

# Deckeneinsturz im Hallenbad Uster vom 9. Mai 1985

Autor(en): **B.P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 23

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75811>

## **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.

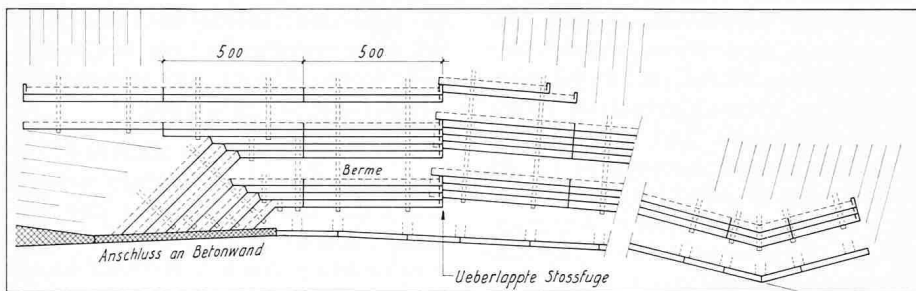


Bild 3. Grundriss der ausgeführten «dabau»-Stützmauer

- Auflagekonsolen,
- Belastungsbalken bzw. Schubdübel.

Mit den standardisierten Konsolhöhen von 50 und 75 cm lassen sich Schichthöhen von 50 cm, 62,5 cm und 75 cm ausbilden. Bei passendem Rückversatz der einzelnen Lagen lässt sich die Wandneigung frei wählen. Auch Bermen, d.h. grössere Bepflanzungsebenen, können mittels entsprechendem Rückversatz ausgebildet werden. Da auch spezielle Elementlängen hergestellt werden können, ist die Anpassung an praktisch jedes Gelände erleichtert.

### Begrünung

Für einen guten Pflanzenwuchs sollte das Stützmauersystem folgenden Anforderungen genügen:

- Nährboden, Lichteinfall und Wasserzufuhr sind gut aufeinander abstimmbare;
- Die Wandfrontkonstruktion erlaubt das Einbringen von Humus in genügender Tiefe und verhindert das Herausfallen der Erde;
- Licht und Regenwasser können ungehindert in den Pflanzennährboden eindringen, da die darüberliegenden Elemente keine Abschirmung bilden;
- Die Frontelemente sind für den Unterhalt der Bepflanzung leicht begehbar.

### Statik

Der Aufbau der «dabau»-Stützmauer erfolgt mit drei Grundelementen, nämlich Auflagekonsolen, Längselementen in der Wand-

front sowie den hinteren Belastungsbalken bzw. Schubdübeln. Diese werden kreuzweise übereinandergelegt und während des Aufbaus mit geeignetem Erdmaterial hinterfüllt und verdichtet. Die so aufgebaute Wand wirkt als Schwergewichts-Stützmauer. Bei geeigneter Kombination der Neigung des Aufbaus und der Verwendung von hinteren Belastungsbalken lässt sich eine bergseitige Verlagerung des Schwerpunkts bei geringster Belastung der Einzelemente gewährleisten. Ein Gleiten in den Fugen zwischen den Auflagekonsolen wird durch das Einlegen der Belastungsbalken bzw. Schubdübel verhindert.

In der Regel werden «dabau»-Stützmauern mit Einzelfundamenten unter den Konsolstapeln gegründet, bei Standardfeldern im Abstand von 2,5 m. Mit solcherart kreuzweise verflochtenen Stützmauern/Erdkörpern sind in der Schweiz bisher über 200 begrünbare Stützwände bis zu 10 m Höhe ausgeführt worden, z.T. unter Schwerverkehrslast. Mit nur zwei Abstützungen in den Viertelpunkten jedes Längselements ist das System in allen Teilen statisch bestimmt gelagert und gegen unterschiedlichen Setzungen weitgehend unempfindlich. Aufgrund der angegebenen Bodenkennwerte und Verkehrsbelastungen führt der Systemanbieter die statischen Berechnungen und die Dimensionierung durch.

