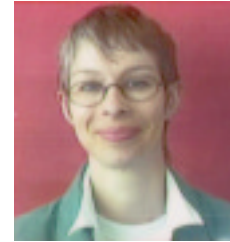


# Piktogramme für den Rettungseinsatz

von Susanne Hirschberger, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb, Universität Karlsruhe



An der Universität Karlsruhe wird am Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb das Forschungsvorhaben „Methoden der Bergung Verschütteter aus zerstörten Gebäuden“ in Zusammenarbeit mit dem THW durchgeführt. Ziel ist es, die Rettungs- und Bergungsverfahren weiterzuentwickeln. Dafür wurden auch die zur Verständigung notwendigen Piktogramme den heutigen Gegebenheiten angepaßt.

In den Trümmerstrukturen geschädigter und zerstörter Häuser können immer wiederkehrende Schadenselemente bzw. Schadensbilder erkannt werden. Für die Kommunikation bei der Rettung und Bergung Verschütteter werden sie in leicht verständliche Piktogramme umgesetzt. Den Schadenselementen werden direkt die Rettungsverfahren zugeordnet. Die Schadenselemente bei zerstörten Gebäuden aus Mauerwerk mit Holzdecken wurden erstmals 1942 von Maack in „Baulicher Luftschutz“ [Maack, 1942] beschrieben und später durch Piktogramme veranschaulicht. Es sind 12 Piktogramme gebräuchlich, die auch international von den Rettungs- und Bergungskräften benutzt werden. Bei den zeitgemäßen Bauwerken wird verglichen mit den Bauten von 1942 mehr Beton eingesetzt, z.B. für Geschoßdecken, Treppenhäuser und zum Teil auch für die Wände, außerdem sind Stahlbetonskelettbauten verbreitet. Beim Versagen dieser Gebäude durch natürliche oder antropogene Ereignisse, wie Erdbeben, Sturm oder Gas- und Bombenexplosionen, zeigen sich ebenso immer wiederkehrende Schadenselemente bzw. Schadensbilder, die jedoch andere Strukturen bilden, als diejenigen der Mauerwerksgebäude mit Holzdecken.

Die Begriffe Schadenselement und Schadensbild werden hier so verstanden, daß das gesamte zerstörte Bauwerk ein Schadensbild darstellt, das sich aus mehreren Schadenselementen zusammensetzen kann. Ist das gesamte Gebäude von einem Schadenselement betroffen, so sind Schadenselement und Schadensbild identisch, das ist der Fall beim Gebäudeumsturz und das kann vorkommen bei der horizontalen Schichtung und beim Trümmerkegel. Dabei können trotzdem noch andere Schadenselemente, zum Beispiel der verspernte Raum angetroffen werden.

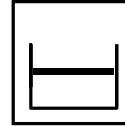
Der jahrzehntelange praktische Einsatz der Piktogramme hat einige Rettungs- / Bergungskräfte (THW, Rettungskette Schweiz) veranlaßt, diese zusammenzufassen, da nicht alle Unterscheidungen für die weiteren Maßnahmen wichtig sind. Nach Auswertung der Berichte und Fotodokumentationen zahlreicher Schadensereignisse wurden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens neue Piktogramme für die Schadenselemente entworfen, die für die heutigen Bauweisen typisch sind. Die Schadenselemente werden in drei Gruppen nach der Größe des zu betrachtenden Teilbereichs, bzw. nach dem Anteil der zerstörten Bauteile gegliedert. Für die Rettung und Bergung ist es äußerst wichtig, daß zu den Schadenselementen die Baumaterialien der einzelnen Elemente vermerkt werden. Nur mit diesen Angaben können die Maßnahmen, Personal und Maschinen richtig disponiert werden. Im Folgenden werden die Trümmerstrukturen und die sie vereinfacht darstellende Piktogramme vorgestellt.

