

8. Spannungsumlagerung infolge Schwinden und Kriechen in zentrisch belasteten Stahlbetonprismen

Dipl.-Ing. J. BEDNÁŘ

Eine der Arten, wie man den Spannungsverlust und die Verformung von *vorgespannten Betonkonstruktionen* vermindern kann, ist, die Betondruckzone zu bewehren. Diese schlaffe Bewehrung bietet dann den Verformungen zufolge Schwinden und Kriechen Widerstand und vermindert dadurch die o.g. Auswirkungen.

Das Ziel der Untersuchungen war, den Einfluss verschiedener Bewehrungsgrade auf das zeitabhängige Verformungsverhalten einer simulierten Betondruckzone festzustellen. Dabei sollten auch die Ergebnisse verschiedener Theorien (Dischinger, Trost, „effective modulus“) anhand der Versuche verglichen werden.

Die experimentellen Untersuchungen wurden an Prismen von $150 \times 150 \times 1200$ mm durchgeführt, wobei der *Bewehrungsgrad* zwischen 0 und 7% variierte. Die Bewehrung bestand aus Hi-bond FeB 40 und lag zentrisch im Prüfkörper.

Die *Betonzusammensetzung* je m^3 war wie folgt:

Kies	2,8–23 mm	1180 kg
Sand	0 – 2,8 mm	640 kg
Zement PZ, A		325 kg
Wasser		189 kg

$$W/Z = 0,58$$

Die Betonqualität wurde an 15-er Würfeln und an Prismen von $15 \times 15 \times 60$ cm gemessen. Die Resultate waren:

Druckfestigkeit in N/mm^2

Alter	Würfel	Prisma
14 Tage	25,9	17,2
28 Tage	30,7	21,1

Der Elastizitätsmodul lag nach 14 Tagen bei $28000 N/mm^2$.

Die *Lagerung* der Prüfkörper erfolgte während der ersten 14 Tage bei $20^\circ C$ und 95% r.F., danach kamen die Proben in die klimatisierten Prüfräume mit $20^\circ C \pm 0,5^\circ$ und 50% r.F. $\pm 2\%$. Hier wurden sie belastet.

Zwei Versuchsserien wurden durchgeführt, wobei im ersten Fall (Serie I) die Anfangsspannung ungefähr 27%, im zweiten Fall (Serie II) ungefähr 37% der 14-Tage-Würfelf-

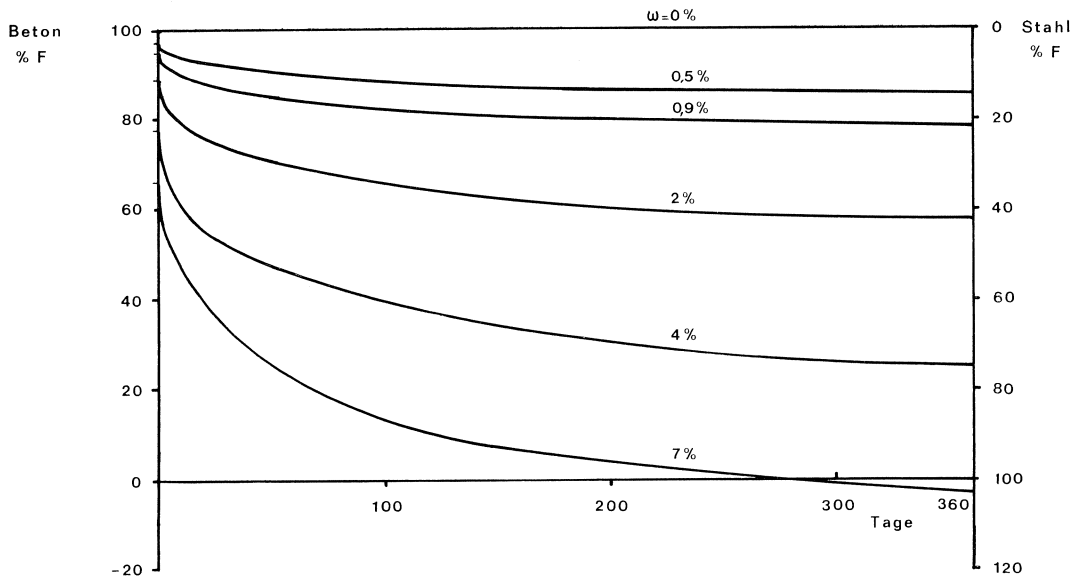


Bild 8.1. Gemessene Kraftverteilung bei unterschiedlichen Bewehrungsgraden.

druckfestigkeit betrug. Die Belastungsdauer wurde auf ein Jahr festgelegt – der Versuch läuft noch bis Sommer 1976 – danach soll entlastet werden, wobei die zeitliche Rückverformung und die Rissbildung beobachtet werden sollen. Es wird erwartet, dass ab einem Bewehrungsgrad von 2% Rissbildung auftritt.

