Massnahmen gegen Fehler im Bauprozess

Autor(en): **Matousek, M. / Schneider, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 51-52

PDF erstellt am: **18.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85867

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

einmal zunehmend verstrickt sind. Was in der Sippe der nichttechnisierten Welt durch jedes Glied innerhalb einer kleinen Gemeinschaft hautnah empfunden wurde, muss durch den technisierten Menschen offenbar erst wieder neu entdeckt werden, nämlich die Schicksalsverbundenheit mit der grossen Sippe, die sich heute die Sippe Welt nennt. Diese Solidarität bezieht sich auf das gesamte Umfeld jedes einzelnen Menschen, also auch auf das Verhalten gegenüber der Natur. An diesem Punkt reichen sich Ethik und Verantwortung die Hand.

Verantwortung bedeutet Sinngebung

Verantwortung tragen ist ein zutiefst menschliches Bedürfnis, denn Verantwortung bedeutet für das Leben Sinngebung. Wer zu nichts taugt, weil ihm keine Verantwortung zugemutet werden kann, zerbricht an der Sinnlosigkeit seines Lebens. Verantwortung tragen ist ein Teil der Menschenwürde.

Die Verantwortung für ethisches Verhalten lastet auf uns allen. Wir können sie wahrnehmen oder an ihr vorbeisehen, ihr entziehen können wir uns nicht. Je mehr Freiheit die technisierte Welt dem Menschen verschafft, um so grösser wird die Verantwortung, diese Freiheit nicht zu missbrauchen, sie in ethischer, menschenwürdiger Weise zu nutzen. Dies zu erkennen und zu tun hat nichts gemein mit Gefühlsduseleien und Idealismus. Es geht hier schlicht und einfach um eine Überlebensmaxime. Wollten wir die Notwendigkeit, solche Verantwortung wahrzunehmen, nicht einsehen, so würden wir damit die schon heute kritischen Risse im Turm zu Babel vergrössern, d.h. das menschliche Zusammenleben in einem menschenwürdigen und dem Menschen angenehmen Umfeld würde mit der Zeit zerstört. Die technische Entwicklung hat die Menschheit vor neue Aufgaben gestellt, die nur durch Wahrnehmung persönlicher Verantwortung füreinander aufgrund ethischer Gesinnung lösbar sind.

Adresse des Verfassers: *Walter von Moos*, dipl. Bauing. ETH/SIA, von Moos Holding AG, Kasernenplatz 1, 6002 Luzern.

Sicherheit und Risiko

Massnahmen gegen Fehler im Bauprozess

Rund 75% aller Schadenfälle des Bauwesens und rund 90% der Summe der Bauschäden sind - gemäss einer Untersuchung der ETH - auf durch Menschen verursachte Fehler zurückzuführen. Nachstehend werden Hinweise sowohl zur Fehlerverhütung, wie auch zur rechtzeitigen Fehlerentdeckung und Korrektur gegeben.

Vorbemerkung

Es ist heute unbestritten, dass Fehler das Schadengeschehen im Bauwesen -

VON M. MATOUSEK UND J. SCHNEIDER, ZÜRICH

und nicht nur dort - ganz entscheidend beeinflussen.

Eine an der ETH schon vor vielen Jahren durchgeführte Untersuchung zeigte, dass rund 75% aller Schadenfälle des Bauwesens und rund 90% der Summe der Sachschäden auf eigentliche durch Menschen verursachte Fehler zurückzuführen sind [1]. Die Ergänzung zu jeweils 100% geht auf bewusst als Risiko akzeptierte Gefahren zurück, die sich in einem Schaden effektiv ausgewirkt haben. Hinzu kommen - nur zum Teil mit Geld kompensierbar - Tote und Verletzte auf Baustellen und bei Tragwerkeinstürzen. Es muss vermutet werden, dass 5-10% der Aufwendungen des Bauwesens in die Korrektur von Fehlern und in die Behebung von Bauschäden gehen. Das wären in der Schweiz viele hundert Millionen Franken. Dagegen kann und muss etwas getan werden.

Die Vielzahl der gegen Fehler wirksamen Massnahmen lassen sich in zwei grosse Gruppen einteilen:

- Fehlerverhütung
- rechtzeitige Fehlerentdeckung und Korrekturen.

Diese Massnahmen sollen im folgenden in der hier gebotenen Kürze - als Anregung zu eigener Beobachtung und als Aufforderung zur Entwicklung eigener Aktivität - wenigstens grundsätzlich vorgestellt werden. Für weitere Ausführungen sei auf [2] verwiesen.

Fehlerverhütung

Fehler lassen sich verhüten oder wenigstens an Zahl und Schwere ihrer Auswirkung reduzieren durch

- verhaltensorientierte,
- ordnungserzeugende,
- technische Massnahmen.

Diese müssen natürlich an den Fehlerquellen angreifen, die sowohl im technischen Ablauf des Bauprozesses, im organisatorischen Bereich als auch im menschlichen Verhalten der Beteiligten liegen.

Massnahmen im technischen Ablauf

Fehler im technischen Ablauf des Bauprozesses sind im wesentlichen fehlende, falsche oder ungenügende Unterlagen für Ausführung und Nutzung des zu bauenden Objekts, aber auch fehlende oder falsche Regeln, Anweisungen usw. Wirksame Massnahmen gegen

Fehler sind demnach solche, die klare und eindeutige Verhältnisse im Ablauf von Vorgängen der Vorbereitungs-, Planungs-, Ausführungs- und Nutzungsphase erzeugen.

