

SCHRIFTEN DER PROFESSUR BAUBETRIEB UND BAUVERFAHREN

Nr. 3 (2001)

## 2. FACHTAGUNG SICHERHEIT AUF BAUSTELLEN



MIT EINEM SPEZIALTEIL VON BEITRÄGEN ZU

**QUALITÄT UND SICHERHEIT  
AUF BAUSTELLEN UND IM SCHWEISSBETRIEB**

ANLÄSSLICH DES AUSSCHIEDENS VON HERRN  
**PROF. DR.-ING. HABIL. KARL-DIETER RÖBENACK**

AUS DEM AKTIVEN BERUFSLEBEN

BAUHAUS-UNIVERSITÄT WEIMAR

Titelbild:

Der Weimarer Kornspeicher widersetzte sich im Januar 2001 beharrlich den Abbruchversuchen und verursachte nicht nur zusätzliche Kosten, sondern auch erhebliche Gefahren durch seine unberechenbare Lage. Erst nach mehreren Sprengungen und maschinellem Teilabbruch gelang es schließlich dem Bagger, das Bauwerk umzudrücken.

Foto: Prof. Röbenack

Bearbeitung: Dr. Steinmetzger

Beiträge

zur 2. Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“  
am Dienstag, dem 20. März 2001 in Weimar

mit einem Spezialteil

„Qualität und Sicherheit auf Baustellen und im Schweißbetrieb“

anlässlich des Ausscheidens von  
Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbenack  
aus dem aktiven Berufsleben

---

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.S.

Professur Baubetrieb und Bauverfahren  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Bauhaus-Universität Weimar

Marienstraße 7, 99423 Weimar  
Postanschrift: 99421 Weimar

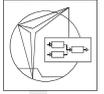
Tel.: (03643) 58 4563

Fax.: (03643) 58 4565

<http://www.uni-weimar.de/Bauing/baubet/>

Redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung: PD Dr.-Ing. habil. Rolf Steinmetzger

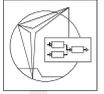
Bezugsmöglichkeit: Bauhaus-Universität Weimar  
Universitätsverlag  
Fax: (03643) 58 1156  
e-mail: [marita.fein@uv.uni-weimar.de](mailto:marita.fein@uv.uni-weimar.de)



# Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<i>LRD Dipl.-Ing. Gerald Riehm</i>	
<b>Aktuelle Probleme des Arbeitsschutzes auf Baustellen – Einführung in die Thematik der 2. Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“ .....</b>	<b>5</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.S.</i>	
<b>Welche Chance hat der Arbeitsschutz am rauen Baumarkt?.....</b>	<b>9</b>
<i>Dipl.-Ing. Wolf-Michael Schwarz</i>	
<b>Die Sicherheit auf Baustellen ist keine Angelegenheit ohne den Bauherren – Aktivitäten und Erfahrungen eines Chemiebetriebes .....</b>	<b>15</b>
<i>PD Dr.-Ing. habil. Rolf Steinmetzger, Dipl.-Ing. Wilfried Weikert</i>	
<b>Sicherheit beim Einsatz gebrauchter Baumaschinen .....</b>	<b>21</b>
<i>Dipl.-Ing. Lutz Peter, Dipl.-Chem. Walter Kiewitt</i>	
<b>Staubbelastung an Arbeitsplätzen in Bauschuttzubereitungsanlagen .....</b>	<b>33</b>
<i>Dipl.-Chem. Henning Müller, Dr.-Ing. Dietrich Weiß</i>	
<b>Ergebnisse aus Langzeitstudien zu Gefahrstoffbelastungen im Tunnelbau.....</b>	<b>41</b>
<i>Dr. rer. nat. Jörg Otto</i>	
<b>Chromatarme Zemente gegen Berufskrankheiten bei Bauarbeitern .....</b>	<b>49</b>
<i>Dipl.-Ing. Torsten Schüler</i>	
<b>Absturz auf dem Bau – das Restrisiko könnte geringer sein.....</b>	<b>53</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbenack</i>	
<b>Bedarf es zum Klugwerden partout eigener Schäden? Eine Langzeitbetrachtung zum Thema Brände und Explosionen bei Schweiß-, Schneid- und verwandten Verfahren .....</b>	<b>61</b>
<i>Beiträge anlässlich des Ausscheidens von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbeack aus dem aktiven Berufsleben:</i>	
<b>Qualität und Sicherheit auf Baustellen und im Schweißbetrieb .....</b>	<b>69</b>





## Vorwort

---

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer,

das Thema der Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“ ist ein immer aktuelles. Es wird einerseits durch die ständigen Verbesserungen in den Angeboten und den sich verbessernden technischen Möglichkeiten, Sicherheit für Beschäftigte auf Baustellen zu schaffen, aber auch durch die immer wieder auftretenden traurigen Ereignisse auf Baustellen, tödliche und schwere Arbeitsunfälle, nie an Aktualität verlieren.

Mit der heutigen Veranstaltung setzen die staatlichen Thüringer Arbeitsschutzbehörden und die Bauhaus-Universität Weimar die Serie der Gemeinschaftsveranstaltungen zur Sicherheit auf Baustellen fort. Wieder werden in einem Querschnittsüberblick die allgemeinen Tendenzen und Entwicklungen des Arbeitsschutzes und der Sicherheitstechnik dargestellt. Darüber hinaus werden in den gezielten Fachvorträgen auch Einzelthemen aufgegriffen und eingehend behandelt.

Der Zufall wollte es, dass der Termin der Fachtagung mit dem Ausscheiden von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. KARL-DIETER RÖBENACK aus dem aktiven Berufsleben zusammenfällt. Insofern ist dieses ein willkommener Anlass, sein Lebenswerk, welches er ganz in den Dienst der Verbesserung von Arbeitssicherheit und der Prävention von Arbeitsunfällen gestellt hat, besonders zu würdigen. Dem Tagungsband sind zum einen zusätzliche Beiträge einiger langjähriger Weggefährten aus dem Bereich Qualität und Sicherheit auf Baustellen und beim Schweißen beigelegt. Zum anderen hat der Herausgeber die Gelegenheit ergriffen, am Ende des Tagungsbandes Raum für die sehr umfangreiche Bibliografie von Herrn RÖBENACK zu geben.

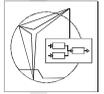
Die Veranstalter hoffen, mit dieser Tagung wiederum einen positiven Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit der Bauschaffenden bei ihrer verantwortungsvollen und nicht ungefährlichen Arbeit in der Bauausführung zu leisten.

Weimar, den 20. März 2001

RGD Dipl.-Ing. Riehm  
Landesamt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin Thüringen

Prof. Dr.-Ing. Bargstädt M.S.  
Bauhaus-Universität Weimar





## **Aktuelle Probleme des Arbeitsschutzes auf Baustellen**

### **Einführung in die Thematik der 2. Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“**

---

Sehr geehrte Fachkolleginnen und Fachkollegen,  
meine Damen und Herren,

ich freue mich, Sie im Namen der Mitveranstalter der heutigen 2. Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“, den staatlichen Thüringer Arbeitsschutzbehörden, hier in der Weimarer Bauhaus-Universität begrüßen zu können. Aktuelle Probleme des Arbeitsschutzes auf Baustellen – welche sind denn heute aktuell? Sind es die gleichen wie vor 2 Jahren, als wir die 1. Fachtagung hier am gleichen Ort durchgeführt haben, oder sind es andere?

Ich würde Ihnen heute gerne berichten, dass sich die Arbeitsschutzprobleme auf Baustellen generell und dauerhaft verringert haben. Dem ist leider nicht so. Die Bauwirtschaft, eine wichtige Branche der europäischen und deutschen Wirtschaft, hat nach wie vor die schlechteste Unfallbilanz. Auf Baustellen in Deutschland ist die Unfallhäufigkeit mehr als doppelt so hoch wie im Durchschnitt der gewerblichen Wirtschaft. Unfälle auf Baustellen haben dazu im Vergleich zu den Unfällen in anderen Wirtschaftszweigen meist deutlich schwerere Folgen.

Ich muss allerdings feststellen, dass der Trend des Unfallgeschehens langfristig gesehen auch in der deutschen Bauwirtschaft gering rückläufig ist. Über die Ursachen möchte ich hier nicht spekulieren. Es sind dafür vermutlich vordergründig konjunkturelle Gründe und weniger geleistete Arbeitsstunden in der Bauwirtschaft maßgebend. Hauptsächliche Anlässe für schwere und tödliche Unfälle in der Bauwirtschaft sind weiterhin Abstürze von Gerüsten, Dächern und Leitern. Daneben rangieren Unfälle durch den Umgang mit Baumaschinen, Baufahrzeugen, durch Krantransporte, z. B. beim Anschlag von Lasten, sowie Stolper- und Rutschunfälle.

Aber nicht nur in der Unfallstatistik fällt die Bauwirtschaft negativ auf, sondern auch in der Berufskrankheitenstatistik. So erkranken in Deutschland jährlich ca. 400 Bauschaffende, insbesondere Maurer und Fliesenleger, an der so genannten Maurerkrätze, eine Erkrankung, die längst Geschichte sein könnte, denn die Ursachen dafür sind bekannt und vermeidbar. Ein Vortrag der heutigen Veranstaltung geht auf dieses Thema speziell ein.

Auf Grund der langen Latenzzeiten für die Ausprägung der meisten Berufskrankheiten waschen wir bei diesen unsere Hände gerne in Unschuld und schieben die Verantwortung für ihre Entstehung den Verantwortlichen früherer Jahre zu. Wir legen aber heute den Grundstein für die Berufskrankheiten von morgen, bei der Maurerkrätze bestehen im Übrigen zeitnahe Zusammenhänge zwischen beruflicher Exposition und Ausbruch der Erkrankung. Ich erwähne ungern materielle Aufwendungen im Zusammenhang mit Unfällen und Berufskrankheiten, da der ideelle Schaden für die Betroffenen nie in Geld auszudrücken ist. Aber allein für die Behandlung, Umschulung, Renten und Abfindungen der von Maurerkrätze Betroffenen werden nach Angaben der Bau-Berufsgenossenschaften jährlich ca. 70 Mio. DM ausgegeben – eine Größenordnung, die zu denken gibt.



Die staatlichen Thüringer Arbeitsschutzbehörden und die Technischen Aufsichtsdienste der Bau- und Tiefbauberufsgenossenschaften haben auch im zurückliegenden Zeitraum durch überproportional häufige Baustellenrevisionen versucht, das Unfall- und Berufskrankheitengeschehen positiv zu beeinflussen. Aber dieses kann immer nur ein kleiner Teil dessen sein, was zur Sicherheit auf Baustellen beiträgt und getan werden muss.

Ich darf allerdings eine erfreuliche Feststellung treffen, an der die staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Aufsichtsdienste in Thüringen einen unmittelbaren und hohen Anteil haben: Auf den Thüringer Baustellen der insgesamt ca. 25 km Autobahn- und ICE-Tunnel sowie auf der derzeit größten Baustelle Deutschlands, der Baustelle für das Pumpspeicherwerk Goldisthal im Thüringer Wald, gab es bisher nur einen einzigen tödlichen Unfall, geschehen im Zusammenhang mit dem Fahrverkehr beim Bau des Autobahntunnels Behringen – ein Ergebnis, das in Anbetracht der Unfallstatistiken anderer europäischer Tunnelbauten bisher einmalig ist. Wenn ich einmal einige diesbezügliche Zahlen nennen darf: St.-Gotthard-Bahntunnel 177 Todesfälle, Simplontunnel 67 Todesfälle, beides allerdings vor ca. 100 Jahren. Aber auch bei Tunnelbauten neuerer Zeit gab es so etwas: Deutsche-Bahn-Projekte Köln/Rhein-Main 14 Todesfälle, dazu kommen 101 schwere Unfälle.

Die Entwicklung des Unfallgeschehens auf Baustellen in Thüringen in den letzten Jahren ist aus den folgenden Abbildungen zu entnehmen:

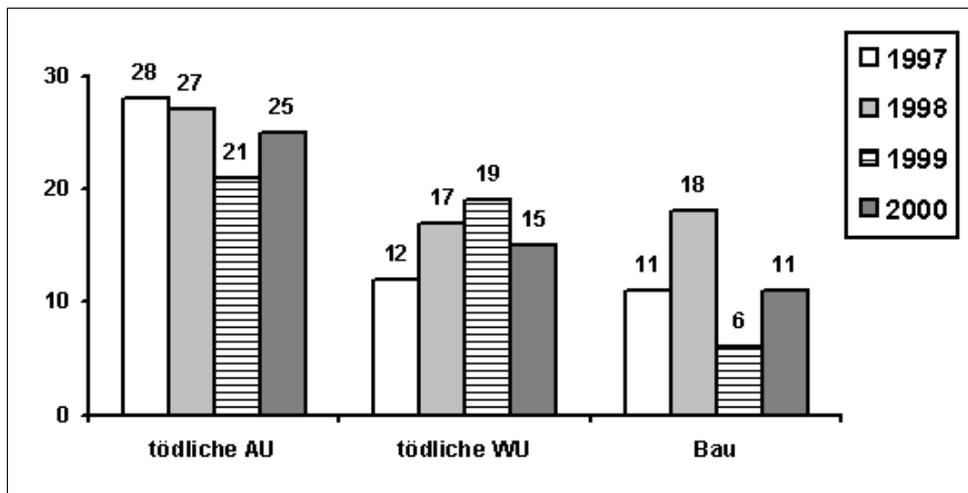


Bild 1 Anzahl der tödlichen Arbeits- und Wegeunfälle bei Bauarbeiten in Thüringen 1997–2000 (AU: Arbeitsunfall, WU: Wegeunfall)

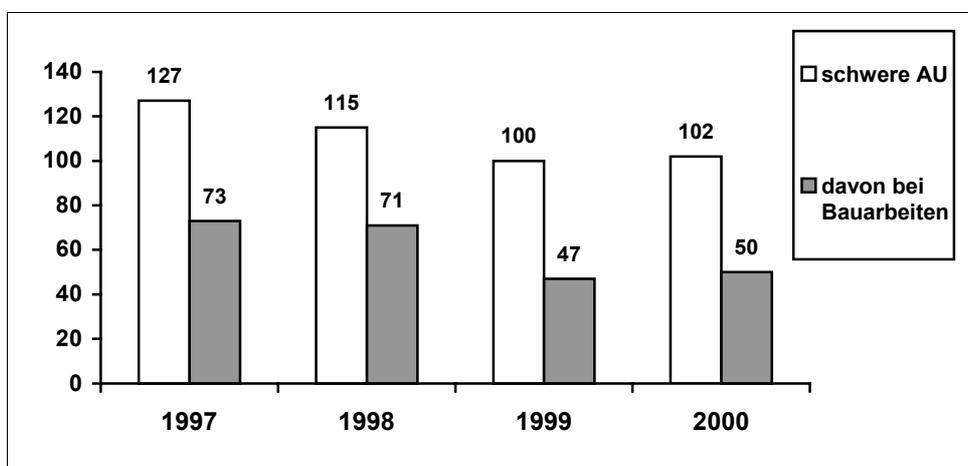


Bild 2 Anzahl der schweren Arbeitsunfälle bei Bauarbeiten in Thüringen 1997–2000

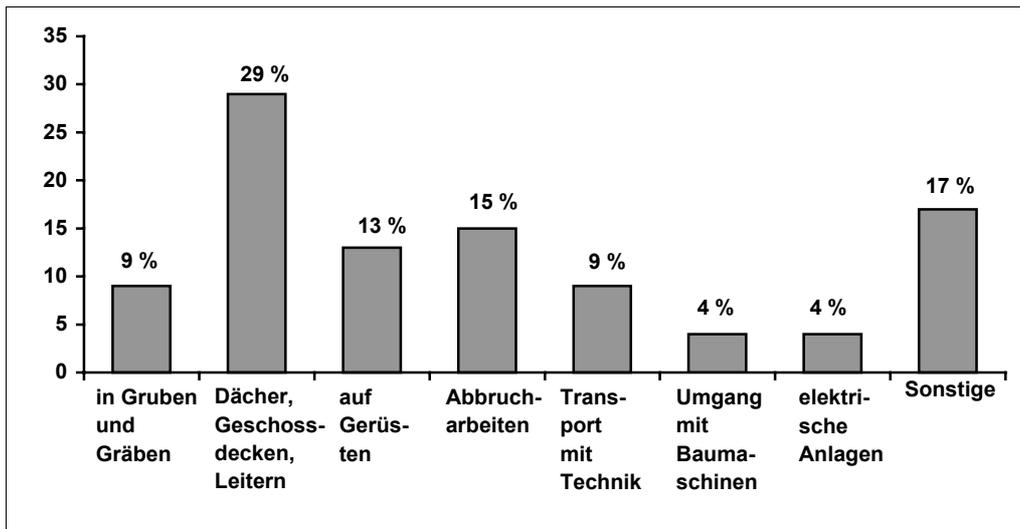
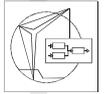


Bild 3 Prozentuale Verteilung der Ursachen tödlicher Arbeitsunfälle bei Bauarbeiten in Thüringen 1997–2000

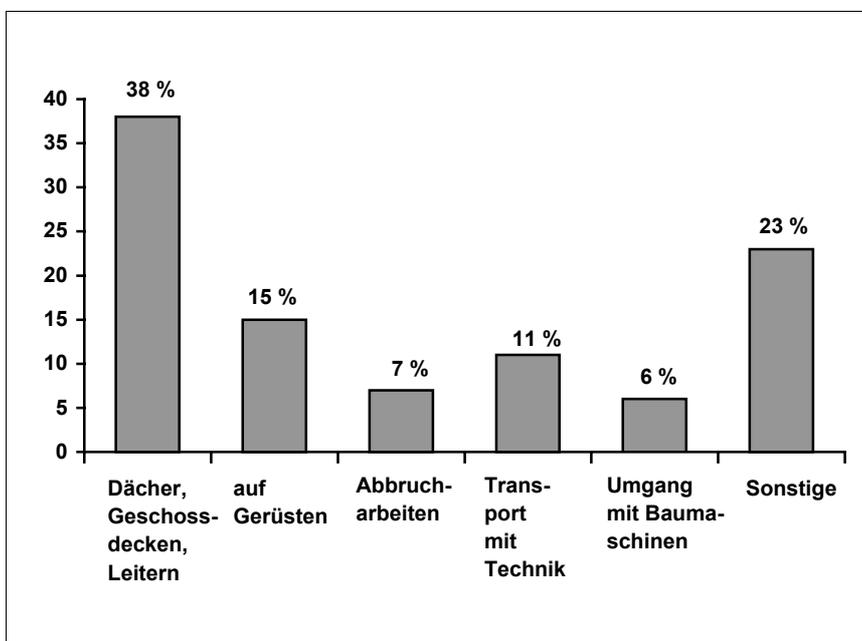


Bild 4 Prozentuale Verteilung der Ursachen schwerer Arbeitsunfälle bei Bauarbeiten in Thüringen 1997–2000

Sicherheit zu schaffen ist bekanntlich immer eine komplexe Aufgabe, an der zahlreiche Personen und äußere Umstände und Bedingungen beteiligt sind. Ich sagte es an dieser Stelle vor 2 Jahren: Jeder an der Planung und Bauausführung Beteiligte versuche, an seiner ihm speziell zugewiesenen Stelle das Bestmögliche zu tun, um gesundheitliche Risiken bei Bauarbeiten zu vermeiden. Das betrifft

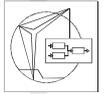
- den Baustellenleiter,
- den Baustellenkoordinator,
- den Bauunternehmer,
- den Bauherren,
- den Bauarbeiter selbst,
- nicht zu vergessen Planer und Architekten,
- die Aufsichtsorgane des Staates und der Berufsgenossenschaften,
- aber auch Hochschullehrer und Lehrausbilder.



Es gibt auf einer Baustelle nichts, das nicht direkt oder indirekt mit Sicherheit zu tun hat. Und ich wiederhole, weil es nie unaktuell wird: Der Mensch ist keine Maschine, den nicht „versagenden“ Menschen gibt es nicht. Daran müssen alle, vom Planer bis zum Bauarbeiter, denken und dieses bewusst mit einkalkulieren.

Ich zitiere dazu aus einer Unfallsfortmeldung des Lagezentrums des Innenministeriums vom 30.01.2001: „Oben genannte Personen ... sind Arbeiter einer Treppenbaufirma, welche am heutigen Tage mit dem Errichten der Haustreppe beginnen sollten (Anm.: eine Arbeit, die die später Verunfallten sicher schon hundertmal ausgeführt haben). Dazu wurde veranlasst, die Sicherung des Treppenauges abzubauen....Es erfolgte keine, auch nicht eine vorübergehende, Absperrung des Schachtes....O. G. stürzten in der Folge in das Treppenauge in eine Tiefe von ca. 2,50 m.... Beide Verunfallte sind schwerstverletzt (1. Bauch- und Brusttrauma, vermutlich Schädelbruch, 2. schweres Thoraxtrauma, mehrfach Atem- und Herzstillstand, Lebensgefahr).

Ich wünsche der heutigen Fachtagung einen guten Verlauf, Ihnen interessante Vorträge und Erfolg in Ihrer Arbeit auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes. Lassen Sie sich nicht entmutigen! Auch wenn die Erfolge klein sind, Baustellen sicherer zu machen ist eine Aufgabe, die immer aktuell bleibt und die Engagement und Kreativität erfordert. Das Ihnen heute vorgestellte Gerüstsystem z. B. zeigt anschaulich, dass Entwicklungen nie am Ende sind. Es gibt nichts, das nicht noch besser und sicherer zu machen wäre, das trifft auch für Baustellen zu.



## **Welche Chance hat der Arbeitsschutz am rauen Baumarkt?**

---

### **1 Einleitung**

Bei jeder gravierenden Veränderung der Baukonjunktur werden grundsätzliche Fragen erneut aufgeworfen. Die derzeitige Strukturkrise der Bauwirtschaft, verbunden mit einem lang anhaltenden Konjunkturreinbruch, lässt wieder viele Fragen aufkommen: Ist der Arbeitsschutz am Bau ausreichend? Erlebt er gar im Zuge des Konjunkturtiefs Rückschläge? Sind die Unfallzahlen parallel zur rückläufigen Bautätigkeit ebenfalls rückläufig? Steigen Unfallhäufigkeit und -schwere bei wirtschaftlich schwierigeren Verhältnissen am Bau überproportional an? Muss zusammen mit der Struktur unserer Bauwirtschaft auch die Struktur der Arbeitsschutzmaßnahmen auf den Prüfstand? Ist jetzt Gelegenheit, im Bauwesen neue Elemente des Arbeits- und Gesundheitsschutzes einzuführen?

Auf alle Fragen gibt es vielschichtige Antworten, z. B. SCHÜLER [4]. Und weil sich Arbeitssicherheit und Unfallgeschehen nicht nur nach einer veränderlichen Einflussgröße ausrichten, ist es schwer, Korrelationen zu den einzelnen Maßnahmen und Präventionen herauszukristallisieren. Der nachfolgende Beitrag soll einige dieser vielschichtigen Einflussgrößen näher beleuchten, um hiermit erneut auch die **Einflussmöglichkeiten** der Beteiligten herauszuheben.

### **2 Arbeitsschutz und seine Bedeutung**

Zum Einstieg in das Thema sei zunächst auf den Wortlaut des Gesetzes über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit, dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 21.8.1997 (z. B. in [6]) verwiesen. In § 1 heißt es: „...dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern.“ Diese Verpflichtung hat der Gesetzgeber dem Arbeitgeber auferlegt, wogegen wohl prinzipiell niemand Einwände hat.

Präzise führt der Gesetzgeber ferner aus, nach welchen Grundsätzen die Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu gestalten sind. So heißt es in § 4 des ArbSchG vom 21. August 1997:

1. Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird.
2. Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen.
3. Bei den Maßnahmen sind der Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen.
4. Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen.
5. Individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen.
6. Spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen sind zu berücksichtigen.
7. Den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen.
8. Mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist.



Bereits aus diesen wenigen Vorgaben lassen sich umfangreiche Maßnahmepakete des Arbeitsschutzes ableiten. Zahlreiche Kommentare (z. B. [2]) unterstreichen nicht nur die Verpflichtung des Arbeitgebers zur zwingenden Anwendung von Richtlinien des Arbeitsschutzes, sondern verweisen zusätzlich darauf, dass es sich dabei lediglich um Mindestvorschriften handelt.

Die möglichen Schutzmaßnahmen wurden bereits auf vielfältige Art strukturiert. SCHWERES und FLOSS [5] geben einen aktuellen Überblick, aus dem sich die folgenden Kategorien ableiten lassen:

- I. Primäre Maßnahmen (Beseitigen von Gefahren; gefahrlose Technik; Maßnahmen müssen am Entstehungsort der Gefahr ansetzen)
- II. Sekundäre Maßnahmen (Verhinderung des Wirksamwerdens der Gefahren, Kapselung der Gefahren; die Gefahr bleibt zwar bestehen, aber durch Anwendung der Sicherheitstechnik werden sie am Wirksamwerden gehindert)
- III. Organisatorische Maßnahmen (Gefährdungen vermeiden; Zusammenwirken von Mensch und Gefahr durch Regelungen vermeiden)
- IV. Körperschuttmittel (Verhinderung bzw. Verminderung der Einwirkung von Gefahren durch Anwendung von Körperschuttmitteln)
- V. Verhaltensprävention (Mögliche Auswirkungen bestehender Gefährdungen werden durch verhaltensbezogene Anweisungen eingeschränkt)

Während die Aufzählung insgesamt eine klare Hierarchie der Maßnahmen erkennen lässt, so sind die unteren Kategorien des Maßnahmespektrums erst dann Erfolg versprechend, wenn sie sich gegenseitig ergänzen. Das hat der Gesetzgeber bereits durch den Punkt 5 des § 4 ArbSchG berücksichtigt.

### 3 Die Besonderheiten am aktuellen Baumarkt

Das ganze Spektrum an Maßnahmen zum Arbeitsschutz hat in anderen, insbesondere stationären Branchen zu einem hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard geführt. Ursprünglich notwendige Reglementierungen können dann kritisch hinterfragt und ggf. zurückgefahren werden. Warum scheint sich der Baubereich jedoch in der entgegengesetzten Richtung zu entwickeln? Warum sind hier neue Regelungen, wie z. B. die Baustellenrichtlinie, zu etablieren und durchzusetzen?

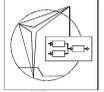
Dies hat einige wenige Ursachenkomplexe, die uns bekannt sind, die aber in der Folge vielfältige Konsequenzen haben. Die Komplexe sind: die schlechte Baukonjunktur, die strukturelle Ausrichtung der Branche und branchentypische Eigenarten des Bauens. Im Einzelnen lassen sich die Ursachen mit folgenden Schlagworten benennen:

#### a) direkt konjunkturbezogen

- niedrige, nicht die Kosten deckende Baupreise
- schlecht motivierte Arbeitgeber infolge Existenznot und Liquiditätsengpässen
- schlecht motivierte Arbeitnehmer infolge reduzierter oder ausstehender Löhne
- verunsicherte Arbeitnehmer infolge Sorge um den eigenen Arbeitsplatz

#### b) strukturell begründet

- Grauzone zwischen den verschiedenen Arbeitsmärkten (reguläre Mitarbeiter, Werklohnarbeiter, ABM-Kräfte)
- hohe Schwarzarbeiterquote mit illegalen Arbeitskräften unterschiedlicher Ausprägung
- Vergabe an den Billigsten
- Weitervergabe von Eigenleistungen an Nachunternehmer
- geringer Spezialisierungsgrad bei Facharbeitern
- mangelnde Standardisierung von Bauteilen und Bauverfahren
- viele Klein- und Kleinstunternehmen



#### c) branchentypisch

- individuelle und spontane Wahl der Bauorganisation
- individuelle Einzelanfertigung von Prototypen
- breites Spektrum von sehr kleinen Baumaßnahmen bis zu Großbauvorhaben
- Kurzfristigkeit der Dispositionen am Bau
- nach VOB uneingeschränktes Änderungsrecht des Bauherrn
- geringer Stellenwert und Anteil an firmeninternen und externen Fortbildungen
- breites Spektrum von Tätigkeiten mit hohem Anteil notwendigen Fachwissens bis zu Tätigkeiten für Angelernte
- Arbeitsmöglichkeiten für Ungelernte und für Personen mit geringer geistiger Flexibilität
- konservative Grundhaltung der Branche

Einige der vorstehenden Ursachen sollen im Folgenden bezüglich ihrer Auswirkungen auf den optimalen Arbeitsschutz eingehender diskutiert werden. Das System kann dann als gestört betrachtet werden, wenn mögliche und offensichtlich leistbare Maßnahmen zur Verbesserung des Arbeitsschutzes nicht die Verantwortlichen erreichen und somit auch kaum zu erwarten ist, dass Verbesserungen an der Basis umgesetzt werden.

## 4 Die Baukonjunktur als Anlass einer Kritik

Dabei liefert die schlechte Baukonjunktur keine stichhaltige Begründung für Nachlässigkeiten im Arbeitsschutz. Aber sie dient als Vorwand für ansonsten unzureichende organisatorische Abläufe. Statt einer Verbesserung der Arbeitsverhältnisse droht die Kündigung des Arbeitnehmers. Manche Arbeitnehmer haben sich damit abgefunden, dass sie nach längerer Krankheit bzw. Arbeitsunfähigkeit die Kündigung durch ihren Arbeitgeber zu erwarten haben. Die immer noch verbreitete Praxis, Mitarbeiter für die Wintermonate zu entlassen und im Frühjahr wieder einzustellen, erleichtert die Selektion hin zu zuverlässigen Mitarbeitern, d. h. zu kooperationswilligen Mitarbeitern, die in der Vergangenheit eine hohe Verfügbarkeit ihrer Arbeitskraft bewiesen haben. Bei mäßigen Arbeitsschutzbedingungen hängt diese Verfügbarkeit nicht allein vom persönlichen Geschick des Mitarbeiters, sondern ebenso von dem „Quäntchen Glück“ ab, keinen Arbeitsunfall zu erleiden.

In vielen Unternehmen wurden in den letzten Jahren die Lohn- und Lohnzusatzleistungen deutlich zurückgefahren. Für Außenstehende unbemerkt werden die Lohnreduzierungen durch Herabstufung der Mitarbeiter in Tarifgruppen einer niedrigeren Qualifikationsstufe erreicht. Innerhalb eines Unternehmens ist der Spielraum zwar begrenzt, doch wird er über den Zyklus von Entlassung und erneuter Einstellung erheblich erweitert. Aktuelles Beispiel liefern Insolvenzverfahren auch in Thüringen, bei denen Arbeitnehmer erhebliche Zugeständnisse machen, um im nach der Insolvenz fortgeführten Unternehmen oder in einer Nachfolgefirma wieder eingestellt zu werden.

Andere Arbeitnehmer, die bei ihrem alten Arbeitgeber keinen neuen Arbeitsvertrag zu schlechteren Konditionen unterschreiben wollen, stellen bei der Suche nach einer neuen Arbeitsstelle schnell fest, dass ihnen auch dort die bisherigen Arbeitsbedingungen unerreichbar bleiben.

Unter diesen Bedingungen ist eine kontinuierliche und auf langfristigen Bestand ausgerichtete Fortbildung bzw. der Ausbau der Fachkenntnisse nur schwer zu erreichen. Für den Arbeitnehmer im Arbeitsverhältnis bleibt keine Zeit zur Weiterbildung. Der Arbeitnehmer in einer Gruppe von Arbeitslosen kann nicht zielgerichtet auf die Bedürfnisse und Defizite seines zukünftigen Arbeitgebers vorbereitet werden. De facto ist jeder auf sich selbst gestellt. Bei einer kürzlich von einem Bildungsträger für das Arbeitsamt durchgeführten Reintegrationsmaßnahme berichteten die arbeitslosen Bauarbeiter, dass zwischen den ihnen bekannten und für erforderlich gehaltenen Sicherheits- und Arbeitsschutzmaßnahmen und den beim letzten Arbeitgeber zur Verfügung gestellten Mitteln große Diskrepanz besteht. Dennoch ist diese Bildungsmaßnahme ein Forum, auf dem die enge Verzahnung zwischen optimierten



betriebsorganisatorischen Abläufen, einer gründlichen Arbeitsvorbereitung und den Notwendigkeiten des Arbeitsschutzes gut dargestellt werden kann.

## 5 Die Struktur des Baumarktes

Kleine Baustellen und kurze Baumaßnahmen gehören zu den Tätigkeitsfeldern, die von außen schwer zu erreichen und zu beeinflussen sind. Zum einen wäre für eine intensivere Betreuung unverhältnismäßig mehr Personal erforderlich, zum anderen ist die soziale Kontrolle der Beschäftigten untereinander eingeschränkt. HOFERT [1] hat Baustellen im Umfang von weniger als 10 Arbeitsschichten besonders bezüglich der Absturzgefährdung untersucht und dabei ganz elementares Fehlverhalten „wider besseren Wissens“ festgestellt. Da der Weg über mehr Personal nicht wirtschaftlich zu leisten ist, sollte den Möglichkeiten der sozialen Kontrolle im Sinne von Hilfe zur Selbsthilfe mehr Beachtung geschenkt werden. Dienstleistungsunternehmen, z. B. in der Reinigungsbranche, aber auch bei Reparatur- und Wartungsbetrieben, besitzen gute Erfahrungen bezüglich einer standardisierten Ausstattung mit Arbeitsmitteln bis hin zu einheitlichen Arbeitsanzügen. Unter dem Oberbegriff corporate identity fördert ein nach außen einheitliches Erscheinungsbild den Stolz auf den eigenen Betrieb, auf die mit dem Arbeitsplatz verbundenen Vorteile und Sicherheiten. Auch unternehmensinterne einheitliche Standards, manchmal sind sie bereits über Jahre in Handbüchern des Qualitätsmanagements festgeschrieben, lassen sich durch Stärkung des Teamgefühls leichter umsetzen.

Schließlich ist sogar ein mit dem Lichtbild des Mitarbeiters versehener Arbeitsausweis, der offen an der Arbeitskleidung getragen wird, in anderen Branchen (chemische Betriebe, Schiffbau, Kraftfahrzeug-Industrie) Normalität. Am Bau ist der Ausweis in Verruf geraten, da der vorgeschriebene Sozialversicherungsausweis in der Regel lediglich zur Abwehr illegaler Arbeitskräfte zum Einsatz kommt.

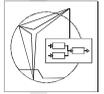
Dagegen kann mit einem Arbeitsausweis auf Baustellen noch mehr erreicht werden: von der automatischen Erfassung der Stunden zur Abrechnung über die Kontrolle der Zugangsberechtigung, der Verminderung der Diebstahlsquote bis zum Nachweis der Qualifikation in Schlüsselpositionen, z. B. durch die Übernahme der Daten in ein persönliches Logbuch. Danach ist sogar denkbar, jedem Arbeitnehmer individuell und ausgerichtet auf seinen Erfahrungshorizont und sein Tätigkeitsspektrum, eine maßgeschneiderte Weiterbildung – selbstverständlich unter Einschluss der Aspekte des Arbeitsschutzes – zusammenzustellen.

Im Rahmen der Vorlesung „Bauen im Bestand“ an der Bauhaus-Universität Weimar haben die Studenten regelmäßig die Aufgabe, ein Fachinterview mit Geschäftsführern oder Mitarbeitern von Firmen zum Thema Bauleitung zu führen. Die Interviews beziehen Bauunternehmen aller Größenordnungen ein. Bei der vergleichenden Auswertung der Interviewberichte war auffällig, dass kleine Unternehmen in der Regel kaum Bedarf sehen, ihre Mitarbeiter zusätzlich fortzubilden oder Spezialisten und Sonderfachleute einzuschalten. Dieses legt den Schluss nahe, dass somit auch die Aufgaben der Arbeitssicherheit in Kleinbetrieben überwiegend so gelöst werden, wie es die hauseigenen Kräfte zu leisten vermögen. Mittlere und große Unternehmen holen sich bei gleicher Aufgabenstellung dagegen auffallend häufig zusätzliche Fachleute heran. Damit ist auch die erforderliche Bereitschaft zu verbesserten Elementen des Arbeitsschutzes grundsätzlich aktivierbar.

## 6 Zukunftsfähiges Bauen

Einen interessanten Aspekt bezüglich der Organisation von Bauvorhaben hat jüngst RACKY [3] erneut herausgestellt. Er weist auf die Abhängigkeit der Beeinflussungsmöglichkeiten der Baukosten vom Projektfortschritt hin. Darüber hinaus betont er, dass der Bauherr zunächst, nachdem er die Notwendigkeit zum Bauen erkannt hat, die Projektorganisationsform wählt und festlegt. Dieses geht, dargestellt am Modell des Construction Managers, weit über die Bestellung erforderlicher Planer, u. a. des Sicher-

heits- und Gesundheitsschutz-Koordinators (SiGeKo), hinaus. Der Construction Manager soll den Bauherren bei der Definition der Arbeitsfelder der Planer und der Verzahnung ihrer Teilaufgaben unterstützen.



Zukunftsfähige Ansätze zur Reduzierung der Baukosten führen auf verstärkte Konfektionierung im Bauwesen. Mit dem Einsatz vorgefertigter Komponenten für Rohbau, Ausbau und Haustechnik kann die Qualität und Zuverlässigkeit des Bauprozesses gesteigert werden. Man muss nicht verschweigen, dass dies mit einer Verlagerung möglichst vieler Arbeitsstunden von der Baustelle in den stationären Bereich einhergeht. Vordergründig betrachtet verbleiben die „schlechten Risiken“ auf der Baustelle, wogegen sich die Vorfertigung an den Standards der stationären Industrie ausrichtet.

Für die Sicherheit am Bau ergeben sich daraus mehrere positive Aspekte. Zunächst wird die personelle Besetzung auf der Baustelle geringer, das absolute Unfallrisiko sinkt. Ferner haben die auf die Baustelle gebrachten Elemente einen höheren Sachwert, der eine sorgfältigere Montageplanung und den Schutz der vorgefertigten Leistung wirtschaftlich interessant macht. Hierzu sind entweder erfahrene und eingespielte Montageteams erforderlich oder es liegt im Interesse des Lieferanten, sorgfältige und verständliche Montageanweisungen für sein Produkt mitzuliefern. Im Rahmen dieser ohnehin zu erbringenden Arbeitsvorbereitung sind die Elemente des Arbeitsschutzes integrierbar. Schriftliche Ausarbeitungen wie z. B. die Montageanweisung oder Produkt-Begleitpapiere sind überdies überprüfbar und eine Grundlage, die sukzessive optimiert werden kann – u. a. bezüglich der Belange der Arbeitssicherheit. Installationsanweisungen z. B. in der Haustechnik zeigen, dass die vorausseilende Dokumentation zur fachgerechten Installation ständig weiterentwickelt wird. Erste Gewerke, insbesondere die Regelungstechnik, nutzen bereits seit Jahren elektronische Medien, aus denen sie sich via Datenleitung die aktuellen Informationen für Installation und Wartung auf die Baustelle vor Ort holen. Auch diese Unterlagen sind ohne ausreichende Berücksichtigung der Standards für Arbeitsschutz und -sicherheit nicht denkbar, schлüge doch eine Fehlinformation über die Produkthaftung direkt auf den Hersteller durch.

Als schwerer zugänglicher Problemkreis verbleibt der Kern des Baugeschäfts, das Prototypische der Branche, die ständige Reaktion auf Veränderungen und Unvorhergesehenes. Wo liegen hier gezielte Ansätze zur Verbesserung der Situation?

Das vorhandene Datenmaterial über Unfälle im Bauwesen, welches u. a. die Berufsgenossenschaften zur Verfügung haben, generiert Wünsche nach weiteren Zahlen. Die Pflichtmitteilungen im Rahmen eines Arbeitsunfalls, dazu anonymisiert und ggf. im Hinblick auf Haftungsfragen gegenüber dem Staatsanwalt verfälscht, sind nicht ausreichend, um daraus in jedem Fall abgesicherte Empfehlungen zur Verbesserung ableiten zu können. Die große Zahl der Beinahe-Unfälle, die in keiner Statistik erfassbar sind, könnte detailliertere Rückschlüsse über das tatsächliche Gefährdungsrisiko liefern.

In einem offenen und transparenten Betriebsklima sind auf Unternehmensebene Kenntnisse über die besonderen Begleitumstände von Unfällen, über das Abweichen von Vorgaben, über die parallel ausgeführten Arbeiten und über weitere spezifische Randbedingungen vorhanden. Diese sind von Nutzen für die eigenen Mitarbeiter, während die Ausstrahlung auf nachgeschaltete Unternehmer in der Regel nicht erfolgt. Insofern kann nicht nur aus Qualitätsgründen, sondern auch aus Sicht des Arbeitsschutzes die aktuelle Praxis der mehrfachen Weitervergabe an Nach- und Nach-Nachunternehmer nicht gut geheißен werden.

Dort jedoch, wo durch nachgeschaltete Unternehmer Spezialarbeiten durchgeführt werden, für die das eigene Unternehmen nicht eingerichtet ist, kann dem Nachunternehmer ausreichende fachliche Souveränität und Unabhängigkeit gewährt werden. Damit können seine Mitarbeiter ihr auf hohem Niveau vorhandenes fachliches Wissen einsetzen, und der Nachunternehmer wird seine eigenen Vorstellungen zum arbeitsplatzbezogenen Schutz der Mitarbeiter umsetzen. In diesem Sinne ist die Entwicklung zu einem ausgeprägten Spezialisten-Nachunternehmertum ausdrücklich zu begrüßen.



## 7 Ausblick und Zusammenfassung

Arbeitsschutz ist dort am erfolgreichsten, wo über Arbeitsschutz nicht mehr gesprochen werden muss. Insofern werden die in der Vergangenheit erzielten Ergebnisse kaum von einem breiten Publikum wahrgenommen.

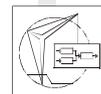
Dennoch besteht angesichts der Unfallzahlen am Bau und aufgrund ständiger Weiterentwicklungen die Notwendigkeit, Arbeitsschutz in Betrieben und auf Baustellen weiter flankierend und intensiv zu begleiten. Der Strukturwandel in der Baubranche eröffnet zugleich veränderte Wirkungsmöglichkeiten. Hierzu können schlaglichtartig folgende Schwerpunkte genannt werden:

- Verlagerung von Produktionsleistungen der Baustelle in Produktionen stationärer Branchen,
- Erhöhung des Grades der Vorfertigung für Baustellen,
- Logistikkonzepte für Großbaustellen,
- Entwicklung und Verbreitung von Begleitpapieren für Bauprodukte,
- elektronische Unterstützung zur Bewältigung der Informationsflut,
- persönlicher Fortbildungspass mit Sollprofil auf freiwilliger Basis,
- gezielte Fortbildung zur Arbeitsvorbereitung bei Arbeitslosen und Umschülern,
- Förderung der Corporate Identity durch einheitliche Arbeitsausrüstung und -kleidung,
- Lichtbildausweise auf Baustellen.

Es bleibt zu wünschen, dass möglichst viele Arbeitgeber und Arbeitnehmer die hier vorgestellten Ideen aufgreifen und sie als ergänzende Maßnahmen in ihrem Bereich umsetzen.

### Literatur:

- [1] Hofert, R.: Absturzgefährdung bei Bauarbeiten geringen Umfanges und kurzer Dauer. Arbeitsschutz aktuell Nr. 5-2000
- [2] Kittner, M: Arbeitsschutzrecht: ArbSchR; Arbeitsschutzgesetz, Arbeitssicherheitsgesetz und andere Arbeitsvorschriften. Bund-Verlag, Frankfurt 1999
- [3] Racky, P.: Construction Management – eine alternative Projektorganisationsform zur zielorientierten Abwicklung komplexer Bauvorhaben. Bauingenieur Band 76, Feb. 2001
- [4] Schüler, T.: Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar, 2001 (in Vorbereitung)
- [5] Schweres, M. und Floss, D.: Maßnahmen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes – Strukturansätze. Arbeitsschutz aktuell Nr. 5-2000
- [6] Stürk, P.: Wegweiser Arbeitsschutz, Kurzinformation für die Praxis. Erich Schmidt Verlag, Bielefeld 1998



## **Die Sicherheit auf Baustellen ist keine Angelegenheit ohne den Bauherren**

### **Aktivitäten und Erfahrungen eines Chemiebetriebes**

---

#### **1 Einleitung**

Die KATALEUNA GMBH CATALYSTS (folgend: KATALEUNA) ist ein traditionsreicher Produzent von Katalysatoren (seit 1928) auf der Basis vielfältiger Aktivkomponenten (u. a. Nickel, Kupfer, Kobalt, Palladium, Platin) und Trägermaterialien für großtechnische Prozesse in der chemischen Industrie, in der Erdölverarbeitung und für Gasreinigungsverfahren.

Standort der Produktions- und Forschungseinrichtungen ist ein ca. 4 ha großes Firmengelände am Chemiestandort Leuna im Landkreis Merseburg-Querfurt in Sachsen-Anhalt. Derzeit werden im Unternehmen 88 fest angestellte Mitarbeiter beschäftigt. 1998 wurde die als „Treuhand-Betrieb“ geführte KATALEUNA GmbH von einem weltweit tätigen Katalysatorhersteller, der CRI-Gruppe (Houston/USA) übernommen, die ihrerseits eine 100 %-ige Tochter des ROYAL DUTCH/SHELL-Konzerns ist.



Bild 1 KATALEUNA GMBH CATALYSTS am Chemiestandort Leuna – neue Produktionshalle

Logische Konsequenz dieser Privatisierung war die Integration der KATALEUNA in das SHELL- bzw. CRI-Sicherheits-, Gesundheitsschutz und Umweltschutz-Managementsystem. Noch 1998 wurde ein 10-Punkte-Sofortprogramm zur Verbesserung des Umwelt- und Gesundheitsschutzes im Produktionsbereich aufgelegt und mit einem finanziellen Aufwand von ca. 1.000 TDM realisiert.

Darüber hinaus wurden bisher hochmoderne Forschungseinrichtungen geschaffen und im Rahmen der Realisierung des Projektes „KL 2000“ wurde eine neue Katalysatorenfabrik aufgebaut. Die reinen Bau-

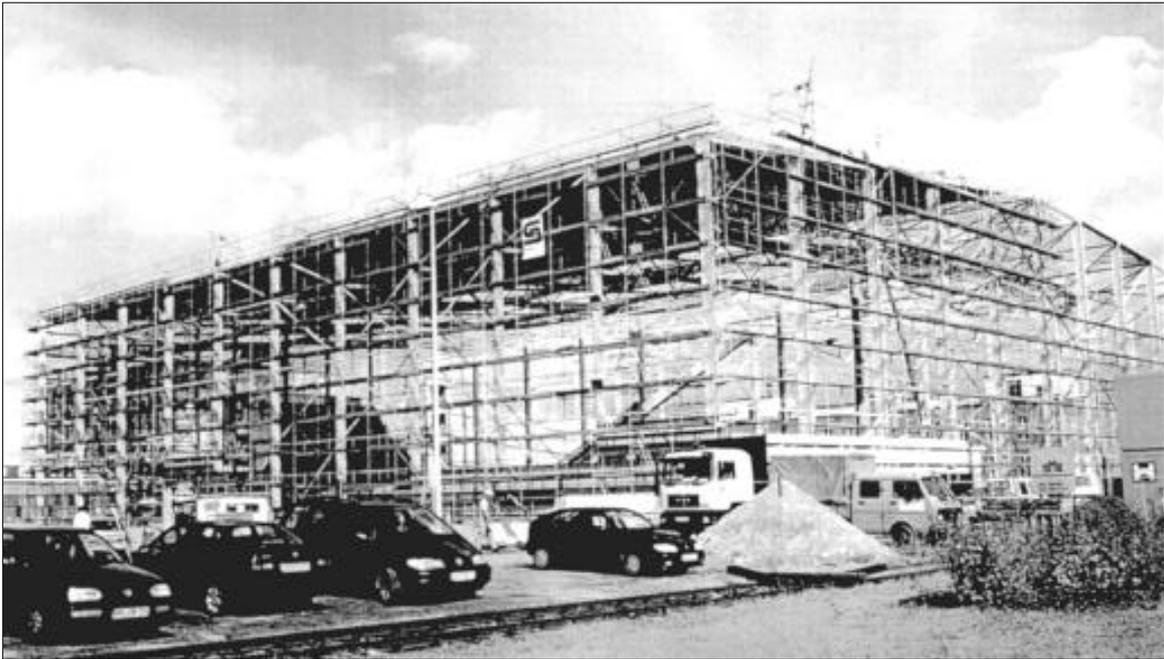


Bild 2 Bauzustand der Produktionshalle am 27. September 1999

leistungen für die Errichtung dieser neuen Produktionsstätte hatten einen Auftragswert von ca. 9.000 TDM und wurden im Zeitraum vom 20. 05. 1999 bis 31. 08. 2000 erbracht. Es wurden 150.000 m<sup>3</sup> umbauter Raum inklusive einer Produktionshalle von 5.000 m<sup>2</sup> errichtet.

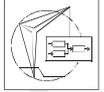
Mit der Errichtung dieser baulichen Anlage (einschließlich Planung und Ausführung) beauftragte der Bauherr KATALEUNA ein Ingenieurbüro (folgend: HAN), das damit als so genannter „beauftragter Dritter“ (§ 4 BaustellV) die nach der Baustellenverordnung (§§ 2, 3) geforderten Maßnahmen eigenverantwortlich zu treffen hatte.

Unbeschadet dieser Sachlage war es für den Bauherren vorrangiges Anliegen, die Arbeitssicherheit auf „seiner“ Baustelle so zu organisieren, dass sie den Anforderungen der in der KATALEUNA praktizierten Sicherheitspolitik entsprach.



Bild 3 Reduzieranlage am 29. Juni 2000

## 2 Kernsätze der KATALEUNA-Unternehmensphilosophie zur Arbeitssicherheit



In Übereinstimmung mit der SHELL- bzw. CRI-Sicherheitspolitik gilt für die KATALEUNA der prinzipielle Grundsatz, dass arbeitsbedingte Unfälle, Berufskrankheiten und Verletzungen vermeidbar und ernste Gesundheits- oder sonstige Schäden nicht zu akzeptieren sind. Deshalb ist für die KATALEUNA der vorbeugende Arbeitsschutz für alle eigenen Beschäftigten und alle Mitarbeiter von Kontraktoren eines der wichtigsten Unternehmensziele. Alle Kontraktor-Firmen und deren Mitarbeiter wurden zur Einhaltung der KATALEUNA-Sicherheitsvorschriften, der Unfallverhütungsvorschriften der BG Chemie sowie weitergehender zutreffender Arbeitsschutzvorschriften verpflichtet.

Für die Beurteilung der Leistungen des eigenen Unternehmens und der für die KATALEUNA tätigen Kontraktor-Firmen sind die Ergebnisse auf den Gebieten Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit von besonderem Gewicht. Sicherheitskonformes Verhalten ist deshalb ein definierter Schlüsselfaktor für die Leistungseinschätzung und Vergütung von Führungskräften und Mitarbeitern der KATALEUNA.

## 3 Maßnahmen zur Vorbereitung eines sicheren Baugeschehens

- Erfahrungsaustausch mit den Sicherheitsfachkräften von Firmen, die große Investitionen bereits erfolgreich durchgeführt haben.
- Um die Sicherheitsarbeit des HAN möglichst wirkungsvoll zu aktivieren, wurde der Vertrag zur Planung und Realisierung des Bauwerkes so gestaltet, dass ein unfallfreier Bauablauf mit einem signifikanten finanziellen Bonus honoriert wurde.
- Eine unter Federführung des Bauherren erarbeitete detaillierte Baustellenordnung wurde zum verbindlichen Bestandteil der Verträge mit dem HAN sowie allen Nachauftragnehmern (NAN) gemacht.
- Die Auswahl der Kontraktoren erfolgte unter Berücksichtigung nachgewiesener Leistungen auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit.
- Implementierung von Projekt-Führungsstrukturen bei KATALEUNA und dem HAN, die eine optimale Organisation der Sicherheitsarbeit bei der Vorhabensrealisierung ermöglichen.
- Bestellung eines „hauptamtlichen“ und bezüglich der Bauabläufe fachlich kompetenten Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Koordinators („Si-Ge-Ko“) durch den HAN.
- Bestellung von zwei weiteren „Firmenkoordinatoren“ durch KATALEUNA, die als unmittelbare Ansprechpartner für die NAN und den „Si-Ge-Ko“ zu standortspezifischen Sicherheitsfragen fungierten.
- Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Planes (Si-Ge-Planes) für die Planung der Ausführung des Bauvorhabens durch den „Si-Ge-Ko“.
- Festlegung verbindlicher Regularien und Vorbereitung erforderlicher Materialien für die durchzuführenden Erstunterweisungen und regelmäßigen Schulungen von Führungskräften sowie Mitarbeitern der NAN.
- Festlegung und Durchsetzung eines effizienten Kontrollverfahrens zur Überprüfung und Gewährleistung der Arbeitssicherheit auf der Baustelle.
- Abstimmung mit den Technischen Aufsichtsbeamten des Gewerbeaufsichtsamtes (GAA) Halle, der Bau-BG Hannover sowie der zuständigen Werkfeuerwehr Leuna über die Form ihrer Einbindung in die Baustellenüberwachung.
- Festlegung eines „Erste-Hilfe-Konzeptes“ für die Baustelle.
- Maßnahmen zur Gewährleistung einer ausreichenden Verständigung zwischen deutschen und der deutschen Sprache nicht mächtigen Mitarbeitern auf der Baustelle.

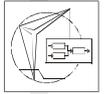


Bild 4 Situation in der Produktionshalle

#### 4 Schwerpunkte bei der Umsetzung des Sicherheitskonzeptes für die Baustelle **(siehe: Vorbereitende Sicherheitsmaßnahmen/Baustellenordnung)**

- Das eingeführte Identifizierungssystem durch Helmmarken wurde von KATALEUNA im Ergebnis guter Erfahrungen bei Dritt-Firmen übernommen und diente auch als sichtbarer Erstunterweisungsnachweis.
- Neben der „sicherheitsorientierten“ Vertragsgestaltung mit dem HAN wirkte sich auch die Besetzung der Projektleitung des Bauherren mit einem erfahrenen und zu hohen Sicherheitszielen verpflichteten externen SHELL-Manager – im Sinne engagierter und erfolgreicher Sicherheitsarbeit – sehr positiv aus.
- Die Sicherheitsfachkraft des Bauherren und der vom HAN bestellte „Si-Ge-Ko“ wurden den jeweiligen Projektleitern direkt zugeordnet und konnten auf diese Weise sehr effektiv arbeiten.
- Der für die „Planung der Ausführung“ erstellte Si-Ge-Plan wurde entsprechend dem Stand der Bauarbeiten fortgeschrieben und diente vorrangig der Bauleitung des HAN und dem „Si-Ge-Ko“ als Handlungsgrundlage.
- Wichtige Sicherheitsaspekte waren auch die qualifizierte Durchführung von Erstunterweisungen für die Führungskräfte und Mitarbeiter der NAN vor Arbeitsaufnahme auf der Baustelle und die Übergabe aussagefähiger Informationsmaterialien (siehe: Merkblatt „Arbeitsschutz und Verhalten im Gefahrfall“ inklusive Flucht- und Rettungswegeplan, Alarmplan) an jeden Mitarbeiter.
- Den verantwortlichen Bauleitern der NAN wurde darüber hinaus ein „Handbuch der Arbeitssicherheit“ (u. a. die Baustellenordnung und KATALEUNA Sicherheitsvorschriften enthaltend) zur Anwendung übergeben.
- Für die Durchführung „gefährlicher Arbeiten“ wurde das Erlaubnisverfahren des Bauherren (schriftliche Genehmigung für Erd-, Schweiß- und Feuerarbeiten usw.) durchgängig umgesetzt.
- Alarmierungstests für Notfälle.
- „Sicherheitswerbung“ in Form von Plakataktionen, Schautafeln mit sicherheitsrelevanten „Themen der Woche“, öffentliche Unfallstatistik.
- Als in der Praxis wirksamste Sicherheitsmaßnahmen erwiesen sich die permanenten Überwachungstätigkeiten des „Si-Ge-Ko“, der Sicherheitsfachkraft und der zwei Firmenkoordinatoren des Bauherren sowie die Erfüllung von in der Baustellenordnung fixierten Aufgaben zur Sicherheitskontrolle.

## 5 Sicherheitsüberwachung



Der vom HAN auf der Baustelle eingesetzte „Si-Ge-Ko“ nahm die Überwachung aller Sicherheitsbelange verantwortlich wahr. Darüber hinaus kontrollierten die Sicherheitsfachkräfte und Aufsichtsführenden der NAN-Firmen die Erfüllung der für ihre Firmen relevanten Sicherheitsaufgaben.

Die von KATALEUNA zusätzlich bestellten zwei Firmenkoordinatoren und die Sicherheitsfachkraft des Bauherren unterstützten den „Si-Ge-Ko“ und die benannten Firmenverantwortlichen bei der Sicherheitsarbeit.

Zur Erfüllung der Verkehrssicherungspflicht des Bauherren wurde den Mitgliedern der KATALEUNA-Geschäftsführung und des Projektteams „KL 2000“ ein uneingeschränktes Kontroll- und (hinsichtlich Sicherheitsverstößen) Weisungsrecht eingeräumt und wahrgenommen.

Als Regelüberwachungsformen wurden festgelegt, praktiziert und protokolliert:

- tägliche Sicherheitsbegehungen (2 x) durch den „Si-Ge-Ko“,
- wöchentliche Sicherheitsbegehungen (Bauherr, HAN, „Si-Ge-Ko“, Bauleiter ausgewählter Firmen),
- Vor-Ort-Sicherheitsgespräche mit NAN-Mitarbeitern durch den „Si-Ge-Ko“, die KATALEUNA-Sicherheitsfachkraft,
- wöchentlicher Sicherheitsbericht des „Si-Ge-Ko“ im Rahmen des Baustellenrapports,
- separate monatliche Sicherheitsberatung mit allen Bauleitern der NAN.



Bild 5 Fertigung der Abwassergruben, Stand am 22. Juni 1999

Darüber hinaus erfolgte für alle sicherheitsrelevanten Vorkommnisse eine Untersuchung und Auswertung durch den „Si-Ge-Ko“ und die KATALEUNA-Sicherheitsfachkraft. Überprüfungen zum vorbeugenden Brandschutz (4) wurden mit dem zuständigen Vertreter der Werkfeuerwehr des Chemiestandortes durchgeführt.

Die 10 Baustellenkontrollen durch die zuständige Behörde (GAA Halle) erfolgten auf Antrag des Bauherren zusammen mit dem Technischen Aufsichtsbeamten der Bau-BG Hannover und waren ausgesprochen konstruktiv.



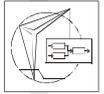
## 6 Ergebnisse und Erkenntnisse

- Die Ausführung des Bauwerkes erfolgte termin- und qualitätsgerecht. Insgesamt wurden dabei ca. 12.000 m<sup>3</sup> Erdmassen bewegt, ca. 4.000 m<sup>3</sup> Beton eingebaut, ca. 275 t Bewehrungen verlegt und ca. 750 t Stahlkonstruktion errichtet.
- Während der gesamten Bauphase (20. 05. 1999 – 31. 08. 2000) und den in diesem Zeitraum geleisteten 173.000 Arbeitsstunden ereignete sich kein meldepflichtiger Arbeitsunfall.
- Vorkommnisse mit Sachschäden gab es gleichfalls nicht.
- Wegen Verstößen gegen Sicherheitsvorschriften wurden lediglich 2 Baustellenverweise ausgesprochen.
- Von besonderer Bedeutung für diese Bilanz war die abgestimmte und engagierte sicherheitsorientierte Führungsarbeit der Projektteams des HAN und des Bauherren, wobei die positive Rolle des „Si-Ge-Ko“ hervorzuheben ist.
- Unter Berücksichtigung von Aufwand und Nutzen musste festgestellt werden, dass der vom „Si-Ge-Ko“ erstellte und fortgeschriebene Si-Ge-Plan zur Systematisierung von Sicherheitsmaßnahmen sicher noch hilfreich ist, für die praktische Sicherheitsarbeit auf der Baustelle jedoch kaum verwendet werden konnte (Echtzeit-Problem!).
- Die vom HAN erstellten „Unterlagen für spätere Arbeiten“ sind bezüglich des Informationsgehaltes unzureichend. Die Erarbeitung dieses Dokumentes hätte vom Bauherren wesentlich intensiver begleitet werden müssen.

## 7 Zusammenfassung

Nach geltendem Recht hat der Bauherr die sicher sinnvolle Möglichkeit, einem „beauftragten Dritten“ weit reichende Verantwortung zur Erfüllung von Pflichten hinsichtlich Baustellensicherheit zu übertragen. Die Erfahrungen von KATALEUNA im Rahmen des Projektes „KL 2000“ belegen aber, dass gemäß des Grundsatzes – „Arbeitssicherheit ist Chefsache!“ – Baustellensicherheit ohne den Bauherren nicht zu machen ist und die im „Bauherren-Unternehmen“ praktizierte Sicherheitskultur (identisch mit dem Sachverhalt, Sicherheit zu wollen!) maßgebliche Voraussetzung für ein erfolgreiches Sicherheitsengagement des Bauherren ist.

Dieses Engagement beginnt bei der Kontraktorenauswahl, setzt sich über eine Sicherheitsleistungen berücksichtigende Gestaltung von Verträgen mit dem HAN und den NAN fort und umfasst darüber hinaus die gesamte Palette konzeptioneller und operativer Führungsaufgaben, die zu bearbeiten sind, um auf der Baustelle Gefährdungen für Leben und Gesundheit sowie sonstige Schadenereignisse zu vermeiden. Der Einsatz eines fachkompetenten und mit den notwendigen Befugnissen ausgestatteten „Si-Ge-Ko“ ist ein weiterer ganz wichtiger Erfolgsgarant für effiziente Sicherheitsarbeit, während für den nach BaustellIV gleichfalls erforderlichen Si-Ge-Plan eine adäquate Bewertung nicht bestätigt werden kann.



## Sicherheit beim Einsatz gebrauchter Baumaschinen

### 1 Vorbemerkungen

Der Umgang mit Maschinen birgt naturgemäß Gefahren, die jedoch dank der modernen wissenschaftlichen und technischen Errungenschaften einschließlich fortschrittlicher Sicherheitstechnik in hohem Maße beherrschbar geworden sind. Das altbekannte Arbeitsschutz-Prinzip der gefahrlosen Technik<sup>1</sup> hat seinen Niederschlag in Gesetzen, aber auch im verantwortungsbewussten Handeln der Hersteller und Nutzer der Maschinen gefunden. Die Erfolge haben sich jedoch nicht im Selbstlauf eingestellt, sondern sind Ergebnis beharrlicher Arbeit und steter staatlicher und gesellschaftlicher Kontrolle. Um sicher vor Rückschritten zu sein, darf – ähnlich dem Schwimmen gegen den Strom – dieser Prozess nicht aufhören.

Als Gebrauchtmachines gelten solche Maschinen, die vor dem Wechsel des Benutzers bereits in Betrieb genommen und benutzt worden sind. International, und auch in Deutschland, wächst der Handel mit gebrauchten Maschinen. Die neuen Möglichkeiten des Internet unterstützen diesen Trend<sup>2</sup>. Die



Bild 1 Angebot von Gebrauchtmachines im Internet (BERTELSMANN)

<sup>1</sup> Das Prinzip der gefahrlosen Technik postuliert (nach G. TIETZE und E. GNITZA), dass es auf Dauer besser und wirksamer ist, Sicherheit zu schaffen anstatt Vorsicht zu fordern. Dem entspricht die Rangfolge der Maßnahmen zu Erreichung von Arbeitssicherheit, in der die gefahrlose Technik bzw. umfassend und zwangsläufig wirkende sicherheitstechnische Einrichtungen an erster Stelle stehen.

<sup>2</sup> Beispiel: Bertelsmann Construction Equipment Exchange unter <http://www.bcee.de>



wirtschaftlichen Vorteile aus dem Einsatz gebrauchter Maschinen dürfen nicht zu Abstrichen in der Arbeitssicherheit führen. Nach wie vor bestehen Unsicherheiten in der Umsetzung der Gesetze, mit denen die EG-Richtlinien zur Maschinensicherheit in deutsches Recht überführt worden sind. In ihrem Beitrag wollen die Verfasser aus der Sicht des Arbeitsschutzes die im Rahmen der Europäischen Union geschaffenen Rechtsgrundlagen und die Besonderheiten beim Einsatz gebrauchter Maschinen erläutern.

## 2 Besonderheiten der Verwendung gebrauchter Baumaschinen

Stets begleiten Rationalisierungsüberlegungen das Denken jedes verantwortungsbewussten Bauunternehmers. Die genaue Erfassung der aktuellen Tendenzen am Baumaschinenmarkt, Informationen über neuzeitliche Bauverfahren und die entsprechenden Arbeitsmittel gehören dazu. Doch nicht immer ist die neueste Technik, die in der Regel hohe Kosten verursacht, notwendig. Gebrauchtmaschinen sind geeignet, den Maschinenpark zu ergänzen und kostengünstig zu bauen. Das belegen die Zahlen aus dem Baumaschinenhandel der letzten Jahre. Im Jahre 1997 betrug zum Beispiel der Umsatz an Gebrauchtmaschinen mit 300 Mrd. DM 10 % des gesamten Maschinenbauumsatzes. Gebrauchtmaschinenmessen mit internationaler Ausrichtung, wie z. B. die RESALE<sup>3</sup> in Nürnberg, beflügeln den Handel.

Gebrauchtmaschinen werden insbesondere dann angeschafft, wenn

- kurzfristige Einsatzanforderungen bestehen, Bedarfsspitzen abgebaut werden sollen und die wirtschaftliche Abschreibung der Maschine zu erwarten ist,
- die Kapitalausstattung die Anschaffung von Neumaschinen nicht zulässt,
- Sonderangebote, z. B. aus der Konkursmasse von Bauunternehmen, Händlern oder aus abgebrochenen Leasing-Verträgen bestehen,
- entsprechende neue Maschinen nicht verfügbar sind.

Allein ein geringer Kaufpreis zeugt noch nicht von Sparsamkeit. Damit Folgekosten den Gebrauchtmaschinenkauf nicht zum Flop werden lassen und dabei zwangsläufig der Arbeitsschutz auf der Strecke bleibt, sollten Gebrauchtmaschinen nur dann angeschafft werden, wenn

- es sich um neuwertige Maschinen mit geringer Betriebsstundenzahl handelt, z. B. aus Fehlkäufen, Vorführmaschinen des Händlers,
- die Maschinen den aktuellen Forderungen des Arbeitsschutzes, der Ergonomie und des Umweltschutzes entsprechen und
- kompatibel zum bestehenden Maschinenpark sind (z. B. bezüglich Anbauausrüstungen, Verschleißteilsortiment),
- beim Händler oder Hersteller die Aufrüstung mittels „Nachrüstpaket“ auf den neuesten technischen Stand möglich ist,
- die Maschinen in der Vergangenheit beim Vertragshändler, in der Vertragswerkstatt oder durch geschultes Personal beim Betreiber nachweislich ordnungsgemäß gewartet und repariert wurden.

