A 4 COMPRESSIVE CREEP

Index of Texts, Tables and figures

Source – N° of table	Description	page
EN 13163 : EPS		
05 - 02	EPS Compressive creep 2 years	123
05 - 03	EPS Compressive creep 2 years	124
21 - 01	EPS Compressive creep table 2-9 years	125
21 - 02	EPS Compressive creep graphics 1	126
21 - 03	EPS Compressive creep graphics 2	127
21 - 04	EPS Compressive creep graphics 3	128
21 - 05	EPS Compressive creep table	128
25 - 02	EPS Compressive creep white book	129
25 - 03	EPS Compressive creep white book	129
26 - 01	EPS Compressive creep thickness 1,5 years	130
32 - 01	EPS Wolf Thermoelemente Compressive creep DIBt	131
32 - 02	EPS Wolf Thermoelemente limit value CC	131
31 - 01	EPS Isoquick Compressive creep DIBt	132
31 - 02	EPS Isoquick limit value CC	132

EN 13164: XPS

20 - 01 XPS Compressive creep measured values 1,14 years	133
20 - 02 XPS Compressive creep extrapol 50 years	134
20 - 03 XPS Compressive creep extrapol 50 years	135
20 - 04 XPS Compressive creep alternate pressure extrapol 50 years	136
20 - 05 XPS Compressive creep different pressure extrapol 50 years	137
20 - 06 XPS Compressive creep measured values 6000 h	138

EN 13165: PUR

12 - 01 PUR Compressive creep 50 years	139
12 - 02 PUR Compressive creep 40kPa 50 years	139
12 - 03 PUR Compressive creep 200kPa 50 years	140

EN 13163: EPS

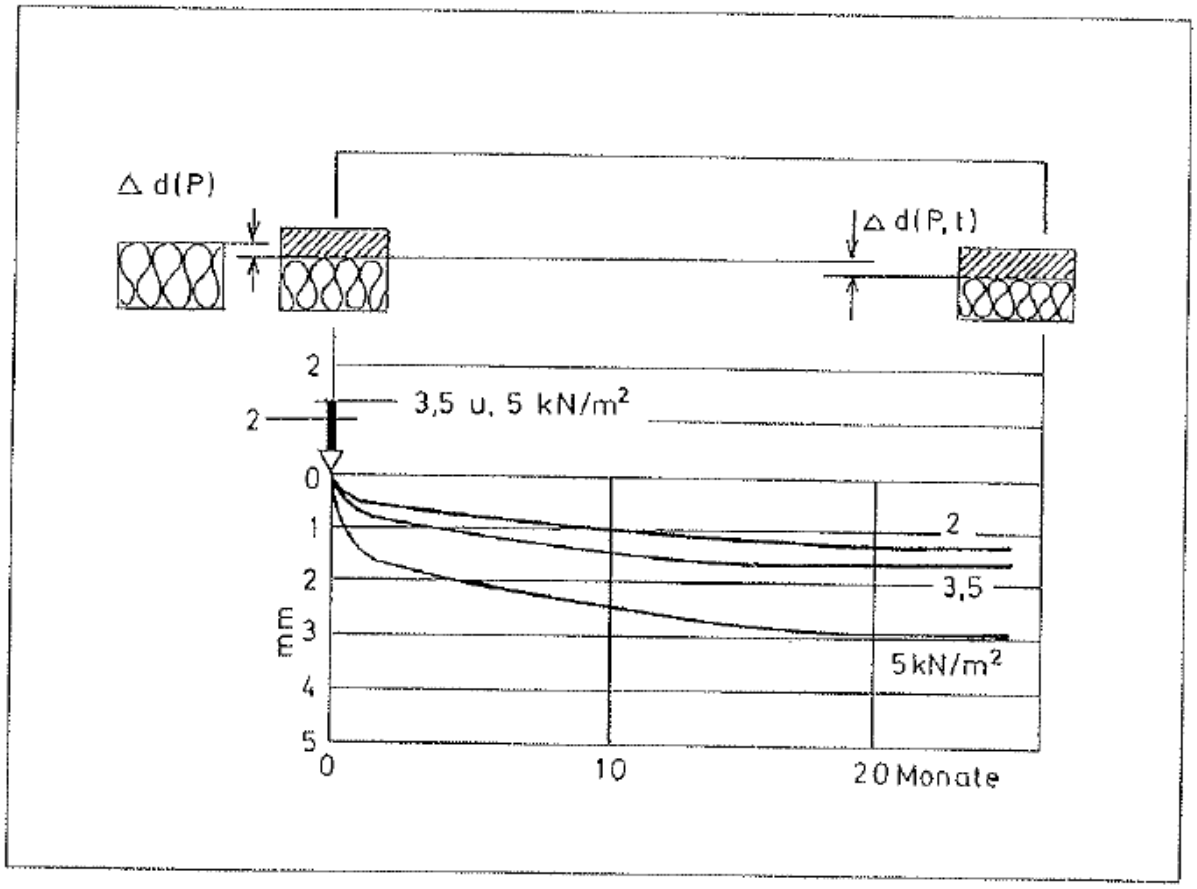


Bild 15
Dickenverminderung von Trittschalldämmplatten in Abhängigkeit von der Zeit für die Belastung 2, 3,5 und 5 kN/m².
Dicken: 85 / 80 mm – Rohdichte: 8,8 kg/m²

