

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99 (1981)
Heft: 15

Sonstiges

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: 13.01.2026

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

Umschau

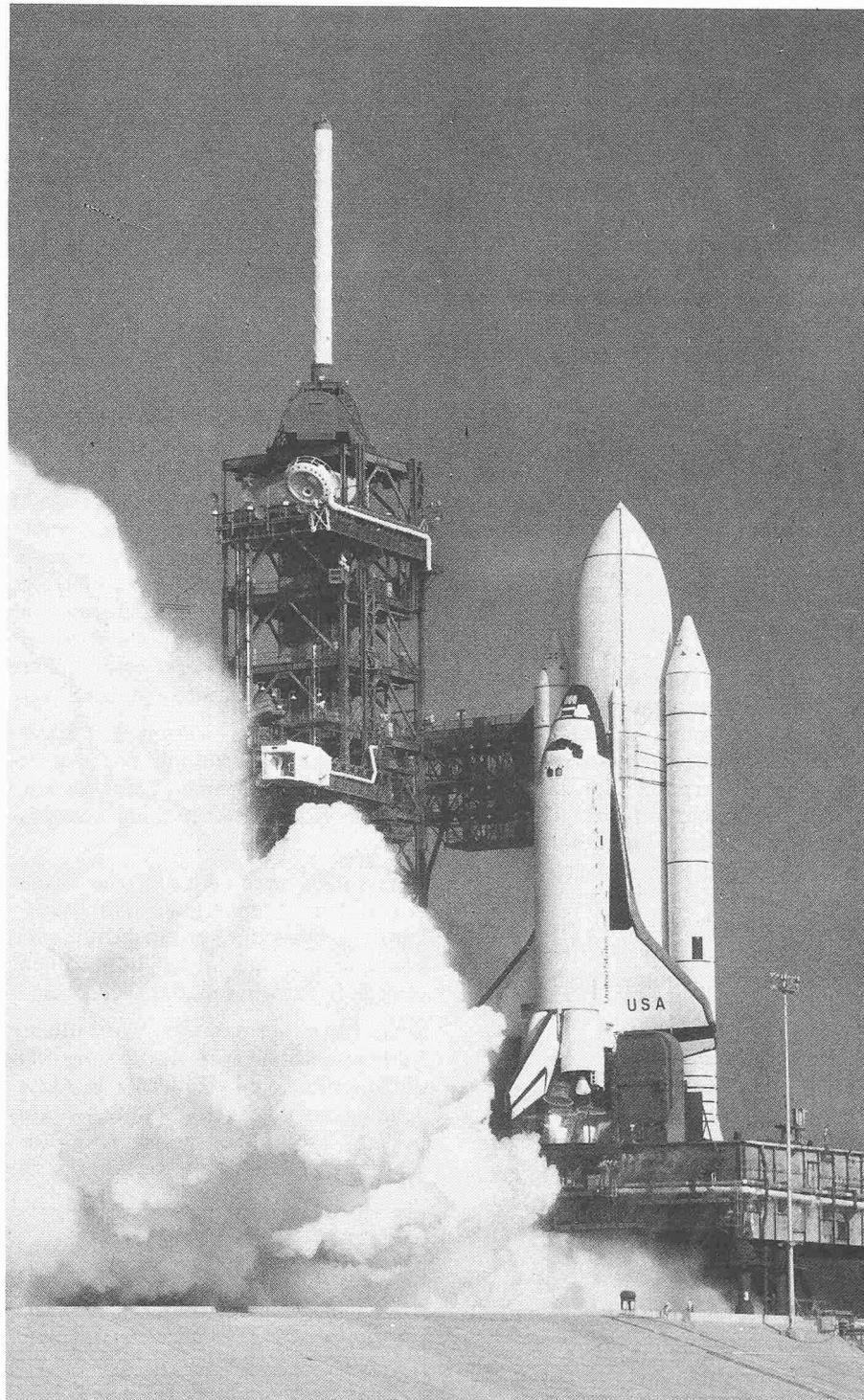
Startvorbereitungen für den Space Shuttle