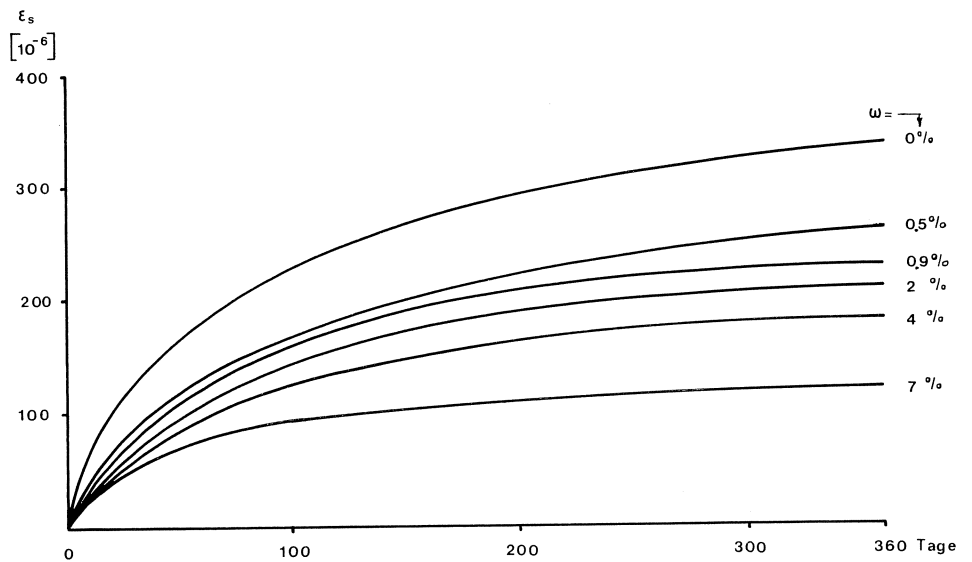


Bild 8.2. Schwinden von bewehrten Prismen.

Bis heute liegen einige vorläufige Versuchsergebnisse von Serie I vor, die in den Bildern 8.1 und 8.2 dargestellt sind. In Bild 8.1 ist gezeigt, wie die Kraft im Lauf der Zeit vom Beton allmählich auf den Stahl übergeht. Dabei spielen Kriech- wie Schwindvorgänge eine Rolle, deren Einflüsse hier nicht getrennt sind. Wie die Darstellung zeigt, sinkt bei $\omega = 7\%$ die Kraft im Beton nach 280 Tagen auf Null ab und geht schliesslich zufolge Schwinden in eine geringe Zugspannung über.

In Bild 8.2 ist der gemessene Schwindverlauf wiedergegeben. Deutlich ist zu sehen, wie mit zunehmendem Bewehrungsgehalt die Schwindverkürzung behindert wird.

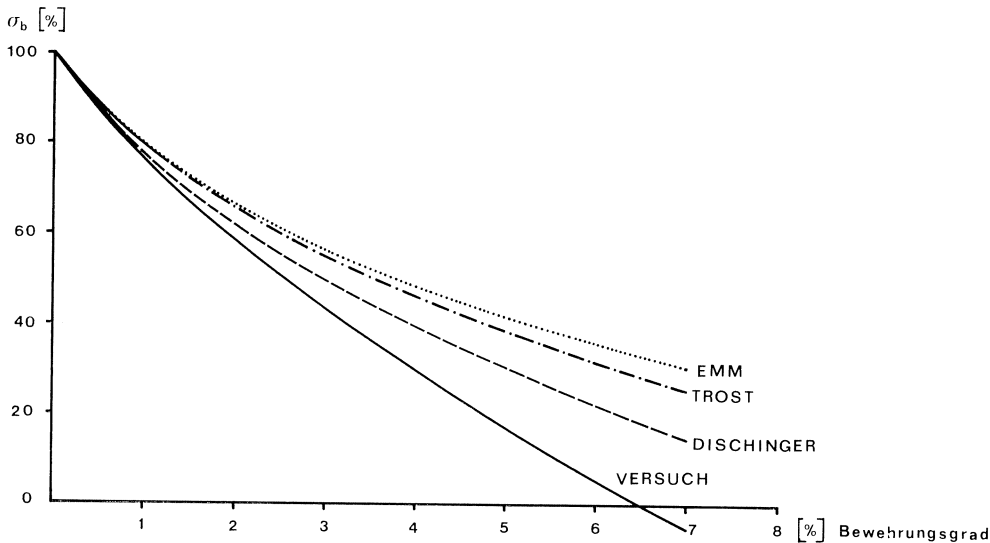


Bild 8.3. Betonspannung in Abhängigkeit von Bewehrungsgrad nach 360 Tagen.

So misst man z.B. bei $\omega = 7\%$ nur noch eine weniger als halb so grosse Verkürzung als beim unbewehrten Prisma.

Einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der o.g. Theorien und den Versuchsergebnissen stellt Bild 8.3 dar. In die theoretischen Berechnungen wurden dabei die Kriechzahl und das Schwindmass eingeführt, die sich im Versuch an den unbewehrten Prismen ergaben. Die Darstellung zeigt, dass alle Theorien im Vergleich zum Versuch zu grosse Betonspannungen angeben. Dabei nimmt der Unterschied zwischen Versuch und Theorie mit grösser werdendem ω zu, d.h. insbesondere für stark bewehrte Querschnitte unterschätzen die Theorien die im Lauf der Zeit zunehmende Stahlspannung.