

# Langzeitmessungen von Kriechen und Schwinden

Autor(en): **Aichhorn, Josef**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **7 (1964)**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7901>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Langzeitmessungen von Kriechen und Schwinden

*Long-Term Creep and Shrinkage Measurements*

*Mesure du fluage et du retrait sur une longue période*

JOSEF AICHHORN

Wirkl. Hofrat, Dipl.-Ing., Linz/Donau, Österreich

Aus der Beobachtung des Schwindens und Kriechens bei früher gebauten Brücken hat sich gezeigt, daß das Schwind- und Kriechmaß sehr erheblich abhängig ist von der Jahreszeit, in der betoniert wurde. Um einen genaueren Einblick in diese Verhältnisse zu bekommen, wurden bei mehreren Brücken, bzw. mehreren Abschnitten der gleichen Brücke, Vorrichtungen zum Messen von Schwinden und Kriechen eingebaut und mehrere Jahre hindurch beobachtet. Da der Beton bei allen drei Bauwerken ziemlich gleich war und die drei Brücken nicht weit voneinander in einer Gegend mit gleicher Witterung liegen, konnten, wohl ohne mit großen Fehlern rechnen zu müssen, die Beobachtungsergebnisse zueinander in Beziehung gebracht werden.

Die Meßvorrichtung besteht in einem ohne Verbund mit dem Beton eingebauten, am einen Ende im Beton befestigten Stahlmeßstab von 30 m Länge, von dem die Verschiebung des anderen, freien Endes gegenüber einer Meßmarke im Beton gemessen wird. Zur Ermittlung der Längenänderungen dienten Meßuhren. Die Messungen wurden zunächst täglich, später wöchentlich und in den letzten Jahren monatlich durchgeführt. Da das Schwinden und Kriechen außer von der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur von vielen anderen Umständen beeinflusst wird, unter anderem auch von der Zusammensetzung des Betons und dessen Verarbeitung, von der chemischen Zusammensetzung des Zementes und so weiter, können Meßergebnisse des Schwindens und Kriechens von Beton, die in verschiedenen Jahreszeiten hergestellt wurden, nur ungefähr verglichen werden. Aber diese Unterschiede sind so erheblich und eindeutig, daß man sie bei der statischen Berechnung, bzw. bei der Ermittlung der Verformungen, berücksichtigen sollte (s. hierzu 8.3 in [1]). In Fig. 1 werden fünf Kriech- und Schwindkurven dargestellt, wie sie sich nach den jahrelang durchgeführten Messungen ergaben. Die zu erwartende Endverkürzung (in der Darstellung mit 100% angegeben) wurde nach DIN 4227 ermittelt mit einem Endkriechmaß von  $\varphi = 1,625$  und einer Schwindverkürzung nach der 1. Spannstufe (Vorspannung 80%) von  $0,6 \times K \times \epsilon_s = 0,6 \times 1 \times 10 \times 10^{-5} = 0,06 \text{ ‰}$ . Zum Vergleich wurde in die Kriech- und Schwindkurven der zeitliche Verlauf des Kriechens nach Roš aus [2] bei konstantem Klima eingetragen.

