

Zum Teil-Einsturz eines Hochhauses in London

Autor(en): **Voellmy, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **86 (1968)**

Heft 52

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70216>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

50 Jahre SUVA, 1918–1968

DK 368.41

Jeder Arbeitgeber und jeder Arbeitnehmer betrachtet heute das Bestehen der Schweizerischen-Unfall-Versicherungs-Anstalt als eine Selbstverständlichkeit und absolute Notwendigkeit; höchstens möchten vielleicht noch vermehrte Forderungen an sie gestellt werden. Die mit einem Geleitwort von Dr. Karl Obrecht, Präsident des Verwaltungsrates beginnende, gediegen ausgestattete Jubiläumsschrift (132 S. mit Abb.) lässt erkennen, dass dieses segensreiche Sozialwerk zur Zeit seiner Gründung durchaus nicht unumstritten war. Von der ersten Intervention in der Bundesversammlung (1885) bis zur Annahme des Gesetzes durch das Volk am 4. Februar 1912 dauerte es mehr als ein Vierteljahrhundert. Die dann einsetzenden, umfangreichen Vorbereitungen dauerten bis ins Jahr 1918; am 1. April nahm die SUVA den Betrieb auf. Schon bald traten erhebliche Schwierigkeiten auf, und aus verschiedenen Kreisen setzten scharfe Kritiken ein. 1933 wurde eine Expertenkommission eingesetzt, in der namentlich die Kreise der Kritiker vertreten waren. Diese Einblicke in den Geschäftsablauf brachten die Kritik zum Verstummen, und der nach vierjähriger Arbeit erschienene Expertenbericht kam einer vollen Rechtfertigung gleich.

Wo gearbeitet wird, in Werkstätten und auf Bauplätzen, gibt es auch immer wieder Unfälle. Dass aber in einem Jahr rund 440000 Unfälle gemeldet werden, erstaunt und zeigt mit aller Deutlichkeit, wie wichtig die Unfallverhütung ist. Interessant sind auch viele Zahlen, so etwa, dass auf zwei Betriebsunfälle ein Nichtbetriebsunfall kommt, dass sich ein Drittel der Nichtbetriebsunfälle im Strassenverkehr ereignet, dass die Hälfte aller Invaliden und zwei Drittel der tödlich Verunfallten Opfer des Verkehrs sind. Während sich aber die Unfallverhütung bei den Betriebsunfällen möglich und auch erfolgreich erweist, wird gegen die Nichtbetriebsunfälle, ausser etwa im Verkehr, überhaupt noch nichts unternommen, und dieses wichtige Problem erscheint beinahe unlösbar.

Neben der Unfallverhütung muss sich die SUVA um die Heilung der Opfer kümmern. Den breitesten Rahmen aber nehmen die wirtschaftlichen Aufgaben ein: Lohnzahlung an die Opfer während der Dauer der Arbeitsunfähigkeit, Renten für dauernde Einbussen und Renten an Hinterbliebene bei tödlichen Unfällen. Die Heilungskosten

betragen pro Jahr etwa 71,5 Mio Franken, die Krankengelder verschlingen 185 Mio und schliesslich die Renten (einschliesslich der Abfindung) rund 129 Mio, alles in allem rund 385 Mio Franken. Mit den indirekten Unfallfolgen (Material- und Zeitverluste, Betriebsstörungen) verursachen die bei der SUVA gemeldeten Unfälle der Volkswirtschaft einen Schaden von mindestens einer Milliarde Franken im Jahr.

Eindrücklich ist auch die Entwicklung. Die Zahl der der SUVA unterstellten Betriebe stieg von rund 33000 auf 74000, die Zahl der Versicherten von 570000 auf über 1 600000. Am ausgeprägtesten aber ist der Anstieg der versicherten Lohnsumme, nämlich von 1,2 auf fast 19 Mld. Franken.

