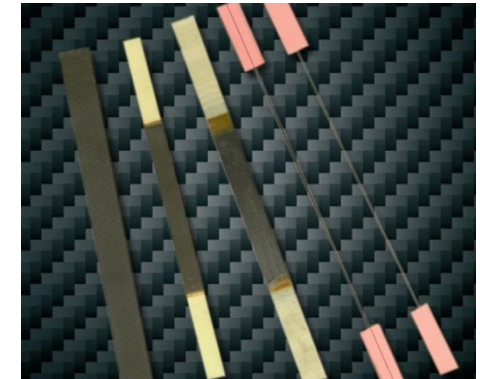
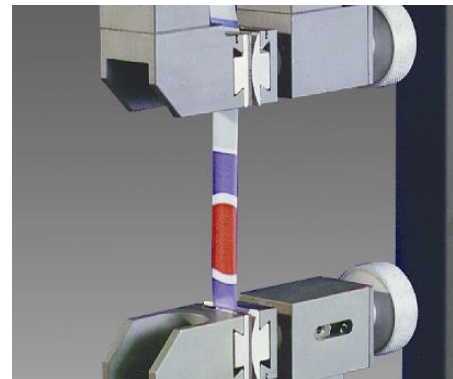


DIN EN ISO 527

Kunststoffe: Bestimmung der Zugeigenschaften

Helmut Fahrenholz
Oktober 2021



Vorgeschichte und Anwendung

Teile der ISO 527

Bedeutung, Einsatzgebiete

Neue Ausgabe der ISO 527

Prüfkörper

Der Zugversuch

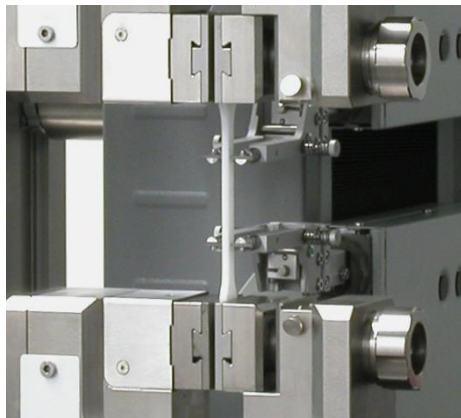
Vergleichbare Werkstoffdaten

Anforderungen an die Prüfeinrichtung

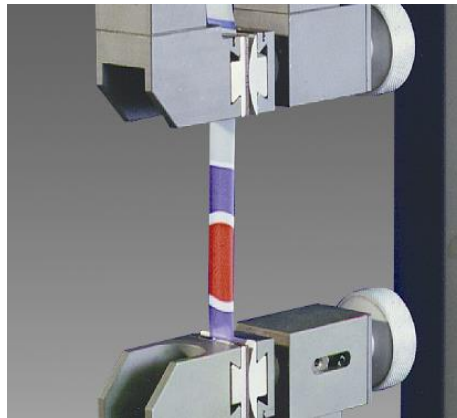


ISO 527 deckt gefüllte und ungefüllte Kunststoffe, Extrusions- und Gussformmassen, Folien und Platten, sowie langfaserverstärkte Verbundwerkstoffe ab.

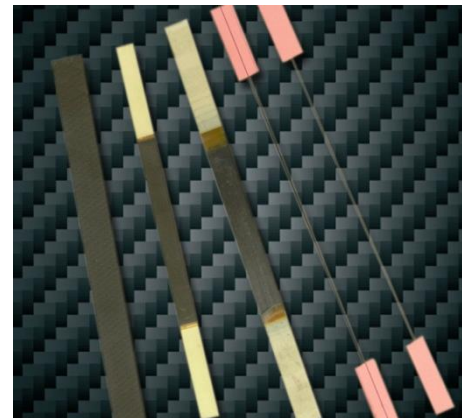
- Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen
- Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln
- Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Verbundwerkstoffe
- Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Verbundwerkstoffe



Teil 2

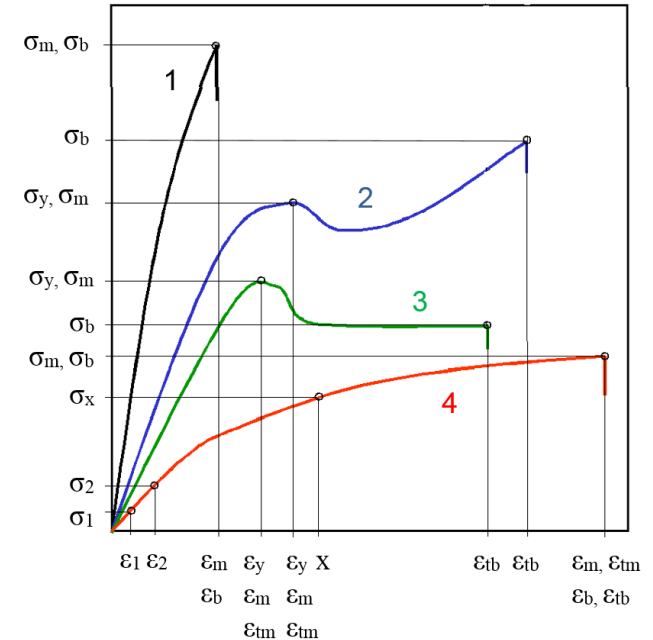
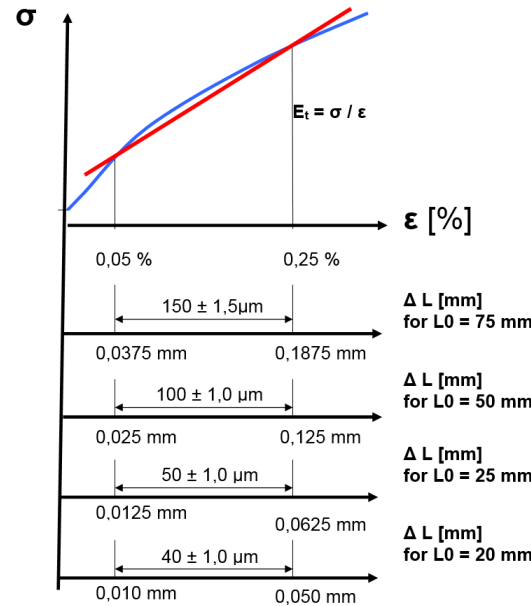
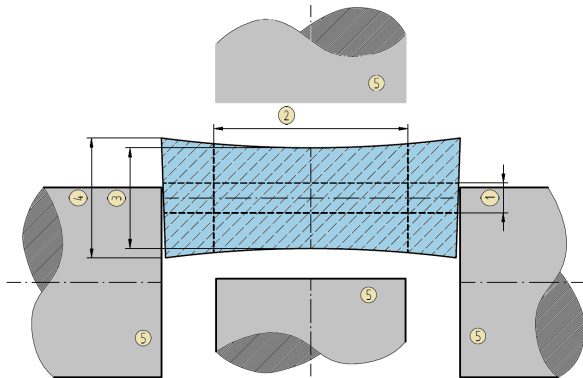


Teil 3



Teil 4 und 5

Mit der letzten Überarbeitung wurden drei wesentliche Änderungen in die Norm eingebracht



Eindeutige Definitionen und Anforderungen an die Querschnittsmessung der Probekörper.

Die Anforderungen an die Zugmodulmessung wurden in Bild 2 neu gefasst.

Neue Definition der Dehnungsergebnisse bei maximaler Spannung und bei Probenbruch.

Vorgeschichte und Anwendung

Prüfkörper

Probekörperformen und -abmessungen

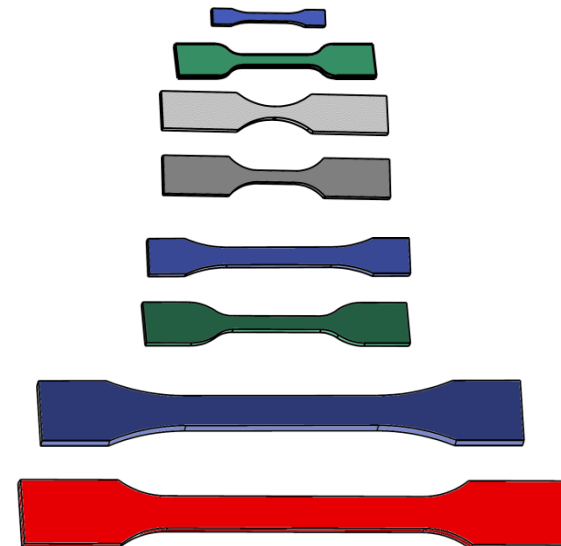
Anforderungen an die Querschnittsform

Messung der Dicke und Breite

Der Zugversuch

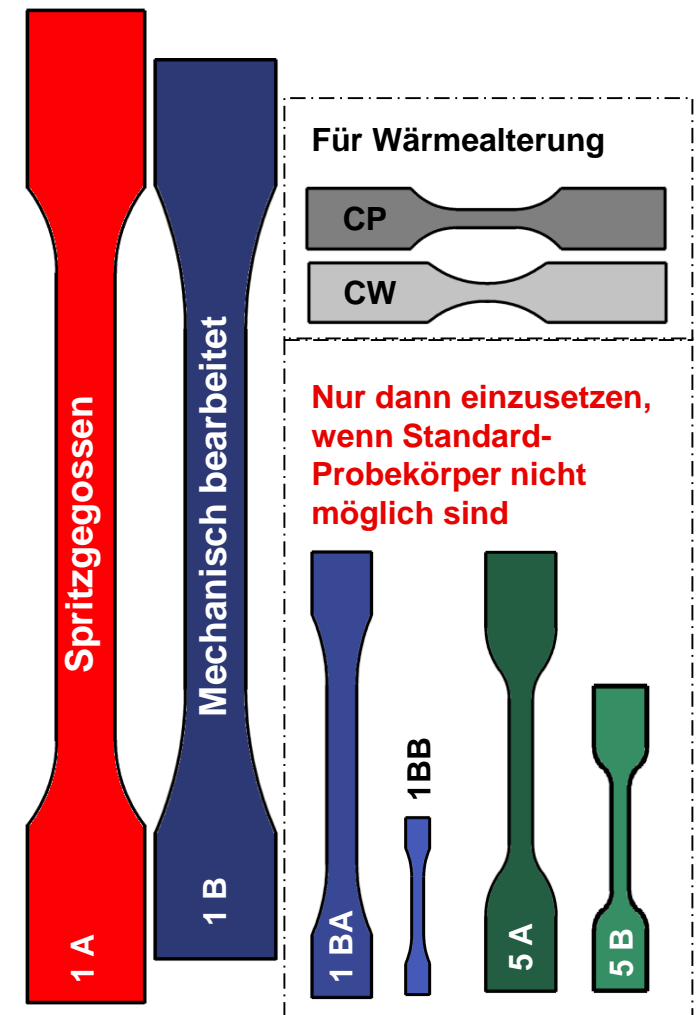
Vergleichbare Werkstoffdaten

Anforderungen an die Prüfeinrichtung



Iso 527-2 definiert Typ 1A für spritzgegossene und 1B für mechanisch bearbeitete Probekörper

- ISO 20753 legt Probekörper für die Kunststoffprüfung in allgemeiner Form fest.
- ISO 527-2 legt die Probekörper für den Zugversuch fest.
 - Formen 1A (A1) und 1B (A2) sind die Standard-Probekörper für vergleichbare Kennwerte
 - Formen 1BA (A22) und 1BB (A25) als maßstäblich verkleinerte Probenform (nur informativer Anhang)
 - Formen 5A und 5B sind proportional zu ISO 37 (Gummi), Formen 2 und 3 (nur informativer Anhang)
 - Formen CW und CP (identisch zu Formen 2 und 4 nach ISO 8256) als kleine Probekörper für Wärmealterung.
- ISO 293 und 294 legen Bedingungen für Spritzgießen und Pressen von Probekörpern fest.
- Spezielle Bedingungen und Formen können in nationalen oder internationalen Materialspezifikationen vorliegen.