(AD). Der Countdown für den ersten Flug des amerikanischen Raumtransporters («Space Shuttle») Columbia hat begonnen. Die Wissenschaftler und Techniker der US-Luft- und Raumfahrtbehörde (Nasa) sind überzeugt, nunmehr der technischen Probleme Herr geworden zu sein, die den Beginn der Flugphase für das neuartige Raumfluggerät um fast zwei Jahre verzögerten. Dass man die Schwierigkeiten überwunden hat, ist auch die Meinung der beiden Astronauten, die den ersten Flug durchführen sollen. «Im Shuttle steckt ein gewaltiges Leistungsvermögen», sagt Astronaut John W. Young. «Technisch gesehen ist er allen anderen Entwicklungen um zehn Jahre voraus. Wir halten ihn für sicher – andernfalls würden wir ihn nicht fliegen.»

Das Arbeitstempo in den amerikanischen Raumfahrtzentren hat sich deutlich beschleunigt. Das gilt vor allem für das Kennedy-Zentrum in Florida, von wo aus Columbia starten wird, für den Landeplatz Dryden in Kalifornien und für die Trainingshochburg der Astronauten, das Johnson-Raumfahrtzentrum in der Nähe von Houston (Texas). Dort erinnert die ganze Atmosphäre stark an die Tage vor dem Start zum ersten Mondlandeunternehmen mit Apollo 11 im Jahre 1969. John W. Young und Robert L. Crippen, die beiden Piloten, verbringen täglich mehrere Stunden in Simulatoren.

Diese komplizierten Maschinen machen es möglich, alle nur erdenklichen Flug- und Bordsituationen durchzuspielen. Das «Cockpit» entspricht in allen Details der Pilotenkabine des Raumtransporters – bis zum letzten Schalter und Alarmsignal. Mehr als 1300 Stunden werden Young und Crippen bis zum Start im März in Simulatoren trainiert haben. Siebenmal wird dabei in Einzel-«Sitzungen» von jeweils 54 Stunden Dauer der komplette Ablauf des ersten Fluges durchexerziert. Zweimal wöchentlich probten die Astronauten spezielle Flugphasen – den Start, kritische Operationen in der Erdumlaufbahn wie Öffnen und Schliessen der riesigen Tore zum Frachtraum, der u.a. Satelliten zum Absetzen im Weltraum und Experimentier- und Messgeräte aufnehmen wird, sowie den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre und die Landung. Dies sind die schwierigsten und heikelsten Abschnitte jeder Flugmission.

Im Gegensatz zu den bisher verwendeten Trägerraketen und Raumschiffen, die nur ein einziges Mal verwendet werden konnten, handelt es sich beim «Space Shuttle» um ein wiederverwendbares Fluggerät für die be mannte Raumfahrt, einschliesslich zwei der drei Antriebsraketen. Der Transporter wird vertikal wie eine Rakete gestartet, kehrt aber wie ein Flugzeug zur Erde zurück. Für viele erfüllt sich mit der Inbetriebnahme dieses Fluggeräts ein Jahrzehntalter Traum. Schon zu Beginn der Fünfziger Jahre entstanden auf dem Reissbrett erste Entwürfe zu geflügelten, wiederverwendbaren Raketen – Projekte, deren Entwicklung Walter Dornberg, der ehemalige Leiter der deutschen Raketenversuchsanstalt Peenemünde, nach seiner



Probzündung für den 2000 t schweren Raumtransporter am 19. Februar (Photo: Nasa)

Übersiedlung in die Vereinigten Staaten massgeblich beeinflusst und gefördert hatte.

Der Raumtransporter in seiner jetzigen technischen Auslegung soll die Basis dafür abgeben, um den Weltraum für die vielfältigsten Zwecke unter wesentlich geringerem Kostenaufwand als in der Vergangenheit zu nutzen. Material samt Treibstoff und Experimentierausrüstungen in erdnaher Umlaufbahnen zu befördern, und Spezialisten als Arbeitsplattform, aber auch als Produktionsstätte unter den besonderen Bedingungen der Schwerelosigkeit zu dienen.

