

## COMPORTAMIENTO PLÁSTICO ELÁSTICO DEL EPS

### Introducción

Este documento describe el comportamiento esfuerzo-deformación (reología) en función del tiempo, con el objetivo de entender mejor las propiedades físicas del EPS de cara a la aplicación de la legislación y normas europeas armonizadas, como las normas EL 13163 y 14933

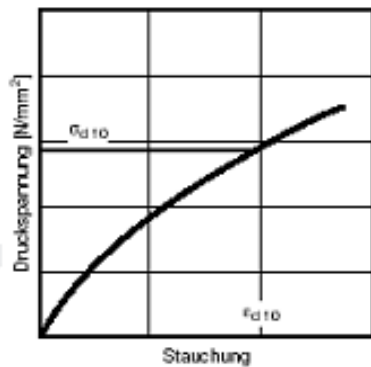
### Definiciones generales

Para la ciencia de los materiales la capacidad de compresión se define

- bien en términos de tensión (fuerza) como el valor al que ocurre la ruptura (= punto de ruptura o colapso)
- bien en términos de tensión a una deformación conocida.

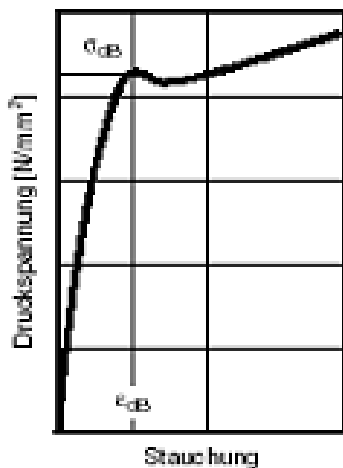
Ver los gráficos.

1. Esfuerzo al 10% de deformación



2. Resistencia a la compresión

*Esfuerzo*



*Deformación*

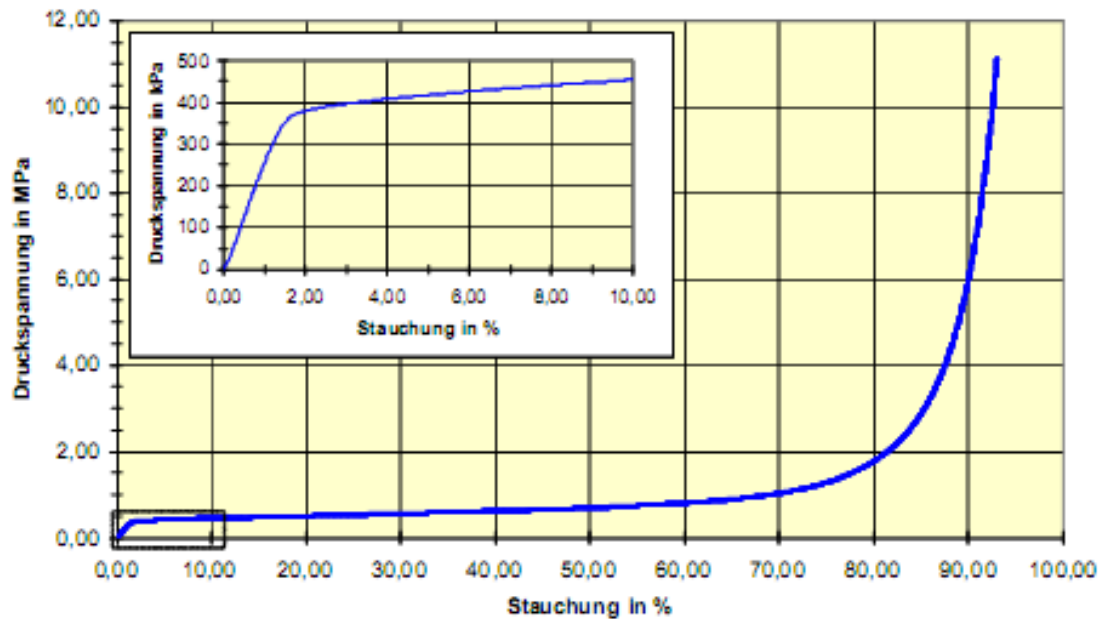
### Relación esfuerzo de compresión-deformación del EPS a corto plazo.

El EPS sigue el comportamiento que muestra el gráfico (1); el esfuerzo al 10% de deformación se define como la tensión.

Para ensayos de larga duración la relación compresión-deformación con cargas a corto plazo se muestra en el gráfico inferior. Únicamente la parte de hasta un 10% de compresión (recuadrada) es interesante para el diseño.

El material ensayado es EPS450!!