05 - 02 EPS Compressive creep 2 years

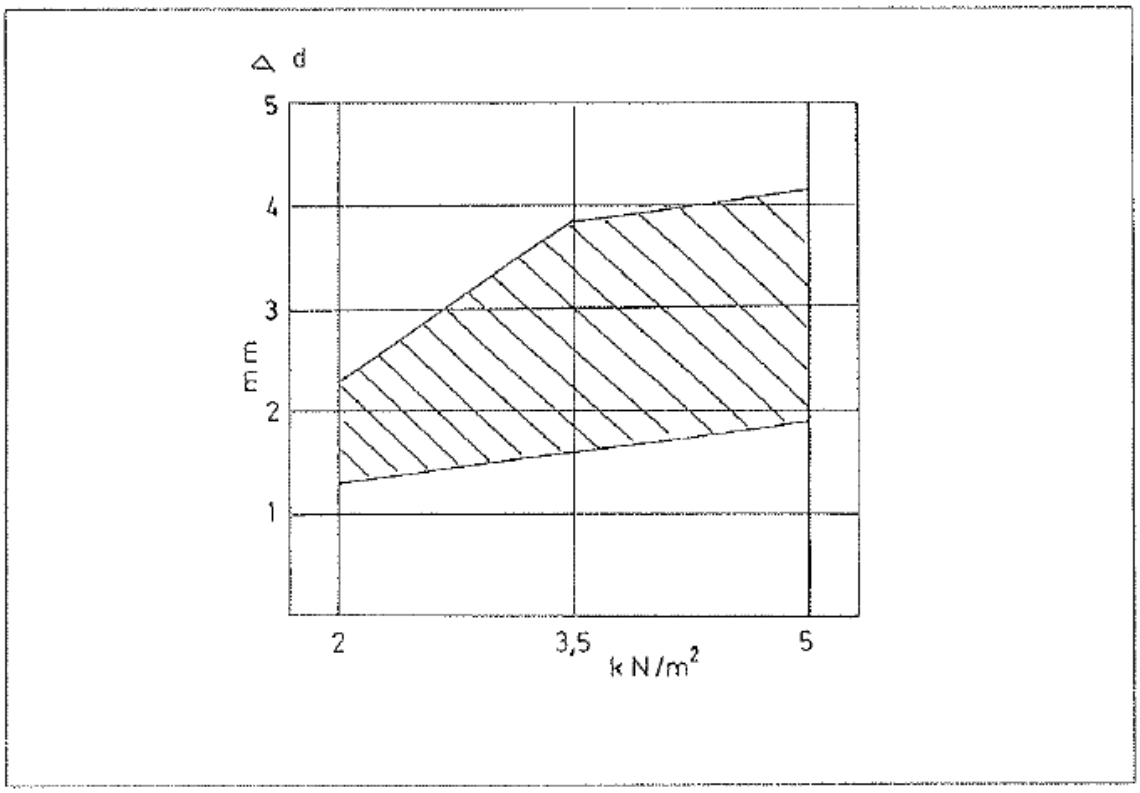


Bild 16

Dickenveränderung von Trittschalldämmplatten unter Belastung von 2, 3,5 und 5 kN/m² nach 25 Monaten Belastungsdauer.

Ausgangsdicke ist die Lieferdicke.

Dicken: 55 / 50, 85 / 80 – Rohdichten: 8,6 bis 12,3 kg/m³

05 - 03 EPS Compressive creep 2 years

Tabelle 1. Angaben zu Produkten und Versuchsparametern
Table 1. Details regarding products and test parameters

Versuch Nr.	Produkt	Dicke [mm]	Rohdichte [kg/m³]	σ_{10}* [kPa]	E-Modul [kPa]	Prüfdauer [h] / [a]	Prüfspannungen [kPa]
87-1	Styropor	50	15,8	–	2.900	18.900 / 2,2	20 / 30 / 40
87-2	Styropor	50	20,3	–	4.880	18.900 / 2,2	30 / 40 / 50
87-3	Styropor	50	30,2	–	7.750	18.900 / 2,2	40 / 50 / 60
91-1	Styropor	50	14,9	84	3.160	77.000 / 8,8	10 / 20 / 30
91-2	Styropor	50	19,9	119	5.000	77.000 / 8,8	15 / 30 / 45
91-3	Styropor	50	28,4	192	10.600	77.000 / 8,8	25 / 50 / 75
93-1	Styropor	50	34,0	259	10.400	73.600 / 8,4	50 / 75 / 100
95-1	Styropor	50	14,0	75	3.580	56.500 / 6,4	10 / 20 / 30
95-2	Styropor	50	25,0	190	11.200	56.500 / 6,4	25 / 50 / 75
99-1	Peripor	50	42,7	371	20.800	22.300 / 2,5	80 / 100 / 120
99-2	Peripor	120	41,5	313	19.300	28.500 / 3,3	30 / 60 / 90 / 120 / 150 / 180
99-3	Peripor	50	52,8	498	28.900	28.500 / 3,3	50 / 100 / 150 / 200 / 250 / 300
99-4	Peripor	120	52,6	449	26.400	22.300 / 2,5	100 / 150 / 200

* σ_{10} nach DIN EN 826

21 - 01 EPS Compressive creep table 2-9 years

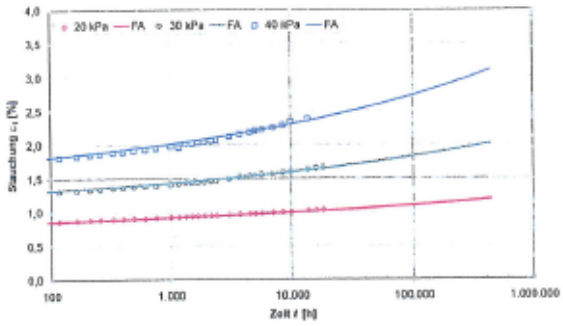


Bild 5. Kriechkurven von Styropor, RD = 15,8 kg/m³, Versuch Nr. 87-1
Fig. 5. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 15.8 kg/m³

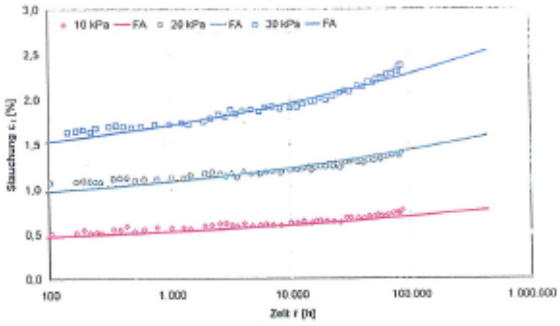


Bild 8. Kriechkurven von Styropor, RD = 14,9 kg/m³, Versuch Nr. 91-1
Fig. 8. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 14.9 kg/m³

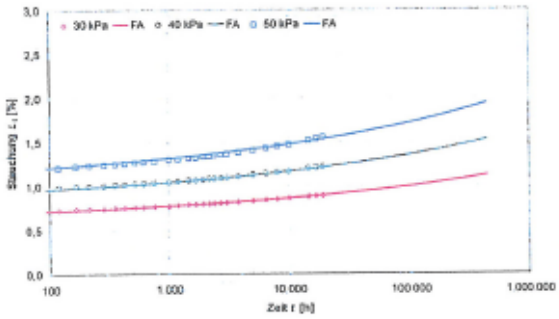


Bild 6. Kriechkurven von Styropor, RD = 20,3 kg/m³, Versuch Nr. 87-2
Fig. 6. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 20.3 kg/m³

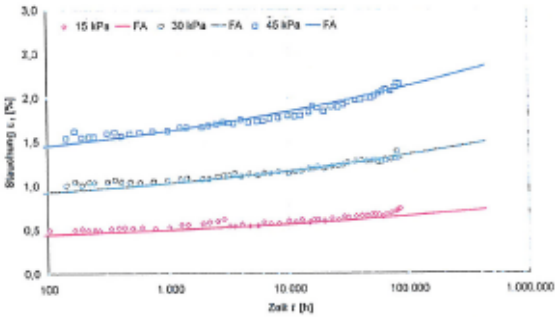


Bild 9. Kriechkurven von Styropor, RD = 19.9 kg/m³, Versuch Nr. 91-2
Fig. 9. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 19.9 kg/m³

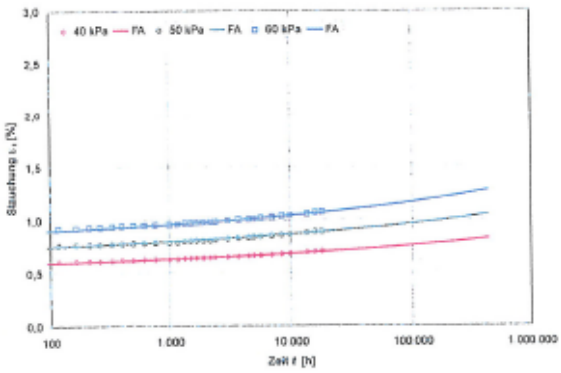


Bild 7. Kriechkurven von Styropor, RD = 30,2 kg/m³, Versuch Nr. 87-3
Fig. 7. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 30.2 kg/m³

