



Bestimmung des Langzeitverhaltens mit der "Stepped Isothermal Method" im Vergleich mit konventionellen Langzeitprüfungen

1. Einführung

In vielen Bereichen der Anwendung von Geokunststoffen kommt dem Langzeitverhalten eine besondere Bedeutung zu, da die Zugfestigkeit und die Dehnung über eine bestimmte Zeit (z.B. 120 Jahre) zur Auswahl des geeigneten Geokunststoffes für eine bestimmte Baumaßnahme führen kann.

2. Versuchsmodelle

2.1 Bestimmung der Zeitstandverhaltens nach DIN EN ISO 13431:

Nach Bestimmung der Höchstzugkraft werden die Messproben bei konstanten Umgebungsbedingungen (Temperatur und Feuchtigkeit) mit einer konstanten statischen Zugkraft belastet. Die Zugkraft ist ein prozentualer Anteil der Höchstzugkraft. Die Zugkraft wird solange konstant gehalten, bis die Probe bricht. Es wird nur die Bruchzeit automatisch aufgezeichnet. Es ergibt sich ein Diagramm der Kraft gegenüber der logarithmischen Darstellung der Zeit mit Regressionsgeraden.

2.2 Bestimmung des Kriechverhaltens nach DIN EN ISO 13431:

Der Versuchsablauf entspricht dem Ablauf des Zeitstandverhaltens. Es wird nicht nur die Zeit, sondern auch die Dehnung kontinuierlich oder zu festen Terminen aufgezeichnet. Die Darstellung als Diagramm umfasst die Dehnung gegenüber der logarithmischen Darstellung der Zeit.

2.3 "Stepped Isothermal Method" - SIM nach GRI Test Method GS10:

Die SIM- Versuche sind Langzeitprüfungen bei konstanter Belastung und in Stufen steigender Temperatur von 20°C bis 90°C. Die Temperaturstufen betragen bei PET 14°C und bei PP 7°C bei einer Haltezeit von jeweils 10.000 Sekunden. Es werden Kraft, Dehnung und Zeit aufgezeichnet. Mit diesen Daten können verschiedene Diagrammtypen erstellt werden.

Die Auswertung erfolgt durch Verschieben der einzelnen Kurven je Temperaturstufe in horizontaler und vertikaler Richtung, sowie durch die Überprüfung der Steigungen in den Übergangsbereichen der Temperaturkurven.

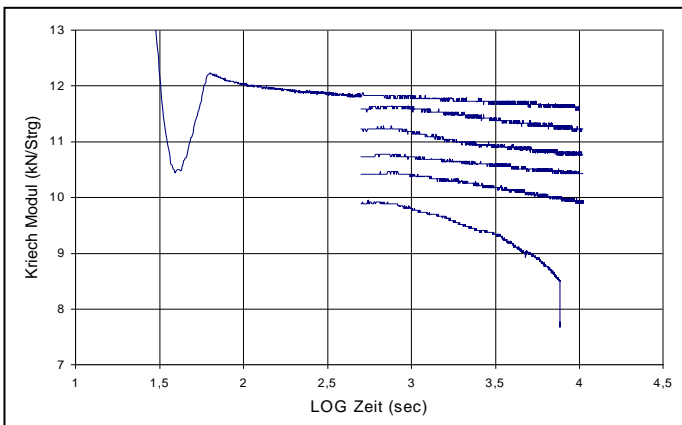


Bild 1: Einzelkurven vor dem Verschieben

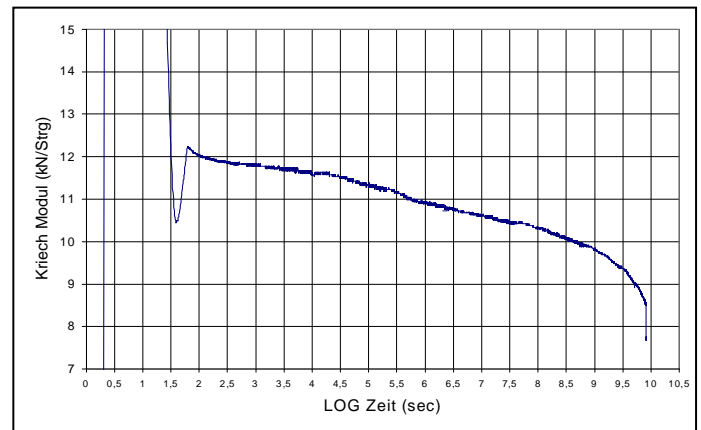


Bild 2: Gesamtkurve nach dem Verschieben

3. Versuchsergebnisse

Es wurden folgende Versuche an zwei Materialgruppen (PET und PP) durchgeführt:

- Bestimmung der Höchstzugkraft
- Bestimmung des Zeitstandverhaltens
- Bestimmung des Kriechverhaltens
- SIM- Versuche

3.1 Bestimmung der Höchstzugkraft nach DIN EN ISO 10319:

Bild 3 und 4 zeigen die Höchstzugkraftentwicklung der beiden Materialien.

