

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Die Anwendung der Vorspannung im Eisenbetonbrückenbau anhand des Beispiels der Aarebrücke Sulgenbach-Kirchfeld  
**Autor:** Roš, M.R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53150>

### **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:** 22.02.2026

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

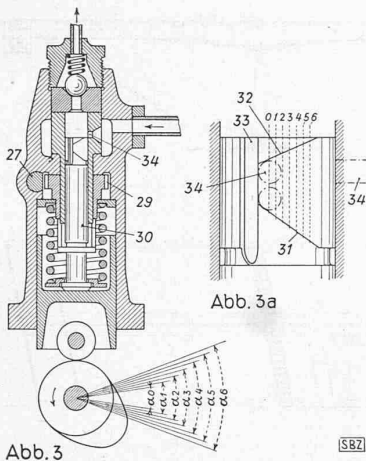


Abb. 3a

Abb. 3

SBZ

und B entstehen für Punkt 25 die Stellungen 1 bis 6. Die selben Gleichgewichtspunkte gelten auch für den Kolben der Drehzahlstellvorrichtung 6 des Reglers, sowie für das Reguliergestänge der Brennstoffpumpen.

Bei den Brennstoffpumpen gemäss Abb. 3 und 3a finden wir die gleichen Stellungen 1 bis 6, sowie eine Leerlaufstellung 0. Es handelt sich um die bekannte Bauart mit zwei Steuerkanten, wobei der Kolben 30 von der Regulierstange 27 aus über einen verzahnten Mitnehmer 29

verdrehen kann, sodass der effektive Förderhub der Pumpe verändert wird. Dieser beginnt bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens 30 im Moment, wo die Kante 32 die Rückströmöffnung 34 schliesst und endet dann, wenn diese von der Kante 31 wieder geöffnet wird, sodass der Brennstoff aus dem Förderraum über die Nute 33 zurückfliessen kann. Da gemäss den obenstehenden Ausführungen jeder Drehzahl ein bestimmtes, vom Feldregler konstant gehaltenes Drehmoment zugeordnet ist, war es durch Schrägstellen der oberen Steuerkante 32 möglich, den Einspritzbeginn entsprechend dem mit steigender Drehzahl grösseren Zündverzug vorzuverlegen.

Die in Abb. 2 dargestellte Rückführung 10 verhindert das Ueberregulieren des Feldreglers 14, d. h. eine weitere Ent- (oder Be-)lastung des Dieselmotors, wenn dieser sich anschliessend an eine Ueberlastung (oder Unterlast) bereits wieder beschleunigt (oder verzögert). Ohne Rückführung würde diese Ent- (oder Be-)lastung erst aufhören, wenn der Brennstoffregler wieder seine Sollstellung erreicht hat. Die Rückführung kürzt demnach den ganzen Regulierungsvorgang ab.

Wie unter f) erwähnt, ist auch der Aufladeschutz 28 ein von Sulzer in der dargestellten Kombination mit dem Feldregler eingeführtes und dieser Firma patentiertes Organ. Die Charakteristik des Federkörpers a im Aufladeschutz ist so gewählt, dass der Anschlag b des Reguliergestänges 27 die Brennstoffpumpen freigibt, wenn der Aufladedruck die der gerade herrschenden Reglerstellung entsprechende Brennstoffmenge zulässt. Ist dies nicht der Fall, d. h. ist der Aufladedruck zu niedrig,

so zieht der Anschlag b die Stange 27 nach links. Die Brennstoffmenge geht dadurch zurück, indem die Feder im Federglied 26 zusammengedrückt wird. Der Regler hat somit keine Einwirkung mehr auf die Brennstoffregulierung und beeinflusst nur noch den Feldregler. Da die Brennstoffmenge herabgesetzt ist, sinkt die Drehzahl. Brennstoffregler 5 und Servomotor 9/12 des Feldreglers reagieren daher genau wie auf eine Ueberlastung und reduzieren die Belastung so stark, bis sie der vom Aufladeschutz 28 begrenzten Brennstoffmenge entspricht.