Um den Gedanken der Unfallverhütung ins Volk zu tragen, hat die SUVA zusammen mit der Unfalldirektorenkonferenz die Beratungsstelle für Unfallverhütung (B.f.U.) ins Leben gerufen. Die SUVA veröffentlicht die Blätter für Arbeitssicherheit und die Merkblätter für die Verhütung von Unfällen. Zusammen mit den Fachleuten entwickelt sie bekanntlich auch Schutzvorrichtungen für Maschinen, die, nachdem sie anfänglich bekämpft worden waren, jetzt sogar im Ausland Anwendung finden.

Der Bericht zeigt aber noch vieles mehr: die Finanzierung, das Zusammenspiel mit den andern Versicherungen, die Rolle der SUVA als Geldgeberin, Beziehungen zum Ausland, Rechtsfragen, um nur einige wenige zu nennen.

In einer Demokratie geht alles langsamer, das zeigte sich auch beim Werdegang der SUVA. Trotz dem Werken von allerhand Gremien und Kommissionen sind es immer Einzelne, die die Hauptlast der Arbeit leisten. Bei der Schöpfung der SUVA waren es *Ludwig Forrer*, der nachmalige Bundesrat, und *Paul Usteri*, der ihr erster Präsident wurde. Die Schrift zeigt eindrücklich, wie jede Verbesserung erarbeitet und gefestigt werden musste. Aber die Entwicklung ist nie abgeschlossen, neue Aufgaben tauchen auf und wollen gelöst sein!

Zum Erreichten darf man der SUVA gratulieren. Möge es ihr in den nächsten fünfzig Jahren ihres Bestehens gelingen, die neu an sie herantretenden Aufgaben zum Wohle des ganzen Volkes ebenso erfolgreich zu lösen!

Hans Wüger, dipl. Ing., Kilchberg ZH

Zum Teil-Einsturz eines Hochhauses in London

DK 541.126:614.83

Als am Morgen des 16. Mai 1968, nach halb 6 Uhr Miss Hodge in ihrer Küche das Teewasser auf den Gaskocher stellen wollte, erfolgte eine heftige Explosion. Ihre Zweizimmerwohnung befand sich in der einen Ecke im 18. Geschoss des 24stöckigen, rd. 64 m hohen Hochhauses «Ronan Point», Canning Town, London; das Gebäude weist 22 Wohngeschosse und einen zweistöckigen Unterbau auf. Nachdem die Verunfallte wieder zu sich gekommen war, lag sie auf dem Küchenboden in einer Wasserlache, konnte sich aber hierauf mit Hilfe ihrer Nachbarn, trotz Brand- und Schlagverletzungen retten. Sie erinnert sich nach dem Schock nicht mehr, ob sie die Gasflamme tatsächlich angezündet hatte. Die Zündung könnte auch durch einen Funken, zum Beispiel den in einem Lichtschalter, ausgelöst worden sein. Die ärztliche Untersuchung zeigte keine Trommelfellrisse, so dass an ihrem Standort der reflektierte Druckstoss etwa 1 at nicht überschritten haben dürfte. Aufgrund der Zerstörungswirkung ist zu schliessen, dass der Druck ausserhalb der Küche grösser war als in ihr¹⁾.

Die Wirkung der beschriebenen Gasexplosion ist aus Bild 4 in SBZ 86 (1968) H. 46, S. 810 ersichtlich. Der dabei entstandene Brand konnte von der Feuerwehr ohne Schwierigkeit gelöscht werden. Ursache war ein schadhafter Anschluss einer flexibeln Gaszuleitung zu einem Kocher. Nach gerichtlicher Untersuchung können die Gasinstallateure hierfür nicht verantwortlich gemacht werden.

¹⁾ Zum Schadendiagramm, Bild 2 in SBZ 86 (1968) H. 46, S. 809, sei bemerkt, dass sich die eingetragenen Druckangaben auf das Diagramm Bild 1, S. 808, beziehen. Dieses wurde durch überschlägige rechnerische Extrapolation von Messungen gewonnen, die im Bereich sehr kleiner Drücke etwas kleinere Werte ergab als nach neueren Untersuchungen. Bei gleichzeitiger Verwendung beider Diagramme heben sich jedoch diese praktisch belanglosen Unterschiede im Schadenradius gegenseitig auf.

