Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 101 (1983)
Heft: 40

Artikel: Antennenträger in Stahl: Mehrzweckgebäude der PTT auf dem Titlis
Autor: Hufschmid, Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75204

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bild 5. Kartonmaschine wieder in Betrieb

Termine

12. Dezember 1982:	Brand
6. Januar 1983:	Vertragsabschluss für Neubau der Halle
Mitte Februar 1983:	Montagebeginn der Neukonstruktion
Anfang März 1983:	Dach eingedeckt
5. April 1983:	Beginn Kartonfabrikation
20. April 1983:	Bauübergabe

Schlussfolgerungen

Das Beispiel des Wiederaufbaus der Maschinenhalle der Karton- und Papierfabrik Deisswil nach einem schweren Brand zeigt folgendes:

1. Die alte, zerstörte Stahlkonstruktion konnte rasch und unfallfrei *abgebrochen* werden. Das Altmaterial ist als Schrott wieder verwertet worden.
2. Bereits 6 Wochen nach Auftragsverteilung konnten die Montagearbeiten *beginnen*. In dieser Zeit mussten die Planungen (Statik und Ausführungspläne), die Materialbeschaffung und die Werkstattarbeiten durchgezogen werden, was durch wohlorganisierten Einsatz im technischen Büro und in den Werkstätten möglich war.
3. Bereits 3 Wochen nach Montagebeginn ist die Halle *eingedeckt* und steht für die Maschinenmontage zur Verfügung.
4. Auch die neue Halle ist trotz des Brandfalles *wiederum eine Stahlkonstruktion*.

Das Beispiel zeigt eindrücklich, *wie rasch* in Stahl nicht nur gebaut, sondern auch geplant werden kann, wenn einfache, bewährte Bausysteme und Baumethoden Anwendung finden.

Am Bau Beteiligte

Bauherr:
Karton- und Papierfabrik Deisswil AG, Stellen BE

Planung und Ausführung:
Geilinger AG, Dep. Planung und Generalbau, Winterthur

Adresse der Verfasser: *F. Koch*, Projektleiter, und *K. Huber*, dipl. Ing. ETH/SIA, c/o Geilinger AG, 8401 Winterthur.

Antennenträger in Stahl

Mehrzweckgebäude der PTT auf dem Titlis

Von Peter Hufschmid, Brugg

Die PTT bauen im Hochgebirge (Titlis) eine Fernmeldeanlage mit mehreren Richtstrahlantennen. Der Antennenträger ist eine 45 m hohe Stahlkonstruktion, bei der zusätzlich ein Klima- und Richtstrahlgeschoss eingehängt ist. Zugänglich sind diese Räume über den Liftschacht, der als massiver Kern ausgebildet und mittragend ist.

Übersicht

Auf dem «Chli-Titlis», in der Nähe von Engelberg, wird zurzeit für die Schweiz. PTT-Betriebe eine *Fernmelde- und Mehrzweckanlage (MZA)* erstellt. Das Gebäude steht 200 m neben der Bergstation der Luftseilbahn Trübsee-Titlis auf einer Höhe von etwa 3100 m ü.M. Es ist eine Stahlkonstruktion mit Betonkern (Bild 1).

Der *Antennenträger* der Mehrzweckanlage Titlis hat bei einem Gesamtgewicht von 650 t Grundrissabmessungen von 18,00×12,60 m und eine Höhe von rund 45 m. Er besteht in seiner Hauptstruktur aus einem 4stieligen, mehrstöckigen *räumlichen Rahmen*. Dreigurtfachwerke bilden die Rahmenstützen, vertikale und horizontale Fachwerke die Riegel. Innerhalb des Antennenträgers ist der *in Beton ausgeführte Liftschacht* angeordnet. Stahlkonstruktion und Liftschacht wirken bezüglich Windbelastung zusammen und sind gegeneinander abgestützt; in vertikaler Richtung werden dem Liftschacht aus der Stahlkonstruktion keine Lasten zugeleitet.