### Ausführungsdetails

Die Abmessungen und die wesentlichen Einzelheiten der Ausführung sind aus den Bildern ersichtlich. Zur Anpassung an die

Autobahnkrümmung sind jeweils drei Felder gerade ausgeführt und dann mit überlappenden Feldstössen leicht abgewinkelt. Die diagonal hinter die anschliessende Ortsbetonwand geführten Endelemente des linken Wandabschlusses wurden speziell abgelängt und mit Schrägschnitt fabriziert. Den Abschluss gegen die Autobahn bilden vorfabrizierte Sockelplatten von 1 m Höhe, die 1 m vor der Elementwand in der Fundamentkonstruktion verankert sind, womit sich ein zusätzlicher Bepflanzungsraum ergibt.

Zur Entwässerung der Wand wurde hinter der Fundation ein HPE-Sickerrohr eingelegt und darüber beim Hinterfüllen Sickergeröll eingebracht. Die Elementmontage erfolgte mit Hilfe eines Pneukrans und die Hinterfüllung teils mit kiesigem Aushubmaterial und teils mit Ausbruchmaterial aus dem Gubristtunnel; zur Verdichtung diente eine Vibrationswalze und ein Plattenvibrator.

Als Bepflanzung wählte der Landschaftsarchitekt eine gruppenweise Anordnung von Wiesenrose, Alpenjohannisbeer, Purpurweide und Liguster, wobei die Container-Pflanzen – unseres Wissens erstmals – während des Wandaufbaus in den Humus versetzt wurden.

Alois Fontana, dipl. Bauing., c/o AG Hunziker & Cie., 5200 Brugg.

#### Am Bau Beteiligte

##### Bauherrschaft

Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich, Tiefbauamt

##### Oberbauleitung

J. Voss, Tiefbauamt des Kantons Zürich

##### Projektierung

Ingenieurbüro Preisig, Zürich

##### Örtliche Bauleitung:

Ingenieurbüro Heierli, Urdorf

##### Bauausführung

Bau-AG, Zürich

##### Projektierung der Stützmauer und Elementlieferung

AG Hunziker & Cie., Brugg

##### Bepflanzungskonzept

P. Schmid, Landschaftsarch. BSG, Egg ZH

## Deckeneinsturz im Hallenbad Uster vom 9. Mai 1985

### Orientierung der Bezirksanwaltschaft Uster vom 29. Mai 1985

Als direkte Ursache des Versagens der Aufhängebügel der untergehängten Zwischendecke (vgl. Schweizer Ingenieur und Architekt 103 (1985) H. 21, S. 509) stellte die EMPA, Dübendorf, chloridinduzierte transkristalline Spannungsrissskorrosion im V2A-Stahl der Bügel fest.

Die materialtechnischen Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, ebenso die Ermittlungen der Bezirksanwaltschaft Uster.

Bezirksanwalt A. Brunner stellt fest, dass die Orientierungen keinerlei Werturteil oder Schuldzuteilung darstellen und einer ge-

richtlichen Beurteilung – unter Wahrung der Persönlichkeitsrechte aller Beteiligten – in keiner Weise vorgreifen.

Die Bezirksanwaltschaft hat sich die Abklärung eines umfangreichen Fragenkatalogs zum komplexen Sachverhalt zum Ziel gesetzt; die Einvernahmen wurden durch drei Bezirksanwälte vorgenommen.

Da in der wichtigen Frage des Beginns der Verjährungsfristen für die allenfalls für eine Anklageerhebung in Betracht fallenden Vorwürfe eine Gesetzeslücke zu bestehen scheint, ist Prof. Dr. Hans Walder, Bern, ehem. Bundesanwalt, beauftragt worden, ein Rechtsgutachten zu erstellen.

#### Zur Vorgeschichte des Baus

Stadtpräsident W. Flach stellt u.a. fest, dass nach der Volksabstimmung vom 30.11.69

der Bau des aufgrund des Projektwettbewerbs ausgearbeiteten Projektes mit einer vorgesehenen Bausumme von 3,64 Mio. Fr. vom ersten Spatenstich am 5.4.71 bis zur Eröffnung am 3.11.72 dauerte. Die Protokolle der Baukommission geben keine Anhaltspunkte, dass zu irgendeinem Zeitpunkt eine andere Lösung der Zwischendeckenkonstruktion in Vorschlag gebracht wurde. Der abschliessende Bericht weist darauf hin, dass die architektonisch und konstruktiv nicht alltägliche Zwischendecke den Beteiligten einiges Kopfzerbrechen gemacht habe.