Ein erster Ansatzpunkt, ganz entscheidende und den ganzen Bauprozess beeinträchtigende Fehler auszuschalten, liegt in einer bewussten *Zielanalyse*. Es geht darum klarzumachen, was der Bauherr eigentlich will. Das darf man nicht vagen Vermutungen überlassen. Man muss diese Ziele vielmehr schriftlich formulieren und den Bauherrn mit diesem Dokument konfrontieren und seine Zustimmung erwirken.

Ein nächster Schritt ist die *Situationsanalyse*, welche die Randbedingungen und Einschränkungen (Baugrund, finanzielle Mittel usw.) festhält, unter denen eine Lösung gesucht werden muss.

Eine eingehende *Gefahrenanalyse* deckt die Gefahren auf, die dem Erreichen der Ziele entgegenstehen bzw. dem geplanten Bauwerk aus der Umgebung und aus den geplanten Aktivitäten erwachsen. Daraus ergibt sich fast automatisch eine Planung geeigneter Gegenmassnahmen, die in *Massnahmenplänen* festgehalten werden sollen. Es wird dabei zwischen Nutzungsplänen und Sicherheitsplänen unterschieden [5] [6] [7] [8].

Im *Nutzungsplan* wird die der Planung zugrunde zu legende Nutzung vereinbart und festgehalten, mit welchen Massnahmen die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet werden soll. Im *Sicherheitsplan* werden die Sicherheitsziele formuliert, die wesentlichen Gefährdungsbilder beschrieben, die entsprechenden Sicherheitsmassnahmen festgelegt und die im Planungsprozess bewusst akzeptierten Risiken festgehalten. Durch diese *Risiko-Dokumentation* werden die Beteiligten mit den eingegangenen Risiken konfrontiert und Einigkeit und eine klare Zuordnung allfälliger Konsequenzen herbeigeführt. Als Grundsatz gilt dabei, dass derjenige, der den Nutzen trägt, auch das entsprechende Risiko tragen soll.

Die konkrete Ausgestaltung der in Nutzungs- und Sicherheitsplänen festgelegten Massnahmen setzt dann in der Regel Nachweise und Berechnungen voraus, die im wesentlichen in der *statischen Berechnung* zusammengefasst werden. Durch systematischen Aufbau der statischen Berechnung (und ein individuell als geeignet empfundenes persönliches Verhalten der Selbstkontrolle) wird man dafür sorgen, dass sie frei von Fehlern ist und dass sie von den Zeichnern und nachfolgenden Fachleuten auch unmissverständlich ausgewertet werden kann. In diesem Zusammenhang wird man als verantwortlicher Ingenieur seine Untergebenen, z.B. die Zeichner, geeignet instruieren über oft wiederkehrende Fragen und typische konstruktive Details (z.B. Verankerungslängen usw.).

Die eigentliche Ausführung des Bauwerks muss sorgfältig vorbereitet werden. Dabei ist zu überlegen, ob die vorgesehenen Arbeitsvorgänge von der Belegschaft ohne weiteres bewältigt werden können oder ob detaillierte *Arbeitsanweisungen* nötig sind, um Fehler zu vermeiden.

Aber auch der spätere Besitzer und Benützer kann Fehler machen, und man wird – vorbeugend – dafür sorgen, dass alle wichtigen, die Nutzungsphase betreffenden Informationen (Nutzungsanweisungen, Nutzlasten, kritische Zonen, Kontrollen, notwendige Unterhaltsarbeiten und Unterhaltsintervalle, vorgenommene Änderungen usw.) in einem *Bauwerkbuch* dokumentiert werden. Fehlern bei der Nutzung kann durch weitere Massnahmen begegnet werden, z.B. durch den Anschlag gewisser Nutzungsbeschränkungen im Bauwerk oder sogar durch bauliche Massnahmen, die Fehlnutzungen technisch verunmöglichen.

Wie man erkennt, geht es hier vor allem um eine sorgfältige Erarbeitung der für Erstellung und Nutzung des Bauwerks erforderlichen Unterlagen.

Massnahmen im organisatorischen Bereich

Fehler im organisatorischen Bereich des Bauprozesses sind ausserordentlich häufig, z.B. in der Form unklarer Zuständigkeiten, ungenügender Information und schlechter Zusammenarbeit.

Die möglichen Gegenmassnahmen sind vielfältig. Im wesentlichen geht es jedoch darum, dass jeder in seinem eigenen Bereich vier wesentliche *Prinzipien* erkennt, als Pflichten anerkennt und in seiner Tätigkeit zur Anwendung bringt. Diese sind:

☐ Führungsprinzip: Es muss immer klargestellt sein, wer für weitere Personen und deren Aktivitäten zuständig und verantwortlich ist.

☐ Aktivitätsprinzip: Jeder muss wissen, für welche Aktivitäten er persönlich zuständig und verantwortlich ist, und muss das als Pflicht anerkennen.

☐ Zusammenarbeitsprinzip: Jeder Beteiligte ist zur loyalen Zusammenarbeit mit anderen verpflichtet.

☐ Schadenverhütungsprinzip: Jeder ist zur Verhütung von Fehlern bzw. Schäden verpflichtet, auch wenn es sich nicht um den jeweils eigenen Verantwortungsbereich handelt.