Probleme und Gefahren ergeben sich vor allem aus der Verwendung von billigen Ersatzteilen des „Grauen Marktes“ oder dem Einsatz nicht empfohlener Betriebsstoffe.

Der Kauf einer Gebrauchtmaschine bleibt immer mit Risiken behaftet. Diese lassen sich jedoch nach fachkompetenter Expertise durch genaue Kenntnis über

- die vorangegangenen Einsatzarten und ihren Anteil am Betriebsstundenumfang,
- das Belastungsspektrum,
- den Abnutzungsgrad und die zu erwartende Restlebensdauer,

---

<sup>3</sup> 7. Internationale Messe für gebrauchte Maschinen und Anlagen, 30. April bis 2. Mai 2001 (vgl. <http://www.messe-karlsruhe.de/> und <http://www.resale2001.de/>)

- den Pflege- und Wartungszustand und die regelmäßige Durchführung der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen

reduzieren.

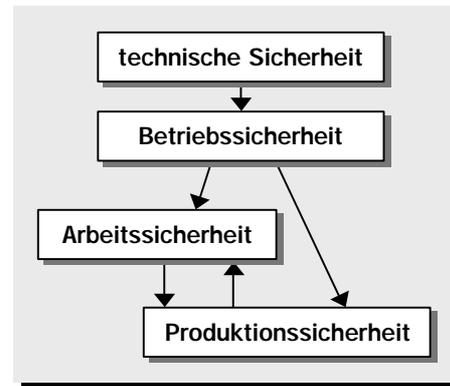
Besondere Sicherheit bieten

- vollständige Dokumentationen (Betriebsanleitung, Wartungs- und Pflegevorschriften, Instandsetzungsvorschriften, Ersatzteillisten),
- Zertifikate über den ordnungsgemäßen technischen Zustand (Check),
- Garantievereinbarungen<sup>4</sup>,
- Kulanzzusagen bei Ausfall der Maschine bis hin zur Bereitstellung einer Ersatzmaschine bei längerfristigem Ausfall,
- ordnungsgemäße Verträge, die z. B. Klauseln über verdeckte Mängel enthalten,
- Unterweisung des Personals durch den Verkäufer.

Wirtschaftliches Arbeiten ist nur dann möglich, wenn der beabsichtigte Produktionsprozess in einem bestimmten Toleranzbereich planmäßig und störungsfrei mit dem vorgegebenem Aufwand ablaufen kann und zu dem gewünschten Ergebnis führt. Planungsfehler und Betriebsstörungen führen zu Abweichungen im Bauablauf und oft zu Provisorien, die die Arbeitssicherheit negativ beeinflussen. Entstehende Mehraufwendungen bewirken Zeitdruck, der wiederum Abstriche an der Arbeitssicherheit provoziert.

Arbeitssicherheit ist ein solcher Zustand der Arbeitsbedingungen, bei dem arbeitsbedingte Gesundheitsgefährdungen nicht wirksam werden können.

Die moderne Arbeitsumwelt ist durch die Technik geprägt. Folgerichtig ist Arbeitssicherheit eng mit der technischen Sicherheit verbunden. Grundvoraussetzung für störungs- und unfallfreies Arbeiten ist die Betriebssicherheit der Maschinen als eine Eigenschaft, die störungsfreies und gefahrloses Betreiben ermöglicht. Das Versagen technischer Einrichtungen und das Eintreten von gefährlichen Zuständen sind hier dem aktuellen Wissensstand entsprechend bei bestimmungsgemäßem Gebrauch<sup>5</sup> ausgeschlossen. Diese Eigenschaft kann dann als erfüllt angenommen werden, wenn die Maschine den geltenden Regeln der Technik entspricht. Dem Nutzer fehlt in der Regel der umfassende Überblick über die technischen Details. Es bleibt ihm letztlich nur die Möglichkeit, sich dadurch Gewissheit zu verschaffen, indem er sich von der Einhaltung der Regeln der Technik überzeugt oder überzeugen lässt. Doch dazu müssen ihm diese Regeln bekannt sein.



Der bestimmungsgemäße Gebrauch einer Maschine setzt Sachkunde bei den Betreibern voraus. Deshalb muss die Dokumentation zur Maschine eindeutige Aussagen über

- vorgesehenen Verwendungszweck und geeignete Einsatzbedingungen,
- unzulässigen Gebrauch,
- sicherheitsrelevante Pflege- und Wartungsarbeiten,
- sicherheitsrelevante Verhaltensanforderungen

enthalten.

<sup>4</sup> Es ist zu beachten, dass die Garantieverpflichtungen nur mögliche maschinentechnische Schäden, nicht aber Produktionsausfälle, Terminverzögerungen, zusätzliche Transportkosten usw. umfassen.

<sup>5</sup> Zum bestimmungsgemäßen Gebrauch eines Betriebsmittels gehört auch dessen sachgerechte Instandhaltung.



### 3 Rechtsgrundlagen für den sicheren Einsatz von Maschinen

#### 3.1 Arbeitsschutz im europäischen Rechtssystem

Begründet auf dem 1992 geschlossenen Maastricht-Vertrag haben sich bis heute 15 Staaten zur Europäischen Union mit dem Ziel zusammengeschlossen, eine politische Union mit einer gemeinsamen Währung und einem zusammenhängendem Wirtschaftsgebiet zu bilden. Seit Ratifizierung dieses Vertrags sind die Europäischen Gemeinschaften<sup>6</sup> die erste tragende Säule der Europäischen Union. Die anderen beiden Säulen liegen in der gemeinsamen Außen- und Sicherheitspolitik sowie in der engen Zusammenarbeit in den Bereichen Justiz und Inneres. Der Vertrag von Amsterdam<sup>7</sup> ist eine Folge des Maastrichter Vertrages.

Artikel 2 des Vertrages zur Gründung der Europäische Gemeinschaft besagt:

„Aufgabe der Gemeinschaft ist es, durch die Errichtung eines Gemeinsamen Marktes und einer Wirtschafts- und Währungsunion sowie durch die Durchführung der in den Artikeln 3 und 3a genannten gemeinsamen Politiken oder Maßnahmen eine harmonische und ausgewogene Entwicklung des Wirtschaftslebens innerhalb der Gemeinschaft, ein beständiges, nichtinflationäres und umweltverträgliches Wachstum, einen hohen Grad an Konvergenz der Wirtschaftsleistungen, ein hohes Beschäftigungsniveau, ein hohes Maß an sozialem Schutz, die Hebung der Lebenshaltung und der Lebensqualität, den wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhalt und die Solidarität zwischen den Mitgliedstaaten zu fördern.“

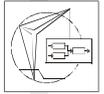
Gemäß Artikel 3b des EG-Vertrages [2] nehmen im Sinne des Subsidiaritätsprinzips die übergeordneten gesellschaftlichen Einheiten (Gemeinschaftsorgane) nur solche Aufgaben wahr, zu deren Wahrnehmung untergeordnete Einheiten (einzelne Mitgliedstaaten) nicht in der Lage sind. Dementsprechend unterschiedlich sind die EG-Rechtsmittel.

EG-Rechtsmittel	
verbindlich	unverbindlich
<ul style="list-style-type: none"><li>• Verordnungen ⇒ unmittelbar geltendes Recht</li><li>• Richtlinien ⇒ Mindestforderungen, die in nationales Recht umzusetzen sind</li></ul> Entscheidungen des Europäischen Gerichtshofes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empfehlungen</li><li>• Stellungnahmen</li><li>• Leitlinien ⇒ werden in Verwaltungsvorschriften und technische Regeln umgesetzt</li></ul>

Die Europäische Union betreibt die Rechtsangleichung der Mitgliedstaaten also in erster Linie in Form von Richtlinien, die der Rat der Europäischen Gemeinschaften auf Vorschlag der Kommission erlässt. Die Richtlinien werden den gesetzgebenden Körperschaften in den einzelnen Mitgliedstaaten zur Umsetzung in nationales Recht zugeleitet. Sie sind für jeden Mitgliedstaat, an den sie gerichtet werden, hinsichtlich des zu erreichenden Ziels verbindlich. Den innerstaatlichen Stellen ist jedoch die Wahl der Form und der Mittel überlassen.

<sup>6</sup> Europäische Gemeinschaft – EG (früher Europäische Wirtschaftsgemeinschaft – EWG), Europäische Atomgemeinschaft (Euratom, EAG), Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (Montanunion) – EGKS / Die drei Gemeinschaften sind durch gemeinsame Organe und durch das Gemeinschaftsrecht eng miteinander verflochten.

<sup>7</sup> In Amsterdam wurde die Struktur Europas (Europäische Union mit Drei-Säulen-Architektur, basierend auf zwei grundlegenden Vertragswerken: EU-Vertrag [1] und EG-Vertrag [2]) weiterentwickelt. Der Amsterdamer Vertrag ist kein neues eigenständiges Werk. Er nimmt Veränderungen in EG- und EU-Vertrag vor. Er ist damit das dritte große Reformpaket zur Revision der europäischen Gemeinschaftsverträge nach der Einheitlichen Europäischen Akte und Maastricht.



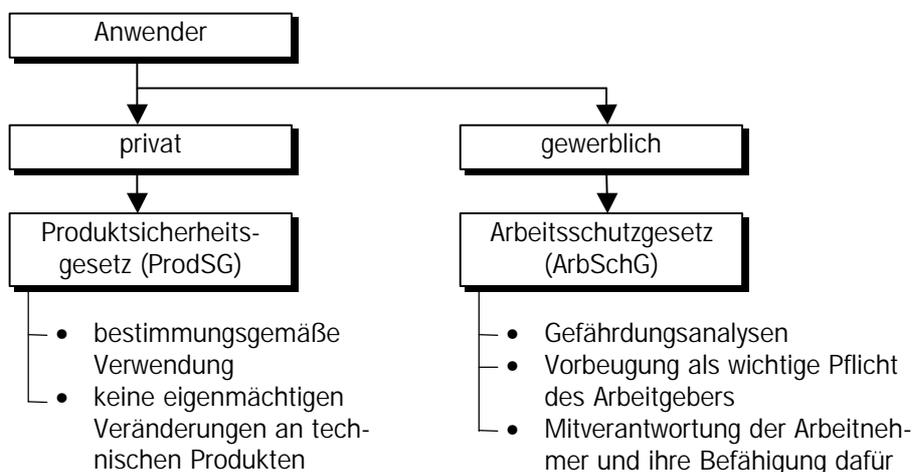
Der EG-Vertrag sieht zwei Richtliniengruppen vor, die den unterschiedlichen Anforderungen an die Arbeits- und Sozialpolitik sowie an die Handelspolitik entsprechen sollen.

- „Binnenmarkt-Richtlinien“ nach Artikel 95 (ehemals 100a) zur Schaffung eines einheitlichen Binnenmarktes durch Beseitigung von Handelshemmnissen,
- „Sozialrichtlinien“ nach Artikel 137 (ehemals 118a) des EG-Vertrages, die Mindestanforderungen zur Verbesserung der Arbeitsumwelt, für den besseren Gesundheitsschutz der Beschäftigten und ein höheres Sicherheitsniveau enthalten.

	„Binnenmarkt-Richtlinien“ nach Artikel 94 u. 95 EG-Vertrag	„Sozialrichtlinien“ nach Artikel 137 EG-Vertrag
regeln	die Produktbeschaffenheit, z. B. Anforderungen an Maschinen und Anlagen	die Arbeitsumwelt, d. h. insbesondere den Gesund- heitsschutz bei der Arbeit
mit der Zielstellung beinhalten	Produktsicherheit	Schutz der Beschäftigten
	die totale Rechtsangleichung zur Beseitigung technischer Handelshemmnisse	Mindestregelungen zur schritt- weisen Verbesserung der Arbeits- sicherheit
also	verbindliche Vorgaben, die in natio- nales Recht umgesetzt werden müssen	Mindestvorschriften, die bei der Umsetzung in nationales Recht ergänzt werden können

Die Richtlinien und Normen werden im EU-Amtsblatt veröffentlicht. Der gesamte Bestand ist im Internet gut recherchierbar (<http://europa.eu.int/eur-lex/de/search.html>).

Bezüglich des Schutzes der Anwender sind Vorschriften für die private und die gewerbliche Nutzung zu unterscheiden.



Das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) [11] bezweckt, dass Hersteller und Händler dem Verbraucher nur sichere Produkte zur privaten Nutzung überlassen, soweit dies nicht schon durch andere Rechtsvorschriften geregelt wird und dass die CE-Kennzeichnung nur in den gesetzlich zugelassenen Fällen verwendet wird.

Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [6] ist sozusagen das Grundgesetz des Arbeitsschutzes und Ermächtigungsgrundlage für die Umsetzung entsprechender EG-Richtlinien in deutsches Recht. Mit ihm werden Teile der EG-Rahmenrichtlinie „Arbeitsschutz“ [3] direkt übernommen, wobei für diejenigen Forderungen der Rahmenrichtlinie, die bereits im deutschen Arbeitsschutzrecht enthalten waren, nur



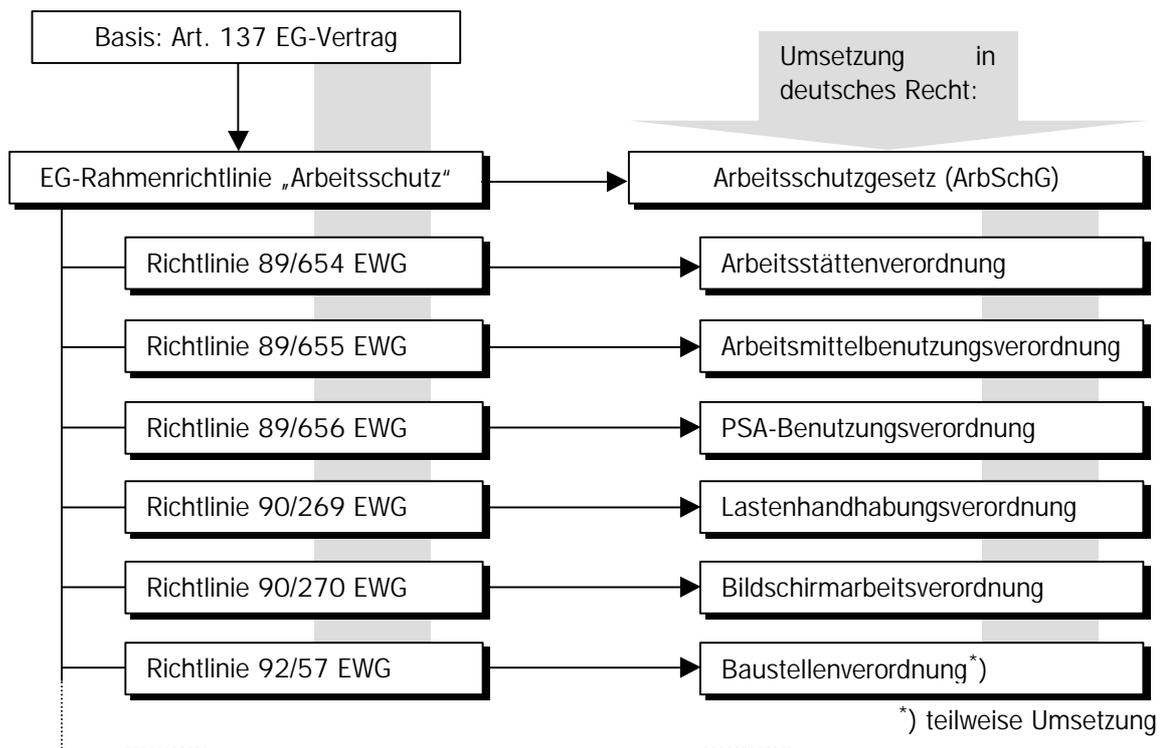
eine Anpassung der bestehenden Regelungen erfolgte. Das ArbSchG wird durch Rechtsverordnungen untersetzt. Dies sind die

- Verordnung zur Umsetzung von EG-Einzelrichtlinien zur EG-Rahmenrichtlinie „Arbeitsschutz“ (Artikelverordnung „Arbeitsschutz“ (Artikel 1 bis 5),
- Einzelverordnungen zum Arbeitsschutzgesetz.

Die EG-Richtlinien müssen in nationales Recht umgesetzt werden (Harmonisierung). Unabhängig davon können sie aber direkt geltendes Recht sein,

- wenn sie zugunsten des Verbrauchers wirken,
- wenn deren Aussagen hinreichend genau sind.

Die Umsetzung erfolgte nach folgendem Schema (hier am Beispiel des Arbeitsschutzes):



Mit der europäischen Normung durch die Normungsgremien CEN<sup>8</sup> und CENELEC<sup>9</sup> sollen vor allem die Richtlinien gemäß Artikel 95 EG-Vertrag durch anerkannte technische Lösungen ausgefüllt werden. Die europäischen Normen sind grundsätzlich unverbindlich, können aber als harmonisierte Normen eine Konformitätsvermutung, d. h. also die Erfüllung der Anforderungen von Teilen oder der gesamten betroffenen Richtlinien, darstellen.

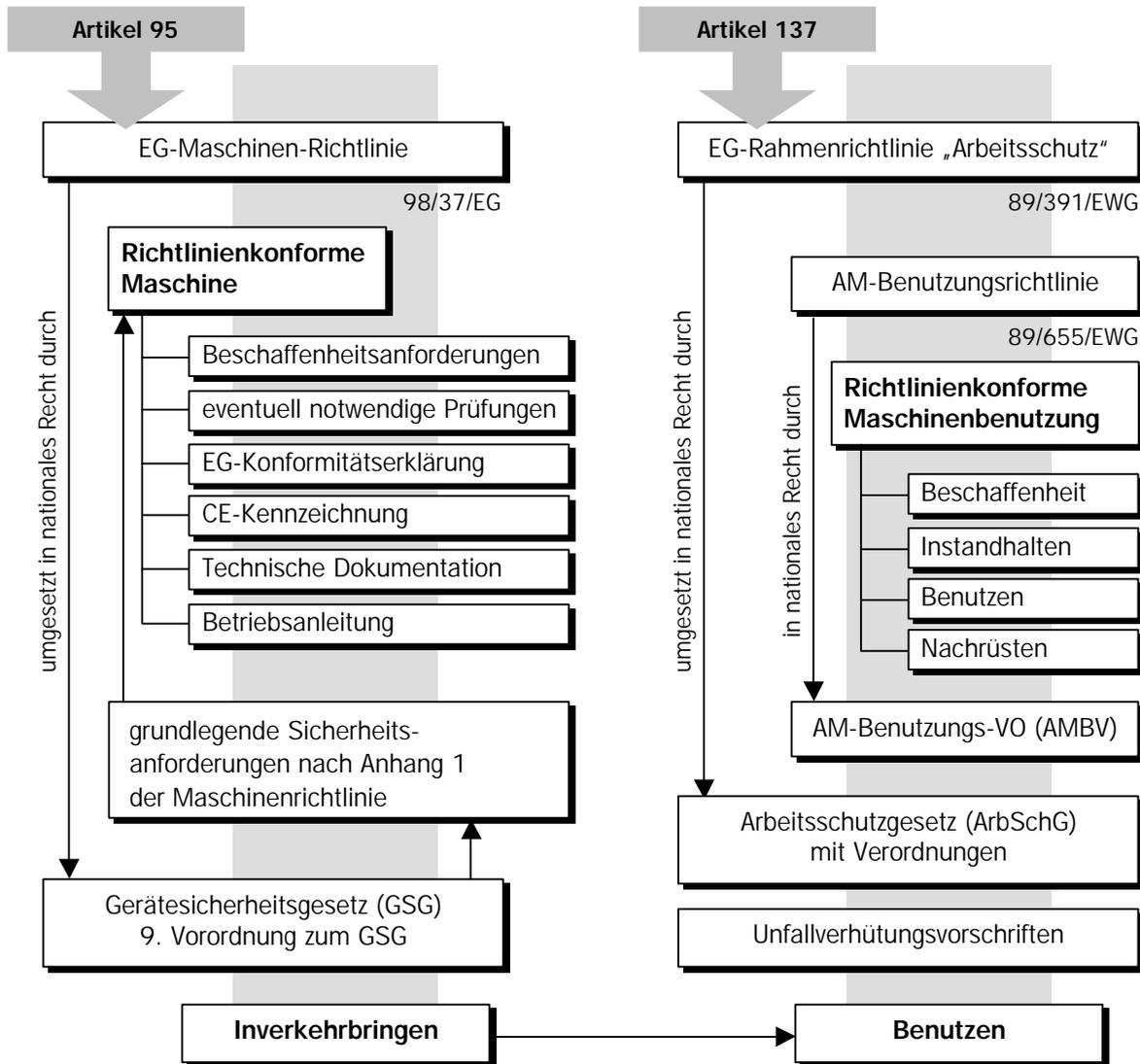
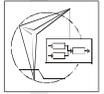
Insgesamt bleibt festzustellen, dass das deutsche Arbeitsschutzrecht harmonisierte Regelungen (aus der nationalen Übernahme von EG-Richtlinien) und rein nationale, nichtharmonisierte Regelungen umfasst. Es ist durchaus möglich, dass einzelne Gesetze oder Verordnungen harmonisierte oder nicht-harmonisierte Teile aufweisen (z. B. das Gerätesicherheitsgesetz – GSG [7]).

<sup>8</sup> Normungsgremium der technischen europäischen Normung (Comité Européen de Normalisation)

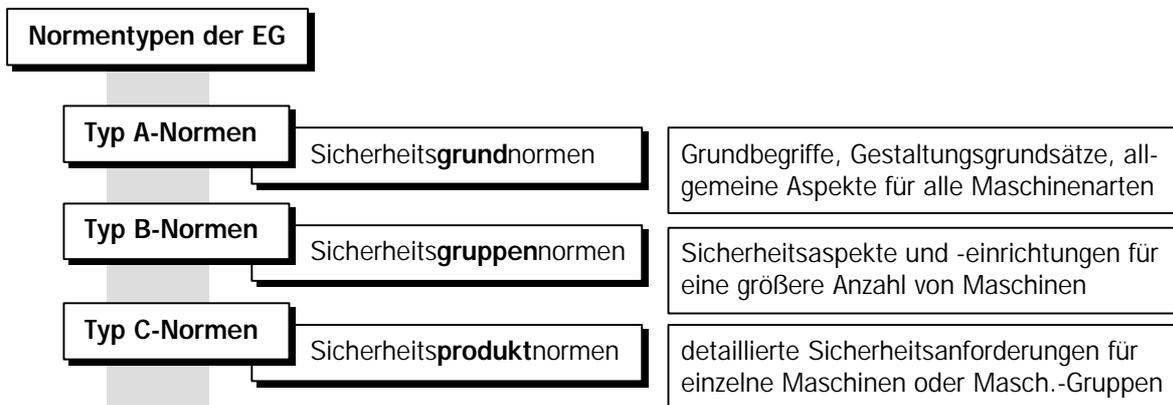
<sup>9</sup> Normungsgremium der elektrotechnischen europäischen Normung (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique)

### 3.2 Neue Maschinen

Technische Arbeitsmittel können – wie die Bezeichnung ausdrückt – Arbeitsmittel sein. Sie können aber auch Arbeitsgegenstand und Produkt sein. In beiden Fällen gelten unterschiedliche Rechtsgrundlagen.



Für technische Arbeitsmittel bestehen in der EG drei Normentypen, die hierarchisch strukturiert sind:





Zu beachten ist, dass nicht nur typische Hersteller technische Arbeitsmittel in Verkehr bringen. Auch der Anwender kann Hersteller im Sinne der Maschinenrichtlinie werden, wenn er

- aus Komponenten ein Maschine zusammensetzt oder komplettiert,
- für den eigenen Bedarf technische Arbeitsmittel herstellt.

Demnach hat er die Pflichten des Herstellers (bis hin zur CE-Kennzeichnung) zu erfüllen.

Für das Inverkehrbringen gelten grundsätzlich die Forderungen der Maschinenrichtlinie. Für den Hersteller sind sie Mindestforderungen, für die überwachenden und prüfenden Behörden Minimal- und Maximalforderungen. Weitergehende Gefahren muss der Inverkehrbringer anderweitig abwenden, um nicht nach dem Produkthaftungsgesetz [10] verantwortlich gemacht werden zu können.

Für die Bereitstellung von Arbeitsmitteln durch den Arbeitgeber sowie für deren Benutzung durch die Beschäftigten bei der Arbeit gilt in Deutschland grundsätzlich die Arbeitsmittelbenutzungsverordnung – AMBV vom 11. März 1997 [9] in Verbindung mit dem ArbSchG. Nach § 3 dieser Verordnung hat der „Arbeitgeber die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, damit nur Arbeitsmittel ausgewählt und den Beschäftigten bereitgestellt werden, die für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet sind und bei deren bestimmungsgemäßer Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten gewährleistet sind.“ Andernfalls hat er „geeignete Maßnahmen zu treffen, um eine Gefährdung möglichst gering zu halten. Bei Vorkehrungen und Maßnahmen hat er die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung des Arbeitsmittels selbst verbunden sind und die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.“ Bei besonderen Gefährdungen dürfen nur beauftragte und entsprechend unterwiesene Mitarbeiter die Arbeitsmittel benutzen bzw. instand halten oder umbauen.

### 3.3 Gebrauchsmaschinen

Gebrauchte Maschinen fallen nicht unter den Geltungsbereich der Maschinen-Richtlinie [4], es sei denn, sie wurden generalüberholt oder werden als gebrauchte Maschine in den EU-Binnenmarkt oder in Vertragsstaaten des Europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) eingeführt. Besondere Pflichten ergeben sich für den Käufer und Arbeitgeber aus der Forderung des Artikel 4 Abs. 1, dass Gebrauchsmaschinen bei Benutzerwechsel seit dem 1. 1. 1995 dem Anhang I der Maschinen-Richtlinie [4] entsprechen müssen. Mittlerweile sind alle Übergangsfristen abgelaufen. Das bedeutet, dass die Maschinen richtlinienkonform erworben werden müssen. Andernfalls sind sie entsprechend den Forderungen umzubauen oder nachzurüsten.

Für das erneute Inverkehrbringen einer Gebrauchsmaschine gelten

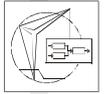
- innerhalb der EU die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie [5]
- in Deutschland die AMBV [9]
- bei Einfuhr in den europäischen Wirtschaftsraum die Maschinen-Richtlinie [4], bzw. nach Deutschland die 9. GSGV [8]<sup>10</sup>

Entspricht die Gebrauchsmaschine nicht den Ansprüchen des Nutzers und wird sie umgebaut (wesentlich verändert), so findet ein Herstellprozess statt, der die Maschine unter den Geltungsbereich des Gerätesicherheitsgesetzes bringt. Die entsprechenden Beschaffenheitsanforderungen sind im Anhang I „Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen bei Konzipierung und Bau von Maschinen und Sicherheitsbauteilen“ der EG-Maschinen-Richtlinie bzw. der 9. GSGV aufgeführt. Diese Anforderungen können durch Normen und technische Spezifikationen (z. B. VDI- und VDE-Richtlinien) ausgefüllt werden.

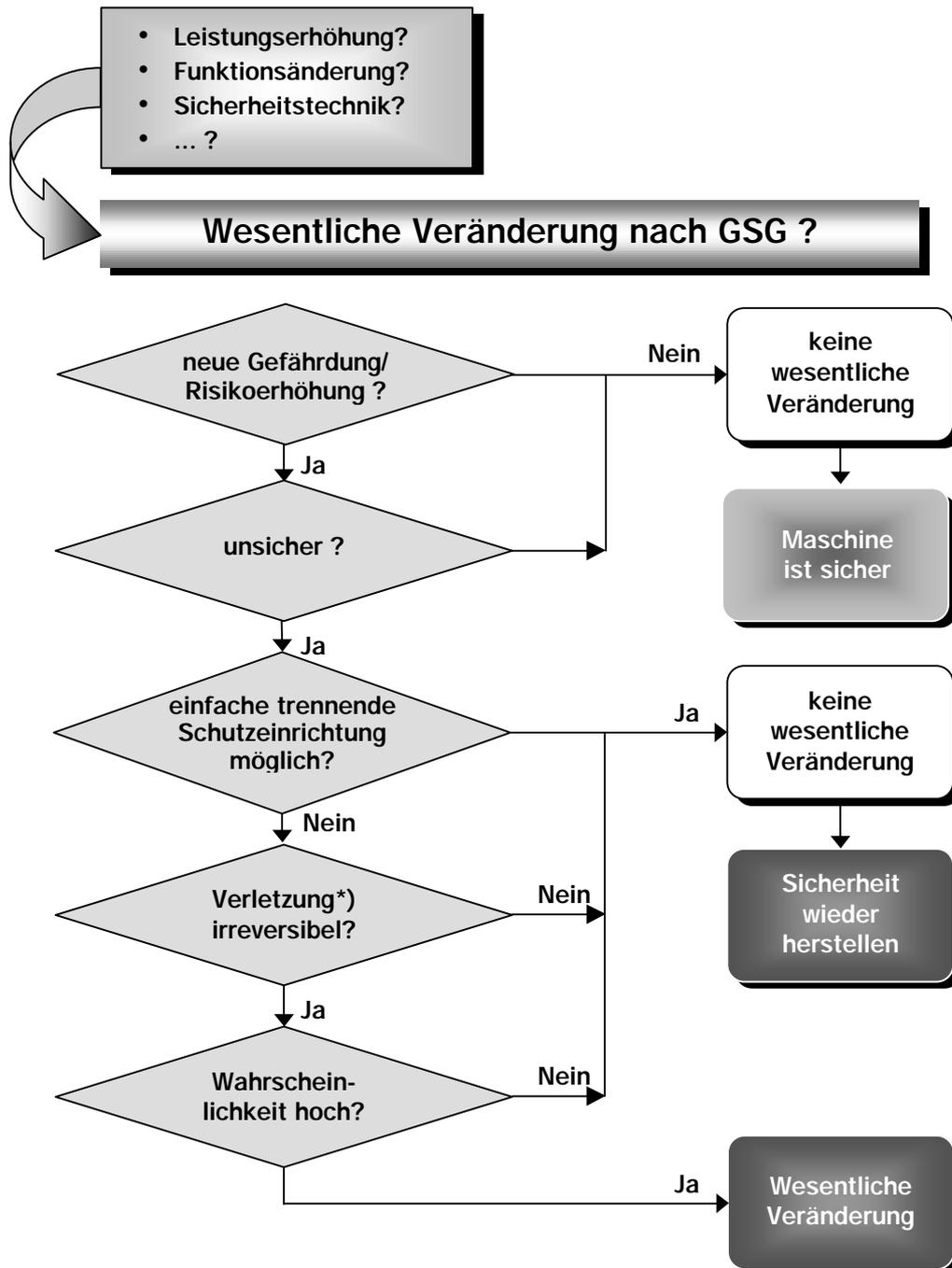
---

<sup>10</sup> Das gilt auch dann, wenn Maschinen aus Betrieben, die im Zuge der Produktionsverlagerung in Länder außerhalb der EU gebildet wurden, zurückgeholt werden.

## Was ist eine „wesentliche Veränderung“ einer Maschine im Sinne des GSG?



Jede Änderung einer gebrauchten Maschine, die den Schutz der Rechtsgüter des GSG beeinträchtigen kann, z. B. durch Leistungserhöhungen, Funktionsänderungen oder Änderungen der Sicherheitstechnik, ist zunächst – analog zur DIN EN 292-1 bzw. 1050 – systematisch zu untersuchen (vgl. Bild 2). Ziel der Untersuchung ist es zu ermitteln, ob sich durch die Veränderung neue Gefährdungen ergeben haben oder ob sich ein bereits vorhandenes Risiko erhöht hat.



\*) evtl. Höhe des Sachschadens berücksichtigen

Bild 2 Algorithmus der Prüfung des Vorliegens einer wesentlichen Veränderung im Sinne des GSG



Hier kann man zunächst von drei Fallgestaltungen ausgehen:

1. Es liegt keine neue Gefährdung bzw. keine Risikoerhöhung vor, so dass die Maschine nach wie vor als sicher angesehen werden kann.
2. Es liegt zwar eine neue Gefährdung bzw. eine Risikoerhöhung vor, die vorhandenen sicherheitstechnischen Maßnahmen sind aber hierfür ausreichend, so dass die Maschine nach wie vor als sicher angesehen werden kann.
3. Es liegt eine neue Gefährdung bzw. eine Risikoerhöhung vor und die vorhandenen sicherheitstechnischen Maßnahmen sind hierfür nicht ausreichend.

Bei veränderten Maschinen, die unter die Fallgestaltung 1 oder 2 fallen, sind zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen nicht erforderlich. Veränderte Maschinen, die unter die Fallgestaltung 3 fallen, sind dagegen hinsichtlich der Feststellung, ob eine wesentliche Veränderung im Sinne des GSG vorliegt, weiter zu untersuchen.

Dabei ist zunächst festzustellen, ob es möglich ist, die Maschine mit einfachen trennenden Schutzeinrichtungen wieder in einen sicheren Zustand – d. h. das höchstvertretbare Risiko wird nicht überschritten – zu bringen. Ist dies der Fall, kann die Veränderung im Allgemeinen als nicht wesentlich im Sinne des GSG angesehen werden. Andernfalls ist eine weitergehende Einschätzung des Risikos vorzunehmen (s. hierzu DIN EN 1050).

Im ersten Schritt der Risikoeinschätzung ist das Ausmaß des möglichen Schadens, der durch die betrachtete Gefährdung verursacht werden kann, zu untersuchen. Dabei kann es sich sowohl um einen Personenschaden als auch um einen Sachschaden handeln. Es sind wiederum zwei Fallgestaltungen möglich:

1. Der mögliche Personenschaden ist reversibel bzw. der mögliche Sachschaden ist gering.
2. Der mögliche Personenschaden ist irreversibel bzw. der mögliche Sachschaden ist hoch.

Im ersten Fall ist die Veränderung nicht als wesentlich im Sinne des GSG anzusehen. Im zweiten Fall ist in einem nächsten Schritt die Wahrscheinlichkeit des Eintritts dieses Schadens zu untersuchen, wobei wiederum zwei Fallgestaltungen möglich sind:

1. Die Wahrscheinlichkeit des Eintritts ist gering.
2. Die Wahrscheinlichkeit des Eintritts ist hoch.

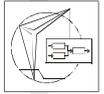
Im ersten Fall ist die Veränderung nicht als wesentlich im Sinne des GSG anzusehen. Im zweiten Fall liegt eine wesentliche Veränderung im Sinne des GSG vor.

### **Schlussfolgerung:**

Veränderungen an Maschinen/Anlagen können drei mögliche Folgen haben:

- Die Maschine ist auch nach der Veränderung sicher.
  - Es sind keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich.
- Die Maschine ist nach der Veränderung nicht mehr sicher. Die Veränderung ist jedoch nicht wesentlich im Sinne des GSG.
  - Es müssen Maßnahmen durchgeführt werden, um die Maschine wieder in einen sicheren Zustand zu bringen. Das sind z. B. Maßnahmen nach der Arbeitsmittelbenutzungsverordnung – wenn der Betreiber eine Maschine verändert – (s. hierzu § 4 Abs. 4 AMBV) oder Maßnahmen nach dem GSG – wenn eine aufgearbeitete, nicht wesentlich veränderte Maschine erneut Inverkehr gebracht wird – (s. hierzu § 3 Absatz 1 GSG).

- Die Maschine ist nach der Veränderung nicht mehr sicher und die Veränderung ist als wesentlich im Sinne des GSG anzusehen.
  - Die veränderte Maschine fällt unter die Bestimmungen des GSG wie eine neue Maschine und muss somit alle sicherheitstechnischen und formalen Anforderungen der 9. GSGV erfüllen, bevor sie verwendet werden darf.



## 4 Schlussbemerkungen

Kontrollen technischer Arbeitsmittel im Baubereich zeigen, dass neue Produkte bei bestimmungsgemäßer Verwendung weitestgehend sicher sind. Allerdings treten auch mit diesen Arbeitsmitteln immer wieder Unfälle auf, weil grundlegende Sicherheitsanforderungen beim Umgang missachtet werden. Das geschieht z. B. oft auf Grund fehlender Kenntnisse der Beschäftigten (z. B. beim Einsatz ungeeigneter Anschlagmittel).

Bei gebrauchten Maschinen wird deutlich, dass nicht allein die Sicherheit bei Inbetriebnahme ausschlaggebend ist, sondern vor allem die Erhaltung des Sicherheitsniveaus über viele Nutzungsjahre. Es ist ein ständiger Prozess, der Revisionen, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten begleiten muss. Voraussetzung dafür ist geeignetes und geschultes Personal, also Sachkunde. Gemäß Arbeitsschutzgesetz muss der Arbeitgeber die Gefährdungsbeurteilung vornehmen und seine Mitarbeiter entsprechend unterweisen.

Im Bereich der privaten Nutzung technischer Mittel tragen die staatlichen Behörden eine erhöhte Verantwortung für den Schutz der Bürger. Sie dürfen u. a. Waren, die den geltenden technischen Regeln widersprechen, aus dem Verkehr ziehen und die Öffentlichkeit in geeigneter Weise warnen.

Falls Fragen oder Probleme mit der Sicherheit technischer Arbeitsmittel auftreten, so stehen die Arbeitsschutzbehörden der Länder als zuständige Behörden für das GSG, das Produktsicherheitsgesetz, das Arbeitsschutzgesetz und die darauf beruhenden Verordnungen zur Verfügung. Das trifft im Rahmen des Beratungsauftrages natürlich auch für den Technischen Aufsichtsdienst der Unfallversicherungsträger zu.

## 5 Quellen und Literaturhinweise

- 1 Vertrag über die Europäische Union vom Dezember 1991 (Maastricht-Vertrag) ABl. d. EG Nr. C 340 vom 10. 11. 1997, S. 145–172
- 2 Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EG) vom 7. 2. 1992 i. d. F. vom 2. 10. 1997 ABl. d. EG Nr. C 340 vom 10. 11. 1997, S. 173–308
- 3 Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit – Amtsblatt Nr. L 183 vom 29. 06. 1989 S. 0001–0008 (Arbeitsschutzrichtlinie)
- 4 Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen. – Amtsblatt Nr. L 207 vom 23. 07. 1998, S. 0001–0046 (Maschinen-Richtlinie)
- 5 Richtlinie 89/655/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) – Amtsblatt Nr. L 393 vom 30. 12. 1989, S. 0013–0017 (Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie)



- 6 Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I, S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 6 c des Gesetzes vom 19. Dezember 1998 (BGBl. I, S. 3843)
- 7 Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz – GSG) vom 24. Juni 1968 (BGBl. I, S. 717), zuletzt geändert durch Artikel 3 Nr. 1 des Gesetzes vom 24. April 1998 (BGBl. I, S. 730)
- 8 Neunte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. GSGV vom 12. Mai 1993. – BGBl. I, S. 704), zuletzt geändert BGBl. I 1995, S. 450
- 9 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung von Arbeitsmitteln bei der Arbeit (Arbeitsmittelbenutzungsverordnung – AMBV) vom 11. März 1997. – BGBl. I, S. 450
- 10 Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz – ProdHaftG.) – BGBl. I Nr. 59/1989; S. 2198, zuletzt geändert BGBl. I Nr. 749/1994; S. 3082/3117
- 11 Gesetz zur Regelung der Sicherheitsanforderungen an Produkte und zum Schutz der CE-Kennzeichnung (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG) vom 22. April 1997. – BGBl. I S. 934)
- 12 G. Lehder, R. Skiba: Taschenbuch Betriebliche Sicherheitstechnik. – Bielefeld: E. Schmidt Verlag, 2000
- 13 DIN EN 292: Sicherheit von Maschinen; Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze; Deutsche Fassung EN 292:1991
- 14 DIN EN 294: Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen; Deutsche Fassung EN 294:1992
- 15 DIN EN 1050: Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung; Deutsche Fassung EN 1050:1996
- 16 A. Johannknecht, H. Warlich: Maschinen in Europa – Die Maschinen-Richtlinie und ihre Anwendung. – Wiesbaden: Universum-Verlagsanstalt, 1998 (Praxis-Reihe Arbeit, Gesundheit, Umwelt)

### **Internet-Quellen: (Stand 19. 02. 01)**

- Server der Europäischen Union: <http://www.europa.eu.int/index-de.htm>
- Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz: <http://de.osha.eu.int/>
- Europäisches Dokumentationszentrum (EDZ) der Universität Mannheim:  
<http://www.uni-mannheim.de/users/ddz/edz/edz.html>
- Deutscher Bundestag von A bis Z (Glossar): <http://www.bundestag.de/info/glossar/>
- Prävention online: <http://www.praevention-online.de/>
  
- Beachten Sie bitte auch die Linksammlung unter: <http://www.uni-weimar.de/Bauing/baubet/>



## Staubbelastung an Arbeitsplätzen in Bauschutt- aufbereitungsanlagen

### 1 Einleitung

Einen nicht unbedeutenden Anteil am Recycling nimmt die Wiederaufbereitung von mineralischem Material ein, das bei Abbrucharbeiten von Gebäuden sowie beim Aufbruch von befestigten Untergründen anfällt. Obwohl dieses Material, wenn es nicht mit anderen Gefahrstoffen kontaminiert ist, umweltneutral deponiert werden kann, lohnt sich zur Schonung von Deponieraum und von Rohstoffen eine Behandlung zur Wiederverwertung. Das Abbruchmaterial wird in entsprechenden Anlagen zerkleinert und häufig durch Absiebung in verschiedenen Korngrößenklassen zu Wiedernutzung bereitgestellt. Verwendung findet das aufbereitete Material z. B. als Verfüllstoff (Abdeckschicht) bei der unterirdischen Verlegung von Leitungen und Kabeln, sowie im Straßen- und Wegebau, wenn die hierbei geforderten Qualitätskriterien durch das wiederaufbereitete Material erfüllt werden.

### 2 Technologischer Ablauf in einer Bauschuttanfertigungsanlage

Die Aufbereitung von Bauschutt geschieht entweder in stationären Anlagen oder direkt auf dem Abrissgelände durch das Aufstellen einer mobilen Brecheranlage. Letzteres ist z. B. dann der Fall, wenn das aufbereitete Material kurzfristig in der Nähe der Aufbereitung für den Wiedereinbau vorgesehen ist. Während bei der mobilen Aufbereitung oftmals nur eine oder zwei Mischfraktionen hergestellt werden, bestehen in stationären Anlagen mehr Möglichkeiten zur Fraktionierung oder zur Störstoffbeseitigung, wodurch die Qualität der Erzeugnisse steigt.

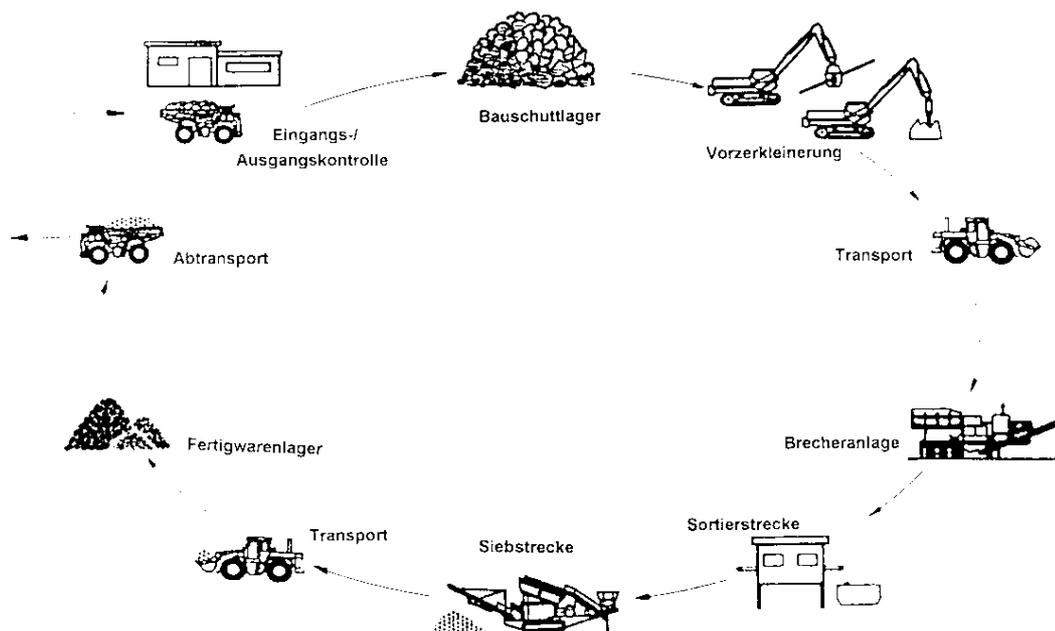


Bild 1 Möglichkeit des technologischen Ablaufs in einer Aufbereitungsanlage



Die Aufbereitung des Bauschuttes beginnt mit dessen Anlieferung bzw. Begutachtung. Besonders gefährliche Beimengungen, z. B. Asbestzement, dürfen nicht enthalten sein, anderenfalls wird die Anlieferung zurückgewiesen. Die angelieferte Ware wird auf dem Aufbereitungsgelände zwischengelagert.

Mit hydraulischen Meißeln oder Zangen (auf mobilen Geräten montiert) kann eine Vorzerkleinerung von Übergrößen erfolgen oder starke Bewehrung entfernt werden. Anschließend wird über einen Annahmeförderer der Brecher beschickt. Der zerkleinerte Bauschutt wird unter dem Brecher von einem Transportband aufgenommen. Je nach Art der Anlage erfolgt entweder unmittelbar ein Austrag oder eine Absiebung mit anschließendem Austrag.

Betreiber von Anlagen, die Fraktionen mit minimalen Fremdstoffanteilen anbieten, schalten in die Transportstrecke maschinelle und/oder manuelle Sortierbereiche ein. Durch Magnetabscheider werden Eisenmetalle aussortiert. Nichteisenmetalle können auf ähnliche Weise durch Induktionsabscheider entfernt werden. Durch manuelle Sortierung werden vor allen Dingen Holz, Kunststoffe und andere nichtmetallische Fremdstoffe ausgelesen. Bild 1 zeigt eine Möglichkeit des technologischen Ablaufs in einer Aufbereitungsanlage.

### 3 Gefährdungen und Belastungen bei der Bauschutttaufbereitung

Aus der Sicht des Arbeitsschutzes ist die Wiederaufarbeitung von Bauschutt nicht unproblematisch. Folgende Gefährdungen können auftreten:

**Unfallgefahren** (im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht):

- durch die Benutzung schwerer Fördertechnik und regen Fahrbetrieb,
- durch das mögliche unbeabsichtigte Herabfallen schwerer unförmiger Ausgangsmaterialien beim Transport mittels Radlader,
- durch Arbeiten an der Annahmeöffnung des Brechers, insbesondere bei der Beseitigung von Störungen im Materialfluss,
- durch Verletzungsmöglichkeiten bei der Beseitigung von Bewehrungsmaterial,
- durch eine Vielzahl von Einzugsstellen, gefährlichen Engen sowie rotierende und schwingende Teile an der gesamten Anlage,
- durch eine erhebliche Stolpergefahr wegen herabgefallener oder liegen gebliebener Bruchstücke oder unförmig verbogene Bewehrungsteile auf dem gesamten Gelände.

**Belastung durch physikalische Schadfaktoren** (im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht):

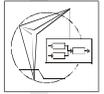
- Der Brechvorgang sowie die Trennung des gebrochenen Materials durch Siebe sind mit einer Lärmemission verbunden, die im unmittelbaren Anlagenbereich die zulässigen Grenzwerte überschreiten kann.
- Bei einem Aufenthalt auf der Brecherbühne oder der Siebstrecke können sich Schwingungen der Brecheranlage auf den Arbeitnehmer übertragen.
- Der Wirkungsbereich von Metallabscheidern sollte vor allen Dingen von Trägern implantierter Medizinprodukte (z. B. Herzschrittmacher, Insulinpumpen) gemieden werden.

#### **Auftreten von Gefahrstoffen**

Beim Brechen des mineralischen Bauschutts kann je nach Feuchtegrad des Aufgabematerials bzw. nach der Wirksamkeit vorhandener Einrichtungen zur Staubminimierung eine mehr oder weniger starke Staubentwicklung auftreten. Auch bei befeuchtetem Ausgangsmaterial ist eine Staubbildung durch die beim Brechen neu entstehenden trockenen Oberflächen gegeben. Die Übergabestellen sowie die Siebanlagen sind weitere Ursachen für eine Verstaubung der Arbeitsbereiche. Ebenso kann der Fahrbetrieb zu einer Sekundärverstaubung beitragen.

Für die Staubbelastung gelten folgende zwei Grenzwerte, sofern das aufzubereitende Material nicht noch mit anderen Gefahrstoffen kontaminiert ist:

- für alveolengängigen Staub 6 mg/m<sup>3</sup>
- für die Quarzkonzentration im alveolengängigen Staub 0,15 mg/m<sup>3</sup>



Nach gegenwärtigem arbeitsmedizinischem Kenntnisstand kann ein ständiges Arbeiten in verstaubten Bereichen, in denen die Grenzwerte für alveolengängigen Staub und/oder für Quarz überschritten sind, die Entstehung einer chronischen Bronchitis bzw. einer Silikose die Folge sein.

#### 4 Ziel und Umfang der Schwerpunktaktion

Das Ziel der durchgeführten Schwerpunktaktion bestand in der messtechnischen Aufklärung der Staubbelastung der Beschäftigten bei der Bauschuttzubereitung.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die messtechnische Erfassung der Staubkonzentrationen in den Arbeitsbereichen der Arbeitnehmer in acht Bauschuttzubereitungsanlagen mit unterschiedlicher Ausstattung zur Staubbekämpfung. In sieben Anlagen wurden die durchschnittlichen Staubkonzentrationen in den Arbeitsbereichen innerhalb einer Arbeitsschicht bestimmt.

In einer weiteren Anlage wurde ein Wochenprofil (Ermittlung der Schichtmittelwerte an fünf aufeinander folgenden Tagen) erstellt. Mit dem Wochenprofil sollten die intraindividuellen Schwankungen an einer Anlage bei gleichen Randbedingungen ermittelt werden.

An einigen Anlagen wurde zusätzlich zu den Messungen im Arbeitsbereich der Arbeitnehmer die Konzentration des einatembaren Staubes erfasst, obwohl der Gesetzgeber bisher dafür keinen Grenzwert definiert hat. Damit erhält man ein umfassenderes Bild über die Arbeitsbedingungen.

#### 5 Durchführung der Messungen und der Analysen

Die zu untersuchenden Betriebe wurden von den jeweils örtlich zuständigen Ämtern für Arbeitsschutz ausgewählt. Anhand einer vom Landesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin erarbeiteten Checkliste wurden die Arbeitsbedingungen erfasst, die einen mittelbaren oder unmittelbaren Einfluss auf die Staubsituation an den Arbeitsplätzen der Arbeitnehmer haben. Der Vergleich mit den jeweils dazugehörigen Messergebnissen ließ Rückschlüsse auf den Einfluss der Randbedingungen und damit auf die Prioritäten bei den Maßnahmen zur Staubminimierung zu.

Messtechnisch untersucht wurden die Arbeitsbereiche des Transportpersonals, des Anlagenfahrers Brecher und des Sortierpersonals. Die Probenahme erfolgte personengebunden an mobilen Arbeitsplätzen (Radladerfahrer) und bei wechselnden Arbeitsstellen (Anlagenfahrer Brecher). An ständigen Arbeitsplätzen (Sortierplätze) war außerdem die stationäre Probenahme im unmittelbaren Arbeitsbereich der Arbeitnehmer möglich.

#### 6 Randbedingungen und Messergebnisse

An den untersuchten Bauschuttzubereitungsanlagen arbeiteten einschließlich der Ver- und Entsorgung insgesamt zwei bis maximal vier Arbeitnehmer, wobei ein Arbeitnehmer das Transportmittel bediente und der oder die anderen Arbeitnehmer den Materialfluss am Brecher steuerten bzw. Sortierarbeiten ausführten.

Die Aufbereitungsarbeiten finden im Freien statt. Wird das gebrochene Material manuell nachsortiert, steht das Sortierpersonal an einer waagrecht verlaufenden Transportbandstrecke, die überdacht oder als Kabine ausgeführt ist. Wegen der notwendigen Abwurföffnungen für die verschiedenen Störstoffe, insbesondere für sperrige Bewehrung, ist auch die Sortierkabine nur ein teilweise geschlossener Raum.



Ähnlich verhält es sich mit der Kabine des Radladers, den der Fahrer häufig mit geöffnetem Fenster bedient.

Messtechnisch entsteht an Arbeitsplätzen im Freien oder in halb offenen Räumen immer das Problem, dass die Schadstoffbelastung der Arbeitnehmer sehr abhängig von der vorherrschenden Windrichtung ist. Genügend Aussagesicherheit über die tatsächliche Belastungshöhe ist in diesen Fällen nur durch Wiederholungen der Messungen zu gewinnen. Hierzu diene die Erstellung des bereits genannten Wochenprofils.

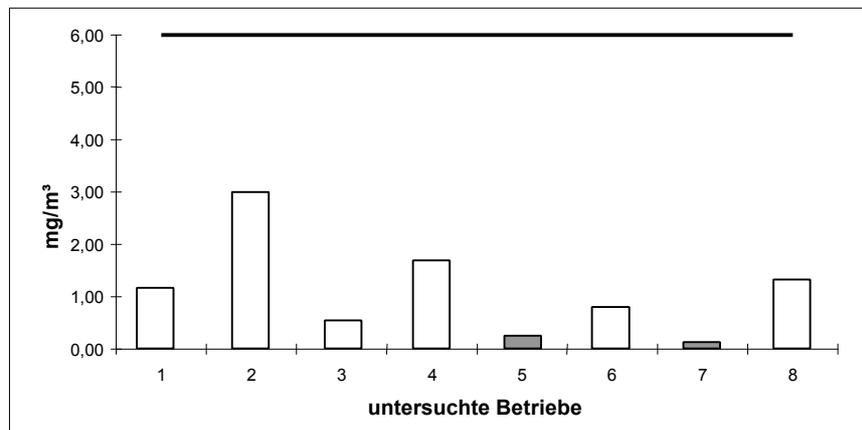
Ob die Aufbereitungsanlage stationär oder mobil betrieben wird, ist für die Höhe der Staubbelastung unerheblich. Beide Anlagentypen können mit Einrichtungen zur Staubminimierung versehen werden. Für stationäre Anlagen bestehen jedoch im Allgemeinen günstigere Möglichkeiten einer Versorgung z. B. mit Wasser zur Befeuchtung des Materials.

## 7 Messergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Messergebnisse werden nachfolgend grafisch dargestellt und interpretiert:

### 7.1 Fahrer Flurfördergerät

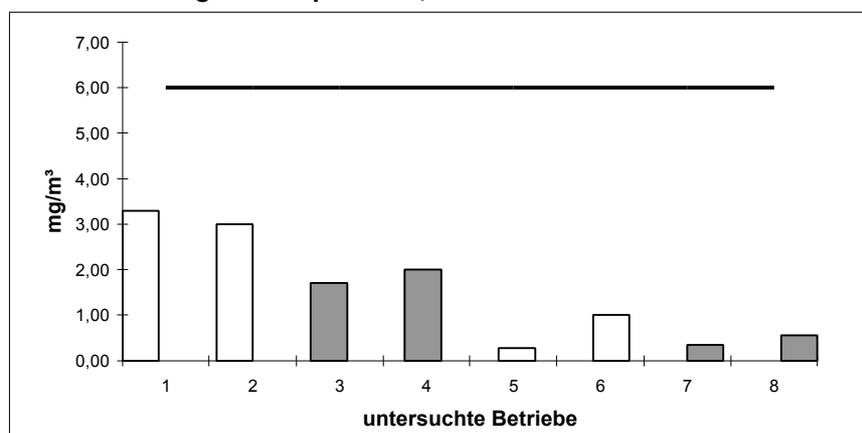
Bild 2  
Schichtmittelwerte des alveolengängigen Staubes in den Fahrerkabinen (Grenzwert:  $6 \text{ mg/m}^3$ )



In keinem der untersuchten Arbeitsbereiche der Radladerfahrer wurde der Grenzwert für allgemeinen alveolengängigen Staub zum Zeitpunkt der Messung überschritten. In den Fahrzeugen ohne filternde Zuluftreinrichtungen (dunkel markierte Säulen) scheint die Belastung sogar geringer zu sein. Die Ergebnisse sind so zu erklären, dass die überwiegend geöffneten Fenster der Fahrerkabinen den Effekt der Luftfilteranlagen völlig überdecken und die Staubsituation der Fahrer der des Anlagenpersonals, d. h. den an der gesamten Anlage allgemein vorherrschenden Bedingungen, entspricht (vgl. dazu mit Bild 3).

### 7.2 Anlagenpersonal (Brecherbedienung, Sortierpersonal)

Bild 3  
Schichtmittelwerte des alveolengängigen Staubes im Arbeitsbereich des Anlagenpersonals (Grenzwert:  $6 \text{ mg/m}^3$ )



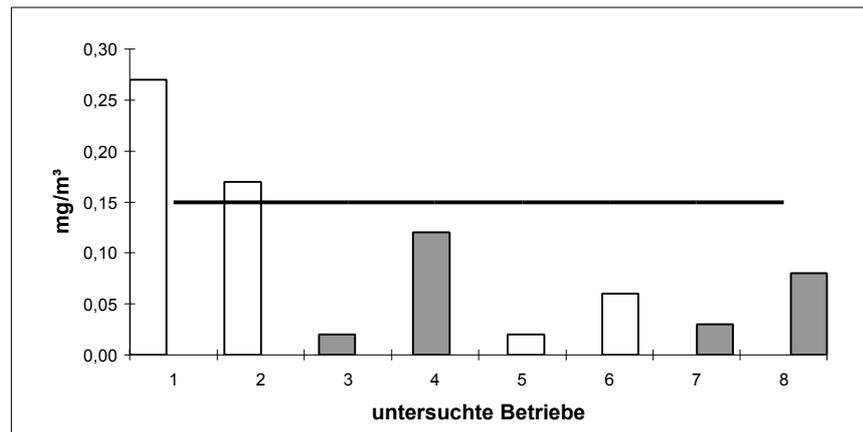
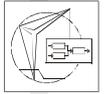


Bild 4 Schichtmittelwerte des Quarzstaubes (alveolengängiger Anteil) im Arbeitsbereich des Anlagenpersonals (Grenzwert: 0,15 mg/m<sup>3</sup>)

Zum Zeitpunkt der Messung wurde in keinem der untersuchten Arbeitsbereiche der allgemeine Grenzwert für alveolengängigen Staub überschritten (Bild 3). Insgesamt lag das Niveau der Staubbelastung in den Betrieben, die mit Befeuchtungseinrichtungen arbeiteten (dunkel markierte Säulen), niedriger als in den Anlagen ohne Maßnahmen zur Staubreduzierung. Der Grenzwert für Quarzstaub wurde an zwei Anlagen überschritten. Beide betroffenen Anlagen wurden ohne Maßnahmen zur Staubminimierung betrieben (Bild 4).

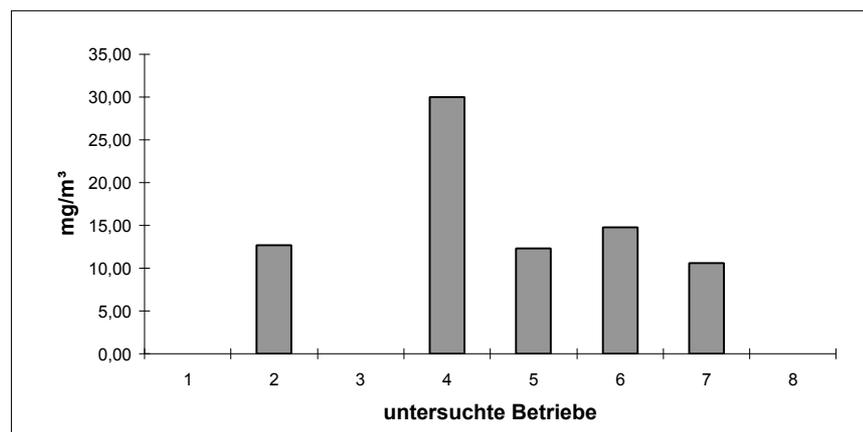


Bild 5 Schichtmittelwerte des einatembaren Staubes im Arbeitsbereich des Anlagenpersonals (kein Grenzwert definiert)

In fünf Unternehmen wurde auch die Konzentration des einatembaren Staubes im Arbeitsbereich bestimmt. Es ist zu erkennen, dass die Belastung der Arbeitnehmer bei der Aufbereitung von Bauschutt im Wesentlichen auf der Entstehung von nicht alveolengängigem Staub beruht, für den bisher kein Grenzwert definiert ist. Die Höhe der gemessenen Konzentrationen muss angesichts der diskutierten Einführung eines Grenzwertes von 4 mg/m<sup>3</sup> jedoch bedenklich stimmen. Zwischen den Konzentrationen des alveolengängigen Staubes und denen des einatembaren Staubes liegt ein Faktor von mehr als 10.

### 7.3 Wochenprofil einer Anlage mit Maßnahmen zur Staubreduzierung

Die tägliche Bestimmung der Schichtmittelwerte innerhalb einer Arbeitswoche wurde an einer stationären Bauschutttaufbereitungsanlage durchgeführt, an der eine Bewässerungseinrichtung an den Brechern installiert war sowie bei Bedarf (Trockenheit) die Transportwege befeuchtet wurden. Das war an den ersten 4 Messtagen der Fall. Am letzten Messtag war es regnerisch.

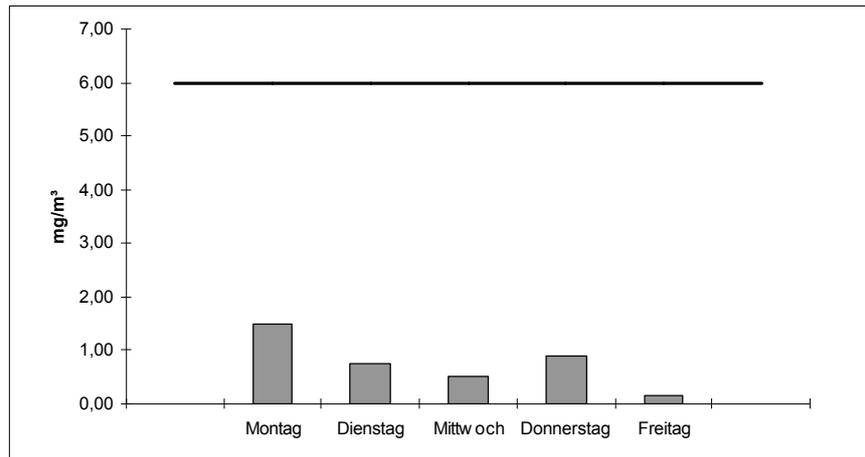


Bild 6 Wochenprofil der Schichtmittelwerte des alveolengängigen Staubes im Arbeitsbereich des Anlagenpersonals an einer Aufbereitungsanlage mit Bewässerungseinrichtungen (Grenzwert: 6 mg/m<sup>3</sup>)

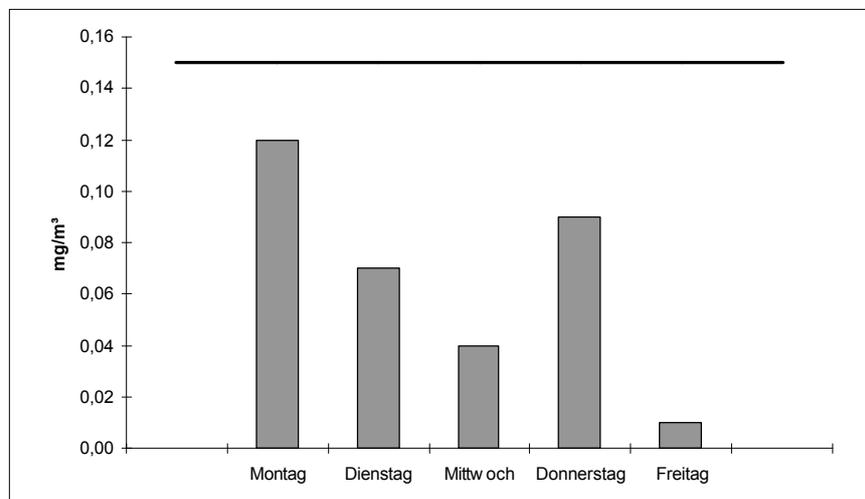


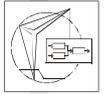
Bild 7 Wochenprofil der Schichtmittelwerte des Quarzstaubes (alveolengängige Anteil) im Arbeitsbereich des Anlagenpersonals an einer Aufbereitungsanlage mit Bewässerungseinrichtungen (Grenzwert: 0,15 mg/m<sup>3</sup>)

Die Grenzwerte für allgemeinen alveolengängigen Staub (Bild 6) und für Quarzfeinstaub (Bild 7) wurden bei diesen Untersuchungen nicht überschritten. Auch wenn die Befeuchtungsmaßnahmen nicht den Effekt eines länger dauernden Regens erreichen, so war doch an den trockenen Tagen dank der vorgenommenen Befeuchtung (Montag bis Donnerstag) keine Grenzwertüberschreitung festzustellen.

## 8 Zusammenfassung

Bei der Bauschutttaufbereitung beeinflussen die Randbedingungen in hohem Maße die Staubkonzentrationen im Arbeitsbereich der Arbeitnehmer. Technische Lösungen zur Staubminimierung sind überwiegend vorhanden. Das zur Aufbereitung vorgesehene Material kann z. B. vor und während der Bearbeitung befeuchtet werden, so dass während des Zerkleinerungsvorganges, des Transports und der Absiebung eine geringere Staubentwicklung eintritt. Eine weitere Möglichkeit, die bei den untersuchten Anlagen jedoch nicht vorzufinden war, besteht in der Absaugung des Staubes an den Entstehungstellen mit anschließender Abscheidung.

Die Fahrerkabinnen der Flurfördergeräte sind heute in aller Regel mit einer die Zuluft filternden Belüftungseinrichtung versehen, deren Wirksamkeit allerdings nur durch entsprechende Beachtung ihrer Funktionsweise sowie regelmäßige Pflege und Wartung gewährleistet werden kann.



Betreiber von Anlagen ohne Einrichtungen zur Staubreduzierung argumentieren häufig, das befeuchtete Gut führe zu Verklebungen und im Winter zu Anfrierungen insbesondere an den Siebstrecken. Abdeckungen, Absaughauben oder Wasserleitungen würden Störungen und Verstopfungen an der Anlage begünstigen und die Zugänglichkeit bei der Störungsbeseitigung erschweren.

Das eigentliche Problem besteht jedoch darin, dass durch Maßnahmen zur Staubminderung ein erhöhter Arbeitsaufwand sowie ein höherer Material- und Energieverbrauch resultieren, die nicht unmittelbar durch ein günstigeres Produktionsergebnis kompensiert werden. Diese Argumente sind durch die Arbeitsschutzbehörden nicht hinzunehmen. Im Vordergrund muss die Gesundheit der Arbeitnehmer stehen.