Genauere Werkstoffkennwerte erfordern eine exakte Dimensionsmessung. ISO 16012 für Kunststoffe, ISO 23529 Gummi.

- Die Breite von Kunststoffproben kann mit einem Messschieber, einer Mikrometerschraube oder einem Querschnittsmessgerät bestimmt werden.
- Die Dicke von Kunststoffproben wird mit einer Mikrometerschraube oder einem Querschnittsmessgerät gemessen.
- Die Messkraft beträgt zwischen 5 und 15 N, die Messflächen sind kreisförmig und flach, üblicherweise mit 6,35 mm (6,5 mm) Durchmesser. Andere Kontaktelemente sind möglich.
- Die Messung wird in der Mitte zum Probekörper und innerhalb der Messlänge durchgeführt. Spritzgegossene Probekörper werden innerhalb 5 mm um die Mitte der Messlänge gemessen.
- Ein Dickenmessfehler von 0,1 mm erzeugt einen Fehler von 2.5 % !



Zwick Querschnittsmessgerät (QMG)

Table 1 — Accuracy requirements

Dimensions in millimetres	
Range of dimensions	Required accuracy
< 10	± 0,02
≥ 10	± 0,1

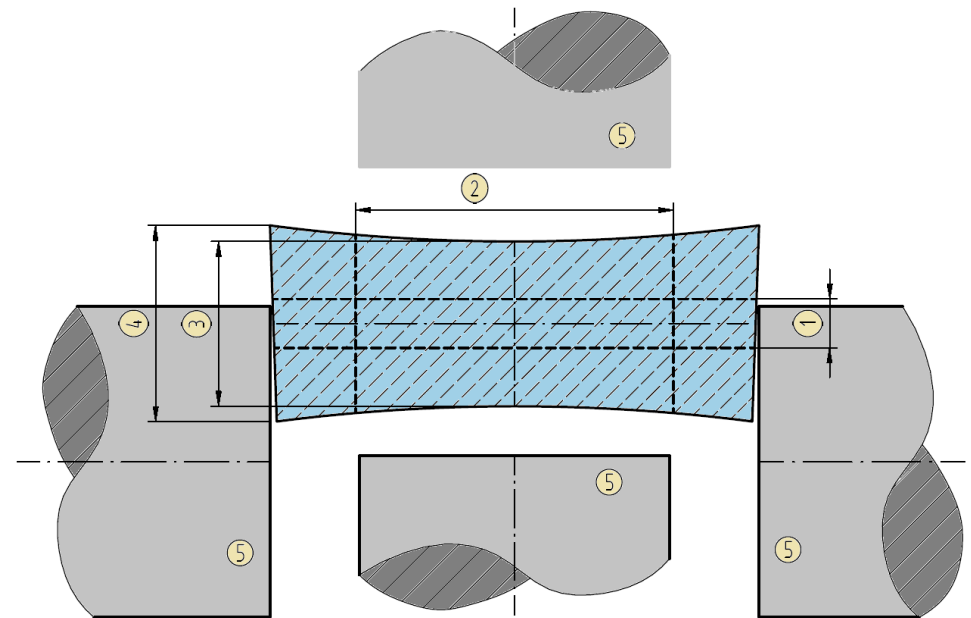
Anforderungen nach ISO 16012



Mikrometerschraube mit Ratsche

Ausgabe 2019 der ISO 527-1, die ISO 16012 und die ISO 23529 (Gummi) geben klare Anweisungen für die Dimensionsmessung.

- Messungen mit einer Mikrometerschraube mit Ratsche, bei der ein konstanter Anpressdruck sichergestellt ist
- Die Dickenmessung muss exakt zentriert stattfinden
- Breitenmessung an den Probekörperkanten muss vermieden werden.



Dimensionsmessung

- 1 Messbereich für die Breitenmessung: $\pm 0,5$ mm
- 2 Messbereich für die Dickenmessung: $\pm 3,25$ mm
- 3 Kleinste Dicke, h_{min}
- 4 größte Dicke, h_{max}
- 5 Messspitzen der Mikrometerschraube

Vorgeschichte und Anwendung

Prüfkörper

Der Zugversuch

Vergleichbare Werkstoffdaten

Anforderungen an die Prüfeinrichtung

Vorbereitung der Prüfmaschine

Schiefzugausrichtung

Vorstauchung, Vorkraft

Prüfgeschwindigkeiten

Zugmodul

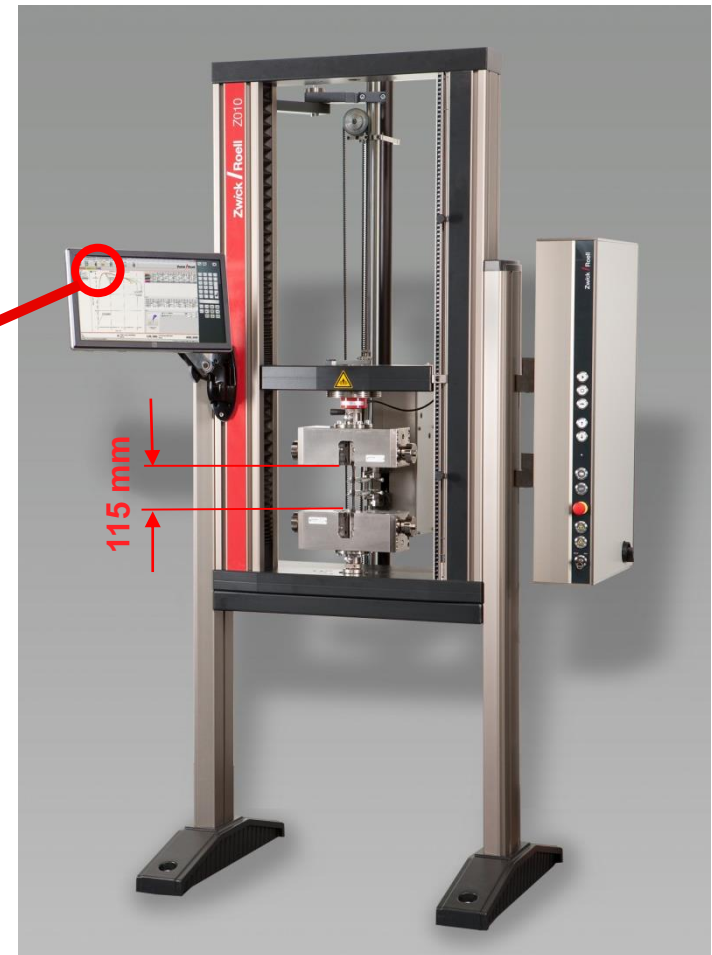
Streckpunkt und Bruch

Nominelle Dehnung

Poissonsche Zahl

Bringen Sie die Prüfmaschine in eine bekannte Ausgangsstellung bevor der Versuch gestartet wird.

- Setzen Sie den Probenhalterabstand auf 115 mm
- Nullen Sie die Kraftmesskette bevor der Probekörper an beiden Enden gespannt wird.

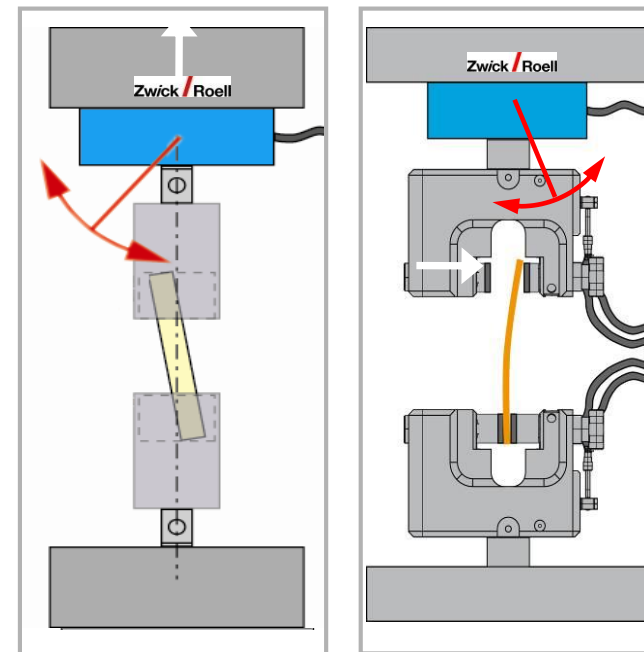
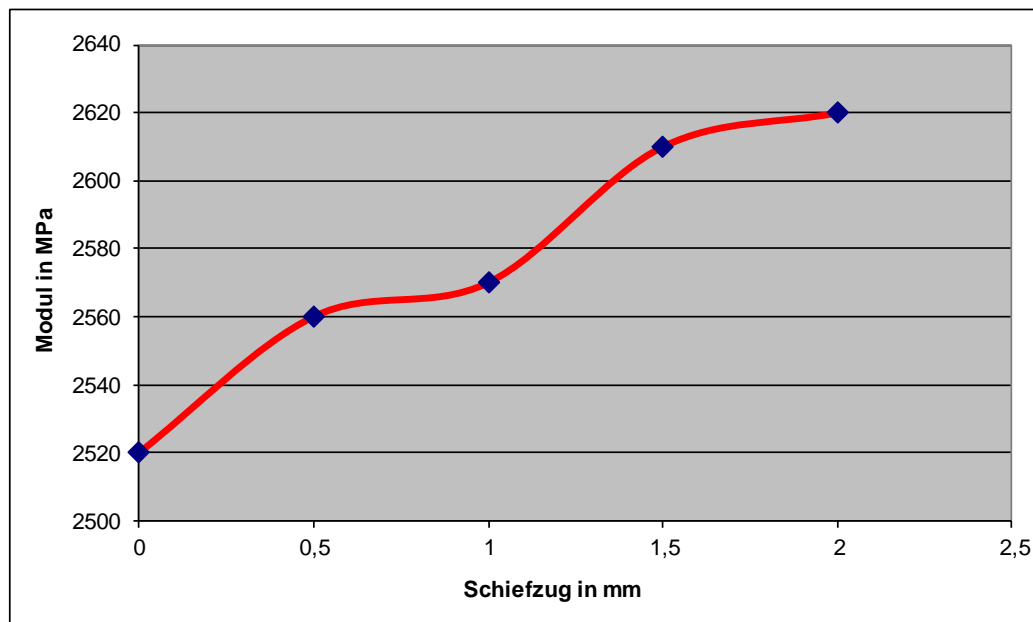


Zwick Materialprüfmaschine

► **Kräfte, die während des Einspannvorgangs auftreten können, wirken tatsächlich auf den Probekörper ein !**

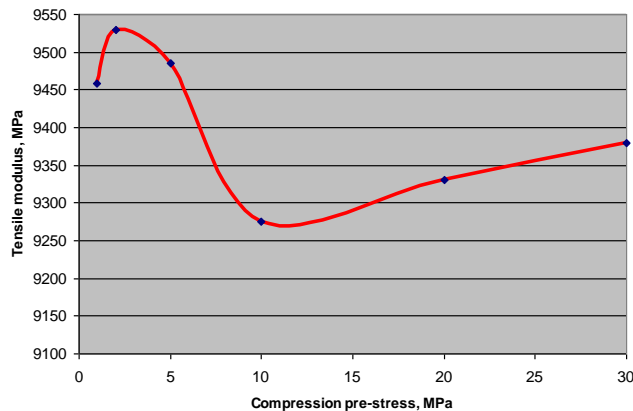
Schiefzug, z.B. durch schräges Einspannen des Probekörpers kann zu Problemen bei der Zugmodulmessung führen.