Fast 2000 Tonnen Startmasse

Ein 59 m hoher Koloss wartet an der Startrampe auf die beiden Astronauten. Er be-

steht aus dem riesigen, mit Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff gefüllten externen Treibstofftank sowie zwei seitlich daran angebrachten, fast 44 m langen Feststoffraketen (sog. Booster) und dem dazwischen montierten, mit dem externen Tank verbundenen Orbiter. Dieses flugzeugähnliche Gerät ist die eigentliche Raumfähre – 37,2 m lang und 17,4 hoch. Hinter dem Cockpit in der stumpfen «Nase» und dem Fluggastraum für Wissenschaftler oder technische Spezialisten befindet sich der 18,5 m lange und 4,5 m breite Nutzraum, der u.a. das in Europa gefertigte Spacelab, das Raumlabor, aufnehmen wird. Die Deltaflügel am Rumpfende des Orbiter (Spannweite 23,8 m) erlauben im Verein mit den Bordmotoren die optimale Ausnutzung aerodynamischer

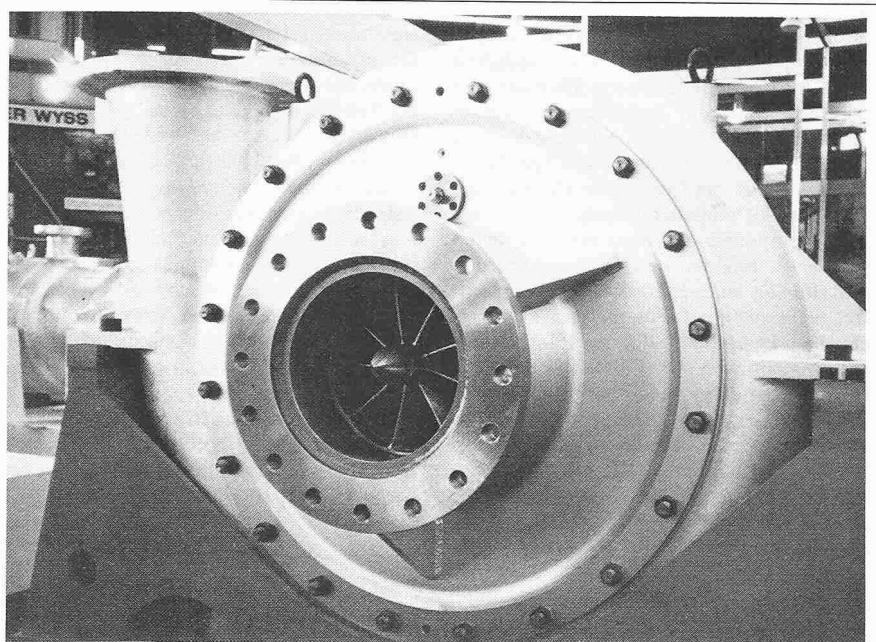
Kräfte beim und nach dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre bis zur Landung.

Die Startmasse des Orbiter allein beträgt fast 111 Tonnen. Maximal 29,5 Tonnen davon entfallen auf die sog. Nutzlast, die aber für Rückkehr und Landung auf höchstens 14,5 Tonnen reduziert sein muss. Beim Start hat die Gesamtkombination eine Masse von etwa 1993 Tonnen. Allein 774 Tonnen macht die Treibstoff-Füllung des externen Tanks aus, der bis zum Erreichen der Gipfelhöhe von etwa 190 km die Triebwerke des Orbiter speist und nach dem Brennschluss abgeworfen wird. Er ist das einzige Verlustgerät. Durch Aktivierung der Orbiter-Triebwerke mit Treibstoff aus internen Tanks erfolgt nun der Einschuss in die Umlaufbahn. Die beiden als zusätzliche Starthilfe verwendeten Feststoffraketen-Booster werden bereits in 40 km Höhe abgeworfen; ihre leeren Gehäuse schweben an Fallschirmen zu Boden und werden – im Gegensatz zum externen Tank – zur Wiederverwendung geborgen.