Wie die Untersuchung gezeigt hat, können durch gezielte Maßnahmen die Staubkonzentrationen unter die vom Gesetzgeber vorgegebenen Grenzwerte gesenkt werden. Bauschutt aufbereitungsanlagen ohne jegliche Einrichtungen zur Staubminimierung sind aus der Sicht des Arbeitsschutzes nicht tolerierbar.

Die Forderung nach Maßnahmen zur Staubbekämpfung sollte auch mit Blick auf die diskutierte Verschärfung des Grenzwertes für alveolengängigen Staub bzw. auf die Festsetzung eines Grenzwertes für einatembaren Staub bereits jetzt durch die Arbeitsschutzbehörden gegenüber den bauschutt aufbereitenden Betrieben erhoben werden. Die Ideen und das Engagement der Entwickler und Betreiber von Bauschutt aufbereitungsanlagen sind gefragt, wenn es darum geht, jetzt und auch künftig die Forderungen der Vorschriften zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefahrstoffen am Arbeitsplatz zu erfüllen.

## 9 Fotodokumentation



Bild 8 Vorzerkleinerung von Bauschutt



Bild 9 Materialaufgabe auf Annahmeförderer zum Brecher



Bild 10 Annahmeförderer und Brecher



Bild 11 Befeuchtung (Sprühdüse) über dem Austragband nach dem Brechen



13

12

Bild 12 Vorabsiebung und Sortierkabine

Bild 13 manuelle Störstoffauslöse in der Sortierkabine

Bild 14 stationäre Staubprobenahme mit Probenahmegerät PM 4 in der Sortierkabine

14



Bild 15 Materialaustrag nach Sortierung und Klassierung



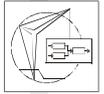
Bild 16 Abtransport von aufbereitetem Bauschutt

**Dipl.-Chem. Henning Müller**

Landesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Thüringen

**Dr.-Ing. Dietrich Weiß**

Amt für Arbeitsschutz Suhl



## Ergebnisse aus Langzeitstudien zu Gefahrstoffbelastungen im Tunnelbau

---

Der Süden Thüringens ist durch den Bau der Autobahnen A 71/A 73 von Erfurt nach Schweinfurt und Abzweig von Suhl nach Lichtenfels mit ingenieurtechnisch anspruchsvollen Brücken- und Tunnelbaustellen geradezu privilegiert. Bei der Querung des Thüringer Waldes wechseln sich wie im Hochgebirge Brücken und Tunnel ab. Der „Behringer Tunnel“ kann als Teil der Bündelungstrasse Autobahn/ICE bereits befahren werden. Zusammen entstehen neben einer ganzen Reihe von Brücken zweiröhrig etwa 25 km Autobahntunnel.



Bild 1 Südportal des Rennsteigtunnels

Obwohl durch den Einsatz moderner Technik bezüglich der physischen Belastung wesentlich reduziert, gehören untertägige Arbeiten im Allgemeinen und solche im Tunnelbau im Besonderen noch immer zu den schweren, besonders beanspruchenden und gefährlichen Arbeiten. Die Unfallgefahren im Tunnelbau sind trotz weitgehender Mechanisierung und Automatisierung vielfältig und die Unfallhäufigkeit bleibt hoch. Umso erfreulicher ist es, dass nach Beendigung der Tunnelvortriebe kein einziger tödlicher Arbeitsunfall zu beklagen ist.

Bringen auf der einen Seite moderne Vortriebs- und Sicherungsverfahren körperliche Erleichterungen, so kommen andererseits neue Beanspruchungen und Belastungen hinzu. Im Vergleich zum Vortrieb des Brandleitetunnels zwischen Gehlberg und Oberhof Ende des 19. Jahrhunderts sind beispielsweise die Staubbelastung beim Spritzbetonieren oder die Exposition gegenüber Dieselmotorabgasen neu.



Werden beim Einsatz neuartiger Sprengstoffe weniger Stickoxide frei, so steigt offenbar der Anteil von Kohlenmonoxid. Darüber hinaus ist der Mineur Lärm, Kälte, Zugluft, Nässe und gegebenenfalls noch radioaktiver Strahlung – Radon – ausgesetzt.

Auf Fragen des sozialen Arbeitsschutzes, wie Arbeitszeit (üblich sind so genannte „Drittelschichten“ bei einer Schichtdauer von 12 Stunden; nach 10 Tagen sind jeweils 5 Tage frei) oder Baustellenunterkünfte, sei nur am Rande verwiesen.

Alle Autobahntunnel werden zweiröhrig nach der so genannten NÖT – „Neue Österreichische Tunnelbaumethode“ – im Sprengvortrieb aufgeföhren. Diese läuft periodisch wie folgt ab:

1. Lösen des Gebirges;
  - 1.1 Bohren der Sprenglöcher;
  - 1.2 Besetzen der Sprenglöcher; Vorbereitung der Sprengung;
  - 1.3 Sprengung; Begutachtung von First, Ortsbrust und Ausbruch;
  - 1.4 gegebenenfalls Berauben von First und Ortsbrust;



Bild 2 Stichflamme wenige Sekundenbruchteile nach der Zündung

2. Herausfahren des Ausbruches (Schuttern);



Bild 3 Nach einer unterschiedlich langen Wartezeit fahren bis zu 4 Muldenkipper oder Dumper das Haufwerk aus dem Tunnel

3. Sichern des Gebirges;
  - 3.1 1. Lage spritzen;
  - 3.2 Bögen stellen; Mattenbewehrung;
  - 3.3 System-Ankerung;
  - 3.4 2. Lage spritzen;

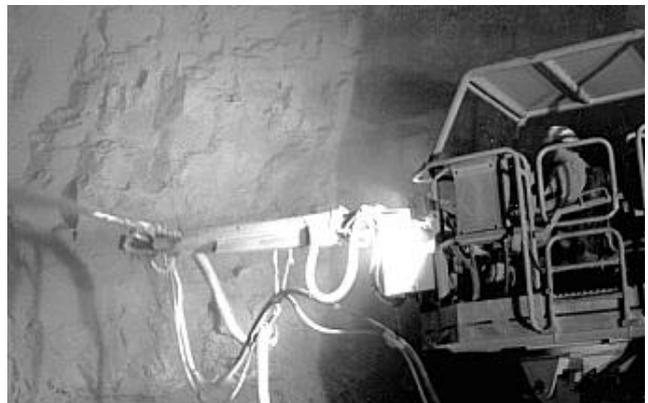
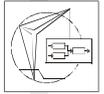


Bild 4 Einsatz des Manipulators

4. Nacharbeiten/Weiterführung von Versorgungsleitungen, Entwässerungsgräben usw.



Die Exposition gegenüber arbeitshygienischen Schadfaktoren ist wie stets abhängig von der Technologie. Von besonderer Bedeutung sind Staub, Dieselmotoremissionen, Kohlenmonoxid, physische Belastung und Lärm.

Nimmt man – aufbauend auf eigenen Beobachtungen, orientierenden Messungen, eingedenk vorhandener Erfahrungen – eine qualitative Bewertung vor, so repräsentieren die technologischen Schritte „Betonspritzen“ und „Schuttern“ die arbeitshygienisch kritischen Sachverhalte. Beim „Spritzen“ ist es in erster Linie die Staubbelastung, beim „Schuttern“ sind es wegen der eingesetzten enormen Dieselmotorleistung die Dieselmotoremission und die Konzentration an Kohlenmonoxid.

Letzteres war überraschend. Es war anfangs nicht bekannt, dass beim Zünden von 1 kg Sprengstoff 22,7 l CO frei werden. Geht man bei größeren Abschlagslängen von bis zu 400 kg je Schuss aus, werden schlagartig fast 10.000 l CO frei, die schnell auf 30 oder 60 ppm verdünnt sein wollen.

Die messtechnische Begleitung dieser Tunnelbaumaßnahmen hatte im Wesentlichen vier Ursachen:

1. Wie bei allen anderen Arbeitsplätzen ist auch auf Tunnelbaustellen eine Gefährdungsbeurteilung notwendig. Der hohe Anspruch daran wird dadurch verstärkt, da untertägige Arbeiten nach der Baustellenverordnung zu den gefährlichen zählen.  
Damit reicht eine qualitative Beschreibung nicht aus. Es machen sich stabile Aussagen zur arbeitshygienischen Situation notwendig, auch im Hinblick auf die Begründung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes, bis hin zur Anordnung.
2. Messungen sind insbesondere dann notwendig, wenn ein begründeter Verdacht auf Überschreitung von Grenzwerten besteht. Verstärkt wird dies beim Vorhandensein von Krebs erzeugenden Gefahrstoffen.  
Weiterhin soll mit der Auswertung eingeschätzt werden, ob und unter welchen Bedingungen eine vorgesehene Reduzierung des TRK-Wertes der DME auf 0,2 mg/m<sup>3</sup> umgesetzt werden kann.
3. Mit den Messergebnissen soll der Nachweis der Expositionsminderung durch technische oder technologische Veränderungen erbracht werden.  
Forderungen des Arbeitsschutzes, die möglicherweise noch kostenintensiv sind, können nur beim messtechnischen Nachweis einer Überschreitung energisch vorgetragen werden.
4. Da weitere zwei Tunnel für die A 71 noch gebaut und für den ICE weitere 28 km einröhrig geplant wurden, sind gemachte Erfahrungen und Erkenntnisse umzusetzen.

Folgende Messphilosophie lag zu Grunde:

Im Tunnel herrscht, mit Ausnahme der Sprengung, ein reges Leben und Treiben. Ständig fahren große und kleine dieselbetriebene Fahrzeuge mit und ohne Partikelfilter rein und raus. Die Beschäftigten verrichten im Laufe der Schicht unterschiedliche Tätigkeiten.

Es ist ausgesprochen schwer, ein Tätigkeitsprofil qualitativ und quantitativ für den Mineur zu erstellen. Deshalb wurden drei Messbereiche im Tunnel festgelegt und der Messort zugeordnet (Portal, Ortsbrust, Fahrzeuge dazwischen).

Entsprechend den technologischen Schritten wurde sich beim Schuttern auf DME und im Zusammenhang mit der Sprengung auf Kohlenmonoxid, beim Betonspritzen auf Feinstaub konzentriert. Die Messungen erfolgten in den Großgeräten personenbezogen, an Ortsbrust und Portal stationär.

Abb. 5 Personenbezogene A-Staub-Probenahme in einer Fahrerkabine





Nun zu einigen Ergebnissen. Diese Ergebnisse stellen technologische Messwert dar. Sie sind ein Maß für die Belastung des Beschäftigten beim jeweiligen Arbeitsgang, nicht über die gesamte Schichtdauer.

## 1. Schuttern

Die beim Schuttern beteiligten Fahrzeuge (Bagger oder Radlader, Muldengelenkkipper oder Dumper) fahren nach dem Abschlag in die jetzt wieder bewetterte Röhre ein. Hier sind die Fahrer den Sprengschwaden, die wesentlich aus CO bestehen, ausgesetzt. Gleichzeitig entsteht durch das Bewegen des Haufwerkes und den Fahrverkehr eine Staubexposition.

Durch den regen Fahrverkehr in den Röhren (Bagger, Radlader, Kipper, Betontransporter, Sprengwagen, Bohrwagen, andere Zulieferer, Diesel-PKW) sind Belastungen gegenüber DME vorhanden. In der Regel beobachtet ein Mineur den Vorgang direkt an der Ortsbrust.

### 1.1 Dieselmotoremission

In den untersuchten Tunneln herrschte eine Grundbelastung gegenüber DME von durchschnittlich  $0,06 \text{ mg/m}^3$  (Zeiten ohne Fahrverkehr durch Großraumfahrzeuge).

Während des Schutternvorganges sind im Tunnel unterschiedliche DME-Konzentrationen anzutreffen. Die niedrigste ist am Portal vorhanden ( $0,20 \text{ mg/m}^3$ ), an der Ortsbrust sind es  $0,34 \text{ mg/m}^3$ .

Die höchsten Konzentrationen treten dort auf, wo sich die Diesel-Kilowatt konzentrieren. Dies ist im Bereich des Laders/Baggers. Da sich diese nahezu ständig an der gleichen Stelle befinden, ist dort die maximale DME-Konzentration vorhanden (Mittelwert =  $0,70 \text{ mg/m}^3$ , Maximum =  $1,84 \text{ mg/m}^3$ ).

Durch die Fahrtbewegungen ein bzw. aus dem Tunnel wird die Konzentration in den Mulden verringert und liegt im Durchschnitt bei  $0,45 \text{ mg/m}^3$  (Maximum =  $1,12 \text{ mg/m}^3$ ).



Bild 6 DME-Belastung

Überaus interessant für die Praxis könnte die Erkenntnis ein, dass sich bei einer Lüttenlänge über 800 m die Luftqualität drastisch verschlechtert.

Die Mittelwerte der DME-Konzentrationen in den Beladefahrzeugen als auch in den Transportfahrzeugen unterscheiden sich oberhalb einer Lüttenlänge von 800 m von kürzeren Lüttenlängen.

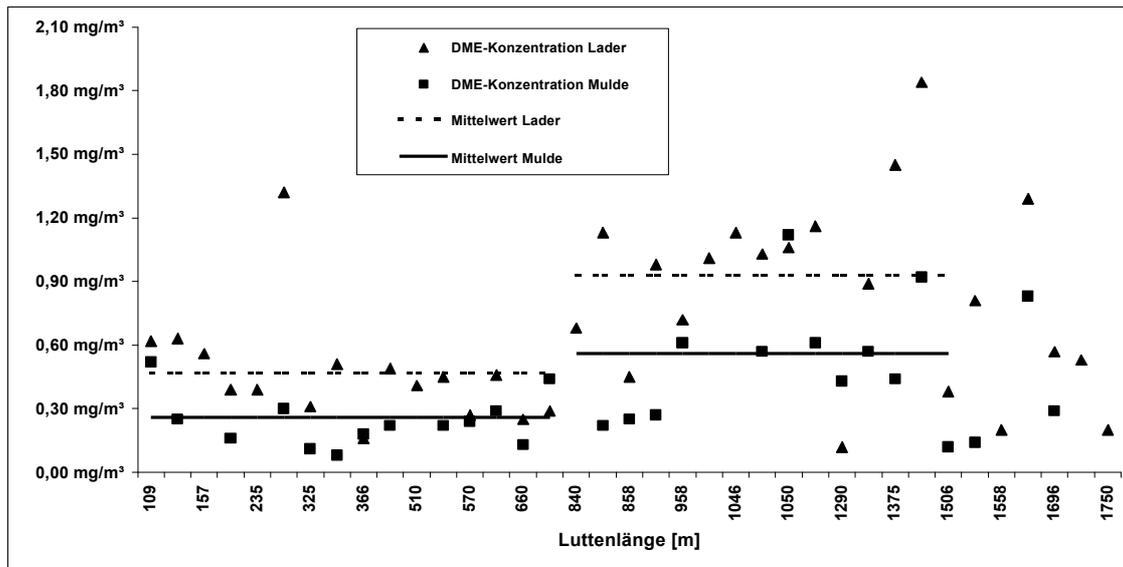
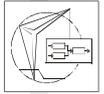


Bild 7 DME-Konzentration in Fahrzeugkabinen

## 1.2 Feinstaub

Die Bewegung des gebrochenen Gesteins beim Aufladen ist die Hauptursache für die Verstaubung der Arbeitsbereiche. Hinzu kommen aufgewirbelte Stäube oder bei feuchter Fahrbahn Aerosole durch den Fahrbetrieb.

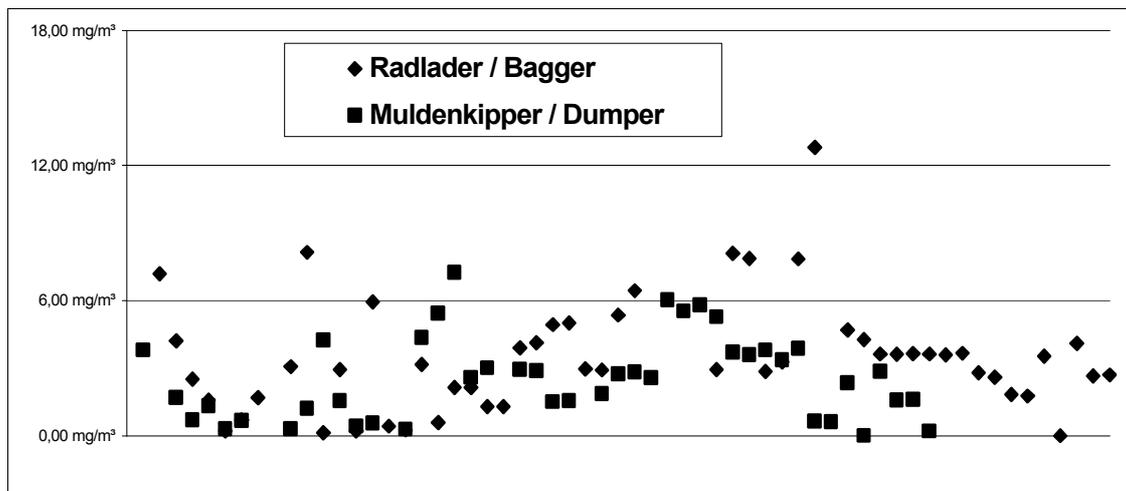


Bild 8 A-Staub in Fahrerinnen

Jedoch kann festgestellt werden, dass der Grenzwert von  $6,00 \text{ mg/m}^3$  eingehalten werden kann (Bela-defahrzeuge im Mittel  $3,8 \text{ mg/m}^3$  und Transportfahrzeuge  $2,6 \text{ mg/m}^3$ ).

## 1.3 Kohlenmonoxid

Sehr interessant waren die Erkenntnisse, die durch den Einsatz kontinuierlich messender Sensoren-systeme gewonnen werden konnten. Es zeigte sich, dass die nitrosen Gase bei den verwendeten Spreng-stoffen keine unmittelbare Gefährdung darstellen.

Anders zeigte sich die Höhe der Exposition gegenüber CO. Die entsprechende Unfallverhütungsvorschrift der TBG fordert für die Einfahrt in die Röhre eine Wartezeit von 15 Minuten nach dem Abschlag. Unter dem Motto „Zeit ist Geld“ wird oft schon nach Wartezeiten deutlich unter 5 Minuten die Arbeit



am Haufwerk aufgenommen. Dadurch setzen sich die Beladegeräte-Fahrer CO-Konzentrationen von bis zu über 600 ppm aus. Der zulässige Grenzwert liegt bei kurzzeitiger Exposition (kleiner 15 Minuten) bei 60 ppm. In den meisten Fällen reichen bereits 15–20 Minuten Wartezeit, um nur noch CO-Konzentrationen knapp über 100 ppm in Kauf nehmen zu müssen.

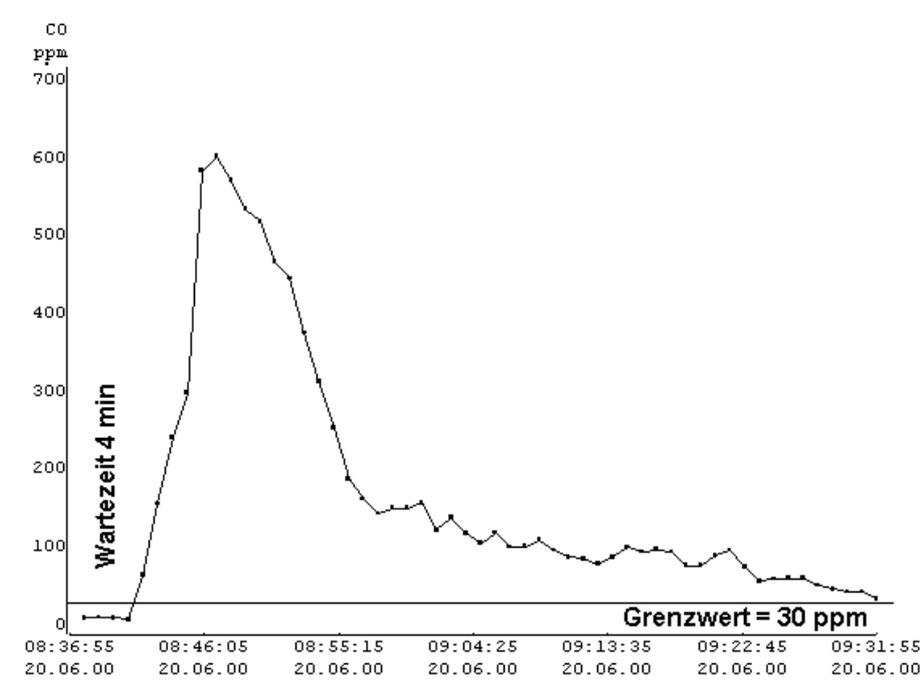


Bild 9 Konzentration an CO in einem Bagger beim Schüttern

Bedingt durch das Ein- und Ausfahren ist die Situation in den Fahrerkabinen der Kipper und Dumper weniger kritisch; die Abbildung zeigt einen typischen Verlauf der CO-Konzentration mit einer Zigarettenpause vor Beginn des Schütterns. Man sieht deutlich das Ansteigen und Absinken der Kurve beim Ein- und Ausfahren.

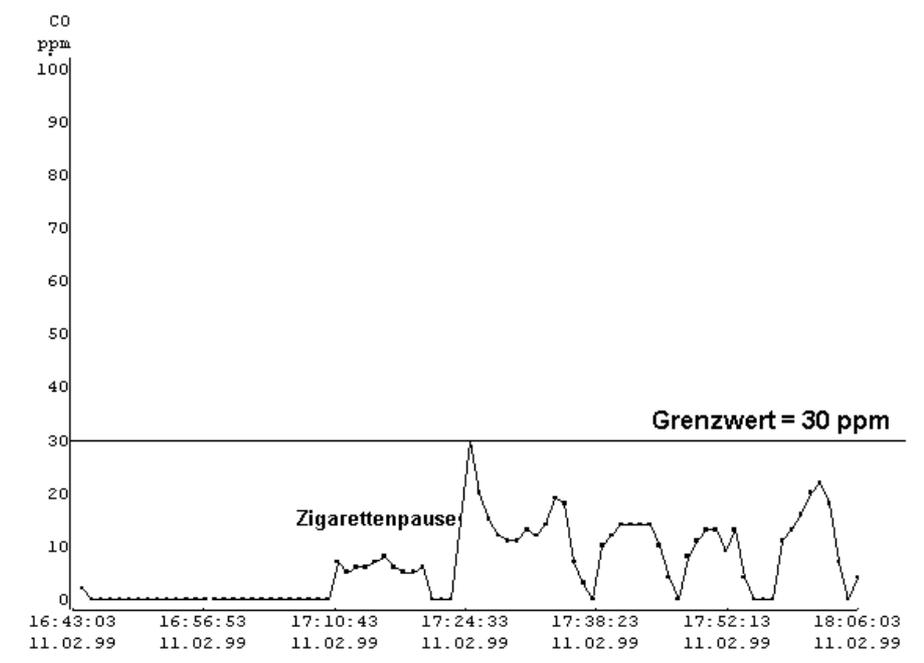
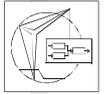


Bild 10 Konzentration an CO in einem Muldenkipper beim Schüttern

Die Auswertung der Versuche mit neuartigen Sprengstoffen liegt noch nicht vor.

Ansonsten bleibt die konsequente Einhaltung der Wartezeit als organisatorische Maßnahme nicht nur dann, wenn Messungen durchgeführt werden.



## 2. Betonspritzen

DME und Kohlenmonoxid stellen dabei – so die Messergebnisse – keine besondere Belastung dar. Das Laufenlassen der Motoren der Betonmischer führt zu Konzentrationen um  $0,1 \text{ mg/m}^3$  DME und lässt die Konzentration an CO nur unwesentlich über 5 – 8 ppm ansteigen.

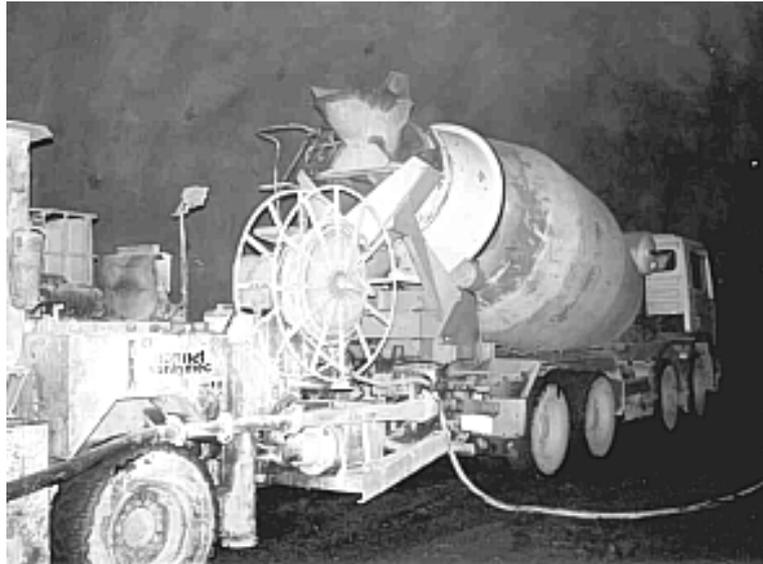


Bild 11 Betonmischer beim An-liefern von Flüssigbeton

Allerdings vollziehen sich interessante technische und technologische Entwicklungen. Auf der einen Seite wird automatisch gespritzt (ferngesteuerter Manipulator bzw. geschlossene Kabine), auf der anderen Seite geht der Trend vom Trocken- über Halbfeuchtes- zum Nassspritzen. Der Vorteil des Nassspritzverfahrens drückt sich signifikant in den Messergebnissen aus (Tunnel A und B).

	<b>A-Staub</b> $\text{mg/m}^3$	<b>E-Staub</b> $\text{mg/m}^3$
<b>Tunnel A</b> <b>Nass-Spritzen</b>	<b>4,9</b>	<b>29,2</b>
<b>Tunnel C</b> <b>Nass-Spritzen</b>	<b>5,5</b>	<b>21,3</b>
<b>Tunnel B</b> <b>Halbfeuchtes Spritzen</b>	<b>8,2</b>	<b>95,4</b>

Die Messergebnisse geben begründeten Anlass, in der Perspektive auf das Nassspritzverfahren zu orientieren. Dabei kann selbst beim technologischen Schritt mit der höchsten Belastung der Grenzwert ( $6,00 \text{ mg/m}^3$ ) eingehalten werden.



## Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Mineure beim Tunnelbau trotz moderner Technik vielfältigen Beanspruchungen und Belastungen ausgesetzt sind.

Während die Belastung mit Feinstaub durch das moderne Nassspritzverfahren beim Betonspritzen stabil unter den MAK-Wert gedrückt werden kann, erfordert die Einhaltung des TRK-Wertes für DME beim Schüttern zusätzliche Lüftungstechnische Maßnahmen.

Da diese ausgesprochen kostenintensiv sind, müssen sie im Rahmen der Ausschreibung geplant werden. Allein mit Dieselpartikelfilter ist das Problem zur Zeit nicht zu lösen. Eine Reduzierung des TRK-Wertes auf  $0,2 \text{ mg/m}^3$  wird als schwer umsetzbar angesehen. Möglicherweise stellen sensorgesteuerte Lüfter eine Zwischenlösung dar.

Neben moderner Technologie und technischem Gerät spielt nach wie vor die Organisation auf der Baustelle eine entscheidende Rolle. Dazu zählt ein ausgeklügeltes Wartungsprogramm für die Fahrzeuge ebenso wie die Arbeitsdisziplin während und nach dem Sprengvorgang.

Auf die Einhaltung der 15 bis 20 Minuten nach dem Sprengvorgang ist strikt zu achten. Beim Tunnel C ist dies in Form einer Dienstanweisung durch die ARGE umgesetzt worden. Gleiches gilt für die Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen.

Unser Dank gilt den beteiligten ARGE und den zuständigen Mitarbeitern der Ämter für Arbeitsschutz in Suhl und Erfurt für ihre Zusammenarbeit.



## Chromatarme Zemente gegen Berufskrankheiten bei Bauarbeitern

Seit Jahrzehnten sind im Baugewerbe Hauterkrankungen nach der Lärmschwerhörigkeit die zweithäufigste Berufserkrankung mit zum Teil schwer wiegenden sozialen Folgen, insbesondere wenn sie zur Aufgabe des Berufes zwingt.

Bild 1 zeigt, dass es sich um mehrere Hundert Fälle im Jahr handelt, hinter denen ein jährlicher volkswirtschaftlicher Schaden in dreistelliger Millionenhöhe steht.

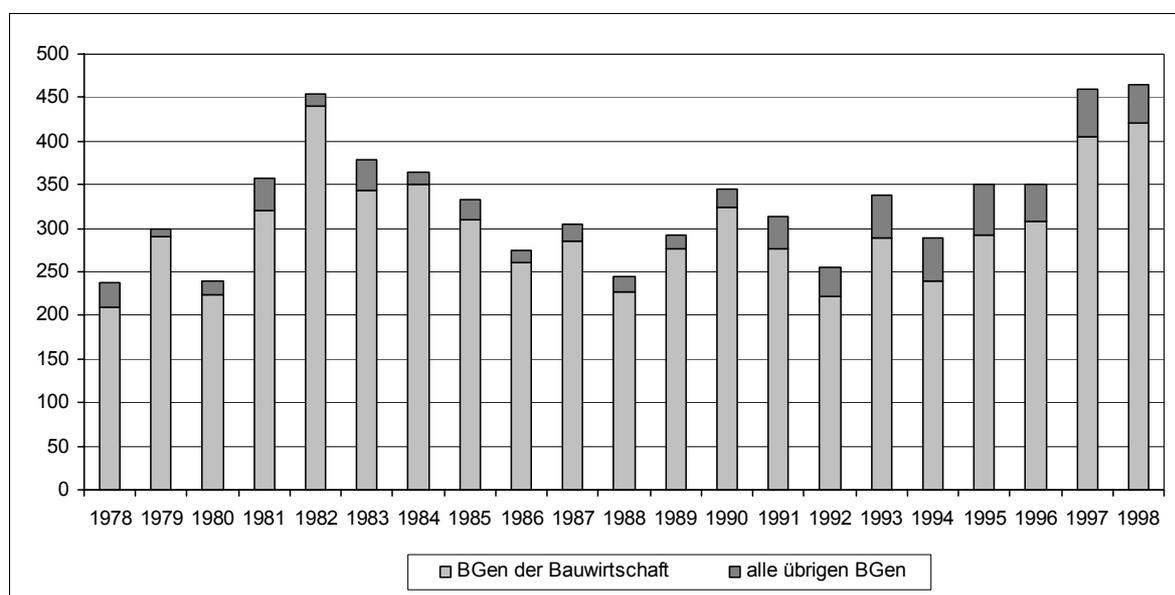


Bild 1 Häufigkeit beruflicher Hauterkrankungen

Über 80 % dieser beruflichen Hauterkrankungen werden durch das so genannte Zementekzem – auch Maurerkrätze genannt – hervorgerufen.

Hierbei hat man es mit einer Doppelschädigung der Haut zu tun. Zum einen wirkt eine allergische Schadkomponente in Form der wasserlöslichen Chrom-VI-Verbindungen d. h. der Chromate. Zum anderen erzeugt die hohe Alkalität des Zements (bis pH-Wert 13) parallel dazu einen so genannten degenerativen Hautschaden.

Der Chromatgehalt der Zemente ist eine technologisch bedeutungslose natürliche Verunreinigung in Gehalten bis maximal 40 mg/kg = 40 ppm, während die alkalische Einstellung der Zemente eine gewollte, technologisch wichtige Komponente darstellt.

In Deutschland hergestellte Zemente weisen Chromatgehalte bis 25 ppm auf.

Die Hauptgefährdung der Arbeitnehmer geht von dem Kontakt der ungeschützten Haut mit den verarbeitungsfertigen, d. h. wasserhaltigen Zubereitungen der Zemente und deren Mischprodukte aus. Am stärksten von der Maurerkrätze betroffen sind deshalb die Berufe Maurer, Fliesenleger, Bauhelfer, Betonbauer und Gipsler bzw. Verputzer (Bild 2).

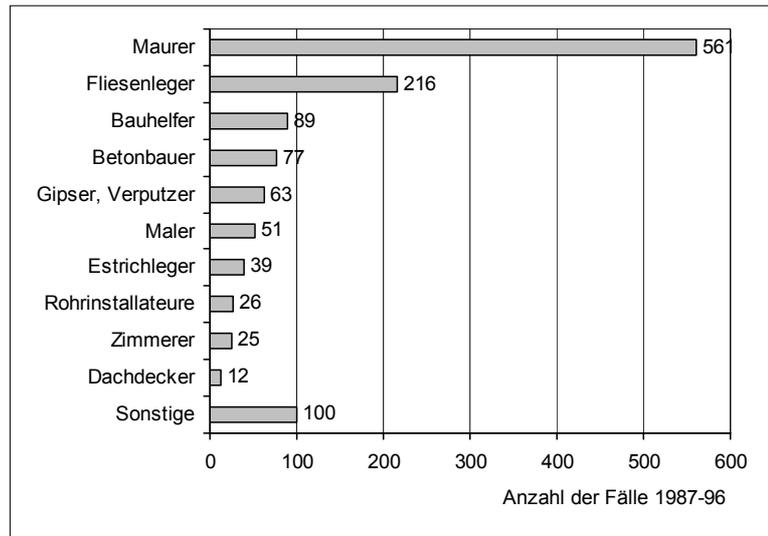


Bild 2 Chromatekzem in verschiedenen Berufen bei allen Bau-Berufsgenossenschaften 1987–1996

Das Schutzkonzept gegen die Maurerkrätze besteht ebenso wie ihre Ursache aus zwei Teilen:

1. in der chemischen Bekämpfung des Allergens Chromat
2. im wirksamen Hautschutz gegen den Kontakt mit den alkalischen Lösungen.

Die chemische Bekämpfung des wasserlöslichen Chromatanteils gelingt erfolgreich durch Zusatz von Eisen-II-Sulfat, einem starken Reduktionsmittel, zu den Zementmischungen. Unter der Einwirkung von Wasser wird dabei das sechswertige Chrom zum dreiwertigen reduziert, das seinerseits keine sensibilisierende Wirkung mehr besitzt und auch nicht durch die Haut aufgenommen wird.

Daten aus Skandinavien – hier Dänemark (Bild 3) – zeigen, wie der Zusatz von Eisen-II-Sulfat zu den Zementen die Maurerkrätzeerkrankungen auf einen Bruchteil zurückgehen lässt.

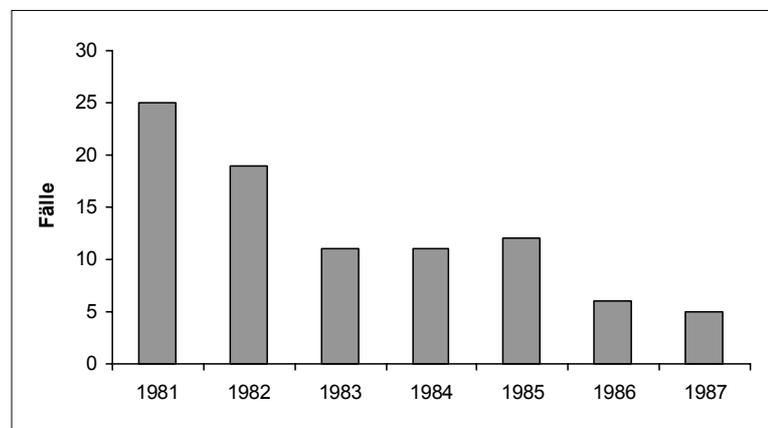
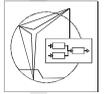


Bild 3 Zementekzeme in Dänemark (nach AVNSTORP)

Im Gegensatz dazu ist der schädigenden Hautwirkung des Alkalis nicht mit chemischen Mitteln beizukommen, da gerade die hohe Alkalität eine wichtige technologische Komponente für das Abbinden darstellt. Hier bleibt nur der klassische Hautschutz, d. h. die verantwortungsbewusste Benutzung von Schutzhandschuhen, von denen allein die nitrilkauschukbeschichteten Baumwollhandschuhe einen wirklichen Schutzeffekt haben.

Deutschland hat 1993 mit der Veröffentlichung der Technischen Regel Gefahrstoffe 613 „Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für chromathaltige Zemente und chromathaltige zementhaltige Zubereitungen“ einen ersten Versuch zur Reduzierung der dargestellten beruflichen Chromatschädigungen unternommen. Die Entwicklung der Maurerkrätzeerkrankungen nach 1993 (siehe Bild 1) zeigte aber, dass der gewünschte Erfolg nicht eintrat, und es kam 1999 zu einer so genannten Branchenregelung d. h., dass sich auch in Deutschland nach dem Vorbild der skandina-

vischen Länder Bauwirtschaft, Berufsgenossenschaften, Arbeitsschutzverwaltung und Sozialpartner auf ein gemeinsames, verpflichtendes Vorgehen gegen die Maurerkrätze einigten.



In der Hauptsache wurde vereinbart:

1. Die deutsche Zementindustrie bietet ab Januar 2000 in ganz Deutschland nur noch chromatarmer Sackware an.
2. Ebenfalls ab Januar 2000 werden Werk trocken- und Werkfrischmörtel aus Werken des Bundesverbandes der deutschen Mörtelindustrie nur noch chromatarm hergestellt. Gleiches gilt für die zementhaltigen Produkte der deutschen Bauchemie e. V. und des Industrieverbandes Klebstoffe e. V.
3. Bei Zweikammersilomörtel erfolgt die Zugabe eines Reduktionsmittels bei der Befüllung des Silos oder maschinell bei der Mörtelherstellung.
4. Alle an der Branchenregelung Betroffenen setzen sich dafür ein, dass der mit Reduktionsmittel versehene Sackzement von den Herstellern über den Baustoffhandel zum Endverbraucher gelangt.
5. Chromathaltige Produkte werden im Vergleich mit chromatarmer nicht mehr begünstigt.
6. Durch wissenschaftliche Studien wird der weitere Verlauf der Maurerkrätze verfolgt und daraufhin geprüft, inwieweit die 2 ppm-Grenze so genannter chromatfreier Produkte zum gewünschten Erfolg führt.
7. Ein Lenkungs gremium trägt laufend Überprüfungsergebnisse der Branchenregelung zusammen und wertet sie im Hinblick auf weiterhin notwendige Maßnahmen aus.
8. Nach 5 Jahren werden alle Ergebnisse und Erfahrungen im Rahmen einer Bilanzkonferenz vorgestellt. Firmen bzw. Institutionen, die sich von der Branchenregelung distanzieren, sie aufkündigen oder nicht einhalten, müssen damit rechnen, dass sie vom Lenkungs gremium entsprechend benannt werden.

Wie stellt sich die Situation in Thüringen dar? Zu dieser Einschätzung tragen die Ermittlungsergebnisse der Ämter für Arbeitsschutz von Anfang des Jahres 2000 und eigene Überprüfungen in einigen Baumärkten bei.

Danach ergibt sich für die Zementsackware eine sehr positive Entwicklung, d. h., dass die chromathaltigen Zemente aus dem Angebot verschwunden sind und nur noch das vorgefunden wurde, was in Bild 4 dargestellt ist. Die Säcke sind mit weithin sichtbarem Aufdruck „chromatarm nach TRGS 613“ versehen, tragen aber kurioserweise in dem Feld für die sonstige Gefahrstoffkennzeichnung weiterhin den Risikosatz 43, der besagt, dass Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich ist.



Bild 4 Zementsäcke mit der Aufschrift „Chromatarm gemäß TRGS 613“

Ich habe die Zementwerke Deuna, Karsdorf und Rüdersdorf um Aufklärung zu dieser Kennzeichnung gebeten, da die TRGS 613 ausdrücklich darauf hinweist, dass der R-Satz 43 entfallen kann, wenn der Zement chromatarm ist. Sollte es sich noch um alte Verpackungen handeln?

Bei den zementhaltigen Zubereitungen ist die Situation weniger übersichtlich und man findet noch alle Kombinationen von Kennzeichnungen. Es werden Produkte angetroffen, die, ohne dass sie den Aufdruck „chromatarm“ tragen, richtigerweise mit Xi, also als reizend gekennzeichnet sind, aber ohne den R-Satz 43. Man findet aber auch den Aufdruck „chromatarm nach TRGS 613“ und den R 43 und schließlich auch die Kennzeichnung als chromatarm, aber ohne jegliche weitere Gefahrstoffkennzeichnung. Wenn die Produkte größere Anteile chromatarmen Zements enthalten, sind sie dennoch weiterhin stark alkalisch und müssen wegen des Hautschutzes Xi und mindestens den R-Satz 36/38 „Reizt die Augen und die Haut“ tragen.



Unübersichtlich ist die Situation auch weiterhin bei Fertigmörteln. Hier muss auf einen intensiven Kontakt zwischen Verwender und Hersteller gesetzt werden, um Klarheit über die entsprechenden Produkte zu bekommen. Doch waren diestellerauskünfte alle im Sinne der Anwendung chromatarmen Zemente positiv, auch wenn die entsprechende Kennzeichnung nicht vorlag bzw. sich auf Grund der Transportfahrzeugsituation schwierig gestaltet.

Mit der Branchenregelung wird deutlich, dass es sich bei der Durchsetzung der chromatarmen Zemente auf den verschiedenen Verarbeitungsebenen um einen Prozess handelt, der ständig das aktive Handeln der beteiligten Verantwortlichen verlangt, und ich begrüße es deshalb ausdrücklich, dass die Thematik auch in dieser Veranstaltung ihren Platz findet.

## Anhang



Bitte beachten Sie bitte auch die Informationen der Hersteller im Internet!

### So äußert sich Maurerkrätze:

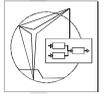
- rote und rissige Hände
- Bläschen- und Knötchenbildung
- Schwellungen an Fingern und Handrücken
- starker Juckreiz
- nässende, schmerzende Hauterscheinungen

### Schutzhandschuhanbieter (Auswahl)

Hersteller	Produktname	Hersteller	Produktname
Kächele-Cama-Latex GmbH Am Kreuzacker 8 36124 Eichenzell Tel.: (0 66 59) 8 70 Fax: (0 66 59) 8 755	SAHARA Plus, Größen 7–10	MAPA GmbH Industriestr. 21–29 27404 Zeven Tel.: (0 42 81) 73 2 80 Fax: (0 42 81) 73 4 25	Titanlite 397, Größen 6–10½
Profas GmbH Elso-Klöver-Str. 6 21337 Lüneburg Tel.: (0 41 31) 95 02 0 Fax: (0 41 31) 8 43 38	Profi, Größen 7–10	Ansell Edmont Breslauer Str. 2 73050 Eislingen/Fils Tel.: (0 71 61) 81 78 77 Fax: (0 71 61) 8 35 06	Hycron, Größen 8–10

### Hautschutzplan bei Belastung durch Zement (Auswahl)

Hersteller	Hautschutz vor und während der Arbeit	Hautreinigung *) bei starker Verschmutzung	Hautpflege nach der Arbeit
Faweco GmbH 64295 Darmstadt Tel.: (0 61 51) 31 58 16 Fax: (0 61 51) 31 24 66	- Lindesa F	- Lindapur mild - Lindapur plus *	- Lindesa - Lindesa K - Lindesa Emulsion
Feilbach Chemie 55252 Mainz-Kastel Tel.: (0 61 34) 32 64 Fax: (0 61 34) 2 59 19	- Mono-Dermin blau	- Coreerm S 80 - Luo-Dermin L*	- Mono-Dermin grün - Mono-Dermin Lotion - Mono-Dermin plus Bienenwachs
Lever Sutter GmbH 68219 Mannheim Tel.: (0 62 1) 8 75 70 Fax: (0 62 1) 8 75 72 66	- Reinol-B - Reinol Aquagard	- Reinol Exklusiv - Reinol Duaclean* - Reinol-LA*	- Reinol-P - Reinol Derasoft
Physioderm GmbH & Co. KG 63450 Hanau Tel.: (0 61 81) 9 36 50 Fax: (0 61 81) 93 65 79	- Saniwip - Sineprint	- Stephalen Wasch-Gel - Saniscrub*	- Physioderm Creme - Stephalen Creme
Stockhausen GmbH 47805 Krefeld Tel.: (0 21 51) 38 01 Fax: (0 21 51) 38 15 02	- Taktosan - Taktosan Emulsion	- Industrie praecutan - Solopol*	- Stokolan - Stoko Lotion - Stoko Lotion plus



## Absturz auf dem Bau – das Restrisiko könnte geringer sein

### 1 Einleitung

Die Unfallforschung hat an der Professur Baubetrieb und Bauverfahren der Bauhaus-Universität Weimar eine lange Tradition. Vor wenigen Tagen wurde eine Analyse von über 18.000 Arbeitsunfällen der 90er Jahre abgeschlossen, die zum Ziel hat, Unfallursachen im Bauwesen zu untersuchen sowie Präventionsmaßnahmen zur Verhütung von Unfällen aufzuzeigen. Über einen Teil der erzielten Ergebnisse möchte ich berichten.

### 2 Unfallhäufigkeiten

Für die Auswertung der Unfälle wurde eine Prozessgliederung verwendet, die in Tabelle 1 gezeigt wird. Der Anteil der Absturzunfälle beträgt knapp 10,0 %, wobei ersichtlich ist, dass die einzelnen Prozessgruppen bzw. Prozesse sehr unterschiedlich beteiligt sind. Die Spitzenposition nehmen die Abstürze bei Montagebauprozessen ein, gefolgt von denen des Gerüstbaus. Ebenfalls über dem Durchschnitt liegen die Abstürze bei den Schalungs-, Ausbau- und Abbruchprozessen.

**Tabelle 1** Verteilung der Unfallmeldungen auf Prozessgruppen

Prozessgruppe		Anzahl Arbeitsunfälle	Anzahl Absturzunfälle	Anteil Absturzunfälle innerhalb der Prozesse in %
<b>1.</b>	<b>Erd- und Tiefbau</b>	<b>2.426</b>	<b>89</b>	<b>3,67</b>
1.1.	Erdbau	986	36	3,65
1.2.	Kanal- und Rohrleitungsbau	654	42	6,42
1.3.	Verkehrs- und Wegebau	786	11	1,40
<b>2.</b>	<b>Monolithprozesse</b>	<b>3.995</b>	<b>381</b>	<b>9,54</b>
2.1.	Maurer- und Putzprozess	1.659	184	11,09
2.2.	Schalungsbau	1.732	154	8,89
2.3.	Bewehrungsbau	293	15	5,12
2.4.	Betonbau	311	28	9,00
<b>3.</b>	<b>Montageprozesse</b>	<b>880</b>	<b>164</b>	<b>18,64</b>
<b>4.</b>	<b>ZKDA-Prozesse</b>	<b>3.961</b>	<b>431</b>	<b>10,88</b>
<b>5.</b>	<b>Gerüstbauprozesse</b>	<b>664</b>	<b>96</b>	<b>14,46</b>
<b>6.</b>	<b>Schweißprozesse</b>	<b>696</b>	<b>15</b>	<b>2,16</b>
<b>7.</b>	<b>Abbruchprozesse</b>	<b>5.526</b>	<b>558</b>	<b>10,10</b>
7.1.	Abbruch und Demontage	3.919	418	10,67
7.2.	Bauwerkserhaltung	1.607	140	8,71
<b>8.</b>	<b>Reparatur AM</b>	<b>603</b>	<b>25</b>	<b>4,15</b>
<b>Summe</b>		<b>18.751</b>	<b>1.759</b>	<b>---</b>
<b>Gesamtdurchschnitt</b>		<b>---</b>	<b>---</b>	<b>9,40</b>

### 3 Unfallschwere



Absturzunfälle weisen eine deutlich überdurchschnittlich hohe Unfallschwere auf. Dies lässt sich mittels verschiedener Methoden deutlich machen. Vergleicht man z. B. die Kosten, welche Arbeitsunfälle im Allgemeinen und Absturzunfälle im Besonderen verursachen, so erreichen die Kosten für Absturzunfälle mehr als das Dreifache gegenüber denen für Arbeitsunfälle, wie EDELER belegt [Ede99], vgl. Bild 1.

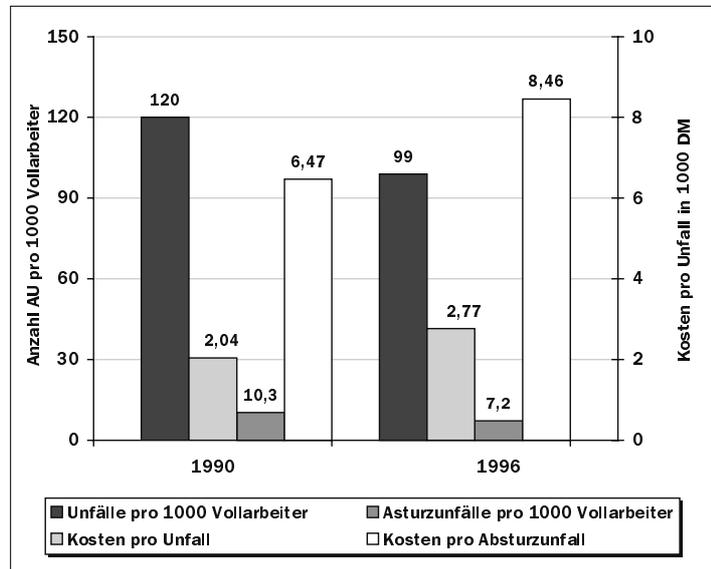


Bild 1 Zusammenhang zwischen Unfallzahlen und Kosten pro Unfall in der Bauwirtschaft 1990 und 1996; Vergleich Gesamtunfälle/Absturzunfälle [Ede99]

Weitere Möglichkeiten zur Quantifizierung der Unfallschwere bestehen im Nachweis der Anteile bemerkenswerter Arbeitsunfälle, d. h. mittelschwerer, schwerer und tödlicher Unfälle, oder lediglich in der Wiedergabe der Anteile schwerer und tödlicher Unfälle, wie Tabelle 2 belegt. Sowohl die bemerkenswerten als auch die Gruppe der schweren und tödlichen Arbeitsunfälle liegen mit ihrem prozentualen Anteil klar über dem entsprechenden Durchschnitt vom Gesamtwert des Bauwesens.

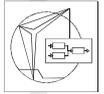
Tabelle 2 Verteilung der Absturzunfälle nach Unfallschwere

Anzahl bzw. Anteil der Arbeitsunfälle				
Leichte L	Mittelschwere M	Schwere S	Tödliche T	Summe
1.028	427	246	58	<b>1.759</b>
58,40 %	41,60 %			<b>100,00 %</b>
81,70 %		17,30 %		<b>100,00 %</b>

Eine weitere Methode der Unfallschwereermittlung besteht in der Angabe Arbeitsdiagnostischer Unfallkennziffern (ADUK). Diese Methode versieht die in Tabelle 2 angegebenen Schweregrade der Arbeitsunfälle mit Wichtungsfaktoren. Danach erhalten leichte, nicht meldepflichtige Unfälle, die in der Statistik nicht aufgeführt werden, den Wichtungsfaktor 1. Die Faktoren steigen bei den weiteren Gruppen linear bis 5 – bei tödlichen Unfällen – an. Der durchschnittliche ADUK-Wert für die Absturzunfälle beträgt **2,62**. Demgegenüber steht der Gesamtwert für die Arbeitsunfälle des Bauwesens mit **2,16** (vgl. Tab. 3).

Sowohl die Häufigkeit als auch die Schwere von Absturzunfällen unterstreichen das große Interesse an Ursachenerkundungen und begründeten Präventionsmaßnahmen.

**Tabelle 3** Gegenüberstellung der ADUK-Werte erfasster Arbeitsunfälle mit denen der Absturzunfälle



Prozessgruppe		Anzahl Abstürze	ADUK-Abstürze	Anzahl AU	ADUK-AU
<b>1.</b>	<b>Erd- und Tiefbau</b>	<b>89</b>	<b>2.426</b>	<b>2,29</b>	<b>2,17</b>
1.1.	Erdbau	36	986	2,39	2,17
1.2.	Kanal- und Rohrleitungsbau	42	654	2,19	2,19
1.3.	Verkehrs- und Wegebau	11	786	2,36	2,14
<b>2.</b>	<b>Monolithprozesse</b>	<b>381</b>	<b>3.995</b>	<b>2,59</b>	<b>2,15</b>
2.1.	Maurer- und Putzprozess	184	1.659	2,53	2,17
2.2.	Schalungsbau	154	1.732	2,59	2,14
2.3.	Bewehrungsbau	15	293	3,20	2,13
2.4.	Betonbau	28	311	2,68	2,16
<b>3.</b>	<b>Montageprozesse</b>	<b>164</b>	<b>880</b>	<b>2,79</b>	<b>2,28</b>
<b>4.</b>	<b>ZKDA-Prozesse</b>	<b>431</b>	<b>3.961</b>	<b>2,65</b>	<b>2,14</b>
<b>5.</b>	<b>Gerüstbauprozesse</b>	<b>96</b>	<b>664</b>	<b>2,62</b>	<b>2,20</b>
<b>6.</b>	<b>Schweißprozesse</b>	<b>15</b>	<b>696</b>	<b>2,27</b>	<b>2,06</b>
<b>7.</b>	<b>Abbruchprozesse</b>	<b>558</b>	<b>5.526</b>	<b>2,61</b>	<b>2,15</b>
7.1.	Abbruch und Demontage	418	3.919	2,57	2,14
7.2.	Bauwerkserhaltung	140	1.607	2,71	2,17
<b>8.</b>	<b>Reparatur AM</b>	<b>25</b>	<b>603</b>	<b>2,60</b>	<b>2,16</b>
<b>Summe</b>		<b>1.759</b>	<b>---</b>	<b>18.751</b>	<b>---</b>
<b>Gesamtdurchschnitt</b>		<b>---</b>	<b>2,62</b>	<b>---</b>	<b>2,16</b>

#### 4 Unfallursache

Die Unfallursachenermittlung stützt sich hauptsächlich auf die Ermittlung von Ereignisbereichen. Diese beschreiben die Eintrittsumstände von Unfällen tätigkeits- und situationsbezogen. Die entsprechende Checkliste für die Absturzunfälle umfasst 8 Haupt- und 64 Nebenpositionen. Bild 2 zeigt die Belegung der Hauptpositionen im Vergleich zu früheren Untersuchungen in den 70er Jahren. In dieser Darstellung ragen zwei Positionen besonders heraus, die der Benutzung von Leitern und die der Benutzung von Gerüsten. Für beide soll im Folgenden beispielhaft die Belegung ausgewählter Unterpositionen dargestellt werden (vgl. Tab. 4 und 5).

Wenn auch anteilmäßig geringer ausfallend, dürfen die Hauptpositionen 3. „Aufenthalt in der Nähe von Öffnungen, Aussparungen, Gräben und Gruben“ (mit 9,15 % in den 90er Jahren) und 5. „Ein- und Umsturz sowie Bruch von Konstruktionen bzw. Konstruktionsteilen“ (mit 12,17 % in den 90er Jahren) nicht außer Acht gelassen werden. Für beide Gruppen liegen die prozentualen Anteile der bemerkenswerten Absturzunfälle jeweils in den gleichen Größenordnungen. Die Gesamtbetrachtung der Absturzunfälle im Bauwesen kann ergänzt werden durch eine spezielle Auswertung von Prozessgruppen, z. B. Hochbau- und Abbruchprozesse. Dabei können sich unterschiedliche Wichtungen für Haupt- und Unterpositionen der Ereignisbereiche ergeben (vgl. Bild 3).

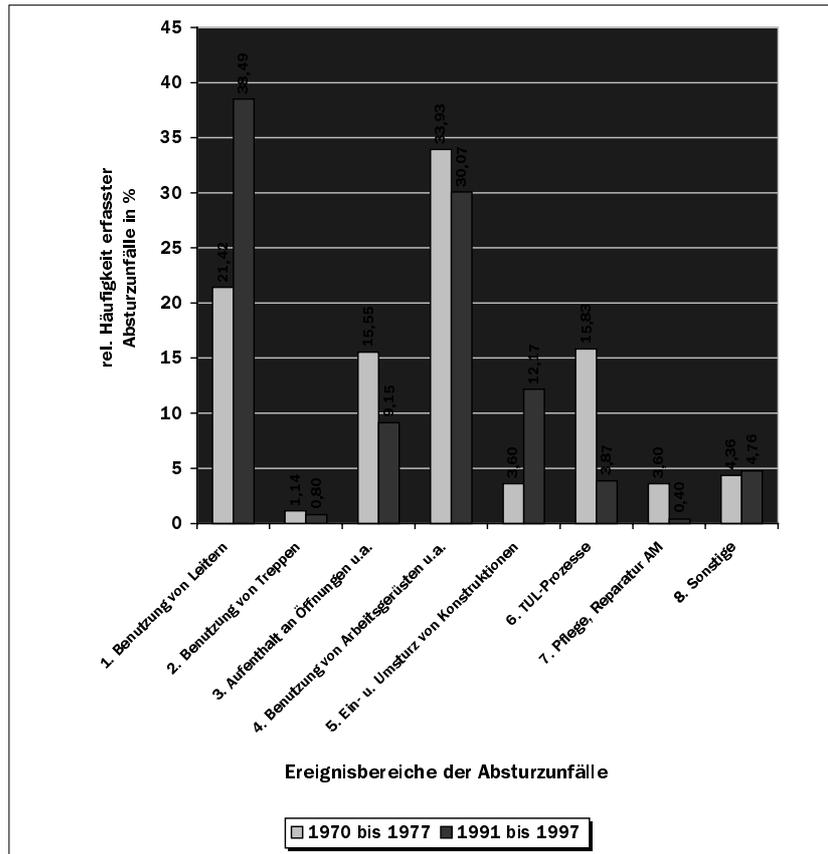


Bild 2 Häufigkeitsverteilung erfasster Absturzunfälle über die zwei Analysezeiträume der 70er und 90er Jahre auf die Hauptpositionen der Ereignisbereiche

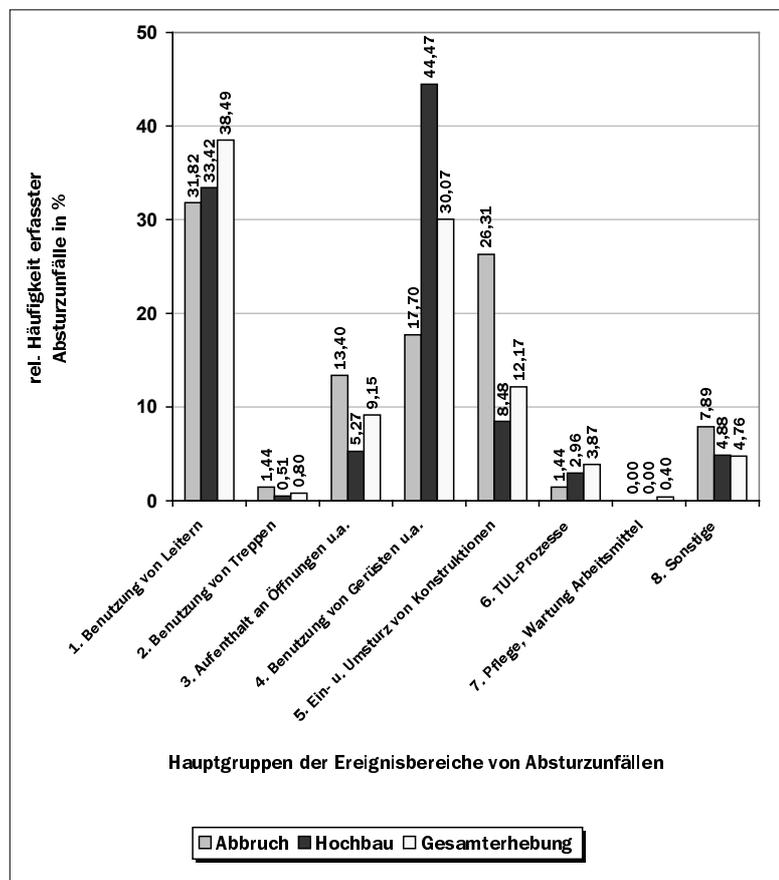
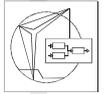


Bild 3 Belegung der Hauptpositionen der Ereignisbereiche mit Absturzunfällen und Vergleich Gesamtprozess, Abbruch und Hochbau

**Tabelle 4** Ausgewählte Unterpositionen der Hautgruppe 1. „Benutzung von Leitern“

Pos.Nr.	Ereignisbereich	Anteil Abstürze in %	Anteil bemerkenswerter AU in %
1.2.	Nicht standsicheres Aufstellen von Leitern auf dem Boden	3,98	4,06
1.3.	Ungenügende Sicherung von Leitern beim Anlehnen an Wände und andere Konstruktionsteile	6,88	7,11
1.6.	Abrutschen von Leitersprossen ohne ersichtlichen Grund	9,27	9,52
1.10.	Verlieren des Gleichgewichtes beim Arbeiten auf Leitern durch Gewichtsverlagerung, Abrutschen beim Gebrauch von Werkzeugen sowie bei Stromeinwirkung	7,33	7,58
1.11.	Umsturz von Leitern durch äußere Krafteinwirkung (Wind, Anstoßen von Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen)	2,96	2,88

**Tabelle 5** Ausgewählte Unterpositionen der Hauptgruppe 4. „Benutzung von Arbeits-, Lehr- und Schutzgerüsten“

Pos.Nr.	Ereignisbereich	Anteil Abstürze in %	Anteil bemerkenswerter AU in %
4.1.	Absturz von Gerüsten und Laufstegen bis 2,00 m Höhe (fehlende Schutzgeländer)	3,47	3,59
4.7.	Bruch von Bohlen und Pfosten an Gerüsten; Bruch von einzelnen Gerüstteilen	2,67	2,70
4.11.	Schwanken, Einsturz und Umkippen von Arbeits- und Lehrgerüsten	2,79	2,76
4.13.	Sturz durch Öffnungen in Gerüstböden	2,33	2,35
4.14.	Benutzung unsicherer Standorte anstelle von Gerüsten	2,50	2,35
4.17.	Verlieren des Gleichgewichtes beim Arbeiten auf Gerüsten durch Gewichtsverlagerung, Abrutschen beim Gebrauch von Werkzeugen sowie bei Stromeinwirkung	3,75	3,76

## 5 Absturzhöhen

Zur situationsbezogenen Auswertung der Absturzunfälle gehört die Betrachtung der Absturzhöhen. Diese beeinflussen die Verletzungsfolgen entscheidend. Zwei Drittel aller Absturzunfälle ließen sich höhenmäßig einordnen. Davon entfallen auf die Höhenbereiche:

1 bis 2 m	62,88 %
3 bis 5 m	29,01 %
6 bis 10 m	6,66 %
11 bis 16 m	1,45 %

Ab 12 Meter Höhe überwiegen Unfälle mit tödlichem Ausgang. Bereits Absturzunfälle im 1 m-Höhenbereich (ADUK: 2,35) sind deutlich schwerer als der Durchschnitt der Gesamtzahl aller Arbeitsunfälle des Bauwesens (ADUK: 2,16). Die ADUK-Werte wachsen logischerweise mit zunehmender Höhe und erreichen bei Höhen über 5,50 Meter den enormen Wert von 3,98 – das Maximum liegt bei 5,00 bei ausschließlich tödlichen Unfällen – (vgl. Bild 4).

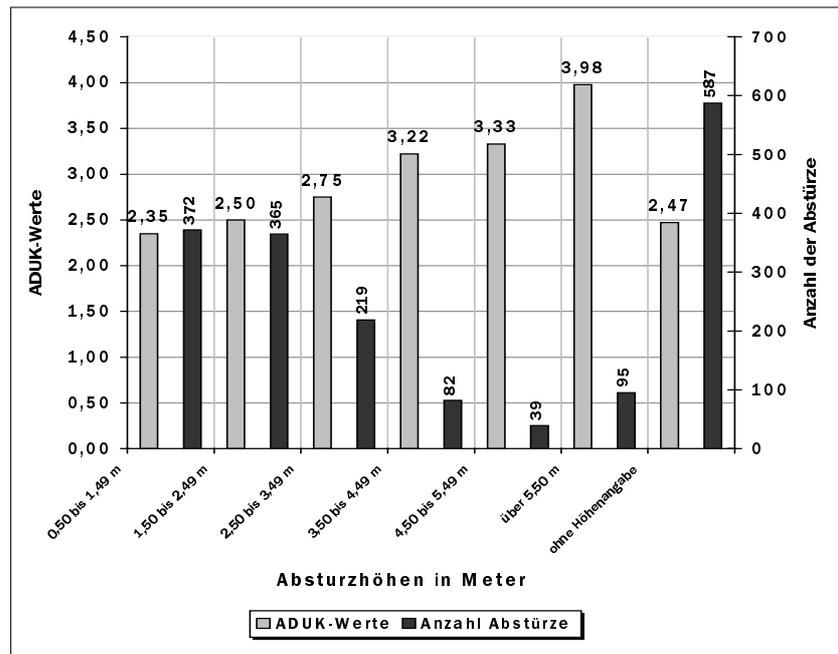


Bild 4 Anzahl der Absturzunfälle sowie deren durchschnittliche Unfallschwere nach ADUK in Abhängigkeit von der Absturzhöhe

## 6 Präventionsmaßnahmen

Das vorliegende Material weist auf viele Präventionsmöglichkeiten hin. Beispielhaft soll dies an den beiden bereits zuvor genannten Ereignisbereichen der Benutzung von Leitern sowie der von Gerüsten belegt werden.

### • Leitern

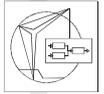
Der Einsatz von Leitern ist im Bauwesen unvermeidbar. Allerdings ist es möglich, einen Teil der Tätigkeiten, die traditionell oder unzulässigerweise von Leitern aus durchgeführt wurden, verstärkt unter Benutzung von Gerüsten und Arbeitspodesten zu erledigen. Der Umfang von Absturzunfällen von Leitern lässt sich weiterhin durch folgende Maßnahmen reduzieren.

- Einsatz von unbeschädigten Leitern, ausreichender Länge und Tragfähigkeit; Kontrolle dieser Leitern während des Einsatzes; Aussonderung beschädigter und verschlissener Leitern.
- Ordnungsgemäßes Aufstellen der Leitern, Sichern gegen Abrutschen, Weggleiten und Verdrehen; fachgerechte Anordnung von Leitern innerhalb von Gerüsten; Kontrolle des Einsatzes von Leitern als permanente Aufsichtsaufgabe; Einsatz moderner, ausziehbarer Metallleitern mit verbesserten Aufstandseigenschaften.
- Unterbindung des Abspringens von Konstruktionen oder des Kletterns trotz Vorhandensein von Leitern.
- Planung und Nutzung von Vertikaltransporteinrichtungen, um manuelle Transporte über Leitern zu verhüten, z. B. das Besteigen einer Leiter mit nur einer freien Hand.

Möglichkeiten der Einflussnahme liegen vor allem in den Phasen der Arbeitsvorbereitung und Bau-durchführung.