- Schiefzug führt zu Biegekräften im Probekörper
- Für eine Messung an PBT wurde bei beidseitiger Dehnungsmessung eine Änderung des Zugmoduls von 4% für einen Schiefzug von 2 mm festgestellt



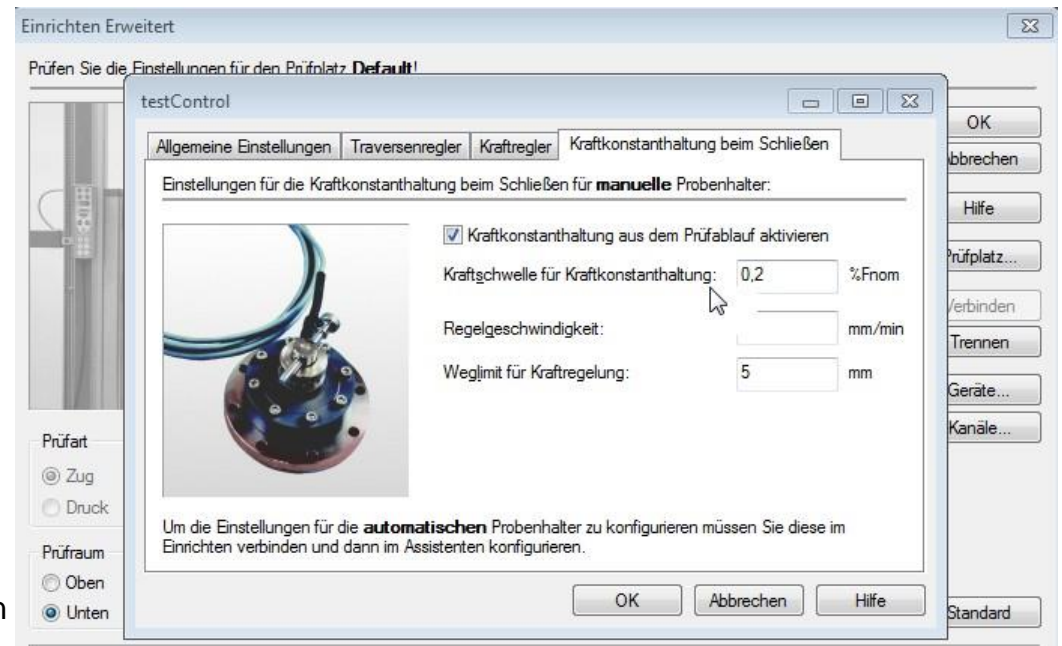
Vorstauchungen während des Einspannens müssen vermieden werden, z.B. durch die *testXpert III* Funktion „Kraftkonstanthaltung beim Schließen“.

- Vorstauchungen beim Einspannen können den Zugmodul um mehr als 3% beeinflussen.
- ▶ *testXpert III* erlaubt eine Kraft-Nullregelung der Prüfmaschine während des Einspannvorgangs.



Beispiel für den Einfluss verschiedener Vorstauchungen auf den Zugmodul..

(PBT GF 10%)



testXpert III - Eingabedialog zur Aktivierung der Funktion „Kraftkonstanthaltung ^Schließen“

Vorspannungen

Kleine positive Vorspannungen (σ_0) vermeiden eine „Kurvenfuß“ am Beginn des Spannungs-Dehnungsdiagramms.

- Der Nullpunkt der Probendehnung befindet sich definitionsgemäß an der Vorspannung.
- Diese Definition sorgt für einen wiederholbaren Startpunkt der Prüfung, der unabhängig vom Bediener und vom Prüfmittel ist.

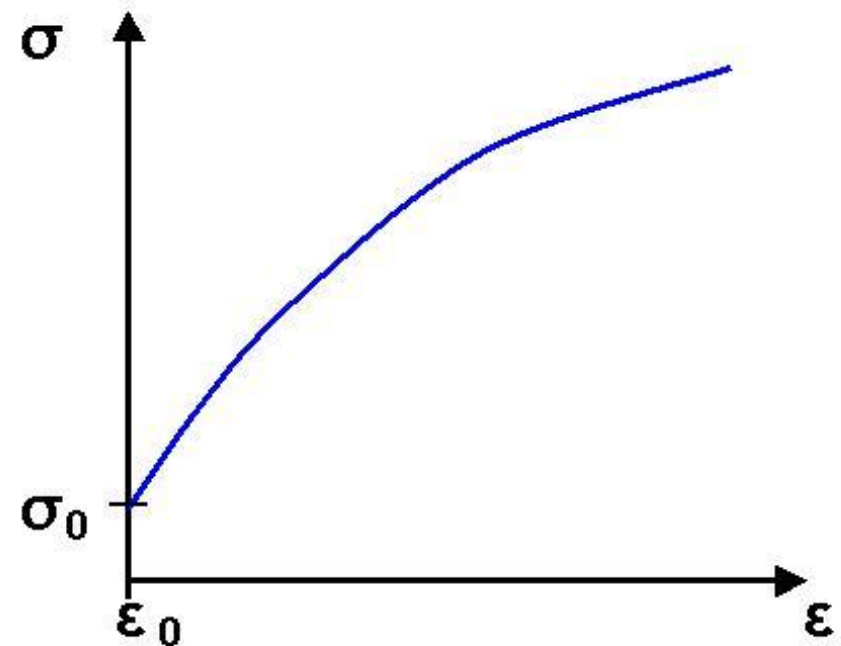
Für Zugmodulmessungen:

$$\sigma_0 \leq E_t / 2000$$

Bedeutet, dass die „abgeschnittene“ Dehnung kleiner als 0,05% ist.

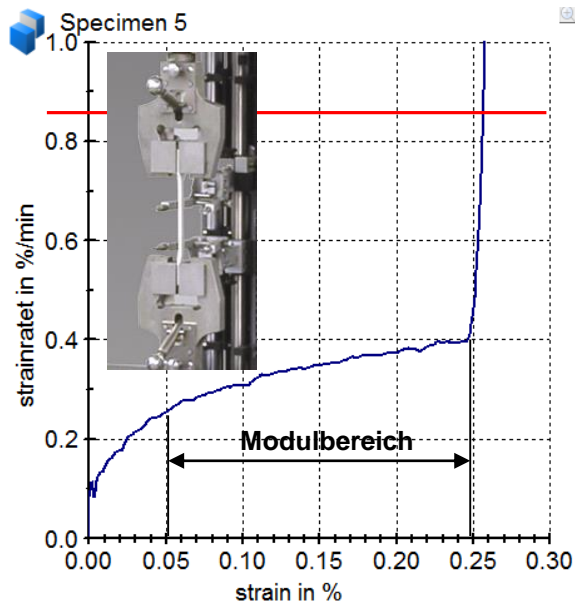
Für die Messung der relevanten Spannungen:

$$\sigma_0 \leq \sigma / 100$$

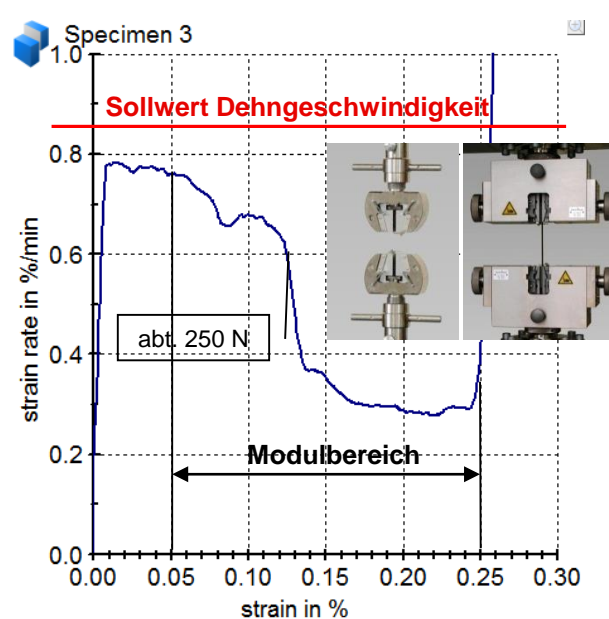


Parallele Spannprinzipien stellen sicher, dass die korrekte Verformungsgeschwindigkeit eingehalten wird.

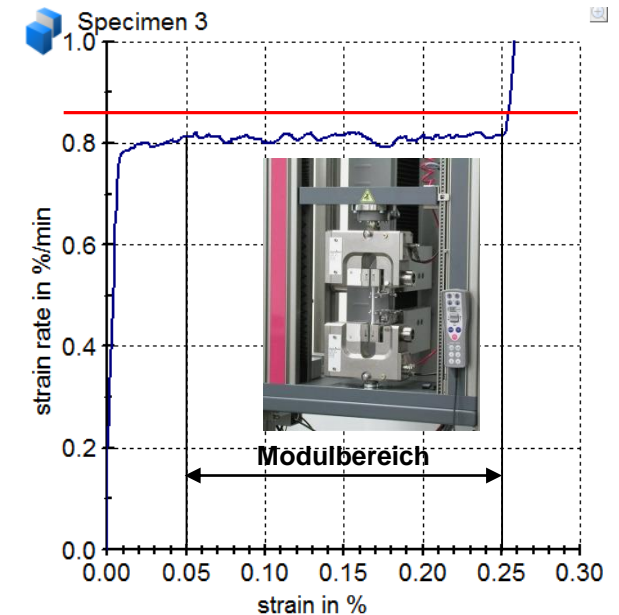
- Die Modulbestimmung soll bei einer Dehngeschwindigkeit nahe 1%/min erfolgen, wobei eine der Geschwindigkeiten nach Tabelle 1 aus ISO 527-1 zu verwenden ist.
 - 1 mm/min Traversengeschwindigkeit entspricht einer Dehngeschwindigkeit von 0,87 %/min.(1A, 1B)
- Keilspannzeuge führen zu niedrigen, vorgespannte Keilspannzeuge zu variablen Geschwindigkeiten



