Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 88 (1970)
Heft: 37

Artikel: Operations Research in Theorie und Praxis
Autor: Künzi, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84612

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Operations Research in Theorie und Praxis

DK 65.012.122

Von Prof. Dr. **Hans Künzi**, Regierungsrat, Zürich

Vortrag, gehalten an der Generalversammlung der Gesellschaft zur Förderung der Forschung an der ETH Zürich (GFF) am 24. Juni 1970

Einleitung

Operations Research hat mich als Mathematiker begeistert, weil ich darin einen faszinierenden Zweig der angewandten Mathematik erkannte, der sich zudem mit praxisnahen Problemen befasste.

Heute begeistert mich Operations Research als Politiker, weil ich darin ein modernes Instrument der Planung und nicht zuletzt der Führung erblicke.

Die Erfahrung hat auch bei uns in der Schweiz gezeigt, dass die private Wirtschaft und die öffentliche Verwaltung in hohem Masse von diesem Zweig der angewandten Mathematik profitieren können, handelt es sich doch beim Operations Research, wie amerikanische Spezialisten definieren, um wissenschaftliche Methoden – analytischer, experimenteller und quantitativer Art –, die dem verantwortlichen Wirtschafter oder Politiker für die zu fällenden Entscheidungen eine bessere Grundlage bieten, indem sie die umfassenden Auswirkungen der verschiedenen Alternativen bei einem komplexen Problem zu erkennen suchen.

Heute ist nicht nur der industrielle Betrieb ein Unternehmen, sondern auch die öffentliche Verwaltung, denn ihr obliegt je länger, desto mehr die Planung und die Realisation von Grossprojekten, wie z. B. der Bau von Nationalstrassen, Untergrundbahnen u. a. m. Um derartige Planungen optimal bezüglich Kosten und Nutzen durchzuführen, benötigen wir ein modernes Management, das sich der Methoden des Operations Research bedient.

Aus dem weiten Kreis der Theorie und der Praxis dieser neuen Forschungsrichtung möchte ich im folgenden einige Teilgebiete herausgreifen.

Besonders liegt es mir aber daran, Sie, als Vertreter der ETH, davon zu überzeugen, dass Operations Research als Lehrgebiet an Ihrer Schule eine besonders wichtige Aufgabe zu erfüllen hat bei der Ausbildung bestimmter Richtungen des Ingenieurs.

Lassen Sie mich im ersten Teil mit einigen theoretischen Betrachtungen beginnen.

A. Theorie

Die lineare Optimierung

In der linearen Optimierung befasst man sich mit der Maximierung oder Minimierung einer linearen Funktion, genannt Zielfunktion, deren Variablen $x_1, \ldots, x_n$ einer Anzahl von Nebenbedingungen, gegeben durch lineare Ungleichungen (oft auch Gleichungen), unterworfen sind.

Die Maximumaufgabe lässt sich wie folgt formulieren: Gesucht sind die Grössen $x_1, x_2, \ldots, x_n$, für die der lineare Ausdruck

$$Q = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \ldots + p_n x_n$$

maximiert wird,
bezüglich der m Restriktionen

$$\begin{array}{l}
a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \ldots + a_{1n} x_n \leq s_1 \\
a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \ldots + a_{2n} x_n \leq s_2 \\
. \\
. \\
. \\
a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \ldots + a_{mn} x_n \leq s_m
\end{array}$$

und den Vorzeichenrestriktionen

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \ldots, x_n \geq 0;$$

oder kürzer geschrieben:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} p_1 x_i$$

wird maximiert bezüglich

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ji} x_i \leq s_j \qquad (j = 1, \ldots, m)$$

$$x_i \geq 0 \qquad (i = 1, \ldots, n).$$

Typische Beispiele aus dem ökonomisch-betrieblichen Bereich, die auf die lineare Optimierung führen, sind z. B. Produktionsplanungen in einem Betrieb. Angenommen, eine Firma kann n Produkte mit den Mengen $x_1, x_2, \ldots, x_n$ herstellen, für die sie (nach Abzug der Stückkosten) die Nettopreise $p_1, p_2, \ldots, p_n$ je Stück lösen kann. Für die Produktion benötigt man m nicht in beliebiger Menge vorhandene Produktionsfaktoren (Arbeitskräfte, Maschinen, Rohstoffe, Energie usw.), und zwar pro Stück i die Menge a_{ji} des Produktionsfaktors j $(i = 1, 2, \ldots, n, j = 1, 2, \ldots, m)$. Die Produktionsfaktoren stehen nur bis zu den Höchstmengen $s_1, s_2, \ldots, s_m$ in der betrachteten Periode zur Verfügung. Welches ist das optimale Produktionsprogramm, wenn die Firma ihren Periodengewinn maximieren will?

