

Das Olympiadach in München und die dafür durchgeführten Grossversuche

Autor(en): **Meier, U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89 (1971)**

Heft 16

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84834>

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.

Das Olympiadach in München und die dafür durchgeführten Grossversuche

Von U. Meier, dipl. Ing. ETH, EMPA, Dübendorf

DK 624.074.001.4

Vortrag, gehalten an der Studientagung der SIA-Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau am 14. Nov. 1970 in Lausanne

Kaum eine andere Dachkonstruktion überlässt dem Architekten soviel Variationsmöglichkeiten im Spiel mit den Formen wie die *vorgespannte Seilnetzkonstruktion*. Sie erlaubt eine weitgehende Anpassung an die massiven Bauten und an das Gelände. Zudem gewährleistet sie eine gute Überschaubarkeit, eine harmonische Gliederung und eine gewisse Transparenz des Bauwerks.

Auf Grund der erwähnten Vorteile wurde für die Überdachung der Sportstätten der XX. Olympischen Sommerspiele in München diese Konstruktionsform gewählt. Die zusammenhängende Dachfläche beträgt abgewickelt rund 80 000 m². Der Kostenvoranschlag für die Überdachung lautet auf etwa 140 Mio Fr.

Der endgültige Entwurf des Olympiadaches beruht auf einem Grobmodell aus Vorhangtüll und Draht (Bild 1). An diesem wurde versucht, die sowohl vom Architektur- wie auch vom Ingenieurstandpunkt günstigste Form der Flächen zu finden. Anschliessende modellstatische Untersuchungen wurden anhand von Drahtmodellen im Massstab 1:125 mit photogrammetrischer Auswertung durchgeführt. Nach einjähriger Forschungsarbeit gelang es an der TU Stuttgart, auch ein Programm zur teilweisen Bewältigung der Statik mit dem Elektronenrechner zu entwickeln. Trotz Vereinfachung des Systems gab es dabei Gleichungssysteme mit 10 500 Unbekannten zu lösen.

Bei einer reinen Hängedachkonstruktion wie z. B. der grossen Frankfurter Flugzeughalle verhindert das Eigengewicht des massiven Daches (Leichtbeton) unzulässig grosse Deformationen und Schwingungen unter Schnee- und Windlast. Die vorgespannte Seilnetzkonstruktion dagegen erlaubt die Verwendung einer sehr leichten Dachhaut. Dank der Vorspannung ist dieses Tragwerk in der Lage, in beliebiger Verteilung aufgebrachte Lasten ohne übermässige Verformungen aufzunehmen. Windböen vermögen das Dach auch bei einem ausserordentlich geringen Eigengewicht nicht unzulässig stark in Schwingung zu versetzen. Diese Konstruktionsart gestattet deshalb, grosse Spannweiten mit einem geringen Materialaufwand zu überdachen. Die Projektverfasser achteten darauf, neben den zwölf 37 bis 76 m hohen Stahlpylonen nur noch mit sehr

kurzen, auf Knicken zu bemessenden Druckgliedern (Bild 3) auszukommen. Die hauptsächliche Verwendung von rein zugbeanspruchten Bauelementen unter Ausnutzung der hohen Festigkeiten des heute zur Verfügung stehenden Drahtmaterials erlaubt eine wirtschaftliche Bauweise.

Die charakteristischen Elemente der Überdachung sind die Sattelflächen (Bild 1). Diese werden durch zwei im abgewickelten Zustand orthogonale Seilscharen gebildet. Quer zu durchhängenden Seilen geben mit entgegengesetzter Krümmung gespannte Seile dem Dach die notwendige Steifigkeit.

Eine durchsichtige, aus Acrylglasplatten bestehende Dachhaut leitet die Eigengewichts-, Wind- und Schneelasten über das vorgespannte Seilnetz von 75 cm Maschenweite in die Randseile. Das Netzwerk besteht aus ein bis zwei 19drähtigen, stark verzinkten Litzen mit je 15 Mp zulässiger Traglast. Allein für das Seilnetz werden 210 km Litzen benötigt. Die Maschenknoten sind drehbar, weil sich die Maschen bei der Montage zu Parallelogrammen verschieben müssen, wenn das Netz seine endgültige, gekrümmte Form annehmen soll. Spannschlösser beim Randseilanschluss der Netzlitzen erlauben nach der Montage noch beschränkte Längskorrekturen.

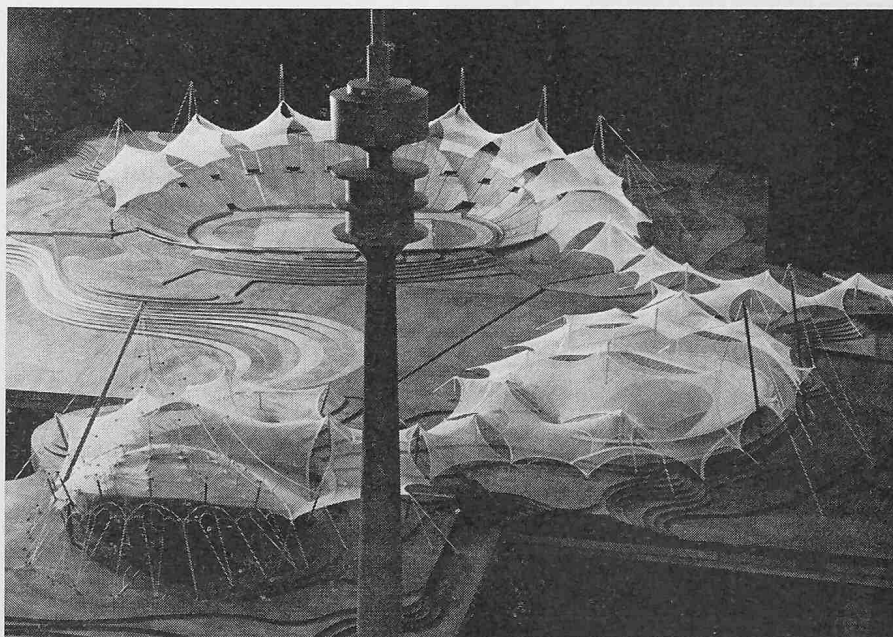
Die Randseile führen die Netzkräfte den bis zu 15 t wiegenden Knotenpunkten (Bild 4) zu. Dort werden die einen Durchmesser von 81 mm aufweisenden Seile über Radien von teilweise nur 800 mm umgelenkt oder verankert. Diese umgelenkten Randseile (Bilder 5 und 6) und die Anschlüsse an die Knotenpunkte wurden in der EMPA statischen und teilweise auch oft wiederholten Belastungen unterworfen. Eine Beschreibung der Versuche findet sich in einem späteren Abschnitt.