Die Gasexplosion war von «normaler» Intensität, die bei jeder Ausführungsart von Wohnungsbauten lokale Zerstörungen verursachen können. Im vorliegenden Fall bewirkte das Wegschlagen eines Teils der Tragwände den Einsturz der darüber stehenden Bauteile; deren Einsturzwucht durchschlug dann auch die darunter liegenden Eckteile des Hochhauses bis hinunter zum Stahlbetonpodium der Erdgeschosse, Bilder 1 und 2.

Das Unglück forderte vier Menschenleben und Spitalpflege von 17 Verletzten, von denen eine Frau nachträglich starb. Wenn die Explosion in einem etwas späteren Zeitpunkt erfolgt wäre, als sich voraussichtlich mehr Bewohner in den Eckwohnzimmern befunden hätten, wären die Folgen viel schwerer gewesen. Die meisten Bewohner kamen mit dem Schrecken davon, als etwa die Hälfte ihres Schlafzimmers in die Tiefe stürzte. Achtzig obdachlos gewordene Familien aus den 110 Wohnungen des in verschiedenem Mass zerstörten oder beschädigten Baues mussten anderswo untergebracht werden.

Inzwischen wurde der Bericht über die offiziellen Expertenuntersuchungen veröffentlicht^{2), 3)}. Von grösstem Interesse sind die *Schlussfolgerungen*. Die wichtigsten seien nachfolgend zusammengefasst:

²⁾ Ministry of Housing. Report of the Inquiry into the Collapse of Flats at Ronan Point, Canning Town; Her Majesty's Stationery Office, London 1968.

³⁾ Die Gerichtsexperten ermittelten eine Stossdauer von etwa 0,1 s. Weiter schlossen sie aufgrund von Verformungsmessungen und statischen Nachrechnungen analoger Konstruktionsteile, wie sie bei der Explosion verformt oder zerstört worden waren, auf einen geringeren Überdruck und auch auf einen geringeren reflektierten Druck als der Unterzeichnete aufgrund der Wurfweiten der Trümmer geschätzt hatte, und wie sie in der Unterschrift zum genannten Bild 4 angegeben sind.

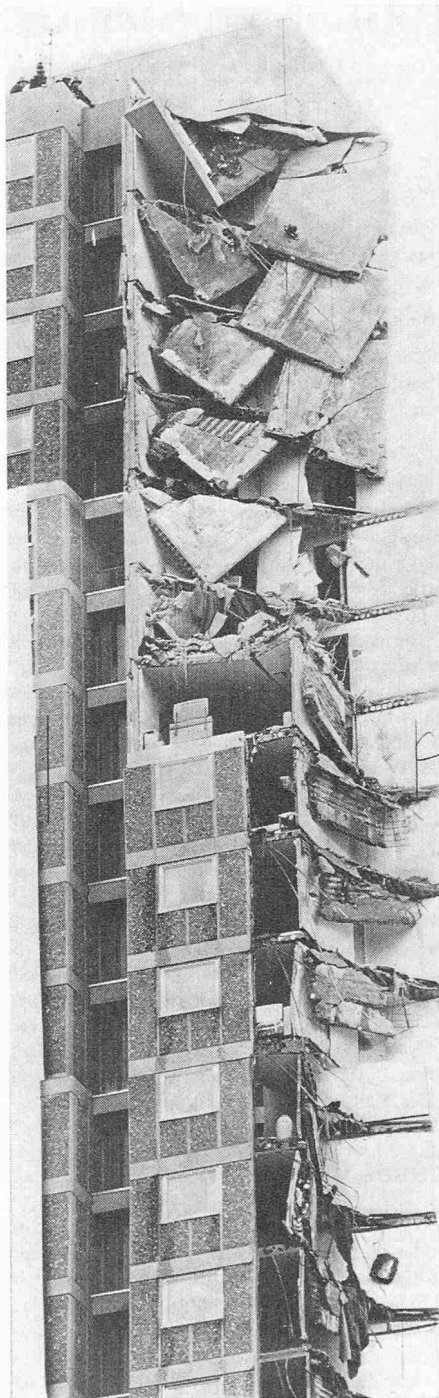


Bild 2. Oberer Teil, nach der Explosion, einige Zeit vor Bild 1 aufgenommen.