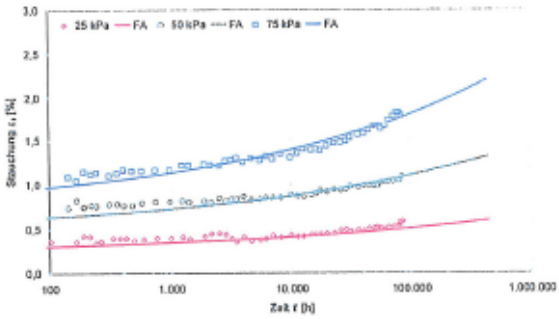


Bild 10. Kriechkurven von Styropor, RD = 28,4 kg/m³, Versuch Nr. 91-3
Fig. 10. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 28.4 kg/m³

21 - 02 EPS Compressive creep graphics 1

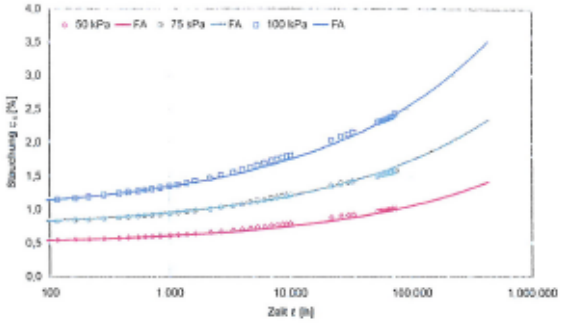


Bild 11. Kriechkurven von Styropor, RD = 34,0 kg/m³, Versuch Nr. 93-1
Fig. 11. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 34.0 kg/m³

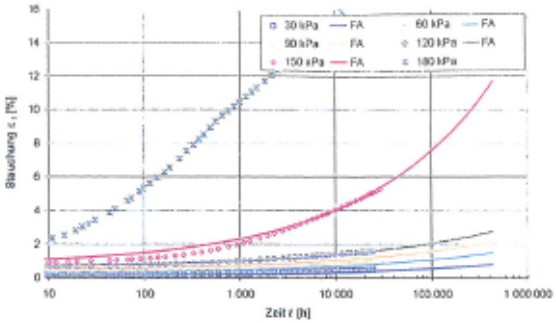


Bild 14. Kriechkurven von Peripor SF40, RD = 41,5 kg/m³, Versuch Nr. 99-2
Fig. 14. Long term compressive creep behaviour of a hydrophobic EPS, density = 41.5 kg/m³

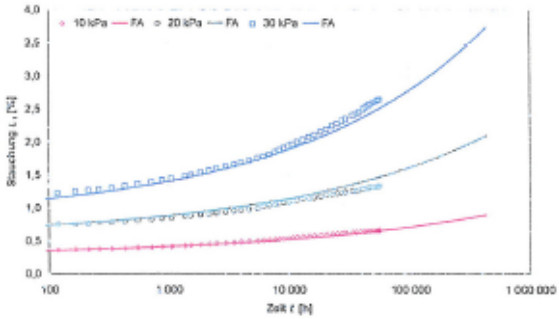


Bild 12. Kriechkurven von Styropor, RD = 14,0 kg/m³, Versuch Nr. 95-1
Fig. 12. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 14.0 kg/m³

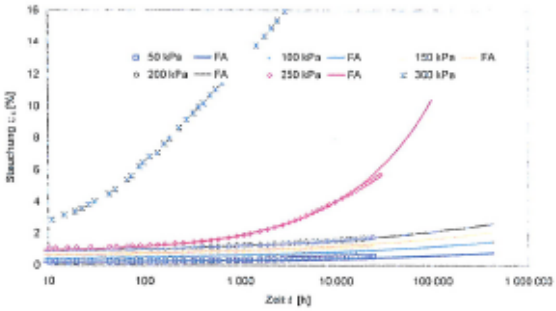


Bild 15. Kriechkurven von Peripor, RD = 52,8 kg/m³, Versuch Nr. 99-3
Fig. 15. Long term compressive creep behaviour of a hydrophobic EPS, density = 52.8 kg/m³

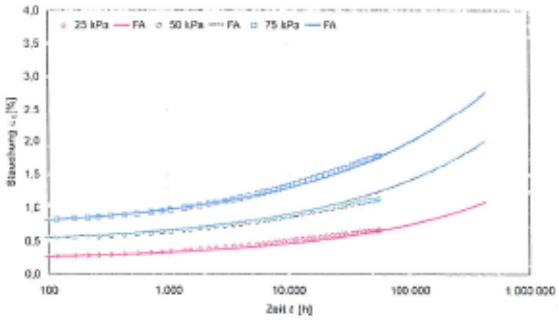


Bild 13. Kriechkurven von Styropor, RD = 25 kg/m³, Versuch Nr. 95-2
Fig. 13. Long term compressive creep behaviour of EPS, density = 25 kg/m³

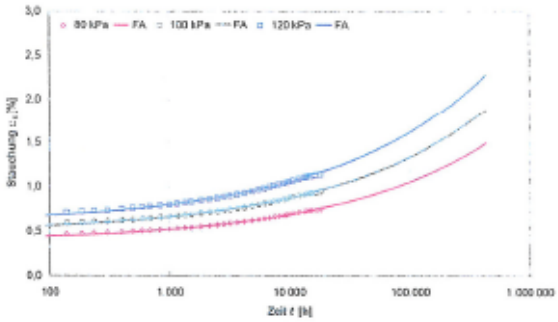


Bild 16. Kriechkurven von Peripor, RD = 42,7 kg/m³, Versuch Nr. 99-1
Fig. 16. Long term compressive creep behaviour of a hydrophobic EPS, density = 42.7 kg/m³

21 - 03 EPS Compressive creep graphics 2

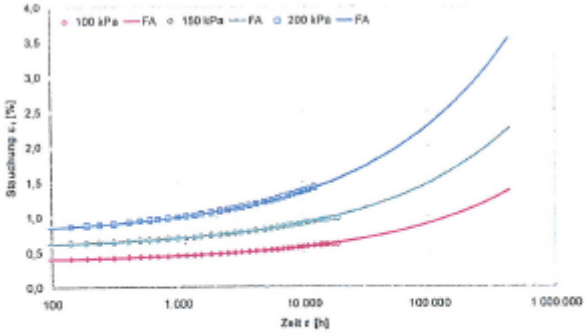


Bild 17. Kriechkurven von Peripor, RD = 52,6 kg/m³.
Versuch Nr. 99-4
Fig. 17. Long term compressive creep behaviour of a hydrophobic EPS, density = 52.6 kg/m³

21 - 04 EPS Compressive creep graphics 3

Tabelle 3. Auswerteparameter sowie Stauchungswerte im Gebrauchs- und Grenzzustand
Table 3. Evaluated parameter as well as deformation values in usage and limit state