### • Gerüste

Der überwiegende Teil der Ereignisbereichspositionen ist ebenfalls durch Maßnahmen in vorgenannten Phasen beeinflussbar, z. B. durch folgende Anweisungen:



- Verwendung von Arbeitsbühnen und Gerüsten, beim Arbeiten unter 2,00 m Höhe unter Bedingungen, die Gerüste mit Geländer nicht zwingend vorschreiben.
- Vorschreiben der Benutzung von PSA gegen Absturz, wenn Schutzgeländer o. ä. aus arbeitstechnischen Gründen zeitweilig entfernt werden müssen; umgehendes Schließen der Lücken im Geländer, wenn die Ursache der Öffnung nicht mehr besteht. PSA-Benutzung bei Einnahme anderer unsicherer Standorte, wenn diese auf anderem Wege (Hubbühnen, Gerüste) nicht mit vertretbarem Aufwand erschlossen werden können.
- Ordnungsgemäße Verankerung von Gerüsten am Bauwerk bzw. Abstützung gegen Umsturz und Einsturz; zu beachten sind besonders die verstärkten Einwirkungen von Windkräften (Staudruck und Sog) beim Verhängen von Gerüsten mit Planen sowie die Tragfähigkeit der Aufstandsflächen von Gerüsten unter Berücksichtigung von Tauwetter und Regen.
- Ausreichende geometrische Dimensionierung und Anordnung von Gerüsten, um ungünstige Arbeitspositionen (z. B. Hinauslehnen) zu vermeiden.

Präventionsmaßnahmen zur Verhütung von Absturzunfällen wurden nicht nur aus den Daten abgeleitet, welche die Gesamtheit der Abstürze erfassen, sondern auch prozessweise.

## 7 Schlussbemerkungen

Das Bauwesen nimmt innerhalb der Wirtschaft im Unfallgeschehen eine Spitzenstellung ein. Um das Niveau der Arbeitssicherheit erhöhen zu können, ist es notwendig, die aktuellen, vielschichtigen Unfallursachen zu analysieren und Präventionsmaßnahmen für die einzelnen Wirkungsgebiete, angefangen bei der Forschung und Entwicklung bis hin zu Arbeitsschutzunterweisungen, abzuleiten. Dazu sollen diese Auswertungen beitragen.

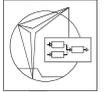
Absturzunfälle erreichen einen Anteil von 9,40 % der Gesamtunfallzahl. Ihr durchschnittlicher Schweregrad liegt weit über dem Durchschnitt der Gesamterhebung.

Die durchgeführten Auswertungen werden einem großen Kreis interessierter Fachleute auf dem Weg über Publikationen zugänglich gemacht. Im Vorjahr erschien innerhalb der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin der Forschungsbericht „Untersuchungen von Absturzunfällen bei Abbrucharbeiten und Empfehlungen von Maßnahmen zu deren Verhütung.“ [RS00]. In diesem Jahr wurde die Bearbeitung eines gleichartigen Titels für Hochbauarbeiten abgeschlossen.

### Literatur:

- [Ede99] **Edeler, J.:** Absturzunfälle in der Bauwirtschaft – Eine Untersuchung der Bau-Berufsgenossenschaften. Mitteilungen der Württembergischen Bau-BG (1999)2, S. 20–23.
- [RS00] **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Untersuchung von Absturzunfällen bei Abbrucharbeiten und Empfehlung von Maßnahmen zu deren Verhütung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschungsbericht Fb 894, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft, 2000.





## **Bedarf es zum Klugwerden partout eigener Schäden?**

### **Eine Langzeitbetrachtung zum Thema Brände und Explosionen bei Schweiß-, Schneid- und verwandten Verfahren**

---

#### **0 Einleitung**

An der Professur Baubetrieb und Bauverfahren liegt eine Sammlung von 2.038 Schadensfällen in Form von Bränden und Explosionen vor, zu denen es bei Schweiß-, Schneid- und verwandten Arbeiten (inklusive Trennschleifen) in den vergangenen Jahrzehnten gekommen ist. Folgende zeitliche Einteilung wurde vorgenommen:

Jahrzehnt	70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Summe
Schadensfälle	602	621	815	2.038

Quellen der Daten sind zu einem großen Teil Betriebsanalysen, die vor allem unter Leitung von Herrn Doz. Dr.-Ing. FRITZ WEIKERT in den 70er und 80er Jahren durchgeführt wurden. Darüber hinaus lieferten Fachzeitschriften und Tageszeitungen wertvolle Informationen. Die Schadensfälle ereigneten sich vorwiegend in Deutschland. Die Literaturlauswertungen betrafen auch einige Beispiele aus dem Ausland.

#### **1 Systematisierung der Schadensfälle**

Für die Systematisierung der Brände und Explosionen fanden zwei Hauptkriterien Anwendung:

- der wirtschaftliche oder gesellschaftliche Bereich, in dem sie sich ereignet haben, sowie
- das entzündete Material.

Beide Kriterien werden zweidimensional in einer Matrix zusammengeführt (Tabelle 1). Unter den Wirtschaftszweigen dominiert klar das Bauwesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei einem großen Teil der in den Positionen **12. Handel** und **13. Verwaltung, Kunst, Gesundheit und Bildung** erfassten Fälle um bauwesentypische handelt (z. B. Heizungsrekonstruktionen, Dachdeckerarbeiten usw.). Diese wurden jedoch gesondert erfasst, weil das Gefährdungspotenzial eine wesentlich andere Dimension besitzt, als es für die üblichen Bedingungen des Bauwesens charakteristisch ist.

Unter den Materialien und Stoffen nehmen mit großem Abstand brennbare Gase und Flüssigkeiten die vorderen Positionen ein. Ihnen folgen Holz, Kunststoffe, Stoffgemische und Textilien.

#### **2 Zeitliche Entwicklung von Schadensgruppen**

Bei der eingangs aufgeführten Gruppierung der Schadensfälle nach Eintrittsjahrzehnten erhebt sich die Frage, wie sich die Proportionierung nach wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen sowie Materialien innerhalb dieser Zeitabschnitte darstellt. Die nach beiden Kriterien nicht zuordenbaren Fälle sollen jeweils außer Acht gelassen werden, und der Rest wird mit 100 % angesetzt. Tabelle 2 zeigt die Entwicklung in den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen in o. g. drei Zeitabschnitten.



**Tabelle 1** Zuordnung der Brände und Explosionen zu Wirtschafts- und gesellschaftlichen Bereichen sowie Material- und Stoffarten

Wirtschaftliche- bzw. gesellschaftliche Bereiche	Entzündete Materialien und Stoffe											Summe											
	Ohne Material-angabe	Metalle Staub Späne Schmelzen	Kohle Staub Bitumen Asphalt Torf	Holz Späne Spanplatten	Kunststoffe Gummi E-Isolation	Papier Pappe Kartonagen Dachpappe	Stroh Gras Futter Lebensmittel	Textilien Fasern Garn, Wolle Fell, Haare Leder	Brennbare Flüssigkeiten u. Dämpfe Wachs	Brennbare Gase Luftüber- druck	Mehrere Stoffe gleichzeitig												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
0. Keine Zuordnung möglich	0,0	10	0,1	11	0	0,3	2	0,4	9	0,5	5	0,6	4	0,7	9	0,8	37	0,9	88	0,10	9	184	
1. Bauwesen	1,0	36	1,1	4	1,2	8	1,3	117	1,4	58	1,5	27	1,6	14	1,7	36	1,8	54	1,9	63	1,10	33	450
2. Landwirtschaft	2,0	10	2,1	0	2,2	1	2,3	7	2,4	10	2,5	2	2,6	55	2,7	3	2,8	19	2,9	25	2,10	12	144
3. Bergbau/Metallurgie	3,0	3	3,1	2	3,2	0	3,3	1	3,4	7	3,5	1	3,6	0	3,7	3	3,8	11	3,9	6	3,10	3	37
4. Energiewirtschaft	4,0	3	4,1	0	4,2	16	4,3	10	4,4	11	4,5	0	4,6	3	4,7	2	4,8	11	4,9	29	4,10	7	92
5. Chemische Industrie	5,0	3	5,1	3	5,2	2	5,3	2	5,4	6	5,5	4	5,6	0	5,7	0	5,8	34	5,9	22	5,10	6	82
6. Maschinen-, Anlagen- u. Apparatebau	6,0	6	6,1	2	6,2	2	6,3	2	6,4	11	6,5	1	6,6	1	6,7	5	6,8	23	6,9	23	6,10	9	85
7. Schiffsbau	7,0	4	7,1	1	7,2	0	7,3	5	7,4	14	7,5	2	7,6	0	7,7	4	7,8	16	7,9	14	7,10	6	66
8. Sonstige Industrie	8,0	23	8,1	4	8,2	1	8,3	26	8,4	30	8,5	11	8,6	4	8,7	12	8,8	37	8,9	14	8,10	16	178
9. Handwerksbetriebe	9,0	3	9,1	0	9,2	4	9,3	22	9,4	3	9,5	5	9,6	5	9,7	14	9,8	17	9,9	40	9,10	9	122
10. Transport- u. Nachrichtenwesen	10,0	2	10,1	2	10,2	1	10,3	3	10,4	6	10,5	2	10,6	2	10,7	2	10,8	13	10,9	16	10,10	5	54
11. Kfz-Reparatur	11,0	19	11,1	0	11,2	1	11,3	5	11,4	17	11,5	0	11,6	0	11,7	26	11,8	100	11,9	21	11,10	26	215
12. Handel	12,0	7	12,1	0	12,2	2	12,3	10	12,4	11	12,5	8	12,6	0	12,7	10	12,8	4	12,9	0	12,10	16	68
13. Verwalt., Kunst, Gesundheit, Bildung	13,0	25	13,1	1	13,2	5	13,3	42	13,4	23	13,5	19	13,6	0	13,7	9	13,8	2	13,9	14	13,10	18	158
14. Freizeit/Hobby	14,0	11	14,1	0	14,2	1	14,3	10	14,4	4	14,5	4	14,6	1	14,7	20	14,8	27	14,9	18	14,10	7	103
<b>Summe</b>	<b>165</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>264</b>	<b>220</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>155</b>	<b>405</b>	<b>393</b>	<b>182</b>	<b>2038</b>											

**Tabelle 2** Zeitliche Entwicklung des Anteils der Brände und Explosionen innerhalb der verschiedenen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereiche

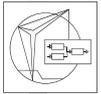
Wirtschaftliche- bzw. gesellschaftliche Bereiche	Anteile der Schadensfälle in %			
	70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Gesamtdurchschnitt
1. Bauwesen	20,93	25,55	25,57	24,27
2. Landwirtschaft	7,95	8,76	6,96	7,77
3. Bergbau/Metallurgie	0,97	4,20	1,14	2,00
4. Energiewirtschaft	4,26	6,39	4,43	4,96
5. Chemische Industrie	6,40	4,74	2,91	4,42
6. Maschinen-, Anlagen- u. Apparatebau	3,88	5,29	4,56	4,58
7. Schiffsbau	3,10	6,75	1,65	3,56
8. Sonstige Industrie	9,11	6,57	12,03	9,60
9. Handwerksbetriebe	9,50	4,01	6,46	6,58
10. Transport- u. Nachrichtenwesen	4,07	3,47	1,77	2,91
11. Kfz-Reparatur	16,28	12,23	8,10	11,60
12. Handel	1,94	1,64	6,20	3,67
13. Verwaltung, Kunst, Gesundheit und Bildung	7,17	7,12	10,38	8,52
14. Freizeit/Hobby	4,46	3,28	7,85	5,56
<b>Summe</b>	<b>100,00</b> <i>(n= 516)</i>	<b>100,00</b> <i>(n= 548)</i>	<b>100,00</b> <i>(n= 790)</i>	<b>100,00</b> <i>(n= 1854)</i>

Anmerkung: Bildung des Gesamtdurchschnitts auf der Basis der absoluten Zahlen

Anstiege sind in folgenden Bereichen zu verzeichnen: 8. Sonstige Industrie, 12. Handel, 13. Verwaltung, Kunst, Gesundheit und Bildung sowie 14. Freizeit und Hobby.

Ein Absinken tritt dagegen in Erscheinung bei: 5. Chemische Industrie, 7. Schiffbau, 10. Transport- und Nachrichtenwesen sowie 11. Kfz-Reparatur.

Tabelle 3 veranschaulicht die Entwicklung des Anteils entzündeter Materialien. Auffällig sind die Anstiege bei Holz, Kunststoffen und Stoffgemischen. Eine rückläufige Entwicklung ist bei Metallen, brennbaren Flüssigkeiten und Gasen zu verzeichnen.



**Tabelle 3** Zeitliche Entwicklung des Anteils der Brände und Explosionen in Verbindung mit entzündeten Materialien und Stoffen

Entzündete Materialien und Stoffe	Anteile der Schadensfälle in %			
	70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Gesamtdurchschnitt
1. Metalle	2,25	2,04	0,71	1,60
2. Kohle	1,90	3,07	2,12	2,35
3. Holz	8,30	12,95	19,77	14,10
4. Kunststoffe	6,40	13,80	14,41	11,75
5. Papier	4,33	3,58	6,36	4,86
6. Stroh	4,33	4,26	5,51	4,75
7. Textilien	8,13	8,35	8,33	8,28
8. Brennbare Flüssigkeiten	24,57	24,87	16,53	21,61
9. Brennbare Gase	33,56	17,55	13,56	20,98
10. Mehrere Stoffe gleichzeitig	6,23	9,54	12,71	9,72
<b>Summe</b>	<b>100,00</b> (n=578)	<b>100,00</b> (n=587)	<b>100,00</b> (n=708)	<b>100,00</b> (n=1.873)

Anmerkung: Bildung des Gesamtdurchschnitts auf der Basis der absoluten Zahlen

**Tabelle 4** Zeitliche Entwicklung der Anteile manueller Verfahren an den Bränden und Explosionen

Verfahren	Anteile der Verfahren in %			
	70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Gesamtdurchschnitt
E-Handschweißen und Gasschweißen	48,38	47,47	44,03	46,45
Autogenes Anwärmen und Richten	4,13	6,08	4,89	5,03
Brennschneiden	35,84	35,60	21,48	30,32
Trennschleifen	2,95	2,61	9,78	5,44
Löten	1,62	2,32	5,90	3,49
Bitumschweißbahnen aufbringen	0,15	0,73	11,57	4,66
<b>Summe</b>	<b>93,07</b>	<b>94,81</b>	<b>97,65</b>	<b>95,39</b>

Anmerkung: Bildung des Gesamtdurchschnitts auf der Basis der absoluten Zahlen

Betrachtet man in einem weiteren Schritt die Entwicklung der verschiedenen Arbeitsverfahren (Tabelle 4), so fällt auf, dass

- die Verschiebungen von den 70er zu den 80er Jahren minimal sind und dass
- etwas größere Veränderungen von den 80er zu den 90er Jahren eintreten.

Hier sind vor allem zu nennen:

- die Abnahme des autogenen Brennschneidens bei gleichzeitiger Zunahme des Trennschleifens sowie
- die Zunahmen beim Löten und Aufbringen von Bitumschweißbahnen.

Eines ist allen drei Zeitbereichen gemeinsam: das absolute Vorherrschen handwerklicher Fertigungsverfahren mit ca. 95% Anteil trotz des für technische Entwicklungen riesigen dreißigjährigen Zeitraums.



Woran dies liegt, wird beim Vergleich der Tätigkeitsbereiche unter den Gesichtspunkten Neufertigung/Neubau und Rekonstruktion/Reparatur/Verschrottung deutlich.

- 80 bis 90% der erfassten Fälle liegen auf letztgenanntem Gebiet, für welches größtenteils nur thermische Verfahren mit niedrigem technologischem Niveau einsetzbar sind (Tabelle 5).
- Unter den geringen restlichen Anteilen der Neufertigung bzw. des Neubaus nimmt das Bauwesen einen beachtenswerten Platz ein. Im Baustellenbereich herrschen aber wiederum die handwerklichen Verfahren vor.

**Tabelle 5** Zeitliche Entwicklung der Tätigkeitsbereiche Neubau/Neufertigung sowie Rekonstruktion/Reparatur/Verschrottung

Tätigkeitsbereich	Anteile der Verfahren in %			
	70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Gesamtdurchschnitt
Neubau/Neufertigung	13,75	19,51	10,95	<b>14,30</b>
Rekonstruktion, Reparatur/Verschrottung	<b>86,25</b>	<b>80,49</b>	<b>89,05</b>	<b>85,70</b>
<b>Summe</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Anmerkung: Bildung des Gesamtdurchschnitts auf der Basis der absoluten Zahlen

Das heißt insgesamt, dass für Brände und Explosionen in Verbindung mit Schweiß-, Schneid- und verwandten Arbeiten weitestgehend der Reparatursektor bestimmend ist. Täglich werden in der Automobilindustrie Millionen von Schweißungen ausgeführt. Brände und Explosionen sind unbekannt. Im Schiffbau kommen täglich etliche Kilometer Schweißnähte zusammen. Schadensereignisse sind selten. In dieser Situation spiegelt sich zum einen die alte Regel der Sicherheitstechnik wider, dass mit zunehmendem technologischem Niveau tendenziell das Sicherheitsniveau steigt.

Zum anderen wird deutlich, dass unter den gegebenen Bedingungen Verhaltensforderungen im Arbeits- und Brandschutz (Nebenweg nach GNZA in der Unfallverhütung) eine herausragende Bedeutung besitzen. Und damit lässt sich die Frage im Thema des Vortrags beantworten:

**Es ist möglich und notwendig, aus den Fehlern anderer zu lernen!**

Dies lässt sich z. B. mit Hilfe von Fallbeispielen machen. Aber auch die Statistik leistet wertvolle Hilfe, weil mit ihr Gefahrenquellen und -schwerpunkte sichtbar gemacht werden können. Typische Eintrittsbedingungen für Brände, Explosionen und Unfälle, häufig auftretende Formen von Fehlhandlungen, aber auch mögliche Schadensfolgen in Form von Arbeitsunfällen und materiellen Verlusten gilt es, in der Arbeitsvorbereitung zu berücksichtigen und in Unterweisungen – wörtlich genommen – „an den Mann zu bringen“.

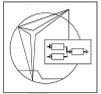
Wegen der nahezu gleichen Bedingungen, unter denen es seit Jahrzehnten zu Bränden und Explosionen beim Schweißen kommt, kann bei den weiteren Auswertungen auf eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Zeiträume verzichtet werden.

### **3 Erscheinungsformen von Schadensfällen, Eintrittsbedingungen, Schadensfolgen**

Anliegen der weiteren Ausführungen ist es, Gefahrenschwerpunkte zu verdeutlichen, die in der Arbeitsvorbereitung, bei der Ausführung, bei Unterweisungen sowie in der Kontrolltätigkeit Beachtung finden müssen.

- **Erscheinungsformen**

Die Schadensformen Brände und Explosionen treten nicht nur „entweder/oder“ auf, sondern teilweise auch zusammen. Dabei kann die Explosion im Verlauf eines Brandes auftreten oder aber auch als Initialzündung eines Brandes wirken. Folgende Verteilung wurde festgestellt:



Erscheinungsformen der Schadensfälle	Häufigkeitsanteile in %	
Explosionen	18,3	22,1
Explosionen in Kombination mit Bränden	3,8	
Brände ohne besondere Merkmale	62,0	77,9
Schwelbrände	15,9	

Der hohe Anteil der Explosionen an den Schadensfolgen erklärt mit das Ausmaß der Personenschäden, besonders der schweren und tödlichen Unfälle.

- **Eintrittsbedingungen**

Betrachtet man die bei Explosionen gezündeten Stoffe, so stehen Gase (56,57 %) an erster Stelle, gefolgt von brennbaren Flüssigkeiten (34,85 %) und Stäuben (8,58 %). Bei den Gasen handelt es sich überwiegend um die beim Schweißen eingesetzten Brenngase Acetylen und Propan, bei den brennbaren Flüssigkeiten um Reinigungsmittel sowie Treibstoffe und bei den Stäuben um Kohle. Unter den 450 Explosionen ist folgende Verteilung auf besondere Gegenstände bzw. Örtlichkeiten festzustellen:

Fässer	Tanks	Sonstige Gefäße und Behälter	Schränke Kisten	enge Räume, Gruben	Sonstige
10,4 %	<b>47,1 %</b>	19,6 %	4,0 %	9,6 %	9,3 %

Gerade bei den zuerst genannten beiden Rubriken kommt man in der Schadensauswertung sehr häufig zu dem Ergebnis: grenzenloser Leichtsin! Die Tragik ist dabei, dass mancher, der eine solche Explosion herbeigeführt hat, aus seinen eigenen Fehlern nicht mehr lernen kann ...

Auslöser vieler Brände und Explosionen sind Schweißspritzer und Funken (ca. 40 %). Sie erreichen auf direktem Wege nicht beräumtes Material in der Schweißgefährdungszone oder ungenügend gesicherte Konstruktionsteile. Der Weg von Schweißspritzern kann auch einer Odyssee gleichen, wenn er über Durchbrüche, Ritzen und Rohrleitungsstränge führt. In teilweise größeren Entfernungen von der Schweißstelle sind so Entzündungen möglich, nicht nur in Räumen neben oder unter dem Arbeitsplatz, sondern infolge Schlotwirkung (Fahrstuhlschächte, Rohrleitungsschächte, Hohlräume in Wänden und Dächern) auch oberhalb. Die Beispiele des Funkenflugs durch Öffnungen verschiedenster Art spielen bei 27,7 % der 2038 Fälle eine entscheidende Rolle.

Durchbrüche	Rohrdurchführungen	Ritzen, Fugen	Zwischendecken	offene Fenster und Türen	Schlotwirkungen	<b>Öffnungen insgesamt</b>
6,2 %	2,3 %	5,1 %	2,6 %	0,5 %	5,0 %	<b>27,7 %</b>

Gerade zur Schlotwirkung gibt es eine Reihe markanter Schadensfälle. Ich erinnere an Brandausbreitungen unter kupferbeplankten Dachhäuten von Türmen und Kuppeln, wie z. B. am Berliner Dom 1994, oder an die Brandkatastrophe auf dem Düsseldorfer Flughafen 1996.

Auf dem speziellen Gebiet der Schwelbrände sollen zunächst die betroffenen Materialien betrachtet werden. 281 der insgesamt 323 Fälle weisen Materialangaben auf. Setzt man die erstgenannte Zahl



mit 100 % an, so ergibt sich folgende Verteilung der Schwelbrände auf feste Stoffe, wobei Holz klar dominiert:

Kohle, Bitumen	Holz	Kunststoff	Papier, Pappe	Stroh, Futter	Textilien	Stoffgemische
5,3 %	43,1 %	11,0 %	7,8 %	7,8 %	8,2 %	14,2 %

Betrachtet man den Anteil der Schwelbrände innerhalb der jeweiligen Stoffgruppen, so nehmen sie bei Holz knapp die Hälfte, bei Kohle ein Drittel und bei Papier/Pappe, Stroh/Futter und Stoffgemischen jeweils fast ein Viertel der Fälle ein.

Die Schwelzeiten sind sehr unterschiedlich. Sie reichen von Bruchteilen einer Stunde bis hin zu mehreren Wochen. Der längste mir bekannte Schwelbrand, der innerhalb einer Holzdecke aufgetreten ist, dauerte 6 Wochen. Für die Gesamtzahl der Schwelbrände ergibt sich folgendes Bild in der zeitlichen Verteilung:

Wirtschafts- bzw. gesellschaftliche Bereiche	ohne Zeitangabe	Schweldauer in Stunden					Summe
		< 2	>2 bis 6	>6 bis 12	>12 bis 24	>24	
Insgesamt:							
Anzahl	100	89	74	38	15	7	323
Anteil in %	31,0	27,5	22,9	11,8	4,6	2,2	100
				<b>18,6</b>			

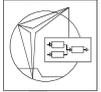
Diese Aufschlüsselung, die sich in ihrer Gesamtheit nur unwesentlich von den Darstellungen einzelner Wirtschaftsbereiche, z. B. dem Bauwesen oder dem Handwerk unterscheidet, macht deutlich, dass fast ein Fünftel der Schwelbrände zu Zeitpunkten in einen offenen Flammenbrand umschlägt, die jenseits sorgfältig und gewissenhaft durchgeführter Nachkontrollen liegen.

Nun wäre sicherlich die Schlussfolgerung unrealistisch, in Zukunft 12 oder 24 Stunden lang Nachkontrollen in Verbindung mit Schweißarbeiten zu fordern. An Arbeitsstellen jedoch mit sehr hohem Gefährdungspotenzial für Menschen (Pflegeheime, Krankenhäuser), für materielle Werte (Kaufhäuser mit Warenbeständen im Wert von -zig Mio. DM, Einrichtungen mit High-Tech-Ausstattung) oder für Kulturgüter (Schlösser, Museen, Kirchen, Theater) ist dagegen ein zusätzlicher Aufwand allemal gerechtfertigt.

#### • Schadensfolgen

Unter den Schadensfolgen sollen zunächst Arbeitsunfälle in Verbindung mit den analysierten Bränden und Explosionen betrachtet werden. Von den 2.038 Schadensereignissen waren 567 (28 %) mit Unfällen verbunden, dabei kamen mindestens 1.497 Personen zu Schaden. Die Aussage „mindestens“ bezieht sich auf den Umstand, dass manche Datenquellen unpräzise von „mehreren“ Verletzten berichten. In solchen Fällen wurden 2 Verunfallte angesetzt. Die Verteilung der Unfälle über die drei Jahrzehnte nähert sich an die Verteilung der Schadensereignisse an. Die Unfallbilanz ist erschreckend.

Leichte u. mittelschwere Unfälle sowie solche ohne nähere Angaben	Schwere Unfälle	Tödliche Unfälle	Gesamtzahl
834	212	451	1.497



Ebenso bedrückend ist die materielle Seite der betrachteten Schäden. Für die 70er und 80er Jahre wurden Schadenssummen jeweils unter 1 Milliarde DM ermittelt, wobei ein Vergleich mit den 90er Jahren die Beachtung der Inflationsrate erfordert. In den 90er Jahren muss aber auch besonders die zunehmende Wertkonzentration in Betriebsstätten, Wohnungen, Verkehrseinrichtungen usw. bedacht werden.

Materielle Schäden			
70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	Insgesamt
847 Mio. DM	760 Mio. DM	2.015 Mio. DM (ohne 49 Fälle aus den USA)	3.622 Mio. DM

Hinweise auf konkrete personengebundene Ursachenfaktoren für die eingetretenen Schadensfälle, speziell zu Fehlhandlungen, gab es nur in etwa zwei Dritteln der Ereignisse. Einige markante Positionen sollen nachfolgend genannt sein. Sie machen Ansatzpunkte für Präventionen sichtbar.

- In 575 Fällen bewertet der Verfasser das Verhalten der Beteiligten als grob leichtsinnig, wobei in 215 Ereignissen die Gefahren offensichtlich waren.
- 173 mal wurden Gefahren nicht erkannt, was zumindest teilweise der Arbeitsvorbereitung anzulasten ist.
- Brandposten fehlten in 44 Fällen, 80 mal entfernten sie sich unerlaubt oder wesentlich zu früh.
- Notwendige Nachkontrollen unterblieben in 41 Fällen.
- 33 mal wurden Weisungen missachtet und unzulässige Arbeiten eigenmächtig durchgeführt.
- An 50 Schadensfällen waren Kinder und Jugendliche beteiligt.
- Qualifikationsdefizite und Technologiemängel schlugen mit 45 bzw. 60 Beispielen zu Buche.
- 30 mal waren Feuerlöscher defekt, 7 mal kamen infolge Verwechslung ungeeignete „Löschmittel“ zum Einsatz, z. B. Waschbenzin anstelle von Wasser.

#### 4 Schlussbemerkungen

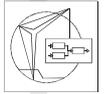
Die Fülle der Informationen darüber, was alles in Verbindung mit Schweiß-, Schneid- und verwandten Arbeiten zu Bränden und Explosionen führen kann, macht es im wahrsten Sinne des Wortes **lebens-**notwendig, zum Klugwerden möglichst umfassend sowohl positive als auch negative Erfahrungen anderer zu nutzen. Das kann man natürlich nur, wenn diese Erfahrungen zugänglich sind.

Das Bemühen, solche Erfahrungen zu verbreiten, hat einen wesentlichen Teil meines Berufslebens und ganz besonders auch meiner Freizeit bestimmt, wie sich aus dem hinteren Teil des vorliegenden Tagungsheftes unschwer vermuten lässt.

In wenigen Tagen trete ich in den Ruhestand. Das Wort „Ruhe“ beziehe ich darauf, ungestört noch allerhand zu Papier zu bringen, was dem Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz dient – getreu meinem Motto, nach welchem ich stets in der Forschung gehandelt habe:

**Reden ist Silber,  
Schreiben ist Gold!**





# Qualität und Sicherheit auf Baustellen und im Schweißbetrieb

Die nachfolgenden Beiträge sind  
Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbenack  
anlässlich seines Ausscheidens  
aus dem aktiven Berufsleben gewidmet.

*Dr.-Ing. Dieter Uhlig*

**Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen – Technische Maßnahmen und Maßnahmen nach Baustellenverordnung ..... 71**

*Dipl.-Psych. Barbara Weißgerber*

**Stressabbau und Stressmanagement für Bauleiter ..... 73**

*Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Woywode, Doz. Dr.-Ing. Fritz Weikert*

**Qualitäts- und Sicherheitsprobleme in der Schweißtechnik ..... 79**

*Dr.-Ing. Wolfgang Möckel, Architekt Dipl.-Ing. Alexander Unger*

**Hinweise zur qualitätsgerechten Planung und Ausführung von Estrich- und Fußbodenkonstruktionen im Wohn-, Gesellschafts- und Industriebau ..... 93**

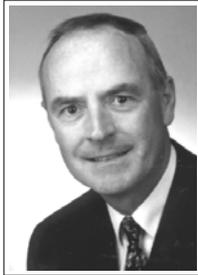
*Prof. Dr. Manfred Beyer, Obering. Alfred Istel, Dipl.-Ing. Hermann Kunze*

**Das HDW-System der Genaufertigung  
Beherrschung der Schweißschrumpfungen – ein wesentlicher Faktor  
für Wirtschaftlichkeit und Qualität ..... 101**

*Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbenack*

**Bibliographie zu Problemen der Qualität und Sicherheit auf Baustellen  
und im Schweißbetrieb ..... 113**





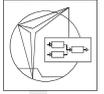
## **Dr.-Ing. Dieter Uhlig**

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dresden

# **Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen**

## **Technische Maßnahmen und Maßnahmen nach Baustellenverordnung**

---



In Deutschland entfallen fast 12 Prozent des Bruttoinlandsproduktes auf Bauinvestitionen. Absolut sind dies fast 460 Mrd. DM, die jährlich von den rund 2 Millionen in der Bauwirtschaft tätigen Menschen (davon 1,3 Mio. im Bauhaupt- und 0,7 Mio. im Ausbau- und Bauhilfsgewerbe) erbracht werden.

Diesen positiven Zahlen steht gegenüber, dass die Arbeitsbedingungen auf dem Bau gravierende Mängel aufweisen. Die Beschäftigten sind vielfach erheblichen Gefährdungen und Belastungen ausgesetzt. Daraus resultieren eine hohe Unfallquote, auch viele Unfälle mit tödlichem Ausgang, und ein sehr hoher Anteil von Beschäftigten, die aus gesundheitlichen Gründen vorzeitig aus dem Berufsleben ausscheiden müssen. Allein die Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft haben 1998 mehr als 3 Mrd. DM an Entschädigungsleistungen für Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten ihrer Versicherten gezahlt. Hinzu kommen noch die Verluste aufgrund von Arbeitsausfallzeiten, die nach Schätzungen mit rund 3 Mrd. DM beziffert werden.

Durch Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes lassen sich die Anzahl und die Schwere von Unfällen, desgleichen auch die Häufigkeit und die Schwere von Erkrankungen, die durch schlechte Arbeitsbedingungen verursacht oder begünstigt werden, reduzieren. Auch die Anzahl und das Ausmaß von Sachschäden, die im Zusammenhang mit Unfällen oder Bränden auf dem Bau entstehen, werden durch präventive Sicherheitsmaßnahmen reduziert. Hinzu kommt, dass viele Sicherheitsmaßnahmen arbeitserleichternd und produktivitätsfördernd wirken. So schaffen z. B. Absturzsicherungen für auf Dächern arbeitende Leute die Voraussetzung dafür, dass diese ihr Leistungspotenzial voll ausschöpfen und ebensolche Leistungen wie zu ebener Erde erbringen können.

An der Fakultät Bauingenieurwesen der Bauhaus-Universität Weimar engagierte sich Herr Professor Dr.-Ing. habil. Karl-Dieter Röbenack in den zurückliegenden 25 Jahren für das Gebiet der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei Bauarbeiten. Die wissenschaftliche Arbeit seines Teams gründete sich auf die tief schürfende statistische Auswertung des Unfallgeschehens. Für die sich daraus ergebenden Unfallschwerpunkte stellte er eine breite Palette technischer Lösungen bereit, Prinziplösungen für das sichere Arbeiten in verschiedenen Gewerken. Großen Raum nahmen sicherheitstechnische bzw. technologische Lösungen zur Vermeidung von Unfällen und Bränden bei Schweiß- und Schneidarbeiten ein. Jedoch wurden darüber hinaus sicherheitstechnische und technologische Lösungen auch für viele andere typische Arbeiten im Hochbau, Tiefbau und Ausbau entwickelt. Der Verfasser dieses Beitrages betrachtet die Fülle dieser Arbeitsergebnisse, die sich vor allem durch hohe Praktikabilität auszeichnen, mit größter Hochachtung!

Analysen auf deutschen Baustellen sowie auf Baustellen in anderen europäischen Ländern haben gezeigt, dass unterlassene sicherheitstechnische Maßnahmen bzw. sicherheitstechnische Mängel nahezu stets auf mangelhafte Vorbereitung und auf Organisationsmängel bei der Baudurchführung zurückzuführen sind.

Bereits im Jahr 1992 hat daher der Rat der Europäischen Gemeinschaft die sog. Baustellenrichtlinie (RL 92/57/EWG) verabschiedet, die auf die Einhaltung von Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz auf dem Bau abzielt. Durch die Umsetzung der Richtlinie in allen Ländern der Europäischen Union sollen auch vergleichbare Bedingungen für Bauinvestoren in den europäischen Ländern erreicht und Wettbewerbsverzerrungen vermieden werden.



Mit dem Erlass der „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen“ (Baustellenverordnung) vom 10.06.1998 (BGL I S. 1283) wurden diejenigen Festlegungen der europäischen Richtlinie, die nicht bereits durch das Arbeitsschutzgesetz und nachgeordnete Verordnungen (z. B. die Arbeitsstättenverordnung) in Deutschland gesetzlich geregelt waren, in deutsches Recht überführt.

Kernpunkte der Baustellenverordnung sind:

- Bei der Planung eines Bauvorhabens sind die allgemeinen Grundsätze nach § 4 des Arbeitsschutzgesetzes zu berücksichtigen. Dazu zählt u. a., dass Gefährdungen durch arbeitsgestalterische Maßnahmen vermieden und Gefahren an der Quelle bekämpft werden, dass individuelle Schutzmaßnahmen nachrangig zu anderen Maßnahmen getroffen, spezielle Gefahren für besondere Beschäftigungsgruppen, z. B. für ausländische Arbeitnehmer, berücksichtigt und den Beschäftigten geeignete Anweisungen erteilt werden.
- Baustellen, die länger als 30 Tage und mit mehr als 20 Beschäftigten betrieben werden, müssen rechtzeitig vor ihrer Einrichtung der zuständigen Behörde vorangekündigt werden.
- Für solche größeren Baustellen und für solche, wo gefährliche Arbeiten ausgeführt werden, müssen Sicherheits- und Gesundheitsschutzpläne erstellt werden.
- Für Baustellen, auf denen Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber tätig werden, sind ein oder mehrere Koordinatoren zu bestellen, deren Aufgabe darin besteht, diejenigen Arbeiten der beteiligten Firmen zu koordinieren, die die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf der Baustelle beeinflussen.
- Durch den Koordinator ist während der Planung der Ausführung des Bauvorhabens eine Unterlage mit den erforderlichen, bei möglichen späteren Arbeiten an der baulichen Anlage zu berücksichtigenden Angaben über Sicherheit und Gesundheitsschutz zusammenzustellen.

Als Veranlasser eines Bauvorhabens trägt der Bauherr die Verantwortung für dieses Vorhaben. Deshalb ist er auch zur Einleitung und Umsetzung der in der Baustellenverordnung verankerten Maßnahmen sowohl bei der Planung der Ausführung als auch bei der Koordinierung der Bauausführung verantwortlich.

Seit dem Erlass der Baustellenverordnung wurde von einigen privaten aber auch von öffentlichen Bauherren die Befürchtung geäußert, dass sich mit der Erfüllung der durch die Baustellenverordnung gestellten Forderungen die Baukosten erhöhen. Inzwischen hat sich in einer Vielzahl von Bauvorhaben herausgestellt, dass die durch die Baustellenverordnung verursachten zusätzlichen Kosten stets weniger als ein Prozent der Baukosten betragen. Dem standen jedoch vielfältige positive Effekte, auch für den Bauherren, gegenüber, wie etwa

- bessere Kostentransparenz, indem schon in der Ausschreibung auf die Möglichkeit gemeinsam nutzbarer sicherheitstechnischer und gesundheitlicher Einrichtungen auf der Baustelle verwiesen wird, deren nachträgliche und mehrfache Berücksichtigung die Baukosten erhöhen würde.
- Verbesserung des Bauablaufs, indem Störungen vermieden, das Risiko von Terminüberschreitungen verringert und die Qualität der Bauleistungen erhöht werden.
- Verringerung der Kosten für spätere Instandhaltungsarbeiten am Bauwerk, indem schon bei der Planung der Ausführung Vorkehrungen für spätere Arbeiten berücksichtigt werden.

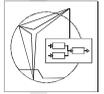
#### **Literatur:**

Erläuterung zur Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Fassung: 15. Januar 1999). Herausgeber: Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung, Referat Öffentlichkeitsarbeit, April 1999.



## **Dipl.-Psych. Barbara Weißgerber**

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dresden



# **Stressabbau und Stressmanagement für Bauleiter**

---

Mit einem Forschungsprojekt, das die psychische Belastungssituation von Bauleitern in den Mittelpunkt stellte, hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin weitgehend Neuland im Bausektor beschritten. Traditionell werden für die Bauwirtschaft eher die „klassischen“ Gefährdungen und Belastungen, z. B. körperlich schwere Arbeit, Witterungseinflüsse, Lärmbelastung, thematisiert. Jedoch bewirken Faktoren, wie Einsatz neuer Technik und Technologien, verstärkte Arbeitsteiligkeit und Wettbewerbsdruck, zunehmende psychische Anforderungen an die Beschäftigten – ganz besonders im Bereich der Führung, Planung und Koordinierung.

Deshalb wurde exemplarisch die Berufsgruppe der Firmenbauleiter untersucht, um aus der Ermittlung der psychischen Belastung und Beanspruchung dieser Zielgruppe Vorschläge zur Anforderungsoptimierung und Gesundheitsförderung zu unterbreiten.

### **Arbeitsanforderungen von Bauleitern**

Kennzeichnend für das Anforderungsbild von Bauleitern sind eine große Aufgabenvielfalt (ingenieurtechnische, ökonomische, unternehmerische und Führungsaufgaben), ein hoher Anteil operativer Tätigkeit (Reagieren auf unerwartete Situationen), hohe Verantwortung für Menschen und Sachwerte und nicht zuletzt die so genannte „Sandwichposition“ mit der Anforderung, zwischen den unterschiedlichen Interessen (etwa von Firmenleitung, Kunden, Behörden, Anwohnern) auszugleichen. Inwieweit sich diese Anforderungen in beruflichen Stress niederschlagen, wurde anhand von strukturierten Interviews mit 70 Bauleitern und 36 beruflichen Kooperationspartnern untersucht, wobei Baubetriebe unterschiedlicher Größe, Spartenzugehörigkeit und regionaler Ansiedlung Berücksichtigung fanden. Die Befragungen wurden durch Arbeitsanalysen vor Ort ergänzt.

### **Stressoren und Ressourcen**

Als wichtigste stressauslösende Faktoren im Arbeitsalltag der Bauleiter ergaben sich (in absteigender Rangfolge):

- Kostendruck,
- Arbeiten unter Zeitdruck,
- Unterbrechungen der Arbeit,
- Störungen des Bauablaufs,
- Entscheiden ohne ausreichende Informationsgrundlage,
- zu großes Arbeitspensum,
- Vielzahl behördlicher Vorschriften,
- störende Arbeitsbedingungen im Büro,
- zu wenig Zeit für Familie und Freunde,
- häufige Pkw-Fahrten.



Diese Stressoren wirken sich in Stresssymptomen aus, die kurz- wie langfristig nicht nur negative Folgen für die Bauleiter selbst, sondern auch für die Baubetriebe und die dort Beschäftigten haben. Häufige Angaben zum Befinden waren, dass man sich angespannt, ungeduldig, nervös, „unter Druck“ fühlte. Längerfristige Folgeerscheinungen waren besonders eine eingeschränkte Erholungsfähigkeit (Schwierigkeiten, in der Freizeit oder im Urlaub abzuschalten; Ein- und Durchschlafprobleme), anhaltende Niedergeschlagenheit oder Erschöpfung. Nach Aussage der Bauleiter selbst führt Arbeitsüberlastung

- zur häufigen oder dauernden Vernachlässigung wichtiger Aufgaben (bei über 20 % der Befragten!),
- zu Fehlern durch unzureichende Arbeitsanweisungen,
- zu Vergesslichkeit und ähnlichen Ausfällen.

Daraus ergeben sich negative Folgen auch für das wirtschaftliche Gesamtergebnis des Bauunternehmens.

Als Gegenpol zu den Stressoren wurden aber auch die Ressourcen zur Anforderungsbewältigung betrachtet. Als Ressourcen werden unterstützende Faktoren bezeichnet, mit denen die Zielverwirklichung erleichtert und die Wirkung negativer, potenziell stresserzeugender Einflüsse zurückgedrängt werden.

Als wesentliche Ressourcen wurden bei der untersuchten Stichprobe gefunden:

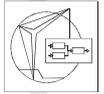
- a) Berufserfahrung  
Erfahrungen mit erfolgreichen Aufgabenbewältigungen helfen, sich in ähnlichen Situationen zu orientieren, und ermöglichen mehr Gelassenheit und Selbstvertrauen bei der Problemlösung. Störungen, Zeitdruck und hohe Verantwortung wurden von Bauleitern stärker als Stressoren erlebt, wenn die Berufserfahrung noch recht begrenzt war.
- b) Soziale Unterstützung  
Speziell die Unterstützung durch den Vorgesetzten, durch andere Bauleiter und durch die Poliere wurden als deutlich stressreduzierend nachgewiesen.
- c) Positive Bewertung des Berufes und der Arbeitsergebnisse  
Rund 85 % der befragten Bauleiter waren mit ihrem Beruf sehr oder überwiegend zufrieden. Wichtige Aspekte bei dieser positiven Gesamtbewertung waren:
  - Spielraum bei der Gestaltung der eigenen Tätigkeit,
  - abwechslungsreiche Aufgaben,
  - Kontakt mit vielen Menschen,
  - Erfolgserlebnisse durch sichtbare Arbeitsergebnisse.

### **Maßnahmen zur Stressverminderung**

Die Erkenntnisse zu Stressoren und Ressourcen sowie direkte Vorschläge und Anregungen der Bauleiter wurden in Empfehlungen für stressvermindernde Maßnahmen umgesetzt. Grundlage dafür war ein zweiseitiger Ansatz, der sowohl die betrieblichen als auch die personellen Faktoren berücksichtigt.

In Stress-Situationen sieht der Einzelne Anforderungen an sich gestellt, die er anerkennt, die aber, seiner Bewertung nach, seine Leistungsmöglichkeiten übersteigen. Diese Anforderungen können von außen, von seiner Arbeitseinbindung her, gesetzt sein; sie können auch durch innere Ansprüche und Wertmaßstäbe (z. B. Perfektionismus oder der Wunsch, es allen recht machen zu wollen) erzeugt oder verschärft werden. Entsprechend müssen sich stressvermindernde Maßnahmen

- sowohl auf den Bereich der am Arbeitsplatz gesetzten Anforderungen:  
Arbeitsorganisation, Arbeitsinhalte, ergonomische Bedingungen
- als auch auf den Bereich der Person: fachliche Leistungsvoraussetzungen, soziale Kompetenz, persönliche Wertehierarchie, Erwartungen und Maßstäbe



beziehen. Damit sind das Unternehmen und der einzelne Beschäftigte gleichermaßen gefordert, und dies nicht in einem Neben-, sondern einem Miteinander. Wenn das Unternehmen etwa technische oder organisatorische Maßnahmen zum Stressabbau (z. B. Verbesserung der technischen Ausstattung, Sicherung des Informationsflusses zwischen den Abteilungen, Aufgabenabgrenzung) realisieren will, ist es auf die Mitwirkung oder zumindest Akzeptanz der Beschäftigten angewiesen.

Ebenso sind Qualifizierungsmaßnahmen, die den Beschäftigten zu einer besseren Aufgabenbewältigung befähigen und somit entlasten, zwar primär Sache des jeweiligen Beschäftigten; sie können aber vom Unternehmen, z. B. durch Freistellung oder Kostenübernahme, in wesentlichem Maße gefördert werden.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen gliedern sich in die Bereiche Stressprävention, Stressbewältigung und Stressabbau.

**Stressprävention** – d. h. die vorbeugende Verhinderung von Stress-Situationen – umfasst technisch-organisatorische Maßnahmen im Unternehmen, die den Bauleiter entlasten, wie:

- gute Ausstattung mit technischen Hilfsmitteln (z. B. Software für Abrechnung und Arbeitskoordination),
- Verbesserung der Zusammenarbeit mit inner- und außerbetrieblichen Partnern, z. B. klare Absprachen über Entscheidungsbefugnisse und Zuständigkeiten, verbesserter Informationsfluss, Konfliktvermeidung durch Transparenz bei der betrieblichen Geräte- und Personaldisposition,
- Delegation von Aufgaben, die nicht zwangsläufig der Bauleiter übernehmen muss.

Dazu kommen Qualifizierungsmaßnahmen für den Bauleiter:

- Ausbau persönlicher Kompetenzen durch gezielte Fortbildungen über ingenieurtechnische Themen hinaus: z. B. Umgang mit Konflikten, professionelles Verhandeln, rechtliche Fragen bei der Bauausführung.

Guter Arbeitsschutz auf der Baustelle dient ebenfalls der Stressprävention, da Sorgen wegen der Sicherheit und erst recht ein eingetretener Unfall als erhebliche Stressauslöser festgestellt wurden!

Maßnahmen der **Stressbewältigung** dienen dem Eindämmen der Stressreaktion, die z. B. Unruhe, Reizbarkeit, Unkonzentriertheit auslöst und dadurch eine bereits eingetretene Stress-Situation noch verschärfen kann. Hilfreiche Bewältigungspraktiken richten sich z. B. auf

- Kurzpausen zum Ruhigwerden und zur Konzentration,
- stressmindernde Einstellungen und Bewertungen
  - seitens des Bauleiters etwa: Vergegenwärtigen von positiven Erfahrungen und von erreichten Erfolgen,
  - seitens der Firma etwa: Anerkennung und soziale Rückendeckung für den Bauleiter,
- den richtigen Umgang mit Ärger: Konfliktursachen und -lösungen suchen, statt „Porzellan zu zerbrechen“,
- mitmenschliche, besonders kollegiale Kontakte für Austausch und Hilfe.

**Stressabbau** – d. h. der notwendige Ausgleich nach durchlebten Stress-Situationen – kann durch körperliche Bewegung (zum „Abarbeiten“ der Stressreaktion), durch aktive Entspannung und Abstandgewinnung erreicht werden.

Dies betrifft im Wesentlichen die Freizeitgestaltung des einzelnen Bauleiters. Jedoch können auch hier vom Unternehmen wichtige Impulse für individuelle Aktivitäten ausgehen: insbesondere durch Gewährleistung eines entsprechenden Freizeitrahmens und durch Angebote im Bereich des Sports oder anderweitiger Gesundheitsförderung.

Die hier im knappen Überblick dargestellten Maßnahmenvorschläge wurden zu einem Handlungsleitfaden aufbereitet, der durch einen Vorspann zur Vermittlung von Grundlagenwissen (ohne Berufsspezi-



fik) zum Thema „Stress“ ergänzt wurde. Das Material wurde Interessenten als kostenlose Broschüre der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin zugänglich gemacht.

## Evaluierung

Wie sind die Forschungsergebnisse von der Zielgruppe aufgenommen worden, was haben sie bewirkt? Zu dieser Frage wurde im Sommer 2000 eine bundesweite Evaluierungsstudie durchgeführt, die rund 140 Bauleiterinnen und Bauleiter einbezog. Geprüft wurden vor allen Dingen der Lerngewinn und der Verhaltenstransfer, also die Umsetzung in den Arbeitsalltag.

Der höchste Lerngewinn wurde bei den Grundlageninformationen über Entstehung, Wirkungsweise und Folgen von Stress erreicht. Diese Inhalte wurden direkt wirksam in der Prüfung des eigenen Verhaltens und im Überdenken von Wertigkeiten. So war für ca. 50 % der Befragten die Auseinandersetzung mit dem Handlungsleitfaden der Auslöser für einen veränderten, bewussteren Umgang mit dem eigenen Stress im Beruf.

Die dargestellten Bewältigungspraktiken erzielten einen weniger großen Lerngewinn; insbesondere waren individuelle Wege zum Stressabbau wenig lernträchtig. (Dies spricht dafür, dass populärwissenschaftliche Informationen, die von Krankenkassen, Gesundheitsmagazinen u. ä. breit vermittelt wurden, bereits „angekommen“ waren.)

In den Maßnahmenbereichen „Stressprävention“ und „Stressbewältigung“ waren Schwerpunktthemen, für die ein hoher Verhaltenstransfer ermittelt wurde:

- Verbesserung der Zusammenarbeit mit außerbetrieblichen Partnern,
- Ausbau persönlicher Kompetenzen,
- Entwicklung stressmindernder Einstellungen und Bewertungen,
- richtiger Umgang mit Ärger.

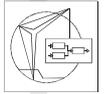
Die Übertragung von Erkenntnissen in den Berufsalltag zeigte aber auch deutliche individuelle Unterschiede. Höhere Transfer-Werte fanden sich bei denjenigen,

- die aufgrund der betrieblichen und/oder persönlichen Situation einen höheren Leidensdruck hatten (z. B.: erhöhter Arbeitsdruck, geringe Berufserfahrung, erste gesundheitliche Probleme),
- die selbst aktiv geworden waren, um den Handlungsleitfaden zu erhalten,
- die ein balanciertes, nicht einseitig auf Arbeit zentriertes Wertgefüge aufwiesen.

In diese Richtung gingen auch die Antworten auf die Frage, welche Faktoren vom Individuum her förderlich für den Verhaltenstransfer waren. Als förderliche Faktoren auf der Unternehmensebene wurden die soziale Unterstützung durch Firmenleitung, Kollegen und Betriebsrat, klare Absprachen innerhalb der Firma und gute technische Voraussetzungen genannt. Demgegenüber erwiesen sich als hemmend für den Verhaltenstransfer die eigene Trägheit und Inkonsequenz als individueller Faktor sowie die fehlenden Hilfestellungen im Unternehmen.

Um den Unternehmensnutzen der Maßnahmen zu bestimmen, wurde eine monetäre Schätzung versucht. Dafür wurde eine Modellrechnung aus dem Bereich der betrieblichen Gesundheitsförderung zugrunde gelegt, wobei der Bruttonutzen (ermittelt aus Einzelschätzgrößen, wie Ausmaß der bewirkten Veränderungen, Anteil der beeinflussten Leistungskomponenten an der Gesamtleistung, erwartete Effektdauer der Veränderung) und die entstandenen Kosten ins Verhältnis gesetzt werden. Bei insgesamt vorsichtig angesetzten Schätzwerten wurde errechnet, dass für 1,- DM, die in die Entwicklung des Handlungsleitfadens investiert wurde, ein Nettonutzen von 1,60 DM entstand.

## Ausblick



Wie die hier kurz referierten Untersuchungen bei Bauleitern belegen, besteht an Handreichungen zur Stressverminderung ein Bedarf, und ebenso ist ein spürbarer Nutzen für derartige Maßnahmen nachweisbar. Da Bauleiter eine Schlüsselposition für Arbeitsbedingungen, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der betreuten Baustellen haben, erreicht man mit stressvermindernden Maßnahmen für diese Personengruppe auch eine Breitenwirkung im Unternehmen.

Zu erwägen ist, ob entsprechende Informationen nicht bereits in der Fachausbildung für Bauingenieure einbezogen werden sollten. Die befragten Bauleiter zeigten sich von der Ausbildung her gut vorbereitet für ihre ingenieurtechnischen Aufgaben. Nicht technische Befähigungen für die Bauleitertätigkeiten wie Umgang mit Stress, Bewältigung von Ärger und Konflikten, Probleme der Führungstätigkeit mussten weitgehend im Prozess der Berufsausübung erworben werden, wobei sich bei fehlender inhaltlicher Unterstützung auch mangelhafte Bewältigungspraktiken verfestigen können.

Ausbildungsangebote der Hochschulen, die sich auf die genannten nicht technischen Kompetenzen richten, können somit zur Gesundheit, zur Leistungsfähigkeit und zum beruflichen Erfolg der künftigen Bauleiter beitragen.

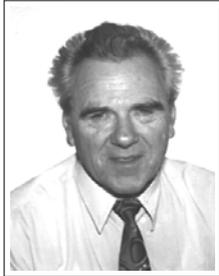
## Literaturhinweise:

Strobel, G.; v. Krause, I.: Psychische Belastung von Bauleitern. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschungsbericht Fb 778, Dortmund 1997

Strobel, G.; v. Krause, J.; Weißgerber, B.: Bauleitung ohne Stress. Ein Leitfaden zum Stressabbau und Stressmanagement für Bauleiter und ihre Kooperationspartner. Reihe Gesundheitsschutz, Nr. 18, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 1997

Fritz, S.; Hermann, M. und Wiedemann, J.: Mehrdimensionale Evaluation eines Handlungsleitfadens am Beispiel der Broschüre „Bauleitung ohne Stress“. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschungsbericht im Druck, Dortmund 2001





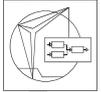
**Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Woywode**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Doz. Dr.-Ing. Fritz Weikert**

Beyendorf

## **Qualitäts- und Sicherheitsprobleme in der Schweißtechnik**



### **0 Einleitung**

Qualitäts- und Sicherheitsprobleme begleiten jeden Produktionsprozess. Über bestehende Zusammenhänge zwischen Qualität und Sicherheit, deren Kenntnis beispielsweise für die Vorbereitung und Leitung von Produktionsprozessen sowie für die Aus- und Weiterbildung von Fachleuten von großem Interesse wäre, gibt es bisher wenig verlässliche Informationen. Der Einfluss technischer Entwicklungen auf das Unfallgeschehen ist unstrittig, wobei tendenziell gilt, dass mit wachsendem technologischem Niveau auch das Sicherheitsniveau von Produktionsprozessen ansteigt.

Der Begriff „Sicherheit“ bezieht sich dabei auf den Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz im weitesten Sinne, wobei Havarie- und Explosionsschutz impliziert sein sollen [1].

Qualität ist die Summe aller Merkmale und Eigenschaften, die ein Produkt oder eine Dienstleistung zum Erfüllen vorgegebener Forderungen geeignet macht [ISO 8402]. Die bisher traditionelle Auffassung des Inhaltes der Qualität als

- Qualität der Produkte – Produktionsorientierung,
- Qualität der Arbeitsabläufe und -verfahren,
- Qualität der Arbeitsbedingungen,
- Qualität der Außenbeziehungen

wird zunehmend erweitert um die Bereiche

- Prozessorientierung (Arbeitsorganisation),
- Tätigkeitsorientierung (Unternehmensethik) sowie
- Umweltorientierung (Markt- u. Kundenbedürfnisse)

und ist in diese komplexe Betrachtungsweise einzubeziehen. Die Sicherheit ist dabei als Bestandteil der Qualität zu betrachten. Qualität ist also nicht nur eine Frage des konstruktiven Details, der technologischen Vorbereitung, der Vorfertigung und der Bauausführung, sondern auch der Erzeugnisentwicklung, des Projekts und der Kundenwünsche. Man hat daher auch international gute Ergebnisse mit der Ausarbeitung und Nutzung komplexer Qualitätssicherungs- (QSS) und Qualitätsmanagementsysteme (QMS) erreicht, in die der Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz integriert ist.

Ergebnisse über qualitative und quantitative Untersuchungen von Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit im Industrie- und Spezialbau werden von NOWAK [2] dargestellt.

Von grundsätzlicher Bedeutung ist die Feststellung, dass es zwischen Unfällen und Schadensfällen einerseits sowie Qualitätsmängeln andererseits in einem Umfang von etwa 50% Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge gibt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen RÖBENACK und SCHÜLER [3] bei Untersuchungen zu Absturzunfällen in Verbindung mit Abbrucharbeiten, wobei

- Beeinträchtigung der Standsicherheit bei Bauwerken,
- unsachgemäß ausgeführte Arbeiten,
- Mängel in der technologischen Vorbereitung



Schwerpunkte darstellen. Eine Analyse von ca. 600 Schadensfällen in [4] ergab, dass 75 % durch Pflichtverletzungen von Menschen und menschliches Versagen verursacht wurden. Drei Viertel der Tragwerksschäden sind also auf den Faktor Mensch zurückzuführen.

Ähnliches ergab sich bei statistischen Untersuchungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin für den Zeitraum 1995–1997. Danach lagen die Ursachen der tödlichen Instandhaltungsunfälle rund 50 % in Verhaltensfehlern und 30 % in Organisationsmängeln [3]. Diese Ergebnisse stimmen in ihrer Tendenz mit einer Reihe von Aussagen überein, die in den letzten Jahren nicht speziell für das Bauwesen, sondern allgemein für die Industrie oder Teilgebiete getroffen wurden.

Aus dieser Tatsache lässt sich sowohl bei der Unfall- und Brandverhütung als auch bei der Qualitätssicherung Nutzen ziehen. An Hand einiger Beispiele soll im Beitrag gezeigt werden, wie durch Qualitätserhöhung auch die Sicherheit erhöht und Schadensfälle, Unfälle, Gesundheits- und Brandgefahren beim Schweißen vermindert werden können:

1. Durch Verlagerung der Außenmontage in den Fertigungsbetrieb in Verbindung mit Qualitätssicherungssystemen (QSS);
2. durch qualifizierte Arbeitsvorbereitung und Unterweisung – Verminderung des Schwerpunktes Absturzunfälle;
3. durch verbesserten vorbeugenden Gesundheits- und Arbeitsschutz Verringerung der Berufskrankheiten, insbesondere von Atemwegserkrankungen;
4. durch konkrete Brandschutzmaßnahmen – Senkung der Brandgefahr sowie
5. durch Schadensanalysen, um ein Wiederholen solcher Schäden bei der Beseitigung von technischen und menschlichen Versagensursachen weitgehend auszuschließen.

## 1 Verlagerung der Außenmontage in den Fertigungsbetrieb in Verbindung mit QSS

Während die bisher gefertigten Dampfrohrenkalzinatoren in transport- und montagefähigen Baugruppen ausgeliefert und in der Außenmontage beim Auftraggeber montiert wurden, sind die 400t/d – Dampfrohrenkalzinatoren neu konstruiert und komplett bis zum fertigen Erzeugnis im Betrieb montiert worden (Bild 1). Hierdurch wurde eine Verringerung des Außenmontageanteils, eine Verringerung der Unfallgefahr bei der Außenmontage und eine Verbesserung der Qualität erreicht.



Bild 1 Dampfrohrenkalzinator 400t/d, im Betrieb komplett montiert

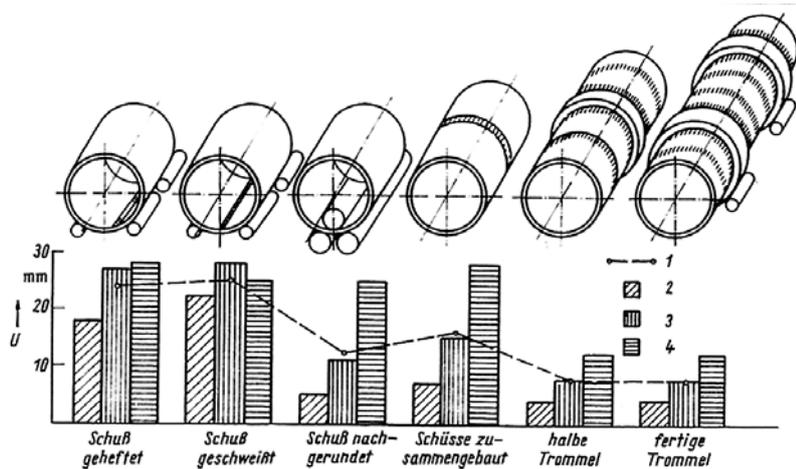
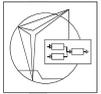


Bild 2 Entwicklung der Formabweichungen an der Trommel des Dampfrohrencalzinator

In den einzelnen Prozessstufen bis hin zur Endmontage wurde auf der Grundlage der Messungen, der Berechnungen und der entwickelten Messtechnik ein System erarbeitet, das es gestattet, durch Vorbestimmung der zulässigen Abweichungen in den qualitätsbestimmenden Prozessstufen eine derartig hohe Genauigkeit zu erreichen, dass die geforderte Endtoleranz nicht überschritten wird. Hierdurch wurde ein zwängungsarmer Zusammenbau mit höherer Qualität und geringerer Unfallgefahr in der Fertigung erreicht (Bild 2) [5].

Heute werden diese Erzeugnisse nach dem ASME-Code<sup>1</sup>, einem Qualitätssicherungssystem, das sehr stark produktbezogen ist, hergestellt. Schwerpunkt in diesem System, welches in einem Qualitätskontrollhandbuch beschrieben ist, bilden neben der Konstruktion und der Materialbeschaffung in besonderem Maße das Schweißen und die Arbeitssicherheit.

## 2 Verminderung des Unfallschwerpunktes Absturzgefahr

Im Bild 3 sind die tödlichen Arbeits- und Wegeunfälle im Bereich der gewerblichen Berufsgenossenschaften der letzten 10 Jahre dargestellt. Ca. 1/3 – nach JÄGER [6] auf Baustellen sogar 54 % der tödlichen Arbeitsunfälle – sind Absturzunfälle, die sich meist von hochgelegenen Arbeitsplätzen auf Grund von

- Qualitätsmängeln und/oder
- Nichtbeachten der Sicherheitsmaßnahmen (Verhaltensfehler) ereignen.

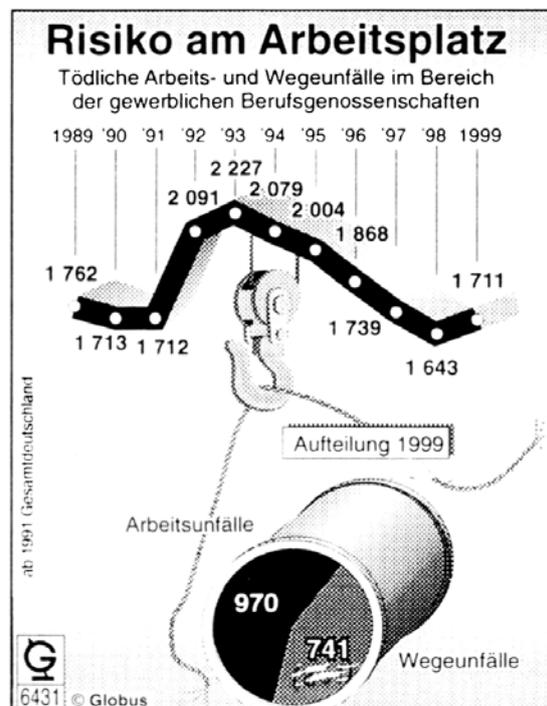


Bild 3 Tödliche Arbeits- und Wegeunfälle 1989–1999

<sup>1</sup> ASME – American Society of Mechanical Engineers



• **Beispiel für einen tödlichen Absturzunfall eines Schweißers**

Ein Schweißer sollte Schweißarbeiten an einer hoch gelegenen Rohrleitung ausführen. Die Stoßvorbereitung war nicht qualitätsgerecht ausgeführt. Da legte er eine Leiter an, nahm den Brenner, stieg auf die Leiter und wollte den Stoß passgerecht brennen. Durch fehlende Sicherung rutschte die Leiter weg, der Schweißer stürzte aus ca. 2m Höhe herunter und verstarb an den Kopfverletzungen. Im Bild 4 ist dazu ein Fallbeispiel gegeben [3]. Bei Beachtung der Sicherheitsvorschriften könnten tödliche und weitere Absturzunfälle vermieden werden.

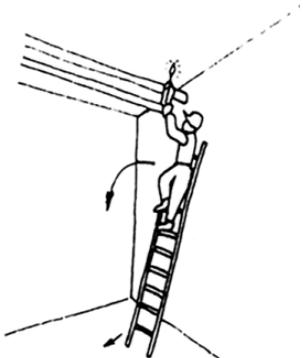
Sachverhalte/Ereignisbereich	Ursachenfaktoren/Absturzort: Leiter	Schadensverhütung/Unfallgruppe
Demontage von Rohrleitungen durch Brennschneiden 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seitliches Wegrutschen des Leitenden bei fehlender Sicherung durch Glätte der Wand und Einwirkung von Horizontalkräften durch den Arbeitenden (Gewichtsverlagerung)</li> <li>• Verzicht auf das Aufstellen einer ordnungsgemäßen Rüstung</li> <li>• Gewohnheit, Sorglosigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführendes Unternehmen</li> <li>• Prüfung der Zulässigkeit der Verrichtung der vorgesehenen Arbeit von der Leiter aus</li> <li>• standsicheres Aufstellen der Leiter</li> <li>• Verwendung von Bockgerüsten</li> <li>• Zu beachtende Vorschriften               <ul style="list-style-type: none"> <li>– BGV A1 § 18 Abs. 1, 2 § 33 Abs. 1, 2, 3</li> <li>– BGV C22 § 6 Abs. 1 § 12 Abs. 1</li> <li>– BGV D36 § 5, 6, 7 Abs. 1.2 §§ 9, 21</li> </ul> </li> </ul>

Bild 4 Fallbeispiel eines Absturzunfalls

Charakteristische Ursachen für Arbeitsunfälle bei Schweiß- und Schneidarbeiten sind in Tabelle 1 dargestellt [7]. Daraus ist zu erkennen:

- Verbrennungen und Augenverletzungen machen den größten Anteil aus.
- Fast jeder fünfte Unfall geschieht durch Umstürzen oder Herabfallen von Arbeitsgeräten und Arbeitsmitteln.
- Verletzungen bei Transport- und Lagerarbeiten liegen in der gleichen Größenordnung und sind zu einem großen Teil auf wechselnde Arbeitsplätze auf Baustellen zurückzuführen.
- Der Ereignisbereich „Arbeitsplätze“ ist für nicht ortsfeste Tätigkeiten kennzeichnend. Insgesamt jeder zehnte Arbeitsunfall hat seine Ursache in Stürzen.