Das erste Prinzip geht von der Erfahrung aus, dass Fehler oft in der Anonymität entstehen, wo sich niemand recht verantwortlich fühlt.

Das zweite Prinzip fordert die Klärung der Aufgabe sowie der Fragen, wer Weisungen geben darf und wem zu berichten ist.

Das dritte Prinzip geht von der Erfahrung aus, dass Fehler oft an sog. Nahtstellen entstehen. Zusammenarbeit heisst «überbrücken» solcher Nahtstellen und erfordert Mitdenken.

Das vierte Prinzip schliesslich geht von der Tatsache aus, dass sich die meisten Fehler durch normale Aufmerksamkeit und adäquates Verhalten und Handeln der Beteiligten ohne zusätzliche Kontrollen rechtzeitig entdecken und korrigieren lassen.

In kleinen Zusammenhängen mit wenigen Beteiligten (z.B. in einem Montageteam) reicht die Anwendung dieser vier Prinzipien aus, um Fehler zu verhüten. In grossen Bauprozessen müssen die wesentlichsten organisatorischen Vorkehrungen schriftlich fixiert werden. Hier geht es um Dokumente zur

- Festlegung von Zuständigkeiten und Pflichten,
- Steuerung des Informationsflusses,
- Regelung der Zusammenarbeit.

Zuständigkeiten und Pflichten werden festgelegt in *Organigrammen*, Funktionsdiagrammen, Stellenbeschreibungen usw. Es geht darum, festzuhalten, wer wem unterstellt ist, wer was zu tun hat, wer von wem unter welchen Bedingungen vertreten wird. Es kann auch hier nicht darum gehen, diese organisatorischen Hilfsmittel und Techniken in allen Einzelheiten klarzulegen. Das wird von Fall zu Fall verschieden aussehen, aber es muss daran gedacht werden.

Durch eine gezielte Steuerung des *Informationsflusses* muss sichergestellt werden, dass jeder, der eine Information benötigt, diese auch rechtzeitig und mit richtigem Inhalt erhält. Informationen müssen dabei

- klar und verständlich mitgeteilt,
- fehlerfrei empfangen und aufgenommen,
- geordnet und auffindbar gespeichert,
- rechtzeitig wieder abgerufen werden.

Wie man erkennt, geht es darum, sowohl das Kommunikationssystem als auch das Dokumentationssystem möglichst fehlerfrei zu machen.

In bezug auf *Kommunikation* lassen sich wieder eine Reihe von Prinzipien formulieren, die, so banal sie sind, so oft auch missachtet werden. Diese sind:

- Jede Information muss identifizierbar sein.
- Die «Sprache» muss für den Empfänger verständlich sein.
- Die Übertragung muss störungsunanfällig sein.
- Der Informationsträger muss dem Charakter der Information angepasst sein.
- Der Empfang soll – wenigstens indirekt – bestätigt werden.

Zu jeder Information gehört ein «Betreff», ein Datum und eine Unterschrift. Nicht immer reicht eine mündliche oder telefonische Anweisung, insbesondere dann nicht, wenn die geforderte Handlung erst lange nach der Übermittlung der Information erfolgen soll.

Aber auch die *Dokumentation* von Informationen ist wichtig. Was nützt z.B. eine Anweisung, die man sogar schriftlich erhalten hat, wenn man sie im entscheidenden Moment nicht mehr findet.

Eine in diesem Zusammenhang hilfreiche Massnahme ist die Anlage von persönlichen Dossiers für jeden wichtigen Tätigkeitsbereich (z.B. für jedes Bauwerk, mit dem man es zu tun hat, ob nun als Ingenieur, Bauleiter, Verantwortlicher, Zeichner usw.). Das kann ein Sichtmäppchen sein, entsprechend angeschrieben, in das man alles versorgt, was für das entsprechende Projekt wichtig sein könnte. Im Normalfall ist es ein sog. *Informationsbuch,* das unterteilt ist in Journal, Aktennotizen, Besprechungsprotokolle, Briefe, Sonstiges, um darunter eingehende Informationen chronologisch zu ordnen.

Besonders wichtig ist das erwähnte *Journal.* Es dient zur Festhaltung mündlich erhaltener Informationen, als Inhaltsverzeichnis der weiter hinten abgehefteten Schriftstücke sowie als Träger von Notizen über die Erledigung von Aufgaben.

In umfangreichen Bauprozessen bedarf schliesslich auch die Zusammenarbeit aller Beteiligten gewisser ordnender Festlegungen. Es geht hier im wesentlichen um die Ausarbeitung eines *Sitzungskonzepts,* welches festlegt, wann welche Gruppe von Beteiligten zu welchem Zweck regelmässig zusammenkommt, wer die Sitzungen leitet und wer das Protokoll führt. Sitzungen ohne Protokoll sind im übrigen praktisch zwecklos.

Änderungen sind unvermeidlich. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass alle, die von einer Änderung wissen sollten, über diese informiert werden und auch die Möglichkeit zum Widerspruch haben. Änderungen, die in einem Bereich als wünschbar erscheinen, können in anderen Bereichen unerwünscht oder gar unmöglich sein. Die Handhabung von Änderungen ist deshalb in jedem Projekt eindeutig in einem festgeschriebenen Änderungsverfahren zu regeln und dessen Anwendung zu erzwingen. Hier sind Disziplinlosigkeiten leider an der Tagesordnung.

