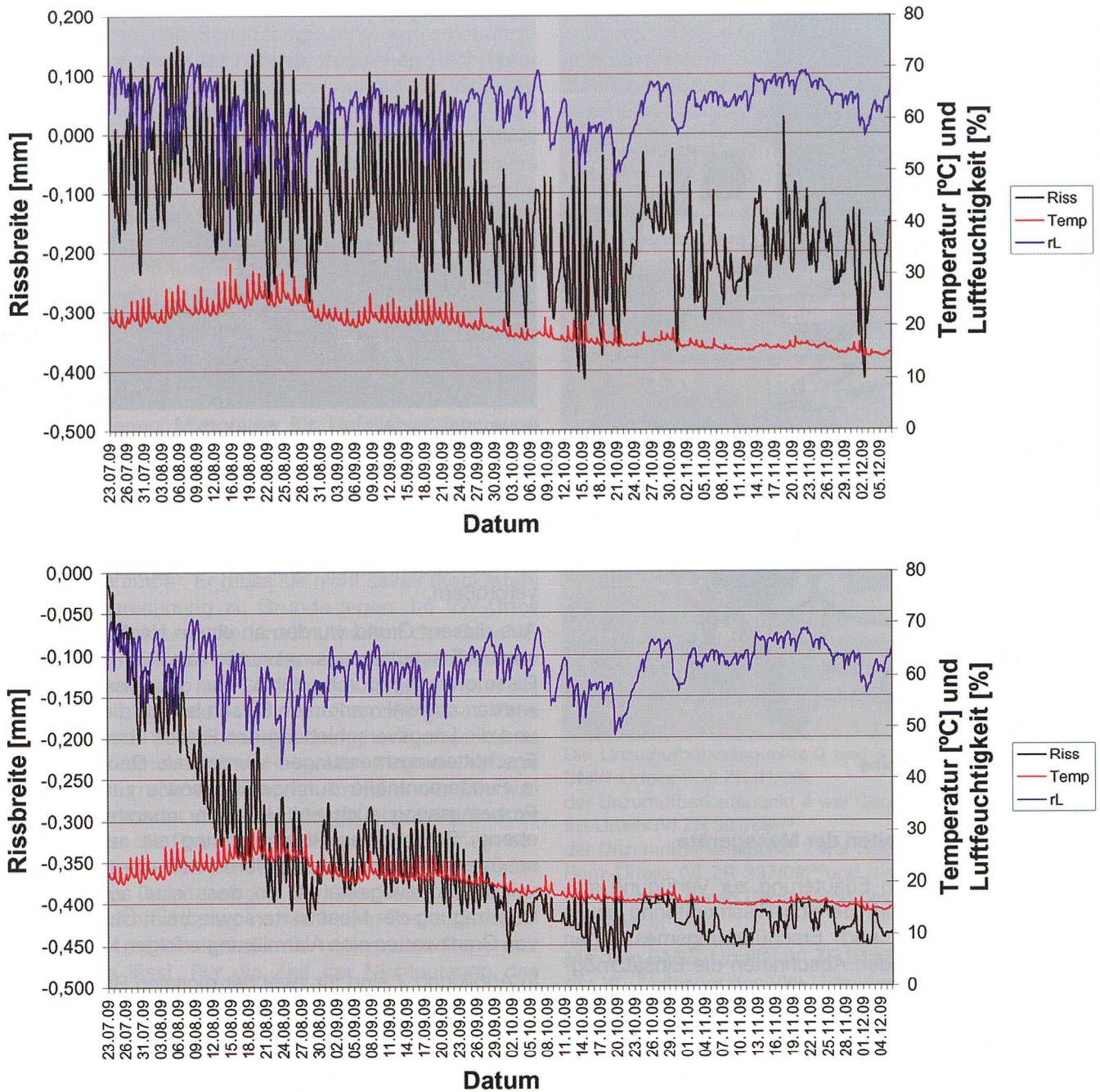


Abbildung 7: Auswertung des Rissmonitorings

Zeitraum von zwei Wochen. Dadurch wird klar erkennbar, dass die Erschütterungen an den fünf Werktagen zu den üblichen Arbeitszeiten auftreten und dass am Wochenende und nachts kaum Erschütterungen vorliegen. Die Maximalwerte der in dem dargestellten Zeitraum erfassten Erschütterungen liegen unterhalb des Anhaltswertes nach DIN 4150-3, der mit den roten Linien dargestellt ist.