Auf halber Höhe des Antennenträgers befindet sich das zweistöckige Stahlgerippe des *Klima- und Richtstrahlgeschosses*. Die zugehörigen Decken sind in Ortbeton auf Profilblechschalung ausgeführt und wirken zudem im Verbund mit dem Stahlgebälk. Diese Obergeschosse sind auf zwei gegenüberliegenden, sie durchdringenden Rahmenriegeln aufgelagert.

Aussen am Traggerippe sind die *Antennenterrassen* entsprechend dem Antennenprogramm, unabhängig von der Hauptrahmenkonstruktion auf 6 verschiedenen Ebenen angeordnet. Durch Treppen, Leitern, Podeste und Laufstege wird der Antennenträger erschlossen.

Haupttragelemente

Die *Abstützung bzw. Verankerung der Dreigurtstützen* auf der Untergeschosskonstruktion (Stahlbeton) erfolgt teils auf die versteifte Betondecke (Innenverankerung) und teils ausserhalb der

Betonwände über spezielle Verankerungskonsolen (Aussenverankerung). Die gesamte Schubkraft aus den Stützenauflasten wird durch Schubbolzen auf den Betonkörper übertragen. Die 4 Innenverankerungen bestehen aus je 8 einbetonierten Gewindestangen mit horizontalen Ankerplatten. Die 8 Aussenverankerungen sind aus etwa 5 m langen, vertikalen Ankerplatten mit aufgeschweissten Kopfbolzendübeln, oberen und unteren Zugverankerungen sowie Stehblechen für die Stützenanschlüsse hergestellt. Die Anschlüsse zu den Stehblechen der Stützen erfolgen mittels Doppellaschen.

Die Gesamtlänge der *Dreigurtstützen* beträgt 45 m (Südseite) bzw. 40 m (Nordseite) und ist unterteilt in 5 Stufen à 6,60 m, 1 Stufe à 2,50 m und 1 Stufe à 9,50 m bzw. 4,50 m. Die Gurte bestehen aus Rohren von 324 mm Aussendurchmesser bei Wandstärken von 36, 25 und 20 mm (Bild 2). Einseitig sind stirnseits runde Flansche, anderseitig Knotenbleche und zum Anschluss der Haupt- und Zwischenriegel jeweils zusätzliche, über die Rohrstützen eingeschobene Knotenbleche angeschweisst. Seitlich sind Rippen und