Teileinsturz des Hochhauses «Ronan Point», Canning Town, London

Bild 1 (links). Gesamtansicht nach erfolgtem Einsturz

1. Projekt und Ausführung entsprachen den massgebenden Baugesetzen, -normen und -regeln; wobei aber für grosse Betonelementbauten keine speziellen Vorschriften bestehen.

Entsprechend den bestehenden Normen und Richtlinien war die Möglichkeit eines progressiven Einsturzes (eines als Folge primärer Einwirkungen sekundär erfolgenden Einsturzes) durchaus gegeben. Diese Möglichkeit blieb aber vom Projektverfasser unberücksichtigt.

2. Auch die *Winddruck*-Berechnung erfolgte nach den hierfür bestehenden Normen. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass hohe Bauten während ihrer vorgesehenen Benutzungszeit nach statistischen Messungsauswertungen gelegentlich durch höheren Winddruck beansprucht werden, als den heute gültigen Normen entspricht, was ebenfalls zu einem progressiven Einsturz führen kann.

3. Die *Brandsicherheit* wurde nur für einzelne Elemente generell berücksichtigt. Eine eingehendere Untersuchung zeigt aber, dass auch schon ein normaler Brand unter bestimmten Bedingungen einen progressiven Einsturz von Hochhäusern verursachen kann.

4. Unter den bekannten *Explosionsursachen* ist Stadtgas die häufigste. Im Jahre 1966 wurden in Grossbritannien von den mit Gaszufuhr installierten Wohnungen 8 auf eine Million von Explosionen betroffen, wovon etwa die Hälfte Bauschäden verursachten. In einem Hochhaus mit 100 Wohnungen und bei einer mittleren Lebensdauer von 60 Jahren erreicht die Wahrscheinlichkeit durch Gasexplosionen verursachter Bauschäden rund 2%; das heisst von 50 solcher Hochhäuser kann je eines während seiner Benutzungsdauer von einer Gasexplosion beschädigt werden.

Wenn die Wirkung von Gasexplosionen lokalisiert werden kann und ein progressiver Einsturz verunmöglicht wird, besteht kein Grund zu einem Verbot der Verwendung von Gas in Hochhäusern. Unter diesen Bedingungen ist dort das Risiko nicht grösser als in anderen Wohnbauten, und das Gas kann als genügend sicherer Brenn- und Leuchtstoff betrachtet werden. Bis zum Abschluss der nötigen Verstärkungsarbeiten sollten jedoch die Gasleitungen zu Hochhäusern unterbunden werden.

5. Das Verhalten des teilweise eingestürzten Hochhauses war *nicht* durch *Herstellungs- oder Ausführungsfehler* bedingt. *Skelett- und Elementbauten* lassen sich durch belastungsgerecht konstruierte Verbindungen so ausführen, dass aus irgendwelchen Ursachen (z. B. durch Explosionen, Brände, Sturm, Erdbeben) mögliche, lokale Beschädigungen der Tragwände oder Stützen keinen progressiven Einsturz auslösen können und dass diese Bauten auch den, während ihrer vorgesehenen Lebensdauer möglichen, maximalen Windkräften standhalten. Hierbei ist es zweckmässig, bei Anordnung der Tragwände oder Stützen eine genügende Reserve gegen einen allfälligen lokalen Bruch oder Einsturz vorzusehen.

Die wirksamste *Verstärkung* für die vorliegenden Zwecke ist eine genügende Verbindung der Gesamt-Tragkonstruktion,

wobei auch die Einzelelemente genügend stossfest (d. h. mit Stahl von ausreichender Bruchdehnung genügend armiert) sein sollen⁴⁾.

6. Die *Wirtschaftlichkeit* von mit vorfabrizierten Elementen gebauten Hochhäusern wird durch die oben genannten Erfordernisse nach Meinung der Expertenkommission nicht in Frage gestellt, wenn die nötigen Massnahmen schon bei der Projektierung der Vorfabrikation und der Organisation der einzelnen Ausführungsetappen rationell angeordnet werden.