Insgesamt zeigte die kombinierte Auswertung des Erschütterungs- und Rissmonitorings, dass kein Zusammenhang zwischen den Rissbewegungen und den Zeitpunkten, an denen Erschütterungen aufgetreten sind, besteht. Die Risse zeigen vielmehr erhebliche ständige

Bewegungen, die im Wesentlichen auf andere Ursachen (Klimaeinflüsse) zurückzuführen sind.

Neben der Beantwortung der Frage, ob durch die Großbaustelle Schäden an Gebäuden auftreten können, wurde außerdem die Zumutbarkeit der Erschütterungen untersucht⁵. Dies erfolgt auf Grundlage der DIN 4150 Teil 2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“⁶ und

5 Kuhlmann, Beurteilung der Zumutbarkeit von Erschütterungen. Im Tagungsband: „Erschütterungen im Bauwesen – Rechtzeitig erkennen, richtig beurteilen und erfolgreich vermeiden“, Weiterbildungsseminar der Ingenieurkammer Bau NRW, Düsseldorf, 2010.
 6 DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“, Teil 2 „Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, 1999.

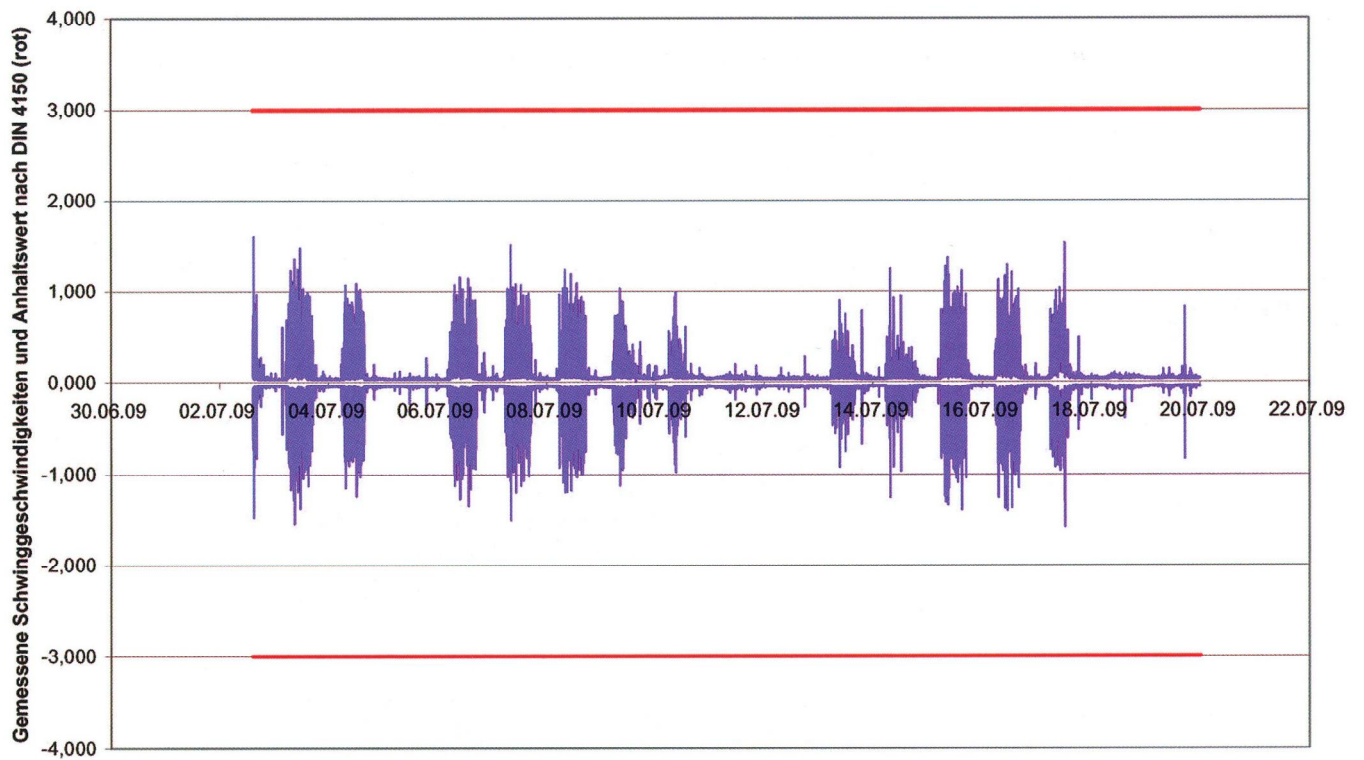
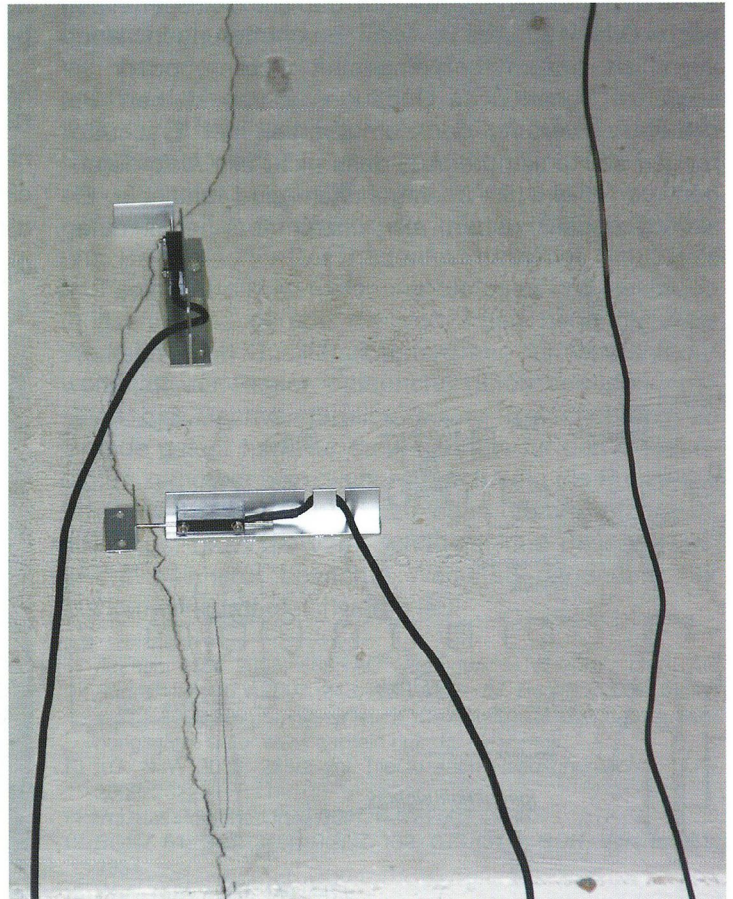
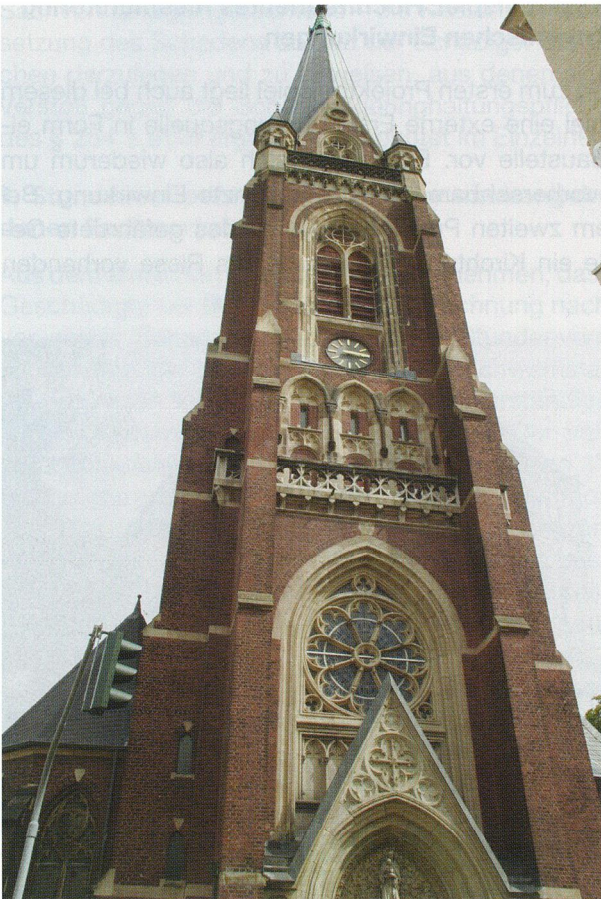