Massnahmen im Bereich des menschlichen Verhaltens

Jeder am Bau Beteiligte wird mit ganz bestimmten Aufgaben betraut. Die Erfüllung dieser Aufgaben setzt das Erkennen von Sachverhalten und das Entwickeln von Lösungen voraus, verlangt Entscheidungen und schliesslich die Ausführung der Aufgaben. Erkennen, Entwickeln, Entscheiden und Realisieren sind die aufeinanderfolgenden, immer wiederkehrenden Grundaktivitäten in der Aufgabenerfüllung. Werden diese nicht, falsch oder ungenügend erfüllt, aus was für Gründen auch immer, entstehen Fehler,und man spricht von menschlichem Versagen.

Eine erste Ursache hierfür kann darin liegen, dass die Voraussetzungen für eine entsprechende Leistung gar nicht gegeben sind, sei es, dass die Fähigkeiten fehlen oder bei vorhandenen Fähigkeiten die Bereitschaft, sie einzusetzen. Fehler verhüten heisst die Leistungsvoraussetzungen sicherstellen. Dies ist dann der Fall, wenn ein (oft recht empfindliches) Gleichgewicht herrscht zwischen den *Anforderungen* und dem *Angebot* des Auftraggebers einerseits und den *Fähigkeiten* und den *Erwartungen* des Auftragnehmers andererseits.

Anforderungen und Fähigkeiten messen sich an Kriterien wie

- Wissen
- Können (physisch, psychisch, sozial)
- Wollen

und sind, mindestens vergleichend, messbar. Man spricht von Profilen, von Anforderungs- bzw. Fähigkeitsprofilen, was darauf hindeutet, dass man wenigstens graduell z.B. Sprachkenntnisse, Konzentrationsfähigkeit, Arbeitsinteresse usw. bewertet, um Profile miteinander vergleichen zu können. Und das muss man, wenn man die Eignung einer bestimmten Person für eine bestimmte Aufgabe beurteilen muss.

Angebot und Erwartungen messen sich an Bedürfnissen, die – individuell ganz verschieden – von den physiologischen Grundbedürfnissen (Nahrung, Kleidung, Schlaf) über die Bedürfnisse nach Sicherheit und sozialer Eingliederung (Schutz, Vorratshaltung, Altersvorsorge) bis zum Bedürfnis nach Anerkennung (Selbstachtung und Fremdachtung) und Selbstverwirklichung reichen [3]. Auch diese Bedürfnisse lassen sich – etwas leichter verständlich formuliert – unter den Stichworten

□ Arbeitsbedingungen (Entlöhnung, Sozialleistungen, Weiterbildungsmöglichkeiten, Arbeitsplatzklima),
□ Arbeitsinhalt (Erlebnisgehalt, Bestätigungsmöglichkeiten, Handlungsfreiheiten)

in Profilen darstellen und miteinander vergleichen. Man redet dabei von Erwartungsprofil und Angebotsprofil, in denen beispielsweise Bedürfnisse mit Zahlen oder graduell bewertet werden.

Stimmen Fähigkeitsprofil und Anforderungsprofil ausreichend überein (wobei man natürlich z.B. durch Ausbildungskurse usw. nachhelfen kann), ist die Leistungs*fähigkeit* einer Person gegeben. Bringt man zusätzlich auch noch das Erwartungsprofil in ausreichende Übereinstimmung mit dem Angebotsprofil (auch hier kann man nachhelfen), sind in der Regel auch die Leistungs*bereitschaft* gegeben und damit gute Voraussetzung für eine fehlerarme Aktivität geschaffen.

Die hier kurz diskutierten Zusammenhänge sind sehr wichtig, und ein guter Vorgesetzter wird gerade hier für ein sorgfältig gesichertes Gleichgewicht sorgen.

Fehler können sich aber auch aus ganz anderen Quellen heraus ergeben, z.B. aus *störenden Einflüssen,* Ermüdung, Stress, oft infolge mangelhafter Gestaltung des Arbeitsplatzes, ungünstiger Gliederung der Arbeitszeiten usw. Auch solche Aspekte verdienen im Hinblick auf die Verhütung von Fehlern grosse Aufmerksamkeit.

Fehler gehen oft auch auf *bewusstes Fehlverhalten* zurück wie Ignoranz, Sorglosigkeit, Fahrlässigkeit, Überheblichkeit und so weiter. Solches Fehlverhalten wird im übrigen verstärkt, wenn es keine negativen Konsequenzen zeitigt. Hier liegt der Sinn von Geldstrafen, der Entzug von Privilegien, Versetzung, Entlassung usw., die – sofern einmal angedroht – gegebenenfalls auch auferlegt werden müssen, um die negative Verstärkung bewussten Fehlverhaltens zu durchbrechen. Wie schwierig so etwas ist, sieht man an den weitgehend fruchtlosen Bemühungen zur Durchsetzung des Helmtragens, des Gehörschutzes oder des Aufsetzens von Schutzbrillen usw.

Man kann die Problematik auch von der positiven Seite her angehen: durch Vorbild, Überzeugung, durch Versprechung von Belohnung, Prämien und ausdrücklicher Anerkennung. Dies ist ganz sicher der bessere Weg, da vor allem auch die höheren Bedürfnisse des

Menschen angesprochen werden. Doch auch so kommt man nicht immer zum Ziel.