Keil-Probenhalter



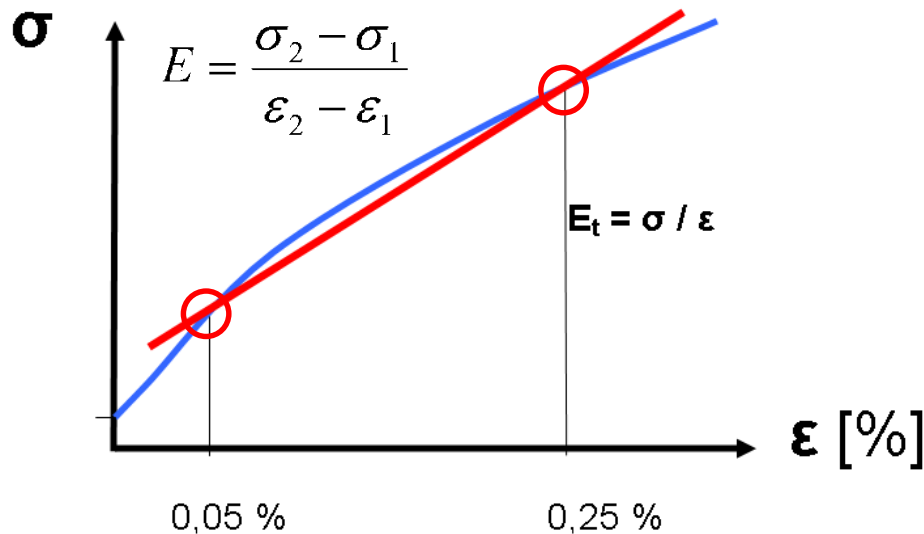
Vorgespannter Keil-Schraub Probenhalter



Parallel klemmende Pneumatik-Probenhalter

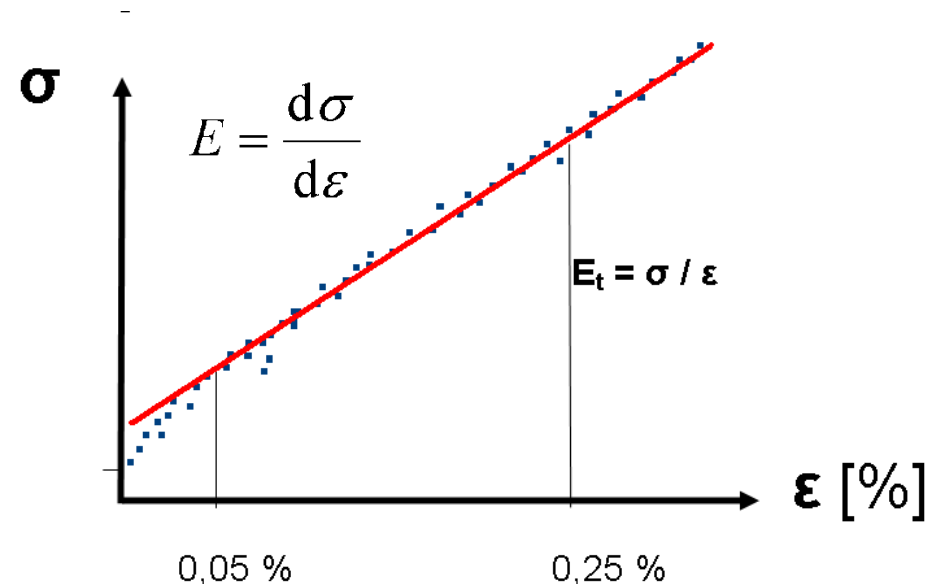
Der Zugmodul wird zwischen zwei Dehnungen bestimmt.

- Steigung im Spannungs-Dehnungsdiagramm zwischen 0.05% und 0.25% Dehnung
- Berechnung als Sekante zwischen 2 Punkten, oder als Regressionsgerade.



Sekanten Steigung

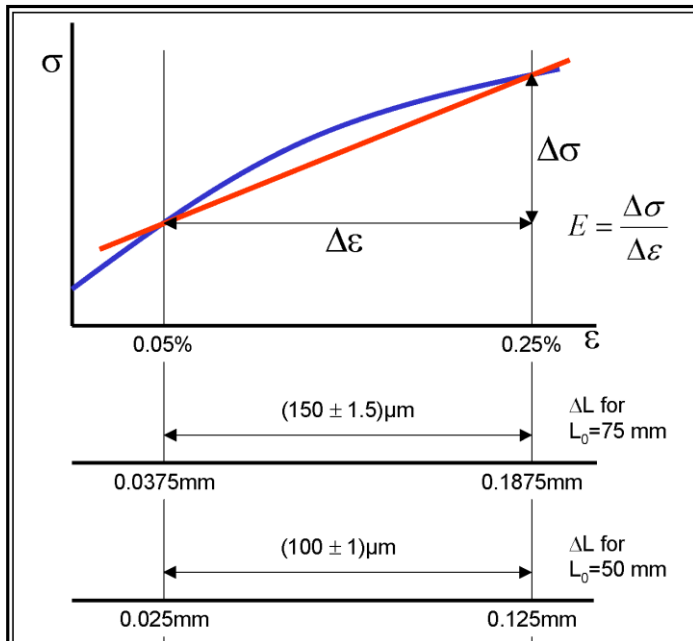
Leicht einsetzbar für manuelle Berechnungen, statistisch empfindlich auf Signalrauschen.



Regressionsgerade

Alle Messpunkte im Bereich gehen in das Ergebnis ein, dadurch statistisch sicherer.

Modulmessungen erfordern einen hochgenauen Wegaufnehmer.



Längenänderungsmessung für Modulbestimmung

Anforderungen nach ISO 527-1, §5.1.5.1 :

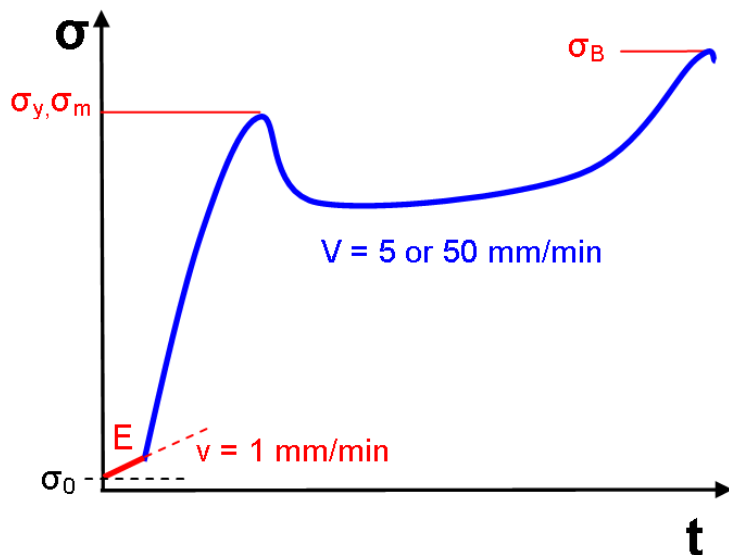
Da der Elastizitätsmodul üblicherweise an den größeren Probekörpern 1A und 1B ermittelt wird, beträgt die Genauigkeitsanforderung an den Längenänderungsaufnehmer $\pm 1,5\ \mu\text{m}$ für Typ 1A und $\pm 1,0\ \mu\text{m}$ für Typ 1B.

Die Mindestanforderung für die Auflösung liegt mit Bezug auf ISO 9513 damit bei 0,5 Mikrometern. Für kleinere Probekörper werden die Genauigkeitsanforderungen höher.

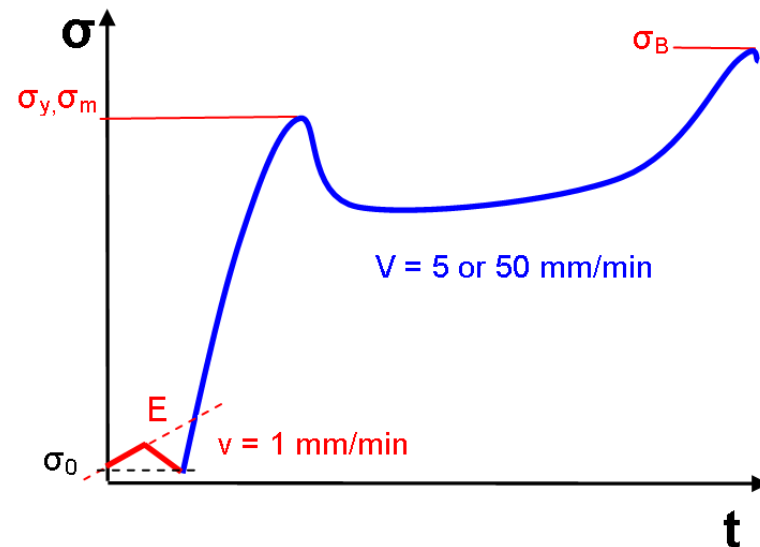


Sobald die Modulbestimmung abgeschlossen ist, wird die Geschwindigkeit umgeschaltet. Üblich sind 5 mm/min oder 50 mm/min.

- ISO 527-1 lässt explizit die Geschwindigkeitsumschaltung nach der Modulbestimmung zu. (§ 9.6)
- Zugmodul und weitere Prüfergebnisse dürfen am gleichen Probekörper ermittelt werden.
- Die Geschwindigkeitsumschaltung muss bei Dehnungen kleiner gleich 0,3% erfolgen
- Bevorzugtes Verfahren ist das Entlasten des Probekörpers vor der Geschwindigkeitsumschaltung. Eine direkte Geschwindigkeitsumschaltung ist ebenfalls erlaubt..

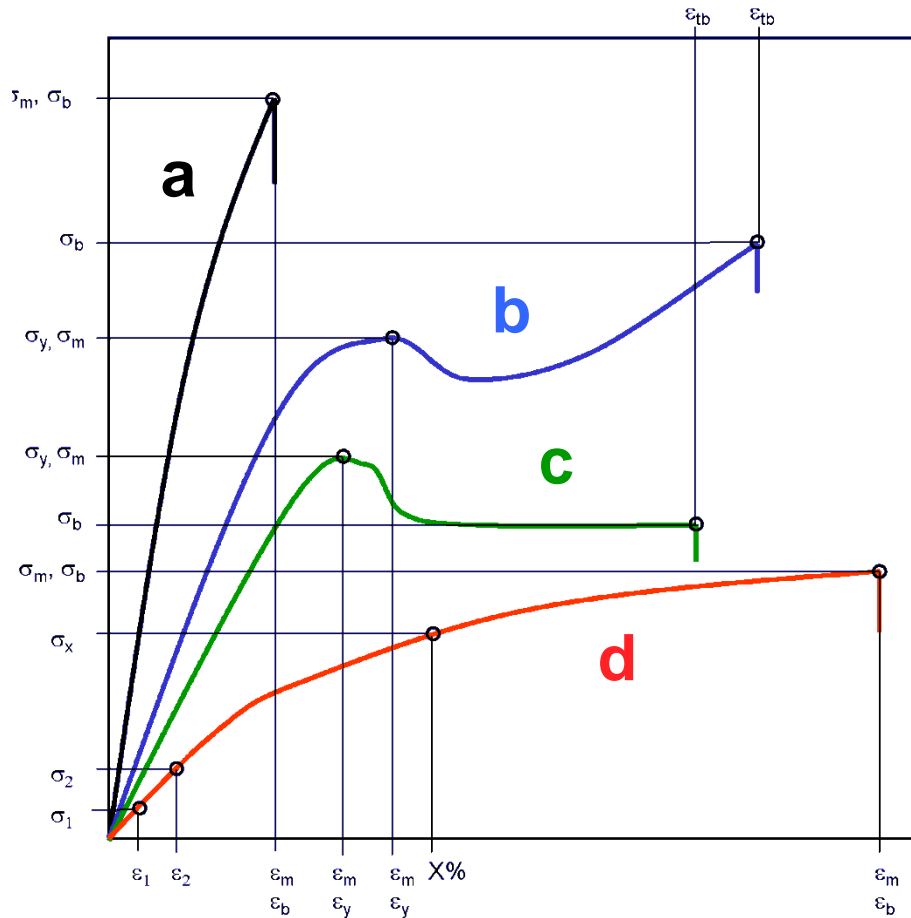


Direkte Umschaltung



Umschaltung nach Entlastung

ISO und ASTM unterscheiden verschiedene Auswertungsverfahren entsprechend der Kurvenform im Spannungs-Dehnungsdiagramm.

