



Karl-Hans Klein

Ingenieurgeodäsie, ein Bestandteil des Monitorings im Bauwesen

Bei interdisziplinären Messaufgaben im Bauwesen wird u. a. bei der Verwendung automatischer Sensoren und beim Einsatz moderner Methoden der Auswertung im Zusammenhang mit Überwachungsmessungen der Begriff Monitoring verwendet. Daraus ergibt sich die Frage, ob Vermessungen mit modernen Mess-, Auswerte- und Darstellungsmethoden als Monitoring bezeichnet werden können.

1 Allgemeine Charakterisierung der Aufgaben im Bauwesen

Die Industrialisierung, die dichte Besiedlung und der damit verbundene hohe Nutzungsgrad von Bauflächen macht es zukünftig noch stärker als in der Vergangenheit notwendig, dass

- „ungeeigneter“ Baugrund für die Errichtung von baulichen Anlagen genutzt wird
- bauliche Anlagen verstärkt unterirdisch errichtet werden
- die Bauwerke in der Höhe, in ihren Ausmaßen und in ihrer Masse weiter zunehmen und damit noch schwerer auf dem Baugrund lasten und
- Wohnungs-, Freizeit-, Verwaltungs-, Industrie- und Versorgungsbauwerke sowie Verkehrsbauten im Kontext errichtet werden müssen.

Gleichzeitig wird eine lange Lebensdauer der Bauwerke mit einer hohen wirtschaftlichen Nutzung angestrebt. Außerdem kann sich während der Le-

bensdauer eines Bauwerkes die Nutzung mehrmals ändern, womit häufig Umbauten und auch unterschiedliche Beanspruchungen, z. B. der Bauwerkskonstruktion, verbunden sind. Dies erfordert, dass große, komplizierte und volkswirtschaftlich bedeutende Bauwerke jahrzehntelang überwacht und messtechnisch betreut werden müssen.

2 Ingenieurgeodäsie

Ein Teil der messtechnischen Betreuung von Bauwerken erfolgt seit langem wie selbstverständlich durch die Ingenieurvermessung bzw. Ingenieurgeodäsie. Ingenieurvermessungen sind bekanntlich nach E DIN 18 710-1 Vermessungen im Zusammenhang mit der Aufnahme, Projektierung, Absteckung, Abnahme und Überwachung von Bauwerken oder anderen Objekten [1]. Die Ingenieurvermessungen lassen sich entsprechend der zeitlichen Abfolge der Projektphasen in Leistungen

- (1) vor und während der Planungs- und Entwurfsphase
- (2) vor Baubeginn (auf der Baustelle und ggf. in der Vorfertigungsstätte)
- (3) während der Bauausführung
- (4) zum Abschluss des Bauprozesses und
- (5) in der Nutzungsphase der baulichen Anlage unterteilen [2].

Man müsste die ingenieurgeodätischen Leistungen analog der Projektierungsschritte [3] um den Punkt (6) – Vermessungen zur Vorbereitung und Durchführung des Abrisses und der Entsorgung eines Bauwerkes – ergänzen. Auch die normativen Festlegungen für die vielfältigen Aufgaben der Ingenieurgeodäsie wurden gemäß

der entsprechenden Hauptprojektphasen eines Bauwerkes vorgenommen. So wurden über die allgemeinen Festlegungen für Ingenieurvermessungen im Teil 1 der Norm E DIN 18 710 hinaus im Teil 2 Festlegungen für die Aufnahme-, im Teil 3 für die Absteckungs- und im Teil 4 für die Überwachungsvermessungen getroffen [1].

3 Zum Begriff Monitoring

Bei interdisziplinären Messaufgaben im Bauwesen wird u. a. bei der Verwendung von automatischen Tachymeterinstrumenten, beim Einsatz von Sensoren, bei der Benutzung moderner Methoden zur Auswertung von automatisch erfassten Messdaten im Zusammenhang mit Überwachungsvermessungen der Begriff „Monitoring“ verwendet [4, 5, 6]. Daraus ergibt sich die Frage, ob Vermessungen zur Überwachung von Bauwerken mit modernen Mess-, Auswerte-, Übertragungs- und Darstellungsmethoden als Monitoring bezeichnet werden können. Nach E DIN 18 710-4 – Ingenieurvermessung, Überwachung – sind Überwachungsvermessungen „Vermessungen zur Feststellung von Bewegungen und Verformungen von technischen und natürlichen Objekten, die in der Gesamtheit aller notwendigen Maßnahmen der Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation bestehen.“ [1]

In den Handbüchern der Ingenieurvermessung [7, 8], findet man weder eine Definition noch Erläuterungen zum Begriff Monitoring. Der Duden – das Fremdwörterbuch [9] – bestätigt die englische Herkunft des Wortes und gibt den Hinweis, dass es sich um die Dauerbeobachtung eines be-

stimmten Systems handelt. In einem englischen Schulwörterbuch wird „monitoring“ mit elektronischer Mithör-, Prüf- und Überwachungsverbindung übersetzt [10].