Ein rigoroser Weg, *Fehlhandlungen* auszuschalten ist, diese technisch oder durch bauliche Massnahmen zu verunmöglichen (Abschrankungen, Abgrenzung, Abschirmung, Sicherungen, Notschützen, automatische Verriegelungen usw).

Letztlich resultieren Fehler auch aus individuellem *unbewusstem Fehlverhalten* (Vergessen, Verwechseln, Irrtum usw.) in den bereits erwähnten Grundaktivitäten Erkennen, Entwickeln, Entscheiden, Realisieren. Verhüten lassen sich solche Fehler nur durch bewussteres Verhalten in diesen Grundaktivitäten und ganz allgemein durch «methodisches Vorgehen» und die Anwendung geeigneter, d.h. persönlicher Arbeitstechniken. Diese sind nicht generalisierbar, jeder muss sie - aufmerksam seinen Stärken und Schwächen gegenüber - sich selbst ablauschen und zur Methode machen.

Für den einen der Autoren persönlich heisst das beispielsweise: Abstand nehmen, Aufgabe in grösserem Zusammenhang sehen, wirken lassen, von grober Erfassung bis zum nötigen Mass verfeinernd die möglichen Lösungen hinstellen, Papier und Bleistift und Radiergummi, nicht vorschnell entscheiden, Zeit lassen, möglichst über Nacht (denn er übersieht leicht etwas), dann aber klar und eindeutig entscheiden, und schliesslich, soweit vertretbar, selbst tun, selbst realisieren (denn er ist nicht oft befriedigt von Ergebnissen delegierter Arbeit). Aber, wie gesagt: das ist ganz persönlich und kaum übertragbar.

Soviel zu den Möglichkeiten der Verhütung von Fehlern. Nun zur zweiten Gruppe von Massnahmen gegen Fehler.

GLOSSAR

Sicherheit	Gewissheit, vor Gefahr(en) geschützt zu sein («Leib und Leben», aber auch hinsichtlich materieller Güter)
Risiko (im allgemeinen Sinn)	Möglichkeit, einen Schaden zu erleiden; Gefahr
Risiko (im engeren Sinn)	Mass für die Grösse einer Gefahr; Funktion von Wahrscheinlichkeit eines schädigenden Ereignisses und Schadenausmass
Akzeptierbares Risiko (Akzeptables Risiko)	Risikowert, der im normativen Sinn für zumutbar erklärt wird (z. B. im Rahmen eines gesellschaftspolitischen Meinungsbildungsprozesses)
Akzeptiertes Risiko	Risiko, das unwidersprochen hingenommen wird
«Objektives» Risiko	Aufgrund eines Tatbestandes mit wissenschaftlichen Methoden feststellbares Risiko
«Subjektives» Risiko	Subjektive Einschätzung der Grösse eines Risikos oder einer Gefahr
Individuelles Risiko	Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum einen bestimmten Schaden erleidet
Kollektives Risiko	Risiko, bzw. Schadenerwartung eines Kollektivs
Freiwilliges Risiko	Risiko, welches freiwillig eingegangen wird (z. B. Klettern)
Aufgezwungenes Risiko (unfreiwilliges Risiko)	Risiko, welchem ein Individuum oder ein Kollektiv ohne eigene Einflussnahme ausgesetzt wird
Restrisiko	Nach Berücksichtigung aller getroffenen Sicherheitsmassnahmen verbleibendes Risiko
Risiko-Aversion	Subjektive Abneigung gegenüber einem Schadenereignis von Katastrophencharakter
Risiko-Analyse	Ermittlung oder Abschätzung eines Risikos mit wissenschaftlichen Methoden, insbesondere der Wahrscheinlichkeit eines schädigenden Ereignisses und des Schadenausmasses
Risiko-Bewertung	Wertung eines Risikos bzw. einer Gefahrensituation aufgrund gesellschaftspolitischer Gesichtspunkte (z. B. im Hinblick auf die Festlegung akzeptierbarer Grenzen)
Schadenpotential	Maximal denkbares Schadenausmass *(Red.)*

Kontrolle und Korrektur

Da sich Fehler nie vollständig verhüten lassen, ist durch Kontrolle dafür zu sorgen, dass durchgeschlüpfte Fehler rechtzeitig entdeckt werden, so dass sie - mit möglichst kleinem Aufwand - behoben, d.h. korrigiert werden können. Schadenanalysen zeigen im übrigen, dass die Entdeckung von Fehlern durch Kontrollen in den allermeisten Fällen möglich ist.

Kontrollen finden im Bauprozess traditionell an vielen Stellen statt. Doch wird häufig und gerne nur dasjenige kontrolliert, was sich leicht kontrollieren lässt (z.B. die Anzahl von Unterschriften auf Plänen, die numerische Richtigkeit einer Zahlenrechnung, die Würfeldruckfestigkeit von Betonproben usw.). Das führt dazu, dass die Effizienz traditioneller Kontrollen zumindest in Frage gestellt werden muss.

Begriffe

Kontrolle im hier verwendeten Sinn besteht aus drei Aktivitäten:

- Aufnahme des Ist-Zustandes,
- Vergleich des Ist- mit dem Soll-Zustand,
- Beurteilung der festgestellten Abweichungen.