Beispiel: Ein Betrieb fabriziert zwei verschiedene Typen von Verstärkern, nämlich V_1 und V_2. Unter anderem befinden sich in jedem Verstärker Röhren und Trafos; diese beiden Teile, sowie die verfügbare Arbeitszeit, stehen dem Betrieb nur in beschränktem Masse zur Verfügung. Bei konstantem Gewinn pro Einheit suche man diejenige Produktion, die bezüglich der Restriktionen den grössten Gewinn abwirft. Aus Tabelle 1 können die verschiedenen Konstanten entnommen werden.

Tabelle 1. Charakteristiken der Verstärker V_1 und V_2

	V_1	V_2	Tageskapazität
Nettogewinn/Einheit	28	17	–
Arbeitsstunden/Einheit	3	7	105
Trafo/Einheit	1	1	20
Röhren/Einheit	8	3	120

Bezeichnet man mit x_1 bzw. x_2 die Anzahl der zu fabrizierenden Einheiten von V_1 und V_2, so ergibt sich der folgende Modellansatz einer linearen Optimierungsaufgabe:
Man maximiere

$$Q = 28\,x_1 + 17\,x_2$$

bezüglich der drei Restriktionen

$$3\,x_1 + 7\,x_2 \leq 105$$
$$x_1 \times x_2 \leq 20$$
$$8x_1 + 3x_2 \leq 120$$

und

$$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0.$$

Da wir hier nur zwei Variablen haben, können wir das Problem graphisch lösen. Eine Veranschaulichung wird in Bild 1 gegeben. Die Restriktionen besagen, dass der Lösungspunkt im schraffierten Bereich liegen muss. Die optimale Lösung liegt in der «äussersten Ecke» P bezüglich der Geradenschar Q = const.

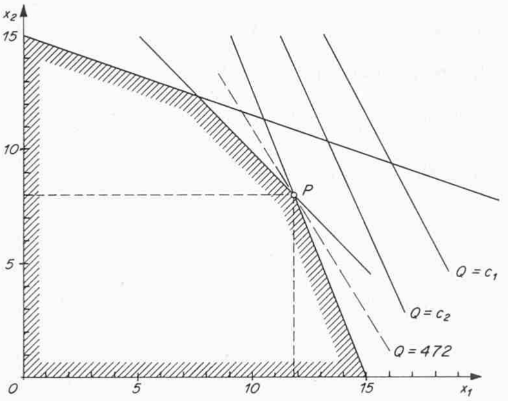

Bild 1

Analog zur Maximumaufgabe lässt sich auch eine Minimumaufgabe formulieren durch:
m Variablen sind zu suchen, nämlich $w_1, w_2, \ldots, w_m$ derart, dass der lineare Ausdruck

$$K = s_1\,w_1 + s_2\,w_2, \ldots, s_m\,w_m$$

minimiert wird unter den n Nebenbedingungen

$$a_{11}\,w_1 + a_{21}\,w_2 + \ldots + a_{m1}\,w_m \geq p_2$$
$$a_{12}\,w_1 + a_{22}\,w_2 + \ldots + a_{m2}\,w_m \geq p_2$$
$$\vdots$$
$$a_{1n}\,w_1 + a_{2n}\,w_2 + \ldots + a_{mn}\,w_m \geq p_n$$

und

$$w_1 \geq 0, \ldots, w_m \geq 0.$$

In dieser Formulierung liegt eine gewisse Symmetrie zur Maximumaufgabe.

Man nennt diese Minimumaufgabe die duale Aufgabe zum Maximumproblem, und man kann zeigen, dass das Maximum von Q gleich dem Minimum von K wird, also

$$Q_{max} = K_{min}\ .$$

Zur allgemeinen Lösung einer linearen Optimierungsaufgabe stehen heute verschiedene Algorithmen zur Verfügung. Erwähnt sei der berühmte Simplex-Algorithmus, den wir weitgehend *G.B. Dantzig* verdanken. Er arbeitet iterativ, indem man von einer Lösung ausgeht, die wohl das Restriktionensystem befriedigt, aber noch nicht das Optimum angibt.

Schrittweise verbessert man diese Lösung, bis man im Optimum anlangt. Das Verfahren von Dantzig bricht nach endlich vielen Iterationen mit Bestimmtheit ab und eignet sich sehr gut zur Anwendung auf dem Computer.