Die hier beschriebene Steuerung stellt wohl die konsequenteste Weiterentwicklung des von Lemp zuerst in einem Patent niedergelegten Gedankens der Feldregulierung vom Brennstoffregler des Verbrennungsmotors aus dar. Die Zuordnung eines bestimmten Drehmomentes zu jeder Drehzahl des Dieselmotors hat die wesentliche Vereinfachung der Spritzbeginneinstellung der Brennstoffpumpen durch eine zweite schräge Steuerkante am Pumpenkolben erst möglich gemacht, und die Verwendung einer Aufladeschutz-Vorrichtung im Zusammenhang mit einem Federglied zwischen dem Gestänge des Brennstoffreglers und der Brennstoffpumpe erlaubte erst die Ausnützung der Vorzüge des Lemp-Systems für aufgeladene Dieselmotoren. In dieser Form erfüllt die automatische Steuerung alle nachstehend zusammengefassten Funktionen:

Der *Feldregler* hält innerhalb eines bestimmten Fahrbereiches die Leistung des Dieselmotors konstant, wenn sich folgende Grössen ändern: Steigung der Bahnlinie, Temperatur der elektrischen Maschinen, Belastung und Spannung des Hilfsgenerators.

Die Belastung des Dieselmotors wird unter Konstanzhaltung der Drehzahl reduziert, wenn: die Verbrennung schlechter wird, der Heizwert des eingespritzten Brennstoffes geringer ist, die Fördermenge der Brennstoffpumpen bei einer bestimmten Einstellung derselben geringer wird, die Reibungsverluste des Dieselmotors grösser werden, einzelne Zylinder aussetzen oder der Aufladeschutz anspricht.

Der Aufladeschutz spricht an, wenn der Aufladedruck geringer ist als der gerade vorhandenen Reglerstellung entsprechen sollte. Dies tritt auf: während der Beschleunigung des Dieselmotors oder der Aufladegruppe, wenn der Widerstand im Ansaugluftfilter infolge Verschmutzung zu gross ist, bei Defekt an der Aufladegruppe.

Die obenzusammengestellten Funktionen, welche die Steuerung der neuesten Sulzer-Dieselfahrzeuge vollständig zu erfüllen vermag, genügen erfahrungsgemäss für normale Traktionsbedingungen. Es würde zu weit führen, hier auch diejenigen zusätzlichen Einrichtungen zu besprechen, die Sulzer für gewisse Spezialfälle (stark variable Höhenlage oder Temperatur) in Aussicht genommen und durch Patente sich hat schützen lassen.

## Die Anwendung der Vorspannung im Eisenbetonbrückenbau anhand des Beispiels der Aarebrücke Sulgenbach-Kirchenfeld

Von Dipl. Ing. M. R. ROŠ, Zürich

### I.

«Le système des précontraintes... est un état d'esprit, une affirmation de la volonté de l'Ingénieur, de ne plus subir les conséquences des états élastiques initiaux...»<sup>1)</sup>

Die technische Formulierung dieses Gedankens lautet: In einem Material und in weiterem Sinn in einem Konstruktionselement auf künstliche Weise — z. B. unter Heranziehung eines weiteren Baustoffes — einen Spannungszustand derart erzwingen, dass sich bei Ueberlagerung der durch ständige oder zeitweise Beanspruchung erzeugten Spannungen ein Anstrengungszustand ergibt, der die restlose bzw. bestmögliche Ausnützung der Festigkeitseigenschaften der verwendeten Baustoffe gestattet<sup>2)</sup>.

Der in dieser Definition enthaltene Gedanke wird in der technischen Welt seit langem mit Erfolg verwendet: aufgeschrumpfte Verstärkungen an Geschützrohren, bandagierte Druckleitungen usw. In der Bautechnik bietet er aber insbesondere den Eisenbetonkonstrukteuren eine Fülle neuer Möglichkeiten erst, seit folgende zwei Voraussetzungen erfüllt sind: 1. Herstellung von hochwertigem Beton auf der Baustelle, 2. Verwendung von Stählen mit Zugfestigkeiten von 10 000 kg/cm<sup>2</sup> und mehr.

Die Anwendung der Vorspannung im Eisenbetonbau stellt nicht eine kriegsbedingte Bauweise dar, bei der die Ersparnis von einigen kg Stahl — so wichtig diese auch heute sein mag — Hauptsache ist, die mit Nachteilen erkaufte werden muss, sondern

<sup>1)</sup> E. Freyssinet: Une révolution dans l'art de bâtir: Les constructions précontraintes.