In der ersten Startphase sind Astronauten samt Raumfahrzeug erheblichen *Vibrationen* ausgesetzt. Der Lärmpegel erreicht etwa 150 Decibel (zum Vergleich: normalerweise bedeuten schon 130 Decibel eine Lärmbelastung, die Schmerz verursacht). In 6000 m Höhe, unmittelbar vor dem Durchbrechen der Schallmauer, ist die Wirkung aerodynamischer Kräfte auf den aufsteigenden Raumtransporter am stärksten. In mühevoller Kleinarbeit hat man sich bemüht, alle seine Systeme – von den 34 000 Kacheln, aus denen der Hitzeschild für den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre besteht, bis zu den empfindlichen Computern und den vielen anderen elektronischen Flugausrüstungen – so zu gestalten, dass sie auch das Vierfache der tatsächlich zu erwartenden Belastungen aushalten würden. Tests haben gezeigt, dass sie dies können. Bis zum Start im März wird der Shuttle 4000 Tests und 10 000 Computeranalysen hinter sich haben.

Nach dem Eintritt in die Erdumlaufbahn (Orbit) werden die Astronauten die 18 m langen Frachtraum-Tore öffnen. Bei künftigen Flugmissionen müssen sie offen sein, damit mit Hilfe eines riesigen, ferngesteuerten Hebearms beispielsweise Satelliten, Teleskope und andere Nutzlasten nach draussen befördert werden können. Sie müssen auch offen sein, wenn Wissenschaftler mit bordstationären Ausrüstungen – etwa dem Spacelab – arbeiten wollen. Vor dem Wiedereintritt in die Atmosphäre jedoch müssen die Tore geschlossen werden. Für den Fall, dass dabei Schwierigkeiten auftreten, wird eine ganze Serie von Spezialwerkzeugen mitgeführt, mit denen beim ersten Shuttle-Flug *Crippen* im schützenden Raumanzug eventuell notwendige Aussenarbeiten durchführen kann.

Eine Stunde vor der Landung, in über 250 km Höhe bei einer Fluggeschwindigkeit von 7360 m je Sekunde, zünden die Astronauten die Triebwerke, die Columbia zum Wiedereintritt in die Erdatmosphäre abbremsen. Es ist ganz normal, dass dann infolge der starken Aufheizung der Aussen- schicht des Fluggeräts durch die Reibung mit den Luftmolekülen in der äusseren Atmosphäre 25 und 20 Minuten vor der Landung die Funkverbindung zwischen Orbiter und Bodenstationen zeitweilig aussetzt.



Entspannungsturbine für Freon-Kreislauf (rückgewonnene mechanische Leistung: 1,3 MW)

Freonentspannungsturbine: Energierückgewinnung aus Abwärme zwischen 70 und 200 °C

Für die Energierückgewinnung entwickelte CCM Sulzer, Paris, eine neue Entspannungsturbine, die z.B. mit *Freon* oder *Ammoniak* als Wärmemittel arbeitet. Irgendeine Abwärme zwischen 70 und 200 °C dient unter Zwischenschalten eines Austauschersystems als Energiequelle für das zu entspannende Wärmemittel.

Die in einen geschlossenen Rückgewinnungskreislauf (getrennt von Prozesskreislauf) integrierte Entspannungsturbine kann je nach den Bedürfnissen des Anwenders eine Pumpe, einen Kompressor oder einen Generator antreiben. Die Auslegung des Austauschersystems (Verdampfer, Kondensator, Wärmeaustauscher) wird auf den konkreten Fall abgestimmt. Die zurückgewonnene Energie und der Wirkungsgrad der Anlage hängen

von den speziellen Eigenschaften der betreffenden Quellen ab: Art des Mediums, Durchflussmenge und Temperatur. Die Rückgewinnungsturbine kann Wärme aus Flüssigkeiten, Gasen oder Dampf verwenden. Die Wahl des Kreislaufmittels hängt von der Temperatur der Wärmequelle ab. Diese Möglichkeit der Energierückgewinnung besteht heute für verschiedene Produktionszweige: Chemie, Zementindustrie, Kraftwerke, Raffinerien, Eisen- und Stahlindustrie, Zuckerindustrie.