Die Aufnahme des Ist-Zustandes erfolgt in einem bestimmten Zeitpunkt und beschränkt sich notgedrungen auf einige massgebende, in der Regel messbare Merkmale des Zustandes. Der so aufgenommene Ist-Zustand wird mit dem entsprechenden, vorher definierten Soll-Zustand verglichen. Die Beurteilung der festgestellten Abweichungen erfolgt unter Beachtung vorher festgelegter sog. *Toleranzen*. Was den Toleranzbereich überschreitet, wird als Fehler angesehen und ist durch Korrektur zu beheben.

Eine korrekte Kontrolle setzt demnach eine klare Festlegung der zu kontrollierenden Merkmale, eine Definition des Sollzustandes sowie die Festlegung der Toleranzbereiche voraus.

Je nach dem Zeitpunkt der Kontrolle innerhalb eines Vorgangs unterscheidet man zwischen

- Anfangskontrolle (z.B. Siebkurve Kies-Sand)
- Zwischenkontrolle (z.B. Betonkonsistenz)
- Endkontrolle (z.B. Betonfestigkeit nach 28 Tagen).

Je schwieriger und kostspieliger die Behebung entdeckter Fehler ist, desto eher wird man durch Anfangs- und Zwischenkontrollen versuchen, den Arbeitsprozess zu steuern (Kontrolle im weiter gefassten Sinn von «unter Kontrolle halten, im Griff haben»).

Mit *Anfangskontrollen* wird im übrigen beispielsweise die Übereinstimmung zwischen Bestellung und Lieferung überprüft (Eingangskontrolle). *Endkontrollen* dienen in der Regel zur Bestätigung, dass geplante Sollzustände bzw. angestrebte Ziele erreicht wurden.

Eine besondere rechtliche Stellung haben die sog. *Abnahmekontrollen*. Es handelt sich hierbei um eine kombinierte Form von End- und Eingangskontrolle, die bei der Übergabe von Eigentumsrechten Anwendung findet: Der Unternehmer beispielsweise beweist, dass der übergebene Gebäudeteil den mit dem Bauherrn vertraglich vereinbarten Bedingungen entspricht, und dieser bestätigt diesen Sachverhalt und übernimmt diesen Teil auf seine Gefahr.

Je nach kontrollierender Instanz spricht man von

- Selbstkontrolle
- betriebsinterner Kontrolle
- Kontrolle durch die am Bau Beteiligten
- Kontrolle durch externe Instanzen.

Selbstkontrolle steht an der Basis jeder Qualitätssicherung überhaupt. Sie deckt Fehler in der eigenen Arbeit auf und ist persönliche Aufgabe jedes Beteiligten. Selbstkontrolle deckt im übrigen Fehler zum frühestmöglichen Zeitpunkt auf, und der Korrekturaufwand ist minimal. Es ist unbedingt nötig, Selbstkontrolle ganz bewusst in den persönlichen Arbeitsprozess einzubauen. Das fördert auch die Selbstsicherheit und damit die Freude an der Arbeit.

Da der Einzelne jedoch oft in seinen - möglicherweise fehlerhaften - Denkvorgängen befangen ist und da oft verschiedene Personen am gleichen Projekt arbeiten, sollte eine *betriebsinterne Überprüfung* stattfinden.

Nachgeschaltete Kontrollen beeinflussen das Verhalten des Einzelnen in widersprüchlicher Hinsicht: einmal dadurch, dass sie ihn zu vermehrter Selbstkontrolle veranlassen (denn er will ja nicht als unzuverlässig erscheinen), zum anderen jedoch unter Umständen auch dadurch, dass er nachlässig wird, in der Annahme, dass das Ganze ja ohnehin nochmals kontrolliert werde.

Die Erfahrung lehrt, dass viele durchgeschlüpfte Fehler ohne formelle zusätzliche Kontrolle durch *normale Aufmerksamkeit* und adäquates Reagieren der im Bauprozess folgenden Beteiligten entdeckt und behoben werden können, also z.B. durch den jeweils nächsten in der Reihe «Architekt - Ingenieur - Unternehmer - Bauleiter». Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die Meldung der auf diese Art entdeckten Fehler psychologisch entlastet wird. Es geht nicht um Anschuldigung, sondern um ein Bemühen auf das gemeinsame Ziel hin, ein fehlerfreies Bauwerk zu erstellen sowie Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Diese psychologische Entlastung ist Aufgabe einer kompetenten Leitung des Bauprozesses.

Zusätzliche, *externe Kontrollinstanzen* sind bei grossen Bauprozessen, bei denen Fehler zu grossen Schäden führen könnten, sowie bei speziellen Vertragsformen (z.B. Totalübernehmer) nötig. Oft wird eine externe Kontrolle auch durch Gesetz, Normen, Richtlinien, das Baubewilligungsverfahren oder durch Versicherungsgesellschaften vorgeschrieben. In vielen Fällen bezieht sich die externe Kontrolle bzw. Überwachung jedoch lediglich auf die Überprüfung, ob die verschiedenen vorgeschalteten Kontrollformen wirksam sind und der Bauprozess geeignet organisiert ist.

Kontrollprinzipien

Bei der Planung von Kontrollen, aber auch bei jedem einzelnen Kontrollvorgang erweist sich die Gliederung in vier *Kontrolldurchgänge* als sehr zweckmässig.