Fachspezifischer wird man durch das Lexikon der Kartographie und Geomatik informiert. Dort wird unter dem Stichwort Monitoring eine „kontinuierliche andauernde Überwachung der Veränderungen eines Systems, zumeist Komponenten oder Aspekte der Umwelt (Umweltmonitoring) oder eines Teilbereiches der Umwelt, wie etwa von Tieren und Pflanzen (Biomonitoring) bezeichnet. Im Rahmen des Monitorings werden über einen längerfristigen Zeitraum Messdaten im realen Umfeld erfasst, analysiert und dokumentiert. Der zeitnahe Vergleich der gemessenen Datenwerte mit Sollwerten, die eine geplante Zielstellung repräsentieren, ermöglicht eine unmittelbare Kontrolle und fortlaufende Steuerung des überwachten Systems.“ [11]

Eruiert man weiter, um den vollständigen Inhalt und die umfassende Bedeutung des Begriffs Monitoring im englischen Sprachraum zu ergründen, so erfährt man in [12], dass dieser nicht nur in natürlichen und technischen Bereichen, sondern auch im Zusammenhang mit Prüf- und Überwachungsmethoden von finanztechnischen Abläufen bei Kapital und gesellschaftlichen Prozessen verwendet wird. Der Begriff Monitoring wird im Finanzbereich für die Überwachung eines finanztechnischen Ablaufs vom Entstehen bis zu dessen Beendigung verwendet, wobei die Kontrolle geplant, kontinuierlich an ausgewählten kritischen Stationen unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren durchgeführt und bewertet werden muss. Es müssen Schlussfolgerungen zu verschiedenen Zeitpunkten gezogen werden können, um ggf. den finanztechnischen Ablauf, z. B. in Abhängigkeit der wirtschaftlichen Konjunktur eines Landes oder des Weltmarktes, korrigieren zu können. Die Aufgaben eines Monitorings sind jedoch erst nach Beendigung des finanztechnischen Ablaufs erfüllt. Aus der vorgenommenen Begriffsanalyse lässt sich folgende allgemeine Definition für den Begriff Monitoring ableiten: „Monitoring ist die

geplante und regelmäßige Überwachung von Veränderungen bei natürlichen, technischen und gesellschaftlichen Abläufen in einem System von ihrer Entstehung bis zu ihrer Beendigung, die es zu jeder Zeit gestattet, die Abläufe im System zu steuern.“ Wendet man diese allgemeine Definition auf das Gebiet der Ingenieurmessung an, so entspricht der Inhalt der Definition für Überwachungsmessungen in E DIN 18710 – Teil 4 [1] nicht ganz der vollständigen Bedeutung des Begriffs Monitoring. Die richtige Verwendung des Begriffs geodätisches Monitoring im Zusammenhang mit baulichen Anlagen ist nämlich nur dann gegeben, wenn die geodätischen Überwachungsmessungen von der Projektphase bis zum Abriss der Bauwerke (siehe Abschnitt 2) geplant, systematisch unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren vorgenommen werden, und wenn zu verschiedenen Bestandszeiten des Bauwerkes geometrische Daten geliefert werden, die es gestatten, z. B. wirtschaftliche Entscheidungen zur Sanierung eines Bauwerkes abzuleiten. Außerdem ist es nach der DIN EN 45020 „Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten“ [13] nur teilweise möglich, die Steuerungsmechanismen in [1] festzulegen. Man muss hinzufügen, dass das ingenieurgeodätische Monitoring

zur Überwachung von geometrischen Größen nur ein Teil des Monitorings für ein Bauwerk ist. Demzufolge ist das ingenieurgeodätische Monitoring eine Teildienstleistung für das Monitoring eines Bauwerkes oder einer baulichen Anlage.