Die Decke wurde seit dem Bau zweimal geöffnet, wobei 1979 und 1984 im Zusammenhang mit anderen Arbeiten je einer der Hohlräume inspiziert wurde; in beiden Fällen konnten der Ingenieur und der bauleitende Architekt gemäss ihrem Bericht keine Korrosion bzw. Risse an den Aufhängebügel feststellen. Die Hohlräume waren trocken, die Dachhaut (Sarnafil) intakt.

Gemäss den Feststellungen des Bezirksanwalts hatte im Juli 1984 ein mit anderen Arbeiten betrauter Monteur in der äussersten Kammer (Ostseite) einen gebrochenen Aufhängebügel entdeckt und gemeldet. Nach der daraufhin unternommenen zweiten Inspektion der Aufhängung wurde der gebrochene Bügel repariert, indem ein die Bruchstelle überbrückender Zusatzstab angeschweisst wurde. Aufgrund der Annahme, es habe sich um einen beim Bau entstandenen Schaden gehandelt, unterblieb eine Meldung im erwähnten Bericht an den Gebäudeeigentümer. Der reparierte Bügel konnte noch nicht untersucht werden, da er sich vermutlich bei den noch am Dach hängenden Teilen befindet.

#### Untersuchungen der EMPA

Der Chef der Abt. Massivbau der EMPA, Dr. M. Ladner, dipl. Ing. ETH/SIA, wurde in der Nacht vom 9./10.5. vom Bezirksanwalt um 0.15 Uhr telefonisch beauftragt und nahm zusammen mit dem Chef der Abt. Metalltechnologie und Metallkonstruktion kurz vor 1 Uhr die Untersuchung auf der Unfallstelle auf, vorerst zur Spurensicherung und zur systematischen Probeentnahme zusammen mit dem wissenschaftlichen Dienst der Stadtpolizei Zürich. Aufgrund der ersten Proben wurden Korrosionsfachleute beigezogen, und ab 10.5., 9 Uhr, stand ein Team von zwei Korrosionsfachleuten und je einem Metallbau-Fachmann, einem Stahlbeton-Fachmann sowie einem Fotografen im Einsatz.

Die jetzt laufenden Untersuchungen stehen unter der Federführung von Dr. Ing.-Chem. F. Theiler, Vorsteher der Abt. Anstrichstoffe, Beschichtungen und Korrosion. Bis jetzt konnten erst Proben aus dem abgestürzten Teil der Decke untersucht werden, da sich die unerwartet schwierigen Räumungsarbeiten verzögerten, so dass die an der Tragdecke hängenden Teile noch nicht zugänglich sind.

#### Zum Bauvorgang

Nach Erstellung der Wände und Pfeiler wurde die Zwischendecke auf einem Gerüst an Ort gegossen, nachdem die Aufhängebügel eingelegt und mittels Punktschweißungen am unteren Armierungsnetz fixiert worden waren. Anschliessend wurden die vorgespannten Unterzüge erstellt, auf welchen

vorfabrizierte Betonplatten aufgelegt wurden, als verlorene Schalung für die darauf aufzubringende Ortsbetondecke. Die Aufhängebügel reichten zwischen den vorfabrizierten Betonplatten hindurch in die Armierung der Ortsbetondecke hinauf.

Den Berechnungen des Ingenieurs lag nach bisherigen Ermittlungen als Belastungsannahme pro Bügel (Total 207 Aufhängebügel Typ I und Randzonenbügel Typ II) der Eigengewichtsanteil der 8 cm dicken untergehängten Decke von 664 m<sup>2</sup> bzw. rund 160 t und eine Zusatzbelastung von je 100 kg (Begehbarkeit) zugrunde. Die Berechnungsunterlagen sind nicht mehr greifbar. Dickenmessungen in allen Bereichen der Decke ergaben eine durchschnittlich 15 Prozent grössere Dicke als 8 cm, die grösste festgestellte Dicke betrug 10,5 cm.

Der nachträglich aufgetragene Akustikputz und die später angebrachte Holzverkleidung erhöhten das Gesamtgewicht der untergehängten Decke rund 30 Prozent über das ursprünglich angenommene Eigengewicht. Die an den Deckenproben gemessene Betondruckfestigkeit von durchschnittlich 437 kg/m<sup>2</sup> bei geringer Streuung darf als gut bezeichnet werden.