Knotenpunkte werden je nach Lage entweder durch Maste gestützt, durch Hauptseile in Zugfundamenten abgespannt oder mit Hauptseilen an den Pylonen angehängt. Die aus zylindrischen Stahlrohren zusammengebauten Hauptmaste haben teilweise Lasten bis zu 5000 Mp abzuleiten. Im Montagezustand ruhen sie auf Stahlkugel-, im Endzustand auf Neotopflagern.

Die Deformationen des Daches unter Last sind hauptsächlich von der Elastizität der Hauptseile abhängig. Deshalb wurden im Gegensatz zu den Randseilen keine verschlossenen Spiralseile mit relativ tiefen *E*-Moduli, sondern Parallellitzenbündel mit einer rund 40 % höheren Dehnsteifigkeit verwendet. Vom Standpunkt minimaler Verformungen aus betrachtet, wären Paralleldrahtbündel am wirkungsvoll-

Bild 1. Modellaufnahme des Olympiadaches. Hinten, teilweise durch den Fernsehturm verdeckt, das Hauptstadion, rechts die Sporthalle und im Vordergrund links die Schwimmhalle. Die zusammenhängende Dachfläche beträgt abgewickelt rund 80 000 m²

(Photo F. Dressler, Institut für leichte Flächentragwerke, Stuttgart)



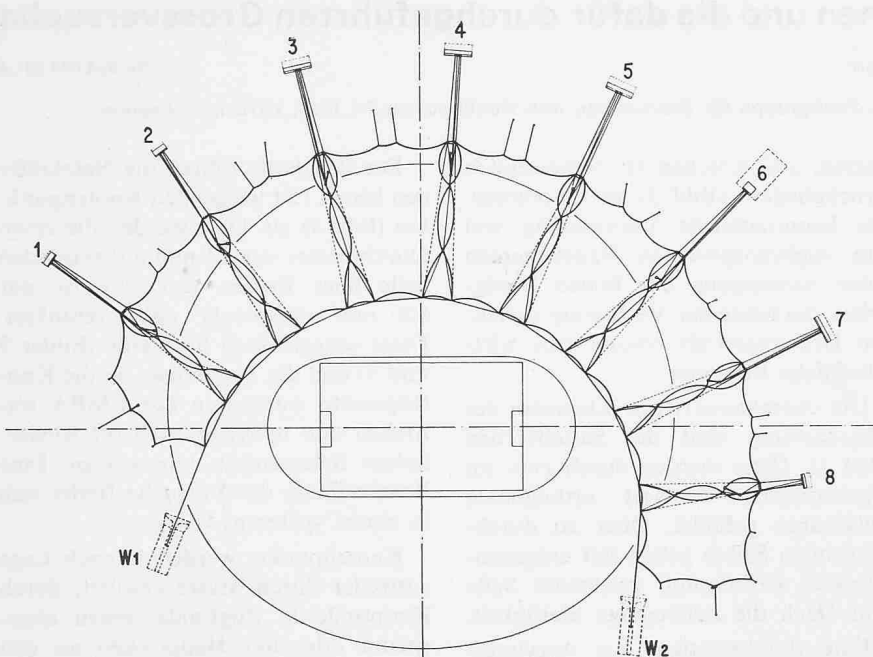


Bild 2. Grundriss der Überdachung des 80 000 Zuschauern Platz bietenden Hauptstadions. W_1 und W_2 sind die Schwergewichtsfundamente, welche die Reaktionen des auf eine zulässige Zugkraft von 5000 Mp bemessenen Randkabels in den Boden leiten. 1 bis 8 sind Zugfundamente für die Verankerung der zu den entsprechenden Masten und Knotenpunkten führenden Hauptseile
(Entwurf: Gemeinschaft ber. Ingenieure Leonhardt und Andrä, Stuttgart)

sten. Diese sind jedoch relativ biegesteif und deshalb in der Handhabung bei der Montage schwerfälliger.

Die Hauptseile werden aus 31, 55, 85 oder 109 parallel geführten Litzen zusammengebaut. Die Querschnittsfläche eines aus 109 Litzen bestehenden Bündels beträgt 160 cm^2 , die zulässige Last 1150, die Bruchlast rund 2600 Mp. Die Parallellitzenbündel werden zurzeit durch die Firma *Stahlton AG, Zürich*, in Lens/Frankreich zusam-

mengebaut und nach einem neuartigen Verfahren, das in der EMPA sehr eingehenden Versuchen unterworfen wurde, mit Ankerköpfen versehen. Diese Verankerung erlaubt die volle Ausnutzung der Ermüdungsfestigkeit des Litzenmaterials und gewährleistet dadurch eine wirtschaftliche Bemessung der Zugglieder.

Im Gegensatz zu den Hauptseilen wird die grösste Kabeleinheit, das Randkabel des Sportstadions (Bilder 1,

2 und 7), Litze für Litze auf einer Hilfskonstruktion an Ort gesponnen. Die Reaktionen dieses Kabels in der Grösse von 5000 Mp werden durch an endverankerte Hängebrücken erinnernde Schwergewichtsfundamente aufgenommen.

Die gesamte Dachkonstruktion wird am Boden vorgefertigt und gleichzeitig hochgezogen. Die Firma *Losinger, Bern*, stellt zusammen mit ihrem österreichischen Lizenznehmer dafür ihre Spanspezialisten und sämtliche Vorspannausrüstungen, unter anderem 116 Pressen mit Lasten bis zu 1000 Mp und 40 Elektrohochdruckpumpen, zur Verfügung. Sie wird auch die Pylone richten und zusammen mit den Randseilen abspannen.