4 Zur Notwendigkeit des Monitorings im Bauwesen

Aus der Charakterisierung der Aufgaben im Bauwesen (s. Abschnitt 1) ergibt sich ein erhöhter Aufwand zur Gewährleistung der Sicherheit baulicher Anlagen. Allgemein kann „ein technischer Zustand oder Prozess als sicher betrachtet werden, wenn sein Risiko geringer ist als ein vorgegebener akzeptabler Grenzwert“ [14], d. h. das Risiko ist das Produkt aus Schaden und der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Schaden eintreten kann. Der Schaden wird bestimmt durch die Art des Versagens technischer Systeme und den Folgen, z. B. ob und wie viele Menschenleben betroffen sind oder ob „nur“ Sachschaden entstanden ist [14]. Die Sicherheit von baulichen Anlagen muss (unabhängig von Art, Konstruktion, Nutzung, Bedeutung und Alter) zu jeder Zeit unter Einkalkulierung eines Restrisikos gewähr-

Anzeige

SURVEYORS-EXPRESS™ GmbH
 Neue + secondhand Tachymeter
www.vermessen.de
 Katalog downloaden!

wir empfehlen:
NESTLE

Performance
Leica
 Geosystems
 Handler

leistet werden. Bei älteren Bauwerken spielen dabei zusätzlich der Alterungsprozess, die Nutzungsänderungen und die Umwelteinflüsse eine wesentliche Rolle. Verstärkt weisen Bauingenieure darauf hin, dass es wegen der Sicherheit und aus volkswirtschaftlichen Gründen notwendig ist, gealterte und alternde Tragwerke auf ihre Tragreserven hin zu untersuchen.

In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll, für den Bereich des Bauwerksmonitorings die Implementierung von Informationssystemen zu fordern. Ein solches Monitoring-Informationssystem würde gewährleisten, dass

- die im Zuge des Monitorings erhobenen Daten konsistent, lückenlos und vollständig dokumentiert und verwaltet werden.
- Auswertemethoden zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, die Daten entsprechend den Aufgaben des Monitoringprogramms zu analysieren und
- durch die Datenanalyse zuverlässig und zentral Hinweise auf ein notwendiges planmäßiges oder außerplanmäßiges Eingreifen in das System „Bauwerk“ gegeben werden.

Ein solches Informationssystem kann als reines „Monitoring-Informationssystem“ realisiert werden, in dem beispielsweise alle relevanten Bauwerke eines Trägers überwacht werden. Dies könnte sich für die Eigentümer von Verkehrsbauwerken (Straßenbauverwaltung, Deutsche Bahn AG) anbieten. Ebenso ist es denkbar, das „Monitoring-Informationssystem“ lediglich als Bestandteil in ein existierendes oder geplantes Informationssystem zu integrieren. Hier wäre an Gebäudemanagementsysteme in Großbetrieben zu denken.

Aus bautechnischer Sicht ist die Bewertung der Zuverlässigkeit eines Bauwerkes für die angegebenen Projektphasen vorzunehmen. Während der Planungs- und Entwurfsphase wird jedes Bauwerk in Bezug auf ein bekanntes mechanisches Modell entworfen, dabei werden Festlegungen und Annahmen getroffen und mit Hilfe statischer Systeme und geeigneter Berechnungsverfahren ein mathematisches Modell entwickelt, welches möglichst der Realität ent-

spricht. Da diese Modellierung sehr stark von wirtschaftlichen Zwängen bestimmt wird, ist es von großer Bedeutung für die Beurteilung der Zuverlässigkeit einer Konstruktion, wie genau dieses Modell die Wirklichkeit beschreibt [14].

In der Herstellungsphase von industriell gefertigten Bauwerken, z. B. in Montage- und Gleitbauweise [15, 16, 17], gewährleisten Ingenieurvermessungen vor allem die Planmäßigkeit und die Qualität der Bauausführung. Ebenso wichtig sind auch die Messungen zur Prüfung der Baustoffqualitäten (z. B. Beton) und die Überwachung der Zuverlässigkeit der Verbindungen einzelner Bauwerksteile (beispielsweise Fugen) während des Bauablaufes.

Auch nach der Fertigstellung sind risikobehaftete Baukonstruktionen zu kontrollieren. Häufig ist eine messtechnische Überwachung auf Dauer durchzuführen, z. B. bei Stauanlagen, um das Verhalten der Konstruktion über die gesamte Zeit des Bestandes eines Bauwerkes zu erfassen, um die Restnutzungsdauer zu bestimmen und um rechtzeitig Messdaten zur Frühwarnung verfügbar zu haben.