Dieses Urteil stützt sich auf die Überprüfung von Bauten, bei deren Ausführung die Erfüllung der oben dargelegten Erfordernisse mit Anwendung der Vorfabrikation verwirklicht wurde. Die Wirksamkeit dieser Massnahmen wurde auch durch die Wirkung einer Explosion in einem unteren Stockwerk eines derartigen Baues unfreiwillig bestätigt, die lokal eng beschränkt blieb.

Nach Erfüllung der dargelegten Erfordernisse besteht nach Ansicht der Expertenkommission keinerlei Hindernis, das in «Ronan Point» mit grossem wirtschaftlichen Erfolg angewandte Bausystem bei weiteren Wolkenkratzern ebenfalls zu verwenden.

Schwieriger und teurer ist dagegen die Erfüllung der oben dargelegten Erfordernisse, wenn bereits ausgeführte Bauten nachträglich verstärkt werden müssen. Die Expertenkommission kam aber auf Grund ihrer Untersuchungen zur Überzeugung, dass es durchaus möglich und auch wirtschaftlich tragbar ist, viele mit Baumethoden

der Vorfabrikation erstellte Hochhäuser genügend zu verstärken; eingeschlossen die Hochhausgruppe von London, zu welcher das in Rede stehende Gebäude «Ronan Point» gehört.

7. Die Expertenkommission empfiehlt eine genaue, fachmännische Überprüfung bezüglich der Möglichkeiten eines progressiven Einsturzes, speziell auch infolge von Bränden oder des im Verlauf der vorgesehenen Lebensdauer maximal möglichen Winddruckes, für alle Hochhäuser mit mehr als sechs Stockwerken. Vor Abschluss dieser Überprüfungen und der sich hierbei allenfalls nötig erweisenden Verstärkungen wird jegliche Gaszuleitung von diesen Bauten abgehalten.

8. Abschliessend empfiehlt die Expertenkommission eine verschärfte Inspektion der Gas-Installationen, Verbesserung der Ventilation und Verschärfung der Vorschriften für die Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe. Vor allem wird dringlich die Aufstellung von Normen oder die Revision bestehender Vorschriften und Richtlinien verlangt, und zwar bezüglich:

- Verhinderung von sekundärem, progressivem Einsturz,
- Brandsicherheit der ganzen Bauten,
- Winddruck,
- Bauen mit verhältnismässig grossen, vorfabrizierten Elementen, in England «System Buildings» genannt.

Der Unterzeichnete betrachtet es als seine Pflicht gegenüber der Allgemeinheit, die schweizerischen Fachleute über die oben zusammengefassten Untersuchungsergebnisse zu unterrichten.

Dr. A. Voellmy, Zürich

Tropfwassersichere Tunnelausbildung mit Abdichtungen oder gefrästen Drainagefugen

Von B. Hediger, dipl. Ing. ETH, Suisselectra, Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel

DK 624.191.8

1. Anforderungen bezüglich Dichtigkeit von Tunnelbauten

Für die Sicherheit von Eisenbahn- und Strassentunneln ist die Dichtigkeit der Tunnelverkleidung von ausschlaggebender Bedeutung. Wasserinfiltrationen führen leicht zu kontinuierlichen Tropfwasserserscheinungen, durch welche zum Beispiel in Eisenbahntunneln beträchtliche Schäden am Oberbau auftreten und Kalkversinterungen im Tunnelgewölbe zu Kurzschlüssen mit der Fahrleitung führen können. Im Winter besteht sowohl in Eisenbahn- als auch in Strassentunneln die Vereisungsgefahr der Tropfwasserstellen und auf der Fahrbahn, womit die Betriebssicherheit der Tunnel herabgemindert wird. Langandauernde Wasserinfiltrationen beeinträchtigen zudem die Dauerhaftigkeit der Tunnelverkleidungen infolge Kalkauswaschungen und Frostschäden in der Betonverkleidung. Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit von Bahn- und Strassentunneln, wie auch mit Rücksicht auf die Dauerhaftigkeit der Tunnelbauwerke ist dem unausweichlichen Problem der Abdichtungen und Gebirgswasserableitungen die volle Aufmerksamkeit zu schenken.