Abbildung 8: Auswertung der Erschütterungsüberwachung



Abbildungen 9 und 10: Kirchturm mit Rissmonitoren

Messpunkt Orgelbereich
Rissensor quer - Zeitraum 11.08.2008-16.02.2009

KEMPEN KRAUSE
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 RITTERSTRASSE 20 D-52072 AACHEN
 TEL 0241/88 99 00 FAX 0241/88 99 0-990

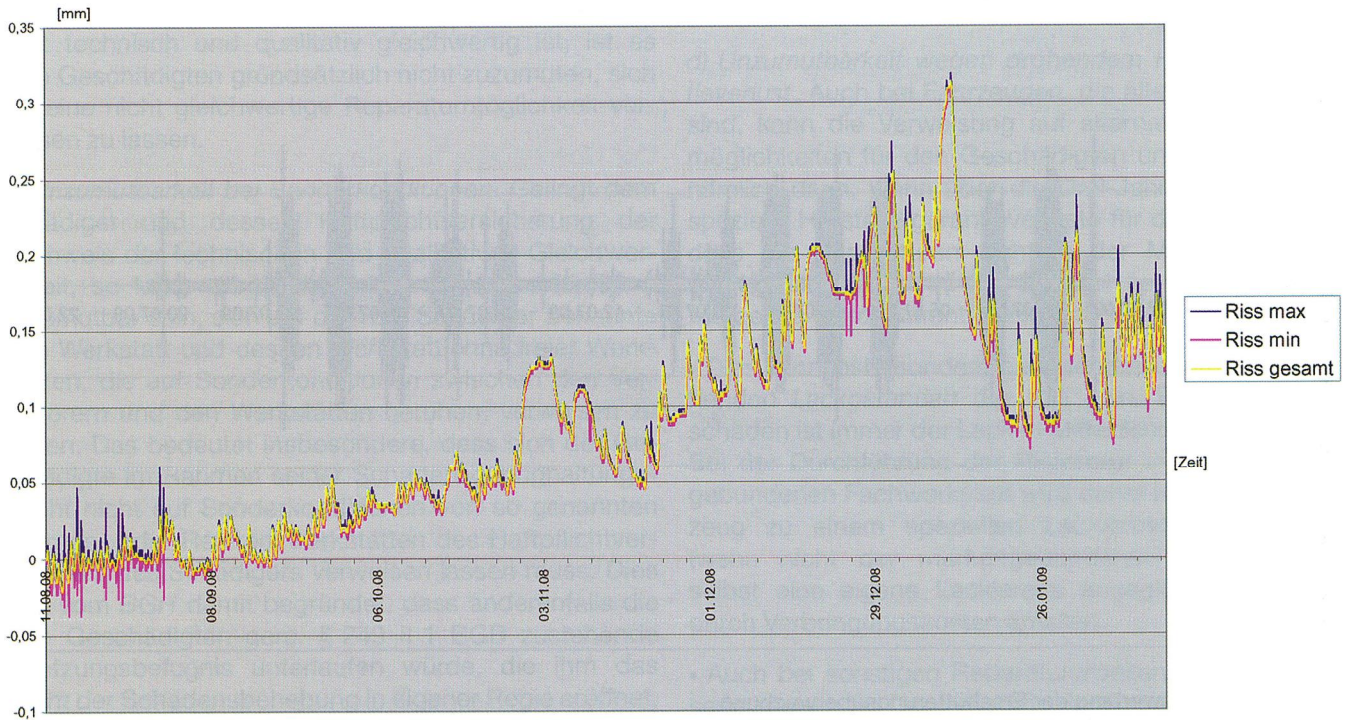
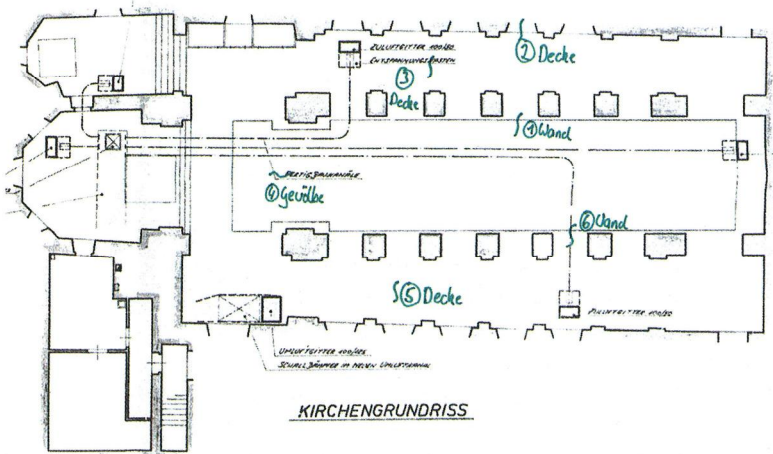