Der Bauherr, die *Olympia-Baugesellschaft*, überliess die Projektierung folgenden Bürogemeinschaften: Die Architekturarbeiten liegen in den Händen von *Behnisch und Partner* mit *Frei Otto*, Stuttgart-München; für die Ingenieurarbeiten zeichnen die beratenden Ingenieure *Leonhardt und Andrä*, Stuttgart, in Zusammenarbeit mit *H. Isler*, Burgdorf, verantwortlich. Leitender Ingenieur ist Dr.-Ing. *J. Schlaich*, Partner der Ingenieurgesellschaft *Leonhardt und Andrä* [3] und [4]. Ihm und seinen Mitarbeitern seien die Anregungen und Unterlagen zu diesem Aufsatz an dieser Stelle bestens verdankt. Neben den eigentlichen Projektierungsarbeiten plante die erwähnte Ingenieurgesellschaft auch die notwendigen Materialuntersuchungen, Grossversuche und erforderlichen Entwicklungen von neuen Bausystemen. Ein solches System ist die *Hi-Am-Verankerung* (High-Amplitude), der die nächsten Abschnitte gewidmet sind.

Verankerungen von Draht- und Litzenbündeln, bei denen im statischen Zugversuch eine statistische Verteilung der Drahtbrüche über die ganze Länge auftritt, sind aus dem Spannbetonbau bekannt. Im Dauerschwingversuch treten dagegen die Brüche hauptsächlich im Bereich der Verankerung auf. Um die hohen Litzenfestigkeiten auch unter den relativ grossen, durch Windböen verursachten Zugschwellbeanspruchungen voll ausnützen zu können, musste eine Verankerung gefunden werden, welche möglichst die gleiche Ermüdungsfestigkeit aufweist wie diejenige der Litzen auf der freien Strecke. Auf Grund dieser Forderung entwickelte die Bürogemeinschaft beratender Ingenieure, *Leonhardt und Andrä*, in enger Zusammenarbeit mit dem Büro *BBR*, Zürich, und der Firma *Lechler Chemie*, Stuttgart, die *Hi-Am-Verankerung* [1].

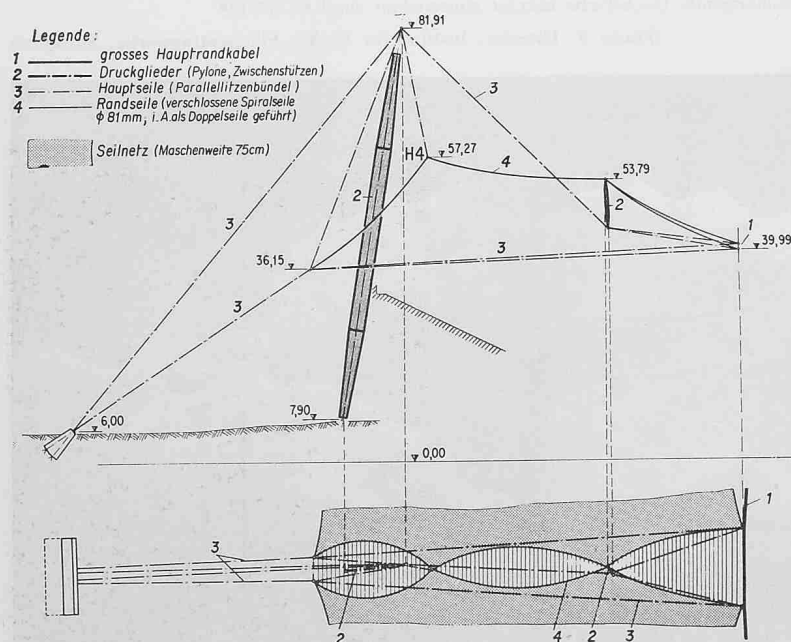


Bild 3. Schnitt 1:1500 durch die Binderebene 4 (vgl. Bild 2)
(Entwurf: Gemeinschaft ber. Ingenieure Leonhardt und Andrä, Stuttgart)