Verwandte Probleme zur linearen Optimierung

a) Das Transportproblem

Generell lässt sich das Transportproblem folgendermassen formulieren: n Bestimmungsorte (Lager) sind von m Ausgangsorten (Fabriken) mit einer Ware zu beliefern; dabei benötigt der *j-te* Bestimmungsort b_j Wareneinheiten, während im *i-ten* Ausgangsort a_i Einheiten zur Verfügung stehen. Es wird weiter vorausgesetzt, dass gilt:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j.$$

Die Transportkosten für eine Wareneinheit vom *i-ten* Ausgangsort zum *j-ten* Bestimmungsort werden mit c_{ij} bezeichnet, die zu befördernde Menge mit

$$x_{ji}\ (1 \leq i \leq m,\ 1 \leq j \leq n).$$

Die sich stellende Aufgabe lautet jetzt: Man bestimme die zu transportierenden Mengen x_{ij} so, dass alle in den Ausgangsorten verfügbaren Mengen nach dem Bedarf der Bestimmungsorte verteilt werden, so dass die Transportkosten ein Minimum aufweisen. Dies führt zur Aufgabe:

Man minimiere

$$K = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij}\,x_{ij}$$

bezüglich der Nebenbedingungen

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \qquad (1 \leq j \leq n),$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \qquad (1 \leq i \leq m),$$

$$x_{ij} \geq 0.$$

Die Restriktionen enthalten hier genau $m + n$ Gleichungen, in denen sämtliche Koeffizienten der Variablen den Wert 1 aufweisen.

Zur Lösung dieser speziellen Aufgabe eignet sich vor allem die Stepping-Stone-Methode von *Charnes* und *Cooper*.

b) Die ganzzahlige lineare Optimierungsaufgabe

Schon beim Transportproblem handelt es sich um einen Spezialfall der ganzzahligen Optimierung, d.h. man verlangt zusätzlich, dass die Werte $x_1, \ldots, x_n$ nur ganzzahlige Werte annehmen dürfen. Diese Voraussetzung spielt für die Praxis oft eine wichtige Rolle.

Wenn es sich um ganzzahlige Probleme handelt, eignet sich der Algorithmus von *Gomory*, der allerdings schlecht konvergiert für grosse m und n.

c) Die stochastische Optimierung

Will man Optimierungsaufgaben, so wie sie in den vorangegangenen Kapiteln behandelt wurden, in der Praxis anwenden, so stösst man gelegentlich auf die Schwierigkeit, dass die erforderlichen Konstanten p_i, a_{ji} oder s_j nicht mit Sicherheit angegeben werden können. Oft kann man für diese Grössen lediglich obere und untere Schranken festlegen oder kennt für sie eine Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Unter solchen Voraussetzungen ist es nicht mehr möglich, die in den vorhergehenden Kapiteln entwickelte Simplexmethode anzuwenden; man muss sich dann der sogenannten stochastischen Optimierung zuwenden. Es ist hier nicht möglich, tiefer in diesen Zweig der Optimierung vorzudringen, der sich noch in voller Entwicklung befindet.

Die nichtlineare Optimierung

Bei der allgemeinen nichtlinearen Optimierung sind Zielfunktion und/oder Restriktionen nicht mehr linear in den Variablen $x_1, \ldots, x_n$.

Die Aufgabe heisst dann:

Man suche das Optimum (Minimum oder Maximum) der Zielfunktion

$$G\,(x_1, \ldots, x_n)$$

bezüglich der Nebenbedingungen

$$g_j\,(x_1, \ldots, x_n) \leq 0 \qquad (j = 1, \ldots, m)$$

und

$$x_i \geq 0 \qquad (i = 1, \ldots, n).$$

Die geometrische Interpretation für $n = 2$ ist analog zu Bild 1, nur sind jetzt die Geraden durch Kurven ersetzt (Bild 2).

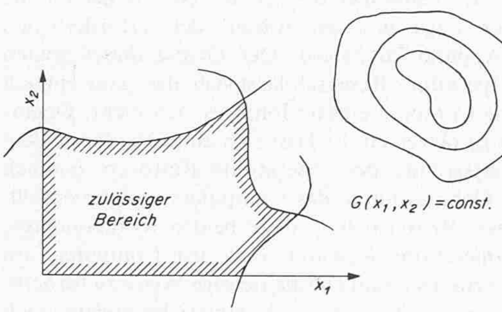

Bild 2

Es gibt heute keinen Algorithmus, der eine Aufgabe in so allgemeiner Form lösen kann.