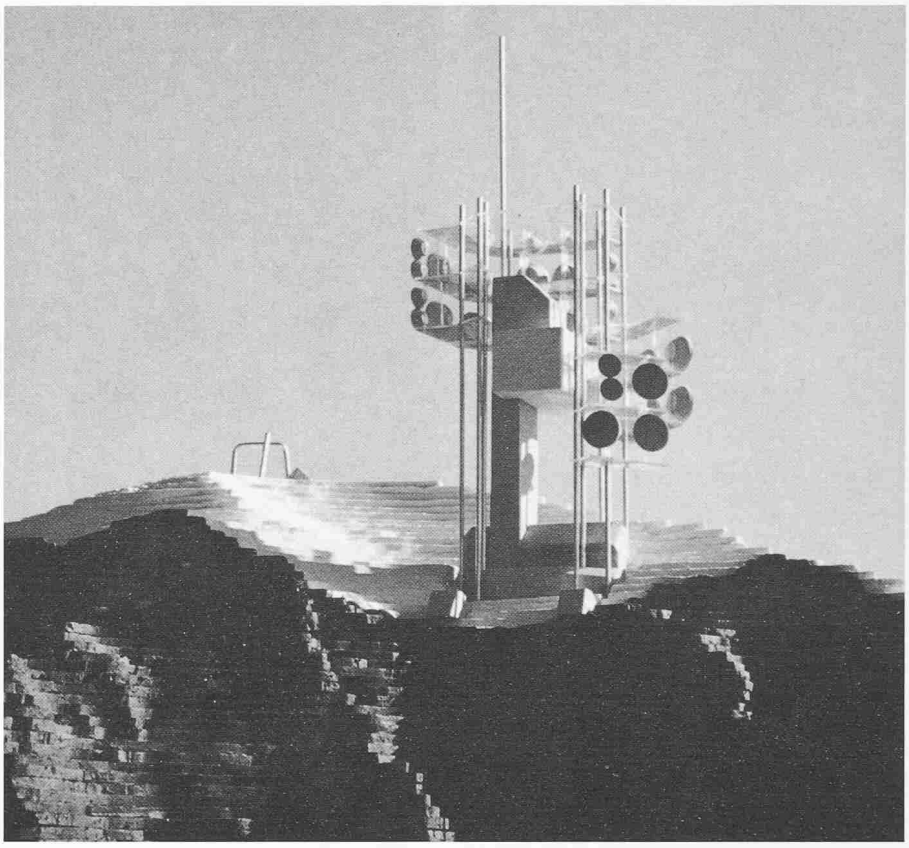


Bild 1. Fernmelde- und Mehrzweckanlage Titlis (Modellaufnahme)

Bild 2. Detailaufnahme einer Dreigurtstütze

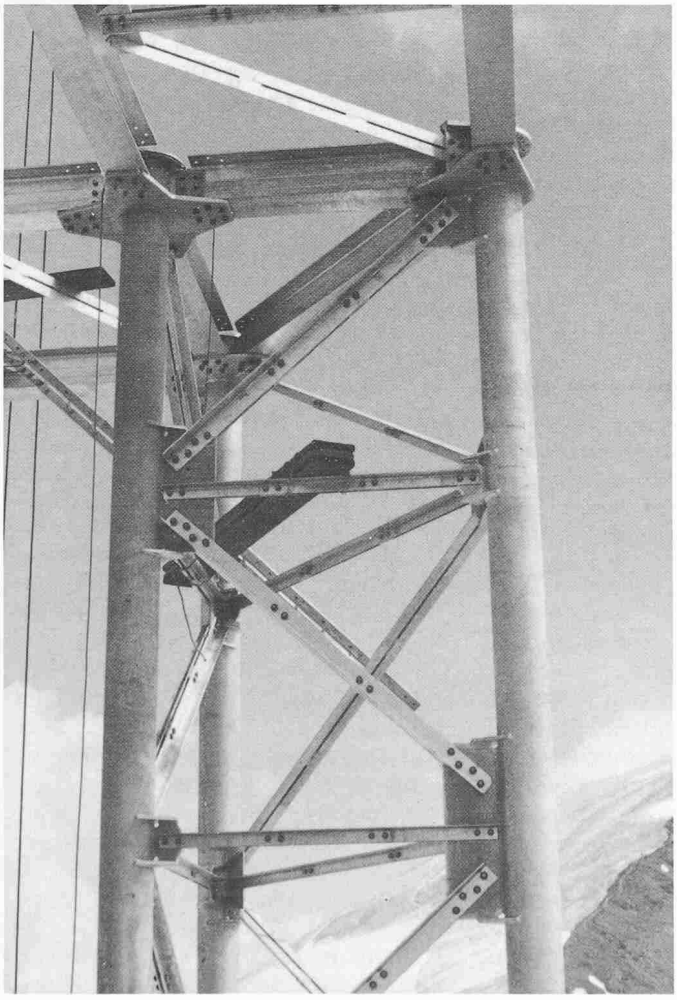
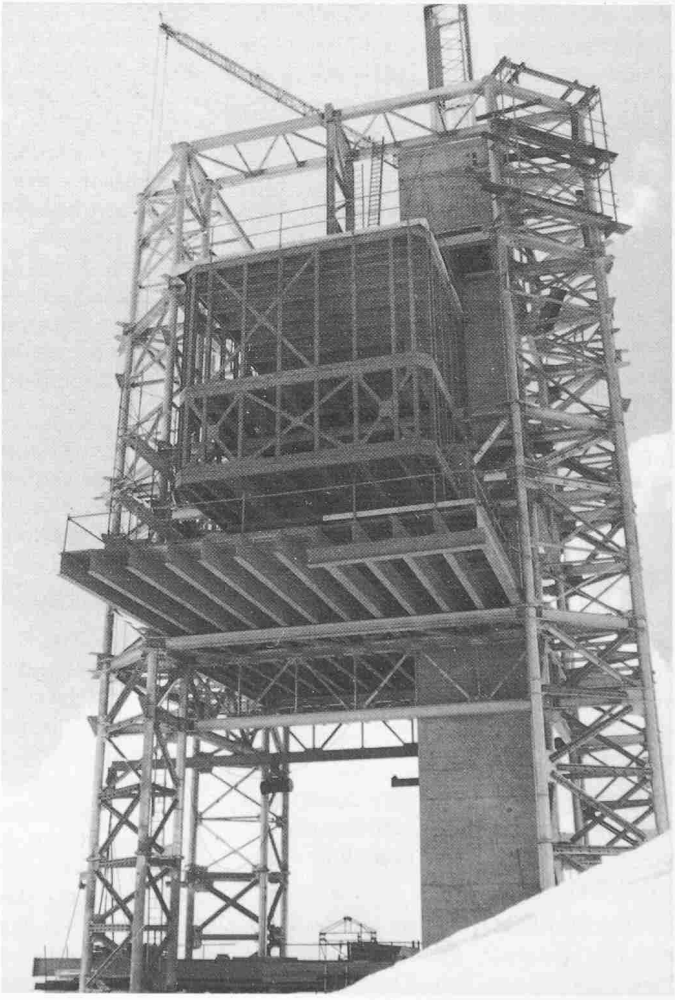