Versuch Nr.		99-1	99-2	99-3	99-4
Produkt		Peripor SF40	Peripor SF40	Peripor SF50	Peripor SF50
Dicke [mm]		50	120	50	120
E-Modul [kPa]		20800	19300	28900	26400
Dauerdruckspannung [kPa]		120	120	200	200
Grenzspannung der Tragfähigkeit $\sigma_\gamma = \gamma_S\, \sigma$ [kPa]		168	168	280	280
Spontanstauchung $e_0 = \sigma / E$ [%]		0,58	0,62	0,69	0,76
Spontanstauchung Grenzwert $\varepsilon_{0\gamma} = \sigma_\gamma / E$ [%]		0,81	0,87	0,97	1,06
Findley-Parameter	$m(\sigma)$ $m(\sigma_\gamma)$ $b(\sigma)$ $b(\sigma_\gamma)$	0,000216 0,000342 0,3360 0,3305	0,000622 0,001003 0,2724 0,2565	0,001298 0,001817 0,2070 0,1962	0,000154 0,000443 0,4005 0,3792
Stauchung im Gebrauchszustand (%)	20 Jahre 50 Jahre	1,8 2,3	2,3 2,8	2,3 2,6	2,7 3,6
Stauchung im Grenzzustand (%)	20 Jahre 50 Jahre	3,2 4,1	3,8 4,5	3,5 4,0	6,7 9,0

21 - 05 EPS Compressive creep table

2.4.3.8 Compressive creep

Compressive creep is the deformation under a specified load, σ_c, in relationship to the time. Just after the beginning of the load there is an initial deformation X_0. The total deformation, X_t, under load can be calculated as follows:

$$X_t = X_0 + 10^a * t^b$$

In this formula is t used for the time in hours and a and b are coefficient which have to be calculated according EN 1606.

Compressive creep will normally be needed for applications where continuous high loads are imposed on a structure supported by EPS, e. g. such as building foundations or cold store floors.

The SP Swedish National Testing and Research Institute in Gothenburg has published results of creep data of EPS in 2001 [31]. SP has measured samples of block moulded EPS of a mean densities of 18,9 kg/m³ and 30,0 kg/m³ over a period of 15.869 h (corresponding to 662 days, see also note 1 of clause 4.3.8 in EN 13163). The tested compressive stress, σ_c, was taken as a ratio from the compressive stress at 10 % deformation, σ_{10}. The following three different ratios have been tested:

$$q_1 = \sigma_{c1}/\sigma_{10} = 0{,}25$$

$$q_2 = \sigma_{c2}/\sigma_{10} = 0{,}35$$

$$q_3 = \sigma_{c3}/\sigma_{10} = 0{,}45$$

Figure 11 and Figure 12 show the long term creep behaviour evaluated according EN 1606.

25 - 02 EPS Compressive creep white book

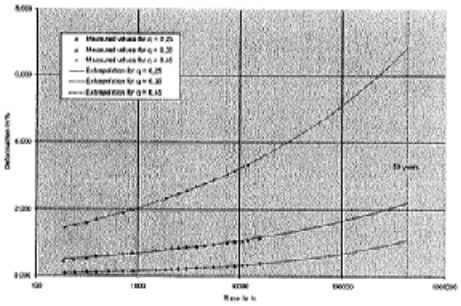


Figure 11: Measured total deformation of EPS 100, ε_c and extrapolation to 50 years.

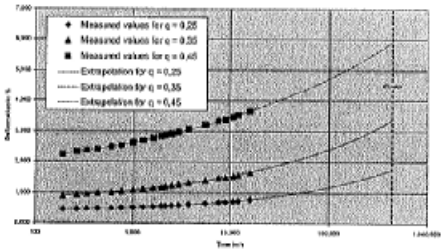


Figure 12: Measured total deformation of EPS 200, ε_c and extrapolation to 50 years.

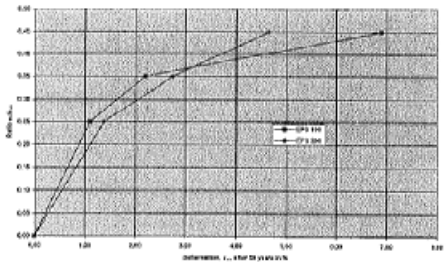


Figure 13: Creep compression, ε_{c1}, of EPS 100 and EPS 200 after 50 years in relationship to the ratio q.

To avoid a huge number of measurements for all possible products and practical conditions the ratio q may be used to decline the correct compressive stress, σ_c, which leads to a deformation of 2 % after 50 years. According to Figure 13 this ratio is about 0,30 which proves that the factor of 0,30 given in D.2 of EN 13163 is correct.

The initial deformation derived from the measurements from SP are for a ratio of 0,30 as follows:

EPS 100 0,94 %
EPS 200 0,48 %

Example

An EPS insulation shall be designed for the use under a foundation which will impose a compressive stress of 75 kPa. The deformation of 2 % shall not be exceeded. Which material has to be chosen?

σ_c = 75 kPa

$\sigma_{10} = \sigma_c / q$ = 75 kPa / 0,30 = 250 kPa

That means an EPS material of σ_{10} = 250 kPa has to be chosen for the application. To decide on the apparent density, ρ_a, which has to be selected the equation B.2 of EN 13163 (Annex B) may apply:

$\sigma_{10,mod}$ = 10,0 kPa·m³/kg × ρ_a - 109,1 kPa

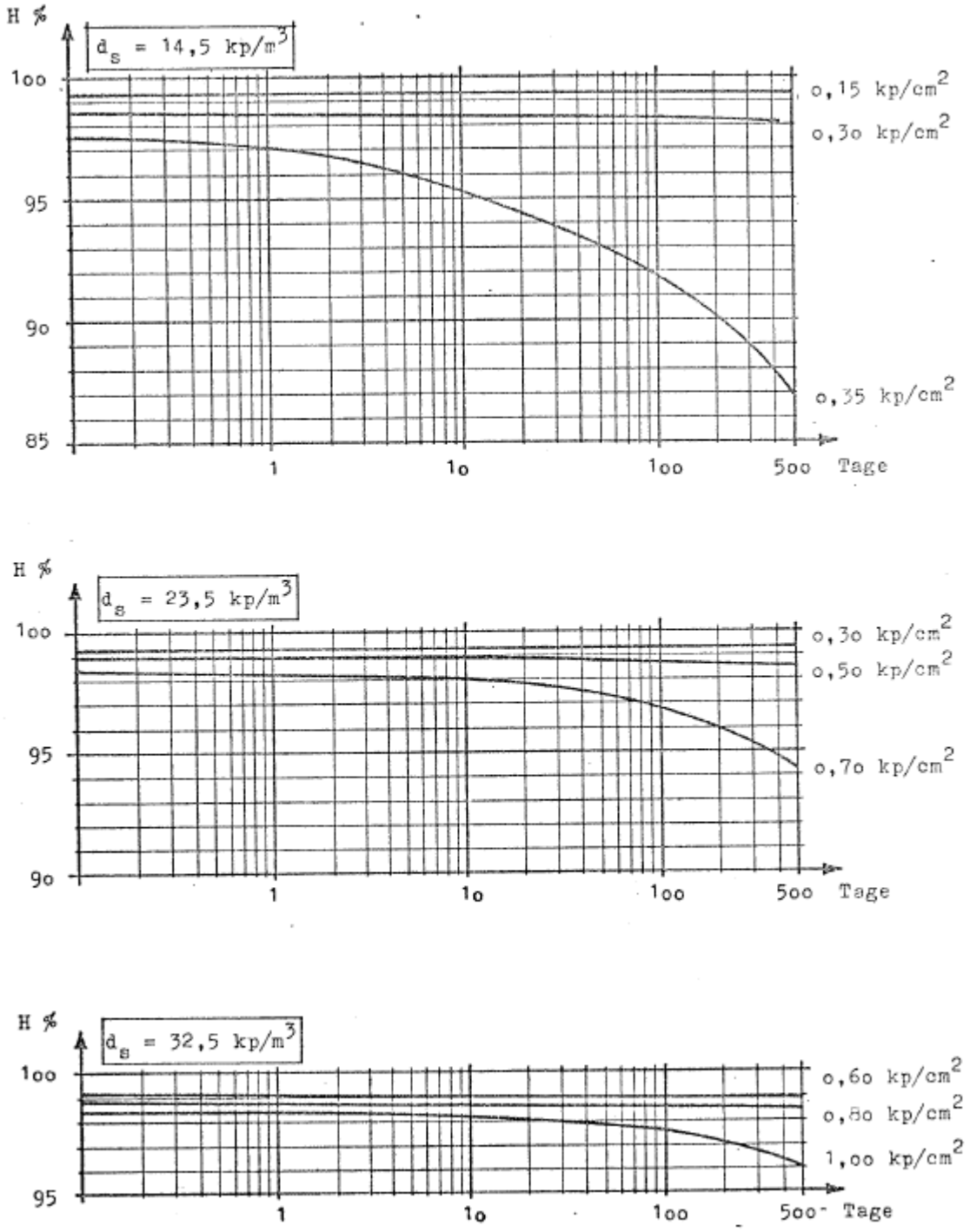
ρ_a = (250 kPa + 109,1 kPa) / 10,0 kPa·m³/kg