<sup>2)</sup> Ueber vorgespannte Konstruktionen siehe SBZ Bd. 111, S. 61\*; Bd. 114, S. 151\*; Bd. 117, S. 209\*; Bd. 121, S. 51\* und 239\*.

einen technischen Fortschritt. Die Zukunft wird zeigen, dass der stolze Anspruch, den diese Bauweise in der Formulierung von E. Freyssinet erhebt «... ce procédé devient le plus fécond des perfectionnements de l'art de construire, réalisé depuis la généralisation de l'emploi du métal dans les charpentes...» zu Recht besteht.

### II.

Die Projektierung eines Bauwerkes in vorgespanntem Beton bedingt, dass man sich Rechenschaft ablegt, was für Wege überhaupt beschritten werden können. Bis heute wurde der Gedanke der Vorspannung in sehr verschiedenen Ausführungsformen verwirklicht, die nach folgenden Merkmalen unterschieden werden können:

1. *Unverankerte Konstruktionen.* Vorspannarmierung geradlinig, ohne besondere Verankerung an den Enden, einbetoniert. Monolith und Verbundkonstruktion, Stahlsaitenbeton<sup>3)</sup>.

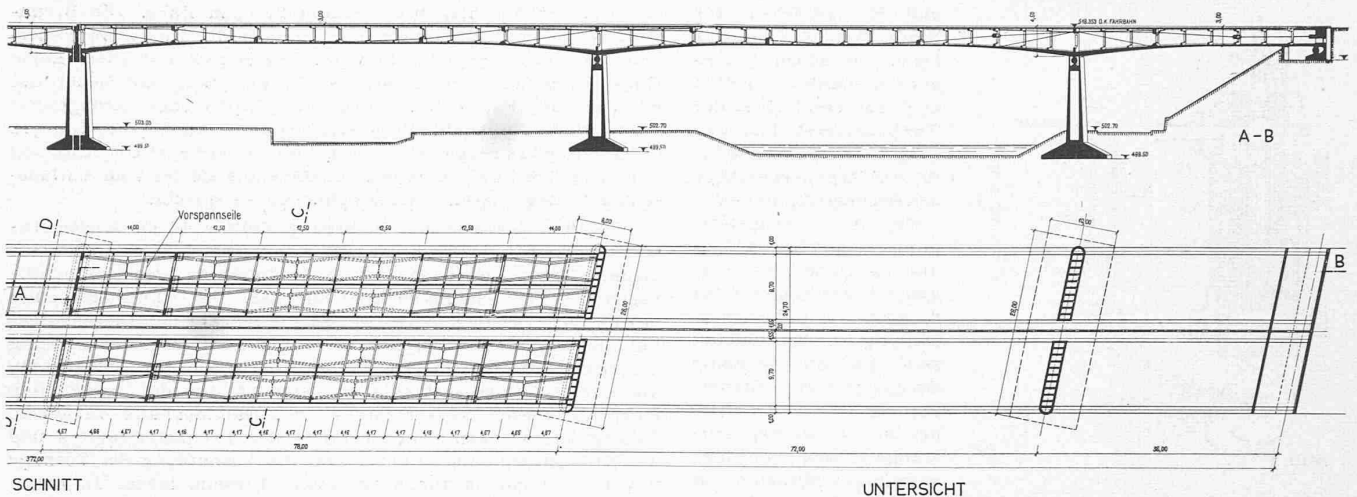
2. *Verankerte Konstruktionen.* Vorspannarmierung geradlinig mit besonderen Verankerungsvorrichtungen (Ankerplatten, Haken), einbetoniert. Monolith und Verbundkonstruktion, Spannbeton<sup>4)</sup>.

3. *Verankerte Konstruktionen ohne Verbundwirkung.* Trennung der Vorspannarmierung vom Beton durch Verlegen in Rohren oder Umhüllung mit einem plastischen Stoff<sup>5)</sup>.

<sup>3)</sup> E. Hoyer: «Der Stahlsaitenbeton», ferner zahlreiche Veröffentlichungen von Amos, Friedrich, Freyssinet, Kleinlogel, Pistor u. a. Unter diesen Begriff fallen Konstruktionen von Hoyer, Freyssinet, Schäfer, Wettstein u. a.

<sup>4)</sup> E. Mörsch: «Spannbetonträger», ferner Veröffentlichungen von Lenk und Oppermann. Konstruktionen von Koenen, Freyssinet.

<sup>5)</sup> Konstruktionen von Coyne, Freyssinet, ferner in den U. S. A.