Abbildung 11: Rissentwicklung bei hochfrequentem Monitoring

stellt ein strengeres Kriterium dar als die Beurteilung nach DIN 4150 Teil 3, weil Erschütterungen lange zuvor als unzumutbar eingestuft werden, bevor sie sogar zu Schäden an Gebäuden führen können. Bei dieser Auswertung der Zumutbarkeit der Erschütterungen stellte sich heraus, dass nicht alle Anforderungen der DIN 4150-2 eingehalten sind und die Erschütterungen daher als unzumutbar einzustufen sind.

2. Projektbeispiel: Hochfrequentes Rissmonitoring bei dynamischen Einwirkungen

Analog zum ersten Projektbeispiel liegt auch bei diesem Beispiel eine externe Erschütterungsquelle in Form einer Baustelle vor. Es handelt sich also wiederum um eine vorhersehbare, zeitlich begrenzte Einwirkung. Bei diesem zweiten Projektbeispiel ist das gefährdete Gebäude ein Kirchturm, in dem bereits Risse vorhanden



Abbildungen 12 und 13: Lageplan der digitalen Rissmonitore in historischem Kirchengebäude

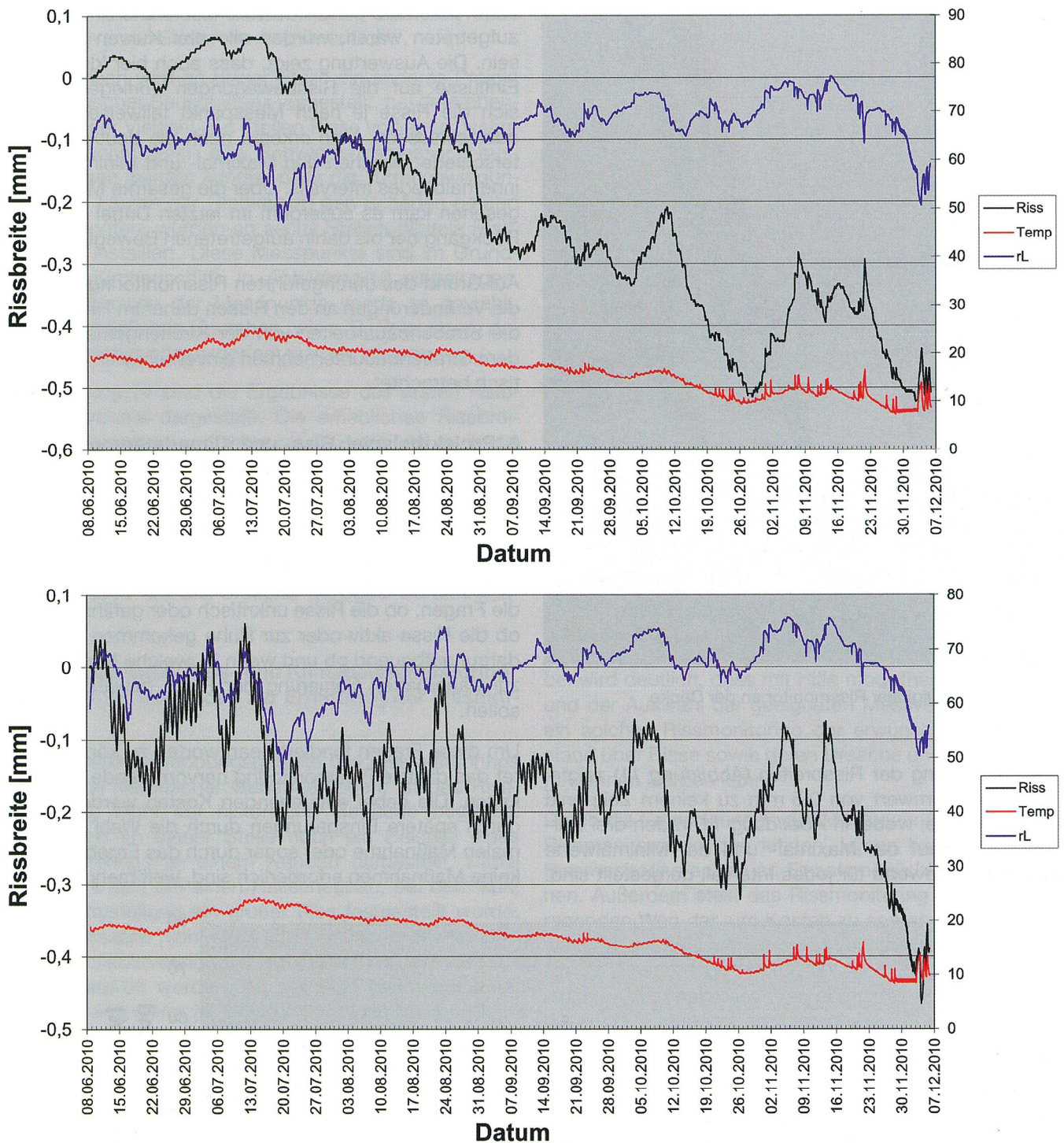


Abbildung 14: Ergebnisse bei historischen Gebäuden

sind. In unmittelbarer Nähe des Turmes wurden bei einer Kanal- und Straßenbaumaßnahme Verdichtungsarbeiten durchgeführt, die zu hochfrequenten Erschütterungen führen (typischerweise ca. 25-40 Hz).

Um Schäden zu vermeiden wurden auch hier sowohl Erschütterungsmessungen als auch ein Rissmonitoring durchgeführt. Auf Grund der unmittelbaren Nähe zur Erschütterungsquelle und der bekannten hohen Erregerfrequenz wurde hierbei ein hochfrequentes Riss-