ρ_a = 35,9 kg/m³

The compressive creep of a product designed in such a way would have a declared value of CC(2/50)1,0/0,30/75.

25 - 03 EPS Compressive creep white book

Abb. 6 Verhalten von Schaumstoffen aus Styropor verschiedener Raumgewichte unter Dauerbelastung [L 2].



H% = relative Restdicke bezogen auf die Ausgangsdicke
(unter Berücksichtigung der Anfangsverformung)

26 - 01 EPS Compressive creep thickness 1,5 years

2.1.7 Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung

Die Bestimmung des Langzeit-Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung erfolgt nach der Norm DIN EN 1606[9]. Die Prüfdauer beträgt mindestens 20 Monate.

- - - - - - - - - - -

3.2.2 Bemessungswert der Druckspannung

Beim Nachweis der Standsicherheit darf maximal folgender Bemessungswert der Druckspannung (entsprechend DIN 1055-100[17]) der EPS-Hartschaumplatten rechnerisch in Ansatz gebracht werden:

$$f_{cd} = 120 \text{ kPa}$$

32 - 01 EPS Wolf Thermoelemente Compressive creep DIBt

3.1.2 Standsicherheit

Der Nachweis der Standsicherheit der Gründung ist nicht Gegenstand dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

Die maximale Beanspruchung der EPS-Hartschaumplatten senkrecht zu ihrer Ebene darf beim Standsicherheitsnachweis den in Abschnitt 3.2.2 angegebenen Bemessungswert der Druckspannung nicht übersteigen.

Schubbeanspruchungen sind unzulässig. Zur Ableitung von Horizontallasten sind besondere konstruktive Maßnahmen vorzusehen.

Bei Anordnung der EPS-Hartschaumplatten unter einem lastabtragenden Bauteil treten Verformungen aus der Stauchung der Dämmplatte auf. Es darf angenommen werden, dass bei Einhaltung der Spannungsbegrenzung gemäß Abschnitt 3.2.2 diese Stauchung der Dämmschicht 3 % nicht überschreitet. Bei Bauwerken, die auf Setzungen empfindlich reagieren, ist die Verformung zu berücksichtigen.

32 - 02 EPS Wolf Thermoelemente limit value CC

2.1.7 Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung

Die Bestimmung des Langzeit-Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung erfolgt nach der Norm DIN EN 1606[9]. Die Prüfdauer beträgt mindestens 20 Monate.

- - - - - - - - - -

3.2.2 Bemessungswert der Druckspannung

Beim Nachweis der Standsicherheit darf maximal folgender Bemessungswert der Druckspannung (entsprechend DIN 1055-100[17]) der EPS-Hartschaumplatten rechnerisch in Ansatz gebracht werden:

$$f_{cd} = 140 \text{ kPa}$$

31 - 01 EPS Isoquick Compressive creep DIBt

3.1.3 Standsicherheit

Der Nachweis der Standsicherheit der Gründung ist nicht Gegenstand dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

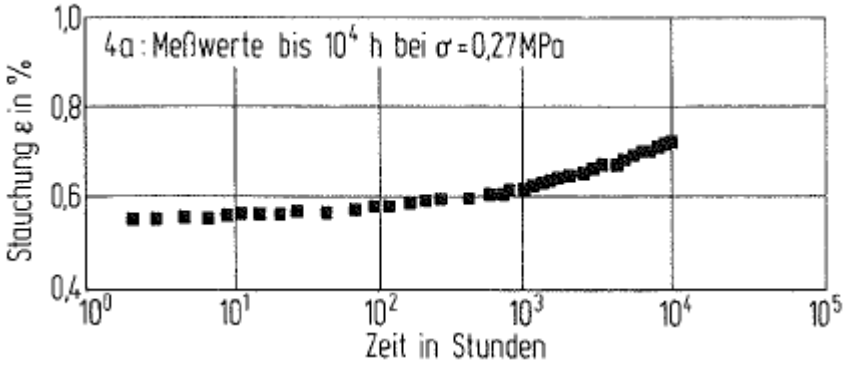
Die maximale Beanspruchung der EPS-Hartschaumplatten senkrecht zu ihrer Ebene darf beim Standsicherheitsnachweis den in Abschnitt 3.2.2 angegebenen Bemessungswert der Druckspannung nicht übersteigen.

Die EPS-Hartschaumplatten dürfen parallel zu ihrer Ebene belastet werden, wenn die Bestimmungen des Abschnitt 3.2.2 eingehalten werden.

Bei Anordnung der EPS-Hartschaumplatten unter einem lastabtragenden Bauteil treten Verformungen aus der Stauchung der Dämmplatte auf. Es darf angenommen werden, dass bei Einhaltung der Spannungsbegrenzung gemäß Abschnitt 3.2.2 diese Stauchung der Dämmschicht 2 % nicht überschreitet. Bei Bauwerken, die auf Setzungen empfindlich reagieren, ist die Verformung zu berücksichtigen.