*Esfuerzo de compresión*

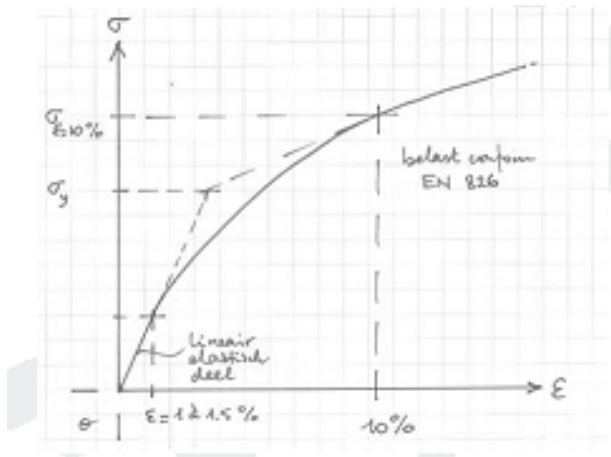


*Deformación en %*

El límite elástico ( $\sigma_y$ ) se toma a menudo como el punto donde las tangentes de comportamiento elástico y plástico se encuentran.

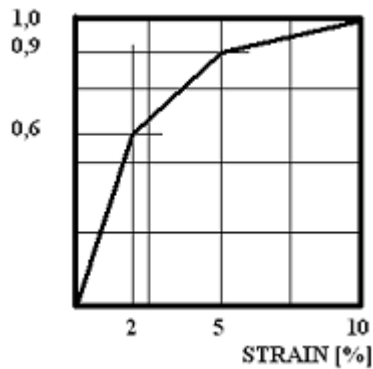
Para el EPS el límite de elasticidad es aproximadamente el 75% del esfuerzo a un 10% de deformación, la tensión en el límite elástico es de aproximadamente 1,5%.

El módulo tangente de carga en la zona elástica se define como la relación  $\sigma$ - $\epsilon$  hasta una deformación del 1%.



En muchos países los esfuerzos al 2 y 5% de deformación también son interesantes (por ejemplo, para diseño en construcción de ferrocarriles), por lo que esos valores se han recogido en las tablas 5 y 6 de la norma EN 14933, al lado de la tabla 2.

La relación se basa en los datos de BASF, pero se volvió a calcular **en un sentido arbitrario esquemática (Tepper 2005)**, ver el esquema inferior, donde la relación de esfuerzo ( $\sigma_{\text{actual}}/\sigma_{10}$ ) está dibujada en contraste con la deformación ( $\% \epsilon_{\text{actual}}/\epsilon_{10}\%$ ).



*Deformación*

### Módulo de elasticidad

Para el modula de elasticidad, los dos: el módulo-tangente y el módulo de cargas cíclicas, suelen seguir una relación según:

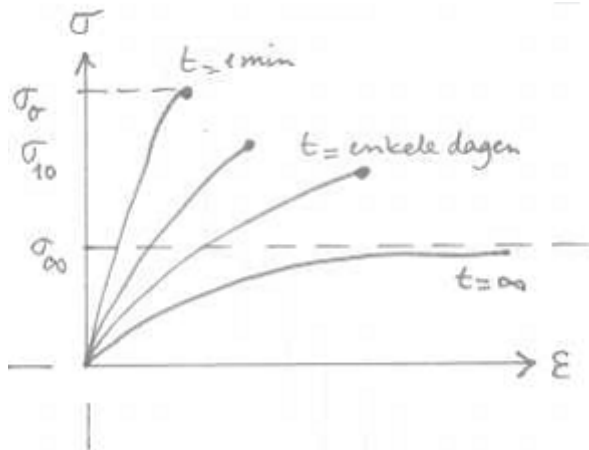
$$E = (0,45 \rho - 3) \text{ MPa, donde } \rho \text{ es la densidad.}$$

Esto supone para un material de densidad  $20 \text{ kg/m}^3$  (EPS100):  $E = 6000 \text{ kPa}$

### Relación esfuerzo de compresión-deformación del EPS a largo plazo.

Dependiendo del tiempo de carga de una muestra de EPS se dan las siguientes relaciones:

*Esfuerzo*



Deformación

El modelo de comportamiento esfuerzo-deformación (reología) en función del tiempo es similar al de corcho; ver esquema inferior. Esto significa que un determinado nivel del esfuerzo de compresión aplicado ( $\sigma_{\text{apl.}}/\sigma_{10\%}$ ) la deformación continuará en el tiempo hasta el colapso (ruptura).