Innerhalb der Unfallbilanz von Baustellen nehmen Schweißerunfälle etwa 3 % ein. Die statistischen Angaben und Ursachenermittlung sollen dazu beitragen, dass durch qualifizierte Arbeitsvorbereitung, Kontrolltätigkeit und Unterweisungen die Gefahr vermindert und die Sicherheit erhöht wird.

**3 Verringerung der Berufskrankheiten, insbesondere Atemwegserkrankungen, durch verbesserte vorbeugende Gesundheits- und Arbeitsschutzmaßnahmen**

Die Anzahl der Todesfälle infolge Berufskrankheiten der letzten 9 Jahre sowie den prozentualen Anteil der am häufigsten auftretenden anerkannten BK zeigen die Bilder 5a und b. Die tödlich wirkenden Berufskrankheiten gehen meist auf Erkrankungen der Atemwege aufgrund anorganischer Stäube zurück, vor allem Silikose und Asbestose.

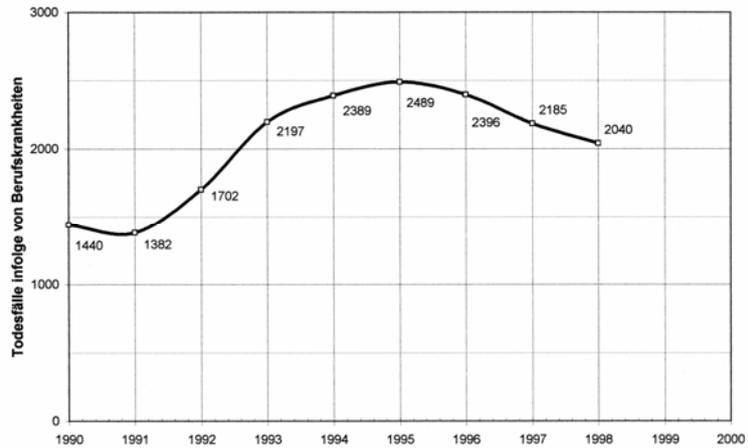
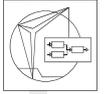


Bild 5a Todesfälle infolge von Berufskrankheiten

Tabelle 1 Arbeitsunfälle bei Schweiß- und Schneidarbeiten (ausgewertet wurden 408 Fälle) [7]

Ereignisbereich	Anteil %	Anteil %
<b>unmittelbare Arbeitsausführungen</b>	<b>61</b>	
Verbrennungen ohne Augenverletzungen		
durch Spritzer, Funken, heiße Arbeitsgeräte und Arbeitsmittel		14
durch Autogenflammen		14
durch Lichtbögen		1
Splinterverletzungen ohne Augenverletzungen (Rost, Zunder, Stahl)		1
Augenverletzungen		
durch Fremdkörper		10
durch Verblitzen		2
Verletzungen durch Um- oder Herabfallen von Arbeitsgeräten und Arbeitsmitteln		
durch geschweißte oder brenngeschnittene Konstruktionsteile		16
durch Arbeitsmittel (z. B. Schlackehämmer)		2
Stromeinwirkung beim Lichtbogenschweißen		1
<b>Transport- und Lagerarbeiten</b>	<b>16</b>	
Verletzungen beim Transport und Lagern von Druckgasflaschen		
durch Um- oder Herabfallen, Verrutschen		7
durch sonstige Ursachen		4
Transport und Umsetzen von Schweißstromquellen		2
Transport und Umsetzen von Schweißteilen		2
sonstige Transport- und Lagerarbeiten		1
<b>Arbeitsplätze</b>	<b>16</b>	
Absturzunfälle		3
Fallen durch ungenügende Trittsicherheit (Stolpern über Kabel und Schläuche, Ausgleiten auf Stabelektroden- und Schweißdraht- bzw. Schweißstabresten usw.)		7
Stichverletzungen durch Stabelektroden- und Schweißdraht- bzw. Schweißstabreste		2
Verbrennungen und Verbrühungen durch heiße bzw. in Brand geratene Medien (Kondensat, Dampf, Waschbenzin, Hydrauliköl, Anstrichstoffe)		4
<b>Sonstiges</b>	<b>7</b>	
Körperliche Überanstrengungen, Spielerei, Versagen von Schweißteilen, frei werdende Spannungen, Witterungs- und Beleuchtungsverhältnisse		7

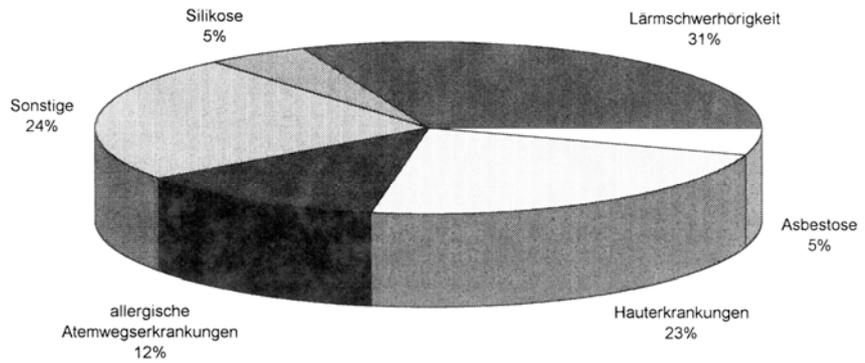


Bild 5b Die häufigsten anerkannten Berufskrankheiten 1990–1999

• **Beispiel für eine BK-Ermittlung eines Schweißers**

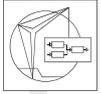
Name/Alter:	.../59 Jahre
Art des Betriebes:	Stahlbau
BK-Nr. 4103:	Asbeststaublungerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung der Pleura
Krankenverursachende Stoffe:	Asbest
letzte BK-bezogene Tätigkeit/Dauer:	Schweißer/20Jahre 1958–1978
Arbeitsbereich:	Beim Schweißen von Glühöfen hatte er Kontakt zu asbesthaltigen Materialien. In der Halle wurden auch Isolierungen der Glühöfen mit asbesthaltigem Material durchgeführt.
Sterbetag:	...1996
Erstmalig festgestellte Schäden/Art:	...1989/Bronchialerkrankung mit bestehender schwerer chronisch-obstruktiver Bronchitis

Die am häufigsten auftretenden anerkannten Berufskrankheiten bei Schweißern sind:

- Lärmschwerhörigkeit BK-Nr. 2301 mit ca. 71 %
- Erkrankung der Atemwege BK-Nr. 4103-5 mit ca. 14 %
- Obstruktive Atemwegserkrankungen BK-Nr. 4301-2 mit ca. 4 %

**Lärmschwerhörigkeit**

Lärmschwerhörigkeit beruht auf einem bleibenden Schaden des Innenohres, der durch dessen chronische Überforderung infolge erheblicher Lautstärke zustande kommt. Das Ausmaß der Schwerhörigkeit hängt von der Intensität des Lärms und seiner Einwirkungsdauer ab. Wir können davon ausgehen, dass die meisten Schweiß- und Schneidverfahren in ihrer Lärmintensität über 85 dB(A) liegen. Damit sind die Arbeitsplätze der Schweißer und Brennschneider Lärm Arbeitsplätze. Hinzu kommen die Lärmeinflüsse der Umgebung, insbesondere im Maschinen-, Stahl- und Behälterbau, so dass dieser hohe Prozentsatz um ca. 71 % bei Schweißern nicht ungewöhnlich ist. Besorgnis erregend ist allerdings das Anwachsen der Lärmschwerhörigkeit in den letzten Jahren und dass von den neuen Lärm-BK-Renten etwa 4 % auf die Berufsgruppe Schweißer entfallen, wobei die Schweißer nur etwa 0,25 % der übrigen Versicherten ausmachen.



## Erkrankungen der Atemwege und Lungen

Bei den Erkrankungen handelt es sich insbesondere um:

- Asbeststaublungenerkrankungen (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung des Rippenfells,
- Lungenkrebs in Verbindung mit Asbestose; durch Asbeststaub verursachte Erkrankung des Rippenfells bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbeststaubfaserdosis am Arbeitsplatz von mind. 25 Faserjahren,
- durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippen-, Bauchfells oder des Herzbeutels [8],

welche bei Schweißern besonders in den letzten Jahren immer häufiger auftreten. Die Ursachen liegen darin, dass einige Schweißer in der Vergangenheit über längere Zeit ihre Arbeit bei Einatmung von Asbeststaub ausgeführt haben und die Latenzzeiten (30er Regel nach SELIKOFF) erreicht haben.

Der Anteil dieser Arten von Berufskrankheiten bei Schweißern liegt bei 14 %, wobei die Asbeststaublungenerkrankungen 1994 steil anstieg. Obwohl der Umgang mit Asbest verboten bzw. bei Instandhaltungs-, Abbruch- und Sanierungsarbeiten sehr stark reglementiert ist und die Ursachen für derartige Erkrankungen kaum noch vorhanden sind, werden diese schweren, oft unheilbaren Erkrankungen noch einige Jahre auftreten. Der Gipfel wird in den Jahren 2005–2010 erwartet.

## Obstruktive Atemwegserkrankungen

Sie werden hervorgerufen durch:

- allergische Stoffe (einschließlich Rhinopathie) BK 4301 und
- chemische irritativ oder toxisch wirkende Stoffe BK 4302,

die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederauftreten der Krankheit ursächlich waren oder sein können [8].

Bei Schweißern können die Ursachen solcher Erkrankungen sowohl in der häufigen und langzeitigen Überschreitung der Grenzwerte Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) als auch in der Überschreitung der technischen Richtkonzentration (TRK) liegen. Langfristige – in der Regel jahrelange – Einwirkung MAK-Wert-überschreitender Konzentrationen von Phosgen, Stickoxiden, Ozon (Reizgase) können ebenfalls dazu führen. Der Verlauf berufsbedingter obstruktiver Lungenkrankheiten entspricht weitgehend dem bei außerberuflicher Krankheitsentstehung. Abhängig vom Erkrankungsstadium kann es nach Beendigung der Schadstoffexposition sowohl zur Besserung als auch zum weiteren Fortschreiten der Erkrankung kommen. Beim Raucher ist der Erfolg dann zu erwarten, wenn in Verbindung mit dem Arbeitsplatzwechsel das Rauchen aufgegeben wird.

Aus eigenen Untersuchungen geht hervor, dass obstruktive Atemwegserkrankungen bei Schweißern in Deutschland durch allergische Stoffe nur in Einzelfällen (bis 5 Fälle pro Jahr), jedoch häufiger durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe (1 bis 13 Fälle pro Jahr) auftreten. Insgesamt beträgt der Anteil dieser BK bei Schweißern ca. 4 %. Die obstruktiven Atemwegserkrankungen entstehen ausschließlich durch längerfristige Einatmung der o. g. Stoffe und können am wirksamsten

- durch schadstoffarme Schweißverfahren, z. B. WIG- oder UP-Schweißen,
- durch Absaugung an der Entstehungsstelle mit Hilfe von Einzelplatzabsauganlagen oder Hochvakuumanlagen mit speziellen Erfassungselementen, auch schutzschirm- oder brennerintegriert,

vermieden werden.



## Schlussfolgerung

400 bis 500 anerkannte Berufskrankheiten bei Schweißern im Jahr stellen Einschnitte in das Leben der Kollegen und Mitarbeiter dar, die von Lärmschwerhörigkeit (oft verbunden mit sozialer Isolierung) bis hin zu schwer wiegenden Erkrankungen der Atemwege und der Lungen mit Todesfolge reichen.

Die Ursachen dieser Erkrankungen sind nicht in der unmittelbaren Gegenwart zu suchen, sondern liegen meist viele Jahre zurück.

Es gilt aber, die gegenwärtigen Möglichkeiten zu nutzen, um zukünftig Berufskrankheiten zu vermindern durch:

- Einsatz schadstoff- und lärmarmen Verfahren, Maschinen und Anlagen,
- Erarbeitung und Realisierung von Lärminderungsmaßnahmen und -programmen,
- effektive Absaugtechnik an der Entstehungsstelle,
- systematische Vorsorgeuntersuchungen der Schweißer.

## 4 Verringerung der Brandgefahr durch konkrete Brandschutzmaßnahmen

Während die Brandschadensleistungen der Industrie-Feuer- und FBU-Versicherungen in den alten Bundesländern in den 80er Jahren noch unter 2 Mrd. DM/a lagen, stiegen sie in den 90er Jahren auf über 2 Mrd. DM/a an. Trotz Hinzukommens der neuen Bundesländer vor 11 Jahren liegen sie im Schnitt um 3 Mrd. DM/a (Bild 6) [GDV.de], wobei ein Abwandern der Industrie von der Feuer- in Allgefahren- und Elementen-Schadensversicherungen nicht unerwähnt bleiben darf. Neben diesen Schäden, z. B. zerstörte Industriegebäude, Produktionsstätten, Verkehrs- und Versorgungseinrichtungen sowie vernichtete Rohstoffvorräte oder Warenbestände, kommt es zu Folgeschäden, die im Durchschnitt das 10 bis 20fache betragen. Sie wirken insbesondere als Störungen in der Produktion, im Verkehr und in anderen Bereichen, z. B. Ausfall von Energieanlagen und Schädigung der Umwelt. Durch Brände sterben aber auch jährlich ca. 1.200 Menschen in Deutschland. Die Schadenssumme der durch Schweißen und Schneiden verursachten Brände beträgt 3–5 % der Brandschadensleistungen in der Industrie.

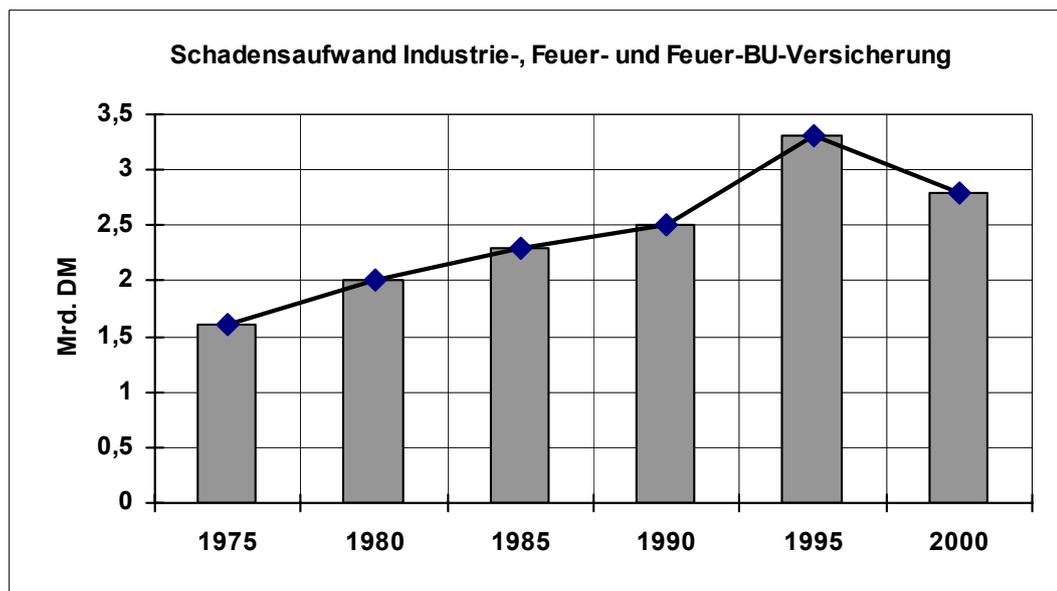


Bild 6 Brandschadensleistung in der BRD (Industrie-Feuer-Versicherung)

- **Brand einer Rauchgasreinigungsanlage durch Schweißen [9]**

Nach Übergabe des Reingaskanals von der Stahlbaufirma an die Beschichtungsfirma wurde in der Nähe des Kompensatorspaltes noch eine Fehlstelle im Stahl bemerkt, die zur Erlangung einer beschichtungsgerechten Oberfläche noch mit einer etwa 2 cm langen Schweißraupe gefüllt werden sollte. Beim Schweißen entzündeten herabfallende Funken den Moosgummi der Kompensatorspaltabdeckung. Trotz sofortiger Löschmaßnahmen konnte der Entstehungsbrand mit starker Rauchentwicklung nicht eingedämmt werden.

Der Brand griff rasch innerhalb des Kanals auf die bereits fertig gestellte Wäscherummierung und die Kunststoffeinbauten über. Der Wäscher einschließlich der direkt anschließenden Rohrleitungen, Teilen der Rauchgaskanäle sowie bereits installierter Anlagen, Elektro- und Leittechnikkomponenten brannten völlig aus (Bild 7).

Der Schaden beläuft sich auf etwa 70 Mill. DM; die Inbetriebnahme der REA verzögert sich durch Abbruch- und Neuerrichtungsarbeiten um fast 2 Jahre. Aus diesen Brand wurden Konsequenzen für die weitere Brandschutzvorsorge der REA-Baustellen gezogen.

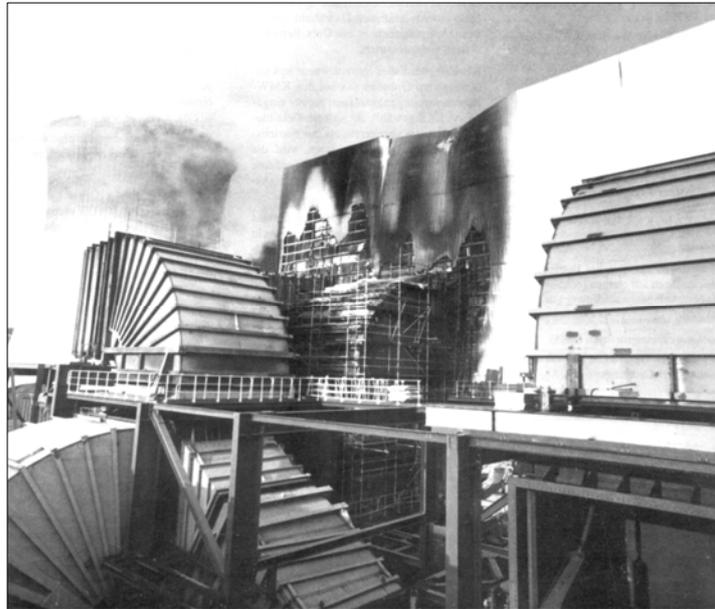


Bild 7 Ausgebrannte Rauchgasreinigungsanlage

Neben der bis zum Brandereignis üblichen Brandschutzvorsorge wurden

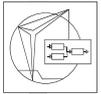
- administrative Maßnahmen und
  - technische Maßnahmen
- eingeleitet.

Die neu erarbeiteten Brandschutzmaßnahmen fanden ihren Niederschlag in einem Merkblatt der VGB „Brandschutzmaßnahmen in Rauchgasreinigungsanlagen“, die auch bei der Revision von REAs zu beachten sind. In den letzten Jahren traten keine nennenswerten Brände bei REAs auf.

## 5 Schadensanalyse und technische Entwicklung

Schadensfälle an Bauwerken, Industrieanlagen und technischen Erzeugnissen allgemein sind seit jeher nicht nur unter ingenieurtechnischen Gesichtspunkten für diejenigen Personen und Institutionen von Bedeutung, die unmittelbar von dem Schadensereignis betroffen sind, sondern sie werden je nach ihren Auswirkungen meistens auch mit mehr oder weniger öffentlichem Interesse verfolgt. Eine Schadensanalyse sollte daher stets mit dem Ziel erfolgen, ein Wiederholen solcher Schäden durch Beseitigen von technischen und menschlichen Versagensursachen weitgehend auszuschließen. Das hat im Verlauf der technischen Entwicklung maßgeblich zur Vertiefung wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse geführt.

Diese allgemeinen Feststellungen treffen auch für Schadensbeseitigungen und Schadensanalysen an geschweißten Bauteilen und Konstruktionen zu. In nicht unerheblichem Maße wurden wissenschaftliche Untersuchungen, z. B. zur Verbesserung der Schweißbarkeit und insbesondere der Sprödbruchsicherheit der Baustähle, durch katastrophale Schäden an geschweißten Brücken und Schiffen in den dreißiger und vierziger Jahren ausgelöst. Obwohl das technische Wissen um die von vielen Einflüssen





geprägte Eigenschaft Tragfähigkeit geschweißter Metallkonstruktionen heute im Wesentlichen als gesichert gilt, nehmen Schäden an geschweißten Konstruktionen in fast allen Anwendungsbereichen nicht ab, sondern eher zu. Die Ursachen dafür sind sehr vielfältig und sollen im Rahmen dieses Beitrages nicht erörtert werden. Ein Instandsetzen von zu Schaden gekommenen Bauteilen durch schweißtechnische Maßnahmen sollte aber stets mit einer Schadensanalyse und mit einer Abschätzung der noch verbleibenden Restlebensdauer der betreffenden Konstruktion verbunden sowie von Hinweisen zur Verbesserung der Qualität der konstruktiven Auslegung und/oder der technologischen Ausführung begleitet werden.

### Hauptursachen von Schäden

Auswertungen von Schadensfällen an geschweißten Konstruktionen führen zu der Erkenntnis, dass Schäden häufig durch eine Überlagerung gleichzeitig vorhandener Mängel in der schweißgerechten Gestaltung, in der qualitätsgerechten Fertigung, durch Abweichungen vom planmäßigen Betrieb, z. B. durch Überlastungen und/oder durch menschliches Versagen, ausgelöst werden. Dennoch ist es sehr wichtig, vor Beginn einer Instandsetzung die Hauptursachen, die zu dem Schadensereignis geführt haben, festzustellen. Erst mit der Kenntnis der Hauptursachen können die richtigen Entscheidungen, z. B. für eine mögliche Reparaturschweißung, getroffen werden. Hauptursache von Schäden an geschweißten Konstruktionen sind im Allgemeinen:

- Unterdimensionierungen der Konstruktionsquerschnitte und Schweißverbindungen,
- Überlastungen durch nicht funktionsgerechten Betrieb,
- ungünstige konstruktive Gestaltung in Hinblick auf die dynamische Beanspruchung,
- Fertigungsfehler und Qualitätsmängel bei der Ausführung der Schweißverbindungen,
- ungeeignete Werkstoff- bzw. Zusatzwerkstoffauswahl,
- grobe Missachtung geltender technischer Regeln und Vorschriften.

Die Kenntnis der Hauptursachen eines eingetretenen Schadens ist für die sachgemäße Instandsetzung und Abschätzung der verbleibenden Restlebensdauer, für die konstruktive Veränderung von Querschnittsabmessungen und Schweißnahtdetails ebenso bedeutsam wie für die juristische Entscheidung für die bei den meisten Schäden und Havarien anstehende Schadensregulierung.

### Beispiele von Schäden an geschweißten Konstruktionen mit Diskussion der Schadensursachen

- **Havarie eines Druckwasserstoffbehälters infolge örtlicher Imperfektionen im Schweißnahtbereich einer Längsnaht [10]**

Hauptparameter des geborstenen Druckbehälters:

- Volumen 100 m<sup>3</sup>
- Durchmesser 2800 mm
- Gesamtlänge 19 m
- Wanddicke 22 mm
- Werkstoff TTStE 47  
(min  $R_e \cong 450 \text{ N/mm}^2$ ; min  $R_m \cong 600 \text{ N/mm}^2$ )

Bauart: Zylindrischer Behälter, bestehend aus 7 längsnahtgeschweißten Schüssen und 2 Korb-bogenböden, stehend auf einer Standzarge

Betriebsweise:

- Max  $p_b = 45 \text{ bar}$
- 4x pro Woche nachgefüllt, so dass  $p_b \approx 15 \dots 45 \text{ bar}$   
( $\hat{=}$  nach AD-Merkblatt S1 300 Volllastspielen/a von 0...45 bar)
- Betriebsdauer rd. 15 Jahre

Schadensablauf:

Der Zerknall des Behälters trat am Sonnabend, dem 5. Oktober 1991, gegen 5:12 Uhr morgens, im Chemiewerk in Hanau ein, 38 Minuten, nachdem ein Füllvorgang beendet worden war (Bild 8 a-c).

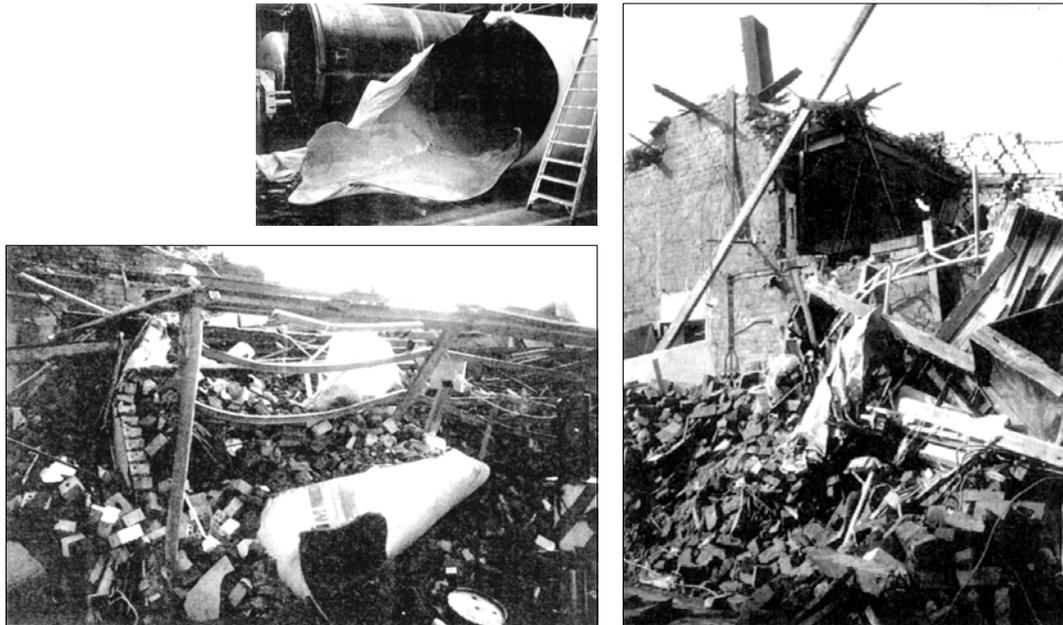
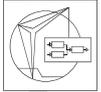


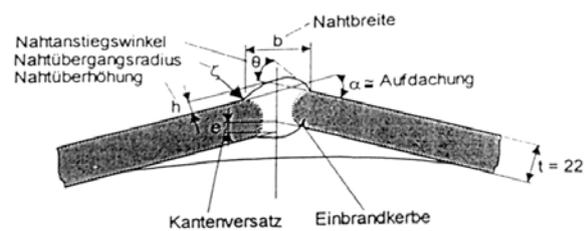
Bild 8 a-c Behälter und Fabrikgebäude nach der Explosion [2]  
 Behälter nach der Explosion (links oben)  
 Behälterbauteile nach der Explosion in den Trümmern des Fabrikgebäudes (links unten)  
 Schäden an einem Fabrikgebäude (rechts)

Dabei wurde der obere Teil des Behälters in 5 Teile zerlegt, die unterschiedlich weit weggeschleudert wurden. So flog z. B. das Kalottenteil des oberen Bodens in einer ballistischen Kurve bis zum 300 m entfernten Bahnhof. Der aus dem Behälter austretende Wasserstoff vermischte sich mit der Luft und entzündete sich. Die dabei entstandene Druckwelle zerstörte bzw. beschädigte bis in eine Entfernung von ca. 1 km Dächer und Glasscheiben.

Die Schadenssumme ist exorbitant hoch. Es wird ein Betrag von über 100 Millionen Mark genannt. Personen sind erstaunlicherweise kaum verletzt worden, was bei diesem Explosionsvorgang als außerordentlich unwahrscheinliche, jedoch sehr glückliche Fügung angesehen werden muss.

Schadensursache:

Neben der Versprödung durch Wasserstoff war vor allem eine Längsnaht eines der 6 Behälterschüsse mit unzulässig großen Schweißnahtimperfectionen offensichtlich bei der Bauteil-inbetriebnahme übersehen worden. Diese Längsnaht riss von innen her nach und nach immer weiter durch, bedingt durch die in Bild 9 dargestellten Schweißnahtfehler. Vor Schadenseintritt war die Wandung örtlich bis auf 2 mm bei einer Risslänge von rd. 780 mm bereits geschädigt worden, bis dann der Behälter endgültig versagte. Bei einer Nachrechnung im Rahmen der Schadensanalyse wurden örtliche Spannungsüberhöhungen vom 3 bis 4fachen der Steckgrenze ermittelt. Diese Spannungsüberhöhung durch Kerbwirkungen infolge Einbrandkerben, Kantenversatz, Winkerverformung (Aufdachung) und Wurzelüberhöhung bewirkte einen Ermüdungsbruch im Schweißnahtübergang bei niederzyklischer Beanspruchung.



Prinzipdarstellung: Abweichung von der Idealform

- Aufdachung:  $\alpha \cong 15^\circ$
- Kantenversatz:  $e \cong 3 \text{ mm}$
- Nahtbreite:  $b \cong t$
- Nahtanstiegswinkel:  $\theta \cong 45^\circ$
- Nahtübergangsradius:  $\zeta \cong 1$

Bild 9 Vorhandene Nahtunregelmäßigkeiten an der gerissenen Längsstumpfnah des Druckwasserstoffbehälters

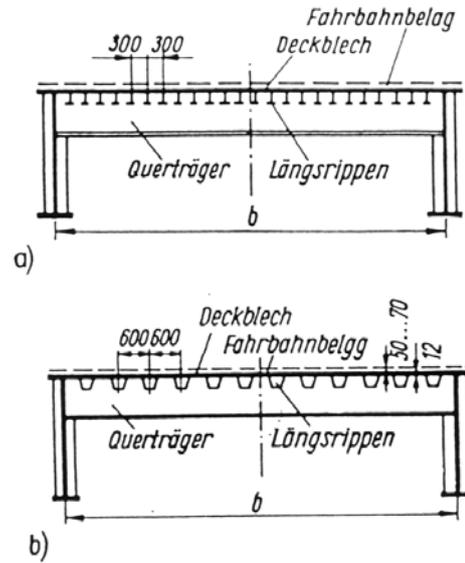
Infolge der hohen Kosten für die Schadensregulierung und zur Vermeidung ähnlicher Havarien wurde 1995 das AD-Regelwerk [11] betreffs Kantenversatz und Aufdachungen bei Druckwasserstoffbehältern einschneidend verändert.



- Risse in Schweißnähten der Verbindungen von Trapezprofilen mit Querträgern an orthotropen Fahrbahnkonstruktionen einer Straßenbrücke [14]

Eine orthotrop versteifte Fahrbahnplatte zwischen den Hauptträgern einer Straßenbrücke wies nach rd. 30-jähriger Betriebszeit zahlreiche Risse in den Verbindungsnahten zwischen den längs verlaufenden Trapezprofilen und den Querträgern auf (Bild 11). Die Risse waren offensichtlich durch Qualitätsmängel beim Brennschneiden zur Vorbereitung der Ausschnitte der Querträger hervorgerufen worden, die zu große Toleranzen aufwiesen und dadurch Wurzelspalte bei den Kehlnähten zur Folge hatten. Dadurch wurden die Querschnitte der Kehlnähte entscheidend geschwächt und rissen (Bild 12). Dennoch war die Funktion der Brücke nicht in Frage gestellt, da die Risse durch plastische Verformungen den örtlich zuvor vorhandenen kritischen Spannungszustand „entschärft“ hatten, ein glücklicher Umstand.

Bild 10 Flachblechfahrbahnplatte  
 a) orthotrop versteift-offene Längsrippen  
 b) Hohl-Längsrippe



Da derartige Fertigungsfehler mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand bei der schweißtechnischen Fertigung derartig versteifter orthotroper Fahrbahnplatten kaum zu vermeiden sind, wurden die Regelwerke [12; 13] inzwischen so verändert (Bild 13), dass diese kritischen Bereiche durch Freischnitt frei von Schweißnähten bleiben.

Die Risse, die auf Grund ihrer Lage weder abgebohrt noch ausgearbeitet und nachgeschweißt werden konnten, wurden belassen. Referenzstellen werden hinsichtlich möglicher Rissfortschritte regelmäßig kontrolliert. Die Fahrbahnkonstruktion wurde in Abstimmung mit dem Projektanten der Brücke im Auflagerbereich der Straßenbahnschienen verstärkt.

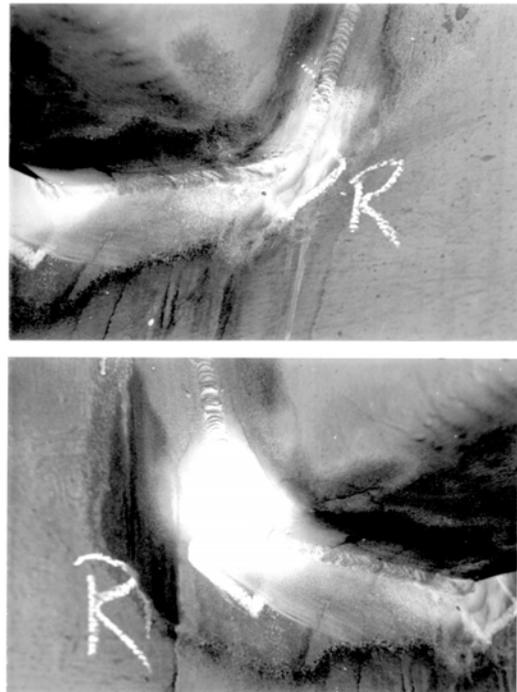


Bild 11 a und b  
 Mit Penetriermittel versehene Rissbereiche

Bild 12 (nächste Seite, oben)  
 Risse in den Verbindungsstahlnähten zwischen Trapezhohlsteife und Querträger [14]  
 Querschliff der Anschlussnähte, vergrößerter Rissquerschnitt mit deutlich erkennbarer Verschiebung der Bruchflächen

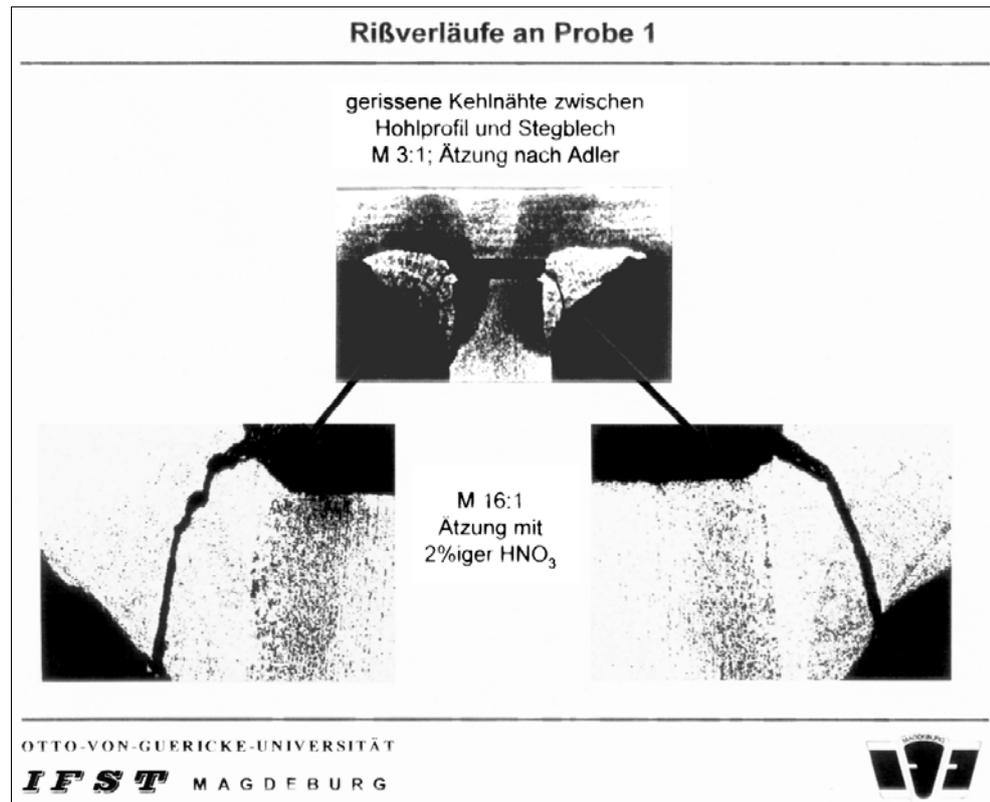
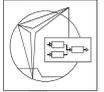


Bild 12

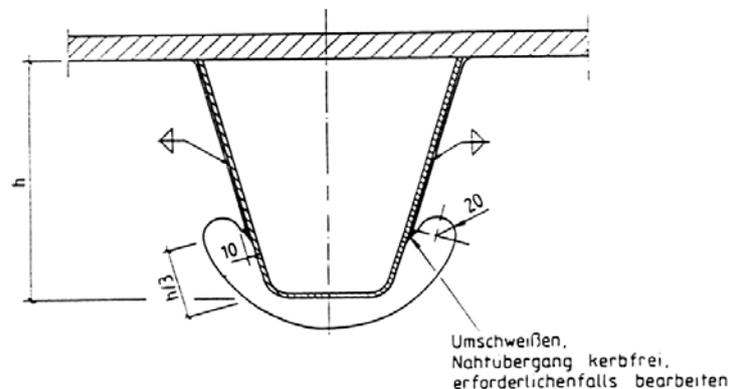


Bild 13 Durchdringungspunkt  
Trapezhohlsteife –  
Querträgersteg [13]

## 6 Zusammenfassung

Qualität und Sicherheit sind eng miteinander verknüpft und für effektive Produktions- und Bauabläufe unabdingbare Voraussetzungen. Besonders RÖBENACK und SCHÜLER haben qualitative und quantitative Ergebnisse zu dieser Problematik für das Bauwesen erarbeitet, wie die Auswertung des Schrifttums dazu ergab. Durch diese maßgebenden Arbeiten wurde der Nachweis erbracht, dass es viele Gemeinsamkeiten von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Sicherheitsvorschriften gibt. Im Beitrag wurde an Hand einiger Beispiele gezeigt, wie sich durch

- Schwachstellen in der technischen und technologischen Vorbereitung,
- Mängel im Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz,
- ungenügende Qualifikation sowie subjektives Fehlverhalten von Arbeitern,
- Material-, Fertigungs- und Konstruktionsfehler

Unfälle, Schadensfälle, Gesundheitsschäden und Brände insbesondere beim Schweißen ereignet haben und damit die aufgezeigten Zusammenhänge bestätigen.



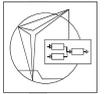
## 7 Literatur

- 1 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.: Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit bei Bauprozessen. Wiss. Z. der HAB Weimar, Reihe B. Weimar 38 (1992) H1/2 S. 47–50.
- 2 Nowak, B.: Untersuchungen von Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit im Industrie- und Spezialbau. Diss. Hochschule für Architekten u. Bauwesen Weimar, 1991.
- 3 Röbenack, K.-D.; Schüler, T.: Untersuchungen von Absturzunfällen bei Abbrucharbeiten und Empfehlung von Maßnahmen zu deren Verhütung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedien – Forschung – Fb 894, Dortmund/Berlin 2000.
- 4 Oehme, P.: Statistische Schadensanalyse an Stahltragwerken. Bauplanung – Bautechnik 43 (1989) 4, S. 184–187.
- 5 Weikert, F.: Erhöhung der Bauelementegenauigkeit in der Rundkörperfertigung mit dem Ziel der Rationalisierung der Montage im Chemieanlagenbau. Schweißtechnik 29 (1979) 6, S. 284.
- 6 Jäger, W.; Holland, U.: Sicherheit auf Baustellen. Die Berufsgenossenschaften 5/99, S. 256–263.
- 7 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.; Weikert, F.: Welche Schweißereunfälle bei Schweißern auf Baustellen? Der Praktiker 10, Düsseldorf 45 (1993) 10 S. 618–621.
- 8 Liste der Berufskrankheiten nach der zweiten Änderungsverordnung zur Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung (BeKV) vom 18. 12. 1992. Verlag: L. Drüninghofen, Berlin.
- 9 Wagner, K.; Hammacher, P.: Der Brand in der Rauchgasreinigungsanlage des Blockes C im Kraftwerk. VGB Kraftwerkstechnik 70 (1990) Heft 10, S. 850–853.
- 10 Dechant, K. E.; Marchner, H.: Sicherheitsbetrachtungen zu Wasserstofflagerbehältern aufgrund eines Behälter-Zerknalls in Hanau. DVS-Berichte, BD. 159, S. 74–78.
- 11 AD-Merkblatt HP1 – Herstellung und Prüfung von Druckbehältern, Auslegung und Gestaltung, Ausg. 01/95.
- 12 DS 804: Vorschriften für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke (VEI), Deutsche Bundesbahn, 01/83.
- 13 DIN 18809, Stählerne Straßen- und Wegbrücken; Bemessung, Konstruktion, Herstellung, 09/87.
- 14 Herold, H.; Woywode, N.: Gutachten zur Klärung von Rissen in Schweißnähten einer Straßenbrücke, unveröffentlicht, 1993.



**Dr.-Ing. Wolfgang Möckel, Chemnitz**  
**Architekt Dipl.-Ing. Alexander Unger,**  
**Donauwörth**

UNGER Boden-Systeme GmbH



## Hinweise zur qualitätsgerechten Planung und Ausführung von Estrich- und Fußbodenkonstruktionen im Wohn-, Gesellschafts- und Industriebau

### 1 Fußbodenkonstruktionen als Stiefkind der Planung und Ausführung?

„Fußböden – das sind gerade mal zwei Striche auf dem Plan!“ – Diese Meinung konnte man in der Vergangenheit häufig antreffen, wenn es darum ging, eine geeignete Fußbodenkonstruktion für ein Bauwerk vorzusehen. In der Zwischenzeit weiß man, dass der Fußboden eben viel mehr ist als nur zwei Striche auf dem Plan; er ist das meistbelastete Bauteil, das alle Verkehrslasten im Raum aufnehmen muss. Durch die grundsätzlich knappen Geschosshöhen ist der Fußboden in der Regel zusätzlich noch unterdimensioniert. Die extrem hohen Schäden der vergangenen Jahre haben zu einem Umdenken in Bezug auf diesen Baukörper geführt. Dies ist nicht zuletzt dadurch bedingt, dass alle Schäden im Fußbodenbereich bei der Sanierung mit einem immensen Kostenaufwand verbunden sind. Der Grund ist darin zu sehen, dass derartige Maßnahmen üblicherweise mit Nutzungsausfall bzw. im Industriebereich

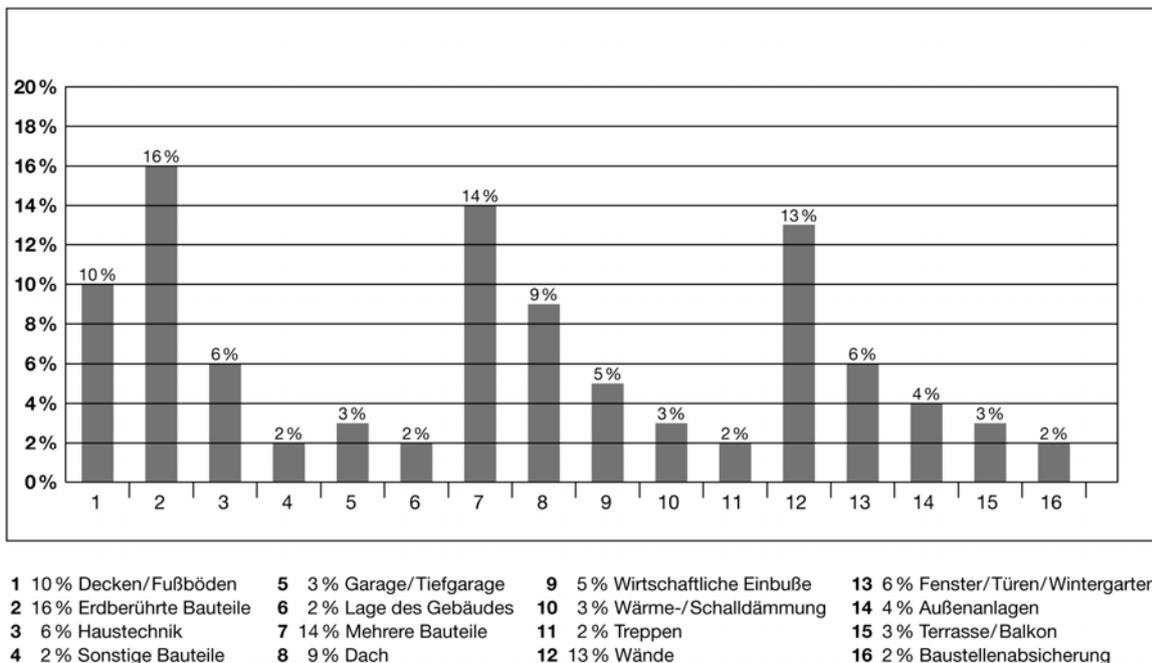


Bild 1 Verteilung der Bauschäden [1], [2]



sogar mit Produktionsauslagerungen verbunden sind. Im Wohnungsbau ist es manchmal notwendig, Einbaumöbel, wie z. B. ganze Küchenzeilen, zu entfernen, um auf den Fußboden zugreifen zu können. Mieter ziehen für Wochen ins Hotel, bis sie ihre Wohnung nach Sanierung des Fußbodens wieder beziehen können.

Jedes Jahr werden in Deutschland ungefähr 20 Milliarden DM aufgewendet, um Bauschäden zu sanieren. Davon betreffen 5 Milliarden DM allein den Neubaubereich. Durchschnittlich sind Fußböden mit ca. 10 % an der vorgenannten Schadensquote beteiligt (vgl. Bild 1).

Damit ergibt sich ein jährlicher Sanierungsbedarf bei neu eingebauten Fußböden in Höhe von ungefähr einer halben Milliarde DM, die man einsparen könnte, wenn man Planung und Ausführung qualitativ verbessern könnte.

## 2 Verantwortung für die Konstruktion

Schäden können zum einen durch eine ungeeignete Planung und zum anderen durch eine mangelhafte Ausführung verursacht werden. Dem Planer obliegt die Gesamtverantwortung für die Konzipierung der einzelnen Fußbodenschichten. In nahezu allen Baumerkblättern [3] kann man z. B. wie folgt nachlesen:

„... der Gesamtaufbau der Fußbodenkonstruktion nach den Erfordernissen bezüglich des Wärme-, Schall- und Feuchteschutzes sowie Art, Anordnung und Dicke der einzelnen Schichten, insbesondere der Dämmung und Abdichtung sowie die Anordnung von Bewegungsfugen (Fugenplan) sind unter Berücksichtigung dieses Merkblattes von der Bauplanung festzulegen. Entsprechende Unterlagen sind als Bestandteil der Leistungsbeschreibung vom Auftraggeber bereitzustellen. Bei der Planung ist auch die Verträglichkeit der Baustoffe untereinander zu berücksichtigen. Bauablauf und Arbeitsfolge sind vom Planer rechtzeitig festzulegen und bei der Ausführung zu koordinieren. ...”

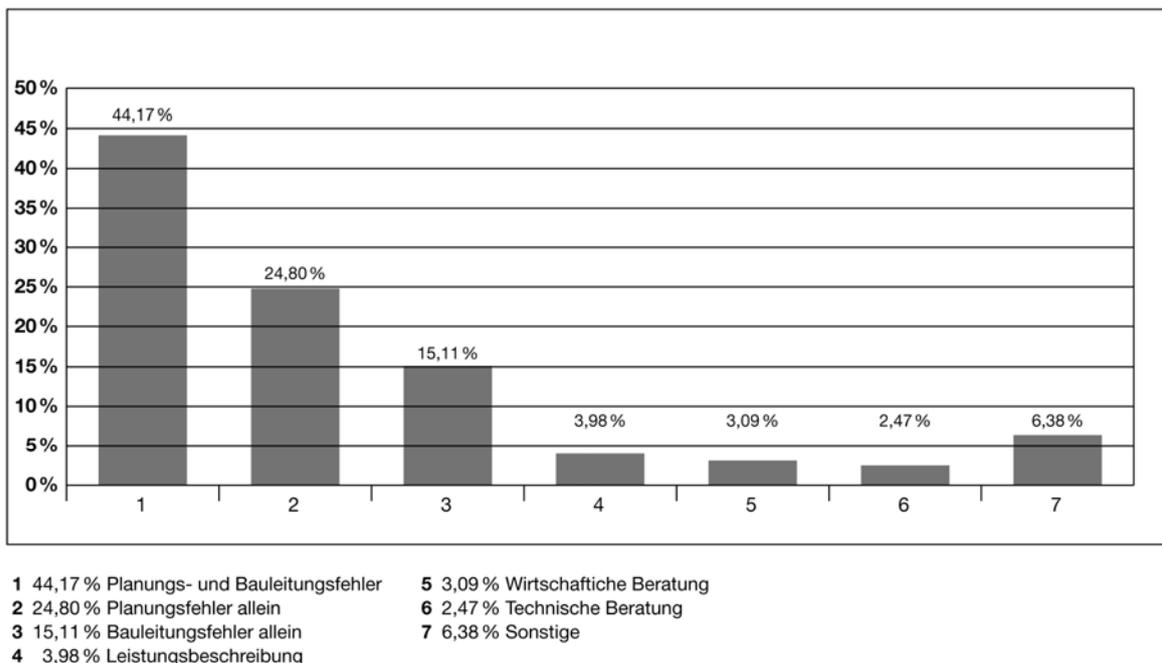
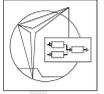


Bild 2 Schadensursachen [1], [2]

Immer sollte man bedenken, dass der Planer sowohl mit der Erstellung der Genehmigungs- und Werkpläne, mit der Detailplanung sowie mit dem von ihm konzipierten Leistungsverzeichnis eine hohe Verantwortung für das Gelingen der Fußbodenkonstruktion übernimmt. Beinhaltet diese Planung offen-



sichtliche Fehler, so kann der Erstellende im schlimmsten Fall für diese vom Bauherrn haftbar gemacht werden. Bei Bauschäden hinzugezogene Sachverständige beurteilen zunächst in der Regel die Qualität des Leistungsverzeichnisses, bevor sie Ausführungsmängel näher beleuchten. Es ist daher zu empfehlen, möglichst viele Informationen bezüglich dieses schadensträchtigen Bauteiles einzuholen, bevor man in die Planung bzw. Umsetzung einsteigt.

### 3 Die Praxis lehrt Planern täglich neu „das Fürchten“

Wie bei allen Gewerken gibt es auch bei der Ausführung von Fußböden „tausend und eine“ Fehlerquelle. Ein umfassendes Kompendium mit Hinweisen aus der Praxis für die Planung und Ausführung von Fußböden ist im Jahr 2000 mit dem FUSSBODENATLAS [2] erschienen; die vorliegende Veröffentlichung wurde in Auszügen diesem Werk entnommen.

Unter Verweis auf gültige Normen, wie z. B. DIN 18 560 [4] und DIN 18 353 [5] sowie aktuelle Merkblätter und Richtlinien, sollen hier ausgewählte Schwerpunkte dargestellt werden, die bereits bei der Fußbodenkonzipierung eine Rolle spielen müssen.

Wer Theorie und Praxis kennt, wird z. B. die Unsitte von Rohrverlegungen auf Bodenplatten mittlerweile „schätzen gelernt“ haben.



Bild 3 Rohrwirrwarr auf der Betonplatte [6]

Bereits aus den Planungsaufgaben für Rohbau und Haustechnik ergeben sich Fragestellungen für das Vermeiden schadensträchtiger Fußbodenkonstruktionen:

- Wie wird der Feuchtigkeitsschutz gelöst, z. B. eine vollflächige Abdichtung nach DIN 18 195 [7] mit einer Bitumenschweißbahn?
- Welchen Wärmeschutz kann man noch voraussetzen, wenn die Wärmedämmung auf der Rohdecke vielfach unterbrochen wird und die Wärmeschutzverordnung (WSVO) von 1995 Gesetz ist?
- Können die Trittschallschutzforderungen nach DIN 4 109 [9] überhaupt noch erfüllt werden, wenn durch Rohre, Einbauten etc. Schallbrücken unvermeidbar werden?
- Kann die Estrichscheibe die vor Ort wirkenden Lasten abtragen, wenn die technisch erforderliche Estrichdicke nach DIN 1 055 [8] nun unterschritten wird?

Der ausführende Fachbetrieb wird gut daran tun zu prüfen, für vorgenannte Situationen gemäß VOB Bedenken anzumelden.



#### 4 Was ist vor der Estrichverlegung z. B. zu veranlassen?

Checklisten für Planer, wie sie in [2] enthalten sind, helfen einfach und schnell. Dabei sind zu veranlassen bzw. zu prüfen:

- Die Wände sind verputzt.
- Der Stammmeterriss ist vorhanden und deutlich markiert. Die Markierung ist mit Hilfe einer Metallplatte erfolgt, die auch nach Baustellenabschluss noch zugänglich ist.
- Alle unbedingt notwendigen Rohrleitungen (Elektro, Heizung etc.) sind fest und unverrückbar auf dem Rohfußboden aufgebracht. Rohkreuzungen sind nicht vorhanden.
- Die Rohbetonplatte ist besenrein und frei von Verschmutzungen, wie Mörtelreste, Wasserpfützen, Öllachen etc.
- Der Rohfußboden ist gemeinsam mit dem Estrichleger/Dämmungsleger nivelliert worden, um zu überprüfen, inwiefern die vorgeschriebenen Toleranzen eingehalten sind und um die effektiv auszuführende Estrichkonstruktion festzulegen.
- Der Bau ist zugfrei, Türen- und Fensteröffnungen sind verschlossen.
- Es herrscht eine Boden-Kontakt-Temperatur von  $> 5^{\circ}\text{C}$ .
- Die Stahlbetonplatte/Holzbalkenkonstruktion ist zur Belegung geeignet und tragfähig.
- Es ist nach erfolgter Berechnung ausgeschlossen, dass Diffusionsvorgänge oder evtl. entstehende Tauwassersituationen die Konstruktion gefährden können.
- Der notwendige Trittschall-, Wärmeschutz für die Fußbodenkonstruktion ist berechnet (DIN 4 109, VDI-Richtlinie 4 100, DIN 4 108 und Wärmeschutzverordnung).
- Der Rohfußboden ist frei von Rissen.
- Eventuell durch den Estrichleger oder bauseits durchzuführende Abdichtungsmaßnahmen sind im Vorfeld festgelegt worden.
- Alle Bodenbeläge stehen in Art und Dicke fest.
- Der Fundamenterde (sofern vorhanden) ist angeschlossen.
- Aussparungen bzw. Abmauerungen für Bade- und Duschwannen oder andere Einbauten sind festgelegt und vorgenommen.
- Ausreichendes Gefälle zu Bodenabläufen ist in der Unterkonstruktion vorhanden (i. d. R. 1,5–2 %). Der Estrich kann in einer gleich bleibenden Schichtdicke verlegt werden.
- Eventuell notwendige Bewegungsfugenprofile (z. B. über Baukörper-Bewegungsfugen) sind geplant und evtl. bereits eingebracht.
- Der Bauablauf ist so geplant, dass der Estrich 3 Tage nach der Verlegung nicht begangen und während 18 Tagen nicht belastet wird.
- Evtl. vorhandene Bodentanks sind auf ihre geplante Höhe nivelliert und fixiert.
- Bei Heizestrichen, die Warmwasserrohre beinhalten, müssen diese zum Zeitpunkt der Estrichverlegung mit Wasser gefüllt sein, um evtl. Undichtigkeiten rechtzeitig zu bemerken. Die Wassertemperatur in den Heizrohren sollte der Raumtemperatur entsprechen; im Winter kann aus Frostschutzzwecken mit einem Vorlauf von  $20^{\circ}\text{C}$  gearbeitet werden.

#### 5 Risse im Fußboden – sind es „Spontanfugen“?

Das Thema Fugen begleitet den Estrich seit seiner Entstehung. Wäre zu einem früheren Zeitpunkt bereits ein genaueres Wissen um deren Notwendigkeit vorhanden gewesen, so hätte man sich wahrscheinlich die Hälfte der Estrichschäden ersparen können. Es ist besonders verwunderlich, dass das Wissen um diese offensichtlich bereits in der Antike vorhanden war, im Laufe der Zeit jedoch wohl wieder verloren ging. Zum heutigen Stand ist leider zu sagen, dass die technischen Notwendigkeiten in der Fachwelt bekannt sind, jedoch die notwendigen Abstimmungen zwischen den am Bau Beteiligten in der Regel nicht so recht funktionieren. Dieser Umstand mag evtl. damit zusammenhängen, dass lateinisch „FUGA“ nichts anderes als „FLUCHT“ bedeutet, und so scheint es manchmal, als würden Planer und Ausführende schlagartig die Flucht ergreifen, wenn es um dieses Thema geht.

Es ist z. B. an der Tagesordnung, dass selbst bei Heizestrichen kein verbindlicher Fugenplan vom Bauwerksplaner vorgegeben wird. In der Folge arbeiten die weiteren Ausbaugewerke gemäß ihren jeweiligen Vorstellungen. Erst der Estrichleger macht schließlich darauf aufmerksam, dass er einige Bewegungsfugen in der Fläche benötigt. Dann ist es in der Regel bereits zu spät, um noch eine für alle Seiten zufriedenstellende Lösung zu finden.

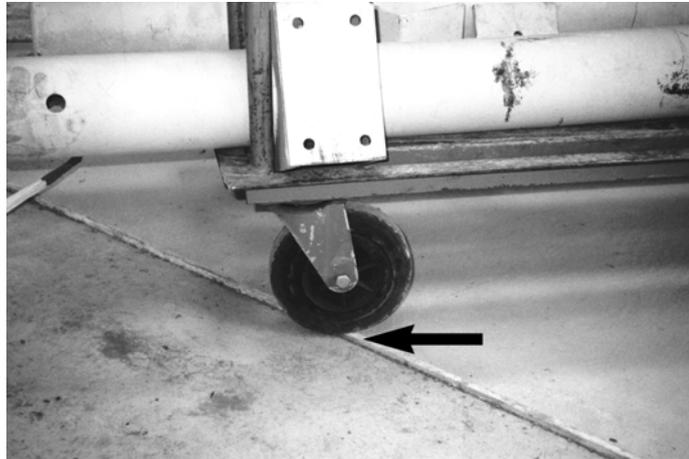
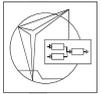


Bild 4 Schadensträchtiges Befahren einer mit Dämmstreifen ausgebildeten Baukörperfuge [10]

Meist kann man bei nun im „Hau-Ruck-Verfahren“ festgelegten Fugen keine Rücksicht auf die Heizkreise der bereits verlegten Fußbodenheizung nehmen. Die nächste Schwierigkeit wird offenkundig, wenn der Bodenleger auf der Baustelle erscheint und versucht, die vorhandenen Fugen mit seinem Belag zu harmonisieren. Dies ist deshalb von entscheidender Wichtigkeit, da Bewegungsfugen deckungsgleich in den Belag zu übernehmen sind. Häufig stellt man dann fest, dass die festgelegten Fugen nur wenig in die gestalterische Gesamtplanung passen und vom Standpunkt der Ästhetik als mangelhaft zu bewerten sind.

Der Planer ist und bleibt also gefordert! Die geschilderten Probleme lassen sich nur dann beherrschen, wenn der Planverfasser rechtzeitig mit der Erstellung seiner Werkpläne gleich den Fugenplan entwirft. Folgt man den einschlägigen Regelwerken, so wird diese Leistung ohnehin als vom Planer zu erbringen vorausgesetzt. In der DIN 18 560 Teil 2, Ziffer 6.3.3 Estrichfugen [4] ist Folgendes festgehalten:

„... über die Anordnung der Fugen ist ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und ist als Bestandteil der Leistungsbeschreibung den Ausführenden vorzulegen....“.

Der Planer muss insbesondere festlegen, an welcher Stelle Bewegungsfugen platziert werden sollen. Liegen besondere Vorstellungen bezüglich der Anordnung von Scheinfugen vor (weil diese z. B. in den Belag übernommen werden sollen), so muss der Fugenplan auch diese einbeziehen. Es wäre wünschenswert, wenn man von Seiten der Bauplanung bereits zu einem frühen Zeitpunkt Kontakt mit den ausführenden Handwerkern oder Fachplanern aufnehmen könnte, um die Fugenanordnung im großen Kreis abzustimmen. Dies scheidet jedoch häufig an der Tatsache, dass zu diesem frühen Zeitpunkt die handwerklichen Arbeiten noch nicht vergeben sind und damit letztendlich die ausführenden Firmen noch nicht feststehen. Der „schwarze Peter“ verbleibt also beim Planer, der gut daran tut, sich entweder mit geeigneten Mitteln das notwendige Fachwissen zu beschaffen oder den Rat von Fachfirmen einholt – oder man erlebt „Spontanfugen“.



## 6 Schäden entstehen durch das „Bermuda-Dreieck am Bau“

Schnell, billig, gut – so möchten ALLE bauen. Aus diesen drei gewünschten Eigenschaften begründet sich das so genannte „Bau-Bermuda-Dreieck“:

- Treffen zwei Begriffe zu, so schließen Sie den dritten aus. Im Estrich- bzw. Fußbodengewerk ist es oft ebenso.

Ein Schadensfall aus der jüngeren Vergangenheit in einem Sanierungsobjekt soll verdeutlichen, dass die Nichtbeachtung einfacher technisch-physikalischer Zusammenhänge, wie z. B. Diffusionsoffenheit einer Fußbodenkonstruktion, erhebliche Kosten verursachen kann.

Auf die Bohlen einer bestehenden Holzbalkendecke wurde ein Calciumsulfatfließestrich auf einer thermisch verschweißten Schrenzlage aufgebracht. Den unterseitigen Abschluss der Holzbalkendecke bildete eine abgehängte Decke. Nach wenigen Monaten der Nutzung wurde Hausschwammbefall festgestellt. Beim Öffnen der Konstruktion stellte sich heraus, dass der gesamte Zwischenraum im Bereich der Holzbalken von dem Pilz überwuchert war. Die Konstruktion konnte nicht saniert werden, weshalb keine andere Lösung blieb, als eine komplett neue Tragkonstruktion einzuziehen. Die Kosten gingen in die Hunderttausende. Was hatte der Planer des Bauwerks übersehen?

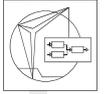


Bild 5 Vom Hausschwamm befallene Holzbalkendecke [11]

Die Schrenzlage auf den Bohlen soll dazu dienen, dass der dünnflüssige Fließestrich nicht in die Holzkonstruktion eindringt, da er dort evt. zu Quellungen führen könnte. Andererseits stellte sie aber auch eine Dampfsperre mit bremsender Wirkung mit einem  $s_d$ -Wert von mindestens 20 m dar. Da sich unterhalb der Holzbalkendecke Feuchträume befanden, wiesen diese naturgemäß eine hohe Luftfeuchtigkeit auf. Damit lag ein Wasserdampfpotenzialunterschied zwischen unten und oben vor, wobei die Situation wahrscheinlich durch Konvektionsvorgänge zusätzlich negativ beeinflusst wurde. Die mit Wasserdampf angereicherte Luft stößt an die Schrenzlage und kann diese wegen ihrer hohen wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke nicht durchdringen. Dadurch reichert sich die Luftfeuchtigkeit unterhalb der Schrenzlage – also innerhalb der Holzbalkenkonstruktion – auf Werte zwischen 80 und 95 % an. Es entstehen ideale Voraussetzungen für Pilzwachstum.

Der Schadensfall hätte evtl. verhindert werden können, indem man unterhalb der abgehängten Decke eine Dampfsperre mit sperrender Wirkung eingeführt hätte. Diese sind jedoch in der Praxis infolge vieler Durchdringungen meist nicht dicht. Aus diesem Grund ist, wann immer möglich, zu empfehlen, von der Verwendung dampfdichter Materialien ganz abzusehen und stattdessen diffusionsoffene Materia-

lien zur Abdeckung einzusetzen (z. B. Unterspannbahnen, wie sie auch von Dachdeckern verwendet werden, mit  $s_d$ -Werten von ca. 0,02 m). Wenn die gesamte Konstruktion diffusionsoffen gestaltet werden soll, ist die gleiche Anforderung auch an den Belag zu stellen. Wenn nämlich stattdessen ein Dampf hemmender, verschweißter PVC-Belag als oberer Abschluss zur Verwendung kommt, sind ähnliche Schadensbilder zu befürchten [12].



## 7 Zusammenfassung

Auch beim Fußboden bleibt es bei der „Gretchen-Frage“ an den Planer und die Ausführenden: „Wie hältst du's mit der Qualität?“ Mit dem Kompendium FUSSBODENATLAS [2] wurde nicht das Ziel verfolgt, schlechthin eine weitere wissenschaftliche Abhandlung über den Fußboden zu schreiben, sondern allgemein verständliche Hinweise aus der Praxis für die Planung und Ausführung von Fußböden zu geben; das Werk wurde konzipiert als Planungshilfe für Architekten, Bauingenieure, Ausschreibende sowie als Orientierung für fachbezogene Studiengänge.

Der FUSSBODENATLAS ist sowohl zum Gesamtstudium geeignet, als auch als Nachschlagewerk, da es ein umfangreiches Stichwortverzeichnis mit Kurzdefinitionen enthält. Regeldetailaufbauten mit zugeordneten Vorschlägen für Ausschreibungstexte stellen eine optimale Verwertbarkeit für den Praktiker dar. Der Inhalt ist nach Stichworten geordnet und im Internet hinterlegt [13]; weitere Informationen finden Interessenten unter [www.fussbodenatlas.de](http://www.fussbodenatlas.de).

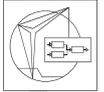
### Literatur- und Quellenverzeichnis

- 1 Zusammenstellung von typischen Bauschäden und Auswirkungen in technischer Hinsicht. Architekt-Ingenieur-Assekuranz GmbH, Düsseldorf.
- 2 Unger, A: FUSSBODEN ATLAS. Richtig planen – Schäden vermeiden. Verlag QUO VADO AG, Donauwörth/Chemnitz.
- 3 Merkblatt: Keramische Fliesen und Platten, Naturwerkstein und Betonwerkstein auf zementgebundenen Fußbodenkonstruktionen mit Dämmschichten (Stand: Sept. 1995). Zentralverband des deutschen Baugewerbes.
- 4 DIN 18 560 Teil 1–7 „Estriche im Bauwesen“. DIN Deutsches Institut für Baunormung e. V., Berlin.
- 5 DIN 18 353 „Estricharbeiten“. VOB Teil C. Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen. DIN Deutsches Institut für Baunormung e. V., Berlin.
- 6 Foto: Andrew Sangals, Escheburg.
- 7 DIN 18 195, Teil 1–10 „Bauwerksabdichtungen“. Deutsches Institut für Baunormung e. V., Berlin.
- 8 DIN 1 055 „Lastannahmen für Bauten“. Deutsches Institut für Baunormung e. V., Berlin.
- 9 DIN 4 109 „Schallschutz im Hochbau“. Deutsches Institut für Baunormung e. V., Berlin.
- 10 Foto: Alexander Unger, Donauwörth.
- 11 Foto: Adalbert Krusius, Mainz.
- 12 Unger, A: Nie mehr Estrich auf Holzbalkendecken? Fußbodentechnik 04/1998.
- 13 INTERNET: [www.quo-vado.de](http://www.quo-vado.de), QUOVADO AG , Chemnitz/Donauwörth.