2. Überblick über Tunnelabdichtungsverfahren

2.1 Allgemeines

In neuerer Zeit sind verschiedene Abdichtungsverfahren angewendet und dauernd verbessert worden. Sowohl in technischer wie auch in wirtschaftlicher Hinsicht sind die möglichen Abdichtungen verschiedenartig und müssen den speziellen Gegebenheiten und Anforderungen angepasst werden.

Im vorliegenden Überblick werden die gegenwärtig üblichen Abdichtungen mit ihren Vor- und Nachteilen kurz beschrieben. Es wird dabei vorausgesetzt, dass vorgängig dem Aufbringen der Hauptdichtung – unabhängig davon, welches Verfahren zur Anwendung kommen soll – die gesamte Felsfläche sorgfältig vorgedichtet, das heisst, das aus dem Fels austretende Wasser abgeleitet und feuchte Tropfstellen behoben werden. Eine blosser Verdrängung des anfallenden Wassers ist meist gar nicht oder nur mit vorübergehender Wirkung möglich und führt früher oder später zu unliebsamen Überraschungen. Das zeitliche Intervall zwischen der starren Vordichtung und dem Fertigausbau des Tunnelmantels soll möglichst klein gewählt werden, zwecks Vermeidung der Verletzungsgefahr durch mechanische Beschädigungen, wie z. B. Bautransporte sowie durch allfällige Felsverformungen.

Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen Abdichtungsverfahren, bei denen die Abdichtung entweder auf unebener (gunitier-

ter Felsoberfläche) oder auf ebener Unterlage (Betonaußenwand bei Doppelgewölben) aufgebracht wird.

2.2 Abdichtungen auf unebener Unterlage

2.21 Heissbitumen aufgespritzt

Das Heissbitumen wird 5–10 mm stark, in mehreren Schichten, auf eine Spritzbetonunterlage aufgespritzt. Die Bitumendichtung ist vor der Betonierung der Tunnelverkleidung mittels einer 1–2 cm starken Gunitschicht zu schützen.

Arbeitsvorgang:

- Aufbringen einer Spritzbetonschicht auf die vorgedichtete Felsoberfläche, zwecks Auffüllen von Klüften und Überdecken von scharfen Felskanten.
- Voranstrich der handtrockenen Spritzbetonunterlage mit Kaltbitumen.
- Aufspritzen einer 5–10 mm starken Heissbitumenschicht in 3–4 Arbeitsgängen. Die Spritztemperatur beträgt rd. 250–300°C. Die Temperatur der Wandoberfläche sowie die Lufttemperatur im Stollen lassen das heisse Bitumen sofort nach dem Auftrag erstarren und nach ca. 10 Minuten erhärten. Die erhärtete Bitumenschicht wird nachträglich abgeflammt und anschliessend mit Sand beworfen, um eine genügende Haftung des Schutzgunites zu gewährleisten.
- Ausführung eines 1–2 cm starken Schutzgunites auf die Bitumendichtung, vor dem Betonieren des Tunnelmantels.

Technische Beurteilung des Heissbitumen-Verfahrens

Die aufgespritzte Bitumenschicht ist statisch wie eine zähe Flüssigkeit zu betrachten und kann demnach auch keine Schubspannungen aufnehmen. Die Erfahrung hat diesen Mangel in der Beanspruchbarkeit auch deutlich gezeigt. Schwindrisse, die im Unterlags- oder Schutzgunit auftreten, bewirken das Zerreißen der Bitumenschicht, wodurch die Isolationshaut undicht wird. Das Zerreißen wird allein schon durch den Umstand gefördert, dass die Bitumenschicht durch das Aufspritzen zu dünn, zu unregelmässig und in den einzelnen Schichten nie ganz geschlossen ausfällt. Ein gewisser Erfolg tritt erst dann ein, wenn die aufgetragene Bitumenschicht nachträglich aufgewärmt und von Hand verstrichen wird. Die Praxis hat gezeigt, dass beim aufgespritzten Heissbitumen auf Gunitunterlage keine Jute- oder Glasfasern-Einlagen beigefügt werden können.