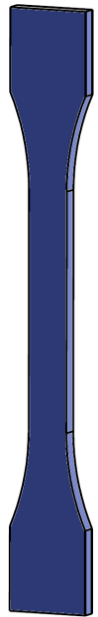


Arten von Spannungs-Dehnungskurven:

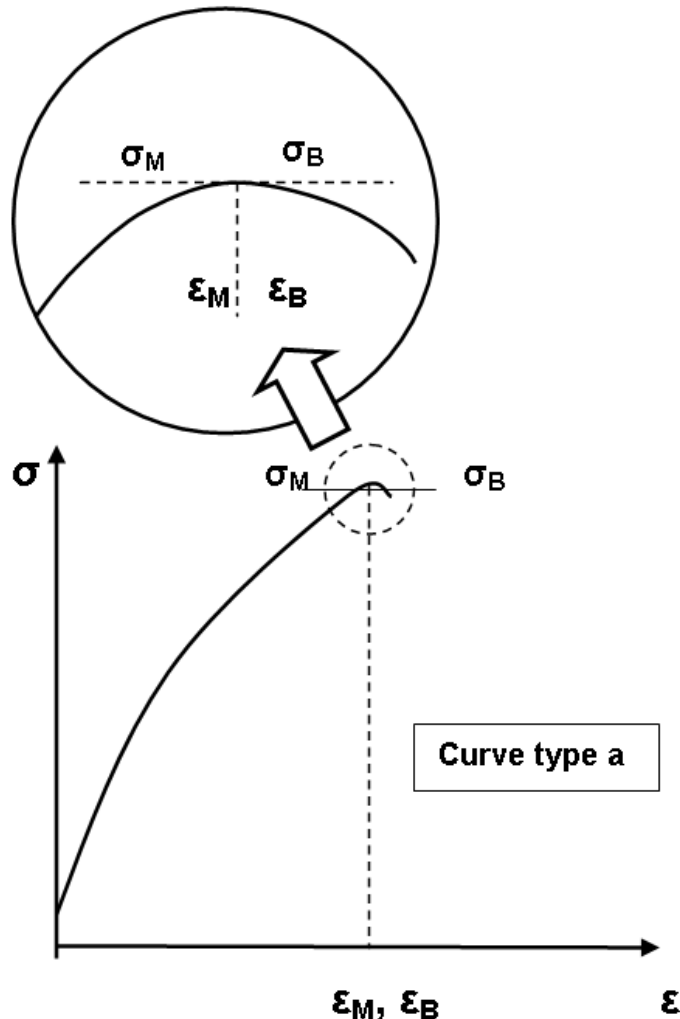
- Kurventyp a: Spröde Werkstoffe
- Kurventyp b und c: Dehnbare Werkstoffe mit Streckpunkt
- Kurventyp d: Dehnbare Werkstoffe ohne Streckpunkt

Ergebnisse:

- Zugmodul, E_t
- Streckpunkt (ϵ_y, σ_y)
- Max. Kraft, σ_M, ϵ_M ,
- Probenbruch, $\sigma_B, \epsilon_B, \epsilon_{tB}$
- ▶ Dehnungsergebnisse nach dem Streckpunkt werden als **Nominale Dehnung** ermittelt



Für Kurventyp a werden alle Ergebnisse in einem Punkt ermittelt.



Ergebnisse des Kurventyp a:

- Zugmodul
- max. Spannung
- max. Dehnung

Genauigkeitsanforderungen Längenänderungsaufnehmer für die weiteren Prüfergebnisse

ISO 527-1, §5.1.5.1:

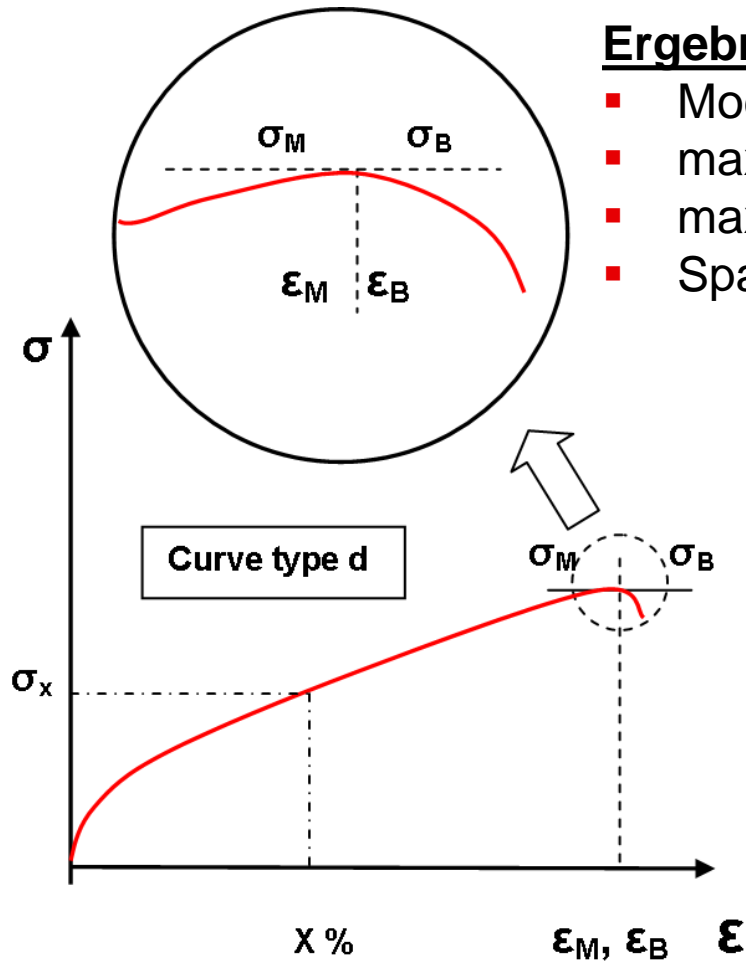
“Längenänderungsaufnehmer müssen die Klasse 1 nach ISO 9513 erfüllen, ausser für die Modulbestimmung ...“

Der Längenänderungsaufnehmer muss also die Änderung der Messlänge mit einer Genauigkeit des Grösstwertes von $\pm 1\%$ des Anzeigewertes oder $\pm 3\mu\text{m}$ ermitteln.

Beispiel:

Für Probekörper 1A wird eine Dehnung von 4% gemessen. Dies entspricht einer Änderung der Messlänge von 3 mm. Die Genauigkeit in diesem Punkt muss damit ± 0.030 mm erreichen.

Eine konventioneller Dehnungsbezugspunkt wird bei größeren Probendehnungen eingesetzt.

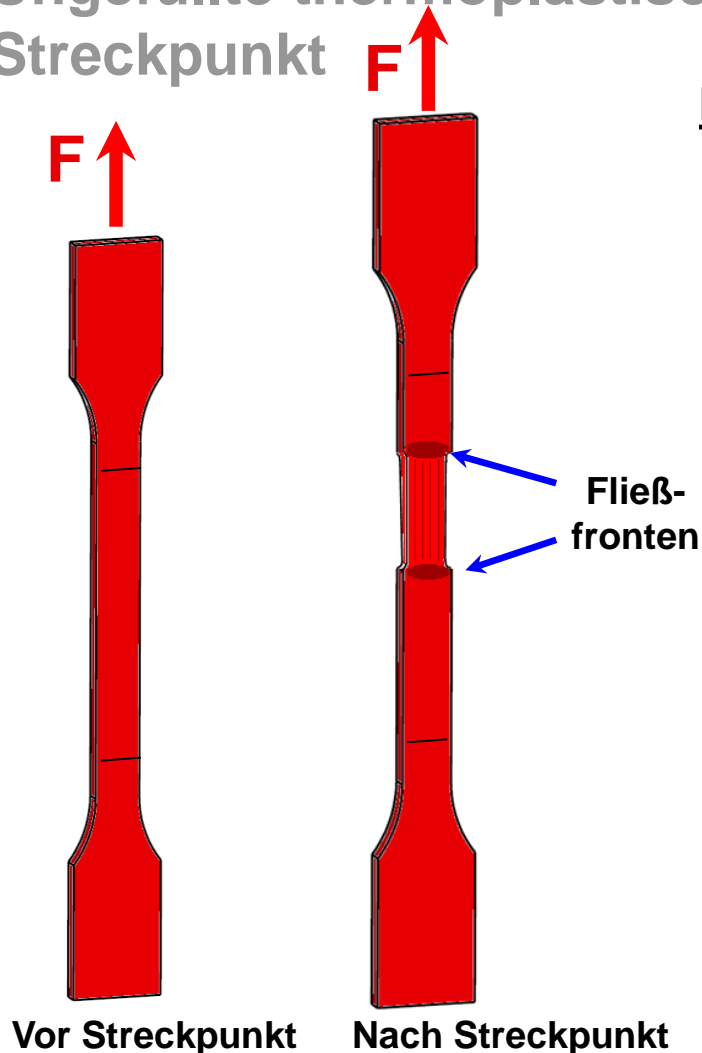


Ergebnisse des Kurventyp d:

- Modul
- max. Spannung
- max. Dehnung
- Spannung bei X% Dehnung



Ungefüllte thermoplastische Kunststoffe zeigen in der Regel einen Streckpunkt



Inhomogene Dehnungsverteilung nach Streckpunkt

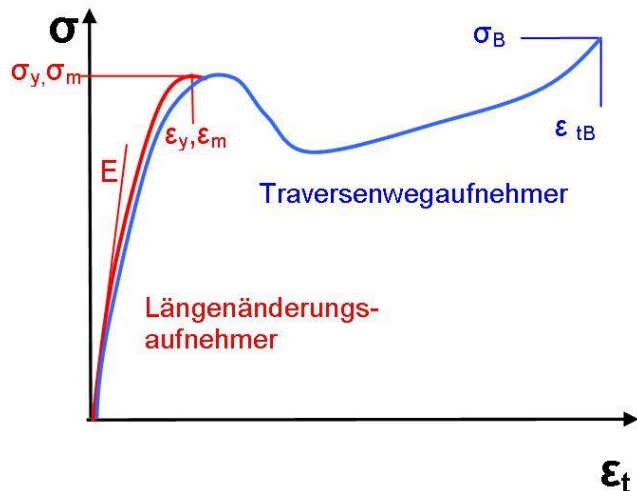
- Unterhalb des Streckpunkts ist die Dehnung weitgehend homogen innerhalb des parallelen Teils des Probekörpers verteilt.
 - Nahe am Streckpunkt steigt die Dehngeschwindigkeit in engen Bereichen stark an, während sie in anderen Bereichen abfällt.
 - Nach dem Streckpunkt können sehr hohe Dehngeschwindigkeiten innerhalb der Fließfronten beobachtet werden. Diese lokalen Dehngeschwindigkeiten können um mehr als das zehnfache über der mittleren Dehngeschwindigkeit liegen.
- ▶ **Direkte Dehnungsmessung nach dem Streckpunkt führt zu statistisch unsicheren Ergebnissen.**

Film

ISO 527-1 legt zwei Verfahren für die Messung der nominellen Dehnung fest.