**Prof. Dr. Manfred Beyer,  
Obering. Alfred Istel, Dipl.-Ing. Hermann Kunze**  
Howaldtswerke-Deutsche Werft AG



## **Das HDW-System der Genaufertigung**

**Beherrschung der Schweißschrimpungen – ein wesentlicher Faktor für Wirtschaftlichkeit und Qualität**

### **Vorbemerkungen**

Schweißspannungen und -verformungen haben die Forschung in aller Welt stets nahezu magisch angezogen. Komplizierte Differenzialgleichungssysteme und einfache Faustformeln, aufwändige Experimente und ganz pragmatische Messungen im Alltag sind in Werkzeuge eingeflossen, die für ihre Beherrschung entwickelt wurden. An den Universitäten und Hochschulen haben die Lehrstühle für Schweißtechnik und verwandter Disziplinen häufig diese Forschung getragen. Die Schweißinstitute und die Industrie haben ebenso zum heutigen Erkenntnisstand beigetragen. Eine bedeutende Rolle spielten dabei aber auch nationale und internationale Fachgremien.

In der Kammer der Technik wirkte die Arbeitsgruppe Schweißverformungen und -spannungen sehr aktiv für die Koordinierung der Forschungen und für den regelmäßigen Erkenntnisaustausch im nationalen Rahmen. Sie stand von 1970 bis 1980 unter Leitung unseres hoch verehrten Kollegen Prof. Dr. RÖBENACK. Auf internationaler Ebene wurde diese Aufgabe u. a. mit dem Thema 9 der RGW-Forschung wahrgenommen. Dieses Fachgremium leitete bis zu seiner Emeritierung unser hoch geschätzter Kollege Prof. Dr. ALEXIS NEUMANN und nachfolgend Prof. Dr. BEYER.

Gegenseitige Mitgliedschaft sorgte auch zwischen diesen Fachkreisen für Koordination und Erfahrungsaustausch. Ein beredtes Beispiel für das Miteinander findet sich u. a. in gemeinsamer Autorenschaft und Herausgabe von Fachbüchern, so z. B. NEUMANN A.; RÖBENACK, K.-D. (Herausgeber) und Autorenkollektiv: Katalog über Schweißverformungen und -spannungen. Düsseldorf, Deutscher Verlag für Schweißtechnik (DVS), 1978.

Obwohl schon manches der physikalischen Probleme der Schweißtechnik als gelöst gelten kann, sind noch weit mehr Fragen nicht befriedigend zu beantworten. Allein im Schiffbau ziehen die Schweißverformungen noch gewaltige Kosten nach sich – teils zu ihrer Beseitigung bzw. Kompensation mit dem Richtbrenner oder ergänzend für das Spachteln z. B. der gesamten Außenhaut großer Luxusjachten von weit über 100 m Länge.

### **Ziel der Genaufertigung**

Die Genaufertigung besitzt ein eindeutig definiertes Ziel, nämlich die Beseitigung vermeidbarer Arbeit. Vermeidbar ist z. B. das Abbrennen vieler hundert Meter Zugaben als Schweißnahtvorbereitung längs der Plattenkanten und von Zugaben an hunderten Profilen von Hand oder mechanisiert im Dock. Diese Nähte sind schon einmal mit Präzisionsbrennschneidmaschinen in der Brennerei gebrannt worden – nur eben genau 30 oder 50 mm neben dem Sollwert. Die Mängel der handgebrannten Nähte sind wohl bekannt. Sie erhöhen die Schweißkosten erheblich. Im gleichen Sinne vermeidbar ist das zweimalige Positionieren von Sektionen, zuerst für das Abbrennen der Zugaben und ein zweites Mal zum Verschweißen der Nähte. Letztlich steht das Passendmachen ganzer Sektionen im Dock oder auch von Teilsektionen in der Vormontage dem Grundsatz entgegen „mach es gleich richtig!“. Die Menge vermeidbarer Arbeit ist ein gewichtiges Kriterium im Wettbewerb. Denn die Vergleiche innerhalb



der Spitzengruppe des internationalen Schiffbaus begründen aus rein fertigungstechnischer Sicht keine gravierenden Unterschiede in der Wettbewerbsfähigkeit.

Die Genaufertigung wird neben dem entscheidenden Vorteil der Beseitigung vermeidbarer Arbeit von weiteren wesentlichen Vorteilen begleitet. Der Wegfall der Anpassarbeit fördert in hohem Maße auch die Prozesskontinuität. Außerdem ist die Genauigkeit in bestimmten Grenzen Voraussetzung für die Automatisierung, für den Übergang zu einer industriellen Fertigung. Mit den Messungen und deren Auswertung werden des Weiteren Transparenz und Vergleichbarkeit des Schiffbauprozesses wesentlich verbessert. Schließlich nimmt im Produktionsbereich einer Werft auch der häufig gebrauchte Begriff der Informationsgesellschaft etwas greifbarere Gestalt an.

Im vorgenannten Sinn sind die wichtigsten Ziele des HDW-Systems (siehe auch HANSA 7/1995, S. 36; 9/1994, S. 208) der Genaufertigung:

- Beseitigung vermeidbarer Arbeit,
- Erhöhung der Prozesskontinuität,
- Förderung der Automatisierung,
- Information und Transparenz.

In den ersten drei Punkten herrscht weitgehende Übereinstimmung mit Auffassungen anderer Schiffbauer. Japanischen Autoren [1] sehen an Stelle des vierten Zieles die Reduzierung derjenigen Arbeiten, die ein besonderes Fachwissen erfordern. Dieser Ansicht steht eine durchaus andere Erfahrung bei der Genaufertigung gegenüber.

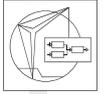
#### **Fehler vermeiden statt Fehler beseitigen!**

Zunächst besteht kein Zweifel, dass der Einbau ungenauer und verzogener Sektionen in komplizierten Bereichen großes Fachwissen und viel Erfahrung erfordert. Ebenso ist unstrittig, dass immer weniger Fachkräfte auf diesem Gebiet zur Verfügung stehen und dass bei genau gefertigten Sektionen natürlich auch gar nicht erst ein Bedarf entsteht und folglich Routine verloren geht. Bis hierher liegt Übereinstimmung vor. Die Herstellung genauer Sektionen jedoch fordert ebenfalls ein hohes und sehr spezielles Fachwissen. Es ist sicher ähnlich schwierig, Maßabweichungen und Verzüge zu vermeiden wie mit vorhandenen umzugehen. In dieser Hinsicht scheint es zweckmäßiger zu sein, mehr von einem Wandel des Fachwissens zu sprechen, nämlich von der Fehlerbeseitigung zur Fehlervermeidung. Die Anforderungen an die Organisation sind bei letzterem ungleich größer als bei der Fehlerbeseitigung. Während die Fehlerbeseitigung der Herrschaftsbereich relativ weniger Spezialisten ist und bleibt, muss die Aufgabe der Fehlervermeidung von allen beteiligten Mitarbeitern getragen werden, soll sie durchgreifenden Erfolg haben. Die Tradition des Schiffbaus mit der Zugabenfertigung kann einer solchen Entwicklung kaum krasser entgegenstehen. Die Zugabe hat Generationen von Schiffbauern zur Großzügigkeit im Umgang mit Maßen und Baufolgen erzogen. Und zu Recht, die Zugabe erlaubte jene Großzügigkeit. Die Genaufertigung aber kann nur erfolgreich sein, wenn sich die gesamte Organisation diesem Ziel verpflichtet fühlt. Einen geeinten Willen zur Genaufertigung und Fehlervermeidung zu formen und Können zu bilden, eingedenk auch der oft schwierigen Bedingungen eines reduzierten Stammpersonals, ist die Herausforderung für das Management und auch für jeden einzelnen. Die Genaufertigung ist mit den Mitteln der Technik allein nicht zu bewältigen. Darin liegt die Besonderheit der Aufgabe und die Erklärung dafür, dass dieses enorme Wettbewerbspotenzial in unserem Sichtbereich doch recht schleppend genutzt werden kann.

#### **Werkzeuge**

Der Wille versetzt Berge, sagt man – ja, aber nicht ohne Werkzeuge! Genaufertigung heißt auch, geeignete Werkzeuge zu schaffen und einzusetzen. Die Forderungen an diese Werkzeuge lauten im Schiffbau nicht anders wie überall im Leben: einfach, schnell und zuverlässig. Eine zusätzliche wesentliche

Forderung ist die Durchgängigkeit des Systems von Werkzeugen. Die Vorteile der Genaufertigung sind nur dann zu realisieren, wenn die Lösung sowohl die Teilefertigung, die Vormontage als auch die Endmontage zu einem Gesamtsystem verbindet.



## Dreiecke (GSD) und Linien

### • Grundidee

Die CAD-Systeme beschreiben die Konturen aller Einzelteile wie auch aller Verbindungen untereinander, z. B. durch Kehl- oder Stumpfnähte. Moderne CNC-Brennschneidmaschinen brennen die Konturen der Bauteile aus. Gleichmaßen können sie mit Markierwerkzeugen als CNC-Zeichenmaschinen beliebige Linien und andere Markierungen auf die Bauteile dauerhaft aufbringen. Unter diesen Umständen ist es nicht einzusehen, alle Maße zunächst in Zeichnungen darzustellen und diese dann dem Schiffbauer zum Zeichnungslesen zu übergeben. Die herausgelesenen Maße werden dann manuell auf die einzelnen Bauteile übertragen. Ein kostspieliger, durchaus fehlerträchtiger und in jedem Fall vermeidbarer Aufwand. Der viel kürzere und genauere Weg besteht darin, alle für die Montage erforderlichen Markierungen durch die Brenn- und Zeichenmaschinen auf die Bauteile übertragen zu lassen. Die Informationen nehmen dabei ohne Umleitung den direkten Weg von den CAD-Rechnern zu den Rechnern der Brennschneidmaschinen.

Die Grundidee lautet:

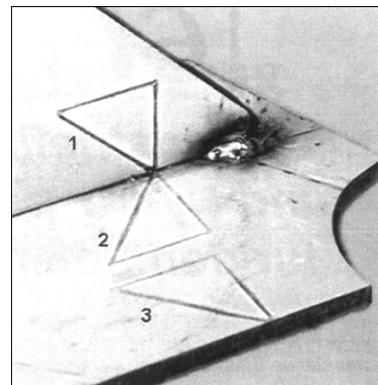
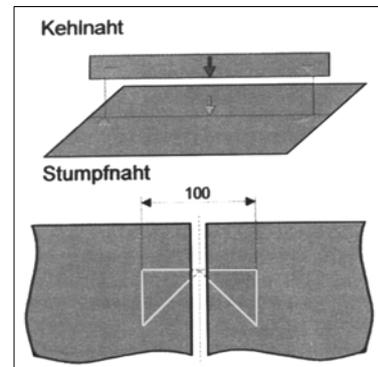
Bauteil = Zeichnung

Jedes Bauteil erhält in eindeutiger Weise alle für die Montage notwendigen Markierungen. Die Markierungen müssen ohne zu messen folgende Funktionen erfüllen:

1. Ausrichten in Querrichtung
2. Ausrichten in Längsrichtung
3. Ausrichten der Höhe nach
4. Prüfbarkeit nach dem Schweißen
5. Prüfung von Bauteilmaßen
6. Beständigkeit
7. Maschinenlesbarkeit

Bild 1 Montage mit Hilfe von Dreiecken

Bild 2 Montagebeispiel



Von allen untersuchten geometrischen Formen hat sich die Kombination aus Linie und Dreieck als diejenige erwiesen, die allen 7 Forderungen am besten genügt. Bild 1 zeigt das Prinzip für eine Kehl- und eine Stumpfnahntverbindung und Bild 2 die Ausführung im Falle einer Kehl- und einer Stumpfnahntverbindung. Die Montageaufgabe besteht ausschließlich darin, Dreiecksspitze auf Dreiecksspitze zu positionieren. Die Dreiecke 1 und 2 befinden sich auf dem ersten und zweiten Bauteil stets auf der Mallkante. Mit dieser Festlegung ist ein Verdrehen der Bauteile ausgeschlossen. In Abhängigkeit von der Fügellänge der zu paarenden Bauteile wird an jedem Ende oder nur an einem Ende ein Dreieckspaar vorgesehen. Die Linie unterstützt die Positionierung auf einer Geraden von Dreieck zu Dreieck. Diese Funktion hat früher der Schnurschlag übernommen. Auch nach dem Schweißen ist eine zuverlässige Rückverfolgbarkeit bzw. Fehleranalyse gesichert, selbst wenn die Montage längere Zeit zurückliegt, weil die Länge der Katheten



einheitlich 50 mm beträgt. Das Dreieck 3 (Bild 2) dient der Montage der gesamten Baugruppe (Platte mit Versteifung) mit einer anderen Gruppe.

Beim Montieren von Stumpfnähten ist das System so aufgebaut, dass die zur Naht parallelen Katheten ausnahmslos auf einen Abstand von 100 mm zueinander gelegt werden. Das bedeutet, dass sich die Dreiecksspitzen auf Nahtmitte berühren und in Abhängigkeit von der Breite des Schweißspaltes ein Teil des Dreiecks abgeschnitten ist. Dass stets auf 100 mm ausgelegt werden kann, setzt allerdings die Lösung eines weiteren Problems voraus. Die Schrumpfung der Stumpfnahnt muss dort als Aufmaß angebracht werden, wo die Verkürzung der Länge tatsächlich vonstatten geht, also an der Plattenkante. Das allerdings erfordert, dass die Dreiecke um diesen Betrag durch das CAD-System verschoben werden. Dann berühren sich wieder die Dreiecksspitzen auf Mitte Naht und dann gelten wieder 100 mm als Auslegemaß zwischen beiden Katheten. Für das rein visuelle Ausrichten der Bauteile längs zur Naht stehen die anderen beiden Katheten zur Verfügung. Sie müssen sich in einer Flucht befinden. Auf diesem Wege ist z. B. beim Zusammenschweißen zweier Paneele von jeweils 16 000 mm x 16 000 mm Länge das Messen der Gesamtlänge von 32 000 mm auf das Ausrichten der zwei Dreieckspaare mit einem Abstand von 100 mm reduziert.

Eine weitere Funktion der visuellen Kontrolle übernehmen die Dreiecke für die Maßgenauigkeit der Einzelteile. Hierbei berührt die Dreiecksspitze 3 den Rand des Bauteils, wobei die Kathete bei Konturen senkrecht auf diese gerichtet ist. In den ca. 4 Jahren der Anwendung hat sich das Dreieck als sehr feinfühliges Werkzeug erwiesen.

Es versteht sich von selbst, dass alle Markierungen automatisch durch das CAD-System in die Bauteilbeschreibung eingebracht werden. Nach einer Spezifikation von HDW erfolgte die Entwicklung des Werkzeuges durch KCS. Seit mehr als vier Jahren wird das System mit großem wirtschaftlichem Erfolg angewendet.

Genauigkeit ist mit dem bloßen Auge sichtbar geworden, am Einzelteil und in der Montagegruppe. Auch nach dem Schweißen sind die Dreiecke bleibende Dokumente der Qualität. Sie lassen keine Missdeutungen zu und bergen damit auch keinen Konfliktstoff.

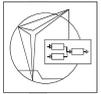
- **Zuverlässigkeit**

Die Zuverlässigkeit der GSD hängt von der Realitätsnähe der Schrumpfungsregeln des CAD-Systems ab. Zwei zu paarende Bauteile, Baugruppen oder Sektionen haben durchaus nicht immer die gleiche Schrumpfungsgeschichte. Je höher die Montagestufe, um so größer werden die Unsicherheiten. Es steht außer Zweifel, dass die Realitätsnähe in den oberen Stufen derzeit nicht ausreicht. Auf diesem Feld herrschen die mobilen 3-D-Messsysteme und die Referenzlinien, wie Basis, Mitte Schiff und Mitte Raum. Bauteile der ersten Montagestufe sind praktisch frei von Unsicherheiten aus der Schrumpfung. Nahezu ohne Einschränkung gilt diese Aussage auch für die zweite und dritte Montagestufe. Da sich mehr als die Hälfte der Fügelängen in diesen Stufen befinden, ist für den Hauptteil der Fügelängen eine hohe Zuverlässigkeit zu verzeichnen. Vorausgesetzt werden muss allerdings auch hier, dass die Schrumpfungsregeln des CAD-Systems erlauben, alle Bauteile mit korrespondierenden Anfangswerten auszustatten. **HDW** und **KCS** arbeiten auf der Basis einer gemeinsamen Spezifikation seit mehreren Jahren an der Vervollkommnung der Schrumpfungsregeln.

Neben der Güte der Schrumpfungsregeln hängt die Zuverlässigkeit der GSD von einer guten Sichtbarkeit ab. Die GSD und Linien werden mit Plasmamarkern aufgebracht. Die Stromstärke ist in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (0...20 m/min) von 6...20 Ampere regelbar. Auch beim Start und an den Ecken ist die Regelbarkeit erforderlich, um Einbrände zu vermeiden. Grundsätzlich werden die Markierungen vor dem Brennen auf die thermisch noch völlig unbeeinflusste Platte gezeichnet. Der metallisch blanke Strich ist etwa 0,7 mm dick und für die Montageaufgabe sehr gut sichtbar. Nach dem Abschluss der Markierarbeiten folgt das Ausbrennen der einzelnen Bauteile. Damit treten thermisch bedingte Abweichungen ausschließlich in der Berandung in Erscheinung. Bei konsequenter Montage nach den Markierungen zeigen sich diese Abweichungen als Veränderungen des Schweißspaltes. Die

funktionsbestimmenden Maße von Markierung zu Markierung, z. B. bei einem Containerschiff von Mitte Raum bis Mitte Raum über eine Naht hinweg, bleiben weitgehend unbeeinflusst.

Der dominierende Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Markierungen allerdings geht von der Genauigkeit der Brennschneidmaschinen und der Arbeitswerkzeuge aus. Sie entscheiden die Genauigkeit der Einzelteile und ihrer Markierungen.



### Optoelektronischer Brennschneidmaschinentest

Die in Normen angegebene Prüfung der Genauigkeit ist nicht zeitgemäß. Von einem modernen Test müssen geringster Arbeitsaufwand, ausreichende Genauigkeit, einfache Bewertung, zuverlässige Dokumentation und elektronische Verteilbarkeit der Qualitätsdokumente gefordert werden. Die Firma AICON, Braunschweig, hat in Zusammenarbeit mit HDW ein solches System entwickelt. Es wurden stationäre Referenzmarken in L-Form um das Brennbecken im Betonfundament starr verankert. Die Koordinaten der Marken werden in x- und y-Richtung ermittelt. Aus diesen Koordinaten wird ein Programm für die Brennschneidmaschine hergestellt. Nach dem Laden des Programms über Netz fährt die Maschine alle Referenzmarken in einer bestimmten Folge an. Eine optoelektronische Kamera misst die Genauigkeit, mit der der angesteuerte Punkt erreicht worden ist. Für eine rasche Bewertung der Testergebnisse werden die Messwerte, wie in Bild 3 dargestellt, visualisiert. Je ein Messpunkt in Quer- und Längsrichtung wird aus unterschiedlichen Richtungen angefahren. Dieser Test gibt durch das Umkehrspiel Auskunft über den Verschleißzustand der Maschine. Die übrigen Punkte zeigen die Güte der Justierung. Die visualisierten Messergebnisse stehen über Netz den Zugriffsberechtigten zur Verfügung. Die Daten werden der Lieferfirma der Maschinen für jeden Test per e-mail zur Verfügung gestellt. Sie dienen zur Vorbereitung der vereinbarten Wartung. Der Test erfolgt wöchentlich und zusätzlich nach Eingriffen. Er nimmt ca. 14 min in Anspruch.

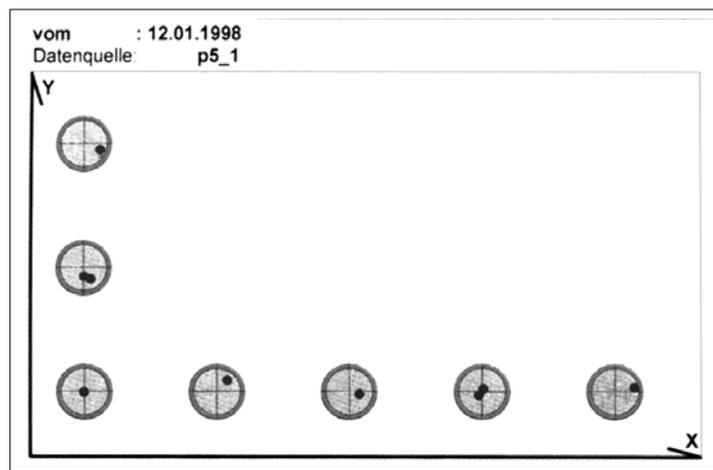


Bild 3 Brennschneidmaschinentest

### Optoelektronischer Offset-Test

Die Arbeitswerkzeuge Brenner und Marker haben sich als Hauptquelle von Ungenauigkeiten erwiesen. Zum Beispiel können Düsenwechsel erhebliche Veränderungen der Position nach sich ziehen. Wenn aber der in der Maschine hinterlegte Offset (z. B. Abstand Achse Brenner zu Achse Marker) nicht mit dem tatsächlichen Abstand übereinstimmt, treten fatale Fehler zwischen der gebrannten Berandung des Bauteils und den aufgetragenen Markierungen in Erscheinung. In Bild 4 ist die Figur dargestellt, die Brenner

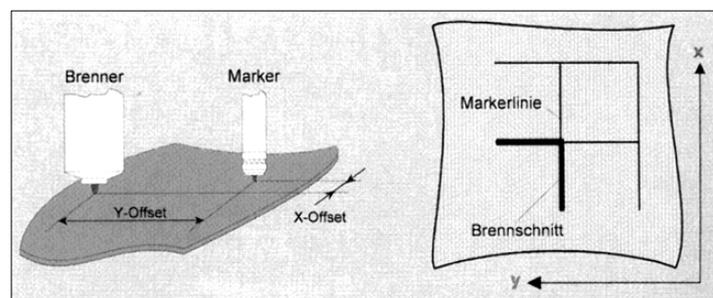


Bild 4 Offset-Test, Testfigur



und Marker ausführen. Im fehlerfreien Zustand bilden die Mittellinien des Brennschnitts wie auch des Markers eine deckungsgleiche Linie sowohl in x- wie auch in y-Richtung. Ähnlich dem Bild 4 erfolgt eine Visualisierung des Offset-Tests, so dass der Zustand der Arbeitswerkzeuge auf einen Blick beurteilt werden kann. Als Zusatzleistung wird noch die Fugenbreite in x- und y-Richtung von der Kamera gemessen. Überdies wird die Position der Kameraachse zur Brennerachse angezeigt.

Die Werkzeuge 2 und 3 garantieren Einzelteile, d. h. Brennkanten und Montagemarken in den vorgegebenen Grenzen der Genauigkeit. Die augenblickliche Genauigkeit und ihre zeitliche Entwicklung sind dokumentiert. Statistische Auswertungen geben Aufschluss über Veränderungen und unterstützen das Finden der Ursachen.

Regelmäßige Kontrollen dieser Art werden von den unmittelbar nachfolgenden Montageschritten erzwungen. Im gesamten Bereich des Gruppenbaus erfolgt keine Messung mehr. Es wird ausschließlich nach Dreiecken und Linien montiert. Beulsteifen auf Bodenwrangen machen die Empfindlichkeit besonders deutlich. Sie setzen stumpf auf die Längsspante am Innenboden und an der Außenhaut auf. Ihre exakte Länge ist zwar notwendig, aber für ein genaues Passen nicht ausreichend. Sie müssen schon im Gruppenbau besonders in der Längsrichtung genau positioniert werden. Andernfalls ist auf einer Seite zuviel Luft zuzuschweißen und auf der anderen trotz genauer Länge abzubrennen.

### Panelmeßgerät

Bei HDW erfolgt wie bei vielen anderen Schiffbauern auch zunächst eine Rohbesäumung von Platten, die nachfolgend zu einem Panel zusammengeschweißt werden. Erst dieses Panel von ca. 16 x 16 Metern wird mit einem Autogenportal auf genaues Maß geschnitten. Bei dieser Fertigungsorganisation ist das Panel die entscheidende Basis der Genaufertigung. Es ist unerlässlich, die wichtigsten Maße des Panels zu prüfen. Zu diesen zählen die Hauptabmessungen und besonders auch die Lage des Koordinatensystems auf dem Panel. Das Koordinatensystem, gebildet z. B. von Mitte-Schiff und Mitte-Raum, wird hier erzeugt und im weiteren Montageprozess benutzt.

Zwei CCD-Kameras mit 2000 x 2000 Pixeln im Deckenbereich der Halle und ein Rechner für die Bildverarbeitung und Auswertung der Messung führen diese Aufgabe aus. Jedes Panel wird von einem entsprechenden Messprotokoll gemäß Bild 5 bzw. einer entsprechenden Tabelle begleitet.

Bei der Teilsektionsfertigung, z. B. beim Zusammenfügen zweier oder mehrerer Paneele, wird zunächst wie überall nach Dreiecken montiert. Ergänzend dazu wird eine Kontrolle der Lage der Koordinatensysteme zueinander vorgenommen. Akkumulierte Ungenauigkeiten, z. B. durch Brennen und verändertes Schumpfverhalten, müssen in bestimmten Grenzen über den Schweißspalt ausgeglichen werden. Natürlich gilt in der zugabenfreien Fertigung der Grundsatz, dass die Funktionsmaße den Vorrang vor den Schweißspaltbreiten besitzen. Das bedeutet, dass das Maß Mitte Laderaum zu Mitte Laderaum über einen Stoß hinweg auf jeden Fall gehalten werden muss und Ungenauigkeiten im Schweißspalt ausgeglichen werden.

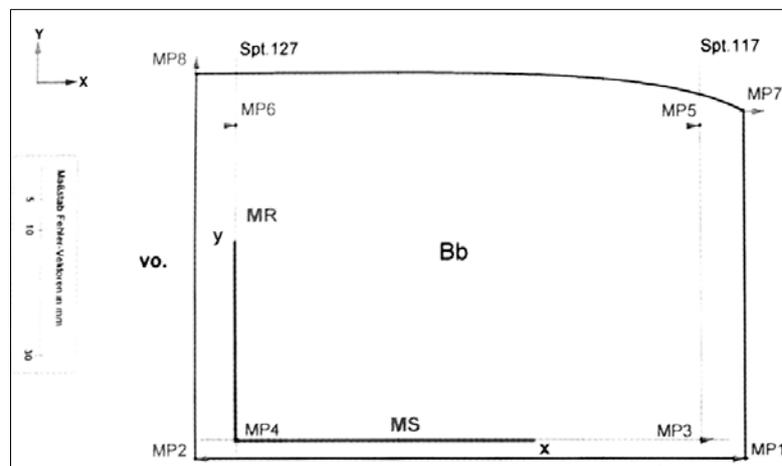
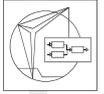


Bild 5 Visualisiertes Ergebnis Paneelemessung

## Laserlängenmessgerät im Profilschnitt



Seit langem gilt die Auffassung, dass überlappte Profilverbindungen besonders beim Einsatz von Schweißrobotern keine Zukunftsaussichten besitzen. Wendet man aber bei Aussteifungen die bereits erwähnten Beulsteifen auf Bodenwrangen und auf Rahmenspante als Stumpfstöße an, werden sehr hohe Forderungen an die Genauigkeit der Profile gestellt. Das gilt gleichermaßen für die Längen der Beulsteifen und auch die Höhen der Längsspannen. Messreihen der Profilhöhen zeigen, dass die nach DIN EN 10 067 zulässigen Höhenunterschiede bis 300 mm voll in Anspruch genommen werden. Bei Profilen mit 320 mm Steghöhe nutzen die Stahlhersteller die Toleranz von  $\pm 4$  mm bis etwa 70 % aus. Konventionell zugeschnittene Profile haben des Weiteren bei zwei Schnitten in den Längen ebenfalls Abweichungen von 2...3 mm. Unter diesen Umständen ist ein Fertigen ohne Zugaben in diesem Bereich ausgeschlossen, zumal durch die Nichtlinearität des Schweißvolumens einer Kehlnahtverbindung bei zu großen Luftspalten besonders hohe Schweißkosten entstehen. Eine von Hand gebrannte Kehlnahtverbindung weist oft einen Luftspalt von 3 bis 4 mm auf. Fertigen ohne Zugaben ist hier nur sinnvoll, wenn die Spantfüße gefräst werden und dabei gleichzeitig eine konstante Steghöhe erzeugt wird. Für diese Aufgabe ist eine Profilfräse im Einsatz, die die Spantfüße fräst und die genaue Steghöhe sichert. Darüber hinaus leistet sie einen Beitrag zum Senkrechtstehen der Profile auf dem Paneel. Die Längenmessung am Profilschneidroboter erfolgt mit einem Laser, der eine Gerätegenauigkeit von  $\pm 0,2$  mm erreicht. Auf dieser Grundlage werden ausschließlich die sehr wirtschaftlichen Stumpfstößerverbindungen ausgeführt und unvorteilhafte Überlappungen vollständig vermieden. Auch auf die materialintensivere Lösung mit nicht angeschlossenen Beulsteifen kann verzichtet werden.

## MONMOS, mobiles 3-D-Messsystem

Die Montagemarken auf den Bauteilen sichern die Montage ohne anzudeuten und ohne die daraus resultierenden Ungenauigkeiten. Sie werden ohne zusätzliches Messen im Gruppenbau und Sektionsbau angewendet. Beim Zusammenbau von Teilsektionen zu Blöcken und Großsektionen und vor allem bei der Bordmontage sind allerdings übergeordnete Messungen dominierend. Hier erfolgt das Ausrichten der Koordinatensysteme der Teilsektionen zueinander bzw. zum Schiffskoordinatensystem. In der Höhe bildet, wie allgemein üblich, die Basis die Bezugslinie und entsprechende Stichmaße von dieser. Die Breitenmaße beziehen sich grundsätzlich auf Mitte Schiff und bei Passagierschiffen zusätzlich auf Mitte Gang als weiteres Stichmaß. Die Längsmaße werden z. B. bei Containerschiffen von Mitte Raum oder bei anderen Schiffstypen von Mitte Sektion abgesetzt. Herausragende Bedeutung besitzt die Anwendung dieser und keiner anderen Bezugsmaße einheitlich sowohl für den Stahlbau, den Maschinenbau als auch die Einrichtung bei einrichtungsintensiven Schiffen. Traditionelle Messgeräte des Schiffbaus bieten keine Chance, eine zugabenfreie Fertigung, wie vorstehend skizziert, aufzubauen.

Die 3-D-Messung wurde Anfang 1993 eingeführt [2]. Von Beginn an galt als Unternehmensphilosophie für die Vormontage, keine gesonderte Messgruppe zu bilden, sondern dem Schiffbauer die Messsysteme mit sehr anspruchsvollen Feldrechnern als Werkzeuge der Genaufertigung in die Hand zu geben. Diese Lösung gibt bis zum heutigen Tage keinen Anlass zu Änderungen.

Bei der Einführung von MONMOS, SOKKIA, konnte das Gerät das Koordinatensystem ausschließlich in dem ersten Messpunkt mit dort senkrecht stehender z-Achse errichten. Dieses Vorgehen zieht einen gravierenden Nachteil nach sich. Wäre der erste Punkt besonders fehlerhaft, dann würde sich dieser Fehler durch die gesamte Messung ziehen. Erst eine am PC nachgeschaltete Ausgleichsrechnung könnte darüber Aufschluss geben. Für viele praktische Fälle des Stellens von Sektionen im Dock ist eine solche Arbeitsweise unzumutbar. Inzwischen bietet der Hersteller die Möglichkeit, vor Ort mit einem mathematisch ausgeglichenen Koordinatensystem zu arbeiten. Hierbei wird aus max. 6 Messpunkten im Feldrechner während des Messvorgangs die günstigste Lage ermittelt. Der einzelne Punkt spielt nun nur noch eine anteilige Rolle, aber keine dominierende mehr. Gegenwärtig erfolgt die schrittweise Umstellung des gesamten Messwesens. Es handelt sich dabei um einen tiefen Eingriff in



die Arbeitsweise des Schiffbauers. Erstmals kann der Koordinatenursprung dem menschlichen Auge nicht mehr zugänglich sein. Der ausgeglichene Ursprung und die übrigen Punkte könnten sich durchaus einige Millimeter in der Plattendicke oder über der Oberfläche befinden. Ähnliches gilt für die übrigen Richtungen. Letztlich gibt es jedoch keine Alternative zur Arbeit mit der vorteilhaftesten Lage des Koordinatensystems. Oberstes Ziel ist die Fehlervermeidung. Wie sollte man unter dieser Prämisse wissentlich ein unvorteilhafteres Koordinatensystem verwenden. Eine große Herausforderung! Für eine intensive Fortbildung am Arbeitsplatz ist diese tief greifende Änderung Anlass genug. Der Vollständigkeit halber muss noch die dritte Möglichkeit des Aufbaus des Koordinatensystems hinzugefügt werden. Drei Punkte definieren hierbei eine Ebene, die z. B. die x- und y-Achse enthält und auf welcher die z-Achse senkrecht steht. Dieser Modus ist besonders vorteilhaft bei geneigter Helling oder bei einer geneigten Lage der Sektion. Die Sektion muss für die letzten beiden Modi nicht ausgerichtet werden.

### 3-D- Mess- und Auswertesoftware 3-DIM für Windows

Die mit dem Messsystem ursprünglich angebotene Software zur Vorbereitung, Auswertung und Verwaltung der Messungen entsprach in keiner Weise den Erwartungen an Wirtschaftlichkeit und Komfort. Im Auftrage von SOKKIA Deutschland erfolgte von GLM Bochum im Zusammenwirken mit HDW die Entwicklung der vorgenannten Software. Sie erlaubt die Anfertigung der Prüfskizzen, der Prüftabellen, den Export der Sollwerte vom PC in den Feldrechner und nach der Messung den Import der Messwerte vom Feldrechner zurück in den PC für die Auswertung und Verwaltung der Messungen. Die Auswertung umfasst die Visualisierung der erreichten Genauigkeit durch die Darstellung der Fehlervektoren, Bild 6. Die Verwendung grüner und roter Pfeile erlaubt, mit einem Blick die erzielte Genauigkeit der jeweiligen Sektion einzuschätzen. Die roten Pfeile machen dabei die kritischen Zonen der Toleranzüberschreitung kenntlich. 3-DIM bietet zusätzlich ein Werkzeug zum mathematischen Ausgleich der Messwerte. Dieses Instrument hat unverzichtbare Dienste bei der Bewertung einer Sektion geleistet. Scheinbare Fehler, die z. B. auf einer Schräglage der Sektion beruhen, werden eliminiert. Mit der Einführung der Ausgleichsrechnung bereits im Feldrechner von MONMOS wird diese Funktion direkt in die Fertigung verlegt. Des Weiteren kann mit 3-DIM eine statistische Auswertung ausgewählter Messpunkte vorgenommen werden. Die Auswahl erfolgt mit Hilfe der Prüfpunktbezeichner. Sie sind so strukturiert, dass z. B. die Seitenlängsträger in einem bestimmten Doppelboden oder einer Serie oder aller bisher gebauten Böden oder beliebige andere Konstruktionen oder Elemente ausgewählt werden können. Das wiederum ermöglicht Rückschlüsse z. B. auf die Realitätsnähe der eingebrachten Schrumpfung oder die Bewertung der Häufigkeit bestimmter Mängel. Diese Aussagen eröffnen Wege für die kontinuierliche Verbesserungen der Prozesse. HDW hat die Software als Werklizenz in Netzwerkversion in Anwendung. In den Büros der Meister sind die erforderlichen Darstellungen der Genauigkeit der angelieferten Teilsektionen und Blöcke wie auch die Maße der bereits im Dock eingebauten Sektionen über den SQL-Server verfügbar. Bei letzterem sind vor allen Dingen die Maße des Anschlussquerschnitts zur ankommenden Sektion von Interesse.

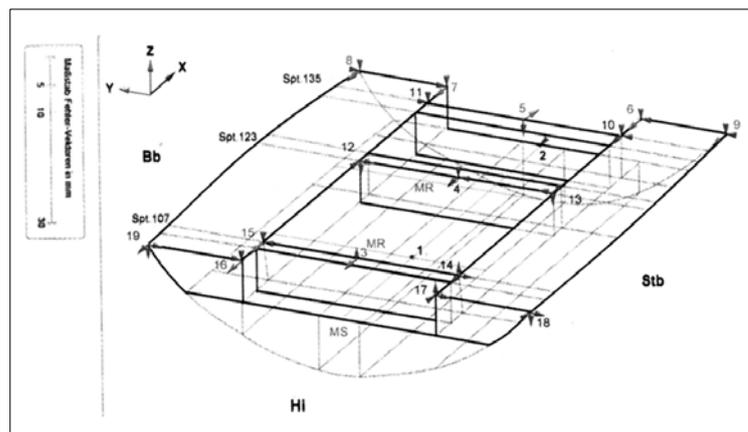
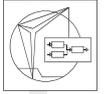


Bild 6 Visualisiertes Ergebnis Sektionsmessung

## Prüfplaner in TRIBON



Die Prüfplanung in diesem Rahmen umfasst die Anfertigung der Prüfskizze und der Prüftabelle. Die Prüfskizze hat zur Aufgabe, den Prüfauftrag für den Prüfenden in wenigen Sekunden erfassbar zu gestalten. Die Prüfskizze ist für das menschliche Auge gedacht. Ihr Wert wird allein dadurch bestimmt, wie sie das rasche und sichere Verständnis des Prüfauftrages fördert. Das bedeutet, dass jede überflüssige Linie und jedes nicht unbedingt nötige Zeichen zu verschwinden haben. Die Prüftabelle enthält die Sollwerte, die Toleranzen in x-, y- und z-Richtung und den Prüfpunktbezeichner und natürlich freie Spalten für die Ist-Werte und die Soll-Ist-Vergleiche. Sie erfüllt überwiegend datentechnische Funktionen und ist Messdokument. Den Wert für den Prüfenden erhält die Prüftabelle erst durch die Visualisierung der Messwerte, durch die Umwandlung der Maßabweichungen in Fehlervektoren und die Zuordnung der Fehlervektoren zu den entsprechenden Punkten der Prüfskizze. Diese Darstellung erlaubt dann wieder in wenigen Sekunden, die Genauigkeit der Sektion und die eigene Leistung zu bewerten. Alle für die Prüfskizze und -tabelle erforderlichen wesentlichen Informationen liegen in TRIBON vor. HDW hat in Gemeinschaft mit KCS und MTW Wismar ein TRIBON-Werkzeug spezifiziert, mit dem die Prüfskizzen in TRIBON angefertigt werden. Die Programmierung ist nahezu abgeschlossen. Die Auslieferung durch KCS wird in Kürze erwartet. Prüfskizze und -tabelle werden nach ihrer Fertigstellung von TRIBON nach 3-DIM exportiert.

Nach einem angemessenen Zeitraum befindet sich eine erhebliche Menge von Sektionen in der 3-DIM-Datenbank. Es liegt nahe, bei der Anfertigung neuer Prüfaufträge und bei ausreichender Ähnlichkeit zunächst auf die Datenbank zurückzugreifen. Für kleinere Änderungen der Prüfskizze oder für Kopien mit kleineren Veränderungen steht dann nach wie vor 3-DIM zur Verfügung. In einem solchen Fall muss nicht in TRIBON zurückgegangen werden. Mit der Einführung des TRIBON-Werkzeuges ist die Erwartung einer wesentlichen Reduzierung der erforderlichen Arbeitsstunden im Bereich der Prüfplanung verbunden.

Den Datenfluss von TRIBON bis zur Anzeige der Messdaten der eingebauten Sektion auf dem Bildschirm im Meisterbüro zeigt Bild 7.

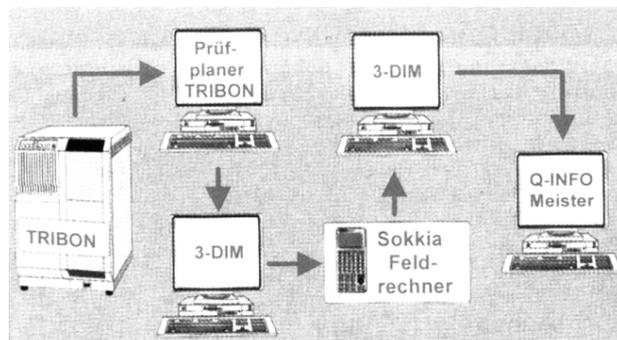


Bild 7 Informationsfluss bei der 3-D-Messung

## Schrumpungsregeln

Hält man sich vor Augen, dass eine Sektion mit einer Länge von 32 Metern über alle Fertigungsstufen hinweg insgesamt etwa 30 mm an Länge durch Schrumpfung verliert, so ist die Notwendigkeit einer Berücksichtigung der Schrumpfung mehr als augenfällig. Von diesen 30 mm erhalten manche Bauteile, die bereits in der ersten Stufe eingebaut werden, den vollen Betrag und andere, die später eingebaut werden, nur einen mehr oder weniger großen Anteil. Längsschrumpfungen durch Kehlnähte an Längsspannten bei üblichen Spantabständen sind weitgehend gleichmäßig über die Fläche verteilt. Ein Stumpfstoß hingegen hat einen ausgesprochen lokalen Charakter. Der Betrag dieser Schrumpfung unterscheidet sich allerdings um etwa das Doppelte, wenn es sich einmal nur um den Stumpfstoß zweier einzelner Platten handelt und ein anderes Mal um denselben Stoß – nun allerdings im Verbund zweier Doppelbodensektionen. Selbstverständlich ist auch die Reihenfolge der Schweißung innerhalb eines Sektionsstoßes durch unterschiedliche Offsets zu berücksichtigen. Die Beispiele lassen die



Kompliziertheit und Komplexität der Schrumpfvorgänge erkennen. Sie machen auch deutlich, dass der Erfolg nur in geschickten Vernachlässigungen zu finden sein kann.

Der wirtschaftliche Ertrag der zugabefreien Fertigung hängt in einem wesentlichem Maße von der Qualität der angewendeten Schrumpfsregeln ab. Die Schrumpfsregeln der heute gängigen CAD-Systeme im Schiffbau sind teilweise in einer Zeit konzipiert worden, als die Genaufertigung vielerorts noch in den Kinderschuhen steckte. Heute müssen sich CAD-Systeme u. a. an der Realitätsnähe der Schrumpfsregeln messen lassen. Zu den wichtigsten Merkmalen einer wirklichkeitsnahen Abbildung der Schrumpfung zählt die Unterscheidung

- einer lokalen und einer gleichmäßig verteilten Schrumpfung,
- einer teileorientierten und einer blockorientierten Schrumpfung,
- verschiedener Schweiß- bzw. Richtfolgen,
- von mehr Parametern als nur der Plattendicke,
- von Schweißen und Richten,
- der Abstände zwischen den Schrumpfbzonen einschließlich schräg laufender Nähte.

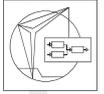
Mit dem Beginn der zugabefreien Fertigung bei HDW wurden gemeinsam mit KCS erweiterte Schrumpfsregeln spezifiziert, die die tatsächlich ablaufenden physikalischen Prozesse wesentlich realistischer widerspiegeln. Als erstes Werkzeug wurde die lokale Schrumpfung bei Stumpfnähten in Betrieb genommen. Damit konnte ein empfindliches Defizit beseitigt werden. Nachhaltig negativ beeinflussen die Fertigungsgenauigkeit das Fehlen von Werkzeugen zur Berücksichtigung der blockorientierten lokalen Schrumpfung und der Schweißfolgen. Ihr Fehlen zwingt zum Anwenden anderer, weniger geeigneter Werkzeuge. Mit diesem Herangehen sind höhere Fehlerquoten verbunden.

Betrachtet man die Schrumpfsregeln als Werkzeug, dann wären in einem bildhaften Vergleich die Schrumpfwerte das mit dem Werkzeug zu bearbeitende Material. Ein realitätsnahes und gleichermaßen aufwendiges System von Schrumpfsregeln ist nur sinnvoll, wenn auch in gleichwertigem Maße realistische Schrumpfwerte zur Verfügung stehen. Während für die teileorientierte Schrumpfung in der Fachliteratur ergiebige Quellen fließen [4], ist die blockorientierte Schrumpfung in Publikationen nahezu unerschlossen. Als Ursache dafür gilt sicher die starke Abhängigkeit von der Spezifik der Konstruktion und der Werft wie auch der große Aufwand, der zur Erlangung der Werte getrieben werden muss. Das Werkzeug 3-DIM unterstützt in der jüngeren Zeit das Ermitteln der Schrumpfwerte aus den Messreihen im besonderen Maße und wird die Entwicklung beschleunigen.

## Montageplan

Das Hauptziel der Genaufertigung ist die Beseitigung von Anpassarbeiten als größten Anteil der vermeidbaren Arbeit. Als Maß für das Erreichen des Zieles gilt häufig der Anteil von zugabefreien Berandungen. Die Überbetonung der zugabefreien Ränder birgt eine erhebliche Gefährdung für die Grundorientierung der Genaufertigung. Die genaue Berandung ist nur ein Teil der Aufgabe. Sie wird sehr stark von der eingegebenen und der tatsächlichen Schrumpfung beeinflusst. Der weitaus schwierigere Teil der Aufgabe besteht in dem Erreichen einer genauen Form. Was nutzt eine Außenhautsektion, deren Längen und Breiten korrekt sind, die aber mit einer deutlichen Verdrehung belastet ist. Ähnliches gilt für einen Doppelboden, der die gefürchtete Rundung aufweist. Für derartige Deformationen ist ebenfalls die vorgenannte Schrumpfung verantwortlich. Die schädliche Wirkung auf die gesamte Sektion kann jedoch nur eintreten, wenn über so genannte Deformationsbrücken die Schrumpfung des Einzelteils in die Gesamtkonstruktion geleitet wird. Es gilt deshalb als Grundsatz der Genaufertigung die Regel vom freien Schrumpfen. In diesem Sinne sollte jedes Bauteil seine so genannte Eigenschrumpfung abgeschlossen haben, bevor es mit anderen Bauteilen verbunden wird. Die Regel des freien Schrumpfens gilt für das Schweißen gleichermaßen wie für das Richten. Das bedeutet, dass auch das Richten nicht erst im größeren Verbund erfolgen sollte. Beulen, die im Verbund nicht existieren, können auch nicht von Wand zu Deck und von Deck zu Wand transferiert werden. Als Werkzeug für die

Fixierung der Regeln des freien Schrumpfens für jede Sektion dient der Montageplan. Er ist Bestandteil des GS-Briefes (GS Genauigkeitssteuerung), der die Prüfskizze, die Prüftabelle, die Auswertungen und eben den Montageplan vereint.



## Schlussbetrachtung

Der Wettbewerb zwingt die Werften, das Potenzial der Genaufertigung zu nutzen. Eine Industrie mit langer Tradition wandelt das grundlegende Prinzip der Fertigung von der Fehlerbeseitigung zur Fehlervermeidung. Die Einsparung, bezogen auf Fertigungsstunden für das Stellen von Sektionen eines Containerschiffes in der Bordmontage, die das größte Einsparungspotenzial aufweist, beträgt zwischen 30 und 40 %.

Die Werften schaffen sich im Verbund mit anderen innovativen Branchen neue zuverlässige Werkzeuge. Ihr Gebrauch bringt wiederum neue Erkenntnisse und Einsichten in den Fertigungsprozess. Er erschließt damit Felder, die sich bislang der fertigungstechnischen Innovation weitgehend entzogen. Zu letzterem zählt z. B. auch die Computersimulation von Montagevorgängen. Die entschlossene Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse bietet die reelle Chance, weitere Wettbewerbsvorteile zu erringen. Geht man von der Größe der Zugaben aus, dann hat die Genaufertigung den Spielraum der Maße in der Fertigung um etwa eine Zehnerpotenz verkleinert. Eine derartige geometrische Genauigkeit bringt nun ihrerseits die Zeitbestimmung in das Blickfeld und übt Zwang aus zu verstärkter Innovation auch in diesem Bereich. Die technische Grundlage dafür bietet die genannte Steigerung der geometrischen Genauigkeit. Sie beseitigt weitgehend die Unsicherheit, die unter den Bedingungen der Anpassmontage mit der Bestimmung der erforderlichen Arbeitsstunden verbunden ist. Diese Möglichkeit nicht zu nutzen hieße, vor der Ziellinie stehen zu bleiben.

Die Fehlervermeidung als Arbeitsprinzip der Genaufertigung fordert aber auch mit recht wenig Nachgiebigkeit eine hohe Verantwortlichkeit aller Beteiligten. Schon ein flüchtiger Blick zu Schiffbauern anderer Länder [5] bis [9], aber auch der eigene Anspruch an Arbeits- und Lebensqualität drängen zu entschlossenem Herangehen an diese Herausforderung. Der Schwerpunkt zukünftiger Arbeit wird in der kontinuierlichen Verbesserung der Werkzeuge und der Stabilisierung der Genaufertigung gesehen. Die Gegenüberstellung von Toleranz und Streuung im Fertigungsprozess zeigt an, dass der Prozess noch Schwankungen aufweist, die durchaus als vermeidbar zu betrachten sind.

## Literatur

- 1 Okumoto, Yasuhisa u. a.: Approach to Accurate Production of Hull Structures. IHI Engineering Review, Heft Nr. 1, 27. Januar 1994, Seite 25–31.
- 2 Beyer, Manfred: Mobiles 3-D-Meßsystem MONMOS im Schiffbau. Hansa – Schifffahrt – Schiffbau – Hafen. 132. Jahrgang, 1995, Nr. 5.
- 3 Beyer, Manfred: Accuracy Control in Steel Fabrication. IIW Shipbuilding Seminar, April 17–19, 1996, Odense, Denmark.
- 4 Ijichi, M.; Kohtake, S.; Kashima, H.: Computer Application to Accuracy Control in Hull Construction. Elsevier Science Publishers B. V. (North Holland), 1985, S. 475–484.
- 5 Okumoto, Y.; Matsuzaki, S.: Study of Accuracy Control of Hull Structure. Journal of Ship Production. Vol. 10, No. 1, Feb. 1994, pp. 51–58.
- 6 Aoyama, K.; Nomoto, T.; Takechi, S.: Basic Studies on Accuracy Management System for Shipbuilding. 9th International Conference on Computer Applications in Shipbuilding, 1997, Yokohama.

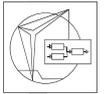


- 7 Storch, R. L.; Gribskov, J. R.: Accuracy Control for U.S. Shipyards. *Journal of Ship Production*, Vol. 1, No. 1, Feb. 1985. pp. 64–77.
- 8 Chirillo, L. D.: Process analysis via accuracy control. The national shipbuilding research program. US Department and Maritime Administration in corporation with Todd Pacific Shipyards Corporation.
- 9 Jacobsen, N., u. a.: Automatic Robot Welding in Complex Shipstructures. 9th International Conference on Computer Applications in Shipbuilding, 1997, Yokohama.



**Prof. Dr.-Ing. habil. K.-D. Röbenack**

---



# **BIBLIOGRAPHIE**

zu Problemen der

## **Qualität und Sicherheit auf Baustellen und im Schweißbetrieb**

**Gliederung:**

<b>Vorwort</b>	<b>114</b>
<b>1 Bücher, Broschüren und Buchbeiträge</b>	<b>115</b>
<b>2 Bauplanung-Bautechnik; Hoch- &amp; Tiefbau</b>	<b>117</b>
<b>3 Schweißtechnik; Der Praktiker</b>	<b>119</b>
<b>4 Sonstige Zeitschriften</b>	<b>124</b>
<b>5 Tagungsvorträge</b>	<b>137</b>
<b>6 Kurzbeiträge und Tagungsberichte</b>	<b>140</b>
<b>7 F/E-Arbeiten, Rationalisierungsaufgaben, Neuererthemen, Skripten</b>	<b>143</b>
<b>8 Gutachten zu Dissertationen</b>	<b>145</b>
<b>9 Zeitliche Entwicklung der Publikationen</b>	<b>147</b>
<b>10 Verzeichnis der Mitautoren</b>	<b>149</b>



## Vorwort

Die nachfolgend aufgeführten Arbeiten entstanden in der Zeit von 1966 bis 2000, also in den zurückliegenden 35 Jahren. Einzelnen für sich betrachtet, handelt es sich bei der überwiegenden Mehrzahl der Publikationen um Antworten auf vielfältige technische Einzelfragen, welche die Praxis des Industriebaus und speziell der Schweißtechnik aufwarfen. Insgesamt gesehen ist die vorliegende Bibliographie jedoch auch als Beitrag zur Technikgeschichte zu werten, und zwar für Gebiete, auf denen die Bau-, Schweiß- und Sicherheitsingenieure im Osten Deutschlands durchaus mit Selbstbewusstsein auf das Geleistete zurückblicken können.

Nicht wenige der Beiträge entstanden auf der Grundlage einer interessanten und anregenden überbetrieblichen Gemeinschaftsarbeit, die vor allem durch langjähriges Mitwirken des Verfassers in verschiedenen Arbeitsgremien der Kammer der Technik und der Bauakademie geprägt wurde.

Unter den zahlreichen Mitautoren sollen insbesondere die Herren

Doz. Dr.-Ing. FRITZ WEIKERT und  
Dr.-Ing. JOACHIM SCHWARZ

hervorgehoben werden. Ihnen sei für die langjährige, umfangreiche und sehr kollegiale Zusammenarbeit herzlich gedankt.

Mit der Berufung als Hochschullehrer an die Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute: Bauhaus-Universität Weimar) im Jahre 1976 erhielt die Publikationstätigkeit des Verfassers eine neue Komponente. An die Seite der Lösung technischer Probleme trat die Aufgabe, junge Kolleginnen und Kollegen, die als Assistenten, Forschungsstudenten oder Aspiranten betreut wurden, mit der wissenschaftlichen Öffentlichkeitsarbeit vertraut zu machen. So entstand unter anderem eine beachtliche Zahl gemeinsamer Publikationen als Ergebnis der relativ kurzen direkten Zusammenarbeit von jeweils drei bis vier Jahre mit

Frau Dr.-Ing. ELKE SEIDEL,  
Herrn Dr.-Ing. ANDREAS KNOLL,  
Herrn Dr.-Ing. KRISTIAN KLÜSENER,  
Herrn Dr.-Ing. WOLFGANG MÖCKEL,  
Herrn Dr.-Ing. RONALD UNBEHAU,  
Herrn Dr.-Ing. RONALD SCHÄFER,  
Herrn Dr.-Ing. BERND NOWAK und  
Herrn Dipl.-Ing. TORSTEN SCHÜLER.

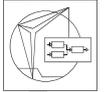
Zu danken ist den Leitern und Mitarbeitern der am Zusammenkommen der aufgeführten Publikationen beteiligten Verlage und Redaktionen. In vielen Fällen entwickelten sich außerordentlich produktive Arbeitsbeziehungen. Für die Herausgabe der Bibliographie innerhalb des vorliegenden Tagungsbandes gilt der Bauhaus-Universität Weimar mein besonderer Dank.

Weimar, im März 2001

Prof. Dr.-Ing. habil. KARL-DIETER RÖBENACK

# 1 Bücher, Broschüren und Buchbeiträge

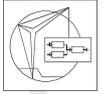
**B** Buch      **Br** Broschüre      **Bb** Buchbeitrag



- 1.1 **Müller, M.; Röbenack, K.-D.:** Schweißen im Stahlbeton- und Montagebau.- (B) VEB Verlag Berlin für Bauwesen - Berlin, 1966.
- 1.2 **Röbenack, K.-D.; Zober, E.:** Arbeits- und Brandschutz bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Sammelwerk: Arbeitsschutz im Bauwesen.- (Br) - Verlag Tribüne - Berlin, 1972; 74; 76; 78.
- 1.3 **Röbenack, K.-D.; Zessin, K.:** Spezialmontagen und Demontagen.- Sammelwerk: Arbeitsschutz im Bauwesen.- (Br) - Verlag Tribüne - Berlin, 1976.
- 1.4 **Röhling, St.; Röbenack, K.-D.; Heinrich, J.; Danilov, N. N.:** Technologie des monolithischen Beton- und Stahlbetonbaues.- (B) - VEB Verlag für Bauwesen - Berlin, 1978.
- 1.5 **Neumann, A.; Röbenack, K.-D. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Verformungen und Spannungen beim Schweißen.- (B) - VEB Verlag Technik - Berlin, 1978.
- 1.6 **Neumann, A.; Röbenack, K.-D. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Katalog über Schweißverformungen und -spannungen.- (B) - Deutscher Verlag für Schweißtechnik (DVS) GmbH - Düsseldorf, 1978.
- 1.7 **Prochorkin, S. F.:** Rekonstruktion von Industriebetrieben - Technologie und Organisation der Bauprozesse.- (B) - Wissenschaftliche Redaktion der deutschsprachigen Fassung: K.-D. Röbenack; H. Lahnert; F. Werner.- Verlag für Bauwesen - Berlin, 1980.
- 1.8 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Praktische Beispiele für Schweißerbelehrungen.- (Br) - Verlag Tribüne - Berlin, 1. und 2. Aufl. 1980, 3. Aufl. 1982; 4. Aufl. 1983.
- 1.9 **Mönck, W.; Eler, K.; (unter Zuarbeit von Röbenack, K.-D.):** Bauschäden.- (Bb) - Veröffentlichung Nr. 022 der Reihe Berichte, Informationen, Bildungskonsequenzen des Instituts für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen - Leipzig, 1979; 2. Aufl. 1981; 3. Aufl. 1982; 4. Aufl. 1984; 5. Aufl. 1987; 6. Aufl. 1988.
- 1.10 **Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Technologie der Bau- und Ausrüstungsmontage.- (B) - Verlag für Bauwesen - Berlin, 1981.
- 1.11 **Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Konstruktive und technologische Richtlinien zum verformungsarmen Schweißen.- Teil I: Konstruktive Richtlinien.- (Br) -Wissenschaftliche Schriftenreihe der TH Karl-Marx-Stadt, Heft 4 - Karl-Marx-Stadt, 1982.
- 1.12 **Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Konstruktive und technologische Richtlinien zum verformungsarmen Schweißen.- Teil II: Technologische Richtlinien.- (Br) -Wissenschaftliche Schriftenreihe der TH Karl-Marx-Stadt, Heft 4 - Karl-Marx-Stadt, 1982.
- 1.13 **Röbenack, K.-D.:** Unfall- und Havarieschwerpunkte im Bauwesen; Sachverhalte, Ursachenfaktoren, Verhütungsmöglichkeiten.- (Br) - Institut für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen - Leipzig, 1. Aufl. 1983; 2. Aufl. 1984; 3. Aufl. 1985; 4. Aufl. 1985; 5. Aufl. 1988.
- 1.14 **Röbenack, K.-D.; Seifert, U.:** Arbeitsschutz bei monolithischen Bauprozessen.- (Br) – Sammelwerk: Arbeitsschutz im Bauwesen.- Verlag Tribüne - Berlin, 1984.
- 1.15 **Erhard, H.; Röbenack, K.-D.; Römer, B. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Schweißen im Bauwesen; Technische Grundlagen.- (B) - VEB Verlag für Bauwesen - Berlin, 1. Aufl. 1985, 2. Aufl. 1987.
- 1.16 **Röhling, St.; Röbenack, K.-D.; Heinrich, J.; Danilov, N. N.:** Technologie des monolithischen Beton- und Stahlbetonbaues.- (B) - Verlag Technika - Sofia, 1982.
- 1.17 **Röhling, St.; Braun, J.; Röbenack, K.-D.; Zeidler, D.:** Technologie des monolithischen Beton- und Stahlbetonbaus.- (B) - VEB Verlag für Bauwesen - Berlin, 1986.
- 1.18 **Erhard, H.; Röbenack, K.-D.; Römer, B. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Schweißen im Bauwesen; Anwendungsgebiete.- (B) - VEB Verlag für Bauwesen - Berlin, 1. Aufl.; 1987; 2. Aufl. 1989.



- 1.19 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Montageprozessen im Industriebau.- (Br) - Schriften der HAB Weimar, Heft 69 - Weimar, 1989.
- 1.20 Erhard, H.; Röbenack, K.-D.; Römer, B. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Schweißen im Bauwesen; Technologische Bausteine.- (B) - VEB Verlag für Bauwesen - Berlin, 1990.
- 1.21 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brandsicherheit beim Schweißen.- (B) - Verlag Technik GmbH - Berlin; München, 1992.
- 1.22 Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.:** Bewehrungsprozesse - Kennzahlen, Arbeitsmittel, Qualitätssicherung, Arbeitsschutz.- (B) - Schriften der HAB Weimar, Heft 91 - Weimar, 1990.
- 1.23 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Praktische Beispiele für Schweißerbelehrungen.- (Br) - Verlag Tribüne - Berlin, 1990. 5. stark veränderte Aufl.
- 1.24 Riobenakas, K.-D.; Baltrenas, P.:** Darbo apsauga monolitineje statyboje; Mokomoji knygelė (in litauischer Sprache).- Arbeitsschutz im Monolithbau; Lehrbrief.- (Br) -Ministerium für Volkswirtschaft Litauens und Vilniuser Bauingenieurinstitut - Vilnius, 1990.
- 1.25 Erhard, H.; Röbenack, K.-D.; Römer, B. (Herausgeber) und Autorenkollektiv:** Schweißen im Bauwesen; Technologische Bausteine.- (B) - Schriften der HAB Weimar, Heft 94 - Weimar, 1990.
- 1.26 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Unfallverhütung in der Schweißtechnik; Eine kommentierte Beispielsammlung.- (B) - DVS-Verlag - Düsseldorf, 1991.
- 1.27 Röbenack, K.-D.:** Bibliographie über Bewehrungs- und Montageprozesse, Schweißtechnik im Bauwesen, Schadensfälle und Qualitätssicherung, Rekonstruktion im Industriebau, Arbeits- und Brandschutz.- (Br) - HAB Weimar - Weimar, 1991.
- 1.28 Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Jahrbuch Schweißtechnik 92.- (Bb) - Deutscher Verlag für Schweißtechnik DVS Verlag GmbH - Düsseldorf, 1991.
- 1.29 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Unfallauswertungen im Bauwesen - Forschung Fb 687.- (Br) - Dortmund: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz - Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft, 1993.
- 1.30 Röbenack, K.-D.:** Unfälle und Schadensfälle im Bauwesen; Beispiele aus der Praxis.- (B) - Werner Verlag - Düsseldorf, 1995.
- 1.31 Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Die Martin-Luther-Oberschule. Das Martin-Luther-Gymnasium; 1946-95. - Festschrift zum 450. Gründungsjahr der Schule.- (Bb) - Verlag André Gursky - Halle/Saale, 1995.
- 1.32 Schüler, T.; Röbenack, K.-D.; Stein, H.:** Barrierefreies Bauen; Soziologische und medizinische Hintergründe, technische Lösungsmöglichkeiten sowie gesellschaftliche Verantwortung.- (Br) - Schriften der Bauhaus-Universität Weimar, Nr. 106. Weimar, 1997.
- 1.33. Röbenack, K.-D.:** Meistens ernst, zuweilen heiter – und noch kein bißchen weise – leider. (B) - Druckerei der Bauhaus-Universität Weimar, 1998.
- 1.34 Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Präventive Berücksichtigung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beim selektiven Abbruch und verwendungsorientierten Rückbau - Forschung Fb 831. (B) - Dortmund: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 1999.
- 1.35 Autorenkollektiv unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack:** Instandhaltung, Sicherheit und Gesundheitsschutz. (B) - Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Sonderschrift S 55. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 1999.
- 1.36 Schüler, T.; Röbenack, K.-D.; Weinrich, K.:** Barrierefrei leben. Erhebungen in Wohn- und öffentlichen Bereichen; Planungshilfen für die Modernisierung von Altbausubstanz. (B) - Heft 111 der Schriftenreihe der Bauhaus-Universität Weimar: Universitätsverlag. – Weimar, 2000.



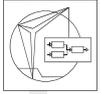
- 1.37 Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Untersuchung von Absturzunfällen bei Abbrucharbeiten und Empfehlung von Maßnahmen zu deren Verhütung. (B) - Schriftenreihe der BfAA Fb 894, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft, 2000.
- 1.38 Röbenack, K.-D.; Bargstädt, H.-J.:** 45 Jahre Baubetrieb und Bauverfahren in Weimar. Schriftenreihe der Professur Baubetrieb und Bauverfahren Nr. 1/2000. – (Br) - Bauhaus-Universität Weimar, 2000.
- 1.39 Hsg.: Herausbergremium der Bauhaus-Universität Weimar und Röbenack, K.-D.;** Autorenkollektiv: Unfall- und Schadensverhütung im Bauwesen.- (B) – Thesis, wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, Heft 1/2000, - Weimar, 2000.
- 1.40 Hsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:** Instandhaltung von Maschinen, Geräten und maschinentechnischen Ausrüstungen sowie Gebäuden und baulichen Anlagen; 8. Arbeitsschutz-Kolloquium am 2.12.1999 in Dresden. Beitrag von K.-D. Röbenack: Brandschutz und Explosionsschutz bei baulichen Instandhaltungsarbeiten, S.58 – 71, (Bb) Schriftenreihe der BfAA – Tagung Tb 104. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft, 2000.
- 1.41 Röbenack, K.-D.:** Über Brücken und durch Tunnel bis zum Ende der Welt. (Br) - Weimar: Druckerei der Bauhaus-Universität Weimar, 1998.

## **2 Bauplanung-Bautechnik (Berlin) / Hoch- & Tiefbau (Lüdenscheid)**

- 2.1 Röbenack, K.-D.:** Korrosionserscheinungen an Verankerungselementen von Fertigteilwandplatten.- Bauplanung-Bautechnik 21 (1967) 9, S. 425-427.
- 2.2 Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Zur Ermittlung schweißtechnischer Kennzahlen.- Bauplanung-Bautechnik 22 (1968) 1, S. 16-18.
- 2.3 Röbenack, K.-D.; Röhling, St.:** Einfluß der Schweißschumpfung stumpfgestoßener Bewehrungsstähle auf die Montagegenauigkeit.- Bauplanung-Bautechnik 22 (1968) 8, S. 382-386.
- 2.4 Röbenack, K.-D.; Horn, F.; Süß, S.:** Schadensfälle an Fertigteiltragösen.- Bauplanung-Bautechnik 23 (1969) 11, S. 547-549.
- 2.5 Röbenack, K.-D.:** Schweißtechnik im Bauwesen.- Bauplanung-Bautechnik 24 (1970) 7, S. 354-355.
- 2.6 Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Schadensfälle an Stahlleichtbaubindern.- Bauplanung-Bautechnik 24 (1970) 10, S. 502-503.
- 2.7 Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.; Däumler, K.:** Qualitätsentwicklung im Metalleichtbau.- Bauplanung-Bautechnik 25 (1971) 7, S. 332-333.
- 2.8 Huhn, W.; Fischer, H.; Röbenack, K.-D.:** Montage einer Bandbrücke mit Hubschrauber.- Bauplanung-Bautechnik 26 (1972) 3, S. 131-133.
- 2.9 Röbenack, K.-D.:** Reaktionsspannungen bei eingespannten stabartigen Bauteilen.- Bauplanung-Bautechnik 25 (1971) 8, S. 389-390.
- 2.10 Keindorf, K.-H.; Huhn, W.; Röbenack, K.-D.:** Montage eines elfgeschossigen Hochhauses in Stahlskelettbauweise.- Bauplanung-Bautechnik 27 (1973) 1, S. 12-14.
- 2.11 Röbenack, K.-D.; Zessin, K.:** Erfahrungen mit der Zweikranmontage schwerer Segmente.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 5, S. 231-233.
- 2.12 Schmelzer, K.-P.; Fliegert, G.; Röbenack, K.-D.:** Transport von 18-m-Einbettspannbindern.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 5, S. 243-244.
- 2.13 Däumler, K.; Röbenack, K.-D.:** Montage stählerner Rohr- und Bandbrücken.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 6, S. 289 und 290.
- 2.14 Schmelzer, K.-P.; Röbenack, K.-D.:** Baggerumsetzung über die Elsterflutrinne.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 7, S. 350.