31 - 02 EPS Isoquick limit value CC

EN 13164: XPS



20 - 01 XPS Compressive creep measured values 1,14 years

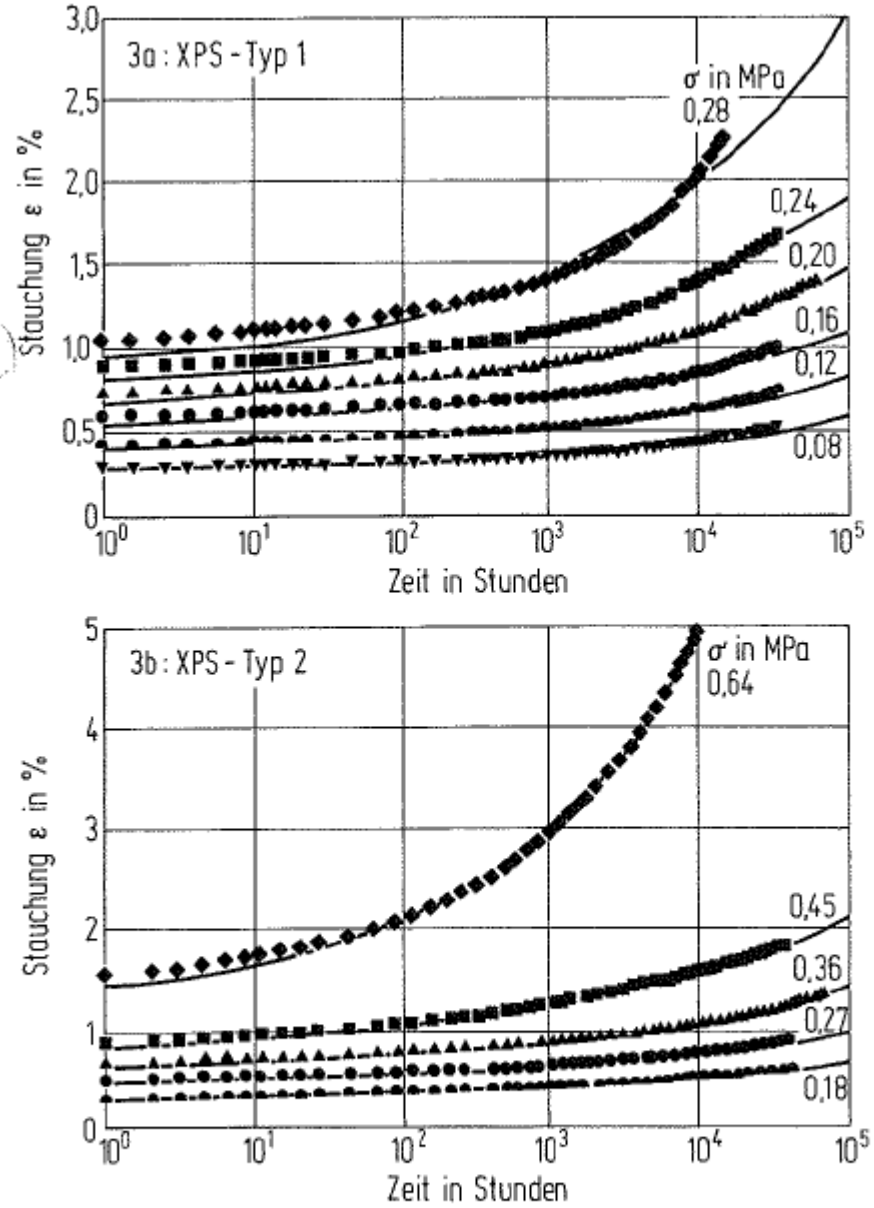


Bild 3. Vergleich zwischen den gemessenen Stauchungswerter und den für die jeweiligen Prüfspannungen berechneten Kriechkurven (Einzelanpassung)

20 - 02 XPS Compressive creep extrapol 50 years

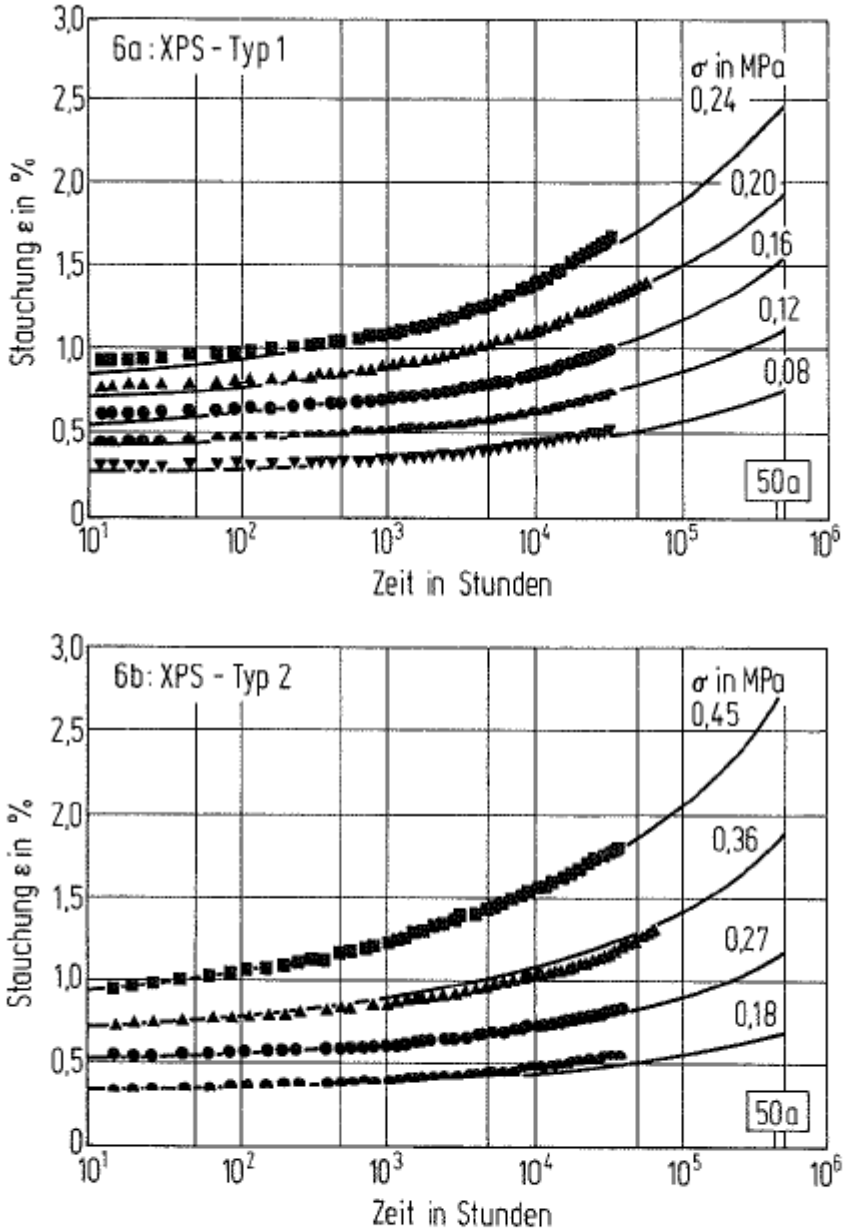


Bild 6. Vergleich zwischen den gemessenen Stauchungswerten und den berechneten Kriechkurven (mit Extrapolation bis 50 Jahre) nach spannungsabhängiger Betrachtung entsprechend Gleichungen (3) und (4) bzw. (5) und (6)