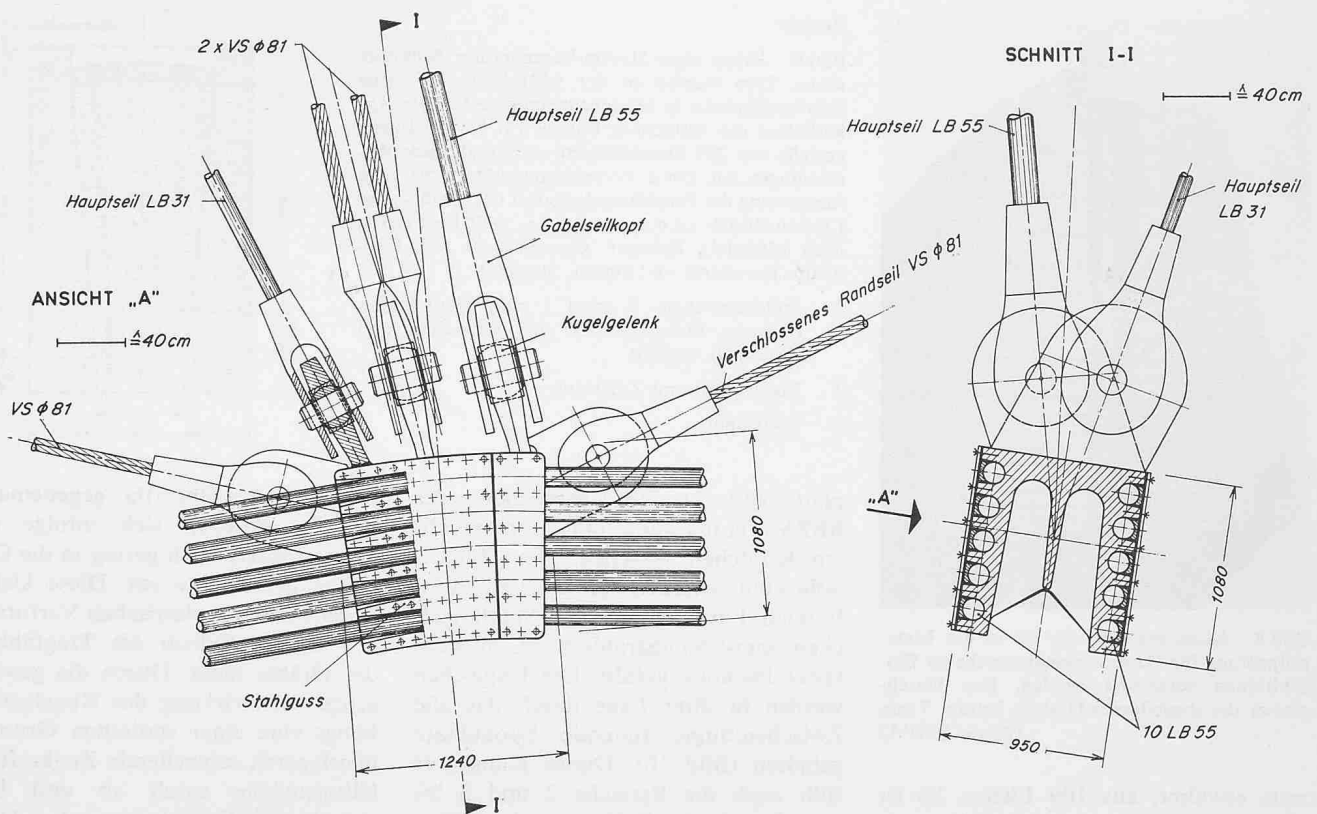


Bild 4. Beispiel eines Knotenpunktes, Anschluss an das aus zehn Parallellitzenbündeln zu je 55 Litzen zusammengebaute grosse Randkabel des Stadions. Die Hauptseile LB 31 und LB 55 bestehen aus je 31 bzw. 55 parallel geführten Litzen. Ein Gabelseilkopf des Typs, wie er zur Verankerung des LB 31 am Knotenpunkt Verwendung findet, wurde in der EMPA eingehenden Dehnungsmessungen unterworfen (vgl. Bild 14)
Entwurf: Gemeinschaft ber. Ingenieure Leonhardt und Andrä, Stuttgart

Werden Litzen- oder Paralleldrahtbündel, wie dies bisher üblich war, mit Hilfe eines Metallvergusses in einer konischen Stahlhülse verankert, so entspricht dies etwa einer Einspannung eines Einzeldrahtes in starre Klemmbacken. Die Kraft wird durch Gleitreibung übertragen. Bei Beginn der Einspannung tritt ein plötzlicher, grosser Dehnungssprung auf. In einem Zugschwellversuch sind bei solchen

Verankerungen auf den unter hohen Querpressungen stehenden Gleitflächen Spuren von Reibkorrosion zu erwarten. Ein Ermüdungsbruch wird mit grösster Wahrscheinlichkeit in oder im Bereich der Verankerung auftreten.

Ein Einspannsystem mit genügend elastischen Klemmbacken überträgt die Kraft durch Haftreibung. Bild 8 zeigt ein solches System, wie es in der Materialprüfung für Ermüdungsversuche an

Einzeldrähten verwendet wird. Beim Eintritt des Drahtes in die Verankerung lassen die ersten, weich federnden Klemmbacken noch einen relativ grossen Dehnweg zu. Die Dehnungen werden sukzessive abgebaut. Diese Anordnung hat sich in langjährigem Einsatz für Routine-Ermüdungsversuche an Einzeldrähten in der EMPA bestens bewährt. Die grössten Litzenbündel des Olympiadaches bestehen, wie be-

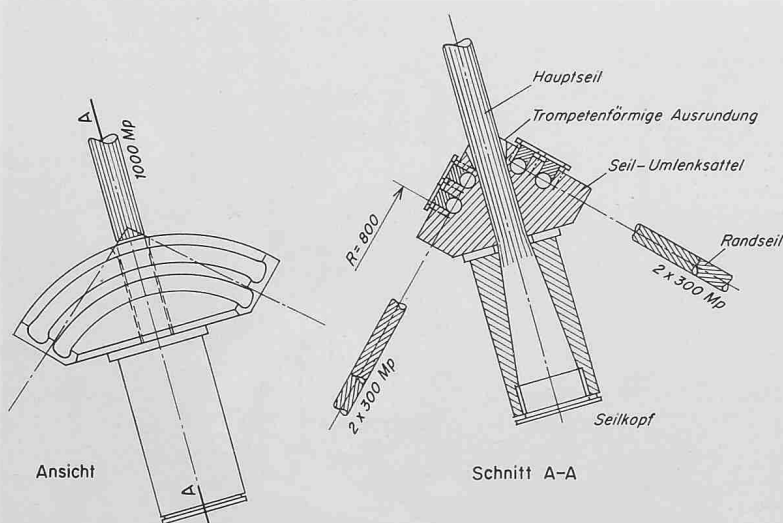
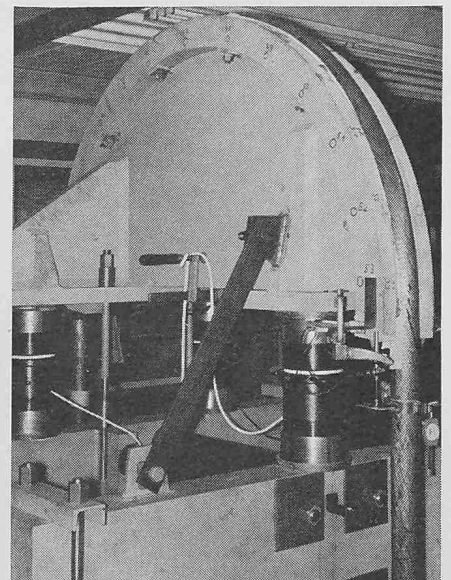


Bild 5. Hochpunkt H 4 (vgl. Bild 3). Das Hauptinteresse der EMPA-Untersuchungen galt der Ermüdungsfestigkeit der über den Umlenksattel von 800 mm Radius gelegten Randseile (Durchmesser 81 mm)
(Entwurf: Gemeinschaft ber. Ingenieure Leonhardt und Andrä, Stuttgart)

Bild 6. Umlenksattel auf der Versuchseinrichtung in der Bauhalle der EMPA (vergl. Bild 5)
(Photo EMPA)