- 2.15 Röbenack, K.-D., Bolik, R:** Montage eines Hallenkomplexes in der Ausführung als pfettenloses Verbunddach.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 12, S. 586-588.
- 2.16 Zessin, K.; Röbenack, K.-D.; Keindorf, K.-H.:** Montage von Eissporthallen.- Bauplanung-Bautechnik 29 (1975) 1, S. 14-17.
- 2.17 Hofmann, R.; Röbenack, K.-D.:** Arbeitsschutz im Bauwesen.- Bauplanung-Bautechnik 28 (1974) 10, S. 511.
- 2.18 Röbenack, K.-D.; Bolik, R.; Schlender, H.; Schwarz, J.:** Montage eines Regalhauses-Komplexlagers.- Bauplanung-Bautechnik 29 (1975) 8, S. 404-408.
- 2.19 Röbenack, K.-D.:** Absturzunfälle - Schwerpunkte des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes im Bauwesen.- Bauplanung und Bautechnik 29 (1975) 7, S. 357-358.
- 2.20 Röbenack, K.-D.:** Fehler bei Segmentmontagen.- Bauplanung-Bautechnik 30 (1976) 2, S. 96.
- 2.21 Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Gesundheitsschutz bei großen Windstärken.- Bauplanung-Bautechnik 30 (1976) 2, S. 64-66 und 68.
- 2.22 Röbenack, K.-D.; Zessin, K.:** Planung, Vorbereitung und Durchführung von Demontagen im Fertigteiltbau.- Bauplanung-Bautechnik 30 (1976) 10, S. 498-500.
- 2.23 Torkatiuk, W.I.; Röbenack, K.-D.; Hoffmeister, H.:** Technologie und Montagegenauigkeit - Einflußfaktoren auf die Montagestabilität von Skelettbauten.- Bauplanung-Bautechnik 31 (1977) 4, S. 175-179.
- 2.24 Torkatiuk, W.I.; Röbenack, K.-D.; Hoffmeister, H.:** Zur Berechnung der Montagestabilität von Skelettbauten.- Bauplanung-Bautechnik 31 (1977) 5, S. 227-229.
- 2.25 Schwarz, J. ; Röbenack, K.-D.:** Zur qualitätsgerechten Ausführung von Auflagern im Montagebau.- Bauplanung-Bautechnik 31 (1977) 12, S. 542-544.
- 2.26 Röbenack, K.-D.; Hüther, G.; Schwarz, J.:** Erhöhung der Arbeits- und Brandsicherheit durch Nutzung von Gefährdungsanalysen.- Bauplanung-Bautechnik 32 (1978) 3, S. 128-130.
- 2.27 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Zur qualitätsgerechten Ausführung von Fugen im Montagebau.- Bauplanung-Bautechnik 32 (1978) 12, S. 532-536.
- 2.28 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Entwicklungstendenzen und Entwicklungserfordernisse bei Montagefugen.- Bauplanung-Bautechnik 32 (1978) 11, S. 518-519.
- 2.29 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei der Beton- und Mörtelverarbeitung im Montageprozeß.- Bauplanung-Bautechnik 33 (1979) 6, S. 245-248.
- 2.30 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fundamenten für Montagebauwerke.- Bauplanung-Bautechnik 33 (1979) 2, S. 70-72 und 76.
- 2.31 Röbenack, K.-D.; Erlen, K.:** Versagen vormontierter Segmente und eines Falterwerkes im Montagezustand.- Bauplanung-Bautechnik 34 (1980) 2, S. 89-91.
- 2.32 Röbenack, K.-D.:** Kritische Montagezustände.- Bauplanung-Bautechnik 34 (1980) 6, S. 272-274.
- 2.33 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Transport- und Umschlagprozessen im Montagebau.- Bauplanung-Bautechnik 34 (1980) 5, S. 201-203.
- 2.34 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Bedeutung der Lagerwirtschaft für die Qualitätssicherung im Montageprozeß.- Bauplanung-Bautechnik 34 (1980) 9, S. 416-418.
- 2.35 Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Rekonstruktionsprozessen und Baureparaturen.- Bauplanung-Bautechnik 35 (1981) 12, S. 557-559.
- 2.36 Röbenack, K.-D.:** Verhütung von Unfällen und Havarien bei Abbrucharbeiten.- Bauplanung-Bautechnik 36 (1982) 8, S. 365-366.
- 2.37 Röbenack, K.-D.:** Sicherheit bei TUL-Prozessen im Industriebau.- Bauplanung-Bautechnik 36 (1982) 9, S. 416-419.
- 2.38 Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.:** Zur Rationalisierung von Bewehrungsprozessen.- Bauplanung-Bautechnik 42 (1988) 4, S. 160-162.



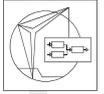
- 2.39 **Kusch, O.; Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.:** Planungskennzahlen für Abbrucharbeiten im Industriebau.- Bauplanung-Bautechnik 42 (1988) 1, S. 9-10.
- 2.40 **Röbenack, K.-D.; Nowak, B.; Schwarz, J.:** Wechselbeziehungen zwischen Qualität und Sicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen im Industriebau.- Bauplanung-Bautechnik 43 (1989) 2, S. 64-66.
- 2.41 **Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei der Betonaufbereitung und -verarbeitung.- Bauplanung-Bautechnik 45 (1991) 8, S. 371-374.
- 2.42 **Streit, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Qualitätssicherung im Gleitbau.- Hoch- & Tiefbau 46 (1993) 6, S. 44-47.
- 2.43 **Röbenack, K.-D.; Rausch, St., Schüler, T.:** Risikobewertung für Abbruchverfahren.- Hoch & Tiefbau 52 (1999) 5, S. 42-45.

### **3 Schweißtechnik (Berlin; Wien) / Der Praktiker (Düsseldorf)**

- 3.1 **Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Schweißtechnische Kennzahlen in der Bauindustrie.- Schweißtechnik 20 (1970) 12, S. 545-547.
- 3.2 **Röbenack, K.-D.:** Experimentelle Ermittlung von Reaktionsspannungen.- (1. Beitrag zum Problem: Reaktionsspannungen an eingespannten stabartigen Bauteilen).- Schweißtechnik 21 (1971) 11, S. 30-32.
- 3.3 **Röbenack, K.-D.:** Einfluß der Winkelschrumpfung auf die Korrosionssicherheit von Stahlbauteilen.- Schweißtechnik 21 (1971) 2, S. 65-66.
- 3.4 **Röbenack, K.-D.:** Zur Konstruktion und Berechnung von Kraftmeßvorrichtungen.- (2. Beitrag zum Problem: Reaktionsspannungen an eingespannten stabartigen Bauteilen).- Schweißtechnik 21 (1971) 2, S. 74-75.
- 3.5 **Röbenack, K.-D.:** Energiebilanz bei der Entstehung von Reaktionsspannungen.- (3. Beitrag zum Problem: Reaktionsspannungen an eingespannten stabartigen Bauteilen).- Schweißtechnik 21 (1971) 3, S. 123-125.
- 3.6 **Röbenack, K.-D.:** Havariebeseitigung bei der Montage einer Metalleichtbauhalle.- Schweißtechnik 21 (1971) 3, S. 127-128.
- 3.7 **Röbenack, K.-D.:** Zur Berechnung von Reaktionsspannungen.- (4. Beitrag zum Problem: Reaktionsspannungen an eingespannten stabartigen Bauteilen).- Schweißtechnik 21 (1971) 4, S. 168-170.
- 3.8 **Röbenack, K.-D.:** Zur statischen Bedeutung und praktischen Beeinflussung von Reaktionsspannungen.- (5. Beitrag zum Problem: Reaktionsspannungen an eingespannten stabartigen Bauteilen).- Schweißtechnik 21 (1971) 5, S. 203-205.
- 3.9 **Röbenack, K.-D.:** Schweißarbeiten an einbetonierten Ankerschrauben.- Schweißtechnik 21 (1971) 7, S. 315-316.
- 3.10 **Röbenack, K.-D.:** Schrumpfspannungen in der Bewehrung von Fertigteilstützenstößen.- Schweißtechnik 23 (1973) 3, S. 127-129.
- 3.11 **Röbenack, K.-D.; Schober, G.; Fitzek, H.:** Erfahrungen beim Stumpfschweißen von Profil-Kranbahnschienen auf Baustellen.- Schweißtechnik 23 (1973) 4, S. 168-170.
- 3.12 **Röbenack, K.-D.; Bärsch, U.; Fitzek, H.; Fitzner, P.; Hofmann, E.; Schweinitz, H.:** Nutzung schweißtechnischer Kennzahlen im Industriebau.- Schweißtechnik 23 (1973) 6, S. 257-261.
- 3.13 **Röbenack, K.-D.; Zober, E.:** Fahrlässige Brände durch Schweißarbeiten.- Schweißtechnik 25 (1975) 1, S. 27-30.
- 3.14 **Röbenack, K.-D.:** Erkenntnisse bei der Anwendung der Arbeits- und Brandschutzanordnungen.- Schweißtechnik 25 (1975) 3, S. 133-136.



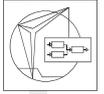
- 3.15 Röbenack, K.-D.:** Beanspruchungsgerechte Mängelbehebung bei Stützen-, Scheiben- und Riegelverbindungen im Fertigteilbau.- Schweißtechnik 25 (1975) 9, S. 415-416.
- 3.16 Röbenack, K.-D.:** Beanspruchungsgerechte Mängelbehebung bei Wandplattenanschlüssen im Fertigteilbau.- Schweißtechnik 25 (1975) 8, 3. Umschlagseite.
- 3.17 Röbenack, K.-D.:** Gestaltungsregeln für Schweißstöße an Fertigteilstützen und -riegeln.- Schweißtechnik 25 (1975) 11, S. 519-520.
- 3.18 Röbenack, K.-D.:** Technische und ökonomische Kriterien für die Ausführung von Richtarbeiten an Metallkonstruktionen.- Schweißtechnik 26 (1976) 6, S. 217-273.
- 3.19 Röbenack, K.-D.; Tennhardt, R.:** Anwendung des Strafrechts und Ordnungsstrafrechts bei Gefährdung des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes.- Schweißtechnik 26 (1976) 8, S. 363-366.
- 3.20 Tennhardt, R.; Röbenack, K.-D.:** Zur disziplinarischen und materiellen Verantwortlichkeit bei Gefährdung des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes.- Schweißtechnik 26 (1976) 11, S. 506-509.
- 3.21 Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Zehn Jahre Arbeit mit schweißtechnischen Kennzahlen.- Schweißtechnik 27 (1977) 5, S. 198-199.
- 3.22 Röbenack, K.-D.; Röhling, St.:** Schrumpfspannungen in Bewehrungsstählen.- Schweißtechnik 27 (1977) 7, S. 322-323.
- 3.23 Röbenack, K.-D.:** Schadensfälle und ihre Verhütung.- Schweißtechnik 27 (1977) 8, S. 368-369.
- 3.24 Röbenack, K.-D.; Hüther, G.; Röhling, St.:** Beeinflussung von Auswirkungen der Schweißschrumpfung bei der Montage von Fertigteilstützen.- Für den Technologen. – Schweißtechnik 27 (1977) 11, S. 519-520.
- 3.25 Röbenack, K.-D.; Hüther, G.; Röhling, St.:** Zur Bestimmung des effektiven Wärmenutzungsfaktors bei Schmelzschweißprozessen.- Schweißtechnik 27 (1977) 12, S. 562-563.
- 3.26 Torkatjuk, W. I.; Röbenack, K.-D.; Hammerschmidt, S.; Scherzer, H.; Siegel, U.:** Lichtbogenschmelzschneiden von Beton und Stahlbeton in der Sowjetunion.- Schweißtechnik 27 (1977) 10, S. 461-462.
- 3.27 Röbenack, K.-D.:** Spröd- und Dauerbrüche an Bewehrungsstählen und Stahleinbauteilen.- Schweißtechnik 28 (1978) 11, S. 514-515.
- 3.28 Röbenack, K.-D.:** Arbeitsschutz und Schadensfälle.- Schweißtechnik 28 (1978) 12, S. 539-541.
- 3.29 Röbenack, K.-D.; Schwarz, P.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 1: Entzündung von Holz und Leichtbauplatten bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 29 (1979) 1, S. 38, 39 und 48.
- 3.30 Röbenack, K.-D.; Schwarz, P.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 2: Entzündung von Plastwerkstoffen bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 29 (1979) 5, S. 209-210.
- 3.31 Röbenack, K.-D.; Schwarz, P.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 3: Entzündung von Chemikalien bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 29 (1979) 7, S. 328-329.
- 3.32 Röbenack, K.-D.; Werner, D.; Seidel, E.:** Zur Rekonstruktion und Reparatur von Industriebauwerken.- (1. Beitrag zum Problem: Rekonstruktion und Reparatur von Industriebauwerken).- Schweißtechnik 29 (1979) 2, S. 86-87.
- 3.33 Röbenack, K.-D.; Seidel, E.:** Sanierung der Befestigungselemente für Kranbahnschienen in Stahlbetonkonstruktionen.- (2. Beitrag zum Problem: Rekonstruktion und Reparatur von Industriebauwerken).- Schweißtechnik 29 (1979) 3, S. 126-127.
- 3.34 Röbenack, K.-D.; Seidel, E.:** Konstruktionsbeispiele für Anschlüsse bei der Erweiterung von Industriebauwerken.- (3. Beitrag zum Problem: Rekonstruktion und Reparatur von Industriebauwerken).- Schweißtechnik 29 (1979) 4, S. 178.



- 3.35 Röbenack, K.-D.; Schwarz, P.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 4: Entzündung von textilen Geweben und Gummi bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 30 (1980) 2, S. 81.
- 3.36 Röbenack, K.-D.; Schwarz, P.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 5: Entzündung von Papier und Verpackungsmaterialien bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 30 (1980) 4, S. 177-178.
- 3.37 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 6: Entflammen von Kleidungsstücken in Verbindung mit Sauerstoffanreicherung als Ursache schwerer Arbeitsunfälle.- Schweißtechnik 30 (1980) 5, S. 211-212.
- 3.38 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 7: Analysen, Öffentlichkeitsarbeit und Erfahrungsaustausch als Beiträge zur Erhöhung des Niveaus im Arbeits- und Brandschutz.- Schweißtechnik 30 (1980) 7, S. 326-327.
- 3.39 Röbenack, K.-D.:** Unfall- und Schadensanalyse.- Schweißtechnik 30 (1980) 9, S. 394-398.
- 3.40 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Betontrennen.- Schweißtechnik 30 (1980) 9, S. 392-393.
- 3.41 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.; Gintner, H.:** Reaktionsspannungen und Querverformungen beim Stumpfschweißen stabartiger Bauteile aus Titan.- Schweißtechnik 31 (1981) 11, S. 504-507.
- 3.42 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschmelzschneiden von Beton- und Stahlbetonbauteilen bis 300 mm Dicke.- Schweißtechnik 32 (1982) 4, S. 184.
- 3.43 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Mähner, J.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 8: Brandschäden in der Bauindustrie. Schweißtechnik 32 (1982) 11, S. 517-519.
- 3.44 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 1: Grundsätzliche Lösungsvarianten.- Schweißtechnik 33 (1983) 8, S. 362-363.
- 3.45 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 2: Verstärkung von Stahlstützen.- Schweißtechnik 33 (1983) 9, S. 407-408.
- 3.46 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 3: Verstärkung von Riegeln und Fachwerkstäben aus Stahl.- Schweißtechnik 33 (1983) 10, S. 458-459.
- 3.47 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 4: Verstärkung von Kranbahnriegeln aus Stahl. Schweißtechnik 33 (1983) 11, S. 508-509.
- 3.48 Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Zur Rationalisierung der kombinierten Halbschalen-Schweißverbindung an thermisch verfestigten Betonstählen.- Teil 1: Halbschalensmaterial.- Schweißtechnik 32 (1982) 12, S. 565-566.
- 3.49 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 5: Verstärkung von Stahlbetonelementen.- Schweißtechnik 33 (1983) 12, S. 551.
- 3.50 Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Zur Rationalisierung der kombinierten Halbschalen-Schweißverbindung an thermisch verfestigten Betonstählen.- Teil 2: Halbschalenslänge.- Schweißtechnik 33 (1983) 6, S. 278-279.
- 3.51 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 6: Erzielung von Durchlaufwirkungen.- Schweißtechnik 35 (1985) 6, S. 270-271.
- 3.52 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 7: Unterspannung und Vorspannung von Riegeln und Fachwerken.- Schweißtechnik 35 (1985) 8, S. 371.
- 3.53 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Erhöhung der Tragfähigkeit von Bauelementen bei Rekonstruktionen.- Teil 8: Anordnung von Zusatzriegeln und -stützen.- Schweißtechnik 35 (1985) 9, S. 420-421.
- 3.54 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.; Künzl, H.-J.:** Arbeitsmittel für das Lichtbogenschmelzschneiden von Beton.- Schweißtechnik 36 (1986) 1, S. 33.



- 3.55 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Einfluß der elektrischen Parameter und Betonzusammensetzung auf die Leistung des Lichtbogenschmelzschneidverfahrens.- Schweißtechnik 36 (1986) 3, S. 137-138.
- 3.56 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.; Unbehau, R.; Möckel, W.:** Einfluß der Bauteilgeometrie auf die Leistung des Lichtbogenschmelzschneidverfahrens.- Schweißtechnik 36 (1986) 4, S. 185-186.
- 3.57 Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.:** Zur Schrumpfung von Längskehlnaht-Schweißverbindungen an Betonstählen.- Schweißtechnik 36 (1986) 12, S. 560-561.
- 3.58 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Siering, U.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 9: Brände bei Kfz-Reparaturen.- Schweißtechnik 36 (1986) 12, S. 556-557.
- 3.59 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Winterhoff, S.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 10: Unfälle und Brandschäden in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.- Schweißtechnik 37 (1987) 1, S. 39-41.
- 3.60 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Heyne, B.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 11: Brandschäden bei Rekonstruktions- und Reparaturarbeiten in Industriebetrieben.- Schweißtechnik 37 (1987) 3, S. 135-137.
- 3.61 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Henning, M.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 12: Brandschäden bei Handwerksarbeiten.- Schweißtechnik 37 (1987) 5, S. 209-211.
- 3.62 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bergmann, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 13: Brandschäden bei Hobby- und Freizeitarbeiten.- Schweißtechnik 37 (1987) 7, S. 325-327.
- 3.63 Röbenack, K.-D.; Neubauer, A.:** Reaktionsspannungen und Querverformungen beim Stumpfschweißen stabartiger Bauteile aus Aluminium-Legierungen.- Schweißtechnik 37 (1987) 9, S. 397-399.
- 3.64 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bergmann, F.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 17: Großbrände im Ausland.- Schweißtechnik 38 (1988) 3, S. 131-132.
- 3.65 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Manig, St.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 14: Schadensfälle, insbesondere Brände, bei Anwendung ähnlicher thermischer Verfahren.- Schweißtechnik 37 (1987) 12, S. 563-565.
- 3.66 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.:** Zur schweißtechnischen Entwicklung bei Baumontagen.- Schweißtechnik 38 (1988) 5, S. 201-204.
- 3.67 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Zober, E.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 16: Großbrände durch Schweiß- und Schneidarbeiten in der DDR. - Schweißtechnik 38 (1988) 2, S. 82-86.
- 3.68 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Behrend, K.-P.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 18: Brände im Schiffbau.- Schweißtechnik 39 (1989) 1, S. 37-39.
- 3.69 Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.; Fehr, G.:** Ermittlung schweißtechnischer Kennzahlen für Bewehrungsvorfertigungswerke.- Schweißtechnik 40 (1990) 3, S. 105-106.
- 3.70 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.; Rupprecht, L.:** Schweißtechnische Kennzahlen für den monolithischen Stahlbetonbau.- Schweißtechnik 39 (1989) 7, S. 333-334.
- 3.71 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.:** Zusatzwerkstoffverbrauch für typische Schweißverbindungen im Stahlbetonbau.- Schweißtechnik 40 (1990) 4, S. 150-152.
- 3.72 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Wagner, H.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 19: Brände und Unfälle bei Schweißarbeiten an oder in der Nähe von Behältern gefährlichen Inhalts.- Schweißtechnik 39 (1989) 5, S. 211-213.
- 3.73 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Arias, R. L.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 20: Brandschäden bei Schweiß- und Schneidarbeiten in Betrieben der Energiewirtschaft sowie beim Bau von Energieversorgungsanlagen.- Schweißtechnik 39 (1989) 12, S. 568-570.



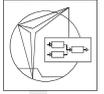
- 3.74 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 21: Großbrände in Verbindung mit Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik 39 (1989) 9, S. 401-404.
- 3.75 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Sierig, U.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 22: Brände mit geringer Brandausbreitungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase.- Schweißtechnik 40 (1990) 3, S. 130-133.
- 3.76 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Meyer, T.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 23: Brände im Gesundheits- und Bildungswesen.- Schweißtechnik 40 (1990) 6, S. 280-283.
- 3.77 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Riedel, J.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 24: Brände und Arbeitsunfälle in Verbindung mit Waschbenzin.- Schweißtechnik 40 (1990) 9, S. 420-423.
- 3.78 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brände durch Schweißen und Schneiden verschlingen alljährlich Unsummen! - Der Praktiker (1990) 10, S. 562-568.
- 3.79 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Man kann nicht vorsichtig genug sein!- Der Praktiker (1991) 11, S. 615-617.
- 3.80 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Aufpassen heißt's vor allem in chemischen Betrieben.- Der Praktiker (1991) 5, S. 243-246.
- 3.81 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Der Umgang mit Sauerstoff ist sicher!- Der Praktiker (1991) 3, S. 126-130.
- 3.82 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Flammendurchschläge lassen sich sicher verhindern!- Der Praktiker (1991) 12, S. 665-669.
- 3.83 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Millionenschäden - Brandausbruch Stunden nach dem Schweißen!- Der Praktiker (1991) 7, S. 341-342.
- 3.84 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Wenn Druckgasflaschen "in die Luft gehen".- Der Praktiker (1992) 11, S. 692-697.
- 3.85 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden bei Handwerksarbeiten durch Schweißen und Schneiden.- Schweißtechnik (Wien) 45 (1991) 12, S. 190-192.
- 3.86 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden im Nachrichten- und Transportwesen durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- Schweißtechnik (Wien) 45 (1991) 10, S. 157-159.
- 3.87 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Kohlenstaub kann gefährlich werden.- Der Praktiker (1992) 3, S. 118-123.
- 3.88 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Der Umgang mit Sauerstoff ist sicher! - Schweißtechnik (Wien) 46 (1992) 3, S. 42-44.
- 3.89 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Unfälle, Schadensfälle und Gefährdungen durch unsachgemäße Ausführung von Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 1.- Schweißtechnik (Wien) 46 (1992) 4, S. 58-60.
- 3.90 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Unfälle, Schadensfälle und Gefährdungen durch unsachgemäße Ausführung von Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 2.- Schweißtechnik (Wien) 46 (1992) 5, S. 73-75.
- 3.91 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Wenn Druckgasflaschen "in die Luft gehen".- Schweißtechnik (Wien) 47 (1993) 4, S. 57-59.
- 3.92 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Unfälle, Schadensfälle und Gefährdungen durch unsachgemäße Ausführung von Schweiß- und Schneidarbeiten.- Teil 3.- Schweißtechnik (Wien) 46 (1992) 7, S. 115-116.
- 3.93 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.; Weikert, F.:** Welche Arbeitsunfälle bei Schweißern auf Baustellen?- Der Praktiker (1993) 10, S. 618-621.



- 3.94 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Lieber eine Schelle am Schlauch als ins Gesicht...- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 7, S. 110-111.
- 3.95 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Wenn Schweißer "Luftsprünge vollführen".- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 7, S. 112-113.
- 3.96 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Wenn Schweißer "Lagerfeuer entfachen".- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 8, S. 124-125.
- 3.97 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Wenn Schweißer "den Kanal voll haben...".- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 7, S. 111-112.
- 3.98 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Wenn Schweißer Werkzeugkisten und -schränke "automatisiert" öffnen.- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 8, S. 125-126.
- 3.99 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- "Es grünt so grün..." im brandgefährdeten Bereich.- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 8, S. 126-127.
- 3.100 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen!- Wenn Schweißer "ein Faß aufmachen...".- Schweißtechnik (Wien) 49 (1995) 8, S. 127-128.
- 3.101 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Gefahren bei Anwärmarbeiten an Maschinenwellen.- Der Praktiker (1996) 5, S. 221.
- 3.102 Röbenack, K.-D.:** Fehllhandlungen im Ursachengefüge von Bränden beim Schweißen.- Der Praktiker (1997) 11, S. 508-513.

#### **4 Sonstige Zeitschriften**

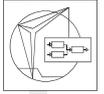
- 4.1 Röbenack, K.-D.:** Rationalisierungsmöglichkeiten beim Brennschneiden durch Verwendung von Propangas.- Technische Information, VE BMK Chemie (Halle/S), H. 3/67, S. 16-19.
- 4.2 Röbenack, K.-D.:** Mehr Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung von Betonstahl St A-III.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/67, S. 37-40.
- 4.3 Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Fünf Jahre Gammadefektoskopie im BT Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/6/67, S. 9-10.
- 4.4 Röbenack, K.-D.:** Einsatzmöglichkeiten und Bedeutung des AT-Betonstahlschweißverfahrens im Stahlbeton-Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/68, S. 38-47.
- 4.5 Röbenack, K.-D.; Röhling, St.:** Einfluß der Schweißschrumpfung stumpfgestoßener Bewehrungsstähe auf die Montagegenauigkeit und statische Sicherheit.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/68, S. 16-26.
- 4.6 Röbenack, K.-D.:** Schweißtechnik im Bauwesen 1969.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/70, S. 35-39.
- 4.7 Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Schadensfälle an Stahlleichtbaubindern.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/70, S. 42-44.
- 4.8 Huhn, W.; Röbenack, K.-D.:** Hubschrauberkranflug.- Hebezeuge und Fördermittel (Berlin) 12 (1972) 1, S. 18-22.
- 4.9 Röbenack, K.-D.; Zober, E.:** Werkstoffprobleme beim Schweißen an schraubenartigen Bauteilen.- Metallverarbeitung (Berlin) 26 (1972) 4, S. 119-120.
- 4.10 Röbenack, K.-D.; Zessin, K.:** Erfahrungen mit der Zweikranmontage schwerer Segmente.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 14-17.
- 4.11 Däumler, K.; Röbenack, K.-D.:** Montageprobleme bei stählernen Rohr- und Bandbrücken.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 5-8.
- 4.12 Röbenack, K.-D.; Fischer, H.; Schwarz, J.:** Entwicklung des Metallbaues im Betrieb Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/74, S. 35-45.



- 4.13 **Röbenack, K.-D.; Bolik, R.:** Montage eines Hallenkomplexes in der Ausführung als pfettenloses Verbunddach.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 1-5.
- 4.14 **Schmelzer, K.-P.; Fliegert, G.; Röbenack, K.-D.:** Transport von 18m-Einbettspannbändern.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 12-14.
- 4.15 **Ott, V.; Schmelzer, K.-P.; Frauendorf, R.; Röbenack, K.-D.:** Montage eines 8-geschossigen Hochhauses des Typs Vereinheitlichter Geschoßbau (VGB).- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 10-12.
- 4.16 **Schmelzer, K.-P.; Röbenack, K.-D.:** Baggerumsetzung über die Elsterflutrinne.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 5/73, S. 9-10.
- 4.17 **Zessin, K.; Röbenack, K.-D.; Keindorf, K.-H.:** Montage von Eissporthallen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/74, S. 18-22.
- 4.18 **Elster, H.; Schönemann, A.; Röbenack, K.-D.:** Entwicklung des Neuererwesens im Betrieb Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/74, S. 28-31.
- 4.19 **Hofmann, R.; Röbenack, K.-D.:** Arbeitsschutz im Bauwesen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 4/74, S. 28-29.
- 4.20 **Röbenack, K.-D.; Zober, E.:** Fahrlässige Brände durch Schweißarbeiten.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/75, S. 33-36.
- 4.21 **Röbenack, K.-D.; Zessin, K.; Wagner, H.:** Lösen von Paßschraubenverbindungen.- Metallverarbeitung 29 (1975) 4, S. 111-112.
- 4.22 **Wagner, H.; Fitzner, P.; Zessin, K.; Röbenack, K.-D.:** Leistungssteigerung beim Stumpfschweißen von Profilkranbahnschienen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/75, S. 31-32.
- 4.23 **Engel, K.-P.; Tietz, H.-J.; Röbenack, K.-D.:** Montage eines Kraftwerks-Maschinenhauses.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/75, S. 20-24.
- 4.24 **Röbenack, K.-D.; Bolik, R.; Schlender, H.; Schwarz, J.:** Montage eines Regalhauses-Komplexlagers.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/75, S. 33-36.
- 4.25 **Röbenack, K.-D.:** Schwerpunkte des GAB - Absturzunfälle.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/75, S. 46-47.
- 4.26 **Röbenack, K.-D.:** Schwerpunkte des GAB - Brände bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 4/75, S. 45-46.
- 4.27 **Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Qualitätssicherung und Schutzgütarbeit - Beispiele aus dem Betrieb Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 6/75, S. 28-29.
- 4.28 **Röbenack, K.-D.:** Schwerpunkte des GAB - Windkräfte.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 6/75, S. 22-25.
- 4.29 **Röbenack, K.-D.:** Gestaltungshinweise für die Entwicklung von Rationalisierungsmitteln.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/76, S. 10-13.
- 4.30 **Röbenack, K.-D.:** Gestaltungshinweise für die Entwicklung von Rationalisierungsmitteln.- Metallverarbeitung 30 (1976) 4, S. 100-101.
- 4.31 **Röbenack, K.-D.; Tennhardt, R.:** Zur Anwendung des Strafrechts und Ordnungsstrafrechts bei Gefährdung der Gesundheits-, Arbeits- und Brandsicherheit.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/76, S. 41-45.
- 4.32 **Tennhardt, R.; Röbenack, K.-D.:** Schwerpunkte des GAB - Erkennen, Beseitigen und Vermeiden von Gefährdungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/76, S. 53-54.
- 4.33 **Röbenack, K.-D.:** Technische und ökonomische Kriterien für die Ausführung von Richtarbeiten an Metallkonstruktionen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/76, S. 53-55.
- 4.34 **Röbenack, K.-D.:** Ergebnisse und Aufgaben der Arbeitsgruppe Schweißverformungen und -spannungen im FUA Konstruktion und Berechnung.- Schriftenreihe der IH für Seefahrt, H. 2/74, S. 233-238.



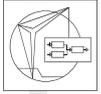
- 4.35 Tennhardt, R.; Röbenack, K.-D.:** Zur disziplinarischen und materiellen Verantwortlichkeit bei Gefährdung der Gesundheits-, Arbeits- und Brandsicherheit.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/76, S. 56-58.
- 4.36 Fischer, H.; Röbenack, K.-D.; Keindorf, K.-H.:** Montage des Mehrzweckgebäudes "Typ Leipzig".- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/76, S. 49-51.
- 4.37 Röbenack, K.-D.; Zessin, K.:** Einige Gesichtspunkte der Planung, Vorbereitung und Durchführung von Demontagen im Fertigteiltbau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 4/76, S. 28-30.
- 4.38 Röbenack, K.-D.; Tennhardt, R.:** Schwerpunkte des GAB - Erkennen, Beseitigen und Vermeiden von Gefährdungen.- Metallverarbeitung 30 (1976) 6, S. 162-163.
- 4.39 Röbenack, K.-D.; Vehoff, G.:** Kritische Analyse von Entscheidungen über die Nichtbenutzung von Neuerervorschlägen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/77, S. 61-62.
- 4.40 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Zur qualitätsgerechten Ausführung von Auflagern im Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/77, S. 23-27.
- 4.41 Röbenack, K.-D.; Hüther, G.; Schwarz, J.:** Erhöhung der Arbeits- und Brandsicherheit durch Nutzung von Gefährdungsanalysen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/77, S. 57-61.
- 4.42 Röbenack, K.-D.; Torkatjuk, W. I.:** Weitgespannte Überdachungskonstruktionen von Sporteinrichtungen (russ.).- Montage- und Spezialarbeiten im Bauwesen (Moskau), H. 7/77, S. 22-24.
- 4.43 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Zur qualitätsgerechten Ausführung von Fugen im Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/78, S. 18-23.
- 4.44 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Entwicklungstendenzen und Entwicklungserfordernisse bei Montagefugen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/78, S. 16-17.
- 4.45 Röbenack, K.-D.; Dorn, H.-J.; Schwarz, J.:** Zur Wechselbeziehung zwischen Technologie und Konstruktion im Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/79, S. 30-34.
- 4.46 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fundamenten für Montagebauwerke.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 8, S. 35-39.
- 4.47 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei der Beton- und Mörtelverarbeitung im Montageprozeß.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 4/78, S. 40-45.
- 4.48 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Zur qualitätsgerechten Ausführung von Montagearbeiten unter Winterbedingungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/79, S. 24-27.
- 4.49 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Unfälle, Havarien und Brände durch sicherheitsgerechtes Schweißen vorbeugen.- Sozialversicherung/ Arbeitsschutz (Berlin) 25 (1979) 3, S. 16-17.
- 4.50 Röbenack, K.-D.:** Unterschätzung von Windkräften.- Metallverarbeitung 33 (1979) 6, S. 177-179.
- 4.51 Röbenack, K.-D.; Werner, F.:** Klassifizierung von Havarien im Metallbau.- Metallverarbeitung 34 (1980) 6, S. 166-167.
- 4.52 Röbenack, K.-D.:** Integration des Arbeitsschutzes in Industriebauprozesse.- Arbeitssicherheit (Berlin), H. 3/80, S. 1-8.
- 4.53 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Korrosionsschutz - ein Schwerpunkt der Qualitätssicherung im Montagebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/80, S. 39-44.
- 4.54 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Leitungsschwerpunkte und Entwicklungserfordernisse im Korrosionsschutz aus der Sicht eines Montagebetriebes.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/80, S. 37-38.
- 4.55 Röbenack, K.-D.:** Kritische Montagezustände.- Metallverarbeitung 34 (1980) 5, S. 138-140.
- 4.56 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Schmelzschnitten von Beton und Stahlbeton mit Hilfe von Lichtbogenenergie.- Betontechnik (Berlin), 2 (1981) 2, S. 61-63.
- 4.57 Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 1: Qualitätsmerkmale für Schraubenverbindungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/81, S. 48-52.



- 4.58 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 2: Auswertung häufig auftretender Ausführungsmängel bei Schraubenverbindungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/81, S. 52-56.
- 4.59 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 3: Spezielle schraubenartige Verbindungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/82, S. 10-12.
- 4.60 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 4: Niet-, Bügel-Keil-, Haft- und Klebeverbindungen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/82, S. 4-6.
- 4.61 **Röbenack, K.-D.; Mähner, J.:** Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen und Schneiden im Bauwesen.- Arbeitsschutz, Arbeitshygiene (Dresden) 18 (1982) 2, S. 59-61.
- 4.62 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 1: Qualitätsmerkmale für Schraubenverbindungen.- Metallverarbeitung 35 (1981) 5, S. 144-146.
- 4.63 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 2: Auswertung häufig auftretender Ausführungsmängel bei Schraubenverbindungen.- Metallverarbeitung 35 (1981) 6, S. 171-174.
- 4.64 **Röbenack, K.-D.; Seifert, U.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Schalungsprozessen.- Betontechnik, 2 (1981) 5, S. 154-157.
- 4.65 **Röbenack, K.-D.; Seifert, U.:** Arbeits- und Produktionssicherheit von Bewehrungsprozessen.- Betontechnik 3 (1982) 1, S. 28-30.
- 4.66 **Röbenack, K.-D.:** Zur Aussagegenauigkeit prospektiver Gefährdungsanalysen.- Arbeitshygiene Information Bauwesen (Berlin) 20 (1984) 6, S. 141-144.
- 4.67 **Röbenack, K.-D.; Seifert, U.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Betonierprozessen.- Betontechnik 3 (1982) 5, S. 147-150.
- 4.68 **Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen im Industriebau.- Teil 1: Erdbauprozesse.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/82, S. 23-33.
- 4.69 **Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen im Industriebau.- Teil 2: Verlegen von Leitungen in die Erde und Bau von Verkehrswegen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/82, S. 22-26.
- 4.70 **Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen im Industriebau.- Teil 3: Auswertungen mit Querschnittscharakter.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/83, S. 29-32.
- 4.71 **Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen im Industriebau.- Teil 4: Schlußfolgerungen aus der Analysentätigkeit und Entwicklungserfordernisse.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/83, S. 32-34.
- 4.72 **Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Montageprozessen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/83, S. 31-35.
- 4.73 **Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Zur Wechselbeziehung zwischen Qualität und Sicherheit im Montageprozeß.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/83, S. 4-9.
- 4.74 **Röbenack, K.-D.; Klüsener, K.; Mähner, J.; Schwarz, J.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 5: Vorwärmen, Schweißen und Trennen auf der Basis aluminothermischer Reaktionen. - Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/82, S. 9-11.
- 4.75 **Schwarz, J.; Röbenack, K.-D.; Klüsener, K.:** Qualitätssicherung bei Fügeprozessen.- Teil 6: Vorbereitung und Durchführung von E-Schweißarbeiten.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/83, S. 16-22.
- 4.76 **Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit beim Bau von Verkehrswegen.- Die Straße (Berlin) 22 (1982) 7, S. 246-247.
- 4.77 **Stärtzel, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Auseinandersetzung mit bürgerlichen Ideologien und Theorien auf dem Gebiet der Arbeitswissenschaften und des Arbeitsschutzes.- Teil 1: Die bürgerliche Arbeitswissenschaft.- Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Leipzig 8 (1984) 1, S. 19-22.



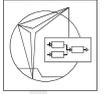
- 4.78 Stärtzel, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Auseinandersetzung mit bürgerlichen Ideologien und Theorien auf dem Gebiet der Arbeitswissenschaften und des Arbeitsschutzes.- Teil 2: Der Arbeitsschutz in der kapitalistischen Gesellschaft.- Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Leipzig 8 (1984) 1, S. 23-28.
- 4.79 Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten an Arbeitsmitteln.- Metallverarbeitung 36 (1982) 6, S. 168-169.
- 4.80 Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Ausbauprozessen.- Bauzeitung (Berlin) 36 (1982) 10, S. 543-545.
- 4.81 Röbenack, K.-D.:** Zum Ursachengefüge von Havarien und Unfällen bei Arbeiten mit Kränen im Bauwesen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/83, S. 12-15.
- 4.82 Röbenack, K.-D.:** Arbeits- und Produktionssicherheit bei Maurer- und Putzarbeiten.- Bauzeitung 37 (1983) 1, S. 34-37.
- 4.83 Röbenack, K.-D.:** Entwicklungserfordernisse zur Erhöhung des Niveaus der Arbeits- und Produktionssicherheit bei Monolithprozessen.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 18 (1982) 8, S. 215-220.
- 4.84 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Verstärkung von Fundamenten bei Rekonstruktionen.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 3/82, S. 3-8.
- 4.85 Röbenack, K.-D.; Seidel, E.:** Entwicklungserfordernisse zur Erhöhung der Arbeits- und Produktionssicherheit bei Rekonstruktionen im Industriebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 1/83, S. 25-27.
- 4.86 Röbenack, K.-D.:** Sicherheit im Gerüstbau.- Bauzeitung 37 (1983) 2, S. 75-77.
- 4.87 Röbenack, K.-D.:** Zur Verhütung von Absturzunfällen.- Bauzeitung 37 (1983) 6, S. 310-312.
- 4.88 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Zur Struktur von Rekonstruktionsaufgaben im Industriebau.- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/83, S. 12-16.
- 4.89 Röbenack, K.-D.; Wolf, M.; Stehle, P.; Panzke, K.-J.:** Verletzungsprofile bei ausgewählten Tätigkeiten im Bauwesen.- Zeitschrift für die gesamte Hygiene (Berlin) 29 (1983) 8, S. 485-487.
- 4.90 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Tödlicher Arbeitsunfall durch explodierenden Mopedtank; Brand- und Explosionsschäden bei Demontearbeiten durch herabfallende Funken; Gefährlicher Schrott.- Sicherheit (Berlin) 30 (1984) 2, S. 25-26.
- 4.91 Röbenack, K.-D.:** Zur Quantifizierung von Restgefährdungen im Bauwesen.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 20 (1984) 7, S. 178-182.
- 4.92 Röbenack, K.-D.:** Bedeutung der Erzeugnisqualität in der Vorfertigung für die Arbeits- und Produktionssicherheit des Montageprozesses.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 19 (1983) 5, S. 120-126.
- 4.93 Röbenack, K.-D.; Wolf, M.; Stehle, P.:** Unfallgeschehen bei Schalungsprozessen.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 3 (1983) 3, S. 65-68.
- 4.94 Röbenack, K.-D.:** Wechselwirkungen zwischen monolithischen und Montagebauwerken.- Betontechnik 4 (1983) 3, S. 92-95.
- 4.95 Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.:** Entwicklungserfordernisse zur Erhöhung des Niveaus der Arbeits- und Produktionssicherheit bei Montageprozessen.- Schnellinformation des VEB BMK Kohle und Energie (Hoyerswerda), H. 2/84, S. 4-10.
- 4.96 Röbenack, K.-D.:** Unfallursachenfaktoren aus der natürlichen Umwelt im Bauwesen.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 20 (1984) 8, S. 5; 113-116.
- 4.97 Röbenack, K.-D.; Röbenack, K.:** Zur Verhütung von Elektro-Unfällen im Bauwesen.- Der Elektro-Praktiker 38 (1984) 5, S. 148-149.
- 4.98 Röbenack, K.-D.:** Zur Arbeitssicherheit beim Verlegen von Ver- und Entsorgungsleitungen.- Bauzeitung 39 (1985) 2, S. 193.



- 4.99 **Röbenack, K.-D.:** Zur Nutzung von Verletzungsprofilen bei der Erzeugnis- und Verfahrensentwicklung.- Zeitschrift für ärztliche Fortbildung (Berlin) 80 (1986) 11, S. 461-463.
- 4.100 **Unbehau, R.; Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Beispiele für den Praxiseinsatz des Lichtbogenschmelzschneidens an Stahlbeton- und Spannbetonkonstruktionen.- Schnellinformation des VEB BMK Kohle und Energie, H. 6/86, S. 9-19.
- 4.101 **Röbenack, K.-D.; Rempel, J.:** Zur Verhütung von Unfällen beim Umgang mit Bitumen.- Bauzeitung 39 (1985) 3, S. 143-144.
- 4.102 **Röbenack, K.-D.; Wolf, M.:** Unfallgeschehen bei Montageprozessen.- Arbeitshygienische Information Bauwesen 21 (1985) 6, S. 153-157.
- 4.103 **Gerlach, F.; Röbenack, K.-D.; Rathsack, H.-J.; Steinmetzger, R.:** Zur Qualifizierung der GAB-Ausbildung im Bauingenieurstudium.- Das Hochschulwesen (Berlin), H. 1/86, S. 15-16.
- 4.104 **Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Anwendung und industriellen Fertigung von Metallverbindungselementen für Holzkonstruktionen.- Metallverarbeitung 40 (1986) 2, S. 40-41.
- 4.105 **Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Sanierung und Rekonstruktion von Bundwänden.- Bauzeitung 39 (1985) 7, S. 320-321.
- 4.106 **Röbenack, K.-D.; Seidel, E.; Möckel, W.:** Zur Rekonstruktion von Industriebauwerken.- Beispiele für Grundrißlösungen und Anbauten.- Technische Information des VE BMK Chemie, H. 2/85, S. 8-13.
- 4.107 **Röbenack, K.-D.; Seidel, E.; Möckel, W.:** Rekonstruktion von Innenwänden.- Bauzeitung 40 (1986) 2, S. 90-91.
- 4.108 **Röbenack, K.-D.; Seidel, E.; Möckel, W.:** Verstärkung, Sanierung sowie nachträglicher Einbau von Kranbahnen.- Technische Information VE BMK Chemie, H. 2/85, S. 28-30.
- 4.109 **Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Zur Verstärkung von Konstruktionselementen aus Stahlbeton.- Betontechnik 7 (1986) 2, S. 61.
- 4.110 **Röbenack, K.-D.; Felber, Th.:** Nahtvorbereitung und Schweißfolgen an Stumpfstößen von Profil-Kranbahnschienen.- Metallverarbeitung 40 (1986) 4, S. 110.
- 4.111 **Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.; Rust, M.; Loch, H.; Oelschläger, W.:** Zur Eignung des Lichtbogenschmelzschneidverfahrens für den Abbruch von Stahlbeton-Skelettkonstruktionen.- Technische Information VE BMK Chemie, H. 4/85, S. 13-17.
- 4.112 **Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Škody a poziare pri zvárani zapricinené nedodržanim bezpečnostnych predpisov.- Schäden und Brände beim Schweißen, verursacht durch nicht eingehaltene Sicherheitsvorschriften.- Zvaranie (Bratislava) 34 (1985) 10, S. 317-321.
- 4.113 **Möbius, W.; Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.:** Zum Tragverhalten kombinierter Kehlnaht-Halbschalen-Schweißverbindungen an Betonstählen.- ZIS-Mitteilungen (Halle) 28 (1986) 9, S. 1054-1069.
- 4.114 **Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Arbeitssicherheit beim Stapeln von Fertigteilen.- Bauzeitung 40 (1986) 8, S. 366-368.
- 4.115 **Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.:** Anwendung von Halbschalen-Schweißverbindungen in AK II an thermisch verfestigten Betonstählen.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 33 (1987) 1, (Reihe B), S. 43-46.
- 4.116 **Weikert, F.; Berretz, H.; Röbenack, K.-D.:** Zur Fertigung von Stahlzellen für Kernkraftwerke.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 33 (1987) 1, (Reihe B), S. 46-48.
- 4.117 **Unbehau, R.; Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Anwendung des Lichtbogenschmelzschneidens an Stahlbeton in Verfahrenskombination.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 33 (1987) 1, (Reihe B), S. 40-43.
- 4.118 **Röbenack, K.-D.; Felber, Th.:** Nahtvorbereitung und Schweißfolgen an Stumpfstößen von Profil-Kranbahnschienen.- Hebezeuge und Fördermittel 26 (1986) 10, S. 311.



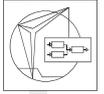
- 4.119 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bydzowský, T.: Pozární bezpečnost při sváření a rezání ve stavebnictví.- Brandsicherheit beim Schweißen und Schneiden im Bauwesen.- Zváranie 36 (1987) 7, S. 223-224.
- 4.120 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Winterhoff, S.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten; Unfälle und Brandschäden in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.- Metallverarbeitung 42 (1988) 4, S. 125-126.
- 4.121 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Sierig, U.: Brände bei Kfz-Reparaturen.- Metallverarbeitung 42 (1988) 2, S. 59-60.
- 4.122 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Heyne, B.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Brandschäden bei Rekonstruktions- und Reparaturarbeiten in Industriebetrieben.- Metallverarbeitung 42 (1988) 5, S. 157.
- 4.123 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Sierig, U.: Brände bei Kfz-Reparaturarbeiten.- Kraftfahrzeugtechnik (Berlin) 37 (1987) 3, S. 94-95.
- 4.124 Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.: Technologisches Arbeitsmittel für den Einsatz des Lichtbogenschmelzschneidens an Beton- und Stahlbetonkonstruktionen.- Bauzeitung 41 (1987) 12, S. 563-564.
- 4.125 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Hennig, M.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Brände bei Handwerksarbeiten.- Metallverarbeitung 42 (1988) 3, S. 90-91.
- 4.126 Kusch, O.; Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.: Zur Planung von Abbrucharbeiten im Industriebau.- Technische Information des VE BMK Chemie, H. 3/87, S. 14-19.
- 4.127 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Winterhoff, S.: Arbeitsschutz bei Schweiß- und Schneidarbeiten in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.- Agrartechnik (Berlin) 37 (1987) 5, S. 221-223.
- 4.128 Kusch, O.; Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.: Zur rechnergestützten Gewinnung von Planungskennzahlen auf der Grundlage eines Abbruchpasses.- Technische Information des VE BMK Chemie, H. 3/87, S. 19-20.
- 4.129 Kusch, O.; Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.: Zum Profil von Abbrucharbeiten in der zentralgeleiteten Bauindustrie.- Schnellinformation des VEB BMK Kohle und Energie, H. 4/88, S. 19-23.
- 4.130 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Winterhoff, S.: Unfälle und Brandschäden in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.- Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Unser Brandschutz (Berlin), H. 5/87, S. 18-20.
- 4.131 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.; Bolik, R.: Schweißtechnische Kennzahlen für Baumontagen.- Technische Information des VE BMK Chemie, H. 2/88, S. 31-33.
- 4.132 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bergmann, F.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Brandschäden bei Hobby- und Freizeitarbeiten.- Metallverarbeitung 43 (1989) 1, S. 29-30.
- 4.133 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.; Walter, Th.: Zur Aussagegenauigkeit der Quote meldepflichtiger Arbeitsunfälle.- Arbeitshygiene Information Bauwesen 25 (1989) 2, S. 33-35.
- 4.134 Fehr, St.; Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.: Zur Qualitätssicherung bei der Bewehrungsvorfertigung.- Bauzeitung 42 (1988) 4, S. 171-173.
- 4.135 Fehr, St.; Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.: Nutzung von Checklisten bei der Qualitätskontrolle in der Bewehrungsvorfertigung.- Betontechnik H. 3/88, S. 90-91.
- 4.136 Möckel, W.; Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.; Breitbarth, H.-J.: Zum Einsatz des Lichtbogenschmelzschneidens an Nichtbetonmaterialien.- Neue Bergbautechnik (Berlin), 18 (1988) 9, S. 355-358.
- 4.137 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.: Markierung und Absperrung von Gefährdungsbereichen.- Bauzeitung 42 (1988) 10, S. 473-474.



- 4.138 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bydzovský, T.; Sierig, U.: Pozáry pri opravách motorových vozidel.- Brände bei Kfz-Reparaturen.- Zváranie 37 (1988) 5, S. 156 und 3. Umschlagseite.
- 4.139 Schäfer, R.; Röbenack, K.-D.; Fehr, G.: Kennzahlenermittlungen im ausgewählten Bewehrungsvorfertigungsstätten.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 35 (1989) 3, (Reihe B), S. 150-153.
- 4.140 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bergmann, F.: Brandschäden bei Hobby- und Freizeitarbeiten.- Unser Brandschutz, H. 7/88, S. 28-29, H. 8/88, S. 22.
- 4.141 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.: Wechselbeziehungen im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und GAB-Verstößen am Beispiel monolithischer Prozesse.- Technische Information des VEB BMK Industrie- und Hafenbau (Rostock) 5 (1989) 1, S. 8-10.
- 4.142 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Sierig, U.: Brände bei Kfz-Reparaturarbeiten.- Unser Brandschutz 38 (1988) 10, S. 22-23.
- 4.143 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bydzovský, T.: Pozáry a nehody v zemedelstvi a lesnim nospodárstvi.- Brände und Unfälle in der Land- und Forstwirtschaft.- Zváranie 37 (1988) 12, S. 378-380.
- 4.144 Mildner, G.; Röbenack, K.-D.: Zum Tragverhalten von T-Stoß-Schweißverbindungen und zur rationellen Fertigung von Stahleinbauteilen für den Stahlbeton- und Fertigteilbau.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 35 (1989) 5/6, (Reihe B), S. 225-227.
- 4.145 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bydzovský, T.: Pozáry pri rekonstrukcii a opravách v priemyslových podnikoch zpusobené svarovaním alebo rezaním.- Brandfälle bei Rekonstruktionen und Reparaturen in Industriebetrieben durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- Zváranie 38 (1989) 4, S. 122-123.
- 4.146 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Zober, E.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Großbrände durch Schweiß- und Schneidarbeiten in der DDR.- Metallverarbeitung 43 (1989) 4, S. 125-127.
- 4.147 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.; Franz, C.; Nowak, B.: Beispiele schweißtechnischer Kennzahlen für den Bewehrungseinbau.- Betontechnik, H. 5/89, S. 148.
- 4.148 Behrendt, K.-P.; Weikert, F.; Röbenack, K.-D.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten im Schiffbau.- Seewirtschaft (Berlin) 21 (1989) 8, S. 393-396.
- 4.149 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Wagner, H.: Brände und Unfälle bei Schweißarbeiten an und in der Nähe von Behältern gefährlichen Inhalts.- Metallverarbeitung 44 (1990) 1, S. 28-29.
- 4.150 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.: Nutzung von Checklisten bei der Qualitätskontrolle im Monolithbau.- Technische Mitteilungen des BFA Monolithbeton Rostock und der Rostocker Industrie- und Hafenbaugesellschaft mbH, H. 1/90, S. 34-38.
- 4.151 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.: Elektrounfälle im Bauwesen.- Bauzeitung 45 (1991) 3, S. 200-201.
- 4.152 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.: Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Brände im Gesundheits- und Bildungswesen.- Metallverarbeitung 44 (1990) 5, S. 158-159.
- 4.153 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.: Aus Erfahrung klug? - Großbrände und Unfälle durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- Unser Brandschutz 40 (1990/1991) 12, S. 40-42.
- 4.154 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.: Sicherheitstechnische Aspekte von Qualitätsmängeln bei Monolithprozessen.- Bauzeitung 45 (1991) 4, S. 281-283.
- 4.155 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.: Arbeitsschutzschwerpunkte unter Berücksichtigung von Qualitätsbezügen bei Maurer- und Putzarbeiten.- Bauzeitung 45 (1991) 6, S. 425-426.
- 4.156 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.: Arbeitsschutzschwerpunkte unter Berücksichtigung von Qualitätsbezügen bei Schalungsarbeiten.- Bauzeitung 45 (1991) 12, S. 901-903.
- 4.157 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.: Aus Erfahrung klug? - Teil II: Brände durch Schweißen und Schneiden in Verbindung mit Waschbenzin.- Unser Brandschutz 41 (1991) 1, S. 38-39.



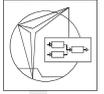
- 4.158 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Aus Erfahrung klug? - Großbrände und Unfälle durch Schweiß- und Schneidarbeiten (Forts. von UB 1/91).- Unabhängige Brandschutzzeitung (UB) (Berlin) 41 (1991) 2, S. 41-42.
- 4.159 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Arbeitsschutzschwerpunkte unter Berücksichtigung von Qualitätsbezügen bei Betonierarbeiten.- Bauzeitung 45 (1991) 8, S. 574-576.
- 4.160 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Anlagen zur Absaugung von Schweißrauch und -gasen.- Metallverarbeitung, H. 2/91, S. 6-9.
- 4.161 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Zur Struktur von Bauarbeiterunfällen bei der Errichtung von Atomkraftwerken.- Zentralblatt Arbeitsmedizin 41 (1991), S. 272-277.
- 4.162 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Qualitäts- und Sicherheitsaspekte bei Rekonstruktionsprozessen und Baureparaturen.- Bauzeitung 45 (1991) 11, S. 820-823.
- 4.163 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandsicherheit bei Schweißarbeiten.- Brandschäden durch Entzündung von Metallstaub und spänen.- Metallverarbeitung 47 (1993) 5, S. 26-27.
- 4.164 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden - verursacht bei Schweißarbeiten im Bau- und Reparaturschlosserbereich.- Arbeitsschutz aktuell (Berlin), H. 4/96, S. 17-22.
- 4.165 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Sicherheit bei Erd- und Tiefbauprozessen.- Bauzeitung 47 (1993) 6, S. 76-78.
- 4.166 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Sicherheit bei Bewehrungsprozessen. - Bauzeitung 47 (1993) 12, S. 72.
- 4.167 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Größeres Risiko beim Schweißen unter erschwerten Bedingungen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/91, S. 6-8.
- 4.168 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Aus Erfahrung klug? - Großbrände und Unfälle durch Schweiß- und Schneidarbeiten (Forts. von 4.153).- Unser Brandschutz 41 (1991) 1, S. 37-38.
- 4.169 Krämer, W.; Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.:** Zur Dauerfestigkeit von Stumpfschweißverbindungen an thermisch verfestigten Betonstählen.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 37 (1991) 4, (Reihe B), S. 152-157.
- 4.170 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Qualitäts- und Sicherheitsaspekte bei Ausbauprozessen.- Bauzeitung 46 (1992) 2, S. 142-145.
- 4.171 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Qualitäts- und Sicherheitsaspekte beim Gerüstbau.- Bauzeitung 46 (1992) 3, S. 212-216.
- 4.172 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Sicherheit bei Montageprozessen.- Bauzeitung 47 (1993) 3, S. 60-61.
- 4.173 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Aus Erfahrung klug? - Sicherheitstechnische Schwerpunkte im Umgang mit Sauerstoff bei Schweiß-, Schneid- und ähnlichen thermischen Verfahren.- Unser Brandschutz 41 (1991) 4, S. 34-36.
- 4.174 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Für die Werkstatt.- Brände in Verbindung mit Schweißarbeiten.- Baumaschinentechnik, H. 3/93, S. 168-169.
- 4.175 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandverhalten von Kunststoffen oft falsch bewertet.- Hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit von Plastbränden.- Arbeitsschutz aktuell, H. 1/92, S. 10-12.
- 4.176 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Arbeitsschutz beim Schweißen; Typische Gefährdungen und Ursachen für Brände (Papier).- Arbeitsschutz aktuell, H. 5/92, S. 18-19.
- 4.177 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Gefährlich: Schwelbrände an Holzkonstruktionen.- Betriebssicherheit; Holz, Holzwolle und Sägespäne - häufig verwendet und leicht brennbar.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/93, S. 22-24.
- 4.178 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brand- und Explosionsgefahr in Scheunen und Silos.- Arbeitsschutz aktuell, H. 6/92, S. 18-19.
- 4.179 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Aus Erfahrung klug? - Brandschäden bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 42 (1992) 4, S. 26-28.



- 4.180 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Aus Erfahrung klug? - Brände und Unfälle bei Schweißarbeiten an und in der Nähe von Behältern gefährlichen Inhalts.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 41 (1991) 7, S. 26-27.
- 4.181 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Aus Erfahrung klug? - Brandschäden bei Schweiß- und Schneidarbeiten in Unternehmen der Energiewirtschaft sowie in Kraftwerken.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 41 (1991) 10, S. 22-23.
- 4.182 Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.; Fehr, G.:** Opredelenije pokasateljé w wuidoroschnuich mestach pri isgotowlenii amaturi.- Ermittlung von Kennwerten in ausgewählten Arbeitsstätten der Bewehrungsherstellung - Aufsatzsammlung.- Technika - Vilnius, 1991, S. 113-121.
- 4.183 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Qualitäts- und Sicherheitsaspekte bei Rekonstruktionsprozessen und Baureparaturen.- Beitrag zur Betonova '91.- Tagungsband Betonova '91, 1991, S. 189-193.
- 4.184 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Gefahren beim Metallspritzen.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 3/93, S. 37-38.
- 4.185 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- Großbrände im Ausland.- Metallverarbeitung 43 (1989) 2, S. 59-60.
- 4.186 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Zur Struktur von Unfällen bei Instandsetzungsarbeiten an Baumaschinen.- Baumaschinentechnik 40 (1993) 2, S. 108-110.
- 4.187 Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit bei Bauprozessen.- Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar 38 (1992) 1/2, (Reihe B), S. 49-52.
- 4.188 Streit, W.; Röbenack, K.-D.:** Prozeßqualität am Beispiel des Gleitbauverfahrens.- 4. Gemeinsames Kolloquium "Konstruktion, Technologie und Management" der TU Vilnius, des Technikums Poznan und der FH Leipzig - Vilnius, im Mai 1993.
- 4.189 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Schleiffunken als Brandstifter? - Arbeitsschutz aktuell, H. 3/93, S. 10-12.
- 4.190 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Schweißarbeiten im Maschinenbau nicht unproblematisch.- Brände und Explosionen bei Schweißarbeiten im Maschinen-, Anlagen- und Apparatebau.- Arbeitsschutz aktuell, H. 2/93, S. 10-13.
- 4.191 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Bydzovský, T.:** Pozárni bezpocnost pri svárečských a rezacských pracech ve zdravotnictvi a školstvi.- Gesundheitswesen und Schulwesen.- Zváranie 41 (1992) 11, S. 259-262.
- 4.192 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- Feuerwehr-Kurier (Berlin), H. 1/94, S. 28-29.
- 4.193 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Schweißen verlangt hohes Verantwortungsbewußtsein.- Arbeitsschutz aktuell, H. 3/96, S. 15-16.
- 4.194 Schüler, T.; Röbenack, K.-D.:** Barrierefreies Bauen - neue Anforderungen.- Bauzeitung 51 (1997) 9, S. 30-32.
- 4.195 Röbenack, K.-D.:** Unfälle bei Reparaturarbeiten an beweglichen oder bewegbaren Teilen.- Baumaschinentechnik, H. 4/93, S. 238-239.
- 4.196 Röbenack, K.-D.:** Über Lappland nach Kiel. Reiseerinnerungen.- Mitteldeutsche Zeitung, Eisleben, 7.8.1996, S. 11.
- 4.197 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Schweißen und Löten können sehr teuer werden.- Bauzeitung 48 (1994) 5, S. 59-60.
- 4.198 Röbenack, K.-D.:** Fall und Absturz von Personen bei Reparaturarbeiten an Baumaschinen.- Baumaschinentechnik, H. 6/93, S. 356-357.
- 4.199 Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Brandgefahren beim Verarbeiten von Bitumenschweißbahnen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 3/98, S. 101-103.



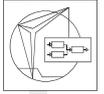
- 4.200 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Unwissenheit und Leichtsinn bringen Tod und Verderben.- Unfälle, Brände und Explosionen in der Nähe von Anstrich- und Klebstoffen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/93, S. 8-10.
- 4.201 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Arbeitsschutz und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen! - „Es grünt so grün ...“ im brandgefährdeten Bereich.- Sicherheitsingenieur, H. 5/97, S. 28-30.
- 4.202 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen! - Wenn Schweißer Werkzeugkisten und -schränke "automatisiert" öffnen. Sicherheitsingenieur, H. 2/98, S. 42-43.
- 4.203 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben. - Schmiedewerkstätten.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 44 (1994) 3, S. 38.
- 4.204 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Tischlereiwerkstätten.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 44 (1994) 1, S. 38.
- 4.205 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Wenn Druckgasflaschen "in die Luft gehen"....- IKZ Praxis 45 (1993) 7, S. 10-11 und 16.
- 4.206 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Arbeits- und Brandschutz ernst nehmen! - Wenn Schweißer "besinnliche Stunden" am Kamin erleben...- Arbeitsschutz aktuell 4 (1993) 6, S. 6-7.
- 4.207 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Arbeits- und Brandschutz beim Schweißen ernst nehmen! - Wenn Schweißer "Lagerfeuer" entfachen...- Sicherheitsingenieur, H. 8/97, S. 28-29.
- 4.208 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Bäckerei und Fleischerei.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift H.6/94, S. 54.
- 4.209 Rößenack, K.-D.: Vergiftungen und Erstickungen - mögliche Gefahren beim Schweißen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 5/96, S. 26-28.
- 4.210 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brände in Verbindung mit Installationsarbeiten - Wasserleitungen.- IKZ Praxis, H. 7/94, S. 7.
- 4.211 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Schlosserwerkstätten (1) - UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 7/94, S. 38.
- 4.212 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Polsterei und Wäschereien.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 5/94, S. 42.
- 4.213 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Maler- und Lackierwerkstätten.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 44 (1994) 4, S. 38.
- 4.214 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Wenn Schweißer plötzlich "Luftsprünge" vollführen.- Feuerwehr-Kurier, H. 10/94, S. 26.
- 4.215 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Brandschäden bei Arbeiten an Heizungsanlagen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 2/94, S. 30-32.
- 4.216 Rößenack, K.-D.; Nowak, B.: Unfallauswertungen im Bauwesen.- Kurzberichte aus der Bauforschung 35. Jahrgang, Heft 4.- IRB-Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU der Fraunhofer-Gesellschaft, 1994, S. 211-220.
- 4.217 Rößenack, K.-D.: Einstürze von Mauerwerk im Bauzustand.- Bauzeitung 48 (1994) 9, S. 70-71.
- 4.218 Rößenack, K.-D.; Weikert, F.: Schweißanlage in ordnungsgemäßem Zustand halten.- (Gas-schläuche).- Arbeitsschutz aktuell H. 3/94, S. 9-10.



- 4.219 **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Zur Bewertung des Grades der Barrierefreiheit von Wohnungen für Behinderte.- Thesis, wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (1998) H. 3, S. 48-53.
- 4.220 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben - Schlosserwerkstätten (Teil 2).- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 9/94, S. 38.
- 4.221 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände in Verbindung mit Heizungsarbeiten.- IKZ Praxis, H. 5/96, S. 10-11.
- 4.222 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandursachen bei Schweißarbeiten.- Bauzeitung 48 (1994) 11, S. 78-79.
- 4.223 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Schlosserarbeiten (Teil 3).- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 11/94, S. 38.
- 4.224 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände in Verbindung mit Installationsarbeiten.- Brandauslösung durch Sekundär- und Beiflammen.- IKZ Praxis, H. 11/96, S. 8-9.
- 4.225 **Röbenack, K.-D.:** Explosion brennbarer Gase und Dämpfe.- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift, H. 10/94, S. 42, 43 und 47.
- 4.226 **Röbenack, K.-D.:** Absturzunfälle bei Maurer- und Putzarbeiten.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/94, S. 9-10.
- 4.227 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Alles im Lot? - Arbeits- und Brandschutz bei Lötarbeiten.- Arbeitsschutz aktuell, H. 6/94, S. 2-4.
- 4.228 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände in Verbindung mit Installationsarbeiten; Bäder und andere Sanitärräume.- IKZ Praxis, H. 11/94, S. 6-7.
- 4.229 **Röbenack, K.-D.:** Unfälle bei Instandsetzungsarbeiten an Baumaschinen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 3/95, S. 11-13.
- 4.230 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände bei Instandsetzungsarbeiten an Baumaschinen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 6/95, S. 4-6.
- 4.231 **Röbenack, K.-D.:** Unfallauswertung im Bauwesen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 2/95, S. 7-8.
- 4.232 **Röbenack, K.-D.:** Verhaltensaspekte bei thermischen Arbeiten im Bauwesen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 7/96, S. 16-20.
- 4.233 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Staubexplosionen - ausgelöst durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/95, S. 7-9.
- 4.234 **Röbenack, K.-D.; Bräutigam, J.:** Unfälle und Brände beim Schalen.- Bauzeitung 50 (1996) 12, S. 52-54.
- 4.235 **Röbenack, K.-D.:** Brandschäden bei Schlosserarbeiten.- Metallverarbeitung & Technik (Lübeck) 99 (1997) 5, S. 12-13.
- 4.236 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände in Verbindung mit Installationsarbeiten; Gebläse und Filteranlagen.- IKZ Praxis, H. 4/95, S. 6-7.
- 4.237 **Röbenack, K.-D.:** Unfälle und Brände bei Glaserarbeiten sowie thermischen Arbeiten in der Nähe von Glas.- Arbeitsschutz aktuell, H. 1/96, S. 14-15.
- 4.238 **Röbenack, K.-D.:** Brandschäden - verursacht bei Schweißarbeiten im Bau- und Reparaturschlosserbereich.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/96, S. 17-21.
- 4.239 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Schlosserarbeiten (Teil 4).- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 45 (1995) 6, S. 38.
- 4.240 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden beim Schweißen in Handwerks- und Dienstleistungsbetrieben.- Schlosserarbeiten (Teil 5).- UB Unabhängige Brandschutzzeitschrift 45 (1995) 9, S. 38.