20 - 03 XPS Compressive creep extrapol 50 years

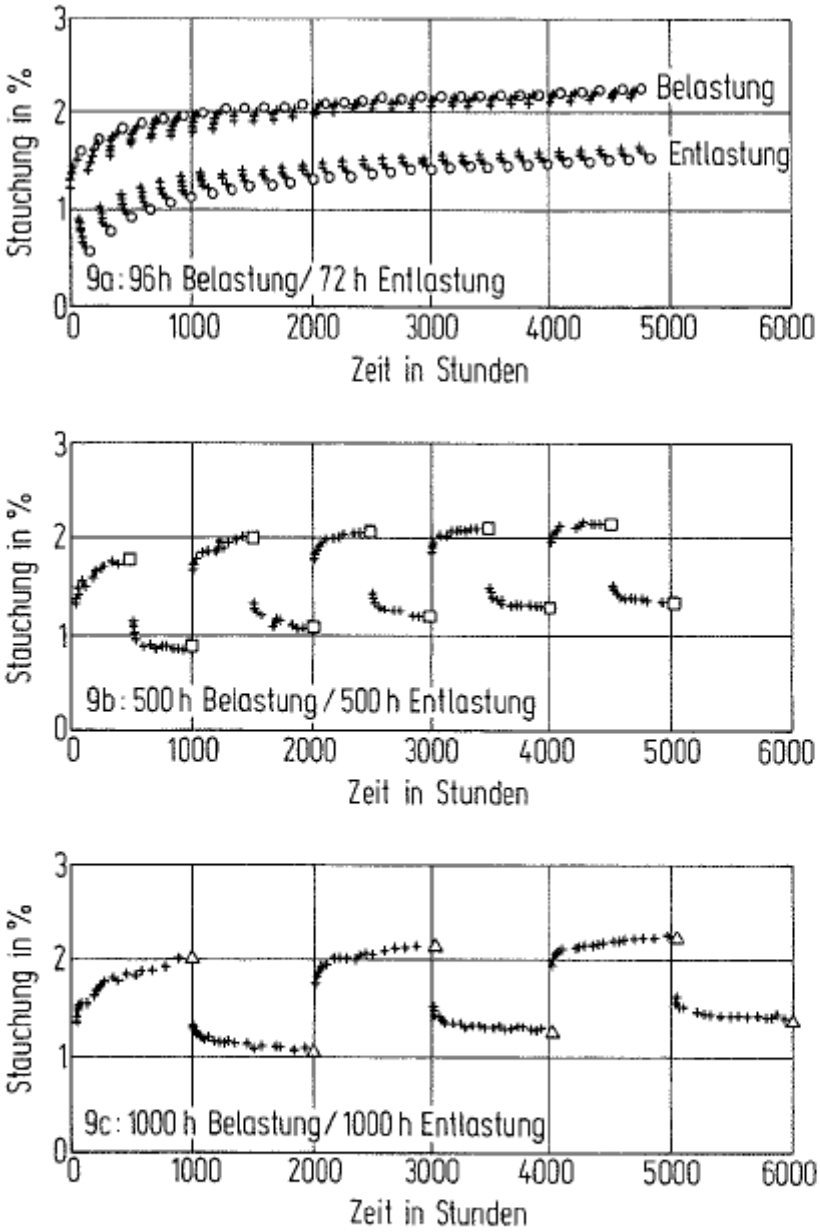


Bild 9. Verformungsverhalten von XPS-Typ 3 bei zyklischer Be- und Entlastung (Druckbelastung $\sigma = 0{,}13$ MPa) als Funktion der Zeit bei verschiedenen Beanspruchungszyklen (○, □, Δ = Stauchungsendwerte der einzelnen Zyklen)