Beschränkt man sich auf konvexe bzw. konkave Funktionen, so ist es möglich, die optimale Lösung rechnerisch zu bestimmen, doch benötigen die Verfahren oft recht komplizierte mathematische Überlegungen.

In der Praxis treten oft Probleme auf, in denen die Zielfunktion quadratisch ist und die Restriktionen linear bleiben. Für diesen Fall gibt es sehr gute Algorithmen.

Nach diesen theoretisch Überlegungen mögen uns einige praktische Beispiele den Anwendungsbereich des Operations Research beleuchten.

B. Praxis

Volkswirtschaftliche Probleme

In Zusammenarbeit mit dem Eidg. Volkswirtschaftsdepartement haben wir in den letzten Jahren die modernsten mathematischen und technischen Hilfsmittel eingesetzt, um zentrale volkswirtschaftliche Projekte, vorwiegend auf dem Gebiet der Kriegsvorsorge, lösen zu helfen: An erster Stelle erwähne ich den sog. schweizerischen Anbauplan. Seine Aufgabe besteht darin, die Bebauung des knappen schweizerischen Bodens so zu gestalten, dass unsere Bevölkerung in Notzeiten aus der eigenen Produktion ernährt werden kann. In Analogie zum bekannten Plan Wahlen aus dem Zweiten Weltkrieg wurde ein umfangreiches Modell mit mehreren hundert Relationen und Variablen aufgestellt. Dieses umfangreiche Modell, das sich exakter mathematischer Methoden bedient, ist in der Lage, das mathematische Optimum mit Sicherheit anzugeben. Die Berechnung kann nur auf einer sehr grossen elektronischen Rechenanlage erfolgen. Die Rechenzeit beläuft sich auf etwa 1 Stunde. Dabei muss natürlich erwähnt werden, dass die Aufstellung des Maschinenprogramms eine umfangreiche Arbeit darstellt. Doch dieses Programm kann, wenn es einmal vorhanden ist, immer wieder benutzt werden. Stünde einem menschlichen Rechner für unser Anbauprojekt lediglich eine Tischrechenmaschine zur Verfügung, so müsste diese, um zum selben Ziel zu gelangen wie die elektronische Rechenmaschine, mehrere hundert Jahre rechnen.

Neben diesem Anbauplan werden im Rahmen der neugeschaffenen Sektion KOR (Kriegswirtschaftliches Operations Research) verschiedene weitere Projekte studiert, die hier nur kurz erwähnt werden sollen:

a) Vorbereitung einer Lebensmittelrationierung im Kriegsfall unter Einsatz von Computern.

b) Probleme der Mehl- und Brotversorgung. Dabei gilt es zu ermitteln, auf welche Weise die Brotversorgung der Schweiz im Kriegsfall kostenoptimal gesichert werden kann. Fragen treten auf in der Form: Welche Ortsgetreidestelle hat welche Mühle zu beliefern, und zu welchem Verbraucherzentrum wird das Mehl dann weitergeleitet, so dass der Mehlbedarf gedeckt wird und die Kosten minimal werden.

c) Zu unseren interessanten Problemen gehört der Operations Research-Teil des zur Zeit im Auftrage stehenden Agrargutachtens des Bundesrates über die langfristige Struktur der schweizerischen Landwirtschaft. Hier steht die optimale Produktionsstruktur für zwei Varianten im Vordergrund, nämlich
   1. bei einem allfälligen EWG-Anschluss unter spezieller Berücksichtigung der EWG-Preise,
   2. bei keinem EWG-Anschluss.

   Auch bei dieser Aufgabe ist die Kriegsvorsorge zu berücksichtigen, im Zusammenhang mit der minimalen Anbaubereitschaft.

d) Bei unseren Nachfragebetrachtungen nach Agrarprodukten wird eine empirische Schätzung der Nachfragefunktion für die etwa 20 wichtigsten Agrarprodukte vermittels ökonometrischer Methoden bestimmt. Die Kenntnis solcher Nachfragefunktionen der wichtigsten Agrarprodukte kann unserer schweizerischen Agrarpolitik bestimmt wichtige Dienste leisten.

e) Besonderes Interesse möchten wir der Aufstellung volkswirtschaftlicher Gesamtmodelle widmen. Solche Modelle haben sich vor allem mit dem Problem der allgemeinen Interdependenz, d. h. mit der Tatsache, dass alle wirtschaftlichen Vorgänge miteinander verkettet sind, auseinanderzusetzen.