Im ersten Kontrolldurchgang werden die vorliegenden Sachverhalte auf *Vollständigkeit* überprüft. Man geht dabei gar nicht auf die Richtigkeit und Glaubwürdigkeit der überprüften Daten ein, sondern überprüft lediglich, ob alles Nötige da ist.

Ein zweiter Durchgang prüft die vorhandenen Sachverhalte auf *Richtigkeit*. Dabei geht man ins Detail und vergleicht mit den zugehörigen Unterlagen.

Ein dritter Durchgang löst sich von den Details und überprüft - auf der Basis der durch die beiden vorhergehenden Durchgänge gewonnenen Einsicht - im Sinne einer unabhängigen *Gesamtüberprüfung* das Ganze noch einmal. Man überlegt, wo Schwachstellen, kritische Zonen, Lücken usw. sein könnten, und schaut aus dieser Sicht noch einmal das zu Kontrollierende an. Mit diesem Durchgang wird - indirekt - auch überprüft, was bei der Herstellung und den beiden vorhergehenden Kontrolldurchgängen als Grundlage diente.

Ein letzter Durchgang überprüft die vorliegenden Sachverhalte auf allfällige *Rückwirkungen* auf den Bauprozess, und zwar sowohl in technischer Hinsicht als auch im Hinblick auf Organisation und Informationsfluss.

Dass einzelne Kontrolldurchgänge, insbesondere der zweite, selbst wieder aus verschiedenen Durchgängen bestehen, dürfte klar sein, denn man kann sein besonderes Augenmerk bekanntlich immer nur auf ganz wenige Kriterien gleichzeitig lenken, und «Richtigkeit» muss natürlich für vieles überprüft werden (z.B. Stahlsorte, Durchmesser, Anzahl, Abstand, Lage vertikal und horizontal, Überdeckung, Form, Länge, Krümmungen, Abstandhalter z.B. bei der Überprüfung verlegter Bewehrung).

Planung der Kontrolle

Für den ganzen Bauprozess, evtl. auch für einzelne Bauphasen oder Bauvorgänge, sollte ein *Kontrollplan* aufgestellt werden. Dieser legt die einzelnen vorgesehenen Kontrollen in den wesentlichen Einzelheiten fest, also bezüglich

- Zeitpunkt
- zu kontrollierender Merkmale,
- Verantwortlicher
- Toleranzen und Vorgehen im Falle von Fehlern.

Beim Aufstellen solcher Kontrollpläne denkt man die einzelnen Arbeitsgänge durch und überlegt sich, an welchen Stellen Fehler wahrscheinlich sind. Kennt man die möglichen Fehler, ist auch weitgehend klar, wie sie sich äussern und an was sie sich zeigen. Da ist dann auch der Ansatzpunkt für Kontrollen.

Komplizierte Kontrollvorgänge erfordern eine detailliertere Planung. Man wird hierfür *Kontrollanweisungen* ausarbeiten und in der Regel schriftlich festhalten. Solche Kontrollanweisungen halten fest, wie und von wem der Ist-Zustand aufzunehmen ist, beschreiben u.U. im Detail Messvorgänge usw., definieren Soll-Zustand und Toleranzbereich, geben die Beurteilungsregeln und legen schliesslich fest, was bei die Toleranz überschreitenden Abweichungen zu tun ist.

Schliesslich sind *Checklisten* zu erwähnen, die Kontrollvorgänge Schritt für Schritt vorschreiben oder begleiten.

Inhaltlich unterscheidet man zwischen

- abgeschlossenen Checklisten
- offenen Checklisten.

Abgeschlossene Checklisten werden angewendet, wo der Kontrollinhalt eindeutig definiert und begrenzt ist, wie z.B. die Abmessungen von Bauteilen, die Bereitstellung eines Fahrzeugs, Flugzeugs und so weiter. Mit abgeschlossenen Checklisten wird nur dasjenige geprüft (und «abgehakt»), was auf der Checkliste steht.

Oft ist jedoch Mit- und Nachdenken des Kontrollierenden nötig, und Checklisten würden, wenn man sie abschliessen wollte, sehr lang. In solchen Fällen sind offene Checklisten zweckmässig, die mit Stichworten lediglich Denk- und Kontrollvorgänge auslösen sollen. Offene Checklisten stellen grössere Ansprüche an den Kontrollierenden als abgeschlossene Listen.

Durchführung

Kontrollvorgänge und der «Befund» sind auf jeden Fall zu protokollieren. Es kann sich hierbei um einen kurzen Eintrag in ein Journal handeln. Bei umfangreicheren Kontrollen sind *Kontrollnotizen* nötig, die man - zusammen mit den als notwendig erachteten Korrekturen - in spezielle Kontrollblätter einträgt oder gegebenenfalls, z.B. bei Plänen, direkt in die kontrollierten Unterlagen hineinschreibt (Farbstift).

Umfangreiche Kontrollvorgänge, die die weitere Arbeit wesentlich beeinflussen, müssen in Protokollen und Berichten zusammen mit den Kontrollergebnissen festgehalten werden. Die bei der Kontrolle Anwesenden unterzeichnen das Protokoll.

Kontrollblätter, Protokolle und Berichte bilden selbst wieder eigentliche Checklisten für die Durchführung der notwendigen *Korrekturen*. Man tut gut daran, die Protokolle so lange pendent zu halten, wie man keine Meldung über erledigte Korrekturarbeiten hat, und sie erst abzulegen, wenn alles erledigt ist. Wie man das macht, ist eine organisatorische Frage und im Einzelfall zu lösen.