Die erste Gruppe beinhaltet Schadenselemente einzelner Räume. Dies sind im wesentlichen die von Maack beschriebenen Schadenselemente in zusammengefaßter Form. Diese Schadenselemente sind bei allen Bauweisen anzutreffen, wobei die Baumaterialien der betroffenen Bauteile und der Trümmer je nach Bauweise wechseln. Zum einen werden diese Schadenselemente in einzelnen Räumen innerhalb eines sonst intakten Bauwerkes, in dem die meisten Konstruktionsteile ihre Lasten noch in ihrer ursprünglichen Funktion abtragen, vorgefunden. Zum anderen befinden sich die Räume, die diesen Schadenselementen entsprechen in einem total zerstörten Gebäude, in und unter einem Trümmerkegel.



**Halber Raum/Rutschfläche**

Eventuell Lage der Person mit X kennzeichnen



**Ausgefüllter Raum mit**

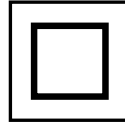
Flüssigkeit

Trümmer

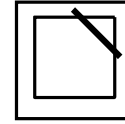
Schichtung



**Schichtung**



**Versperrter Raum**



**Angeschlagener Raum**

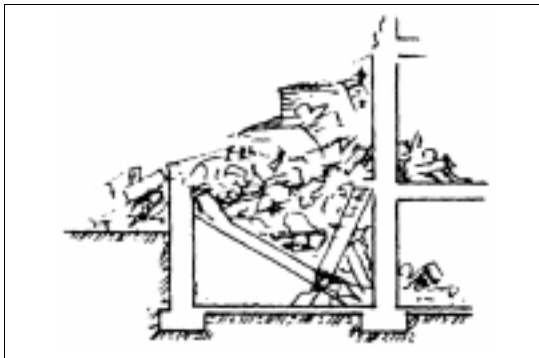


Abbildung 1: Halber Raum hier mit V-förmig heruntergebrochener Decke [Bednarek, Marciniak, Seite 22, 1995]

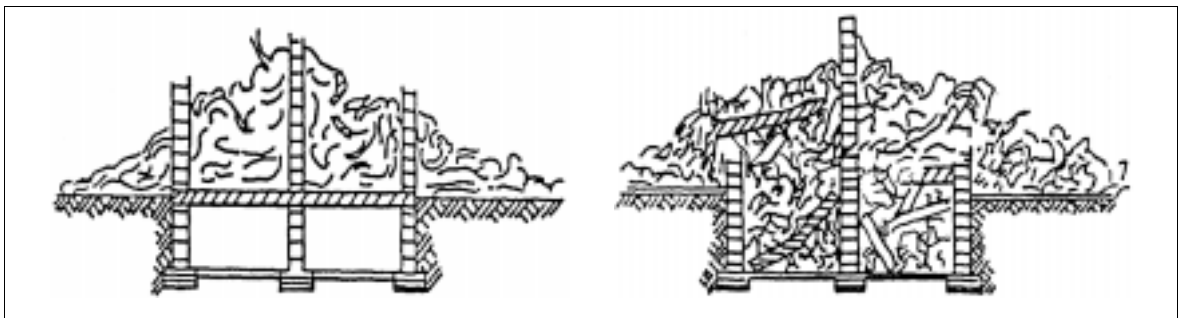


Abbildung 2: Versperrter Raum und ausgefüllter Raum [Bednarek, Marciniak, Seite 23, 22, 1995]



Abbildung 3: Schichtung im Vordergrund, hängende Rutschflächen hinten, Beirut, Kriegseinwirkungen 1982 [Hilberath, 1996]

Die zweite Gruppe besteht aus zwei Schadenselemente, die den Einsturz ganzer Stockwerke / ganzer Gebäude durch das Versagen einzelner Konstruktionsteile darstellen. Stockwerke in Gebäuden oder auch ganze Bauwerke sind geschädigt durch das Versagen von einzelnen oder einer Serie von gleichartigen tragenden Teilen. Die anderen Konstruktionsteile bleiben in ihrer Form weitgehend erhalten.