Militärische Probleme

a) Evaluation von Kampfflugzeugen

Bei diesen Operations Research-Studien geht es im wesentlichen darum, aus den dem Militärdepartement angebotenen Flugzeugtypen denjenigen Typ zu ermitteln, der die verlangten militärischen Wirkungen, zum Beispiel Erdkampfunterstützung mittels Bomben und Raketen usw., mit den relativ geringsten Kosten erzielt. Zur Untersuchung eines sehr wichtigen Teilproblems, nämlich der Überlebenswahrscheinlichkeit eines Kampfflugzeuges im Kriegseinsatz, wurde ein Operations Research-Modell zur Simulierung von Luftkämpfen auf dem Elektronenrechner entwickelt. Für dieses Modell wurden die Einflussfaktoren auf die Bewegung, die Sichtung und auf den Luftkampf zweier Flugzeuge oder Flugverbände untersucht. Durch das möglichst realistische Nachbilden (Simulieren) von Luftkämpfen mit dem Computer soll insbesondere die Bedeutung wichtiger technischer Eigenschaften, wie zum Beispiel des Beschleunigungsvermögens, für die Überlebenswahrscheinlichkeit eines Kampfflugzeuges abgeschätzt werden. Je grösser seine Lebenserwartung im Kriegseinsatz ist, um so mehr Einsätze können mit demselben Flugzeug geflogen werden, bevor es durch Abschuss zerstört wird. Um zuverlässige Aussagen über die Überlebenswahrscheinlichkeiten erhalten zu können, mussten auf einem Computer gegen 100 000 Luftkämpfe simuliert werden.

b) Weitere militärische Operations Research-Aufgaben

In Kürze sei noch auf einige Studien von militärischen Operations Research-Arbeiten stichwortartig hingewiesen, die in den letzten Jahren in der Schweiz behandelt wurden: Probleme der Munitionslagerung, Simulation eines Flugplatzbeschusses, optimaler Erneuerungszyklus bei Motorfahrzeugen, Transportmodelle, PERT-Studien, Panzerabwehrsimulation, Modelle zur Tieffliegererfassung u.a.m.

Verkehrsplanungen

Die zukünftige Bewältigung des Strassenverkehrs stellt die kommunalen, kantonalen und eidgenössischen Behörden vor mannigfaltige Aufgaben, die nur in Zusammenarbeit von Vertretern aus verschiedenen Fachgebieten mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden können. Für solche umfangreiche Arbeiten stellt das Operations Research wiederum geeignete Verfahren und Modellstrukturen zur Bearbeitung zur Verfügung. Ebenso erweisen sich die modernen Hochleistungs-Rechenautomaten als ein äusserst wertvolles Hilfsmittel, welches zur Bearbeitung des sehr grossen Aufgabenspektrums verwendet werden kann.

Es ist bei der Entwicklung einer Verkehrssteuerung das Ziel, den Verkehrsprozess durch geeignete Massnahmen nach bestimmten Gesichtspunkten zu optimieren (minimale Wartezeit, grösstes Verkehrsvolumen etc.). Analytische Verfahren eignen sich nicht immer zur Behandlung solch komplexer Probleme; deshalb benützt man oft grosse Elektronenrechner und simuliert mit Operations Research-Methoden den zu untersuchenden Prozess. Beim Aufstellen von Simulationsmodellen zeigen sich zudem oft weitere, bis dahin noch nicht erfasste Zusammenhänge. Aus den Simulationsergebnissen können Schlüsse auf eine günstige Fahrplangestaltung der Strassenbahnen gezogen werden; ebenso vermitteln die Simulationsergebnisse Angaben über die Auswirkungen der untersuchten Ampelsteuerstrategien auf die übrigen Verkehrsteilnehmer sowie Hinweise auf allfällig notwendige bauliche Veränderungen.

Bauplanung

Die Investitionen im Bauwesen sind in den letzten Jahren enorm angestiegen. Durch eine sorgfältige Auswahl von Standorten sowie durch zweckmässige Raumdimensionierungen und Raumanordnungen kann der Nutzwert von Gebäuden wesentlich erhöht werden. Bezüglich der Baukosten ist zu bemerken, dass durch die Wahl geeigneter Bauverfahren, durch die Bestimmung optimaler Seriengrössen von Bauteilen und durch die Wahl einer optimalen Baugeschwindigkeit wesentliche Kosteneinsparungen erreicht werden können.