Aus den zusammenhängenden Darstellungen ergibt sich, dass für bestimmte Bauwerke nicht nur zeitweise Überwachungsvermessungen nach [1], sondern Messungen während aller sechs Projektphasen erforderlich sind, d. h. die Durchführung eines Monitorings notwendig ist, das das geodätische Monitoring mit einschließt.

Welche Bedeutung dem Monitoring im Bauwesen international beigegeben wird, zeigen z. B. die Regierungsprogramme zur Förderung der Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet in der EU und USA [14]. Durch die Anwendung des Monitorings im Bauwesen erwartet man für den Erhalt des Bauwerksbestandes, für die Sanierung zum richtigen Zeitpunkt mit angemessenem Aufwand, sowie für die Verlängerung der Lebensdauer der baulichen Anlagen einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen.

5 Aufgaben im Zusammenhang mit der Feststellung der Notwendigkeit des Monitorings im Bauwesen

Im Zusammenhang mit der Feststellung über die Notwendigkeit des Monitorings im Bauwesen ergeben sich eine Reihe von Fragen und zu lösende Aufgaben, u. a.:

- (1) Für welche **bestehenden Bauwerke** sollte ein Monitoring vorgenommen bzw. die bisher erfolgten Überwachungsvermessungen in ein Monitoring überführt werden?
- (2) Für welche zu **errichtenden** Bauwerke sollte ein Monitoring vorgeschrieben werden?
- (3) Die ideellen und materiellen Werte bestehender und zu errichtender Großbauwerke sind in Bezug auf ihre Bedeutung und Lebensdauer konkret zu bestimmen.
- (4) Die Kosten für einen durchschnittlichen Aufwand eines Monitorings sind für unterschiedliche Bauwerksgruppen abzuschätzen.
- (5) Wer trägt in welchem Zeitraum des Bestehens eines Bauwerkes (z. B. über 100 Jahre) die Kosten für das Monitoring?
- (6) Welche Regelungen, z. B. Gesetze, Normen, sind zu schaffen, um das Monitoring verpflichtend durchführen zu lassen?
- (7) Welche Festlegungen zur Planung, Datenerfassung, -verarbeitung, -auswertung und Dokumentation eines Monitorings müssen getroffen werden, damit die Ergebnisse über Jahrzehnte verglichen und genutzt werden können?
- (8) Welche Organisationsformen sind erforderlich, damit das Monitoring, das sich über den Zeitraum mehrerer Generationen von Fachleuten erstreckt, auch seinen wirtschaftlichen Ertrag erbringen kann?

Obwohl die Notwendigkeit des Monitorings im Bauwesen aus der Sicht des Bau- und Vermessungswesens begründet werden kann, zeigen die gestellten Fragen und die zu lösenden Aufgaben, die ggf. noch zu vervollständigenden sind, welche Probleme

sich mit der Durchsetzung des Monitorings ergeben. Trotzdem soll versucht werden, einige Ansätze zur Lösung der gestellten Fragen und Aufgaben zu finden, um u. a. damit die Diskussion und eine Weiterentwicklung anzuregen.

5.1 Klassifizierung der Bauwerke für die Anwendung des Monitorings

Eine Klassifizierung der Bauwerke, bei denen das Monitoring zur Anwendung kommen sollte, ist nach folgenden Gesichtspunkten möglich:

Nutzungsdauer

Einer der wesentlichen Parameter für die Auslegung eines Bauwerkes ist seine geplante Nutzungsdauer. Die Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Tragwerke von Bauwerken wird für ihre vorgesehene Nutzungsdauer mit einer angemessenen Zuverlässigkeit garantiert. In [18] werden Bauwerke wie folgt nach der Nutzungsdauer (N) klassifiziert (s. Tab.1).

Mit Hilfe dieser Klassifikation könnte man z. B. alle Bauwerke mit einer Nutzungsdauer über 75 Jahre für das Monitoring empfehlen.