Bild 3. Antennenträger mit eingehängtem, zweistöckigem Klima- und Richtstrahlgeschoss. Darunter ist die provisorische Gerüstbühne ersichtlich. Stand der Arbeiten am 21.7.83



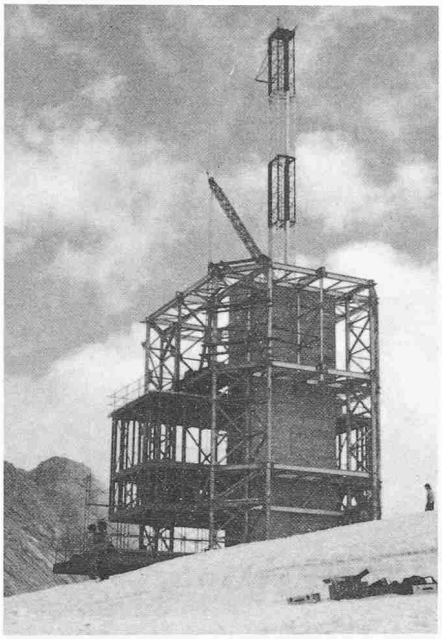


Bild 4. Montage mit speziellem Kran, der im Liftschacht versenkbar ist

Bild 5. Hängegerüst für die Montage der Stützenausfachung

Knotenbleche für die Verbandsanschlüsse sowie für die Aufhängung der Terrassen angeordnet. Die Diagonalen und Pfosten bestehen im unteren Bereich (Schneebereich) aus zusammengeschweissten Flachstählen, die zu Elementen mit kreuzförmigem Querschnitt zusammengeschraubt sind und im oberen Bereich vorwiegend aus Doppel-, teilweise aus Vierfachwinkeln. Die Pfosten bei den Anschlüssen der Haupt- und Zwischenriegel sowie deren Gurte sind aus Breitflanschträgern, die Ausfachung aus Doppelwinkeln hergestellt.