Bei den Berechnungen wird ein gegebenes Zahlenmaterial unter vielen Gesichtspunkten ausgewertet und mittels Verfahren des Operations Research optimiert. Die Auswahl der Rechenoperationen erreicht in der Regel einen Umfang, der nur durch den Einsatz elektronischer Grossrechenanlagen in wirtschaftlicher Weise bewältigt werden kann.

Es lag mir daran, an einigen markanten Beispielen den Einsatz des Operations Research zu erläutern. Oft mutet es einen sonderbar an, dass diese wirkungsvollen Methoden nicht schon früher eingesetzt worden sind. Ich glaube, dass unsere grossen Mathematiker des letzten Jahrhunderts ohne weiteres in der Lage gewesen wären, den erforderlichen theoretischen Apparat zu liefern. Der Grund dieses späten Einsatzes des Operations Research lässt sich aber ganz einfach erläutern: Ohne Computereinsatz lohnt es sich nicht, Operations Research zu betreiben. Es lässt sich eindeutig feststellen, dass die Geburtsstunde des Operations Research ziemlich genau mit der Geburtsstunde des Computers zusammenfällt.

Es soll unser Betreben sein, diese beiden Komponenten, nämlich das Operations Research und den Computer, am richtigen Ort einzusetzen und auf die richtige Weise zu fördern. Die obigen Beispiele, die sich durch zahlreiche andere noch erweitern liessen, haben uns eindrücklich vor Augen geführt, wie nützlich diese beiden Komponenten sind.

Verwaltung, Wirtschaft und unsere Industrie sind auf die moderne Forschung des Operations Research in hohem Masse angewiesen, und um diese Forschung richtig anzuwenden, benötigen wir wiederum den Computer, der der Menschheit möglicherweise mehr nützen wird als irgend eine Erfindung je zuvor.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *H. Künzi*, 8002 Zürich, Stockerstr. 44.

Der sechste FIP-Kongress, Prag 1970

DK 061.2:624.012.47

Vom 6. bis 13. Juni 1970 fand in Prag der 6. Kongress der Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP) statt, dem einschliesslich der begleitenden Damen 2340 Teilnehmer aus 48 Ländern beiwohnten. Bekanntlich führt die FIP alle vier Jahre solche Kongresse durch, mit dem Ziel, die Fachwelt über den neusten Entwicklungsstand der Spannbetonbauweise zu orientieren. Der letzte Kongress wurde 1966 in Paris abgehalten.

An der vor Kongressbeginn abgehaltenen Generalversammlung der Delegierten wurden *G. F. Janssonius* (Holland) als Präsident und *B. C. Gerwick* (USA) als Vizepräsident für die nächsten vier Jahre gewählt. Der abtretende Präsident Prof. Dr. *Franco Levi* wurde für seine grossen Verdienste zum Ehrenpräsidenten ernannt. An der feierlichen Eröffnungssitzung des Kongresses erhielten die Ingenieure *N. Esquilian* (Frankreich), *U. Finsterwalder* (Deutschland) und *R. Morandi* (Italien) für ihre grossen Leistungen auf dem Gebiete des Spannbetonbaues die goldene Freyssinet-Medaille.

Die eigentliche Kongressarbeit gliederte sich thematisch wie folgt:

- Hauptvorträge über verschiedene Gebiete der Forschung, Projektierung und Entwicklung
- Berichte der FIP-Ausschüsse
- Berichte der Mitgliedergruppen über bedeutende Spannbetonbauwerke
- Allgemeine technische Kurzbeiträge

An zwei Sitzungen wurden die folgenden Hauptvorträge gehalten: *B. C. Gerwick:* «Schwimmende und Unterwasser-Spannbetonbauwerke», *Y. Guyon:* «Verbundkonstruktionen im Spannbeton», *Ch. Ostenfeld:* «Spannbeton im Grundbau», *R. Baus:* «Ermüdung und Bruch der Konstruktion Klasse III», *V. V. Mikhailov:* «Dreiachsig beanspruchte Elemente», *F. Leonhardt:* Schub und Torsion im Spannbeton», *A. F. Milovanov:* «Einfluss extremer Temperaturen auf Spannbeton» und *V. Křistek:* «Dünnwandige Spannbetonbalken, Theorie und Versuche.»

Eine wichtige Sitzung galt der Einführung und Erläuterung der gemeinsam vom Comité Européen du Béton und von der FIP ausgearbeiteten, auf Kongressbeginn neu veröffentlichten «Recommandations internationales pour le