Verfahren A

- Wird seit 1993 in ISO 527 angewandt
- Erfordert zwei Grafiken um alle Ergebnisse korrekt grafisch darzustellen.

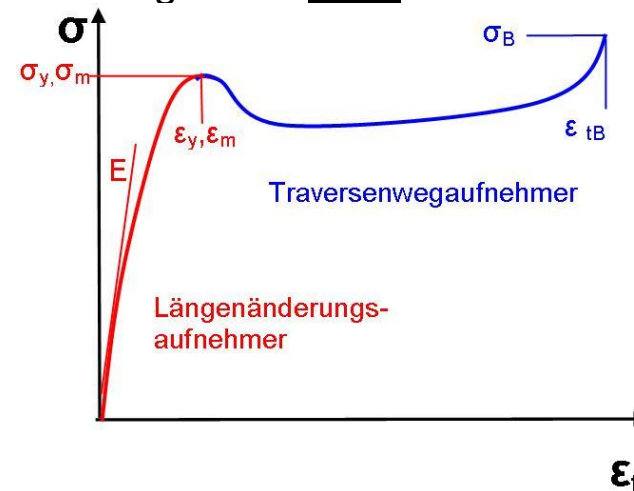


Dehnung: $\epsilon = \Delta L_0 / L_0$

Nominelle Dehnung: $\epsilon_t = \Delta L_T / L$

Verfahren B

- Neues Verfahren nach ISO 527
- Bevorzugt für Vielzweckprobekörper (1A und 1B)
- Alle Ergebnisse in einer Grafik
- Es gibt nur eine Definition für Dehnung.

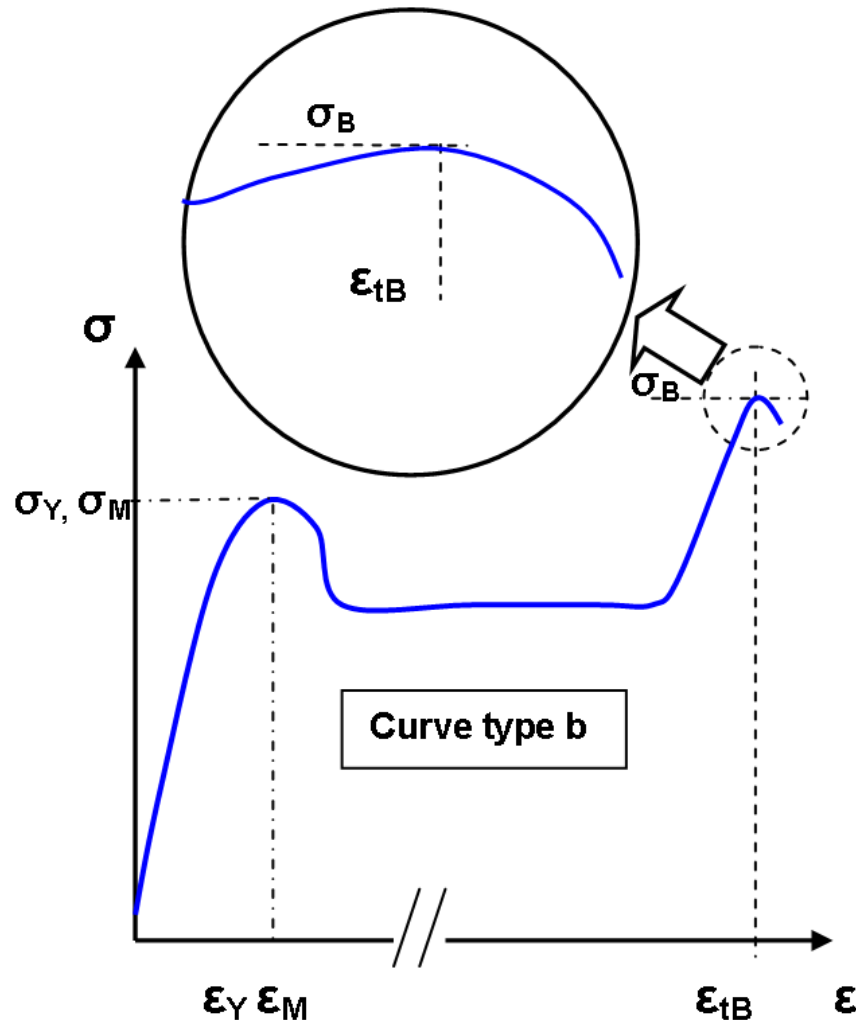


Dehnung bis Streckpunkt: $\epsilon_y = \Delta L_y / L_0$

Dehnung (allgemein): $\epsilon_t = \epsilon_y + \Delta L_T / L$

Zugversuch – Kurventyp b

Die max. Spannung wird immer am ersten Maximum bestimmt.

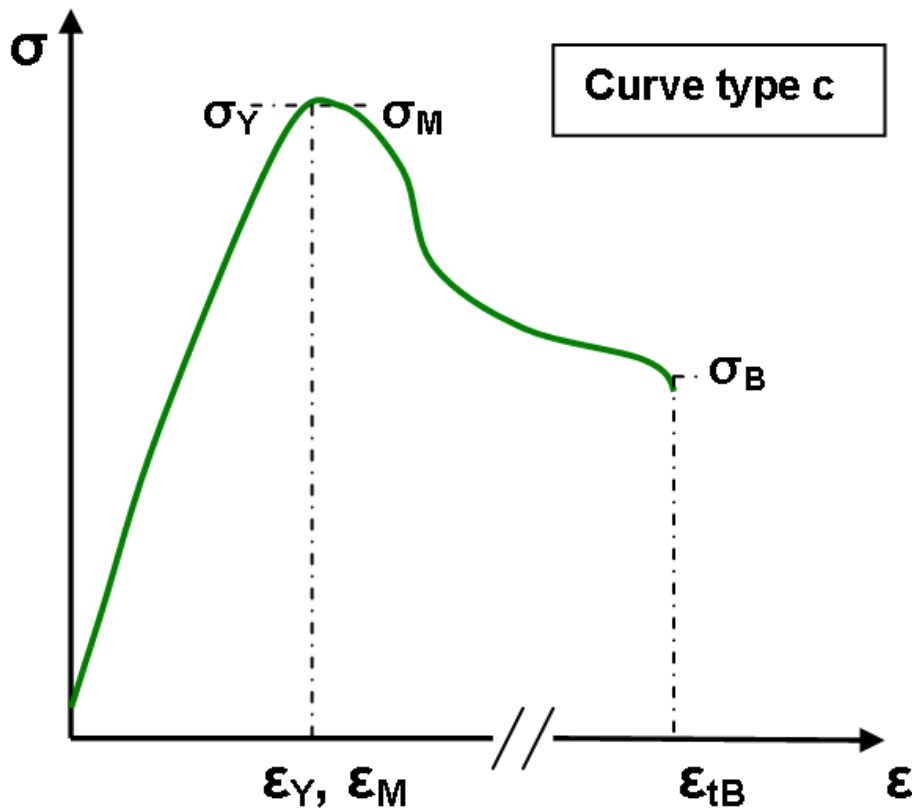


Die Definition des ersten Kraftmaximums vermeidet, dass das Ergebnis σ_M "zwischen dem Streckpunkt und dem Bruchpunkt in Abhängigkeit vom Kurvenverlauf „flackern“ kann, wie es nach früheren Normenversionen möglich war.

Ergebnisse des Kurventyp b:

- Zugmodul, E_t
- Streckspannung, σ_y
- Streckdehnung, ϵ_y
- Max. Spannung, σ_M
- Dehnung bei max. Spannung, ϵ_M
- Bruchspannung, σ_B
- Nominelle Bruchdehnung, ϵ_{tB}

Dehnungen nach einem Streckpunkt werden nominell angegeben.



Ergebnisse des Kurventyps c:

- Zugmodul, E_t
- Streckspannung, σ_y
- Streckdehnung, ϵ_y
- Max. Spannung, σ_M
- Dehnung bei max. Spannung, ϵ_M
- Bruchspannung, σ_B
- Nominelle Bruchdehnung, ϵ_{tB}

Anforderungen an die Längenänderungs-Meßtechnik für Probekörper 1A, 1B (ISO) und Type I (ASTM):

ϵ_y	zu messende Längenänderung	zulässige Messunsicherheit im Messpunkt	
		nach ISO	nach ASTM
5%	2,50 mm	± 0,025 mm	± 0,050 mm
10%	5,00 mm	± 0,050 mm	± 0,050 mm
15%	7,50 mm	± 0,075 mm	± 0,075 mm
20 %	10,0 mm	± 0,100 mm	± 0,100 mm
25%	12,5 mm	± 0,125 mm	± 1,25 mm

Vorgeschichte und Anwendung

Prüfkörper

Der Zugversuch

Vergleichbare Werkstoffdaten

Anforderungen an die Prüfeinrichtung

Kraftmessung

Längenänderungsmessung

Klassifizierung der Kraftmesskette nach ISO 7500-1:

Class of machine	Maximum permissible value, %				
	Relative error of				Relative resolution
	accuracy	repeatability	reversibility ¹⁾	zero	
q	b	$ u $	f_0	a	
0	± 0,5	0,5	0,75	± 0,05	0,25
1	± 1,0	1,0	1,5	± 0,1	0,5
2	± 2,0	2,0	3,0	± 0,2	1,0
3	± 3,0	3,0	4,5	± 0,3	1,5

1) The verification of reversibility shall only be carried out on request (see 5.4.8).

5.5.1 Relative accuracy error

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100$$

5.5.2 Relative repeatability error

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \times 100$$

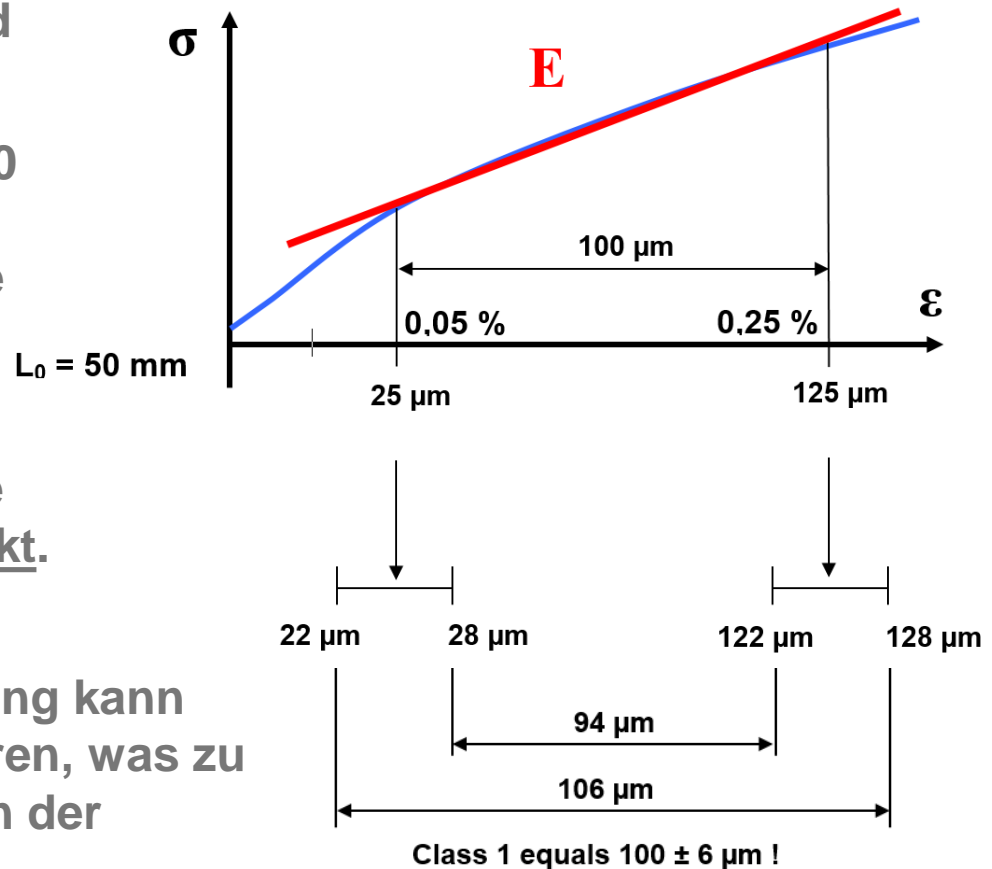
ISO 527-1 erfordert die Überprüfung der Längenänderungsmesskette nach ISO 9513. Diese Norm definiert eindeutige Genauigkeitsklassen und Kalibrierverfahren.