Das *Klima-Richtstrahlgeschoss* weist eine Länge von 17,10 m, eine Breite von 8,10 m sowie eine Höhe von 7,70 m auf. Die Konstruktion besteht aus zwei Boden- und einem Deckengebälk, die mit Fassadenstützen verbunden und mit Verbänden ausgesteift sind. Das Geschoss ist mit zwei 4-Gurt-Fachwerkriegeln am Antennenträger angeschlossen. Das Klima-Richtstrahlgeschoss wird vollständig verkleidet, wozu eine *provisorische Gerüstbühne* von 12×24 m erstellt wurde (Bild 3).

Die *Antennenterrassen* sind 4,50 m breit und bestehen grundsätzlich aus Konsolen, Längs- und Sekundärträgern. Auf der Ostseite sind sie 8 m über den Turm auskragend, mittels einer Rohrkonstruktion oben aufgehängt und unten abgespannt.

Auf einer der vier Hauptstützen wird mit einer speziellen Abstützkonstruktion ein *Antennenmast* von 13 m Höhe aufgesetzt.

Für die Stahlkonstruktion wurde *Material* der Qualität Fe 510 (Rohrgurte Fachwerkstützen mit Flanschen und Hauptknotenblechen sowie Pfosten und Diagonalen im Schneebereich) und Fe 360 verwendet.

Spezielle Probleme

Fabrikation

Für die 3-Gurt-Fachwerkstützen erfolgte eine *vollständige Werksmontage*. Damit wurde eine sehr gute Passgenauigkeit der Rohrgurte, Diagonalen und Pfosten sowie der Stösse der einzelnen Stützenstufen erreicht. Zudem wurden die an den Rohrgurten stirnseitig angeschweissten Flansche und Knotenbleche mit je 5 mm Zugabe ausgeführt und nach Fabrikationsende mechanisch bearbeitet. So konnten die genaue Länge der Stützen sowie die Rechtwinkligkeit und Ebenheit der Platten gewährleistet werden.

In einem *Qualitätssicherungskonzept* wurden die Anforderungen sowie Prüfungen und Kontrollen für die ganze Stahlkonstruktion festgelegt.

Korrosionsschutz

Mit Ausnahme des Klima-Richtstrahlgeschosses (Sandstrahlen Sa 2½ und 2 Grundanstriche mit je 40 μ Zinkstaubfarbe) wird die *gesamte Stahlkonstruktion im Vollbad feuerverzinkt*. Die stirnseitigen Flansche und Knotenbleche der Rohrgurte wurden mit Öffnungen versehen, damit auch die Rohr-Innenflächen einwandfrei verzinkt werden konnten. Anschliessend wurden diese Zink-Ein- und -Auslauflöcher mit Dekkeln luftdicht verschweisst, um eine Eisbildung im Rohr zu verhindern.

Transport

Der Transport der Stahlkonstruktion ab Werk bzw. ab Verzinkerei bis zum Lagerplatz Feldmoos (Sustenpass-Strasse) erfolgte mit Lastwagen, der Weitertransport auf den Chli-Titlis mit der *Bauseilbahn*. Von der Bergstation der Seilbahn müssen sämtliche Konstruktionsteile durch einen etwa 100 m langen Stollen, dann etwa 20 m hoch im Liftschacht und schliesslich durch eine Montageöffnung von 1,50×7,50 m auf die Vormontagebühne transportiert werden. Das *grösste Konstruktionselement* ist 11,40 m lang und hat ein Stückgewicht von 3,8 t.

Montage

Sturm, Eisregen, Schnee und Nebel beherrschen oft die Szene auf der Baustelle. Selbst während der Sommermonate liegt die Durchschnittstemperatur kaum über 0 °C. Die Spitze der Windgeschwindigkeit beträgt 200–250 km/Std. und Windstille herrscht lediglich während etwa 5% der jährlichen Gesamtzeit.

Die Montage erfolgt mit einem speziell hergestellten *Hebegerät*, ähnlich einem Turmdrehkran, dessen Mast im Liftschacht verankert ist. Die Auslegerlänge beträgt 20 m. Bei prekären Wettersituationen ist es möglich, das Montagegerät innerhalb kurzer Zeit komplett im Liftschacht zu versenken (Bild 4).