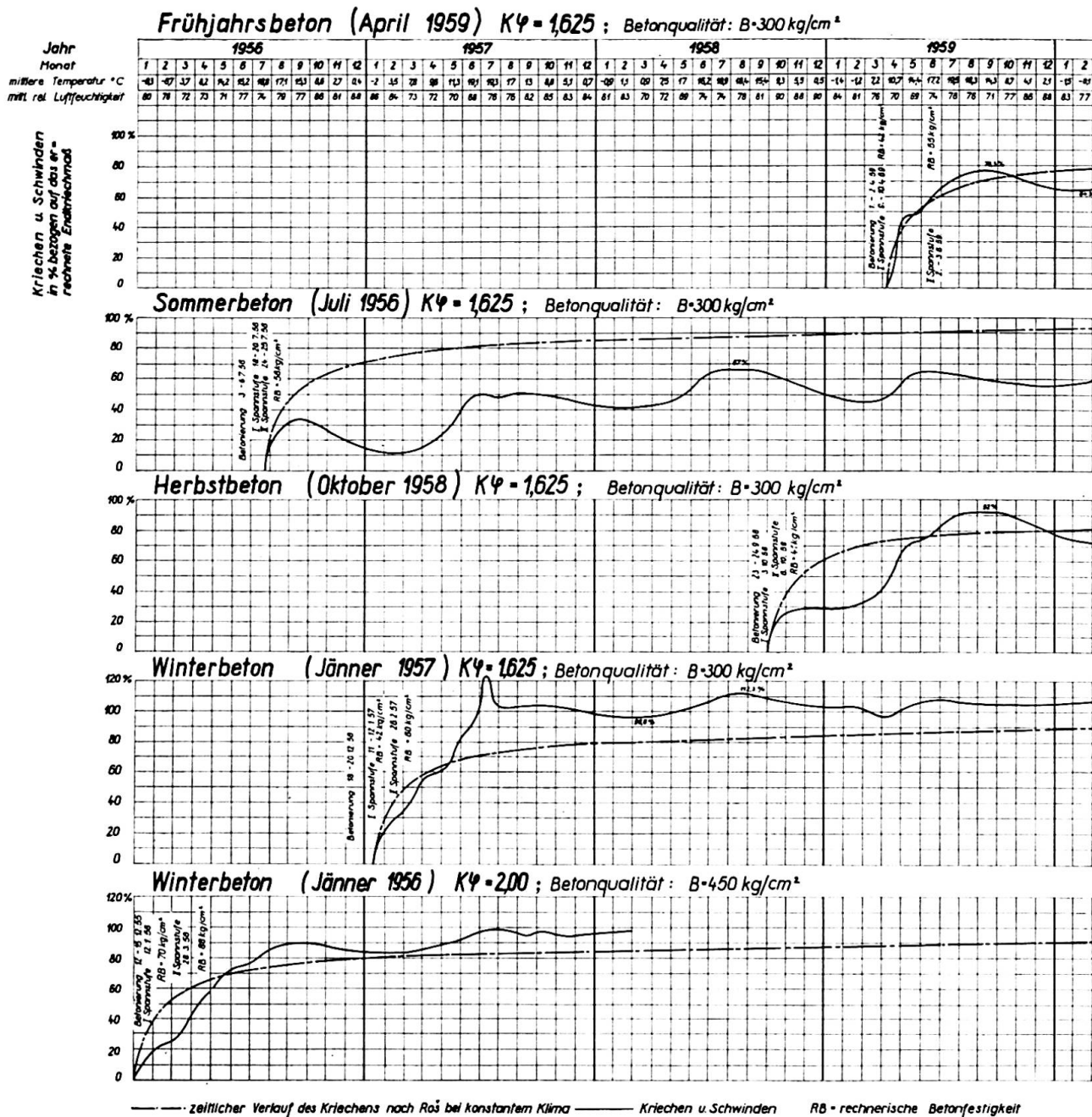


Fig. 1.

Die Betrachtung der einzelnen Kurven in Fig. 1 ergibt folgendes:

*Frühjahrsbeton (April)*

Die Kurve verläuft ziemlich genau nach der Roß-Kurve; sie steigt im Sommer an und fällt im Winter ab. Die jahreszeitlichen Schwankungen sind ziemlich gering. Maximum 78,3%, Minimum 64,3%.

*Sommerbeton (Juli)*

Infolge der trockenen Witterung im Juli ist der Beton bis zum Vorspannen bereits so weit ausgetrocknet, daß er nur noch langsam kriecht. Im folgenden