monitoring mit Sensoren an vier Stellen gewählt. Dies bedeutet, dass pro Sekunde die Rissbreite 100 mal gemessen und gespeichert wird. Damit soll sichergestellt werden, dass auch kurzzeitige Bewegungen registriert werden. In Intervallen von 15 Minuten wurden dann die Maximal- und Minimalwerte, die innerhalb dieses Intervalls aufgetreten sind sowie der Wert am Ende des Intervalls gespeichert. Darüber hinaus wurde eine Alarmierung per SMS für den Fall einer Rissbreitenänderung um mehr als 0,5 mm installiert.



Abbildung 15: Digitaler Rissmonitor an der Decke

Wenn innerhalb eines Intervalls also keine Änderungen aufgetreten wären, würden alle drei Kurven identisch sein. Die Auswertung zeigt, dass auch hier klimatische Einflüsse auf die Rissbewegungen vorliegen, wobei sich die Risse je nach Messpunkt teilweise öffneten oder schlossen. Man erkennt auch die deutlichen Unterschiede zwischen den Maximal- und Minimalwerten innerhalb jedes Intervalls. Über die gesamte Messdauer gesehen kam es außerdem im letzten Drittel zu einem Rückgang der bis dahin aufgetretenen Bewegungen.

Auf Grund des durchgeführten Rissmonitorings wurden die Veränderungen an den Rissen daher im Hinblick auf die Straßenbauarbeiten von der Kirchengemeinde und dem Straßenbauunternehmen einvernehmlich als unkritisch betrachtet.

3. Projektbeispiel: Riss- und Klimadatenmonitoring an historischen Gebäuden zur Ermittlung von Schadensursachen

Historische Gebäude haben häufig diverse Schäden, insbesondere Risse sind an historischen Gebäuden oft zahlreich vorhanden. Hierbei stellen sich in vielen Fällen die Fragen, ob die Risse unkritisch oder gefährlich sind, ob die Risse aktiv oder zur Ruhe gekommen sind und darauf aufbauend ob und wenn ja, welche Maßnahmen zur dauerhaften Sanierung der Risse gewählt werden sollen.