CCM Sulzer gewährleistet außer der Fertigung der Turbine die optimale Auslegung des Kreislaufes, die Projektierung des vollständigen Systems und die Herstellung der verschiedenen Apparate, die für den Wärmeaustausch zu den kalten und heißen Quellen benötigt werden.

Das beim Raumtransporter angewandte *Isolier- und Wärmeschutzsystem* ist ein Werk ganz besonderer Art. Von der Ablations- oder Abschmelzkühlung, wie sie bei den Gemini- und Apollo-Kapseln verwendet wurde, wollte, ja musste man absehen, wenn das Fluggerät wiederverwendungsfähig werden sollte. So wurde schon 1972 damit begonnen, *Keramikmassen* zu entwickeln, die einer Aufheizung auf mehr als 1400 Grad Celsius standhalten – und zwar mindestens hundertmal. Vor allem an der Spitze sowie an den Kanten des Tragwerks und des gesamten Leitwerks ist schon in der Startphase, noch viel mehr aber vor der Landung die Hitzebelastung außerordentlich hoch. Und der Hitzeschild muss während der vorgesehenen «Lebensdauer» eines Raumtransporters mit bis zu 50 Einsätzen voll funktionstüchtig bleiben.

Als Grundwerkstoff für das äussere Isoliersystem dienen *glasierte Silikatfaserkacheln*, die auf die Aluminiumwandung der Orbiterzelle aufgeklebt werden. Aber nicht nur nach Form und Krümmung, sondern auch nach

Werkstoffdicke, Glasur und Anzahl der einzelnen Schichten gibt es z.T. erhebliche Unterschiede bei den insgesamt 34 000 Einzelteilen. Hier stiessen die Ingenieure auf besonders grosse Schwierigkeiten – und diese waren einer der Hauptgründe für die Verzögerung des ersten Raumtransporterstarts.

Landung

Etwa 12 Minuten vor der Landung ist wieder Funkkontakt mit den Piloten zu erwarten, die bis dahin mit ihrem Fahrzeug auf 55 km Höhe abgesunken sind; die Fluggeschwindigkeit ist inzwischen auf 3690 m je Sekunde verringert. Während des Wiedereintritts werden kleine Raketentreibwerke – Lagesteuerungsdüsen – gezündet, um den Orbiter auf Position zu halten. In tieferen Luftsichten wird er zu einem schweren Gleitflieger. Die Astronauten manövriren ihr Fluggerät nun mit Klappen, kombinierten Höhen- und Querrudern, dem Steuerruder und Heckbremsen (die vertikale Steuerflosse öffnet sich fast wie ein Fächer). Ein «Pumpmanöver» mit Hochziehen, Abkippenlassen und

wieder Hochziehen der Nase, bremst Columbia weiter ab. In 25 340 m Höhe hat der Shuttle noch immer eine Geschwindigkeit von 2735 Stundenkilometern. Er sinkt nun um einen Meter je Sekunde und landet schliesslich mit einer Geschwindigkeit von 342 km je Stunde. Im Verlauf des Simulatortrainings geben die Ingenieure alle nur vorstellbaren Notfälle oder technischen Pannen in die Computerprogramme ein, mit denen sich die Astronauten und die Flugkontrolle im Kennedy- und Johnson-Raumfahrtzentrum während einer Flugmission konfrontiert sehen könnten. Weder den Piloten noch den Flugleitungen sind die Probleme bekannt, mit denen sie sich augenblicklich auseinandersetzen und für die sie sofort Lösungen finden müssen. Bei einem kürzlich über 41 Stunden laufenden Simulatortraining wurden Lösungen für 40 verschiedenartige Probleme gefunden.

