speira

Neues Normungsprojekt: Zugversuch an metallischen Folien und Bändern unter 0,2 mm Dicke

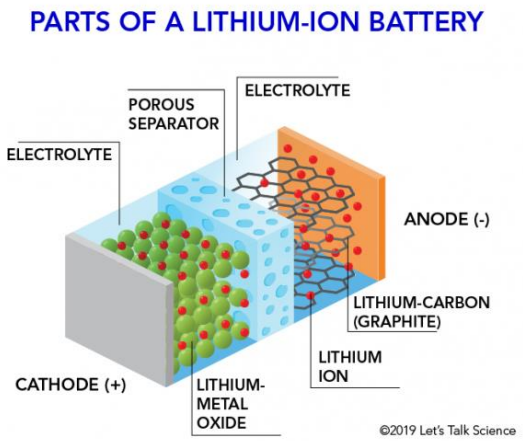
Johannes Aegerter • Speira GmbH • Research and Development Bonn, RDB • 2023-10-17

Neues Normungsprojekt: Zugversuch an metallischen Folien und Bändern unter 0,2 mm Dicke

Quelle: https://www.braun.de

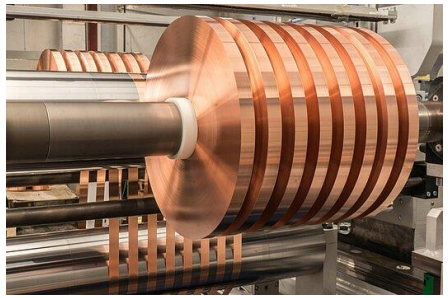
Quelle: https://www.wikinger-verpackung.de

Quelle: https://alfipa.de



In den letzten Jahren: Starker Einfluss durch Lithium-Ionen-Batterie-Systeme auf dünne Walzprodukte und Normen

Quelle: https://alfipa.de



Quelle: https://de.schlenk.com/

Quelle: https://www.mahle.com/

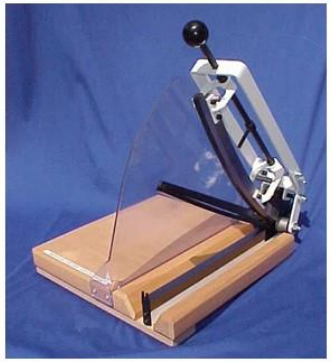
Quelle: https://alfipa.de

Neues Normungsprojekt: Zugversuch an metallischen Folien und Bändern unter 0,2 mm Dicke

Probenformen für Zugproben

Zwick

- Proben für den Zugversuch an Metallfolien
  - Streifenproben
  - Sehr wichtig sind saubere, grad- und kerbfreie Probenkanten,
    - da es sonst an diesen Fehlstellen (mehr noch als bei dickeren Proben) zum vorzeitigen Probenbruch kommt.
    - Dieses würde zu zu niedrige Zugfestigkeiten und vor allem zu niedrige Bruchdehnungen führen



Folienstreifenschere zum Schneiden von Folienstreifenproben nach DIN 50 154 (Foto: Fa. MST Liebert)

Standard	Zu prüfender Werkstoff	Proben-form	Proben-dicke a_0	Proben-breite b_0	Mess-länge L_0	Versuchs-länge L_c	Herstellung durch/mittels
ASTM E 345	Metalle	A B	≤ 0,150 ≤ 0,150	12,5 12,5	50 125	60 125	Fräsen Folienstreifen-schere
DIN 50 154	Al und Al-Legierungen		≤ 0,179	15,0	100	100	Folienstreifen-schere

Johannes Aegerter, Hermann Bloching, 21.10.03 No.19

DEUTSCHE NORM September 2019

DIN 50154

DIN

ICS 77.150.10

Ersatz für DIN 50154:1980-12

Zugversuch an Folien und Bändern aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen mit einer Nenndicke kleiner 0,200 mm

Tensile test on foils and strips of aluminum and aluminum wrought alloys with a nominal thickness less than 0,200 mm

Essai de traction des feuilles et bandes en aluminium et en alliages d'aluminium corroyés ayant une épaisseur inférieure à 0,200 mm

ASTM INTERNATIONAL

Designation: E345 – 16

Standard Test Methods of Tension Testing of Metallic Foil[1]

This standard is issued under the fixed designation E345; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