### Horizontale Schichtung

Bei der horizontalen Schichtung bleiben die Decken oder auch komplette Stockwerke erhalten. Diese Versagensform tritt bei Skelettbauten auf, wobei das Skelett aus Stahlbeton oder aus Holz sein kann. Bei Mauerwerksbauten mit Stahlbetondecken ist dieses Schadensbild ebenso zu beobachten wie bei Gebäuden in Tafelbauweise. In den betroffenen Stockwerken versagen die Stützen bzw. die Wände oder bei Flachdeckenkonstruktionen die Stützensauflager indem sich die Stützen durch die Decken durchstanzen. Wenn vertikale tragende Bauteile, Stützen oder Wände, zuerst versagen und deren Trümmer auf die Decken fallen oder wenn stabile Haustechnik- oder Hausratgegenstände als Auflager dienen können, sind die Deckenabstände entsprechend dieser Hindernisse größer. Beim Durchstanzen der Flachdecken und beim gleichzeitigen Fehlen von tragfähigen Auflagern aus Haustechnik und Hausrat können die Decken direkt aufeinander zu liegen kommen.



Abbildung 4: Schichtung von Flachdecken: Mexico City, Erdbeben 1985, [Tiedemann, Seite 416, 1992 und Münchener Rück, Seite 52,1986]

Die Versagensform der horizontalen Schichtung kann auch nur einzelne Geschosse betreffen. In diesen sogenannten weichen Geschossen (soft storey) sind um Läden, Parkplätze oder auch Versammlungsräume zu schaffen weniger Stützen oder Wände vorhanden. Diese weniger steifen Geschosse versagen bei zu großen horizontalen Belastungen zuerst. Steifigkeitsprünge in einem Stockwerk können auch ein Versagen dieses Geschosses verursachen. Sie können durch einen Wechsel der Stützenstärke, einen Wechsel des Baumaterials oder schon durch Übergreifungsstöße bei Bewehrungsanschlüssen verursacht werden. Auch wenn nur einzelne Stützen in einem Geschos eine andere Steifigkeit aufweisen, kann dies zum Zusammenbruch des Geschosses führen. In diesem Fall versagen zuerst die steiferen Bauteile infolge einer Lastkonzentration und geringerer Verformungsmöglichkeit. Darüber- und darunterliegende Geschosse können erhalten bleiben und tragen die Lasten noch in ihrer ursprünglichen Funktion als Wände, Stützen, Decken ab. Durch Risse können die Decken geschwächt sein, durch Trümmerauflagerungen erhalten die Decken zusätzliche Lasten.

### Schichtung im Erdgeschoß

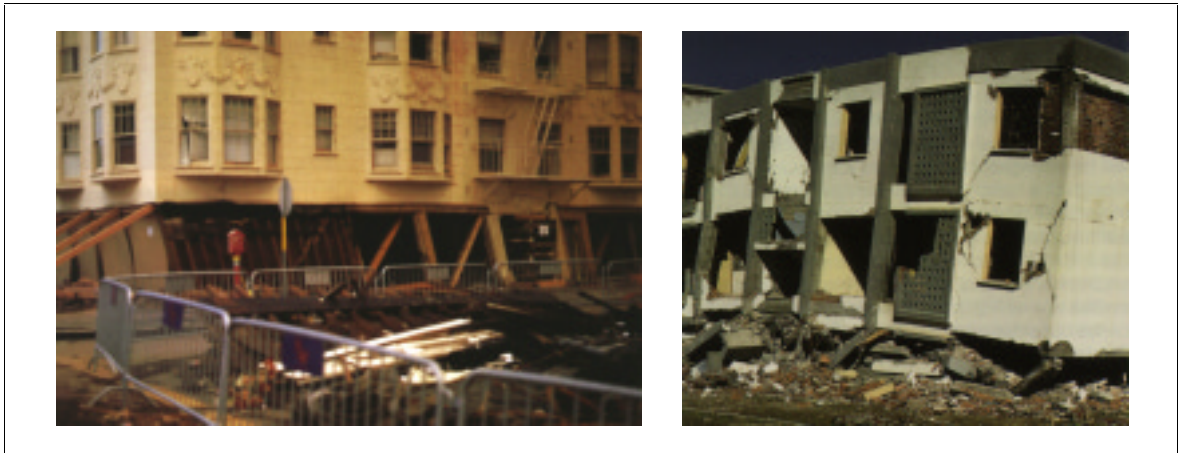


Abbildung 5: Schichtung im Erdgeschoß: San Francisco, Holzskelettbau, Erdbeben 1989, [Münchener Rück, Seite 22, 1994] und Stahlbetonskelettbau, El Asnam, Algerien, Erdbeben 1980 [Tiedemann, Seite 485, 1992]