Sicherheitsrisiko

Eine weitere Möglichkeit einer Bauwerksklassifizierung lässt sich aus Risikofaktoren bzw. aus Kosten für evtl. Folgeschäden beim Versagen eines Bauwerkes ableiten. Es erscheint plausibel, dass z. B. Bauwerke, in denen kerntechnische Anlagen untergebracht sind, große Talsperren und Staudämme, Bauwerke einer bestimmter Größe in Erdbebengebieten und bedeutende Militärbauwerke einem Monitoring unterzogen werden. Dass diese Art von Bauwerken durch Überwachungsmessungen [1] kontrolliert werden, ist bekannt. Es darf aber bezweifelt werden, ob sie

einem Monitoring, entsprechend seiner Ziele (Abschnitt 3) unterzogen werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Auch nach der wirtschaftlichen Bedeutung eines Bauwerkes lassen sich Klassen bilden, um danach zu entscheiden, für welche Bauwerksklasse ein Monitoring vorzuschreiben ist. Dabei sind nicht nur die Wiederherstellungskosten nach einem Bauwerksabritt zu bestimmen, sondern es ist der gesamte wirtschaftliche Wert, der durch das Bauwerk, z. B. einer Brücke, in der Region erzeugt wird, abzuschätzen.

Ideelle Bedeutung

Historische Bauwerke haben aufgrund u. a. ihrer Nutzungsdauer, z. B. von mehreren hundert Jahren, ihres Baustils oder durch ihren Symbolcharakter, nicht nur einen theoretischen „Wiederherstellungswert“, wenn es diesen bei historischen Bauwerken überhaupt gibt, sondern auch einen hohen ideellen Wert. Historische bauliche Anlagen besitzen außerdem eine wirtschaftliche Bedeutung für den Tourismus und tragen zum wirtschaftlichen Erfolg einer Stadt und einer Region, z. B. Kölner Dom, Dresdner Zwinger, bei. Aus einer Kombination dieser ideellen Bedeutung und der materiellen Kriterien könnte man auch für historische Bauwerke eine Staffelung für die Anwendung eines Monitorings vornehmen. Für Bauwerke des Weltkulturerbes der UNESCO wäre z. B. prinzipiell das Monitoring vorzusehen.

5.2 Verpflichtung zur Anwendung des Monitorings im Bauwesen

Die Erkenntnis zur Notwendigkeit des Monitorings bei baulichen Anlagen ergab sich verstärkt in Deutschland erst in den letzten Jahren. In

Deutschland wurden durch die beiden Weltkriege die meisten großen und bedeutenden Bauwerke zerstört und erst nach 1945 wieder errichtet. Folglich traten auch erst nach Jahrzehnten risikobehaftete Bauschäden in größerem Umfang [19] auf, wodurch die Notwendigkeit eines Monitorings erst schrittweise in das Bewusstsein breiter Fachkreise rückte. Trotz der Erkenntnisse der Bauingenieure, dass für bestimmte Bauwerke ein Monitoring notwendig ist, spielen bei seiner Durchsetzung die Kosten für die Ausführung des Monitorings eine wesentliche Rolle. Da das Monitoring Kosten über die gesamte Lebensdauer des Bauwerkes verursacht, ist es nicht zu vermitteln, dass der Bauherr oder ein zeitweiliger Nutzer für den gesamten Existenzzeitraum eines Bauwerkes die Monitoringkosten übernehmen soll. Die Monitoringkosten lassen sich wie folgt verteilen:

1. Für die Planung, Einrichtung und Ausführung des Monitorings, einschließlich für den Zeitraum der Gewährleistungspflicht, sollten die Kosten vom Bauherrn getragen werden.
2. Die zu bestimmten Zeitpunkten, mit festgelegtem Aufwand, vorzunehmenden Messungen, Auswertungen und Dokumentationen sind während des Bestehens eines Bauwerkes vom jeweiligen Eigentümer zu übernehmen.
3. Bei vorhandenen Bauwerken müsste der Eigentümer veranlasst werden, die Kosten für Planung, Einrichtung und Fortführung des Monitorings zu tragen, da bei ihm auch die wirtschaftlichen Vorteile entstehen.
4. Die Kosten für das Monitoring bei historischen Bauwerken in Privatbesitz sollten in der Regel aus Steuergeldern bestritten werden.

Mit dem Versuch der Zuordnung der Kosten für das Monitoring wird deutlich, dass es unbedingt notwendig ist, die Wirtschaftlichkeit des Monitorings für verschiedene Bauwerksarten, z. B. Kölner Dom oder Kernkraftwerksanlagen, konkret nachzuweisen. Danach sollte das Monitoring verpflichtend in ein Gesetz zur Erhaltung „wertvoller“ Bausubstanz eingearbeitet werden.