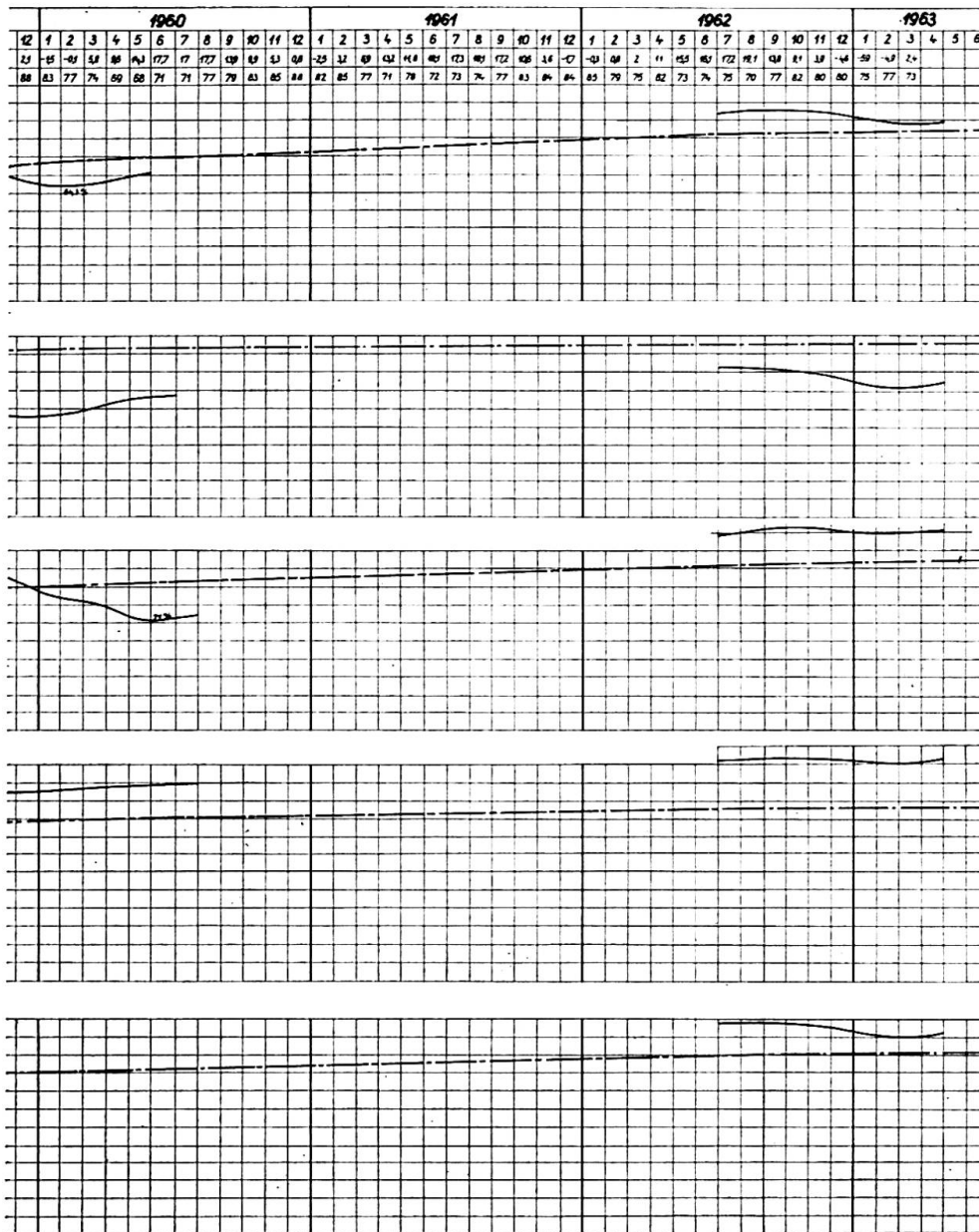


Fig. 1.

Monat hemmt außerdem die feuchte Witterung das Schwinden, so daß Kriechen und Schwinden zusammen Mitte September erst ein verhältnismäßig kleines Ausmaß erreicht haben. Mit Einsetzen der feuchten Herbstwitterung beginnt der Beton durch die Wasseraufnahme der Kapillaren zu quellen, so daß die Kriechverkürzung fast zur Gänze wieder aufgehoben wird. Im darauffolgenden Frühjahr setzt mit Eintritt der warmen und trockenen Witterung eine auffallende Belebung des Kriechens ein. Im 3. und 4. Jahr stellen sich ziemlich konstante jahreszeitliche Schwankungen zwischen 40% und 67% der errechneten Größe ein. Die Verluste an Vorspannung bleiben somit merklich geringer als erwartet.

*Herbstbeton (Oktober)*

Der Verlauf ist zunächst ähnlich wie im Sommer. Die zunehmende Feuchtigkeit der Herbstmonate verlangsamt das Kriechen sehr bald und hält es ziemlich konstant, weit unter der gerechneten Roš-Kurve. Im folgenden Frühjahr tritt wieder eine starke Belegung des Kriechens ein und steigt die Kurve über die Roš-Kurve hinaus an: Maximum 92,0%, Minimum 71,0%.