### Schichtung im Mittelgeschoß



Abbildung 6: Schichtung im Mittelgeschoß: Kobe, Japan, Erdbeben 1995, [Münchener Rück, Seite 7, 1995] und Mexico City, Erdbeben 1985 [Tiedemann, Seite 443, 1992]

## Schichtung der oberen Geschosse



Abbildung 7: Schichtung der oberen Geschosse: Mexico City, Erdbeben 1985 [Münchener Rück, Seite 44, Dr. Berz, 1986]



## Gebäudeumsturz

Bei einem Gebäudeumsturz, der bei Stahlbetonskelettbauten und bei Gebäuden ganz aus Beton vorkommt, kippt das Gebäude in Folge eines Stockwerks- oder Fundamentversagens um. Die Gebäudeteile, die ursprünglich aufwärts der Versagensstelle waren, bleiben erhalten. Die Beanspruchung der Bauteile hat sich jedoch geändert. Die Decken können dabei die Funktion als Wand durchaus übernehmen, da sie im intakten Gebäude schon als Scheibe wirken. Die Wände, die jetzt als Decken belastet sind und die Verbindungen der Bauteile untereinander sind jedoch wegen Überbelastung gefährdet.



Abbildung 8: Gebäudeumsturz: Kobe, Japan, Erdbeben 1995 [Schweizer Rück, Seite 21, 1995], und Mexiko, Erdbeben 1985 [Münchener Rück, Seite 55, 1986]

Die dritte Gruppe wird von den Schadenselementen Trümmerkegel und Randtrümmer gebildet. Bei diesen Schadenselementen sind alle Bauteile betroffen. Die Bauteile tragen die Belastungen nicht mehr in ihrer ursprünglichen vorgesehenen Funktion ab.



### Trümmerkegel

Trümmerkegel entstehen beim Zusammensturz von Gebäudeteilen, den oberen Stockwerken oder ganzer Gebäude durch das Versagen aller Bauteile. Dabei werden entweder alle Konstruktionsteile durch das Schadensereignis selbst zerstört oder das Versagen einzelner Teile hat den Zusammenbruch der anderen Teile nach sich gezogen. Auch beim Durchstanzen der Stützen durch Flachdecken kommt es vor, daß sich keine Schichtung ausbildet, sondern die Decken nur noch aus Betonbrocken bestehen, die miteinander durch den Bewehrungsstahl verbunden sind und einen Trümmerkegel bilden. Dieses Schadenselement kann aus großformatigen Betonelementen, Fertigteilen oder auch aus kleinbrockigen Teilen wie Mauerwerk oder aus einer Mischung verschiedener Trümmer bestehen.



Abbildung 9: Großbrockiger Stahlbeton-Trümmerkegel, Griechenland, Erdbeben 1981 [Tiedemann, Seite 433, 1992]



Abbildung 10: Großbrockiger Mauerwerks-Trümmerkegel, Berlin, Gasexplosion 1998 [Internet-Seite der Berufsfeuerwehr Berlin, 1998]



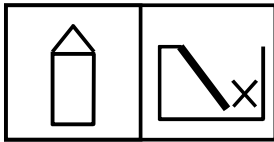
## Randtrümmer

Randtrümmer entstehen, wenn zerstörte Bauteile außerhalb des Gebäudes zu liegen kommen. Der Übergang vom Trümmerkegel zu den Randtrümmern ist fließend. Dieses Schadenselement kann wie der Trümmerkegel ebenfalls aus großformatigen Betonelementen, Fertigteilen, aus kleinbrockigen Teilen wie Mauerwerk oder aus einer Mischung dieser Teile bestehen.