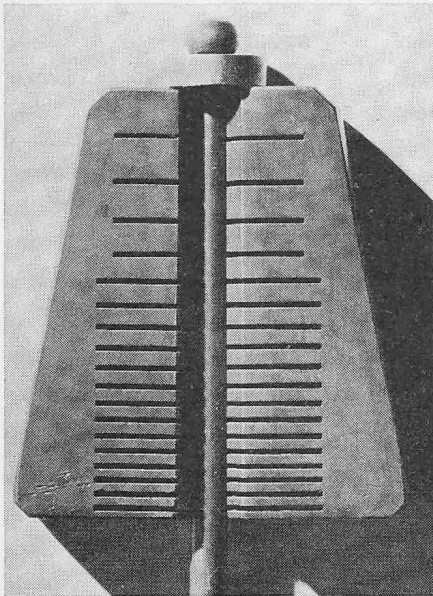


Bild 8. Klemmbacken, wie sie in der Materialprüfung für Dauerschwingversuche an Einzeldrähten verwendet werden. Der Durchmesser des abgebildeten Drahtes beträgt 7 mm (Photo EMPA)

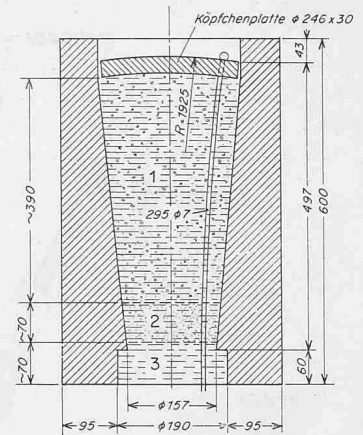
reits erwähnt, aus 109 Litzen. Es ist kaum vorstellbar, wie kompliziert, voluminös und teuer eine aus federnden Klemmbacken zusammengebaute Verankerung würde.

Die Hi-Am-Verankerung arbeitet im Prinzip analog, ist jedoch sehr einfach aufgebaut. Die Drähte oder Litzen sind im konischen Innenraum der Ankerhülse (Bild 9) strahlenförmig auseinandergezogen. Die Drahtenden werden durch eine stählerne Loch-

Rechts:

Bild 9. Skizze einer Hi-Am-Verankerung. Seilköpfe dieses Typs wurden in der EMPA für die neue Schrägseilbrücke in Mannheim untersucht. Die Ankerhülsen der Münchner Bündel LB 85 (85 Litzen anstelle von 295 Einzeldrähten) weisen ähnliche Abmessungen auf. Diese Verankerung erlaubt die volle Ausnutzung der Ermüdungsfestigkeit des Draht- oder Litzenmaterials ($\Delta \sigma_{zul} = \sigma_o - \sigma_u \approx 25 \text{ kp/mm}^2$ je nach Material). Entwurf: Gemeinschaft ber. Ingenieure Leonhardt und Andrä, Stuttgart

- 1 Stahlkugeln, ϕ rund 1 mm, in dichtester Packung, Zwischenräume mit Epoxidharz und Zinkstaub verhüllt
- 2 Epoxidharz und Zinkstaub
- 3 Epoxidharz