*Winterbeton (Januar 1957)*

Große Luftfeuchtigkeit in der Zeit zwischen Herstellung und Anspannung des Betons läßt ihn nicht trocknen. Das Schwinden bleibt gering und Quellung tritt nicht ein. Somit wird das Kriechen aus Vorspannung hier stärker wirksam. Aus dem Verlauf der Kurve ersieht man neben der Auswirkung der 2. Spannstufe auch den Einfluß der sehr trockenen Monate März und Mai sowie der Hitzewelle im Juli, die zu steilen Kurvenanstiegen führten. Bei der Hitzewelle trat der später nie wieder erreichte Höchstwert von 122% ein, der die Roš-Kurve weit überschritt. In den folgenden Jahren stellten sich ebenfalls ziemlich konstante Schwankungen ein, die jedoch wesentlich kleiner waren als beim Sommerbeton (Maximum 112,3%, Minimum 96,6%, somit Unterschiede vom Mittelwert von  $\pm 7,5\%$  gegenüber  $\pm 25\%$  beim Sommerbeton im gleichen Zeitraum).

Man sollte daher bei der Herstellung von Winterbeton die zweite Spannstufe möglichst spät nach Abklingen eines möglichst großen Teils des starken Kriechens aufbringen. Im gegebenen Fall wurde die zweite Spannstufe erst nach 2 Monaten aufgebracht. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits 42% des errechneten Endwertes des Kriechens eingetreten, so daß im Endzustand das gerechnete Endhöchstmaß nicht überschritten wurde.

*Winterbeton (Januar 1956)*

Diese Kurve verläuft im wesentlichen sehr ähnlich wie jene des Winterbetons vom Jänner 1957. Lediglich der steile Anstieg des Kriechens und Schwindens zufolge der Hitzewelle im Juli 1957 und nachfolgender Abfall in der anschließenden Regenperiode hat sich bei dem bereits eineinhalb Jahre alten Beton bei dieser Brücke, ähnlich wie bei dem bereits ein Jahr alten Sommerbeton, nicht mehr wesentlich ausgewirkt.

Da der steile Kurvenanstieg, bzw. der anschließende Abfall beim Winterbeton vom Jänner 1957, im Juli 1957 durch mehrere Messungen festgestellt wurde, dürfte eine Fehlmessung nicht anzunehmen sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß alle Betone ein deutlich ausgeprägtes Ansteigen des Schwindens und Kriechens in den Sommermonaten und ein Abnehmen während der Wintermonate zeigen. Die Erscheinung dürfte damit erklärt werden können, daß im Sommer durch die Austrocknung eine

Verkürzung und im Winter durch die Feuchtigkeitsaufnahme und damit Quellung eine Verlängerung der Betonkörper eintritt.

Die im allgemeinen geringe Schwind- und Kriechverkürzung des Sommerbetons dürfte auf die rasche Erhärtung des Betons zurückzuführen sein. Die Wahrscheinlichkeit, daß das tatsächliche Endkriech- und Schwindmaß hinter dem üblicherweise angenommenen zurückbleibt, ist daher bei den Sommerbetonen im allgemeinen gegeben, während sie von Betonen, die bei feuchter und kühler Witterung hergestellt werden, durch Austrocknung in der heißen Jahreszeit und somit vermehrter Schwindung, die gerechneten bzw. angenommenen Größen meistens überschreiten.

Die Messungen im Sommer 1962 zeigen überraschenderweise, daß das Schwinden und Kriechen auch nach einigen Jahren noch verhältnismäßig stark ansteigt und mit Ausnahme vom Sommerbeton die Roß-Kurve teilweise nicht unerheblich übersteigt. Die Messungen zeigen außerdem eindeutig, daß das Schwinden und Kriechen nach längerer Zeit (sechs und mehr Jahre) in Wirklichkeit mehr zunimmt als nach der Roß-Kurve. Damit dürften die in anderen Ländern verschiedentlich gemachten Feststellungen, daß die Durchbiegungen bei Spannbetontragwerken auch nach Jahren mit einer gewissen Regelmäßigkeit noch weitergehen, erklärt werden können.

Leider wurden die Messungen zwischen 1960 und 1962 unterbrochen. Sie werden aber nunmehr wieder regelmäßig weitergeführt, überdies bei neuen Bauwerken in erweitertem Umfange begonnen und mit Messung der Durchbiegungen verbunden werden. Um bei der Verkürzung die Anteile aus Schwinden und Kriechen getrennt feststellen zu können, werden in der neuen Versuchsreihe — unbelastete Betonstäbe, an denen das Schwinden allein gemessen werden kann — mitbetoniert. Die Ergebnisse der neuen Messungen werden zur gegebenen Zeit veröffentlicht werden.