- 4.241 **Röbenack, K.-D.:** Unfälle und Brände bei Dachdeckerarbeiten.- Arbeitsschutz aktuell, H. 5/95, S. 10-12.
- 4.242 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände in Verbindung mit der Anwendung thermischer Verfahren; Dachklempnerarbeiten.- IKZ Praxis, H. 7/95, S. 10-11.
- 4.243 **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Zur Quantifizierung von Restgefährdungen bei thermischen Füge- und Trennprozessen im Bauwesen.- Thesis, wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus Universität Weimar, H. 3/98, S. 102-107.
- 4.244 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brandschäden bei Installationsarbeiten durch Schweißen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 6/96, S. 21-24.
- 4.245 **Röbenack, K.-D.; Kirsten, J.:** Tödliche Arbeitsunfälle bei thermischen Arbeitsprozessen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 6/97, S. 211-214.
- 4.246 **Röbenack, K.-D.; Bräutigam, J.:** Arbeits- und Brandschutz bei Bewehrungsprozessen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 1/97, S. 15-19.
- 4.247 **Röbenack, K.-D.; Bräutigam, J.:** Arbeits- und Brandschutz bei Schalungsprozessen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 2/97, S. 62-66.
- 4.248 **Röbenack, K.-D.:** Gesundheitsschutz beim Schweißen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 3/97, S. 100-101.
- 4.249 **Eisengräber, A.; Röbenack, K.-D.:** Sanierung von Feuchteschäden im Mauerwerksbau.- Bauzeitung 52 (1998) 7,8, S. 50-52.
- 4.250 **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Arbeitsunfälle bei Schweiß- und Schneidarbeiten im Bauwesen.- Sicherheitsingenieur, H. 12/98, S. 14-17.
- 4.251 **Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Präventive Berücksichtigung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beim selektiven Abbruch und verwendungsorientierten Rückbau.- Arbeitsschutz aktuell 10 (1999) 2, S. 54-63.
- 4.252 **Röbenack, K.-D.:** Brände und Explosionen bei Abbruch-, Demontage- und Verschrottungsarbeiten.- Arbeitsschutz aktuell 10 (1999) 3, S. 94-98.
- 4.253 **Röbenack, K.-D.:** Gesundheits- und Arbeitsschutz beim Schweißen. - Worauf es beim elektrischen Lichtbogenhandschweißen ankommt.- Arbeitsschutz aktuell, H. 5/99, S. 181-184.
- 4.254 **Schüler, T.; Röbenack, K.-D.:** Arbeitsfälle bei Montageprozessen im Bauwesen.- Sicherheitsingenieur, H. 9/99, S. 22-25.
- 4.255 **Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Gefährdungen und Präventionsmaßnahmen beim selektiven Abbruch. Teil 1. Sicherheitsingenieur 30 (1999) 12, S. 26-29.
- 4.256 **Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Gefährdungen und Präventionsmaßnahmen beim selektiven Abbruch. Teil 2. Sicherheitsingenieur 31 (2000) 1, S.28-29.
- 4.257 **Röbenack, K.-D.; Klahn, St.; Schüler, T.:** Zum Unfallgeschehen bei Abbrucharbeiten. Arbeitsschutz aktuell 11 (2000) 2, S. 49-54.
- 4.258 **Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Gefährdungen und Präventionsmaßnahmen beim selektiven Abbruch.- Bauzeitung 54 (2000) 3, S. 61-62.
- 4.259 **Feistkorn, N.; Röbenack, K.-D.:** Zur Sanierung ländlicher Kirchen.- Bauzeitung 54 (2000) 4, S. 16-18.
- 4.260 **Feistkorn, N.; Röbenack, K.-D.:** Erben sind wir alle...- Das Bauzentrum, H. 3/2000, S. 28-30.
- 4.261 **Feistkorn, N.; Röbenack, K.-D.:** Sanierungsaufgaben an Kirchen, besonders im ländlichen Bereich.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 80-89.
- 4.262 **Schüler, T.; Röbenack, K.-D.:** Restgefährdungen bei Erdbauprozessen.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 104-111.
- 4.263 **Schüler, T.; Röbenack, K.-D.:** Restgefährdungen bei Schalungsprozessen.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 112-120.



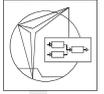
- 4.264 **Röbenack, K.-D.:** Schweißbrände bei Schweiß-, Schneid- und verwandten Arbeiten.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 122-127.
- 4.265 **Röbenack, K.-D.:** Auswertung von Bränden und Explosionen im Zusammenhang mit Abbruch-, Demontage- und Verschrottungsarbeiten.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 128.135.
- 4.266 **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.; Klahn, St.; Rausch, St.:** Die Quantifizierung von Restgefährdungen im Abbruchprozeß - eine Grundlage für Unfallverhütungsstrategien.-Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 136-147.
- 4.267 **Wangler, O.; Opitz, J.; Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Präventive Berücksichtigung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beim selektiven Abbruch und verwendungsorientierten Rückbau.- Thesis, Wiss. Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar (2000) H. 1, S. 148-160.
- 4.268 **Röbenack, K.-D.; Schüler, T.:** Brandgefahren beim Verarbeiten von Bitumenschweißbahnen.- Bauzeitung 54 (2000) 6, S. 42-43.
- 4.269 **Schüler, T.; Röbenack, K.-D.:** Auswertung von Arbeitsunfällen im Kanal- und Rohrleitungsbau sowie bei der Kabelverlegung.- **Arbeitsschutz** aktuell 11 (2000) 6, S. 234-238.
- 4.270 **Röbenack, K.-D.:** Gesundheits- und Arbeitsschutz beim Schweißen.- Worauf es beim autogenen Schweißen und Brennschneiden ankommt.- **Arbeitsschutz** aktuell 12 (2001) 1, S. 9-12.

## 5 Tagungsvorträge

- 5.1 **Röbenack, K.-D.:** Ersatzmöglichkeiten und Bedeutung des AT-Betonstahlschweißverfahrens im Stahlbeton-Montagebau.- 5. Fachtagung AT-Schweißen.- VEB Chemische Werke Buna; Schkopau, 24.-25.5.1967.- Tagungsbericht, S. 60-68.
- 5.2 **Röhling, St.; Röbenack, K.-D.:** Temperaturverteilungen und Schrumpfungsspannungen beim Schweißen von Betonstählen und deren Auswirkungen in Stahlbetonfertigteilen.- Schweißtechnische Arbeitstagung.- Berlin, 18.-19.3.1971.- Veröffentlicht als Kurzbeitrag im Tagungsbericht.
- 5.3 **Röbenack, K.-D.:** Einfluß der Schweiß- und Einspannbedingungen auf die Größe entstehender Schrumpfspannungen beim Schweißen an eingespannten stabartigen Bauteilen.- Jubiläumsfachtagung (zehnjähriges Bestehen des Arbeitsausschusses "Schweißtechnik").- Suhl, 14.-16.10.1971, Tagungsbericht, S. 22-33.
- 5.4 **Röbenack, K.-D.; Bärsch, U.; Fitzek, H.; Fitzner, P.; Hofmann, E.; Schweinitz, H.:** Nutzung schweißtechnischer Kennzahlen im Industriebau.- Internationale Tagung "Schweißen im Stahlbetonbau".- Halle, 5.-6.10.1972.
- 5.5 **Röbenack, K.-D.:** Ergebnisse und Aufgaben der Arbeitsgruppe "Schweißverformungen und Schweißspannungen" im FUA Konstruktion und Berechnung.-  
a) 3. Wissenschaftliches Kolloquium der IH für Seefahrt Warnemünde, 30.-31.5.1974.  
b) Kolloquium des Wissenschaftsbereiches Montage- und Fügetechnik der TH "Otto von Guericke", Magdeburg, 26.09.1974.
- 5.6 **Röbenack, K.-D.:** Erkenntnisse bei der Anwendung der Arbeits- und Brandschutzanordnungen.- Fachtagung "Qualität und Effektivität der Schweißtechnik im Bauwesen der DDR".- Karl-Marx-Stadt, 10.-11.10.1974.
- 5.7 **Röbenack, K.-D.:** Schweißen im Bauwesen und Schadensfälle.-  
a) 18. Arbeitstagung des BAA Schweißtechnik.- Magdeburg, 18.06.1975.  
b) Bezirksfachtagung "Schweißtechnik".- Warnemünde, 09.10.1975.
- 5.8 **Röbenack, K.-D.:** Übersicht über die Erfassung von Verformungen und Eigenspannungen geschweißter Konstruktionen.- II. RGW-Sommerschule zum RGW-Thema, 9. Tagungsheft, S. 2.6./ 1. (Kurzfassung).
- 5.9 **Röbenack, K.-D.:** Technische und ökonomische Kriterien für die Ausführung von Richtarbeiten an Metallkonstruktionen.- 5. Wissenschaftliches Kolloquium der IH für Seefahrt.- Warnemünde, 3.-4.6.1976.



- 5.10 Röbenack, K.-D.:** Gefährdungsanalysen als Leitungsinstrument in einem Baubetrieb.- V. Kongreß "Beiträge der Arbeitsmedizin und des Arbeitsschutzes zur sozialistischen Arbeitskultur und zur Gesundheitsförderung bei der weiteren Intensivierung der Volkswirtschaft".- Karl-Marx-Stadt, 31.10.-3.11.1976.- Kurzfassung im Tagungsheft "Autorreferate", S. 34-35.
- 5.11 Röbenack, K.-D.:** Schadensfälle und ihre Verhütung.- Fachtagung "Intensivierung und Rationalisierung durch Schweißen im Bauwesen der DDR 1976".- Dresden, 11.-12.11.1976, (internat. Teiln. RGW-Länder), Kurzfassung Tagungsheft "Kurzsreferate", S. 2-3.
- 5.12 Röbenack, K.-D.:** Zur Entwicklung der Schweißtechnik im Montagebau.- V. IKIB.- Leipzig, 14.-16.9.-1976, Veröffentlichung im Tagesbericht.
- 5.13 Röbenack, K.-D.:** Auswertung von Schadensfällen durch unsachgemäße Schweißung im Bauwesen.- Fachtagung "Qualität und Effektivität der Schweißtechnik im Bauwesen".- Magdeburg, 07.12.1977.
- 5.14 Röbenack, K.-D.:** Schadensfälle und ihre Verhütung.- IV. Weiterbildungstagung für Meister der Schweißtechnik am 29. und 30.11.78 in Berlin.
- 5.15 Röbenack, K.-D.:** Arbeitsschutz und Schadensfälle.- Fachtagung '79 "Schweißen im Bauwesen - Praxisverbundene Anwendungen".- Berlin, 16.-17.1.1979, Kurzfassung Tagungsheft, S. 6-9.
- 5.16 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Auswertung von Schadensfällen beim Schweißen und Schneiden.- 17. Fachtagung des BFA Schweißtechnik, Magdeburg, 21.05.1980.
- 5.17 Röbenack, K.-D.:** Sicherheitstechnische Schwerpunkte bei der technologischen Vorbereitung der Bauproduktion.- Jahreskonferenz des Moskauer Bauingenieurinstitutes (MISI).- Moskau, 31.3.-3.4.1980.
- 5.18 Röbenack, K.-D.:** Technische Maßnahmen zur Unfallverhütung in Auswertung umfangreicher Unfallanalysen.- Lehrgang "Unfallanalyse und Unfallverhütung" für Sicherheitsinspektoren.- Blankenburg, 2.-13.6.1980, (Organisation: WTZ für Arbeitsschutz beim MfB).
- 5.19 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Entwicklung des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes beim Schweißen in der DDR. Vortrag auf dem Schweißtechnischen Kongreß Welding '80.- Brno/CSSR, 30.6.-4.7.1980.
- 5.20 Röbenack, K.-D.:** Unfall- und Schadensanalysen.- Fachtagung "Rationalisierung der Schweißtechnik im Bauwesen - ökonomische Nutzung der Investitionen".- Dresden, 21.-22.10.1980, (internat. Beteiligung).
- 5.21 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Betontrennen.- Fachtagung "Rationalisierung der Schweißtechnik im Bauwesen - ökonomische Nutzung der Investitionen", Dresden, 21.-22.10.1980.
- 5.22 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Reaktionsspannungen beim Stumpfschweißen eingespannter Titanblechstreifen.- 11. Wissenschaftliches Kolloquium der Sektion Anlagenbau der IHS Köthen, 30.10.1980.
- 5.23 Röbenack, K.-D.:** Technologische Grundlagen der Arbeits- und Produktionssicherheit bei Montageprozessen.- Informationstag Technologische Aspekte des Montagebaus.- Erfurt, 27.11.1981.
- 5.24 Röbenack, K.-D.:** Technologie für das Trennen von Beton im Rahmen von Rekonstruktionsaufgaben.- 2. Weiterbildungsveranstaltung des Immatrikulationsjahrganges 1956.- Weimar, 25.-26.9.1981.
- 5.25 Röbenack, K.-D.:** Schwerpunkte des GAB bei Rekonstruktionsmaßnahmen.- Informationstagung Technologische Aspekte bei der Rekonstruktion von Industriebauwerken.- Erfurt, 11.05.1983, Kurzfassung in KDT-Information Technologie 1/83 (Bez. Erfurt).
- 5.26 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Brände durch Schweißen und Schneiden.- 20. Fachtagung "Schweißtechnik", Magdeburg, 26.05.1983.
- 5.27 Stärzel, W.; Röbenack, K.-D.:** Zur Entwicklung der Arbeits- und Produktionssicherheit bei Montageprozessen.- Kolloquium Montagebau, TH Leipzig, Juni 81.



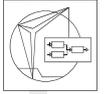
- 5.28 Röbenack, K.-D.:** Methodische Aspekte zu Unfallauswertungen.- 9. Tagung der Sektion Bauwesen der Gesellschaft für Arbeitshygiene und Arbeitsschutz in der DDR "Verhütung von Unfällen im Bauwesen".- Halle/ Saale, 21.-22.2.1984.
- 5.29 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Damage and fire caused by non-observance of safety regulations during welding and cutting work ( Schäden durch Brände, verursacht durch Nichtbefolgung der Sicherheitsvorschriften bei Schweiß- und Schneidarbeiten.- 16th International School of Welding.- Tatrancia Lomnica und Bratislava, 1.-12.10.1984.
- 5.30 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Auswertung von Schadensfällen.- 23. Fachtagung Schweißtechnik - "Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz - Voraussetzungen steigender Produktion", Magdeburg, 22.10.1986.
- 5.31 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Wechselbeziehungen im Ursachengefüge von Qualitätsmängeln und Verletzungen von GAB -Bestimmungen (aus retrospektiver Sicht).- 2. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium des WB Technologie der HAB Weimar, 29.06.1988.
- 5.32 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.; Weikert, F.:** Schwerpunkte der Arbeits- und Produktionssicherheit beim Schweißen.- VIII. Fachtagung "Rationalisierung der Schweißtechnik im Bauwesen".- Dresden, 11.-12.1.1989.
- 5.33 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Wechselbeziehungen im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen GAB-Bestimmungen im Monolithbau.- 4. Rostocker Informationstagung Monolithbeton, Rostock, 14.-15.3.1989.
- 5.34 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brandsicherheit bei Schweiß- und Schneidarbeiten in der DDR und im Ausland.- X. Internationaler Schweißerkongreß WELDING '90.- Brno/CSSR, 5.-9.3.1990.
- 5.35 Röbenack, K.-D.:** Explosionen, Unfälle und Brände durch Schweiß- und Schneidarbeiten.- 4. Fortbildungsseminar für Schweißfachleute.- Schweißtechnische Zentralanstalt Wien, 11.04.1991.
- 5.36 Röbenack, K.-D.; Nowak, B.:** Sicherheitstechnische Schwerpunkte bei Schalarbeiten (Arbeitsschutzsicherung).- Informationstagung "MEVA Schalungs-Treff".- HAB Weimar, 17.04.1991.
- 5.37 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Erkenntnisse und Schlußfolgerungen bei der Einführung der Unfallverhütungsvorschrift "Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren".- Große Schweißtechnische Tagung.- Frankfurt/ Main, 16.-18.10.1991, DVS-Berichte Band 136, S. 12-15.
- 5.38 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Arbeitssicherheit und Brandschutz beim Schweißen im Kraftwerksbau.- 4. TAM-Fachtagung "Instandhaltung im Kraftwerk".- Osterode, 29.10.1991.
- 5.39 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.:** Brandsicherheit beim Schweißen.- Tagung des DVS-BV Cottbus.- Cottbus, 16.05.1992.
- 5.40 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Heizungsrekonstruktion - ein Schwerpunkt des Brandgeschehens bei Schweißarbeiten im Bauwesen.- 2. Internationaler Kongreß zur Bauwerkserhaltung 1994 anlässlich der BAUTECH Berlin (Tagungsband, S. 522-531).
- 5.41 Röbenack, K.-D.:** Studentische Beiträge zur Stadtanierung am Beispiel von Eisleben.- Vortragsveranstaltung Kulturbund, Eisleben, 10.03.1994.
- 5.42 Röbenack, K.-D.:** Besonderheiten bei der Modernisierung denkmalgeschützter Bauwerke.- Denkmalpfegetagung des Kulturbundes Eisleben, Eisleben, 15.10.1994.
- 5.43 Röbenack, K.-D.:** Verhaltensaspekte bei thermischen Arbeiten im Bauwesen.- 4. Dresdner Arbeitsschutz-Kolloquium der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dresden, 19.10.1995.
- 5.44 Röbenack, K.-D.:** Unfallgeschehen bei Abbrucharbeiten – Ergebnisse der Auswertung von ca. 4000 Arbeitsunfällen.- Vortrag auf der Fachtagung „Sicherheit auf Baustellen“ am 25.3.1999 in Weimar, Tagungsbericht, S. 17-28.



- 5.45 Röbenack, K.-D.:** Unfallgeschehen bei Abbrucharbeiten. Vortrag; Dresdener Informationstage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) „Arbeitsschutz beim Abbruch und Rückbau von baulichen Anlagen“ am 24.11.1999.
- 5.46 Röbenack, K.-D.:** Brandschutz und Explosionsschutz bei baulichen Instandhaltungsarbeiten. Vortrag; 8. Dresdener Arbeitsschutz-Kolloquium der BAuA „Instandhaltung“ am 2.12.1999.
- 5.47 Röbenack, K.-D.:** Geschichte der Bautechnologie an der Bauhaus-Universität Weimar. Vortrag; Tag des Baubetriebs an der Bauhaus-Universität Weimar; Prozeßsteuerung, Projektleitung, Dienstleistung am 7.7.2000.
- 5.48 Röbenack, K.-D.:** Ursachen von Unfällen bei Abbrucharbeiten und Maßnahmen zu deren Verhütung.- Fachtagung Abbruch 2001 am 9. und 10.3.2001.

## **6 Kurzbeiträge und Tagungsberichte**

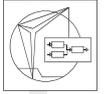
- 6.1 Röbenack, K.-D.:** 5. Fachtagung AT-Schweißen (Tagungsbericht).- Technische Information des VE BMK Chemie (Halle/S.), H. 1/68, S. 25-26 u. 17.
- 6.2 Röbenack, K.-D.:** Schweißtechnische Tagung "Leichtbau - Festigkeit - Konstruktion" (Tagungsbericht).- Technische Information, VE BMK Chemie, H. 2/70, S. 34.
- 6.3 Röbenack, K.-D.:** Autorreferat zur Dissertation.- Schweißtechnik (Halle/S.) 21 (1971) 2, S. 88.
- 6.4 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu: Neumann, A.; Richter, E.: Tabellenbuch Schweiß- und Löttechnik.- Bauplanung-Bautechnik (Berlin) H. 9/71.
- 6.5 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu: Neumann, A.: Festigkeitswerte von Schweiß- und Lötverbindungen.- Bauplanung-Bautechnik, H. 4/72.
- 6.6 Röbenack, K.-D.:** KDT-Mitteilungen.- AGr Schweißverformungen und -spannungen.- Schweißtechnik 23 (1973) 8, S. 382-383.
- 6.7 Röbenack, K.-D.:** Aus der Arbeit der Kammer der Technik.- Bauplanung-Bautechnik 27 (1973) 10, S. 506-507.
- 6.8 Beyer, M.; Röbenack, K.-D.:** Kolloquium zu Problemen von Schweißspannungen und Schweißdeformationen.- Schweißtechnik 24 (1974) 10, S. 477.
- 6.9 Röbenack, K.-D.:** Aus der Arbeit der Kammer der Technik.- Arbeitsgruppe Schweißverformung u. -spannungen.- Schweißtechnik 25 (1975) 7, S. 333.
- 6.10 Röbenack, K.-D.:** Vertiefung der wissenschaftlichen technischen Zusammenarbeit im RGW - Um höchste Effektivität und Qualität.- BMK Kurier 19 (1975) 19.
- 6.11 Röbenack, K.-D.:** Autorreferat zur Dissertation.- Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar 18 (1971) 1, S. 98.
- 6.12 Röbenack, K.-D.:** Aus der Arbeit der Kammer der Technik.- Technische Information VE BMK Chemie, H. 3/73, S. 28.
- 6.13 Röbenack, K.-D.:** Konstruktiv-technologische und ökonomische Fächer verflechten.- Konstruktiv (Weimar), Nr. 18/77, S. 5.
- 6.14 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu Brodski; Jevstratov; Fridman: Schweißen der Bewehrung von Stahlbetonkonstruktionen auf Baustellen.- Schweißtechnik 28 (1978) 10, S. 478.
- 6.15 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu Brodski; Jevstratov; Fridman: Schweißen der Bewehrung von Stahlbetonkonstruktionen auf Baustellen.- Bauplanung-Bautechnik 33 (1979) 7, S. 336.
- 6.16 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu Beckert; Hartmann: Nichtmetallische Werkstoffe - allgemeinverständlich.- Schweißtechnik 29 (1979) 10, S. 478.
- 6.17 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechnung zu Wolowczyk; Schlesinger; Müller: Arbeitsschutz-technische Gestaltung von Werkzeugmaschinen.- Schweißtechnik, 30 (1980) 3, S. 141; Technische Gemeinschaft 28 (1980) 6, S. 22.



- 6.18 Röbenack, K.-D.:** „... Wußten Sie schon, Kollege Baron, daß ein Kubikmeter Azetylen wie ein Kilogramm Schwarzpulver wirken kann?“- Schweißtechnik 30 (1980), S. 180.
- 6.19 Röbenack, K.-D.:** Studenten in der KDT zweckmäßig?.- Konstruktiv HAB-Weimar, Nr. 11/80, S. 6.
- 6.20 Röbenack, K.-D.:** Begriffe aus der Schweißtechnik einmal anders: Maßhaltigkeitsprobleme.- Schweißtechnik 30 (1980) 10, S. 470.
- 6.21 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Augusta; Flader; Kogler: Transportieren und Lagern.- Schweißtechnik 31 (1981) 1, S. 46.
- 6.22 Röbenack, K.-D.; Werner, F.:** Buchbesprechung über die Richtlinie zur Anwendung des Lichtbogenschweißens mit abschnittsweisem Durchschweißen.- Schweißtechnik 31 (1981) 10, S. 478.
- 6.23 Röbenack, K.-D.:** Antwort auf Leserstimmen zum Thema: Schadensauswertung (betrifft 3.39).- Schweißtechnik 31 (1981) 3, S. 138.
- 6.24 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Technologie für das Lichtbogenschmelzschneiden von Beton.- Bauplanung-Bautechnik 36 (1982) 6, S. 288.
- 6.25 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Richttechnologie für das Lichtbogenschmelzschneiden von Beton und Stahlbeton.- Betontechnik (Berlin) 3 (1982) 2, S. 34.
- 6.26 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Hintersdorf: Tragwerke aus Plasten.- Schweißtechnik 32 (1982) 10, S. 478.
- 6.27 Röbenack, K.-D.:** Autorreferat zur Dissertation B.- Schweißtechnik 32 (1982) 7, S. 333.
- 6.28 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Bussenius: Brand- und Explosionsschutz in der Industrie.- Schweißtechnik 33 (1983) 2, S. 95.
- 6.29 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Panzke: Lärm- und Vibrationsschutz in der Bauindustrie.- Bauzeitung 37 (1983) 9, S. 479.
- 6.30 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschmelzen von Beton und Stahlbeton.- Bauzeitung 37 (1983) 6, S. 19.
- 6.31 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogen schneidet Beton.- Technische Gemeinschaft - Berlin, H. 6/83, S. 19.
- 6.32 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschmelzschnitte an Betonbauteilen über 300 mm Dicke.- Bauplanung-Bautechnik 37 (1983) 8, S. 380.
- 6.33 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschchnitte an Betonbauteilen über 300 mm Dicke.- Schweißtechnik 33 (1983) 8, S. 366.
- 6.34 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Trennen von Betonbauteilen über 300 mm Dicke mittels Lichtbogenschmelzschneiden.- Betontechnik 4 (1983) 3, S. 66.
- 6.35 Röbenack, K.-D.; Knoll, A.:** Forschungsleistungen kurz vorgestellt: Lichtbogenschmelzen von Beton und Stahlbeton.- Konstruktiv (HAB Weimar) Nr. 16/83, S. 6.
- 6.36 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Beispielsammlung für Rekonstruktionslösungen im Industriebau.- Schweißtechnik 34 (1984) 5, S. 227.
- 6.37 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Panzke: Lärm- und Vibrationsschutz in der Bauindustrie.- Schweißtechnik 33 (1983) 10, S. 470.
- 6.38 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Rekonstruktionslösungen für Industriebauten.- Technische Gemeinschaft (Berlin), H. 10/83, S. 19.
- 6.39 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Beispielsammlung für Rekonstruktionslösungen im Industriebau.- Bauplanung-Bautechnik 38 (1984) 3, S. 133.
- 6.40 Wagner, Chr.; Röbenack, K.-D.:** Publikationstätigkeit am Wissenschaftsbereich Technologie unserer Sektion.- Konstruktiv (HAB Weimar), Nr. 5/86, S. 6.
- 6.41 Röbenack, K.-D.:** Beitrag zur Erhöhung der Arbeits- und Fertigungssicherheit im Bauwesen.- Autorenreferat zur Dissertation B.- Schweißen und Schneiden (Berlin) 35 (1983) 2, S. 89.



- 6.42 Röbenack, K.-D.:** Gute Lösungen für die Baupraxis.- Erfolgreiche Bilanz der Sektion II im Wettbewerb der Bauingenieurstudenten.- Konstruktiv (HAB Weimar), Nr. 16/84, S. 4.
- 6.43 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Köhler, P.: Blechabwicklung und Durchdringungen.- Schweißtechnik 37 (1987) 4, S. 190.
- 6.44 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Afonin, I.A.; Jevstratov, G.I; Stol, T.M.: Technologie und Organisation der Montage von Spezialbauwerken (russ.).- Moskau: Verlag Hochschule, 1986.- Bauplanung-Bautechnik 41 (1987) 11, S. 528.
- 6.45 Röbenack, K.-D.:** Sachkenntnis in der Literatur.- Buchbesprechung zu Möckel, K.: Das Stromzellverfahren, Verlag Das Neue Berlin.- Sonntag 41 (1987) 30, S. 4.
- 6.46 Röbenack, K.-D.:** Thermische Verfahren für den Betonabbruch.- Konstruktiv (HAB Weimar) 14 (1988) 6, S. 6.
- 6.47 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Korth, D.; Lippok, J.: Abbrucharbeiten; Vorbereitung und Durchführung.- Bauplanung-Bautechnik 42 (1988) 7, S. 336.
- 6.48 Röbenack, K.-D.:** Besprechung zum DVS-Merkblatt 2101.- Umgang mit Sauerstoff-Kernlanzen.- Schweißtechnik 39. (1989) 2, S. 94.
- 6.49 Weikert, F.; Röbenack, K.-D.; Richter, M.:** Leserdiskussion zum Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz.- Schweißtechnik 38 (1988) 9, S. 425.
- 6.50 Röbenack, K.-D.:** KDT-Mitgliedschaft während des Studiums.- Konstruktiv (HAB-Weimar) 15 (1989) H. 6, S. 6; H. 7, S. 6.
- 6.51 Röbenack, K.-D.:** KDT-Tip für Assistenten und Forschungsstudenten - Einstieg in die wissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit.- Konstruktiv (HAB-Weimar) 15 (1989) 3, S. 6.
- 6.52 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Ahrens; Zwätz: Schweißen im bauaufsichtlichen Bereich.- Schweißtechnik 40 (1990) 4, S. 186.
- 6.53 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu: Brandschutz - Explosionsschutz; Aus Forschung und Praxis; Band 17 und 18.- Bauzeitung 43 (1989) 10, S. 480.
- 6.54 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu: Brandschutz - Explosionsschutz; Aus Forschung und Praxis; Band 19.- Bauzeitung 44 (1990) 2, S. 95.
- 6.55 Röbenack, K.-D.:** 30 Jahre KDT-Betriebssektion an der HAB Weimar.- Konstruktiv (HAB Weimar), Nr. 20/89, S. 2.
- 6.56 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu: Brandschutz - Explosionsschutz; Aus Forschung und Praxis; Band 20.- Bauzeitung 43 (1989) 11, S. 528.
- 6.57 Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Jentsch, L. und Autorenkollektiv: Gefahrstoff Asbest in der industriellen Anwendung.- Bauzeitung 45 (1991) 3, S. 213.
- 6.58a Röbenack, K.-D.:** Der Fachmann setzt auf Sicherheit!- Fehlerstenogramm.- Elektropraktiker 42 (1988) 10, S. 316.
- 6.58b Röbenack, K.-D.:** Der Fachmann setzt auf Sicherheit!- Fehlerstenogramm.- Elektropraktiker 43 (1989) 1, S. 29.
- 6.58c Röbenack, K.-D.:** Der Fachmann setzt auf Sicherheit!- Fehlerstenogramm.- Elektropraktiker 43 (1989) 10, S. 317.
- 6.58d Röbenack, K.-D.:** Der Fachmann setzt auf Sicherheit!- Fehlerstenogramm.- Elektropraktiker 44 (1990) 4, S. 125.
- 6.59 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Zuschrift zu Schreiber, G.: Kann eine Druckgasflasche wirklich fliegen?- Der Praktiker 44 (1992) 5, S. 304.
- 6.60 Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Unerwartete Brände von Metallabfällen.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/92, S. 8.
- 6.61 Röbenack, K.-D.:** Ja zu Asphalt.- Zum Problem: Straße zwischen Gorenzen und der Lust.- Mitteldeutsche Zeitung, Ausg. Hettstedt - Halle/Saale (Regionalredaktion Hettstedt), 09.04.1992, S. 12.



- 6.62 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Lärmschwerhörigkeit auch bei Schweißern die Nr. 1 unter den Berufkrankheiten.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/92, S. 8.
- 6.63 **Röbenack, K.-D.; u.a.:** Votum für "Mansfeld" im Namen des künftigen Kreises.- Mitteldeutsche Zeitung, Mansfelder Kurier - Halle/ Saale, 17.01.1993, S. 9.
- 6.64 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Plötzlich stand der Mobildrehkran in Flammen.- Der Praktiker, H. 9/93, S. 574.
- 6.65 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Lärmschwerhörigkeit - bei Schweißern die häufigste Berufskrankheit.- Metallverarbeitung, H. 2/93, S. 56.
- 6.66 **Röbenack, K.-D.:** Doz. Dr.-Ing. Fritz Weikert - 60 Jahre.- Metallverarbeitung (Lübeck), H. 2/94, S. 63; Arbeitsschutz aktuell, H. 3/94, S. 10; Der Praktiker (Düsseldorf), H. 4/94, S. 216.
- 6.67 **Röbenack, K.-D.:** Buchbesprechung zu Hoffmann, F.H.: Schalungstechnik mit System; Bewährte Methoden, neue Entwicklungen.- Bauzeitung 48 (1994) 5, S. 96.
- 6.68 **Röbenack, K.-D.; Weikert, F.:** Das Brennschneiden und das Bohnerwachs.- Der Praktiker, H. 6/94, S. 323.
- 6.69 **Röbenack, K.-D.:** Leserzuschrift.- Der Bogen, Journal der HAB Weimar, H. 4/94, S. 6.
- 6.70 **Röbenack, K.-D. (Übersetzer):** Odorierung von Sauerstoff.- Arbeitsschutz aktuell, H. 4/96, S. 3.
- 6.71 **Röbenack, K.-D.:** Zum Hochschulnamen.- Der Bogen, Journal der HAB-Weimar - Universität, H. 2/95, S. 8-9.
- 6.72 **Röbenack, K.-D.:** Nachdenkliches zum Topfmarkt.- Mitteldeutsche Zeitung - Halle/ Saale, 7.6.1996, S. 13, und 8.6.1996, S. 10.
- 6.73 **Röbenack, K.-D.:** Der Behinderten-Krückstock. Film & TV-Kameramann 46 (1997) 8, S. 184.

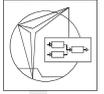
## **7 F/E-Arbeiten, Rationalisierungsaufgaben, Neuererthemen, Skripten**

- 7.1 **Röbenack, K.-D.:** Beitrag zur Bestimmung der Reaktionsspannungen infolge Schweißschrumpfung an eingespannten stabartigen Bauteilen in Abhängigkeit von Einspannlänge, Einspannungsgrad und zugeführter Wärmeenergie.- Dissertation, HAB Weimar - Weimar, 1970.- Forschungsthema Plan Nr.: B 0543 01/ 8 - 080 AK des VEB Metallbaukombinat, Forschungsinstitut.
- 7.2 **Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Entwicklung der Schweißarbeiten im Betrieb Montagebau.- (Schweißtechnische Kennzahlen 1966-70).- VE BMK Chemie - Halle/Saale, 1979, F/E-Thema.
- 7.3 **Röbenack, K.-D.; Fitzner, P.:** Verfahren zur Abdichtung von AT-Schweißkokillen, insbesondere für das AT-Betonstahlschweißen.- Patentschrift Nr. 67652, WP, 20. 06.1969 - Halle/Saale.
- 7.4 **Röbenack, K.-D.:** Pfettenloses Verbunddach, Rationalisierung der Montage- und Schweißarbeiten beim Verlegen der Dachkassettenplatten.- VE BMK Chemie - Halle/ S., 1970, F/E-Thema.
- 7.5 **Röbenack, K.-D.; Kaiser, R.:** Mechanische Eigenschaften von schrumpfkraftmindernden Zwischenlagern aus Holz bei Fertigteilstützenstößen.- VEB BMK Chemie - Halle/Saale, 1972, Rationalisierungsaufgabe Nr. 2/72.
- 7.6 **Röbenack, K.-D. (unter Zuarbeit der AG Kennzahlen):** Nutzung schweißtechnischer Kennzahlen im Industriebau.- VEB BMK Chemie - Halle/Saale, 1972, Rationalisierungsaufgabe.
- 7.7 **Nowag, W.; Haase, G.; Dorn, J.; Pfeiffer, G.; Röbenack, K.-D.:** Winterbau - Katalog für Baumontagearbeiten.- VEB BMK Chemie - Halle/S., 1972.
- 7.8 **Röbenack, K.-D.:** Arbeitsrichtlinien Neuererwesen Nr. 1-5.- VEB BMK Chemie - Halle/S., 1973.
- 7.9 **Zessin, K.; Wagner, H.; Röbenack, K.-D.; Schmalfuß, M.:** Lösen von Paßschraubenverbindungen.- VEB BMK Chemie, Betrieb Montagebau - Halle/S., 1973, Abschlußbericht NVE 22/73.



- 7.10 Neuererkollektiv unter Leitung von Röbenack, K.-D.:** Fotodokumentation, Teil I - IV.- VEB BMK Chemie, Betrieb Montagebau - Halle/S. 1973, NVe 17/73.
- 7.11 Zessin, K.; Röbenack, K.-D.:** Technologie für die Ausführung von Stumpfschweißungen unter Anwendung des E-Handschweißens mit Schweißbadsicherung an Profilkranbahnschienen in größerer Höhe.- VEB BMK Chemie, Betrieb Montagebau - Halle/S. 1974, NVe 11/74.
- 7.12 Röbenack, K.-D.:** Arbeitsrichtlinien Neuererwesen Nr. 6-7.- VEB BMK Chemie - Halle/S., 1974.
- 7.13 Röbenack, K.-D.:** Schweißtechnische Information Nr. 1-20.- VEB BMK Chemie, Betrieb Montagebau - Halle/S., 1966-1976.
- 7.14 Röbenack, K.-D.:** Zur Integration des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes in die Vorbereitung und Durchführung von Industriebauprozessen.- HAB Weimar - Weimar, 1979, Forschungsbericht zum Thema LW/II/138.
- 7.15 Lübeck, K.-H., und Autorenkollektiv (unter Mitarbeit von K.-D. Röbenack):** Konstruktive und technologische Richtlinien.- TH Karl-Marx-Stadt - Karl-Marx-Stadt (Chemnitz), 1980.
- 7.16 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Thermisches Trennen von Beton und Stahlbeton durch Lichtbogenschmelzschneiden an Bauteilen bis 300 m Dicke.- Richttechnologie.- HAB Weimar, 1981.
- 7.17 Röbenack, K.-D.:** Beiträge zur Erhöhung des Niveaus der Arbeits- und Produktionssicherheit im Bauwesen auf der Grundlage retrospektiver prozeß- und querschnittsbezogener Analysen von Unfällen, Havarien und Bränden sowie prospektiver Gefährdungsanalysen.- Dissertation B. (Habilitation) Technische Hochschule Leipzig - Leipzig, 1982.
- 7.18 Büchner-Hotzler, W.; Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Elektrodenhalter für das Lichtbogenschmelzschneiden bis 1000 A Schweißstromstärke.- Patent WP B 23 K/235580/6, (Registriernummer), Patent-Nr.: 203 839.
- 7.19 Büchner-Hotzler, W.; Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Vorrichtung zur Führung zweier Elektrodenhalter für das Lichtbogenschmelzschneiden.- Patent WP B 23 K/235579/1, (Registriernummer), Patent-Nr.: 203 841.
- 7.20 Büchner-Hotzler, W.; Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschmelzschneiden.- Patent WP B 23 K/242206/3, (Registriernummer), Patent-Nr.: 205 841.
- 7.21 Büchner-Hotzler, W.; Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Lichtbogenschmelzschneiden nichtmetallischer Materialien.- Patent WP B 23 K/ 242207/ 1, (Registriernummer), Patent-Nr.: 205 840.
- 7.22 Knoll, A.; Röbenack, K.-D.:** Thermisches Trennen von Beton und Stahlbeton durch Lichtbogenschmelzschneiden an Bauteilen über 300 mm Dicke.- Richttechnologie.- HAB Weimar - Weimar, 1983.
- 7.23 Büchner-Hotzler, W.; Knoll, A.; Röbenack, K.-D.; Künzel, H.-J.:** Elektrodenhalter für das Lichtbogenschmelzschneiden.- Patent WP B 23 K/248763/2, (Registriernummer), Patent-Nr.: 213 866.
- 7.24 Seidel, E.; Röbenack, K.-D.:** Beispielsammlung.- Rekonstruktionslösungen für Bauwerksteile und Bauwerke.- HAB Weimar, 1983.
- 7.25 Klüsener, K.; Röbenack, K.-D.; Schwarz, J.; Greiner, W.:** Vorrichtung zum Warmrichten von Betonstählen.- Patent WP B 21 D/268583/0, (Registriernummer), Patent-Nr. 227 347.
- 7.26 Röbenack, K.-D.; Klüsener, K.:** Vorschläge zur Änderung der Standards TGL 22405/03, TGL 33418/03 und TGL 33443.- HAB Weimar, 1985.
- 7.27 Unbehau, R.; Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Schalung zum Aussparen von vertikalen und horizontalen Öffnungen.- Patent WP E 04 G/297 142/6, (Registriernummer), Patent-Nr.: 254 228 A1.
- 7.28 Unbehau, R.; Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Thermisches Trennen von Beton und Stahlbeton durch Lichtbogenschmelzschneiden.- Katalog Nr. TBG/IK 075, VEB BMK Kohle und Energie - Hoyerswerda, 1987.
- 7.29 Unbehau, R.; Möckel, W.; Röbenack, K.-D.:** Weiterentwicklung des Verfahrens Lichtbogenschmelzschweißen von Beton und Stahlbeton.- HAB Weimar - Weimar, 1986 u. 87,

Abschlußbericht zum Forschungsthema Nr. 151 07 102/ 1, Stufe V 5/0 vom 28.11.1986 mit Ergänzung vom 14.5.1987.



- 7.30 **Unbehau, R.; Röbenack, K.-D.; Schäfer, R.; Möckel, W.:** Vorrichtung zum Kaltrichten von Bewehrungsstählen.- Patent WP B 21 D/309 190/2, (Registriernummer), Patent-Nr.: 266 045 A1.
- 7.31 **Nowak, B.; Röbenack, K.-D.:** Untersuchung von Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit im Industrie- und Spezialbau.- Forschungsbericht Stufe G4, HAB Weimar, 1990.
- 7.32 **Röbenack, K.-D.:** Baustoffrecycling.- Teil 3: Recyclinganlagen und Recyclingbaustoffe (Skriptum), HAB Weimar, 1995.
- 7.33 **Röbenack, K.-D.:** Rekonstruktion und Baureparatur.- Teil 1: Bauaufnahme, Rekonstruktion im Industriebau (Skriptum).- HAB Weimar, 1995.
- 7.34 **Röbenack, K.-D.:** Rekonstruktion und Baureparatur.- Teil 2: Rekonstruktion im Wohnungs- und Gesellschaftsbau; Baureparaturen; Arbeitssicherheit bei Rekonstruktions- und Baureparaturarbeiten (Skriptum).- HAB Weimar, 1995.
- 7.35 **Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Betonbauverfahren und -prozesse (Skriptum).- HAB Weimar, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.36 **Röbenack, K.-D.:** Montageverfahren und -prozesse (Skriptum).- HAB Weimar - Weimar, 1995.
- 7.37 **Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Erdbauverfahren und -prozesse (Skriptum).- HAB Weimar - Weimar, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.38 **Röbenack, K.-D.:** Bauzustandsanalyse/Schadensfälle.- Teil 2: Auswertung von Schadensfällen (Skriptum).- HAB Weimar, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.39 **Röbenack, K.-D.:** Bausoffrecycling.- Teil 1: Baureststoffe und Stoffkreisläufe (Skriptum).- HAB Weimar, 1994, 1995, 1996.
- 7.40 **Röbenack, K.-D.:** Baustoffrecycling.- Teil 2: Abbruchverfahren (Skriptum).- HAB Weimar, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.41 **Röbenack, K.-D.:** Rekonstruktion und Baureparatur im Industrie- und Wohnungsbau.-Skriptum, Bauhaus-Universität Weimar, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.42 **Röbenack, K.-D.:** Rekonstruktion und Baureparatur; Seminaraufgaben.- Skriptum, Bauhaus-Universität Weimar, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.43 **Röbenack, K.-D.; Steinmetzger, R.:** Montageverfahren und -prozesse.- Skriptum, Bauhaus-Universität Weimar, 1996, 1997, 1998, 1999.
- 7.44 **Röbenack, K.-D.; Müller, A.:** Baustoffrecycling; Einführung, Abbruchverfahren.- Skriptum, Bauhaus-Universität Weimar, 1996.
- 7.45 **Röbenack, K.-D.; Müller, A.:** Baustoffrecycling; Stoffkreisläufe, Abbruchverfahren.- Skriptum, Bauhaus-Universität Weimar, 1997, 1998, 1999.
- 7.46 **Röbenack, K.-D.:** Auswertung von Bränden und Explosionen im Zusammenhang mit Abbruch-, Demontage- und Verschrottungsarbeiten.- Studie, Bauhaus-Universität Weimar, 1998.

## **8 Gutachten zu Dissertationen**

- 8.1 **Braun, J.:** Untersuchungen zur technologischen und ökonomischen Anwendungsbreite eines kombinierten Gleitbau-Decken-Prozesses bei der Herstellung von fünfgeschossigen Wohnbauten auf innerstädtischen Standorten.- Dissertation A, TH Leipzig, 1980.
- 8.2 **Groth, B.:** Beitrag zur kranlosen Montage von Dachtragwerken des Metalleichbaus. – Dissertation A, IH Cottbus, 1982.
- 8.3 **Seidel, E.:** Beitrag zur konstruktiven und technologischen Bewertung von Rekonstruktionsmaßnahmen im Industriebau.- Dissertation A, HAB Weimar, 1982.



- 8.4 Knoll, A.:** Die Anwendung des Lichtbogenschmelzschneidens beim Trennen von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton.- Dissertation A, HAB Weimar, 1983.
- 8.5 Schwarz, J.:** Beiträge zur Erhöhung des Qualitätsniveaus bei Baumontagen auf der Grundlage retrospektiver Analysen.- Dissertation A. HAB Weimar, 1983.
- 8.6 Fischer, H.:** Grundlagen zur systematischen Analyse von Gefährdungen, insbesondere von Unfallgefährdungen mechanischer Art, unter Nutzung der Modellbildung.- Dissertation A.- TU Dresden, 1984.
- 8.7 Kantor, J.:** Ein Beitrag zur Untersuchung von Rekonstruktionsvorgängen in der Industrie unter dem besonderen Aspekt der Schaffung von allgemeingültigen Modellen für die Nutzung baulicher Substanz.- Dissertation A. IH Cottbus, 1985.
- 8.8 Berretz, H.:** Beitrag zur Sicherung der geometrischen Qualität einachsig gekrümmter Stahlzellen.- Dissertation A, HAB Weimar, 1986.
- 8.9 Klüsener, K.:** Untersuchungen zu den Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften thermisch verfestigter Betonstähle.- Dissertation A, HAB Weimar, 1986.
- 8.10 Möckel, W.; Unbehau, R.:** Untersuchungen der Anwendungsmöglichkeiten sowie trennleistungsbestimmenden Einflußfaktoren des Lichtbogenschmelzschneidens bei Beton und Stahlbeton.- Dissertation A, HAB Weimar, 1988.
- 8.11 Rupprecht, L.:** Beitrag zum Bauweisenvergleich im Kernkraftwerksbau, dargestellt am Beispiel von Wandkonstruktionen radioaktiver Nebenanlagen.- Dissertation A, HAB Weimar, 1989.
- 8.12 Mildner, G.:** Untersuchungen zur rationellen Fertigung von T-Stoß-Schweißverbindungen an Stahleinbauteilen für den Beton- und Fertigteilbau.- Dissertation A, HAB Weimar, 1988.
- 8.13 Plath, L.:** Qualitätssicherungssysteme in der Bauausführung unter besonderer Berücksichtigung des Monolithbetonbaus.- Dissertation A, TH Wismar, 1989.
- 8.14 Momber, A.:** Untersuchungen zur Anwendung des Hochdruckwasserstrahlverfahrens zur Bearbeitung von Beton, insbesondere an senkrechten Flächen.- Dissertation A.- TH Leipzig, 1990.
- 8.15 Schäfer, R.:** Analyse und rationelle Gestaltung von Bewehrungsprozessen im Industriebau unter besonderer Berücksichtigung der Bedingungen des Kernkraftwerkbaus.- Dissertation A, HAB Weimar, 1989.
- 8.16 Fricke, D.:** Beitrag zur ökonomischen Bewertung des Prozesses der Weiterverwendung von Baumaterialien - dargestellt an der Reproduktion der Altwohnbausubstanz.- Dissertation A, HAB Weimar, 1990.
- 8.17 Nowak, B.:** Untersuchung von Gemeinsamkeiten im Ursachengefüge von Qualitätsverletzungen und Verstößen gegen die Arbeitssicherheit im Industrie- und Spezialbau.- Dissertation A, HAB Weimar, 1991.
- 8.18 Bürckner, E.:** Untersuchungen zur Fertigungsprozeßgestaltung für zweiachsig gekrümmte Stahlzellen.- Dissertation A, HAB Weimar, 1991.
- 8.19 Streit, W.:** Beiträge zur Entwicklung des Gleitbauverfahrens unter besonderer Berücksichtigung der Qualitätsverbesserung.- Dissertation A.- HAB Weimar, 1991.
- 8.20 Haferkorn, H.:** Untersuchung der Herstellungsmöglichkeiten und der mechanisch-technologischen Eigenschaften eines thermisch verfestigten Betonstahls mit einer Mindeststreckgrenze von 600 MPa (600 N/mm<sup>2</sup>).- Dissertation A.- HAB Weimar, 1992.
- 8.21 Günther, G.:** Beitrag zur Ermittlung, Bewertung und Planung behinderungsbedingter Absicherungsmaßnahmen baulicher Rekonstruktionen in der Industrie.- Dissertation A, HAB Weimar, 1992.
- 8.22 Al-Abyad, Moanes:** Beitrag zur Entwicklung des Wohnungbaus und der Baumaßnahmen der sozialen Infrastruktur unter Berücksichtigung politischer und nationaler Bedingungen in den besetzten arabischen Gebieten Palästinas.- Dissertation A, HAB Weimar, 1996.

## 9 Zeitliche Entwicklung der Publikationen

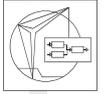
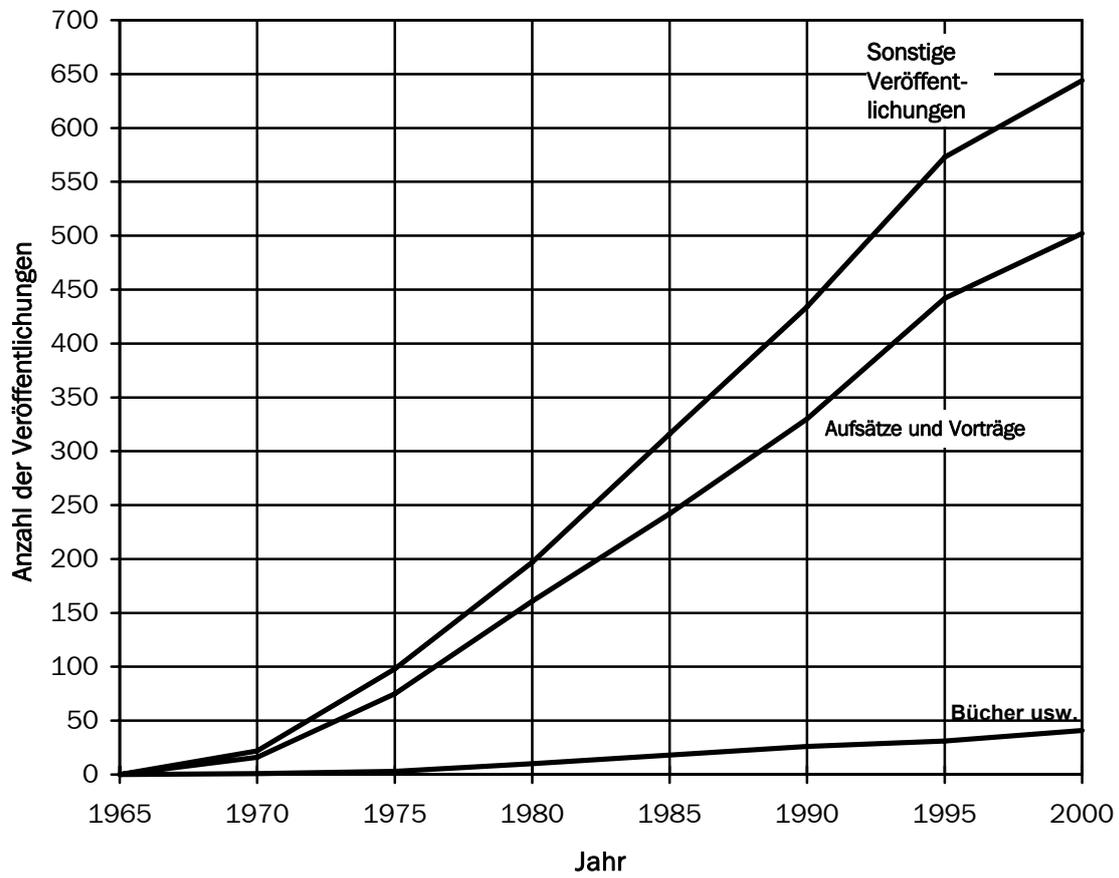


Bild Zeitliche Entwicklung der Publikationen in Gruppen: Bücher usw., Aufsätze und Vorträge sowie sonstige Veröffentlichungen im Zeitraum 1966 bis 2000





**Tabellen**      **Zeitliche Entwicklung der Publikationen entsprechend der Zuordnungen zu den Kapiteln der Bibliographie**

Kapitel	Jahr 19..											
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
1	1					2	2	2	3	3	3	5
2		1	2	1	2	8	9	9	9	19	22	25
3					1	9	11	12	13	17	20	26
4		3	2		2	5	6	13	19	28	38	42
5		1				3	4	4	6	8	12	13
6			1		1	3	5	7	8	11	11	13
7				1	3	4	6	9	12	12	13	13
8												
<b>Σ 1-5</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>95</b>	<b>111</b>
<b>Σ 1-8</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>43</b>	<b>56</b>	<b>70</b>	<b>98</b>	<b>119</b>	<b>137</b>

Kapitel	Jahr 19..											
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
1	6	10	10	12	13	15	17	18	18	19	20	21
2	28	30	34	35	37	37	37	37	37	37	39	40
3	28	34	40	41	44	50	50	53	58	64	67	72
4	48	50	55	61	74	89	97	105	115	125	139	147
5	14	15	22	24	24	27	29	29	30	30	31	33
6	14	16	20	23	27	37	41	41	42	45	48	54
7	13	14	15	16	21	24	25	26	26	29	29	30
8			1	1	3	5	6	7	9	9	11	14
<b>Σ 1-5</b>	<b>124</b>	<b>139</b>	<b>161</b>	<b>173</b>	<b>192</b>	<b>218</b>	<b>230</b>	<b>242</b>	<b>258</b>	<b>275</b>	<b>296</b>	<b>313</b>
<b>Σ 1-8</b>	<b>151</b>	<b>169</b>	<b>197</b>	<b>213</b>	<b>243</b>	<b>284</b>	<b>302</b>	<b>316</b>	<b>335</b>	<b>358</b>	<b>384</b>	<b>411</b>

Kapitel	Jahr 19../20..											
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01 (15.03.2001)
1	26	28	29	29	30	31	31	32	34	37	41	41
2	40	41	41	42	42	42	42	42	42	43	43	43
3	78	85	91	93	93	100	101	102	102	102	102	102
4	152	171	179	195	217	226	236	244	250	255	269	270
5	34	38	39	39	42	43	43	43	43	46	47	48
6	57	58	61	65	69	70	72	73	73	73	73	73
7	31	31	32	32	34	40	45	46	47	47	47	47
8	16	19	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22
<b>Σ 1-5</b>	<b>330</b>	<b>363</b>	<b>379</b>	<b>398</b>	<b>424</b>	<b>442</b>	<b>453</b>	<b>463</b>	<b>471</b>	<b>483</b>	<b>502</b>	<b>504</b>
<b>Σ 1-8</b>	<b>434</b>	<b>471</b>	<b>493</b>	<b>516</b>	<b>548</b>	<b>573</b>	<b>592</b>	<b>604</b>	<b>613</b>	<b>625</b>	<b>644</b>	<b>646</b>

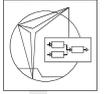
## 10 Verzeichnis der Mitautoren

Al-Abyad, Moanes	8.22
Arias, R. L.	3.73
Bargstädt	1.38
Bärsch, Uwe	3.12, 5.4
Baltrėnas, Pranas	1.24
Behrendt, Klaus-Peter	3.68, 4.148
Bergmann, Frank	3.62, 3.64, 4.132, 4.140
Berretz, Hermann	4.116, 8.8
Beyer, Manfred	6.8
Bolik, Ralf	2.15, 2.18, 4.13, 4.24, 4.131
Braun, Joachim	8.1
Bräutigam, Jens	4.234, 4.246, 4.247
Breitbarth, Hans-Jürgen	4.136
Büchner-Hotzler, Wolfram	7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.23
Bürkner, Elke	8.18
Bydzovsky, Tomás	4.119, 4.138, 4.143, 4.145, 4.191
Braun, J.	1.17
Däumler, Klaus	2.7, 2.13, 4.11
Danilov, Nikolai Nikolajewitsch	1.4, 1.16
Dorn, Hans-Joachim	4.45, 7.7
Eisengräber, Albrecht	4.249
Elstner, Helmut	4.18
Engel, Klaus-Peter	4.23
Erhard, Heinz	1.15, 1.18, 1.20, 1.25
Erler, Klaus	1.9, 2.31
Fehr, Gabriele	3.69, 4.139, 4.182
Fehr, Stefan	4.134, 4.135
Feistkorn, Nicole	4.259, 4.260, 4.261
Felber, Thomas	4.110, 4.118
Fischer, Hilmar	2.8, 4.12, 4.36
Fischer, Hugo	8.6
Fitzek, Hans	3.11, 3.12, 5.4
Fitzner, Paul	2.2, 3.1, 3.12, 3.21, 4.3, 4.22, 5.4, 7.2, 7.3
Fliegert, Gerhard	2.12, 4.14
Franz, Constanze	4.147
Frauendorf, Robert	4.15
Fricke, Detlef	8.16
Gerlach, Fritz	4.103
Gintner, Horst	3.41
Greiner, Werner	7.25
Groth, Berthold	8.2
Günther, Gerold	8.21
Haase, Günter	7.7
Haferkorn, Helmut	8.20
Hammerschmidt, Sabine	3.26
Heinrich, Johannes	1.4, 1.16
Hennig, Michael	3.61, 4.125
Heyne, Bernd	3.60, 4.122
Hoffmeister, Helmut	
Hofmann, Eberhard	2.23, 2.24, 3.12, 5.4
Hofmann, Rudi	2.17, 4.19
Horn, Fritz	2.4
Hüther, Gundhild	2.26, 3.24, 3.25, 4.41
Huhn, Wolfgang	2.8, 2.10, 4.8
Kaiser, Roland	7.5
Kantor, Jürgen	8.7





Keindorf, Karl-Heinz	2.10, 2.16, 4.17, 4.36
Kirsten, Jan	4.245
Klahn, Steffen	4.257, 4.266
Klüsener, Kristian	3.48, 3.50, 3.57, 4.74, 4.113, 4.115, 4.169, 7.25, 7.26, 8.9
Knoll, Andreas	3.40, 3.42, 3.54, 3.55, 3.56, 5.21, 6.24, 6.25, 6.30, 6.31, 6.32, 6.33, 6.34, 6.35, 7.16, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.22, 7.23, 8.4
Krämer, Werner	4.169
Künzl, Hans-Joachim	3.54, 7.23
Kusch, Oliver	2.39, 4.126, 4.128, 4.129
Lahnert, Hans	1.7
Loch, H.	4.111
Lübeck, Karl-Heinz	7.15
Mähnert, Jörg	3.43, 4.61, 4.74
Manig, Steffen	3.65
Meyer, Torsten	3.76
Mildner, Günter	4.144, 8.12
Möbius, Walter	4.113
Möckel, Wolfgang	2.39, 3.56, 4.100, 4.104, 4.105, 4.106, 4.107, 4.108, 4.111, 4.117, 4.124, 4.126, 4.128, 4.129, 4.136, 7.27, 7.28, 7.29, 7.30, 8.10
Mönck, Willi	1.9
Momber, Andreas	8.14
Müller, Annette	7.44, 7.45
Müller, Manfred	1.1
Neubauer, Antje	3.63
Neumann, Alexis	1.5, 1.6
Nowag, Wolfram	7.7
Nowak, Bernd	1.29, 2.40, 2.41, 3.93, 4.133, 4.137, 4.141, 4.147, 4.150, 4.151, 4.154, 4.155, 4.156, 4.159, 4.161, 4.162, 4.165, 4.166, 4.170, 4.171, 4.172, 4.183, 4.186, 4.187, 4.216, 5.31, 5.32, 5.33, 5.36, 7.31, 8.17
Oelschläger, W.	4.111
Opitz, Joachim	1.34, 4.251, 4.255, 4.256, 4.258, 4.267
Ott, Volker	4.15
Panzke, Klaus-Jürgen	4.89
Pfeiffer, Gerd	7.7
Plath, Lothar	8.13
Prochorkin, Stanislaw Fedorowitsch	1.7
Rathsack, Hans-Joachim	4.103
Rausch, Stefan	2.43, 4.266
Rempel, Jens	4.101
Richter, Marianne	6.49
Riedel, Jens	3.77
Rodrigues, Lazare Arias	
Röbenack, Klaus	4.97
Röhling, Stefan	1.4, 1.16, 1.17, 2.3, 3.22, 3.24, 3.25, 4.5, 5.2
Römer, Brigitte	1.15, 1.18, 1.20, 1.25
Rupprecht, Lutz	3.70, 8.11
Rust, M.	4.111
Schäfer, Ronald	1.22, 2.38, 3.66, 3.69, 3.70, 3.71, 4.131, 4.135, 4.139, 4.147, 4.182, 7.30, 8.15
Scherzer, Heike	3.26
Schlender, Helmut	2.18, 4.24
Schmalfuß, Manfred	7.9
Schmelzer, Klaus-Peter	2.12, 2.14, 4.14, 4.15, 4.16
Schober, Günter	3.11
Schönemann, Arthur	4.18



Schwarz, Joachim	1.19, 2.6, 2.7, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.33, 2.34, 2.40, 3.48, 3.50, 4.7, 4.12, 4.27, 4.40, 4.41, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.53, 4.54, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.62, 4.63, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.95, 7.25, 8.5
Schüler, Torsten	1.32, 1.36, 1.37, 2.43, 4.194, 4.199, 4.218, 4.243, 4.250, 4.254, 4.257, 4.262, 4.263, 4.266, 4.268, 4.269
Schwarz, Johannes	2.18, 4.24
Schwarz, Peter	3.29, 3.30, 3.31, 3.35, 3.36
Schweinitz, Helmut	3.12, 5.4
Seidel, Elke	3.32, 3.33, 3.34, 3.44, 3.45, 3.46, 3.47, 3.49, 3.51, 3.52, 3.53, 4.84, 4.85, 4.88, 4.106, 4.107, 4.108, 4.109, 6.36, 6.38, 6.39, 7.24, 8.3
Seifert, Uwe	1.14, 4.64, 4.65, 4.67
Siegel, Uta	
Sierig, Uwe	3.58, 3.75, 4.121, 4.123, 4.138, 4.142
Stärtzel, Werner	4.77, 4.78, 5.27
Stehle, Peter	4.89, 4.93
Stein, Hagen	1.32
Steinmetzger, Rolf	1.34, 4.103, 4.114, 4.251, 4.255, 4.256, 4.258, 4.267, 7.35, 7.37, 7.43
Streit, Werner	4.188, 8.19
Süß, Siegfried	2.4
Tennhardt, Rudolf	2.42, 3.19, 3.20, 4.31, 4.32, 4.35, 4.38
Tietz, Hans-Joachim	4.23
Torkatjuk, Wladimir Iwanowitsch	2.23, 2.24, 3.26, 4.42
Unbehau, Ronald	2.39, 3.56, 4.100, 4.111, 4.117, 4.124, 4.126, 4.128, 4.129, 4.136, 7.27, 7.28, 7.29, 7.30, 8.10
Vehoff, Günter	4.39
Wagner, Christoph	6.40
Wagner, Helmut	4.21, 4.22, 7.9
Wagner, Hendrik	3.72, 4.149
Walter, Thomas	4.133
Wangler, Ortwin	1.34, 4.251, 4.255, 4.256, 4.258, 4.267
Weikert, Fritz	1.8, 1.21, 1.23, 1.26, 3.29, 3.30, 3.31, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.41, 3.43, 3.58, 3.59, 3.60, 3.61, 3.62, 3.64, 3.65, 3.67, 3.68, 3.72, 3.73, 3.74, 3.75, 3.76, 3.77, 3.78, 3.79, 3.80, 3.81, 3.82, 3.83, 3.84, 3.85, 3.86, 3.87, 3.88, 3.89, 3.90, 3.91, 3.92, 3.93, 3.94, 3.95, 3.96, 3.97, 3.98, 3.99, 3.100, 3.101, 4.49, 4.90, 4.112, 4.116, 4.119, 4.120, 4.121, 4.122, 4.123, 4.125, 4.127, 4.130, 4.132, 4.138, 4.140, 4.142, 4.143, 4.145, 4.146, 4.148, 4.149, 4.152, 4.153, 4.157, 4.158, 4.160, 4.163, 4.164, 4.167, 4.168, 4.173, 4.174, 4.175, 4.176, 4.177, 4.178, 4.179, 4.180, 4.181, 4.184, 4.185, 4.189, 4.190, 4.191, 4.192, 4.193, 4.197, 4.200, 4.201, 4.202, 4.203, 4.204, 4.205, 4.206, 4.207, 4.208, 4.210, 4.211, 4.212, 4.213, 4.214, 4.215, 4.219, 4.220, 4.221, 4.222, 4.223, 4.224, 4.227, 4.228, 4.230, 4.233, 4.236, 4.239, 4.240, 4.242, 4.244, 5.16, 5.22, 5.26, 5.29, 5.30, 5.32, 5.34, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40, 6.49, 6.59, 6.60, 6.62, 6.64, 6.65, 6.68
Weinrich, Katlin	1.36
Werner, Doris	3.32
Werner, Frank	1.7, 4.51, 6.22
Winterhoff, Sabine	3.59, 4.120, 4.127, 4.130
Wolf, Manfred	4.89, 4.93, 4.102
Zeidler, Dietrich	1.17
Zessin, Kurt	1.3, 2.11, 2.16, 2.22, 4.10, 4.17, 4.21, 4.22, 4.37, 7.9, 7.11
Zober, Erich	1.2, 3.13, 3.67, 4.9, 4.20, 4.146