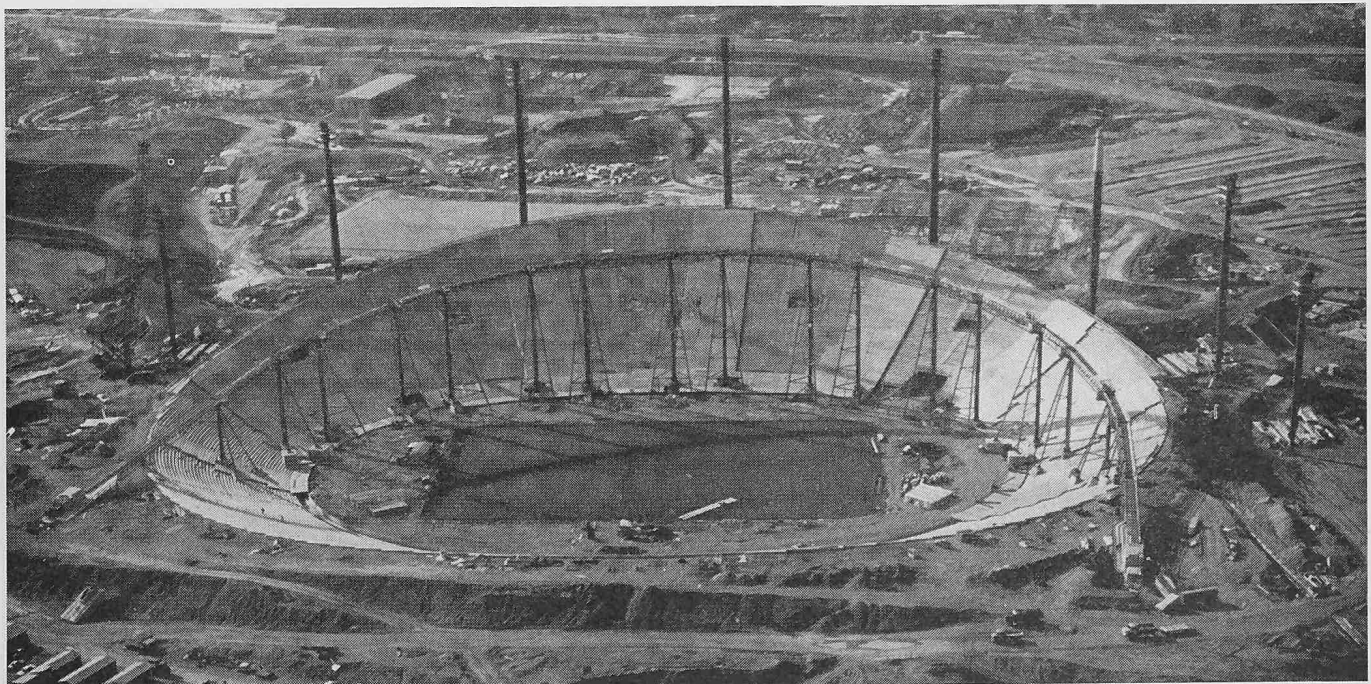


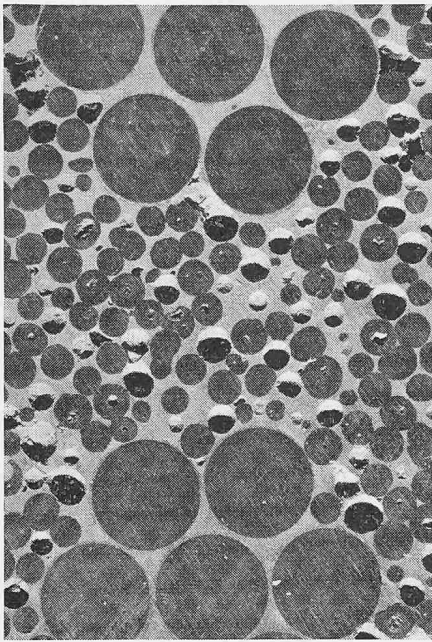
platte gesteckt und entsprechend der BBRV-Verankerung mit aufgestauchten Köpfchen versehen. Der Hülshohlraum zwischen den Drähten ist im Bereich 1 mit sehr harten Stahlkugeln, meist Sandstrahlschrott, in dichtester Packung gefüllt. Die Kugeln werden in ihrer Lage durch das alle Zwischenräume füllende Epoxidharz gehalten (Bild 10). Dieser Kunststoff füllt auch die Bereiche 2 und 3 bis zum Austritt der Drähte aus der Hülse.

Wird ungünstigerweise nur geringer Haftverbund der Drähte vorausgesetzt, dann geben bei Beginn der Belastung die Köpfchen zunächst Kräfte auf die Lochplatte. Diese stützt sich auf das Kugelgerüst, wodurch der Ankerkonus in die Hülse hineingezogen wird. Die Stahlkugeln von etwa 1 mm ϕ drücken sich in die Wandung der Hülse ein und stützen sich durch den Ankerkonus

hindurch gewölbeartig gegeneinander ab. Sie drücken sich infolge ihrer grossen Härte auch gering in die Oberfläche der Drähte ein. Diese kleinen, kugelförmigen, plastischen Verformungen ändern jedoch die Tragfähigkeit der Drähte nicht. Durch die gewölbeartige Stützwirkung des Kugelgerüsts klingt eine einer statischen Grundlast überlagerte, schwellende Zugkraft verhältnismässig rasch ab und beansprucht die Köpfchen an den Drahtenden nicht mehr. Den relativ geringen Längenänderungen können die sich im Kugelbereich ausbildenden, hintereinander liegenden Gewölbe elastisch folgen. Sie erlauben in idealer Weise die gewünschte stetige Abgabe der Kräfte von den Drähten auf die Hülse und entsprechen in ihrer Wirkung den federnden Klemmbacken. Da die Zwischenräume der Drähte

Bild 7. Hauptstadion im Bauzustand, November 1970, vom Fernsehturm aus gesehen. Die Massivbauarbeiten (Statik und Konstruktion: dipl. Ing. H. Isler, Burgdorf, in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. H. J. Cordes, München) sind zur Hauptsache bereits abgeschlossen. Auf der Hilfskonstruktion in Bildmitte wird das grosse Randkabel gesponnen. Nach der Verspannung des Daches werden die Fachwerkträger und Stahlstützen wieder entfernt. Hinter dem Stadion stehen die Pylone der Überdachung, die aus der Vertikalen noch in die endgültige Lage geschwenkt werden müssen





Links:

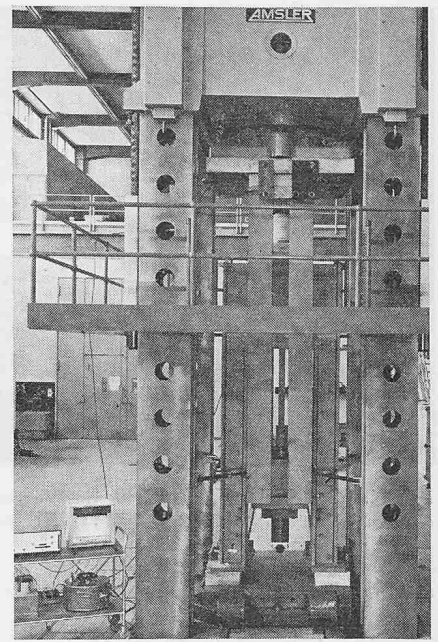
Bild 10. Makroaufnahme eines Schnittes durch den Hi-Am-Verguss. Die beiden Litzen sind vollständig von der Kugelvergussmasse umschlossen (Durchmesser eines Litzendrahtes rund 5 mm). Ein Teil der Stahlkugeln (Durchmesser rund 1 mm) wurde bei der Herstellung des Schiffs herausgerissen

(Photo EMPA)

Rechts:

Bild 11. 2000-Mp-Pressen mit eingebauter Kraft-Umkehrvorrichtung, die den Einsatz als Zugmaschine erlaubt. Links im Bild: Temperatursteuer- und Registriergeräte zur Überwachung des Temperaturversuches an der geheizten oberen Ankerhülse. Zwischen der Maschine und dem Rahmen der Kraft-Umkehrvorrichtung ist der weisse, die erwärmte Hülse umhüllende Asbest-Isoliermantel sichtbar

(Photo EMPA)



oder Litzen nur auf etwa drei Viertel der Spreizlänge mit Kugeln gefüllt sind und der Beginn der Spreizung von Kugeln frei bleibt, tritt hier keine Gewölbewirkung ein. Dies gewährleistet eine elastisch-plastische, seitliche Bettung der Drähte dort, wo grössere Umlenkkräfte infolge der Drahtkrümmung auftreten.