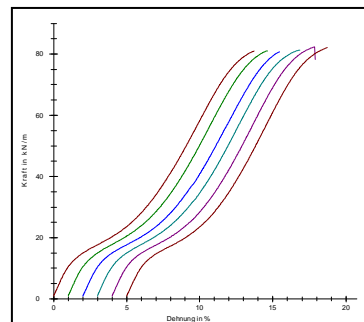


Bild 3: Höchstzugkraft des PET- Materials

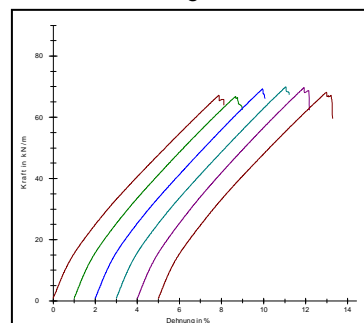


Bild 4: Höchstzugkraft des PP- Materials

3.2 Vergleich der SIM- Versuche mit konventionellen Langzeitprüfungen:

3.2.1 PET Material:

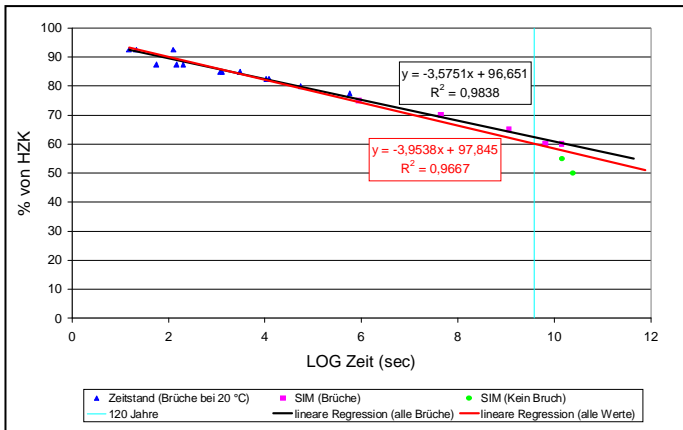


Bild 5: SIM- und Zeitstandwerte am PET- Material

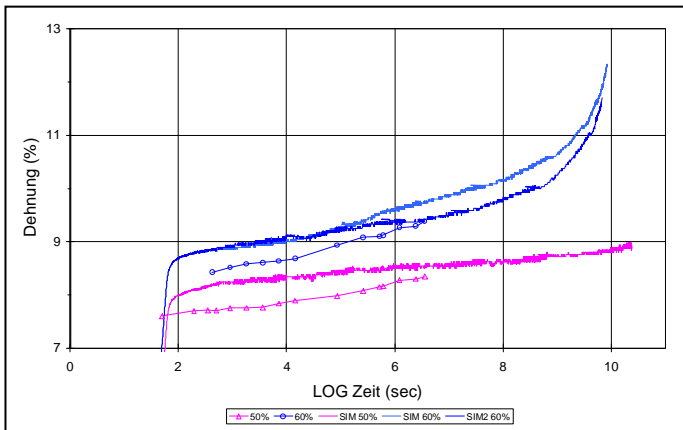


Bild 6: Vergleich SIM und Kriechen am PET- Material

Bei dem PET- Material ist eine gute Vergleichbarkeit zwischen den SIM- Versuchen und den konventionellen Prüfungen gegeben.

3.2.2 PP- Material:

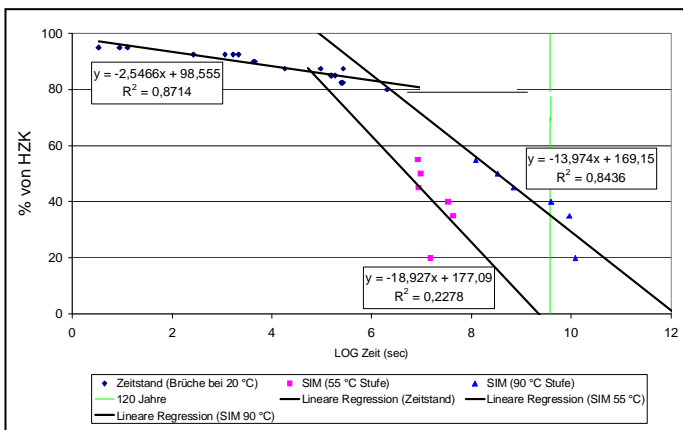


Bild 7: SIM und Zeitstand am PP- Material (lineare Regression)

Der Vergleich der SIM und Zeitstandwerte am PP- Material zeigt eine deutliche Diskrepanz. Diese entsteht durch die sehr hohe Enddehnung des PP- Materials. Eine Auswertung bis zur Gebrauchsdehnung (ca. 15 %, bei der 55°C Stufe) bringt auch keine Verbesserung. Dieses wird auch in Bild 8 deutlich, wo eine andere Regressionsart verwendet wurde.