Tab. 1: Klassifizierung von Bauwerken nach der Nutzungsdauer

Nr.	Bauwerksart	N [Jahre]
1	Temporäre Bauwerke	< 5
2	Bauwerke mit kurzer Nutzungsdauer	< 20
3	Bauwerke mit normaler Nutzungsdauer	40–75
4	Bauwerke mit langer Nutzungsdauer	50–100

5.3 Technische Regelungen zur Anwendung des Monitorings im Bauwesen

Zur wirtschaftlichen Anwendung und Durchsetzung des Monitorings im Bauwesen ist eine allgemeine Grundlagennorm erforderlich, in der u. a.

- die Bauwerke festgelegt werden, bei denen ein Monitoring vorgenommen werden soll,
- die zu erfassenden Grunddaten, z. B. zu den Ausmaßen, zur Konstruktion, zum Baugrund und zu den verwendeten Baustoffen, vorgeschrieben werden,
- die Art der Überwachung, z. B. geotechnische, konstruktive, geometrische Überwachung empfohlen wird,
- Festlegungen getroffen werden, wann eine einfache Sichtprüfung, eine Prüfung nach besonderen Kriterien oder Bauwerksüberwachungsmessungen angewandt werden sollen usw.

Diese Grundlagennorm muss auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Beteiligten, z. B. [1, 20, 21] bei der Entstehung und Erhaltung eines Bauwerkes, regeln.

Des Weiteren sind spezielle Festlegungen zur Durchführung des Monitorings für Bauwerksgruppen zu erarbeiten. Für Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen existiert bereits eine solche Norm – DIN 1076 [22]. Diese regelt die Prüfung und Überwachung der Bauwerke hinsichtlich ihrer Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit. Die regelmäßige Prüfung und Überwachung nach dieser Norm „hat den Zweck, etwa eingetretene Mängel und Schäden rechtzeitig zu erkennen, zu bewerten und die zuständige Stelle dadurch in die Lage zu versetzen, Maßnahmen zu ergreifen, bevor größerer Schaden eintritt oder die Verkehrssicherheit beeinträchtigt wird“. In ihr wurden Festlegungen zur Führung der Unterlagen für die Prüfung und Überwachung (Bauwerksverzeichnis, buch, akte), zur Art der Bauwerksprüfungen (Hauptprüfung, einfache Prüfung) sowie zur Durchführung von Bauwerksüberwachungen an Ingenieurbauwerken vorgenommen. Dieser Norminhalt entspricht bereits weitgehendst den technischen Anforderungen für den Aufbau eines Monito-

rings für Straßen. Auch die Normentwürfe zur Ingenieurvermessung [1] bilden schon eine sehr gute Grundlage zur Durchführung eines ingenieurgeodätischen Monitorings.

6 Zur Planung des Monitorings für ein zu errichtendes Bauwerk

Ist ein Monitoring für ein zu errichtendes Bauwerk vorgesehen, sind bereits während der Planung die fachspezifischen Monitorings zu erarbeiten und untereinander entsprechend den allgemeinen Richtlinien (Abschnitt 5.3) aufeinander abzustimmen und zu einem Bauwerksmonitoring zusammenzufassen. Die durchzuführenden Aktivitäten des Monitorings sind in Abhängigkeit des Lebensalters des zu errichtenden Bauwerkes und der Monitoringergebnisse einzuplanen und vorzunehmen. In einem Monitoringprogramm für Ingenieurvermessungen sind u. a. [1]

- das Messobjekt mit Angaben zur Zielsetzung des Monitorings zu beschreiben.
- Angaben über Größen, die auf das Messobjekt Einfluss nehmen, zu vermerken.
- die Bezugssysteme zur Festlegung der Position von Festpunkten in Lage und Höhe (äußeres und inneres Bezugssystem) festzulegen.
- die zur lebenslangen Überwachung dienenden Objektpunkte auszuwählen und
- Festlegungen zur Dokumentation und Speicherung der Vermessungsdaten bis zum Abriss des Bauwerkes vorzunehmen.