20 - 04 XPS Compressive creep alternate pressure extrapol 50 years

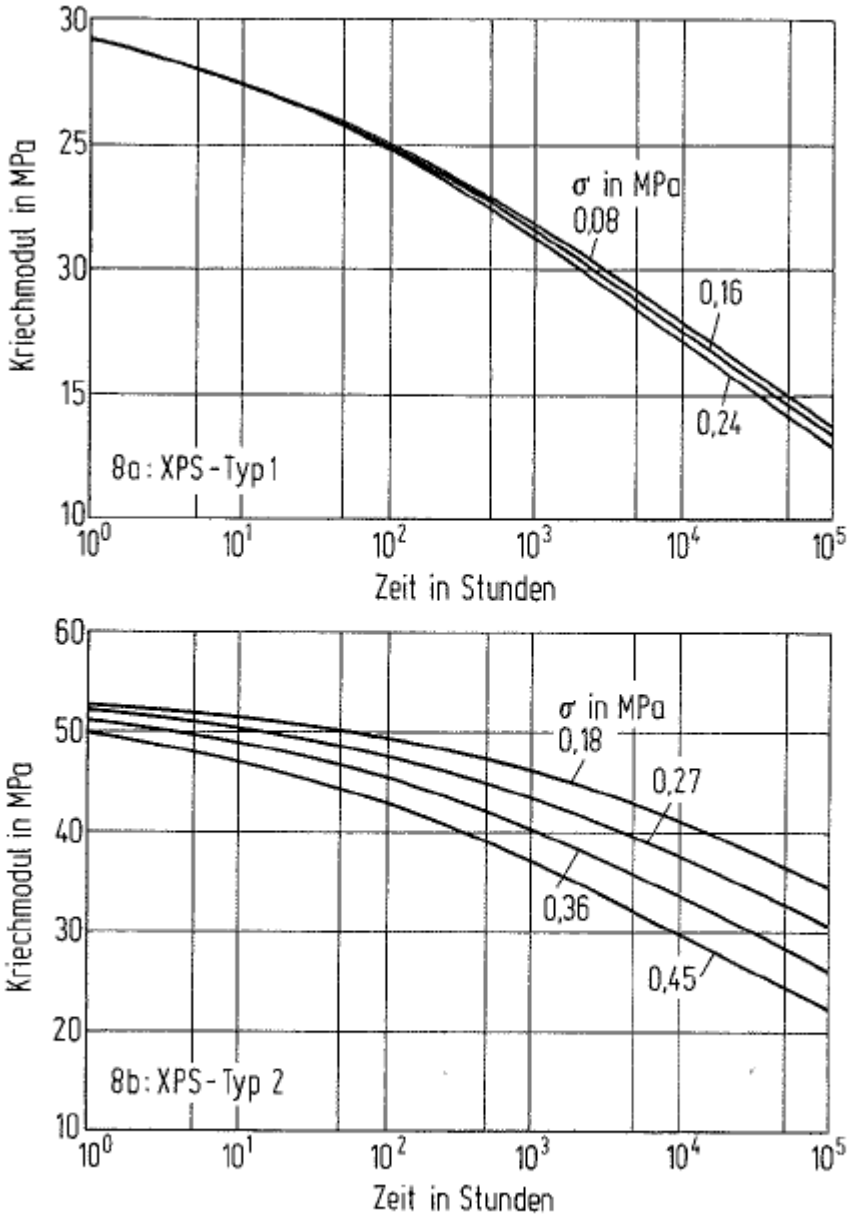


Bild 8. Kriechmodul als Funktion der Zeit für verschiedene Druckspannungen

20 - 05 XPS Compressive creep different pressure extrapol 50 years

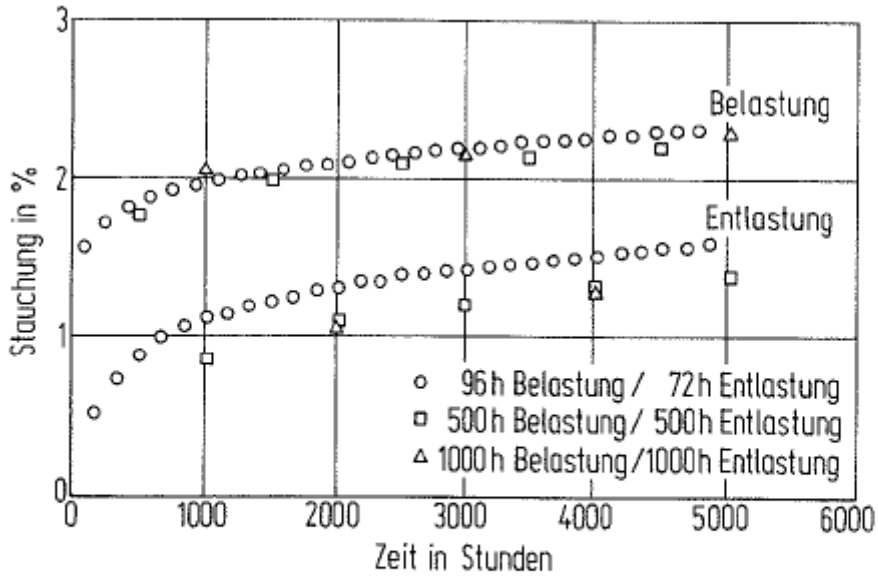


Bild 10. Stauchungsendwerte als Funktion der Zeit für XPS-Typ 3 bei verschiedenen Beanspruchungszyklen

20 - 06 XPS Compressive creep measured values 6000 h 16

EN 13165: PUR

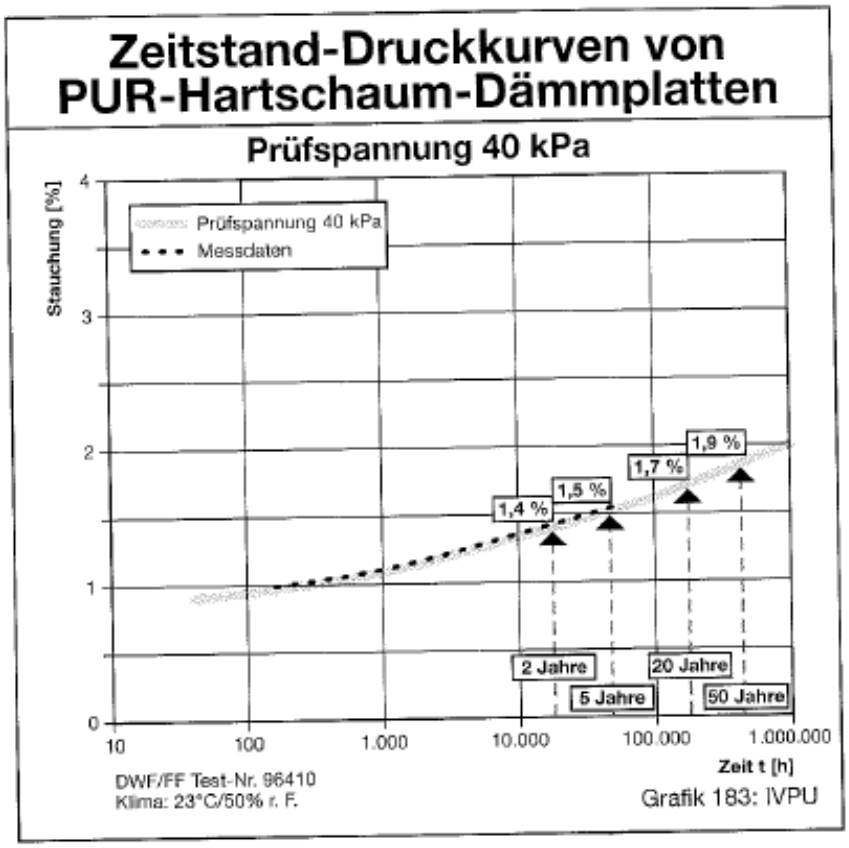
Author's comment:

The following table 12-01 shows the types of the monitored products with its densities. The graphics N°12-02 and N°12-03 show the measured values for the first two and five years and the calculated values of an extrapolation up to 20 and 50 years based on the measured values.

Prüf-Nr.	Produkt	Wärmeleit-fähigkeits-gruppe	Roh-dichte [kg/m³]	Dicke [mm]	Druck-festig-keit σ_m [kPa]	Prüflast [kPa]
96409	PUR 30 WDS 030	030	80,3	50	850	200
96410	PUR WDSM 025	025	33,2	40	285	40

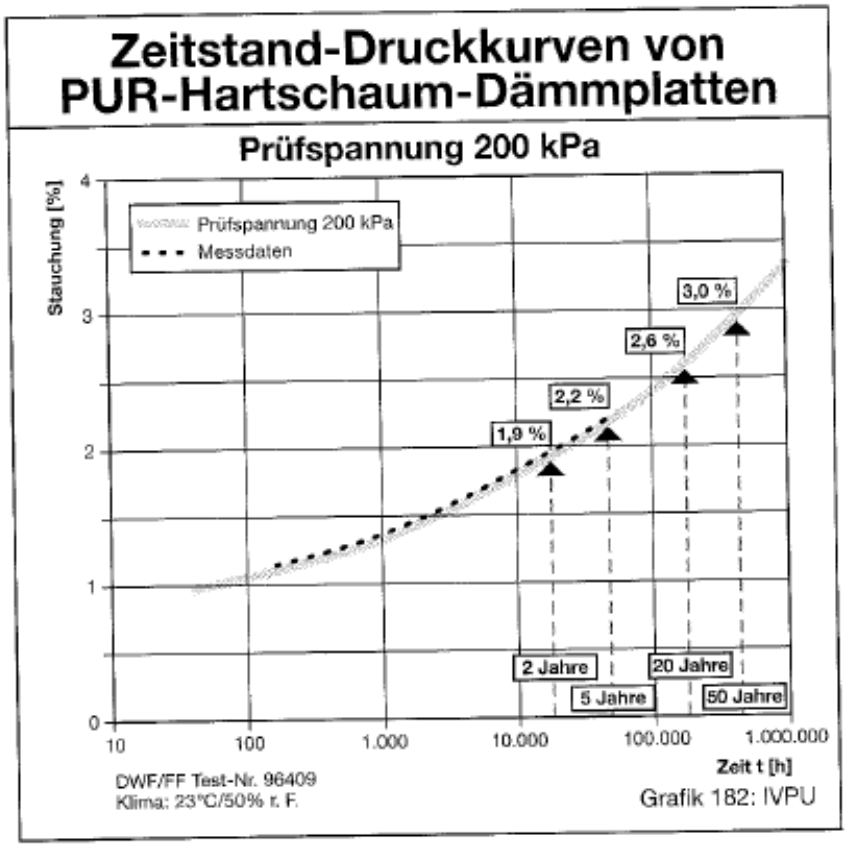
Tabelle 2: Übersicht der verwendeten PUR-Hartschäume

12 - 01 PUR Compressive creep 50 years



Kriechkurve von PUR-Hartschaum. Prüf-Nr. 96410 – Dauerlast 40 kPa Messwerte nach 2- und 5-jähriger Belastungsdauer und rechnerische Extrapolation auf 20 und 50 Jahre

12 - 01 PUR Compressive creep 40kPa 50 years



Kriechkurve von PUR-Hartschaum. Prüf-Nr. 96409 – Dauerlast 200 kPa Messwerte nach 2- und 5-jähriger Belastungsdauer und rechnerische Extrapolation auf 20 und 50 Jahre

12 - 02 PUR Compressive creep 200kPa 50 years