Die Auswertung der Rissbreiten (Abbildung 11) zeigte, dass der Alarmwert von 0,5 mm zu keinem Zeitpunkt erreicht wurde, wobei in Abbildung 11 in den drei Kurven der Verlauf der Maximal- und der Minimalwerte sowie der Endwerte für jedes Intervall dargestellt sind.

Um diese Fragen fundiert beantworten zu können, bietet das digitale Rissmonitoring hervorragende Möglichkeiten. Die dabei entstehenden Kosten werden häufig durch spätere Einsparungen durch die Wahl der optimalen Maßnahme oder sogar durch das Ergebnis, dass keine Maßnahmen erforderlich sind, weit mehr als wett-

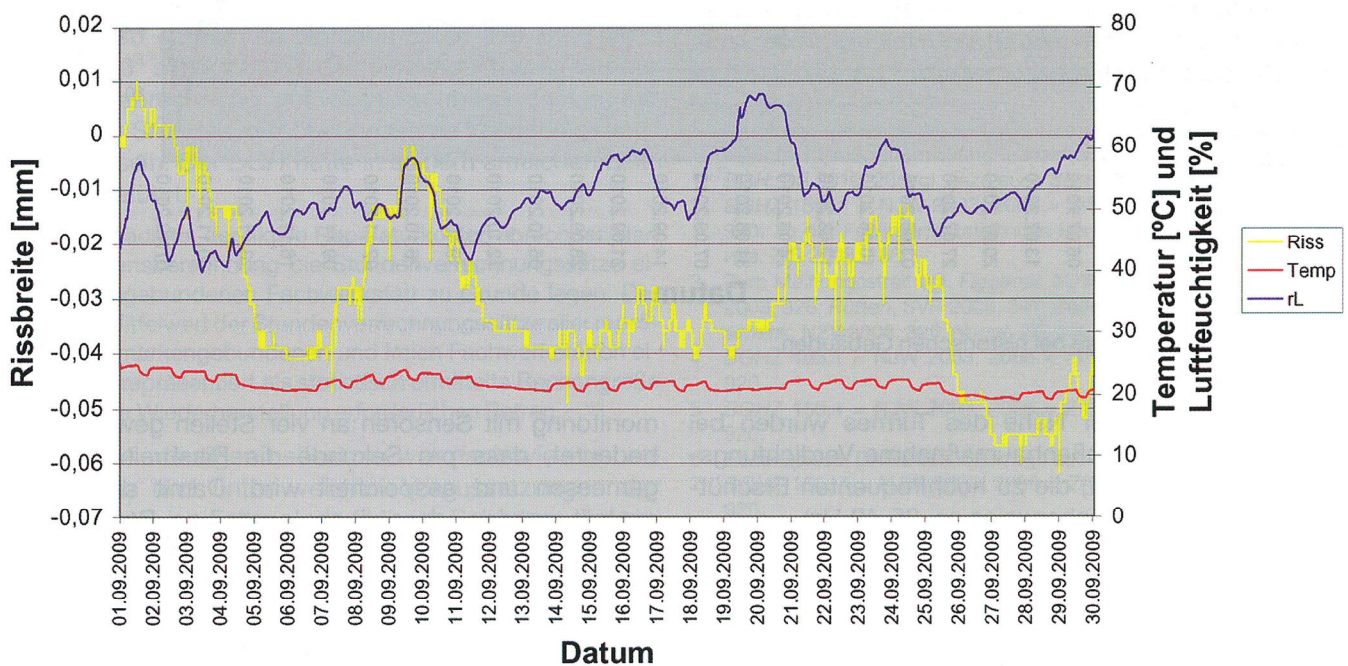


Abbildung 16: Rissmonitoring bei neuen Gebäuden

gemacht. Ein solches Rissmonitoring läuft seit 2009 z. B. an diversen Stellen im Aachener Dom⁷.