Weitere Festlegungen, z. B. zur Messgenauigkeit, zu Messverfahren und Instrumenten während der Planung eines Monitorings für ein zu errichtendes Bauwerk, sollten nicht erfolgen, da Geräteentwicklungen über mehrere Jahrzehnte nicht voraussehbar sind. Diese Festlegungen sind zu gegebener Zeit und entsprechend den Notwendigkeiten zu treffen. Besonders wichtig für den wirtschaftlichen Erfolg des Monitorings ist jedoch eine aussagefähige Dokumentation der Vermessungsergebnisse während der gesamten Existenz eines Bauwerkes. Durch einheitliche Festlegungen

über den Inhalt und die Form der Ergebnisdokumentation muss ein Bauwerk über seine gesamte Bestandsdauer geometrisch erfasst werden können.

Die am Beispiel des geodätischen Monitorings skizzierte Planung muss auch für die übrigen Teilgebiete eines Bauwerksmonitorings erfolgen und miteinander abgestimmt werden. Während der Ausführung des Monitorings müssen die Informationen und Ergebnisse der Fachmonitorings interdisziplinär ausgewertet und bewertet werden. Eine Gesamtbeurteilung des Bauwerkes ermöglicht es dann, zum richtigen Zeitpunkt die technisch notwendigen Eingriffe wirtschaftlich vorzunehmen.

7 Schlussfolgerungen

1. Monitoring ist die geplante und regelmäßige Überwachung von Veränderungen bei natürlichen, technischen und gesellschaftlichen Abläufen in einem System von ihrer Entstehung bis zu ihrer Beendigung, die es zu jeder Zeit gestattet, die Abläufe im System zu steuern.
2. Die Ausführungen zum Monitoring im Bauwesen sollen zur Diskussion und zur Weiterentwicklung der Ingenieurgeodäsie im Bauwesen anregen.
3. Für ausgewählte Bauwerksgruppen ist ein Monitoring im Bauwesen notwendig.
4. Bei der Anwendung des Monitorings an ausgewählten Bauwerksgruppen wird ein gesamtwirtschaftlicher Nutzen erwartet.
5. Zum Nachweis des ökonomischen Nutzens des Monitorings im Bauwesen sind wirtschaftliche Untersuchungen und Abschätzungen erforderlich.
6. Insbesondere zur Durchsetzung des Monitorings und interdisziplinären Zusammenarbeit sind Grundlagennormen erforderlich.
7. Obwohl einige technische Regelungen zur Anwendung des Monitorings im Bauwesen vorhanden sind, müssen diverse Regelungen aktualisiert und weitere erarbeitet werden.
8. Es sind Anwendungsmodelle des Monitorings für Bauwerksgruppen zu erarbeiten.