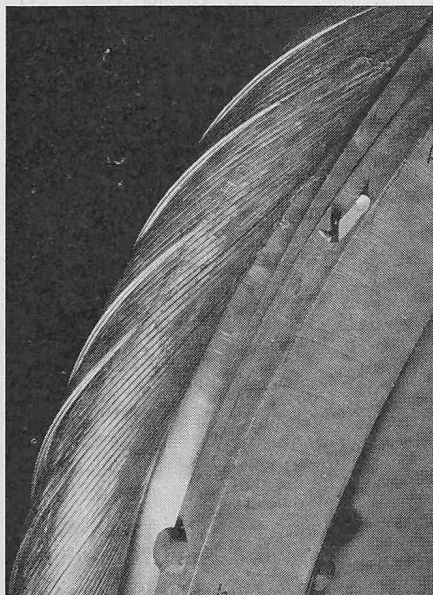
Die geschilderte Gewölbewirkungstheorie wird indirekt durch Versuche gestützt. Anfängliche Befürchtungen, eine Alterung oder chemische Zersetzung des Harzes könnte zu einem Abfall der Bruchfestigkeit der Verankerung führen, wurden widerlegt. Das verwendete Epoxidharz verliert bei Temperaturen zwischen 100 und 110 °C seine Festigkeit und wird plastisch. Bei in der EMPA durchgeführten Versuchen (Bild 11) an auf diese Temperaturen erwärmten Ankerköpfen

gab es anfänglich bis zu 4 mm Schlupf. Nach etwa 20 Stunden war jedoch keine weitere Zunahme desselben festzustellen. Das Harz, welches anfänglich noch eine gegenseitige Berührung der Kugeln verhinderte, war verdrängt worden. Die Stahlkugeln stützten sich nun ohne das Mitwirken des Harzes aufeinander ab. Damit konnte gezeigt werden, dass dem Kunststoff bei dieser Verankerung keine tragende Funktion zukommt. Die Bruchlasten der Parallellitzenbündel mit geheizten Ankerhülsen entsprachen denjenigen der Probekörper, die bei Raumtemperatur geprüft wurden.

Im Verlaufe des Jahres 1970 wurden in der EMPA zwölf Kabel mit High-Amplitude-Verankerungen Dauerschwingversuchen mit je zwei Millionen Lastspielen unterworfen. Hauptergebnis dieser Versuche war,

dass praktisch sämtliche Ermüdungsbrüche ausserhalb der Verankerungen im Bereich der freien Seillänge lagen. Dies gilt ebenfalls für die durch den Zerreissversuch hervorgerufenen statischen Brüche.

Die grössten geprüften Parallellitzenbündel setzten sich aus 85 Litzen zusammen und wiesen eine Querschnittsfläche von 115 cm² auf. Sie mussten Zugschwellbeanspruchungen mit einer Unterlast von 430, einer Schwingbreite von 250 und einer Oberlast von 680 Mp unterworfen werden. Da die Materialuntersuchungen infolge der verzögerten Bewilligung der Dachkonstruktion erst relativ spät begonnen werden konnten, war es wichtig, über eine schnell laufende Prüfmaschine zu verfügen. In der EMPA genügte keine vorhandene Maschine diesen hohen Anforderungen. Deshalb wurde



Links:

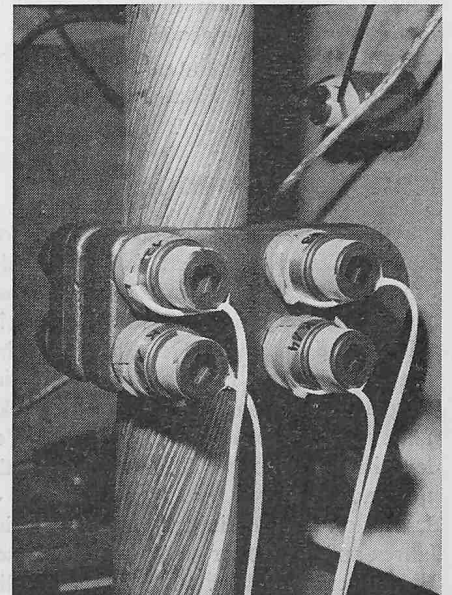
Bild 12. Bei steifen, verschlossenen Spiralseilen besteht die Gefahr, dass über dem Umlenksattel Z-Drähte aus dem Seilverband herauspringen

(Photo EMPA)

Rechts:

Bild 13. Randseilklemme zum Anschluss der Netzseile. Der Verlauf der Kräfte in den vorgespannten HV-Schrauben wird während des Dauerschwingversuches mit kleinen, geeichten Kraftmessdosen verfolgt

(Photo EMPA)



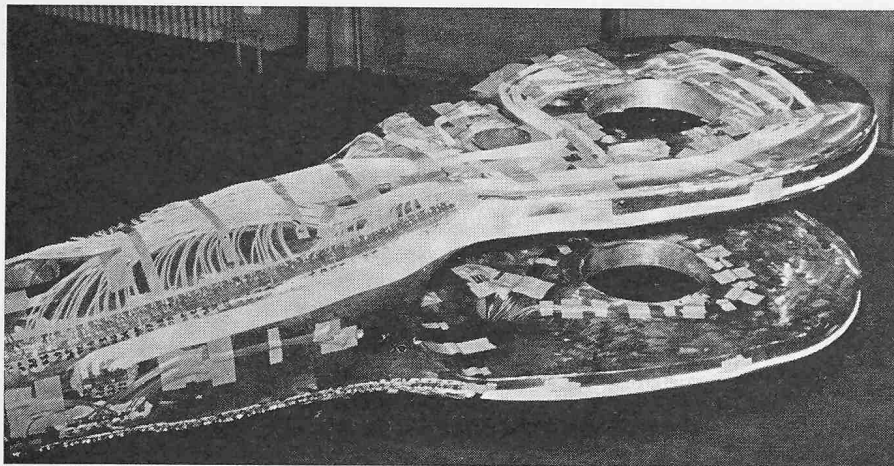


Bild 14. Gabelseilkopf (vgl. Bild 4). 196 teilweise in Rosettenform angeordnete Dehnmessstreifen geben Auskunft über den Verlauf der Dehnungen (Photo EMPA)

auf dem Aufspannboden auf Anregung von Dr. A. Rösli, in enger Zusammenarbeit mit der Firma Geilinger, Winterthur, eine besonders für diese Versuchsreihen entworfene Einrichtung aufgebaut [2].