#### Metallkundliche Untersuchungen

Visuell liess sich feststellen, dass die Bügel in ganz unterschiedlicher Höhe gebrochen sind, an Punkten in der Nähe der Tragdecke bis zur Punktschweißstelle an der Armierung der Zwischendecke.

Die Bruchflächen (Bild 1) der Aufhängebügel zeigen Übergangsformen zwischen stark eingeschnürten Bruchstellen an duktilen, zähen Stäben mit intakten Oberflächen, die nur sehr kleine Lochfrassstellen aufweisen, und spröde gebrochenen Stellen ohne wesentliche Querschnittsveränderung, bei welchen bis über 50 Prozent der Querschnittsfläche durchkorrodiert sind, und deren Oberflächen Risse und Flecken aufweisen.

Die Werkstoffanalyse ergab die typische Zusammensetzung eines austenitischen CrNi-Stahls (V2A):

C 0,039%  
Mn 1,60%  
Ni 10,1%  
Cr 18%  
Mo 0,11%  
Stahl-Nr. 1.4301

An Korrosionsprodukten wurden festgestellt:

grosse Menge	Akaganeit	$\beta$ -FeOOH
beträchtl. Menge	Calcit	CaCO <sub>3</sub>
geringe Menge	Magnetit	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
	Goethit	$\alpha$ -FeOOH
	Gips	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O

Die grosse Menge Akaganeit ist charakteristisch für die Einwirkung von Chlorid; das fast vollständige Fehlen eines weiteren, flüchtigen Korrosionsprodukts deutet auf «alten» - d.h. eher vor Jahren als vor Monaten - entstandenen Rost hin. Vom Ursprungsmaterial sind keine Nullproben vorhanden.

Die metallographische Untersuchung (Bilder 2 und 3) zeigt in den spröde gebrochenen Bügeln fein verästelte, z.T. aufgeweitete Risse, wobei an der Oberfläche praktisch kein Metallabtrag feststellbar ist. Solche (zug-)spannungsinduzierten, transkristallinen Risse sind charakteristisch für V2A-Stähle. Diese



Bild 1. Gebrochene Bügel mit der für spannungsrisikostypischen verformungsarmen Bruchfläche. Lediglich am Rand ist der noch intakte Werkstoff zu erkennen.

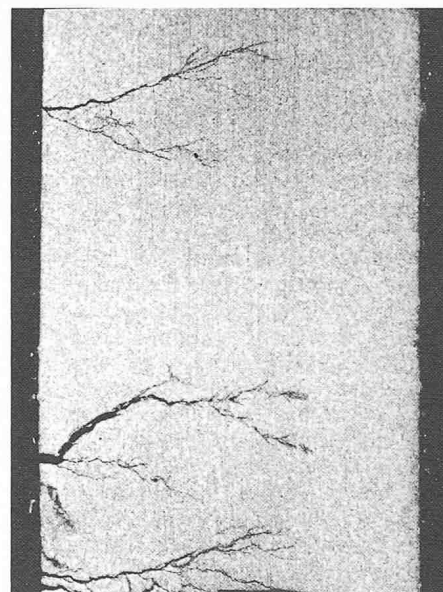
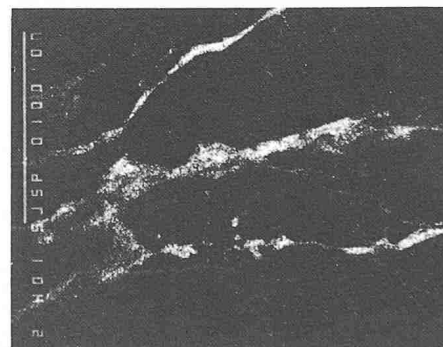


Bild 2. Längsschnitt durch einen schadhaften Bügel: Die Risse sind fein verästelt und erstrecken sich tief in den Stab von 10 mm Durchmesser hinein.

Bild 3. Untersuchung mit der Elektronen-Mikrosonde: Verteilung des Elementes Chlor, das in Form von Chlorid bis in die feinsten Risse vorgedrungen ist. Der weisse Strich am Rande entspricht einer Distanz von 0,1 mm.



heutige Feststellung des Metallurgen sagt nichts aus über den voraussetzbaren Wissensstand von Baufachleuten bzw. Bauplanern zur Bauzeit (1971/72). Die Aufnahmen mit Elektronenstrahl-Mikrosonden (Bild 3) zeigen eine bis in die Rissverästelungen vorgedrungene Chloridverteilung; daher kann auf das Vorliegen einer chloridinduzierten, transkristallinen Spannungsrisskorrosion geschlossen werden.