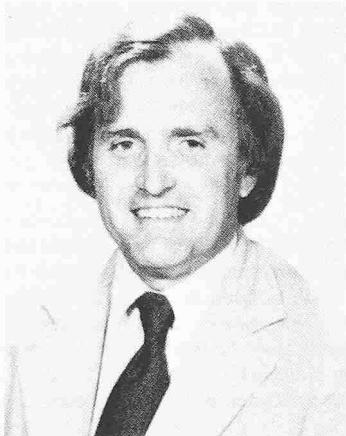
Wenn die Simulatorprozeduren richtig angelegt waren, bestehen die einzigen Unterschiede zum «echten» Flug im Lärm der Motoren, den Schubleistungen der Raketen und der Schwerelosigkeit. Young gab kürzlich zu verstehen, dass «Schwerelosigkeit alles leichter macht». Die *kritischen Simulationsvorgänge sind Notlandungen*. Sollte in der Startphase ein besonderes Problem auftreten, würden die Piloten Columbia zum Rollfeld von Cape Kennedy zurückbringen. Falls sich im Orbit ein schwerwiegendes Problem ergibt, würden sie wahrscheinlich auf dem Raketenversuchsgelände von *White Sands* in *New Mexiko* landen. Sie haben ausserdem die Möglichkeit, *Kadena* (Okinawa), *Rota* (Spanien) oder *Honolulu* (Hawaii) anzusteuern. Im Normalfall jedoch würden sie auf einem der ausgetrockneten Salzseen der *Dryden*-Flugbasis aufsetzen.

Gerd Weiss

ETH Zürich

James L. Massey, neuer Professor für Digitaltechnik

James L. Massey wurde 1934 in *Wauseon* (Ohio, USA) geboren. Er studierte von 1952-1956 Elektrotechnik an der *Universität in Notre Dame, Indiana*. Nach dreijährigem Dienst als Übermittlungsoffizier bei der amerikanischen Marine trat er dem *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei und erhielt dort 1962 seinen Doktorgrad. Von 1962 bis 1977 arbeitete er an der University of Notre Dame, wo er 1972 den Lehrstuhl für Elektrotechnik erhielt. Von 1977 bis 1980 war er *Professor für System-Wissenschaft* an der *Universität von Kalifornien*, Los Angeles.



James L. Massey

1966/67 war er ausserordentlicher Gastprofessor und nochmals 1977/78 Gastprofessor am MIT, 1971/72 weilte er als Gastdozent an der *Dänischen Technischen Hochschule* in *Lyngby*.

Prof. Massey war von 1974 bis 1977 Herausgeber der *IEEE Transactions on Information Theory* und von 1972 bis 1974 Redaktor in *Algebraic Coding Theory*. 1974 amtete er als Co-Chairman für das *IEEE International Symposium on Information Theory*, das an der Universität Notre Dame durchgeführt wurde. Seit 1979 ist er im Vorsitz der Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)-Gruppe für *Informations-theorie*, in

dem er schon 1965-1971 aktiv mitarbeitete und welchen er 1969 präsidierte.

Während seiner Forschungsarbeiten erwachte sein Interesse an der *Informationstheorie*, sicher auch als Konsequenz seiner Kontakte zu *Shannon, Elias, Fano, Wozencraft* und *Gallager* am MIT. Seine Dissertation: «*Threshold Decoding*» wurde 1963 vom MIT als Monographie publiziert und 1964 mit dem Paper Award der IEEE-Gruppe für *Informationstheorie* ausgezeichnet. In seiner Forschungstätigkeit entwickelte Prof. Massey die ersten praktischen fehlerkorrigierenden Systeme für Convolutional Codes, die auch unter seinem Namen patentiert wurden. Er war an der Gründung (1962) und Anfangsentwicklung der *Codex Corporation* (jetzt eine Tochtergesellschaft der *Motorola*) beteiligt, deren Ziel die Herstellung von *Threshold Decoders* war. *Threshold Decoders* werden immer noch sehr häufig verwendet, hauptsächlich in kommerziellen Satelliten-Kanälen und im russischen meteorologischen Übermittlungs-System. In seiner Forschungstätigkeit an der Hochschule von Notre Dame setzte Prof. Massey seine Untersuchungen der Convolutional Codes sowohl in theoretischer wie praktischer Hinsicht fort. Es entstanden die «*Quick-look-in*»-Codes, die jetzt von der Nasa in allen Raumfahrt-Kommunikationssystemen mit sequentieller Decodierung verwendet werden. Am MIT und an der UCLA erweiterte er seine Forschungsinteressen auch auf *Communications Networks* und *Random-Access*-Techniken.