Class of extensometer	Extensometer (maximum values)				
	Relative error on the gauge length q_{Le} %	Resolution (1)		Bias (1)	
		Percentage of readings r_l %	Absolute value r μm	Relative error q %	Absolute error $l - l_0$ μm
0,2	$\pm 0,2$	0,1	0,2	$\pm 0,2$	$\pm 0,6$
0,5	$\pm 0,5$	0,25	0,5	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$
1	$\pm 1,0$	0,50	1,0	$\pm 1,0$	$\pm 3,0$
2	$\pm 2,0$	1,0	2,0	$\pm 2,0$	$\pm 6,0$

(1) Whichever value is the greater.

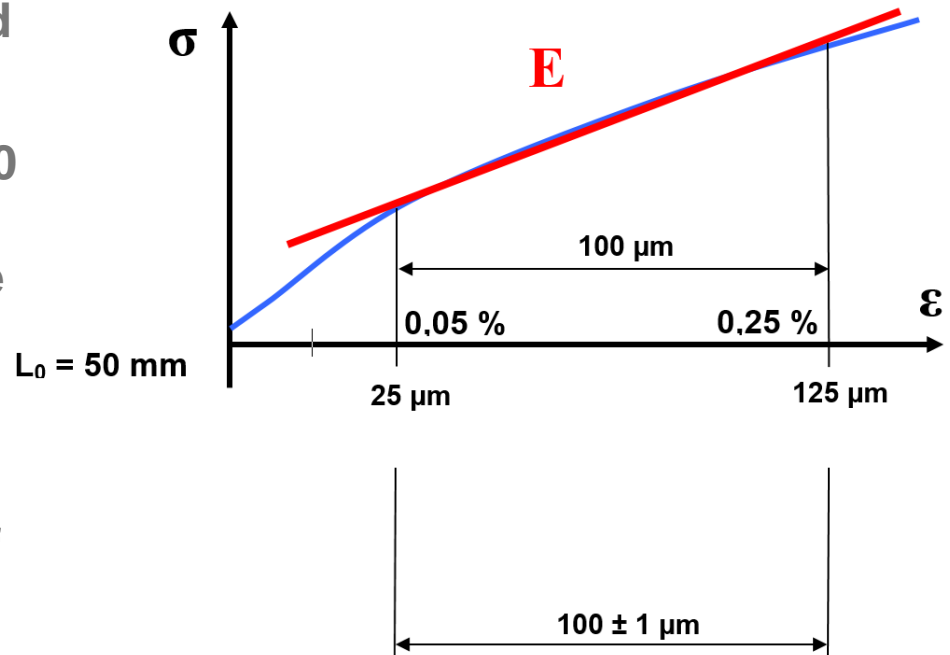
Die Genauigkeitsklasse 1 ist für Modulmessungen nicht ausreichend, da sie einen Fehlerbeitrag von $\pm 6\%$ erlauben würde.

- Der Zugmodul wird zwischen 0,05% und 0,25% Dehnung gemessen.
- Damit liegen bei einer Messlänge von 50 mm die Messpunkte bei 25 μm und 125 μm . Die Modulmessung findet über eine Verlängerung von 100 μm statt
- Die Klasse 1 nach ISO 9513 erlaubt eine Toleranz von $\pm 3 \mu\text{m}$ für jeden Messpunkt.
- Die tatsächliche gemessene Verlängerung kann also zwischen 94 μm und 106 μm variieren, was zu einem max. Fehlerbeitrag von $\pm 6\%$ (!) in der Modulmessung führen kann.



Um dieses Problem zu lösen, wurde eine zusätzliche Anforderung in die Norm aufgenommen.

- Der Zugmodul wird zwischen 0,05% und 0,25% Dehnung gemessen.
- Damit liegen bei einer Messlänge von 50 mm die Messpunkte bei 25 μm und 125 μm . Die Modulmessung findet über eine Verlängerung von 100 μm statt
- Im Annex C der ISO 527-1 ist eine zusätzliche Toleranz von nur $\pm 1 \mu\text{m}$ auf den Abstand zwischen den zwei Messpunkten festgelegt.



► Diese zusätzliche Genauigkeitsanforderung geht weit über die für andere Prüfergebnisse festgelegte Klasse 1 hinaus.

Der Nachweis kann über das Kalibrierprotokoll geführt werden, wenn die Messpunkte für den Zugmodul überprüft wurden.

- Einsatz der normalen Kalibrierprozedur nach ISO 9513
- Kalibrierung an den Wegpunkten des Zugmoduls, z.B. 25 µm und 125 µm
- Überprüfung des Differenzwegs zwischen den Punkten, entsprechend den Anforderungen aus ISO 527-1

Prüfrichtung : Zug / Prüfraum: unten
Test direction: Tensile / Test area: lower

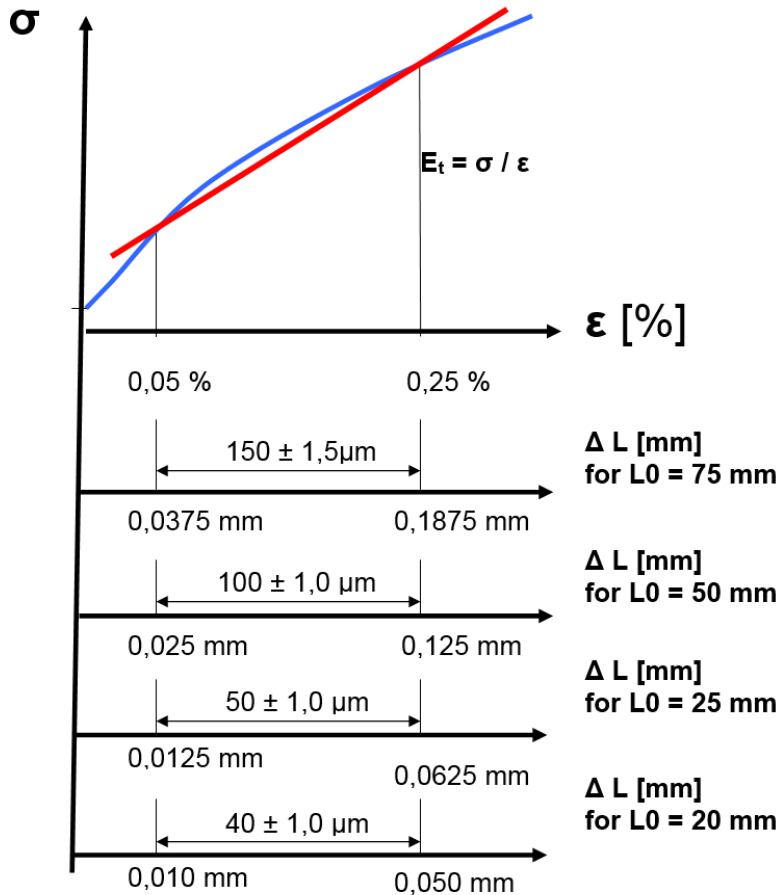
Messreihe 1 / measurement row 1			Messreihe 2 / measurement row 2			U	
l _i in mm	l _i in mm	q _b / q _b	l _i in mm	l _i in mm	q _b / q _b	in ± %	in ± µm
0,0196	0,0197	-0,1 µm	0,0196	0,0196	0,0 µm	2,54	0,5
0,0244	0,0246	-0,2 µm	0,0245	0,0245	0,0 µm	2,04	0,5
0,0396	0,0396	0,0 µm	0,0395	0,0395	0,0 µm	1,26	0,5
0,0796	0,0794	0,2 µm	0,0795	0,0792	0,3 µm	0,63	0,5
0,1194	0,1191	0,3 µm	0,1194	0,1191	0,3 µm	0,42	0,5
0,1247	0,1241	0,6 µm	0,1244	0,1241	0,3 µm	0,40	0,5
0,1597	0,1590	0,7 µm	0,1597	0,1590	0,7 µm	0,31	0,5
0,1999	0,1991	0,8 µm	0,1999	0,1990	0,9 µm	0,25	0,5

zusätzliche Prüfergebnisse nach ISO 527 / additional test results according ISO 527
außerhalb akkreditiertem Leistungsumfang / out of accredited scope

Stufe / step	Messreihe 1 measurement row 1			Messreihe 2 measurement row 2		Mittelwert beide Messreihen average both rows		U
l _i in µm	l _i in µm	q _b in µm	l _i in µm	q _b in µm	l _i in µm	q _b in µm	in ± µm	
25,0	25,2	-0,2	25,0	0,0	25,09	-0,09	0,5	
125,0	124,4	0,6	124,7	0,3	124,55	0,45	0,5	

Messlänge Gauge length L ₀ in mm	Veränderung der Längenänderung Change in displacement in µm	Differenz der Abweichungen Difference of errors in µm	Differenz der Abweichungen Difference of errors in %	Anforderung erfüllt requirement fulfilled
50	100	0,54	0,54	ja / yes

Für die Modulmessungen legt ISO 527-1 eine Zusatzanforderung fest, die von der Probendimension abhängig ist.



Längenänderungsmessung für Modulbestimmung

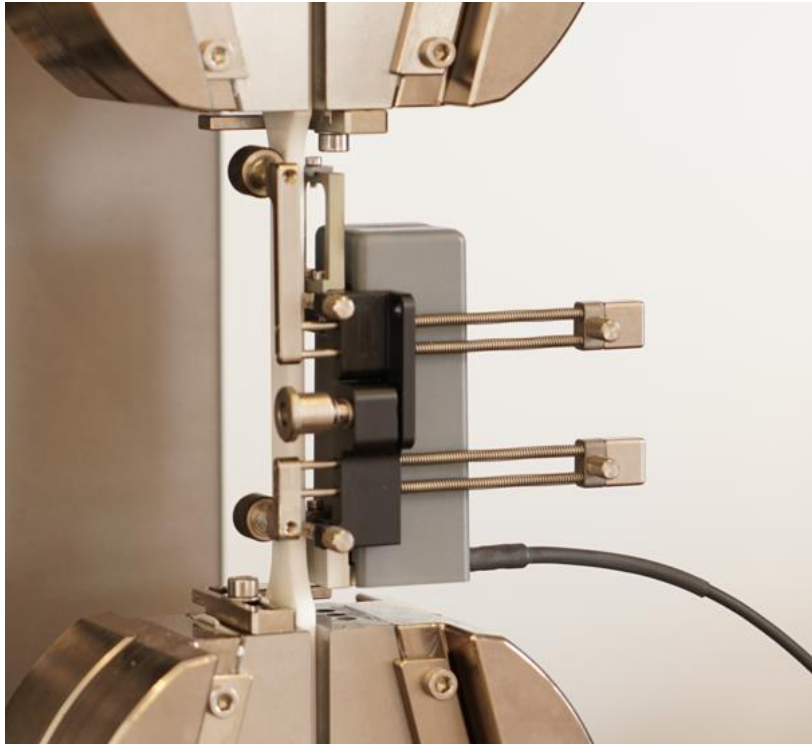
Anforderungen nach ISO 527-1, §5.1.5.1 :

Da der Elastizitätsmodul üblicherweise an den größeren Probekörpern 1A und 1B ermittelt wird, beträgt die Genauigkeitsanforderung an den Längenänderungsaufnehmer $\pm 1,5 \mu\text{m}$ für Typ 1A und $\pm 1,0 \mu\text{m}$ für Typ 1B.