#### Chlorid-Quellen

Im Staub der Lüftungskanäle wurden fol-

gende Chloridkonzentrationen gemessen:

Abluftkanal	5,5%
Zuluftkanal	2,1%
Frischluftkanal	0,6%

Eine Konzentration von über 0,05% im Staub deutet erfahrungsgemäss auf beträchtliches Chloridvorkommen in der Luft hin. Die hohe Konzentration im Frischluftkanal ist wegen der nahegelegenen Strasse und deren Schwarzwandung im Winter mittels Salzstreuen erklärbar. Die gefundenen Konzentrationen stimmen auf  $\pm 0,1\%$  mit Ver-

gleichmessungen in anderen Hallenbädern überein.

### Mutmasslicher Schadenmechanismus

#### Phase 1

Die im Hohlraum zwischen Betondecke und untergehänger Decke zirkulierende Abluft aus dem Hallenbad führt zu Ablagerung von Chlorid auf der Oberfläche der Bügel.

#### Phase 2

Die kombinierte Einwirkung von korrosi-

vem Angriff durch Chlorid einerseits und mechanischer Zugbeanspruchung andererseits löst transkristalline Spannungsrissskorrosion an stark beanspruchten Bügeln aus. Diese brechen und erhöhen die Belastung an den benachbarten Bügeln.

#### Phase 3

Dieser Vorgang setzt sich so lange fort, bis an einer Stelle die Belastbarkeit der Aufhängung überschritten ist und die noch intakten Bügel nach Reissverschlussprinzip einer nach dem andern abreißen. **BP**

## Umschau

### Zwölf Walliser Gemeinden werden an eine ARA angeschlossen

Bis 1987 entsteht im Wallis ein regionales Abwasserwerk der zwölf Gemeinden Raron, Niedergesteln, Steg, Gampel, Bratsch, Turmann, Bürchen, Eischoll, Ergisch, Oberems, Unterems und Erschmatt, die sich zum Zweckverband ARA Raron-Turmann zusammengeschlossen haben. Der Präsident des Zweckverbandes, Gottfried Maugweiler, orientierte Anfang Mai umfassend über das Bauwerk. Es wird mit Gesamtbaukosten von 27 Mio. Franken gerechnet, der Anteil der Gemeinden beträgt rund 6 Mio. Franken. Das Werk tritt nun in die Phase der Realisierung. Ingenieur Urban Paris stellte das Gesamtprojekt vor. Mit der Ausführung der ersten fünf Baulose mit einer Auftragssumme von über 5 Mio. Franken sind gegenwärtig sieben Bauunternehmungen beschäftigt. Für vier weitere Baulose läuft die öffentliche Submission.

Auf der Baustelle kann momentan der Einbau der Eternitrohre verfolgt werden. Heinz Schaffner von der Eternit AG nahm die Gelegenheit wahr, um diesen Baustoff vorzustellen. In jüngster Zeit haben Meldungen über Sanierungsmassnahmen an Gebäuden,

die asbestspritzisoliert sind, zu Beunruhigungen in der Öffentlichkeit geführt. Bei Asbestzement handelt es sich um einen ganz anderen Baustoff, bei dem zehn Prozent Asbest als Armierungsfasern fest in die Zementmatrix eingeschlossen sind. Durch entsprechende Vorsichtsmassnahmen ist sichergestellt, dass weder bei der Herstellung noch bei der Verwendung von Asbestzementrohren Risiken auftreten. Was Asbest im Trinkwasser betrifft, sind sich heute die Fachleute einig, dass davon kein gesundheitliches Risiko ausgeht.

Die finanziellen Auswirkungen der ARA sind für die Gemeinden so gross, dass sie auch von der heute heranwachsenden Jugend, als künftige Steuerzahler, noch zu tragen sein werden. Deshalb hat sich der Verband entschlossen, in den Orientierungsschulen der Region das Werk vorzustellen; mit dieser Idee will er einen Beitrag zum Jahr der Jugend und zur Propagierung des Umweltschutzes leisten.