Informationstheorie ist ein relativ neues Wissenschaftsgebiet und wurde 1948 begründet, als *Claude Shannon* mit seinem Artikel im *Bell System Technical Journal* den *Markstein* setzte. *Shannon* führte die quantitative Messbarkeit von Information ein und zeigte, dass jedem Nachrichtenkanal bei der Informationsübertragung fundamentale Grenzen gesetzt sind, dass aber bis an diese Grenzen die Nachrichtenübertragung beliebig zuverlässig gestaltet werden kann. Dies waren neue Ideen, die zu einschneidenden Änderungen

Bauwirtschaft

UPIAS, Schweizerischer Dachverband selbstständiger Ingenieure und Architekten

Der Schweizerische Dachverband selbstständiger Ingenieure und Architekten (UPIAS) vertritt seit Jahren mit wachsendem Erfolg die Interessen der Arbeitgeber in der Bauplanungsbranche. Neben zahlreichen Stellungnahmen zu aktuellen wirtschafts- und wettbewerbspolitischen Fragen sind namentlich die Bemühungen um vermehrte gegenseitige Kontakte zwischen dem Bauhauptgewerbe einerseits sowie dem Planungssektor andererseits ein anerkanntes Verdienst der UPIAS, die sich als einzige Organisation ihrer Art bei den führenden Dachverbänden der schweizerischen Wirtschaft (Vorort des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins bzw. Zentralverband schweiz. Arbeitgeberorganisationen) für die Belange der selbständig geführten Ingenieur- und Architekturbüros einsetzt.

Fasste die UPIAS bislang verschiedene patronale Organisationen unter einem Hut zusammen, so hat sie neuerdings ihre Reihen auch dem einzelnen Bauplanungsfachmann geöffnet: Die Delegiertenversammlung der UPIAS genehmigte unlängst eine Statutenänderung, die es jedem selbstständigen Ingenieur oder Architekten erlaubt, als Einzelmitglied in die UPIAS aufgenommen zu werden, soweit er in einer Region tätig ist, in der nicht bereits eine der UPIAS angehörende Arbeitgeberorganisation besteht.

Die Initiative der UPIAS will jedem freischaffenden Ingenieur und Architekten, der sich mit der zunehmenden Belastung seines Unternehmens durch immer neue Vorschriften nicht einfach abfinden kann und will, die Gelegenheit geben, sich im Rahmen einer bereits bestehenden und anerkannten Organisation für die Erhaltung eines wirtschaftlichen Freiraumes einzusetzen, der diesen Namen verdient.

Auskunft erteilt das Sekretariat UPIAS, Bundesplatz 4, 3011 Bern (Tel. 031/22 61 51).

bei der Entwicklung von Übermittlungssystemen führten. Eine dieser Neuerungen war der Gebrauch von Codes, welche die zuverlässige Wiedergewinnung von Informationen aus verrauschten Signalen gestatten.

Massey hat sein neues Amt an der ETHZ am 1. Oktober 1980 angetreten. In seinen Vorlesungen an der ETH wird Prof. Massey die Theorie von *Shannon* in einem allgemeinen Rahmen entwickeln und damit nicht nur ihre Bedeutung für die Nachrichtenübertragung zeigen, sondern auch für die *Computer-technik* und die *Signal-Estimation*. Er wird auch die wirksamsten Codierungs-Techniken, um Informationen vor Rauschen und anderen Störungen zu schützen, beschreiben und ihre Beziehungen zu bekannten System-Konzepten aufzeigen. In seiner Forschungstätigkeit wird er sich auf moderne Probleme der Fernmeldetechnik und Computer-Kommunikation konzentrieren, wo zum Teil die Theorie noch fehlt, aber wegen des rapiden Wachstums der Computer-Netze bereits ein grosses praktisches Interesse vorhanden ist.