SCHNITT

Abb. 1 u. 2. Längsschnitt und Grundriss 1:1000 des Entwurfes für eine Aarebrücke in Bern von Ing. M. R. ROS (Zürich)

4. Verankerte Konstruktionen ohne Verbundwirkung mit polygonaler oder seilkurvenartiger Führung der Vorspannarmierung. Hängewerke und unterspannte Balken<sup>6)</sup>.

5. Verankerte Konstruktionen ohne Verbundwirkung, mit seilkurvenartiger oder gerader Führung der Armierung, die aus fertigen Betonteilen zusammengesetzt werden. Die Fugen zwischen den Einzelteilen werden mit Mörtel ausgefüllt und durch die Vorspannung unter Druck gesetzt<sup>7)</sup>.

Bei den unter 3 bis 5 genannten Ausführungsarten kann eine Verbundwirkung unter Umständen nachträglich noch erzielt werden, indem die Armierung nach dem Vorspannen einbetoniert wird oder der Hohlraum zwischen Armierung und umgebender Hülle durch Zementinjektionen ausgefüllt wird.

Von den genannten Konstruktionsarten, deren Vor- und Nachteile zu besprechen hier zu weit führen würde, kann keine das Primat, die beste zu sein, beanspruchen. Jede hat ihren besonderen Anwendungsbereich und stellt lediglich die Realisierung ein und desselben Gedankens durch verschiedene konstruktive Mittel dar. Sie sind bestimmt durch wirtschaftliche und technische Erwägungen, die von Fall zu Fall ändern: Grösse der auftretenden Vorspannkräfte, notwendige Wartefristen im Gebrauch der Vorspannmechanismen, Anteil des Eigengewichts der Konstruktion am Gesamtgewicht, Herstellung als Massenartikel oder Einzelanfertigung, usw.

### III.

Anhand eines Projektes für die Aarebrücke Sulgenbach-Kirchenfeld<sup>8)</sup> wird gezeigt, dass die neue Bauweise zu grosszügigen, leichten und wirtschaftlichen Lösungen Hand bietet.

a) Systemwahl. Aus praktischen Gründen kommen nur die unter 3 bis 5 genannten Systeme in Frage. Gewählt wurde eine verankerte Konstruktion mit polygonaler Führung der Vorspannarmierung und teilweiser Verbundwirkung, ausgeführt als durchlaufender Balken von total 372 m Länge mit den Spannweiten 36, 72, 78, 78, 72 und 36 m (Abb. 1 u. 2). Das Auflager in der Symmetrieachse ist fest, die übrigen Auflager sind beweglich ausgebildet als gepanzerte Eisenbetonrollenlager. Dehnungsfugen in Querrichtung sind nur an den Brückenden vorhanden.

Die Vorspannung wird erzielt durch eine Unterspannung mit einem durchlaufenden Zugband aus zweimal zwölf 60 mm starken Paralleldrahtseilen und fünf zusätzlichen Zugbändern. Das besondere Merkmal der Vorspannung mit unterspanntem Zugband ist, dass es durch polygonale Führung der Zugbänder gelingt, im Balken solche Abstützkräfte und Momente zu erzeugen, dass sie die Momente infolge Eigengewicht aufheben; d. h. der Balken erfährt unter Eigengewicht eine zentrische Druckvorspannung, deren Grösse so bestimmt wird, dass die Verkehrslast in ungünstigster Laststellung an keiner Stelle im Beton Zugspannungen hervorruft.

<sup>6)</sup> Konstruktionen von Finsterwalder, Dischinger.

<sup>7)</sup> Pont de Luzancy von Freyssinet, vorgespannte Platten von Freyssinet.

<sup>8)</sup> Der Verfasser war durch die Wettbewerbsbedingungen von der Teilnahme am kürzlich abgehaltenen Wettbewerb (siehe SBZ Band 121, Seite 249\* ff.) ausgeschlossen.