Feedback

«Ein Dummer macht immer wieder die gleichen Fehler, ein Gescheiter immer wieder neue.» Dieser sicher richtige Satz fordert uns auf, *aus Erfahrungen zu lernen,* und zwar individuell zunächst aus den eigenen Fehlern und dann aus den Fehlern anderer. Das erfordert ein «Sich-Bewusst-Machen», indem man den Sachverhalt aus den engen Verstrickungen der Details auf eine allgemeinere, abstrakte Ebene zu heben versucht. Es kommt nicht darauf an, ob es Nägel, Schrauben oder Dübel waren, die fehlten, sondern *warum* etwas von diesem Typus von Problemstellung schiefging. «Erfahrung ist das, was in einem Gedächtnis hängengeblieben ist und was sich in einer intuitiven Reaktion äussert, nachdem das Beispiel, das zu dieser Erfahrung geführt hat, längst vergessen ist.»

Aber auch bei oft wiederholten Arbeitsgängen in einem Bauprozess oder z.B. in einem Vorfabrikationswerk ist dafür zu sorgen, dass Fehler oder Ungeschicklichkeiten, die zu Fehlern führen können, sukzessive ausgemerzt werden. Das ist Feedback auf der Baustelle oder im Betrieb.

Feedback ist der Motor des Fortschritts. Die Berichterstattung über Schäden oder Vorfälle in Zeitschriften und Vorträgen ist in diesem Sinne für uns alle wichtig. Jeder Einzelne sollte sich weit intensiver mit dem Schadengeschehen auseinandersetzen, als dies heute der Fall ist. Dazu gehört auch das freimütige Zurverfügungstellen eigener Erfahrung. Das sollte überall da zu einer vornehmen Pflicht werden, wo man sich heute noch ängstlich hütet, unangenehme Erfahrungen preiszugeben in der letztlich unangebrachten Sorge um das eigene fachliche Ansehen.

Schliesslich ist Feedback auch ein Wegweiser für die Forschung. Forschung sollte dort ansetzen, wo sich Schäden zeigen, den entsprechenden Ursachen nachgehen und schliesslich geeignete Gegenmassnahmen vorschlagen und in die Praxis einführen.

Schlussfolgerungen

Die Identifizierung von Fehlern als Hauptursache von Schäden und die Entwicklung entsprechender Massnahmen waren wichtige Schritte in der Sicherheitsforschung. Nun gilt es jedoch, diese Massnahmen zielgerichtet in die Praxis einzuführen. In bezug auf Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken tragen die kurz vor der Einführung stehenden Tragwerksnormen des SIA und einzelne bereits in Kraft gesetzte Normen und Ordnungen (z.B. [5] [6] [7]) dieser Notwendigkeit durch Verwendung der entsprechenden Begriffe Rechnung. Im Unterricht finden die entsprechenden Fragen vermehrt Eingang. Und auch die Bauwirtschaft reagiert auf die Problematik mit der Einführung einer gezielten Qualitätssicherung (die jedoch nicht in Formalismus ableiten darf).

Damit ist der Anfang gemacht. Das Ziel, die Zahl und die Folgen von Fehlern wesentlich zu reduzieren, ist jedoch hoch gesteckt. Es kommt dabei auf jeden Einzelnen an: Jeder am Bauprozess Beteiligte muss in seinem eigenen Aufgabenbereich in vermehrter Eigeninitiative mögliche Fehlerquellen identifizieren und gezielte Massnahmen zur Fehlerverhütung und rechtzeitigen Fehlerentdeckung einleiten. Hierzu Anregungen zu geben ist der Zweck des vorliegenden Beitrags.

Literatur

[1] *Matousek, M., und Schneider, J.:* «Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems bei Bauwerken». Bericht Nr. 59 des Instituts für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich, Birkhäuser-Verlag, Basel 1976

[2] *Matousek, M.:* «Massnahmen gegen Fehler im Bauprozess». Bericht Nr. 124 des Instituts für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich, Birkhäuser-Verlag, Basel 1982

[3] *Maslow, A. H.:* «Motivation und Persönlichkeit», Walter-Verlag, Olten 1977

[4] *Matousek, M., und Schneider, J.:* «Gewährleistung der Sicherheit von Bauwerken - ein alle Bereiche des Bauprozesses erfassendes Konzept». Bericht Nr. 140 des Instituts für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich, Birkhäuser-Verlag, Basel 1983

[5] SIA 260: «Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit von Tragwerken - Weisung des SIA an seine Kommissionen für die Koordination des Normenwerks». Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1982

[6] SIA 103: «Ordnung für Leistungen und Honorare der Bauingenieure» und analoge Ordnungen für andere Berufszweige. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1984

[7] SIA 205: «Verlegung von unterirdischen Leitungen». Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1984

[8] *Matousek, M.:* «Nutzungs- und Sicherheitspläne - Zwei neue Begriffe bei Tragwerken im Bauwesen». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 18, Zürich 1985.

Adresse der Verfasser: Dr. *M.Matousek*, c/o Wenaweser und Wolfensberger AG, Reinhardstr. 10, 8008 Zürich. Prof *J.Schneider*, ETH Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion IBK, 8093 Zürich.