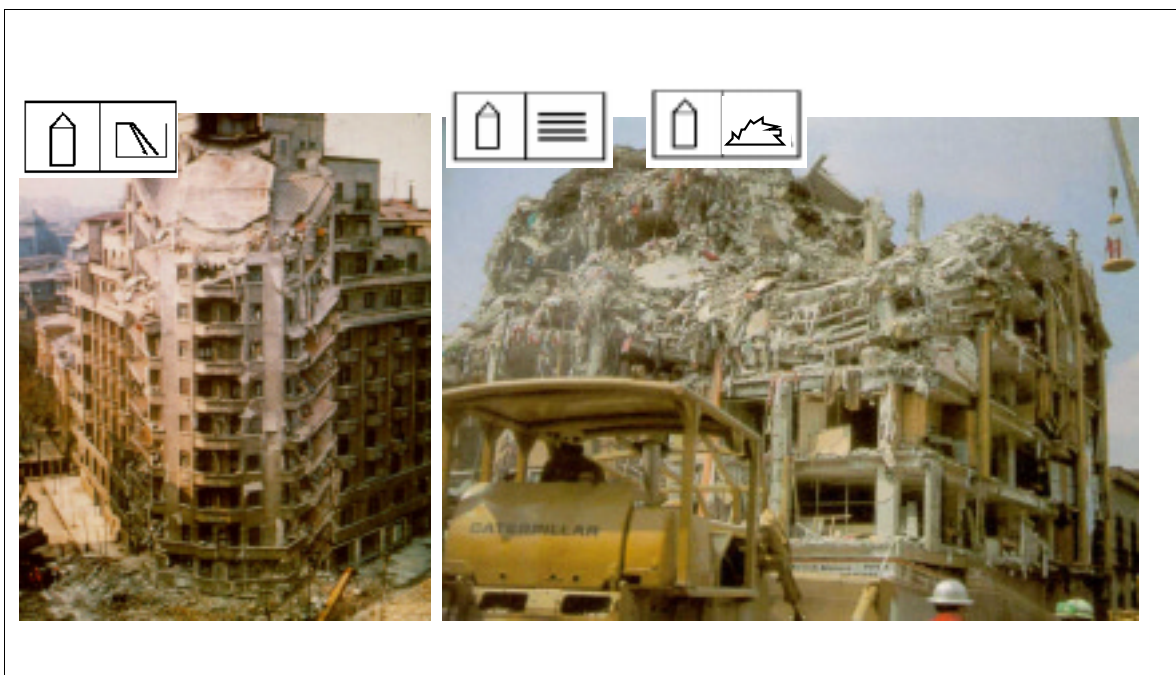
Abbildung 11: Geschoßhohe Randtrümmer: Oklahoma City, Bombenanschlag 1995 [The Oklahoma Department of Civil Emergency Management, 1995] und Rumänien, Erdbeben 1977 [Münchener Rück, 1996]

Da bei vielgeschossigen Gebäuden die geschädigten Teile nicht immer über Treppenhäuser oder Nachbargebäude erreicht werden können, sind besondere Hilfsmittel wie Autokrane, Hubarbeitsbühnen etc. nötig. Um diese zusätzlich Schwierigkeit bei der Rettung Verschütteter zu verdeutlichen, werden Schäden in großer Höhe in Doppelpiktogrammen dargestellt.



**Schadenselement in großer Höhe** und eines der obengenannten Schadenselemente

Die Beispiele zeigen wie diese Zerstörung vor Ort und die zugehörigen Piktogramme aussehen können.



*Abbildung 12: Schadensbild in großer Höhe: Schichtung in großer Höhe, wobei hier auch das Erdgeschoß versagte, Bukarest, Erdbeben 1977 [Münchener Rück, 1996] und Trümmerkegel und Schichtung in großer Höhe, Mexico City, Erdbeben 1985 [Münchener Rück, Seite 46, Frenzel, 1986]*

Bei der Verwendung der Piktogramme müssen unbedingt, wie eingangs schon erwähnt, die Materialien der einzelnen Bauteile angegeben werden. Sie sind notwendig zur Festlegung der Vorgehensweise, Auswahl der Rettungsgeräte und -Maschinen. Da die neuen Piktogramme die Trümmerstruktur, die sich bei den zeitgemäßen Bauweisen einstellen, genau beschreiben, werden sie schnell Eingang in die Rettungs- und Bergungspraxis finden.