Exemplarisch wird an dieser Stelle ein anderes Projekt mit historischer Bausubstanz vorgestellt, bei dem ebenfalls an einer Vielzahl von Stellen Risse vorliegen. Nachdem zunächst durch eine Schwingungsmessung ausgeschlossen werden konnte, dass die Turmschwingungen beim Läuten der Glocken zu den Schäden geführt haben konnten, wurden an sechs Stellen digitale Rissmonitore installiert. Diese Messpunkte sind im Grundriss des Kirchenschiffs in *Abbildung 12* eingetragen. Die Kombination der Messpunkte wurde so gewählt, dass die möglichen Ursachen, wie z. B. Setzungen, dadurch bestätigt oder widerlegt werden können.

In *Abbildung 14* sind die Ergebnisse des ersten Halbjahreszeitraums dargestellt. Die erheblichen Rissbreitenveränderungen von mehr als 0,5 mm und auch die Beeinflussung durch die klimatischen Randbedingungen zeigen nachweislich die deutliche Aktivität der Risse. Nach Abschluss des Gesamtmesszeitraums von einem Jahr werden auch die Veränderungen an den verschiedenen Stellen zueinander betrachtet, so dass Rückschlüsse auf die Ursache gezogen werden können.

4. Projektbeispiel: Riss- und Klimadatenmonitoring an modernen Gebäuden zur Ermittlung der Rissaktivität

Obwohl viele Anwendungsgebiete des Rissmonitorings im Bereich historischer Gebäude liegen, ist das Rissmonitoring nicht auf historische Gebäude begrenzt. Daher wird an dieser Stelle noch ein Beispiel eines Rissmonitorings an einem Neubau dargestellt. Dabei handelt es sich um einen Hallenneubau, bei dem kurz nach Fertigstellung ein großer Riss festgestellt wurde, dessen Ursache nicht eindeutig geklärt werden konnte. Vor der selbstverständlichen Sanierung des Risses sollte überprüft werden, ob der Riss überhaupt noch aktiv ist und wenn ja, in welchem Maß. Damit sollte von vornherein vermieden werden, dass sich nach der Sanierung ein noch aktiver Riss wieder öffnet. In *Abbildung 15* sind der digitale Rissmonitor an der Decke

(etwa in Bildmitte) und die zugehörige Auswertung (*Abbildung 16*) dargestellt.

Die Auswertung der auf einen Monat begrenzten Messung zeigte, dass die Bewegungen im Riss erfreulicherweise relativ gering sind. Die interessanterweise festgestellten Rissbewegungen zeigen eine Korrelation zu den Werktagen und können mit Lüftungsvorgängen in Verbindung stehen. Insgesamt konnte durch die Messungen festgestellt werden, dass der Riss ausreichend ruhig ist, um eine Sanierung des Risses durchzuführen, die auch langfristig Bestand hat.

IV. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Artikel wurden zunächst die Möglichkeiten moderner Messtechnik im Bereich des Rissmonitorings vorgestellt, wobei auch die angrenzenden Bereiche der Klimadatenerfassung und der Erschütterungsüberwachung mitbetrachtet wurden. Die Vorteile und Einsatzmöglichkeiten wurden anhand von vier ausgewählten Projektbeispielen erläutert, wobei diese Projektbeispiele gleichzeitige Messungen von Rissbreiten und Erschütterungen, hochfrequente Rissbreitenerfassung, Rissmonitoring an historischer Bausubstanz und Rissmonitoring an modernen Gebäuden umfassen. Dabei wird deutlich, dass mit Hilfe moderner Messtechnik und der Auswahl der geeigneten Messverfahren durch ein solches Rissmonitoring der erwünschte Kenntnisstand über Risse sowie deren Ursache und Entwicklung gewonnen werden kann.

Durch die Entwicklungen der Messtechnik bei digitalen Rissmonitoren in den letzten Jahren hat das digitale Rissmonitoring enorm an Einsatzmöglichkeiten gewonnen. Außerdem stellt das Rissmonitoring einen hervorragenden Weg dar, um Kosten zu sparen, weil der Aufwand für die Messungen meist deutlich geringer ausfällt als die Einsparungen durch die fundierte Wahl von geeigneten Maßnahmen oder eben das Ergebnis, dass gar keine Maßnahme erforderlich ist. ■

⁷ Kuhlmann, Modernes Rissmonitoring an historischen Bauwerken, 2009 (o. Fußn. 1).