Die Mindestanforderung für die Auflösung liegt mit Bezug auf ISO 9513 damit bei 0,5 Mikrometern. Für kleinere Probekörper werden die Genauigkeitsanforderungen nicht mehr höher.



Manuelle Ansetz-Aufnehmer für genaue Zugmodul-Ermittlung und ausreichend Messweg für typische Steckgrenzen-Dehnungen.



Digiclip – inkrementaler Ansetz-Wegaufnehmer

- Messbereich: 13.5 mm oder 40mm
- Genauigkeit: Klasse 0.5 (ISO 9513)
- Messlänge: 20 bis 105 mm
- Messsystem: inkremental - optisch



Clip-on Extensometer 5025-1, 7537-1

- Messbereich: 25 mm oder 37,5 mm
- Genauigkeit: Klasse 0.5 (ISO 9513)
- Messlänge: 50 oder 75 mm
- Messsystem: DMS

Der automatische inkrementale Makro Längenänderungs-aufnehmer für genaue E-Modul-Messungen und ausreichend Messweg für mittlere Probendehnungen.



Technische Daten:

- Messbereich: 75 mm bis 160 mm
- Auflösung: 0,12 μm bis 0,6 μm
- Genauigkeit: Klasse 1 (ISO 9513)
- Messlänge: 10 bis 205 mm
- Mess-System: inkremental - optisch
- Motorische Fühlerarme (Ansetzen-Abheben)
- Drehbare Schneiden für Bruchmessungen
- Crash Sensor für sicheren Betrieb
- Optional: motorische Messlängen-Einstellung

Der automatische inkrementale MultiXtens Längenänderungsaufnehmer vereint die Messung des Zugmoduls mit der Messung von hohen Dehnungen bis Probenbruch.



Technische Daten:

- Messbereich: 740 mm abzügl. Messlänge
- Auflösung: 0,2 μm bis 0,4 μm
- Genauigkeit: Klasse 1
- Messlänge: 10 bis 500 mm
- Mess-System: inkremental - optisch
- Motorische Fühlerarme
- Drehbare Messschneiden
- Crash Sensor für sicheren Betrieb
- Motorisches Einstellen der Messlänge
- Automatisches Ausmessen des Arbeitsraumes
- Exakte Prüfung nach ASTM und ISO-Normen

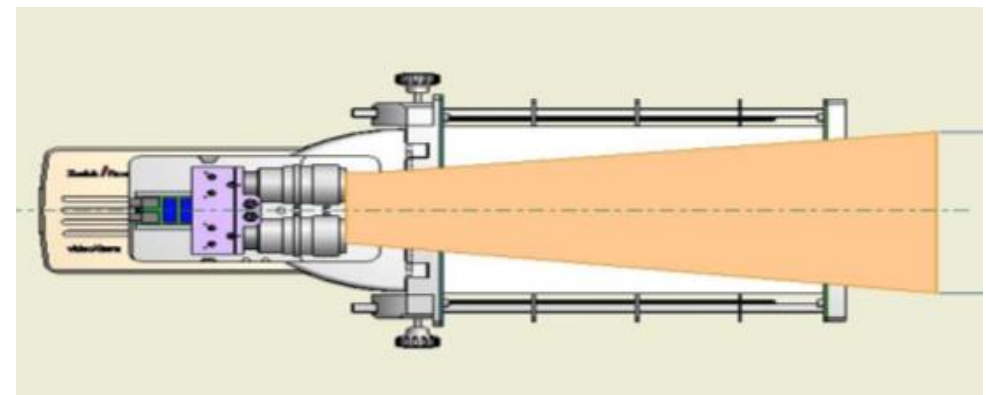
Das optische Extensometer videoXtensHP erreicht die Genauigkeitsklasse 0,5 und ist für Modulmessung geeignet.

Wesentlich Merkmale sind:

- Zwei-Kamera-System
- Einstellbarer Tunnel
- Integriertes LED-Licht
- Auflösung bis zu $0,25\mu\text{m}$
- Großes Sichtfeld (128 oder 145 mm)

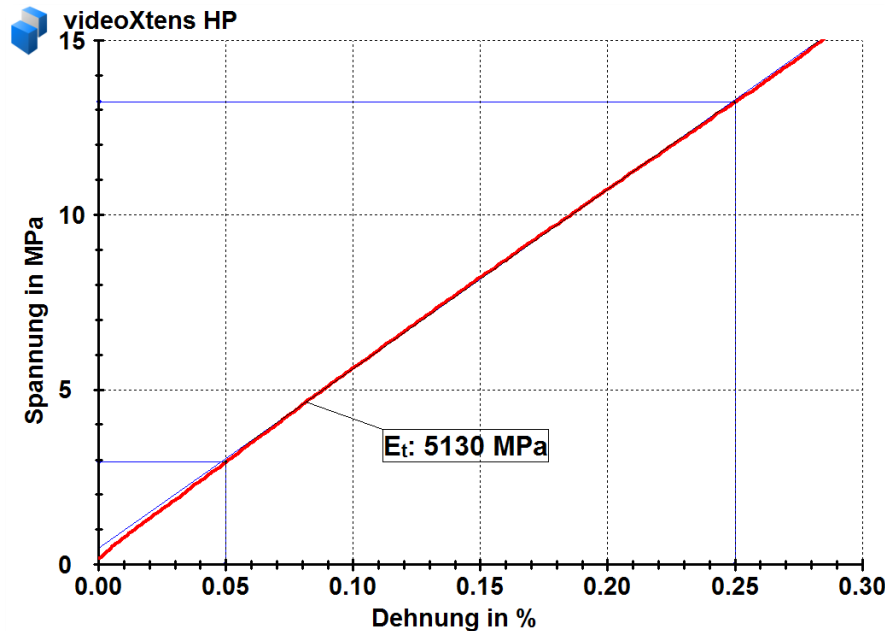
Vorteile

- Sichere Messung an vielen Werkstoffen
- Unempfindlich gegen äußere Einflüsse
- Erfüllt die Anforderungen der ISO 527-1, Anhang C zur Modulmessung



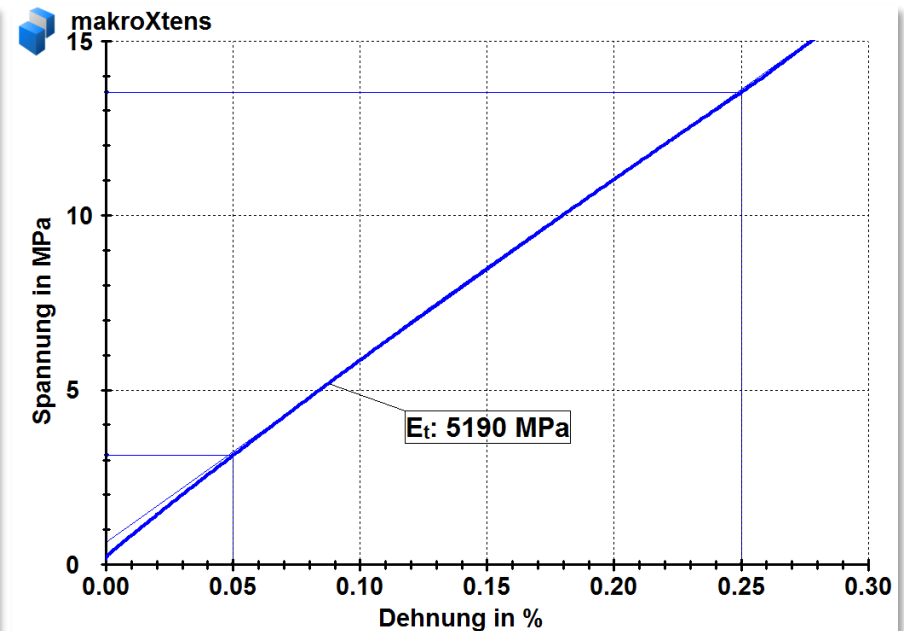
Der videoXtens HP erreicht eine mit bewährten mechanischen Extensometern vergleichbare Signalgüte und Messgenauigkeit.

Optisch



Messwertkurve, optisch
videoXtens HP

Mechanisch



Messwertkurve, mechanisch
makroXtens

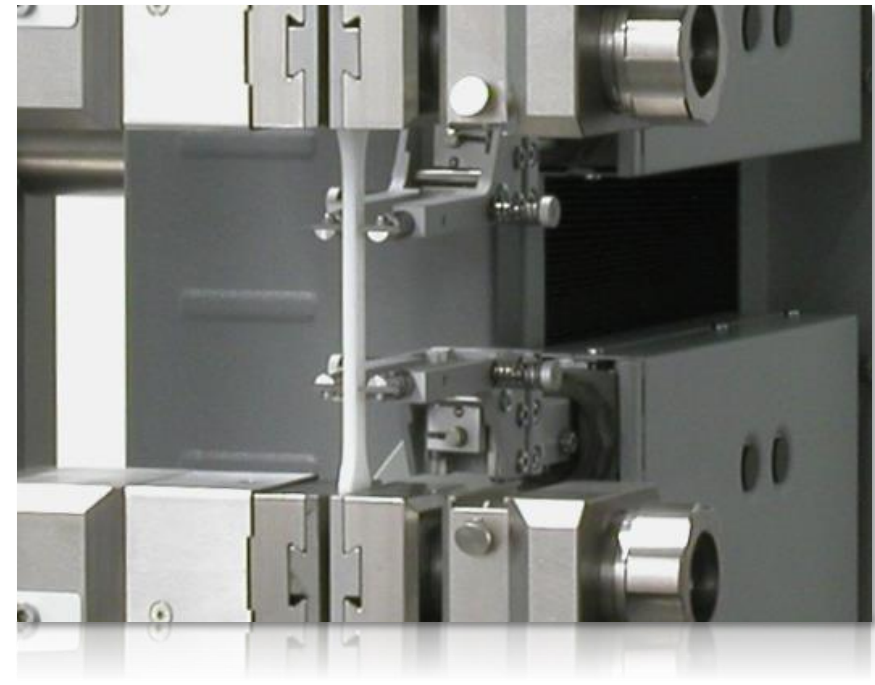
Mehrere optische und mechanische Extensometer von Zwick erfüllen die erhöhten Anforderungen zur Modulmessung

Optisch

Mechanisch



videoXtens HP



multiXtens, makroXtens, clip-on

Vielen Dank