Normen zur Zugprüfung auf ISO und EN-Ebene

DIN EN ISO 6892-1

ICS 77.040.10

Ersatz für
DIN EN ISO 6892-1:2017-02

Metallische Werkstoffe –
Zugversuch –
Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2019

Metallic materials –
Tensile testing –
Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2019);
German version EN ISO 6892-1:2019

Matériaux métalliques –
Essai de traction –
Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante (ISO 6892-1:2019);
Version allemande EN ISO 6892-1:2019

DIN EN ISO 6892-1:2020-06
EN ISO 6892-1:2019 (D)

Tabelle B.1 — Probenmaße

Maße in Millimeter

Proben-form	Breite b_o	Anfangs-messlänge L_o	Parallele Länge L_c		Freie Länge zwischen den Einspannungen bei Streifenproben
			Mindestwert	Empfohlen	
1	12,5 ± 1	50	57	75	87,5
2	20 ± 1	80	90	120	140
3	25 ± 1	50[a]	60[a]	—	nicht definiert

[a] Das Verhältnis L_o/b_o u… unterscheiden sich die K… Form bestimmt werden, …

DIN EN ISO 6892-1:2020-06
EN ISO 6892-1:2019 (D)

Anhang B
(normativ)

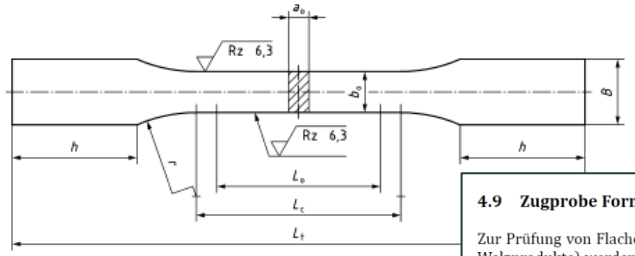
Probenarten für Flacherzeugnisse mit einer Dicke zwischen 0,1 mm und 3 mm: Bleche, Bänder und flache Walzprodukte

B.1 Allgemeines

Bei Erzeugnissen mit einer Dicke unter 0,5 mm können besondere Vorkehrungen erforderlich sein.

DIN 50125:2022-08

Zugprobe H:



Legende

a_o Dicke der Probe (entspricht der Erzeugnisdicke)
b_o Breite der parallelen Länge
B Breite des Probenkopfs
h Länge des Probenkopfs
L_o Anfangsmesslänge
L_c Parallele Länge ($L_c = L_o + 2\,b_o$)
L_t Gesamtlänge
r Übergangsradius

Bild 7 — Zugprobe Form H: nicht proportionale Flachprobe mit bearbeiteter paralleler Länge

Tabelle 9 — Beispiele für Abmessungen von Zugproben der Form H

Maße in Millimeter

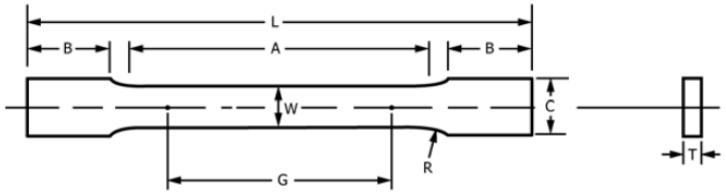
b_o ±1	L_o	B	r	h min.	L_c	L_t min.
12,5	50	20	20	35	75	165
20	80	30	20	50	120	250

4.9 Zugprobe Form H

Zur Prüfung von Flacherzeugnissen mit einer Dicke zwischen 0,1 mm und 3 mm (Bleche, Bänder und flache Walzprodukte) werden üblicherweise anstelle von proportionalen Flachproben (Form E) nicht proportionale Flachproben verwendet.

Normen zur Zugprüfung auf ASTM-Ebene

E8/E8M – 22



Dimensions			
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gauge length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 + 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced parallel section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

6.3 *Sheet-Type Specimens:*

6.3.1 The standard sheet-type test specimen is shown in Fig. 1. This specimen is used for testing metallic materials in the form of sheet, plate, flat wire, strip, band, hoop, rectangles, and shapes ranging in nominal thickness from 0.13 mm to 19 mm [0.005 in. to 0.750 in.]. When product specifications so permit, other types of specimens may be used, as provided in 6.2, 6.4, and 6.5.