Literatur

- [1] E DIN 18 710: „Ingenieurvermessung“ (Jg. 2003) Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Entwurf) Teil 2: Aufnahme (Entwurf) Teil 3: Absteckung (Entwurf) Teil 4: Überwachung (Entwurf)
- [2] KLEIN, K.-H.; WOLFF, D.: „Zur Ausgestaltung von Qualitätsmanagementsystemen im Bauwesen durch ingenieurgeodätisches Expertenwissen.“ AVN (1997), 8/9, S. 286–293
- [3] WOLFF, D.: „Qualitätswirksame Potentiale der Ingenieurvermessung im Bauwesen.“ DVW Schriftenreihe 36/1999, S. 24–36
- [4] MÖSER, M.; NEUMANN, G.: „Automatisierte Tachymeter für das Monitoring.“ DVW Schriftenreihe 43/2002, S. 69–83
- [5] HARIRI, K.: „Monitoring der Herrenbrücke in Lübeck.“ DVW Schriftenreihe 43/2002, S. 139–150
- [6] KORITKE, N., PALTE, G.: „Real-Time-Monitoring von bergbaubedingten Gebäudebewegungen mit GPS.“ DVW-Schriftenreihe 43/2002, S. 183–195
- [7] MÖSER, M. et al.: „Handbuch der Ingenieurvermessung – Grundlagen.“ 3. Auflage H. Wichmann Verlag Heidelberg, 2000
- [8] WELSCH, W. et al.: „Handbuch der Ingenieurvermessung – Auswertung geodätischer Überwachungsvermessungen.“ 1. Auflage H. Wichmann Verlag Heidelberg, 2000
- [9] ...: Duden – Das Fremdwörterbuch. Band 5, Dudenverlag Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich, 1997
- [10] MESSINGER, H.: „Langenscheidts Großes Schulwörterbuch Englisch-Deutsch.“ Langenscheidt KG Berlin/München 1988
- [11] BOLLMANN, J. (Hrsg.) et al.: „Lexikon der Kartographie und Geomatik.“ 2 Bände, Spektrum Akad. Verlag Heidelberg/Berlin 2002
- [12] BARTH, P.: What Monitoring is; Definition and Purpose. – Monitoring Planning and Implementation. <http://www.scn.org/ip/cds/cmp/modules/mon-wht.htm>
- [13] DIN EN 45020: Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten; Allgemeine Begriffe.“ Juli 1998
- [14] LAERMANN, K.-H.: „Beitrag der Ingenieurvermessung zur Sicherheitsbeurteilung von Baukonstruktionen, Perspektiven der Kooperation.“ DVW-Schriftenreihe 36/1999, S. 167–181
- [15] KLEIN, K.-H.: „Zur geometrischen Baumesstechnik im Platten- und Skelettbau.“ AVN 94 (1987), S. 178–184
- [16] KLEIN, K.-H.: „Geometrische Baumesstechnik in der DDR zur Errichtung von Bauwerken in Gleitbauweise.“ AVN 95 (1988), S. 87–93
- [17] BOTTA, L.; KLEIN, K.-H.; WOLFF, D.: „Ingenieurvermessung im Montagebau; Aufgaben und Bedeutung, dargestellt am Beispiel der Kölnarena.“ VR 60. Jahrgang (1998) 5/6, S. 226–236
- [18] DIAMANTIDIS, D.: „Zur Zuverlässigkeit temporärer Bauwerke.“ Bauingenieur (1996) 7/8, S. 283–286
- [19] ...: „2. und 3. Bericht über Schäden an Gebäuden.“ Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn 1988/1995
- [20] BLUM, R.: „Über moderne physikalische Methoden der Diagnose an historischen Bau- und Kunstdenkmälern.“ DVW-Seminar tech' 94, TU Berlin
- [21] Autorenkollektiv: „Messen in der Geotechnik 2002.“ Fachseminar; Mitteilung des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik TU Braunschweig, Heft Nr. 68, 2002
- [22] DIN 1076: „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung.“ November 1999

Anschrift des Verfassers:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl-Hans Klein
Bergische Universität Wuppertal
Pauluskirchstraße, 42285 Wuppertal

Nach einer inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Begriff Monitoring werden die Aufgaben im Zusammenhang mit der Feststellung der Notwendigkeit des Monitorings im Bauwesen unter Berücksichtigung der Ingenieurvermessung dargestellt.

After debating the term „monitoring“, the need for monitoring programs in the building industry is stated and, within this context, necessary tasks are suggested taking into account concerns and possibilities of engineering surveying.

Computergesteuerte Bildpläne mit Weltraumaufnahmen

Die Darstellung des Geländes durch Bildmosaik mit Mitteln der Fernerkundung der Erde aus dem Kosmos und deren Übernahme in die kartografische Produktion erlangt gegenwärtig immer größere Verbreitung. Faktisch entsteht dabei analog das traditionelle Bild des Geländes, jedoch auf höherem Niveau. Es wird möglich, die vorhandenen Informationstechnologien für die räumliche Darstellung des Geländes gemeinsam mit kartographischen Informationen über das Gelände zu verwenden. Be-

sonders nützlich sind sie für die Analyse der Naturressourcen und die ökologische Analyse des Territoriums sowie die Bewertung der Gesamtsituation.

1999 wurde in Russland begonnen, Bildpläne vom Gebiet um Moskau in den Maßstäben 1:200 000 und 1:1 000 000 mit Aufnahmen aus dem Weltraum computergestützt herzustellen. Bildpläne dieser Art ermöglichen eine wesentliche Verbesserung der Kennziffern bei der Erneuerung standardisierter topographischer Kar-

ten. Ausländische Erfahrungen zeigen, dass auf diese Art hergestellte Bildpläne in Kombination mit topographischen Informationen über die betreffende Region in Geoinformationssystemen immer mehr verwendet werden. Das Geozentrum Priroda in Russland wurde daher beauftragt, ein technisches Projekt für die Entwicklung von o.a. Karten für das Territorium Russlands in den Maßstäben 1:1 000 000 und 1:200 000 auszuarbeiten.

Aus: Prikaz Nr. 137. 9.9.2002. Moskva – Geodez. i Kartogr., Moskva (2002) 10, S. 3–4.

DEUMLICH