Es erscheint somit zweckmäßig, schon bei der Aufstellung der statischen

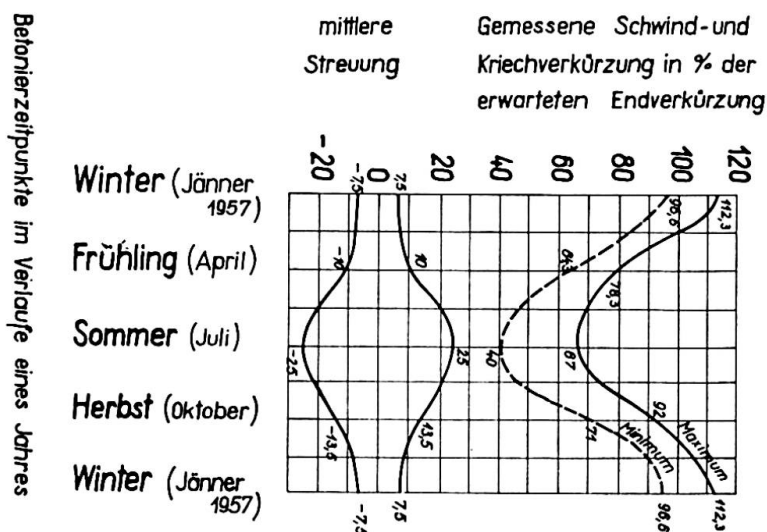


Fig. 2.

Berechnung, bzw. bei der Ermittlung der Verformungen, z. B. bei der Festlegung der Lagerstellung, bei der Ermittlung der Durchbiegungen usw., die Veränderlichkeit des Endhöchstmaßes des Kriechens und Schwindens zu berücksichtigen.

Trägt man die im Verlauf eines Jahres gemessenen Maxima und Minima der Schwind-Kriechkurven der Fig. 1 und ihre Abweichungen vom Mittelwert über den Betonierterminen als Abszissen in einem Diagramm auf, so zeigen sie ebenfalls einen recht gleichmäßigen und somit gesetzmäßigen Verlauf (Fig. 2).

Zuletzt sei noch bemerkt, daß die Meßergebnisse einer kleinen Verbesserung bedürfen, da die Wärmedehnzahlen von Beton um etwa 10% höher sind als diejenigen des Bewehrungsstahles. Dies bedeutet, daß die Maxima größer, die Minima kleiner und die Unterschiede der beiden größer werden. Beim 30 m langen Meßstab ergibt sich ein Fehler von  $\pm 4\%$ , der sich wie folgt errechnet:

Für  $\pm 15$  Grad C und  $\alpha_t = 10^{-5}$  ist

$$\Delta \delta' = 30 \text{ m} \times 10^{-5} \times (\pm 15) \times 10\% = \pm 0,45 \text{ mm.}$$

Bei einem Mittelwert von 11 mm wäre 0,45 mm

$$\frac{0,45 \times 100}{11} = 4\%.$$

Bei der Aufstellung des Meßprogrammes und Auswertung der Meßergebnisse hat Herr Dipl.-Ing. KURT WENZEL, Linz/Donau, sehr wesentlich mitgewirkt.

### Literatur

1. H. RÜSCH: «Spannbeton — Erläuterungen zu DIN 4227.» Berlin 1954, Wilh. Ernst & Sohn.
2. F. LEONHARDT: «Spannbeton für die Praxis.» 2. Auflage, Berlin 1962, Wilh. Ernst & Sohn, S. 57.

### Zusammenfassung

Durch Langzeitmessungen des Kriechens und Schwindens von Betonen, die zu verschiedenen Jahreszeiten hergestellt wurden, wurde festgestellt, daß das Kriechen und Schwinden sehr wesentlich von der Jahreszeit der Betonherstellung abhängig ist. Gleichzeitig wurde aber auch festgestellt, daß die Intensität und Dauer des Kriechens und Schwindens im allgemeinen größer bzw. länger ist als bisher allgemein angenommen wurde.

### Summary

Measurements carried out over a long period of time on concrete manufactured in different seasons of the year showed that both creep and shrinkage are to a large degree dependent on the season in which the concrete was made. The tests revealed, in addition, that the intensity of the creep and shrinkage processes is larger, and their duration longer, than hitherto assumed.

### Résumé

Au cours d'une longue période, on a mesuré le fluage et le retrait de bétons fabriqués en différentes saisons; les mesures mettent en évidence que ces phénomènes dépendent essentiellement de la saison de la fabrication. De plus, il apparaît que l'intensité du fluage et du retrait est plus grande, et leur durée plus longue qu'on ne le croit habituellement.



Leere Seite  
Blank page  
Page vide