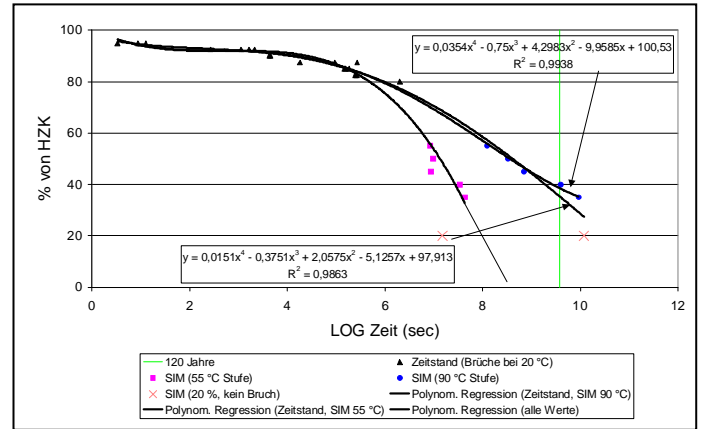


Bild 8: SIM- und Zeitstandwerte am PP- Material (polynomische Regression)

Bei dem Vergleich des Kriechverhaltens zeigen die Kurven aus den SIM- Versuchen und den konventionellen Kriechversuchen einen ähnlichen Verlauf. Größere Abweichungen können auch dadurch entstehen, da die SIM- Kurven aus drei Einzelkurven gemittelt wurden und dann nur mit einer konventionellen Kriechkurve verglichen wurde.

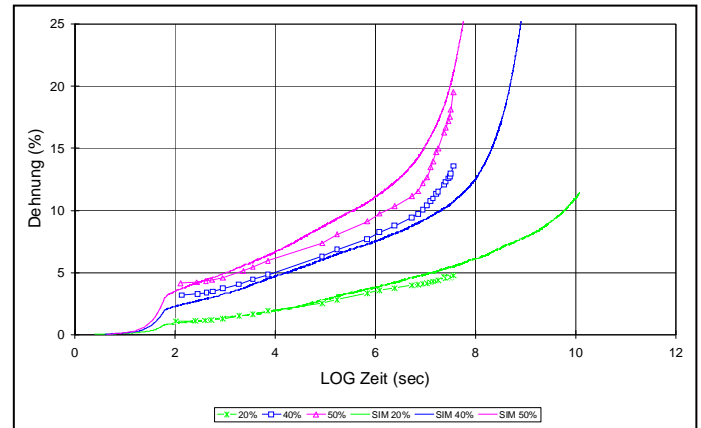


Bild 9: Vergleich SIM und Kriechen am PP- Material

4. Praktische Anwendung

In der praktischen Anwendung werden aus den Versuchsergebnissen der Höchstzugkraftversuche und des Langzeitverhaltens Abminderungsfaktoren für den Langzeiteinsatz eines Geokunststoffes ermittelt. Mit Hilfe der SIM- Methode können die Langzeitkennwerte sehr schnell ermittelt werden ("1000 Jahre in 1 Monat"). Wegen den bei manchen Produkten auftretenden Differenzen ist eine Kalibrierung mit konventionellen Versuchen (Zeiten > 1 Jahr) erforderlich.

5. Referenzen

- Staubermann, Ch., 2003: Geokunststoff-Langzeitverhalten: Zeitraffung durch schrittweise Temperaturerhöhung (SIM), Eignung von Dehnungsmesssystemen und Versuche an PET- und PP- Geogittern, Vergleich mit konventionellen Langzeitprüfungen, Diplomarbeit Fachhochschule Münster
- DIN EN ISO 13431, 11.1999: Bestimmung des Zugkriech- und des Zeitstandbruchverhaltens, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- GRI Test Method GS10, 07.2000: Standard Test Method for Accelerated Tensile Creep and Creep-Rupture of Geosynthetic Materials Based on Time-Temperature Superposition Using the Stepped Isothermal Method, USA
- Thornton, J.S.; Allan, S.R.; Thomas, R.W.; Sandri, D., 1998: The Stepped Isothermal Method for Time Temperature Superposition and Its Application to Creep Data on Polyester Yarn, Sixth International Conference on Geosynthetics, Atlanta