# Abbildungsverzeichnis

Abb.	Titel, Quelle	Seite
1	Halber Raum hier mit V-förmig herunter gebrochener Decke [Bednarek, Marciniak, Seite 22, 1995] .....	2
2	Versperrter Raum und ausgefüllter Raum, [Bednarek, Marciniak, Seite 23, 22, 1995] .....	2
3	Schichtung im Vordergrund, hängende Rutschflächen hinten, Beirut, Kriegseinwirkungen 1982, [Hilberath, 1996].....	2
4	Schichtung von Flachdecken: Mexico City, Erdbeben 1985, [Tiedemann Seite 416, 1992 und Münchener Rück, Seite 52, 1986] .....	3
5	Schichtung im Erdgeschoß: San Francisco, Holzskelettbau, Erdbeben 1989, [Münchener Rück, Seite 22, 1994] und Stahlbetonskelettbau, El Asnam, Algerien, Erdbeben 1980, [Tiedemann Seite 485, 1992] .....	4
6	Schichtung im Mittelgeschoß: Kobe, Japan, Erdbeben 1995, [Münchener Rück, Seite 7, 1995] und Mexico City, Erdbeben 1985, [Tiedemann Seite 443, 1992] .....	4
7	Schichtung der oberen Geschoße: Mexico City, Erdbeben 1985, [Münchener Rück, Seite 44, Dr. Berz, 1986] .....	5
8	Gebäudeumsturz: Kobe, Japan, Erdbeben 1995 [Schweizer Rück, Seite 21, 1995] und Mexiko, Erdbeben 1985 [Münchener Rück, Seite 55, 1986].....	5
9	Großbrockiger Stahlbeton-Trümmerkegel, Griechenland, Erdbeben 1981 [Tiedemann, Seite 433, 1992 ] .....	6
10	Großbrockiger Mauerwerks-Trümmerkegel, Berlin, Gasexplosion 1998, [Internet-Seite der Berufsfeuerwehr Berlin, 1998].....	6
11	Geschoßhohe Randtrümmer: Oklahoma-City, Bombenanschlag 1995, [The Oklahoma Department of Civil Emergency Management, 1995]und Rumänien, Erdbeben 1977 [Münchener Rück, 1996] .....	7
12	Schadensbild in großer Höhe: Schichtung in großer Höhe, wobei hier auch das Erdgeschoß versagte, Bukarest, Erdbeben 1977 [Münchener Rück, 1996] und Trümmerkegel und Schichtung in großer Höhe, Mexico-City, Erdbeben 1985 [Münchener Rück, Seite 46, 1986].....	8

## LITERATURVERZEICHNIS

- Bednarek, Zoja; Marciniak, Andrzej: **Dzialania Ratownicze Podczas Katastrof Budowlanych**, PPH-U Real Press sp.zo.z – Holding Realbud, Kraków, 1995
- Hilberath: Photographien aus dem Archiv des THW, Bonn, 1996
- Internet-Seite der Berufsfeuerwehr Berlin, 1998
- Münchener Rück: Elementargefahrveröffentlichungen der Münchener Rück: **Erdbeben Mexiko '85**, München, 1986
- Münchener Rück: **Fotographien aus den Archiven von Dr. Gerhard Berz und Christian Birkner**, München, 1996
- Münchener Rück: **Schadenspiegel**, 37 Jahrgang, Sonderheft, München, 1994
- Münchener Rück: **Schadenspiegel**, 38 Jahrgang, Heft 1, München, 1995
- Schweizer Rück: **Das Erdbeben von Kobe: Versuch, Irrtum, Erfolg**, Zürich, 1995
- The Oklahoma Department of Civil Emergency Management: **Alfred P. Murrah Federal Building Bombing**, Department of central services, Oklahoma, 1995
- Tiedemann, Herbert: **Earthquake and Volcanic Eruptions: A Handbook on Risk assessment**, Zürich, Swiss Reinsurance Company 1992