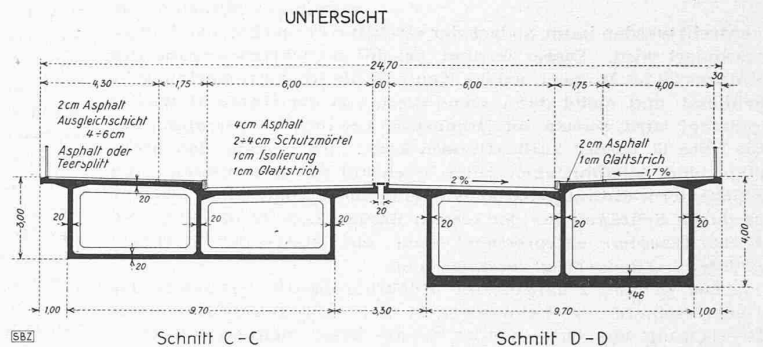


Abb. 3. Querschnitte 1:250

Systeme dieser Art wurden zuerst von Prof. Dischinger angewendet. Ihre Vorteile gegenüber den gewöhnlichen Eisenbetonbalkensystemen sind: Vollständige Rissfreiheit des Bauwerkes, Möglichkeit grosszügiger und schöner Lösungen, leichte Querschnitte, Beton- und Stahlersparnis. Als Hauptnachteil steht dem gegenüber: Schwierigkeit des Anspannens und einwandfrei Verankern der Zugbänder. Notwendigkeit, die Zugbänder während längerer Zeit nachspannen zu können.

In den bis heute bekannt gewordenen Ausführungen wurde als Material für die Zugbänder St. 52 verwendet und die Anspannung in Brückenlängsrichtung vorgenommen. Die Abstützpunkte des Spannseiles müssen deshalb als bewegliche Lager

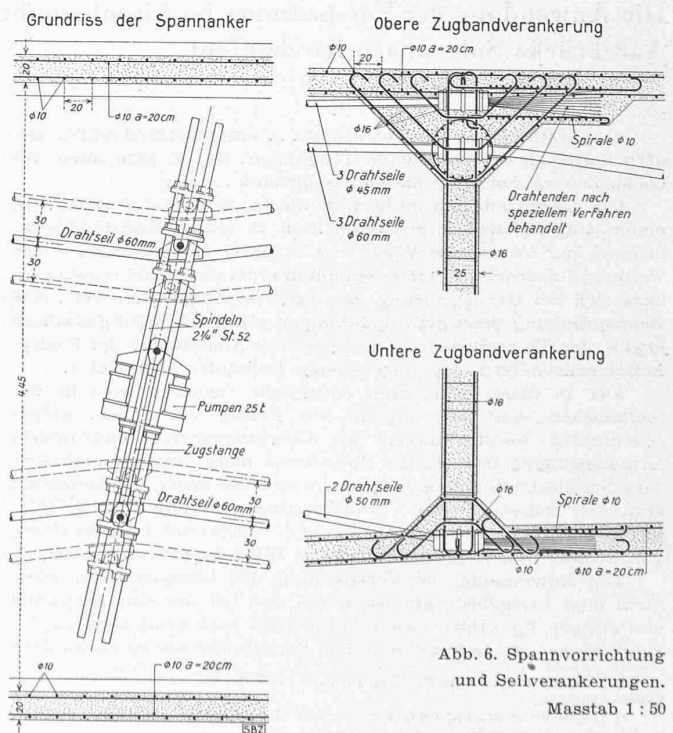


Abb. 6. Spannvorrichtung und Seilverankerungen.

Massstab 1:50



jederzeitiges Nachspannen ist mit Leichtigkeit möglich. 6. Grössere Bruchsicherheit.

Die Bestimmung der Seilspannung hat durch Dehnungsmessung zu erfolgen.

Nachteile sind: 1. Notwendigkeit einer grossen Zahl von Spannankern. 2. Die Querträger müssen infolge der Querverspannung bedeutende Druckkräfte aufnehmen und deshalb kräftiger ausgebildet werden.

h) *Kosten und Materialbedarf*, berechnet entsprechend den Wettbewerbsgrundlagen:

	Fr.	Stahl bzw. Stahlguss t	Beton m <sup>3</sup>
Erdarbeiten . . . . .	208 000		
Pfeiler und Fundamente . . . . .	350 000	145	3170
Auflager . . . . .	75 000	39	22
Eisenbetonbrückenkonstruktion . . . . .	786 000	325	5600
Zugbänder und Spannvorrichtung . . . . .	742 000	361	
Fahrbahn, Geländer u. Entwässerung . . . . .	360 000		
Lehrgerüst . . . . .	310 000		
Bauleitung, Verschiedenes . . . . .	283 000		
Total . . . . .	3 114 000	870	8792
Pro nutzbare Fläche . . . . .	355 Fr./m <sup>2</sup>	0,0995 t/m <sup>2</sup>	

#### IV.

Das vorliegende Projekt zeigt, dass die Anwendung der Vorspannung Lösungen ermöglicht, die die Vorteile des Stahlbaues (grosse Spannweiten, Eleganz der Linienführung) mit denjenigen des üblichen Eisenbetonbaues (geringere Gesteinskosten) vereint. Eine weitere erhebliche Ersparnis ist möglich durch Verwendung von Sonderbeton (Erhöhung der zulässigen Spannungen, Reduktion der Querschnitte) und durch eine verbesserte Zugbandführung.