### Fehlerstromschutzschaltung

Seit 1. Juni 1985 sind in der Schweiz verbindliche Vorschriften in Kraft, welche die Fehlerstromschutzschaltung für verschiedene Arbeitsplätze und zum Teil auch im Bereich von Wohnungen für obligatorisch erklären. Im Wohnbereich betrifft das Obligatorium neu zu errichtende Bade- und Duschräume sowie Schwimmbäder und neu zu installierende Steckdosen, an denen elektrische Geräte für die Verwendung im Freien angeschlossen werden.

Die Fehlerstromschutzschaltung trägt wirkungsvoll zur Verhütung von Elektrounfällen bei, indem sie die Stromzufuhr abschaltet, wenn ein elektrischer Strom ausserhalb des normalen isolierten Stromkreises, d.h. ein Fehlerstrom, fliesst - z.B. wegen eines defekten Anschlusskabels. Die Schutzwirkung ist gross, da schon kleinste Fehlerströme von 10 oder 30 mA innert einer sehr kurzen Zeit von längstens 0,2 Sekunden zum Abschalten führen.

Elektrounfälle sind relativ selten, jedoch oft schwerwiegend: Jeder zehnte Elektrounfall endet tödlich. Die meisten Elektrounfälle werden durch Isolationsschäden verursacht, die vor allem an transportablen elektrischen Geräten bzw. an deren Anschlusskabel und Anschlussstecker entstehen. Sie sind auf Feuchtigkeit, Nässe, Korrosion, Verschmutzung und auf mechanische Beschädigungen zurückzuführen. Isolationsschäden bleiben oft unbeachtet, da die Geräte meistens weiter funktionieren und daher nicht dem Elektrofachmann zur Reparatur übergeben wer-

den. Berührt jedoch ein Mensch einen wegen eines Isolationsschadens unter Spannung stehenden Geräteteil, so fliesst elektrischer Strom als Fehlerstrom über seinen Körper. Je nach der Grösse dieses Stroms und je nach dessen Einwirkung kann dies tödlich sein.

In den letzten Jahren hat sich die Fehlerstromschutzschaltung als Zusatz zu schon bestehenden Schutzeinrichtungen bewährt. Dank des 1977 in der Schweiz eingeführten Obligatoriums der Fehlerstromschutzschaltung auf Baustellen gingen die Elektrounfälle in diesem Bereich beträchtlich zurück; die Zahl der tödlichen Elektrounfälle verminderte sich dabei von 37 im Zeitraum von 1972 bis 1976 (vor Einführung des Obligatoriums) auf 10 zwischen 1977 und 1981 (nach Einführung des Obligatoriums).

Das am 1. Juni 1985 in Kraft getretene Obligatorium für die Einführung der Fehlerstromschutzschaltung ist beschränkt. Es ist den Elektrizitätskonsumenten und namentlich den Hausbesitzern jedoch freigestellt, über das Obligatorium hinaus die ganze elektrische Installation eines Gebäudes mit der Fehlerstromschutzschaltung auszurüsten. Fachleute empfehlen dies besonders bei Neuinstallationen. Der finanzielle Mehraufwand ist gegenüber dem teilweisen Einbau von Fehlerstromschutzschaltern nur unbedeutend. **(SUVA)**

### Forschungsreaktor Grenoble

Neuerdings ist es interessierten Industriefirmen möglich, die starke Neutronenstrahlung am Forschungsreaktor HFR in Grenoble für wissenschaftliche oder für kommerziell orientierte Untersuchungen zu nutzen. Der Reaktor am Institut Laue-Langevin erzeugt besonders viele Neutronen. Schon heute werden dort im Rahmen der Grundlagenforschung auch Materialuntersuchungen durchgeführt, die weit mehr als bloss akademisches Interesse wecken. Die Bestrahlung mit Neutronen ermöglicht industrielle Fortschritte z.B. bei der Kunststoffherstellung, der Katalysatorenentwicklung und in der Metallurgie. Das Institut Laue-Langevin ist ein französisch-deutsch-britisches Gemeinschaftsunternehmen.

### Ölbrenner-Tauschaktion

*Eine vielversprechende Energiesparaktion des Stadtbauamtes Aarau*

Nach wie vor ist der grösste Teil der in der Schweiz betriebenen Heizungsanlagen zu gross dimensioniert. Diese Erkenntnis hat

Rohrverlegung auf vorbereiteter Betonsohle im gespundeten Graben auf der Höhe des Grundwasserspiegels