Para el corcho este nivel es 9/16, para el EPS normalmente la ruptura o colapso se produce al 65%

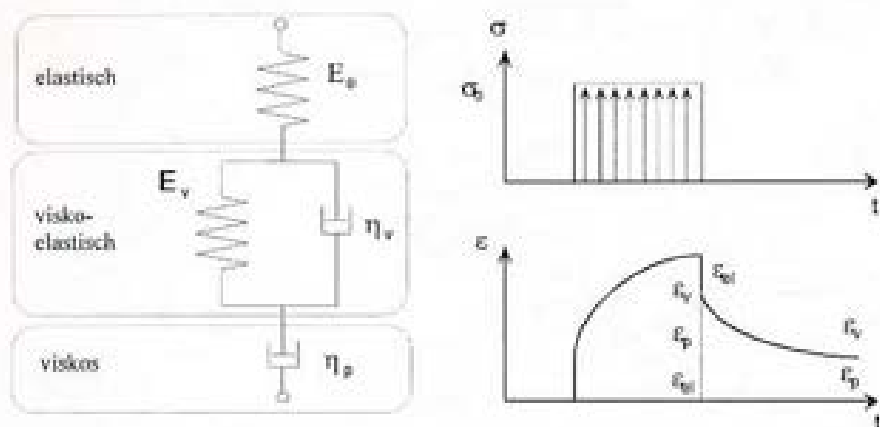
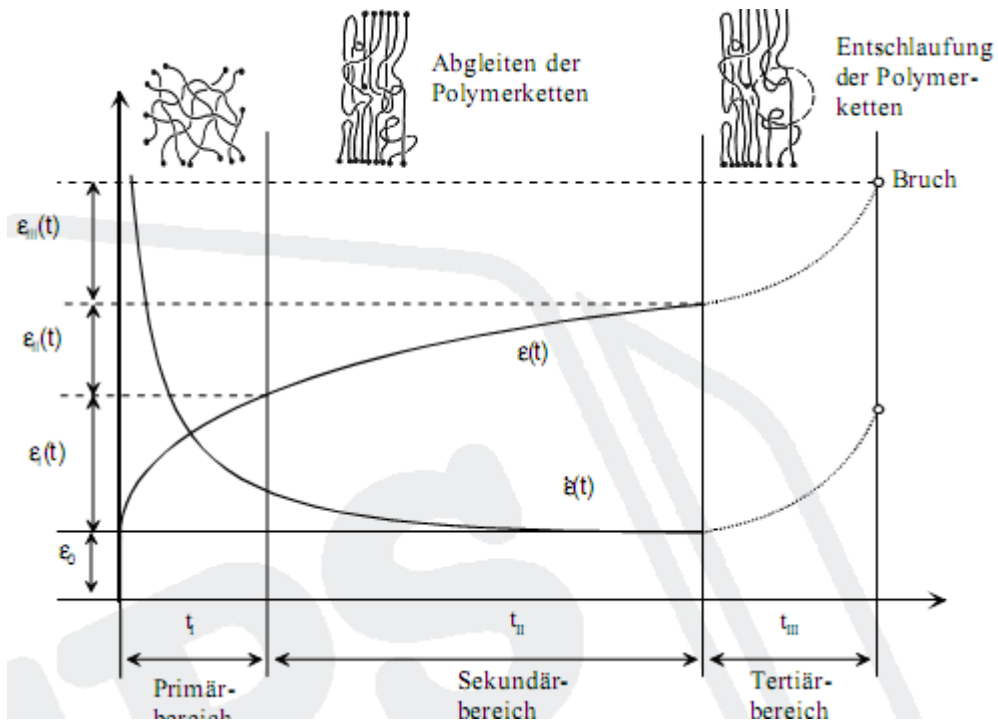


Bild 2. Modell zur Beschreibung des Verformungsverhaltens von Polymerwerkstoffen

Fig. 2. Model to describe the deformation behaviour of polymeric materials

Para entender que le ocurre al EPS se emplea la relación tiempo/deformación bajo carga constante según el siguiente modelo:

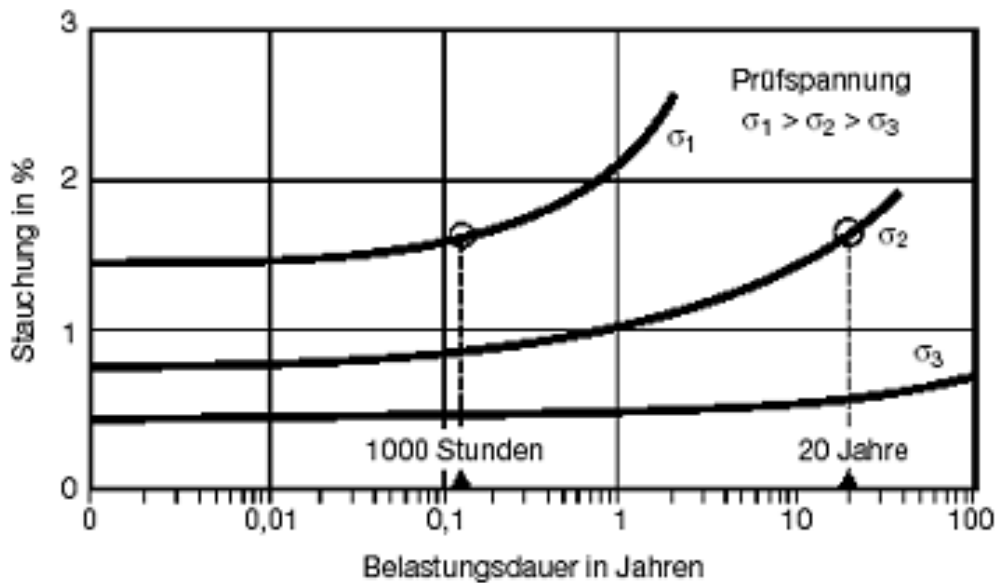
las cadenas del polímero se puede deslizar



Bruch=ruptura

Para distintos ratios de  $(\sigma_{apl.} / \sigma_{10\%})$  el comportamiento es como en la siguiente figura (a escala logarítmica):

Deformación:



Tiempo de exposición (años)

Está claro que a un determinado nivel de carga ocurre siempre la ruptura. Para tener en cuenta al diseñar!

### Extrapolación de los resultados de los ensayos

Hay una gran cantidad de datos disponibles para la estimación del comportamiento de fluencia de EPS a lo largo del tiempo.

Los debates de los dos métodos de extrapolación (Findley según EN 1606 y Struik, adoptada por SP en el siglo pasado) dan al final el mismo resultado.

Lo más importante es medir el tiempo suficiente para dar la mejor estimación posible, véase debajo (BASF).

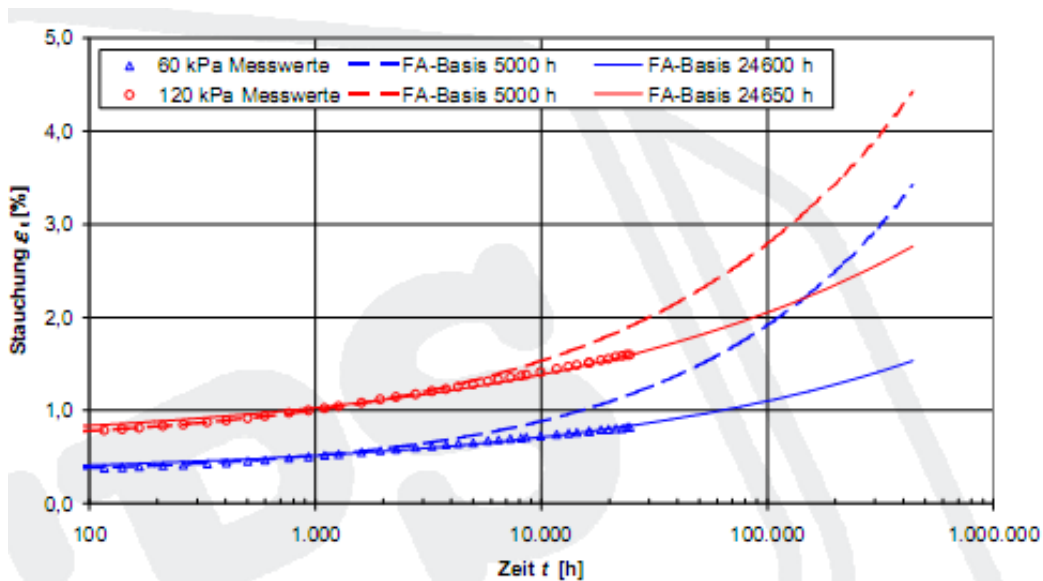


Abb. 18: Vergleich der Extrapolationsgüte bei unterschiedlicher Prüfdauer am Produkt Peripor; Vers. Nr. 99-2

Se puede tomar como valor seguro para la fluencia a la compresión ( $\epsilon_{ct}$ ), ya sea siguiendo la norma EN 1606 con el método de extrapolación de Findley o utilizando el método Struik, una fluencia de 2% pasados 50 años de vida con un nivel de carga del 30% ( $\sigma_{apl.} / \sigma_{10\%}$ ).

La deformación inicial ( $\epsilon_0$ ) será de alrededor un 0,5%, por lo que la desviación total ( $\epsilon_t = \epsilon_0 + \epsilon_{ct}$ ) será de un 2,5% pasados 50 años con una carga permanente de 0,3  $\sigma_{10}$ .