Die Anwendung der künstlichen Vorspannung verliert ihre Berechtigung da, wo Druckkräfte im Beton auf natürliche Weise, z. B. durch Anordnung von Gewölben, erzielt werden können. Bei der neuen Aarebrücke sprechen die Fundationsverhältnisse für eine Balkenbrücke.

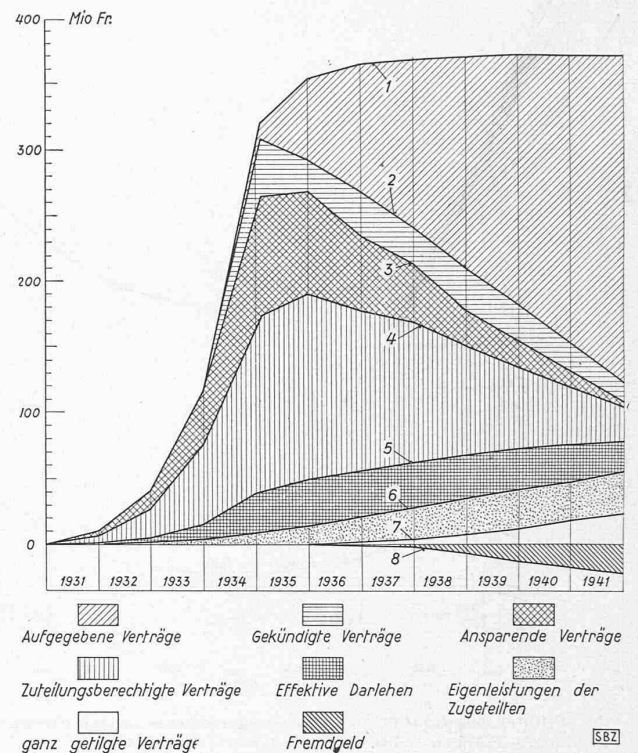
## Das Bausparen in der Schweiz

Die Ausführungen von Dir. S. Puppato über das Bausparen in der Schweiz in Bd. 121, S. 232 des laufenden Jahrganges der SBZ erscheinen einige Ergänzungen, weil sie sonst geeignet sind, beim Leser unrichtige Vorstellungen über den behandelten Gegenstand zu erwecken. Das gleiche gilt auch für die dort erwähnte Broschüre über das selbe Thema, die kürzlich vom Verband schweizer. Bauspar- und Entschuldungskassen herausgegeben wurde.

Wenn schon die Öffentlichkeit über die Entwicklung der Kreditkassen mit Wartezeit in der Schweiz orientiert werden soll, so gehört dazu ein Rückblick, in dem auch die Gründungsjahre mit zur Darstellung gelangen, umso mehr, als es sich ja darum handeln soll, die Jahresberichte des Eidg. Aufsichtsammtes zusammenzufassen und zu ergänzen. Diese Gründungsjahre (1931 ff.) liegen noch nicht soweit zurück, dass man annehmen dürfte, die damaligen Ereignisse seien ausschliesslich von rein historischem Interesse. Im Gegenteil ist der heutige Zustand im schweizerischen Bausparwesen auch in wirtschaftlicher Hinsicht eine unmittelbare Folge der seinerzeitigen Vorkommnisse, Handlungen und Unterlassungen.

In welchem Masse dies zutrifft, geht hervor aus der nebenstehenden graphischen Darstellung. Sie zeigt nahezu alles, was die Bausparkassen bis Ende 1941 geleistet haben, was aus ihnen geworden ist, und insbesondere auch manches, was in den neuen Publikationen des Verbandes schweizer. Bausparkassen sorgsam verschwiegen wird. Der Kenner der Verhältnisse findet darin ausserdem die Bestätigung dessen, was den Bausparkassen und ihren Anhängern seinerzeit entgegengehalten wurde.