Mit den Installationsarbeiten wurde am 5. April 1983 und mit den eigentlichen Montagearbeiten 3 Wochen später begonnen. Die Stützenverankerungen wurden bereits im Vorjahr versetzt und im Untergeschoss einbetoniert.

Um eine exakte Passgenauigkeit der *Stützenfuss-Anschlüsse* an die Aussenverankerungen zu garantieren, wurden die Stützenfüsse provisorisch montiert (unverzinkt), an Ort und Stelle angepasst, dann im Werk fertig geschweisst und gebohrt, verzinkt und anschliessend definitiv montiert. Die *Montage des Antennenträgers* erfolgte stufenweise, jeweils mit den zugehörigen Haupt- und Zwischenriegeln und den Klima-Richtstrahlgeschossen. Nach den ersten drei Stufen wurde mit den oben erwähnten Anpassarbeiten der Stützenfüsse begonnen, da nach diesem Zeitpunkt praktisch keine Verschiebungen mehr zu erwarten waren. Die Aussenstützen waren entsprechend lange auf provisorischen Montageabstützungen aufgelagert. Da die *Antennenterrassen* praktisch unabhängig vom Antennenträger sind, bilden diese den Schluss der Hauptmontage. Die *Nebenkonstruktionen* wie Laufstege, Podeste, Treppen,

Leitern und Geländer werden nachträglich montiert. Sämtliche Montageverbindungen werden *geschraubt* ausgeführt, dazu kommen ausnahmslos feuerverzinkte HV-Schrauben zur Anwendung, deren Stückzahl etwa 35 000 beträgt.

Für die Montagearbeiten der Ausfachung der Fachwerkstützen wurden *spezielle Hängegerüste* (Bild 5) konstruiert, die mit dem Kran jeweils auf die nächstfolgenden Stützenstufen gehoben wurden. Die Kontrolle des Antennenturmes in der Vertikalen ergab auf die Höhe von 45 m eine Abweichung von 5 mm in der einen bzw. 8 mm in der anderen Richtung.

Die Hauptmontage wird bis Ende September 1983 beendet sein. Je nach Wetter werden die Nebenkonstruktionen mindestens teilweise noch dieses Jahr montiert. Es ist vorgesehen, in einem späteren Bericht über Umfang und Ablauf des Gesamtprojektes einzugehen.

Adresse des Verfassers: *P. Hufschmid,* Bauing. HTL, Zschokke Wartmann AG, 5200 Brugg.

Am Bau Beteiligte

Bauherr:
Generaldirektion der PTT, Hauptabteilung Radio und Fernsehen

Baufachorgan:
Generaldirektion der PTT, Hauptabteilung Hochbau und Liegenschaften, Bausektion Mitte

Projekt und Bauleitung:
Konsortium Suter + Partner, dipl. Arch., SIA, Bern, und Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich

Stahlbauunternehmung:
Zschokke Wartmann AG, Brugg

Satelliten-Schutzhaube für die Trägerrakete Ariane 4

Von Bernard D'Acremont, Vevey

Schweizer Firmen beteiligen sich am Wettlauf um die Herstellung von Satelliten-Trägerraketen: Die Schutzhaube wird in Zürich hergestellt. Die hierfür benötigten Formen sind Stahlkonstruktionen aus Vevey, die eine hohe Massgenauigkeit aufweisen müssen. Der Transport nach Guyana erfordert besondere Hebezeuge und Behälter.

Beitrag der Schweiz

Die Schweiz ist eines der 11 Länder in Europa, die beim Projekt der Satelliten-Trägerrakete *Ariane* mitmachen. Dieses Projekt wird durch die *European Space Agency (ESA)* finanziert und vom *Centre National d'Etudes Spaciales (CNES)* technisch geleitet. Zurzeit ist die Variante *Ariane 4* der Trägerrakete im Entwicklungs- und Ausführungsstadium. Die schweizerische Beteiligung bei Ariane 4 besteht in der *Lieferung der Schutzhaube* für den oberen Teil der Trägerrakete. Darin befinden sich die Satelliten und werden auf dem Flug zum Orbitalkreis um die Erde geschützt. Die Schutzhaube besteht aus zwei Halbschalen, die in der Ebene der Raketenlängsachse zusammenmontiert werden. Nachdem die Trägerrakete die dichten Schichten der Erdatmosphäre durchdrungen hat (110 km über Meer), werden die Halbschalen getrennt und die Satelliten freigelegt (Bild 1).