Nach relativ geringfügigen Umbauarbeiten gelang es, diese Einrichtung auch zur Prüfung der umgelenkten Randseile einzusetzen. Ziel der Versuche war, ein möglichst schmiegsames und gleichzeitig dehnsteifes Seil zu finden. Diese Anforderungen stehen sich jedoch diametral gegenüber, da ein hoher Elastizitätsmodul eine grosse Schlaglänge bedingt. Bei steifen, verschlossenen Spiralseilen besteht die Gefahr, dass über die bereits erwähnten engen Umlenkradien von 800 mm (Seildurchmesser rd. 80 mm) Z-Drähte aus dem Seilverband treten (Bild 12). Ein solches Seil wird einen Dauerschwingversuch über zwei Mio Lastspiele auch bei relativ geringen Schwingbreiten ($\Delta\sigma = \sigma_o - \sigma_u = 12 \text{ kp/mm}^2$) nicht ohne Schaden überstehen. Ausserdem ist der Korrosionsschutz, der vor allem durch die stark verzinkten Z-Drähte gewährleistet wird, nicht mehr vollwertig. Das Seil in Bild 6 stellt eine Kompromisslösung

dar. Mit einer Schlaglänge von rund 660 mm liegt es über dem Umlenksattel, ohne dass Z-Drähte herauspringen. Der Elastizitätsmodul des freien Seiles beträgt etwa 1400 Mp/cm^2 .

Während den Ermüdungsversuchen variierte der Seildurchmesser infolge der Zugschwellbeanspruchungen um rund 0,2 mm. Mit Federn unter Spannung gehaltene Feststellschrauben vermieden eine unerwünschte Verschiebung der Messstellen auf dem Seil. Im Bauwerk wird ein ähnliches Problem bei den Anschlüssen der Netzseile an die Randseile (Bild 13) auftreten. Vorgespannte HV-Schrauben übernehmen hier die Aufgabe der Federn, die Randseilklemmen auch bei schwellender Belastung unverschieblich zu fixieren. Die Schraubenkräfte wurden während den Dauerschwingversuchen mit Hilfe von «Mini»-Kraftmessdosen überwacht.

Das Hauptinteresse an den Versuchen galt der Ermüdungsfestigkeit der umgelenkten Seile. Weitere Untersuchungen erfolgten über das elastische Verhalten, die bleibenden Verformungen und die zusätzlichen Längenänderungen infolge der Querpressung im Umlenksattel bei verschiedenen Lastspielzahlen.

Dem Verlauf der Spannungen in den Gabelseilköpfen (Bilder 4 und 14) galten die letzten durchgeführten Arbeiten. Ein mit 196 Dehnmessstreifen versehener Gabelseilkopf wurde eingehenden statischen Belastungsversuchen unterworfen. Der Einsatz einer elektronischen Ableseeinheit erlaubte das Abfragen sämtlicher Messstellen in jeweils weniger als zwei Minuten. Bei den gesamthaft durchgeführten 5000 Einzelmessungen wäre der Aufwand beim Abgleichen mit einer herkömmlichen Messbrücke ausserordentlich gross geworden.

Die im Zusammenhang mit dem Olympiadach in der EMPA durchgeführten Untersuchungen werden zurzeit abgeschlossen. Auf Grund der umfangreichen, unveröffentlichten Versuchsberichte des *Otto-Graf-Institutes* (Stuttgart) und der *EMPA* (Dübendorf) sind im Verlaufe der nächsten Monate sehr interessante Veröffentlichungen mit Versuchsergebnissen aus dem Hause Leonhardt und Andrä zu erwarten.

Die *Olympia-Baugesellschaft* hat mit der Finanzierung dieser Grossversuche Entwicklungen gefördert, die nicht nur dem Olympiadach, sondern allen zukünftigen Seilkonstruktionen, besonders auch dem Bau von Schrägkabelbrücken, zugute kommen werden.

Literaturverzeichnis

- [1] W. Andrä und W. Zellner: Zugglieder aus Paralleldrahtbündeln und ihre Verankerung bei hoher Dauerschwellbelastung. «Die Bautechnik» 1969, Heft 8 und 9, Berlin, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn.
- [2] U. Meier und A. Rösli: Versuchseinrichtung für Zugschwellbeanspruchungen an grossen Spannkabeln. «Schweiz. Bauzeitung», 89. Jahrgang, Heft 4, Seite 81, 28. Januar 1971.
- [3] J. Schlaich, R. Bergermann: Das Dach. Architekturwettbewerb, 2. Sonderband Olympiabauten, Karl-Krämer-Verlag, Stuttgart.
- [4] J. Schlaich: Das Olympia-Dach. VDI-Nachrichten, Mai 1970.

Adresse des Verfassers: U. Meier, dipl. Bauing. ETH, bei EMPA, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

Kanalisationisdörfer

Die Abwasserreinigungsanlagen erfordern hohe Aufwendungen. Dabei stellt sich den Gemeinden in der Regel die Frage, ob sie die Abwässer allein in einer kommunalen oder zusammen mit anderen Gemeinden in einer regionalen Kläranlage reinigen sollen. Der Entscheid über diese Frage hängt von verschiedenen Faktoren ab, sicher nicht zuletzt von einem Vergleich der Erstellungs- und Betriebskosten einer kommunalen mit einer regionalen Kläranlage. Wenn mehrere Gemeinden eine gemeinsame Anlage bauen, müssen in der Regel in unbebautem Land Transportleitungen erstellt werden. Die Schweizerische Vereinigung für Landesplanung wies schon vor Jahren auf die Gefahr hin, dass längs dieser Transportleitungen Neubauten entstehen. Unschöne «Kanalisationisdörfer» könn-

ten die Strassendörfer, die in früheren Jahrzehnten entstanden sind, unliebsam ergänzen.

Der Regierungsrat des Kantons Solothurn schob dieser Gefahr kürzlich in den solothurnischen Gemeinden einen Riegel. Mit Beschluss Nr. 3893 vom 24. Juli 1970 verbot er den Anschluss von privaten Leitungen an Sammelkanäle ausserhalb des generellen Kanalisationsbereiches. Ausnahmen werden nur zugelassen für Bauvorhaben, die ihrer Natur nach ausserhalb dieses Bereiches erstellt werden und für bestehende Bauten, deren Anschluss erwünscht ist.

Ein lateinisches Sprichwort sagt, guten Beispielen würden weitere folgen. Hoffen wir, dass bald in keinem Kanton und keiner Gemeinde eine entsprechende Vorschrift fehlt! *VLP*

DK 628.2