Als wesentlich sei festgestellt, dass die effektiven, von den Kreditkassen mit Wartezeit ausbezahlten Darlehen in keinem Momente die Höhe von 10% der Kreditvertragssumme erreicht haben, nicht einmal im Jahre 1935, als über 40% dieser Summe zum Darlehensempfang berechtigt war. Dem aufmerksamen Betrachter der Figur wird bald einleuchten, dass die Kurven 2 bis 5 alle ungefähr einem gemeinsamen Punkte zustreben, der voraussichtlich bald erreicht sein wird. Damit ist dann auch das Ende des sog. Kollektivgeschäftes erreicht, d. h. mit andern Worten: Es sind dann alle in den Jahren 1931 bis 1937 abgeschlossenen Kreditverträge in der Gesamthöhe von rd. 370 Mio Fr. auf irgend eine Weise liquidiert, nämlich rd. 80 Mio auf dem ursprünglich vorgesehenen Wege, und rd. 290 Mio Fr. durch Umwandlung



Entwicklung des Bausparens in der Schweiz von 1931 bis 1941

- 1 Fortlaufende Summe aller abgeschlossenen Bausparverträge.
- 2 Fortlaufende Summe aller noch gültigen Verträge.
- 3 Summe der ungekündigten Bausparverträge.
- 4 Fortlaufende Summe aller Verträge, deren Inhaber gestützt auf ihre eigenen Einzahlungen von 20% der Vertragssumme ein Anrecht auf Auszahlung des Darlehens erworben haben, die aber nur teilweise befriedigt werden konnten.
- 5 Summe aller sog. Zuteilungen, umfassend die Rückzahlung der Eigenleistung und die ausbezahlten wirklichen Darlehen.
- 6 Summe aller An- und Abzahlungen der Schuldner.
- 7 Summe der getilgten Hypothekendarlehen.
- 8 Laufende Summe des sog. Fremdgeldes.

bzw. Verzicht auf den ursprünglichen Kreditvertrag, womit stets ein gewisser Verlust für die betreffenden Mitglieder verbunden war, der in den meisten Fällen mehr als nur die seinerzeitige Abschlussprovision ausmachen dürfte. Die Behauptung, es handle sich dabei um eine «planmässige» Rückbildung, ist nicht gerade überzeugend.

Die dannzumal noch weiter laufenden Darlehen sind solche, die mit Hilfe von sog. Fremdgeld gewährt wurden, auf das heute, im Gegensatz zu früher, von den Bausparkassen so grosses Gewicht gelegt wird. Es ist interessant zu erfahren, woher dieses Fremdgeld stammt, und in welchem Umfange die neuen Anlageinstrumente (Vermögensbildungsvertrag, Kapitalanlagevertrag und Rententitel) neben denjenigen konventioneller Art (Obligationen, Einlage- und Depositenhefte) dabei vertreten sind. Nachdem sich die Propagandaschrift der Bausparkassen und der Aufsatz von Dir. Puppato darüber ausschweigen, stellen wir aus dem Bericht des Eidg. Aufsichtsammtes über das Jahr 1941 folgendes zusammen:

Sonderguthaben früherer Kreditanwärter, entstanden aus der Umwandlung ihrer Guthaben aus den ehemaligen Kreditverträgen . . . . .	8,6 Mio Fr.
Bankschulden . . . . .	6,3 » »
Von Pensionskassen, Versicherungsgesellschaften und ähnlichen Institutionen geliehene Gelder . . . . .	4,9 » »
Obligationen, Einlagehefte, Vermögensbildungsverträge und Einlageverträge . . . . .	2,6 » »
Summe des sog. Fremdgeldes Ende 1941 . . . . .	22,4 » »

Dazu heisst es im zitierten Bericht auf Seite 8: «Der Umfang der eigentlichen Publikumsfelder lässt sich nicht feststellen, denn die 2,6 Mio Fr. betragenden Gelder aus Obligationen, Einlageheften, Vermögensbildungs- und Einlageverträgen sind zu einem erheblichen Teil durch Umwandlung von Kreditnehmerguthaben entstanden.» Somit machen die neuen Anlageinstrumente nur einen Bruchteil von 2,6 Mio, und damit nur einen geringen Prozentsatz des gesamten Fremdgeldes aus.

Der Vollständigkeit halber muss noch folgendes beigefügt werden: Neben den in der Figur zwischen den Kurven 5 und 6