Die für die Herstellung der Schutzhaube verantwortliche Firma *Contraves* in Zürich hat die Firma *Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey* beauftragt, für die Halbschalen die *Formen,* die *Transportbehälter* und die nötigen *Spezial-Werkzeuge* zu studieren und zu fabrizieren. Diese Aufgabe wird in Vevey von der Abteilung «Ingénieure et Mécanique» wahrgenommen, wo Organisation und Ausrüstung für diese einmalige und komplexe Anforderung vorhanden sind.

Jede Halbschale der Schutzhaube besteht aus einem zylindrischen und einem kegelförmigen Teil. Sie sind aus synthetischen «Sandwich-Platten» wie folgt hergestellt: Eine Wabenstruktur aus Aluminium ist zwischen zwei Gewebe aus Kohlenstoff-Fasern gebettet und von einem aus Kohlenstoff-Fasern hergestellten Profil umgeben. Das Ganze wird durch Polyesterharz zusammengehalten, der in einem Trockenofen polymerisiert wird. Die Platten werden auf zylindrischen oder kegelförmigen Formen hergestellt, deren Aussenform genau der Innenform der Halbschalen entspricht.

Formen, Transportbehälter, Spezialwerkzeuge

Die *Formen* wurden in Zusammenarbeit von Contraves und der Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey projektiert. Diese Formenart wurde früher in einer im Flugzeugbau viel verwendeten Technik hergestellt, welche darin bestand, die einzelnen Teile zusammenzunieten oder zu schrauben.

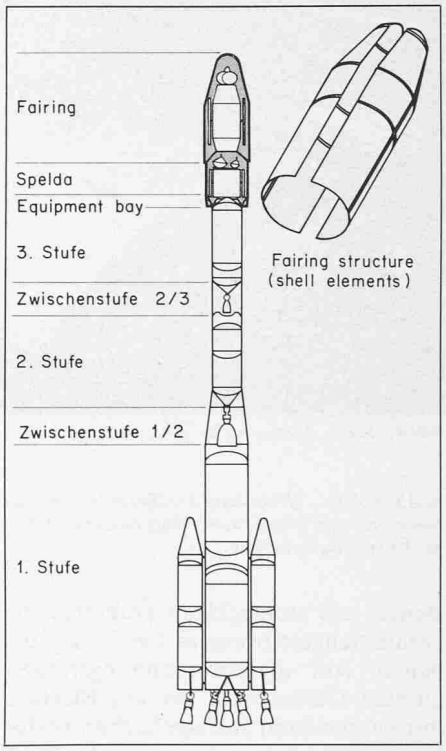


Bild 1. Ariane 4. Skizze der Trägerrakete und Detail der Schutzhaube

Die Formen für die Fabrikation der Schutzhaube für Ariane 4 wurden durch eine *geschweisste Konstruktion von Stahlprofilen und Blechen* hergestellt. Diese in der Herstellung billigere Lösung garantiert unter anderem eine solide und undeformierbare Konstruktion, dies auch noch nach mehreren Durchgängen im Polymerisationsofen. Um die vorgeschriebenen Fabrikations- und Fertigungstoleranzen dieser Werkstücke mit Abmessungen von 5,5 m auf 3 m, welche aus relativ dünnen Blechen zusammengeschweisst wurden, einhalten zu können, war eine *genaue Studie der einzelnen Arbeitsvorgänge* unumgänglich.

Das dafür verwendete Prinzip besteht darin, den Rahmen der Form auf ein