NOTE 7—Test Methods E345 may be used for tension testing of materials in thicknesses up to 0.15 mm [0.0059 in.].

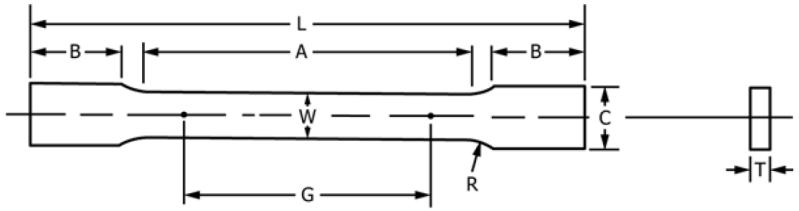
6.5 *Specimens for Sheet, Strip, Flat Wire, and Plate*—In testing sheet, strip, flat wire, and plate, use a specimen type appropriate for the nominal thickness of the material, as described in the following:

6.5.1 For material with a nominal thickness of 0.13 mm to 5 mm [0.005 in. to 0.1875 in.], use the sheet-type specimen described in 6.3.

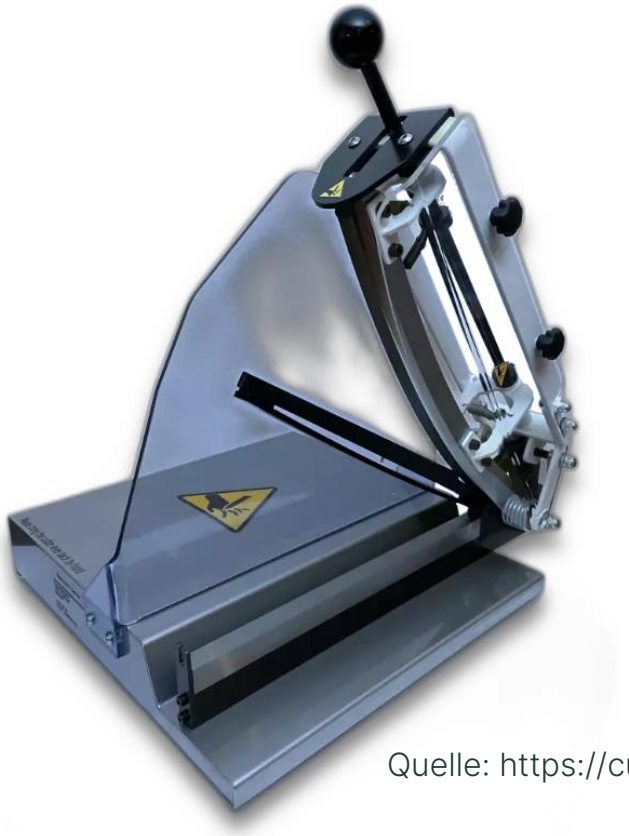
Probengeometrie

- ISO/NP 6892-6:
  - Parallele Streifenprobe:
    - Breite b_o = 15 mm
    - Messlänge L_o = 50 mm bzw. 100 mm (vorzugsweise)
  - Probenvorbereitung mit einer Folienstreifenschere, z. B. Typ “Cut7”
  - Probenform identisch mit DIN 50154 sowie diverse EN-Standards für Aluminiumhalbzeuge (DIN EN 546-1 und -2, DIN EN 683-1 und -2)

- ASTM E345:
  - Type A: Hantelprobe:
    - Breite b_o = 12,5 oder 0,5 in.
    - Messlänge L_o = 50 mm oder 2 in.



  - Typ B: Parallele Streifenprobe:
    - Breite b_o = 12,5 oder 0,5 in.
    - Messlänge L_o = 125 mm oder 5 in.



Quelle: https://cut7.de/

Dickenbestimmung

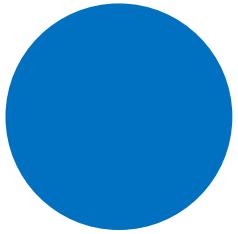
- Taktile Dickenbestimmung mit einem geeigneten Gerät an 5 Punkten entlang der Probe
- Gravimetrische Dickenbestimmung:
  - Verwendung der Streifenprobe

$$a_o = \frac{m \cdot 1000}{L_t \cdot b_o \cdot \rho}$$

  - Rechteckiger Zuschnitt

$$a_o = \frac{m \cdot 1000}{L \cdot w \cdot \rho}$$

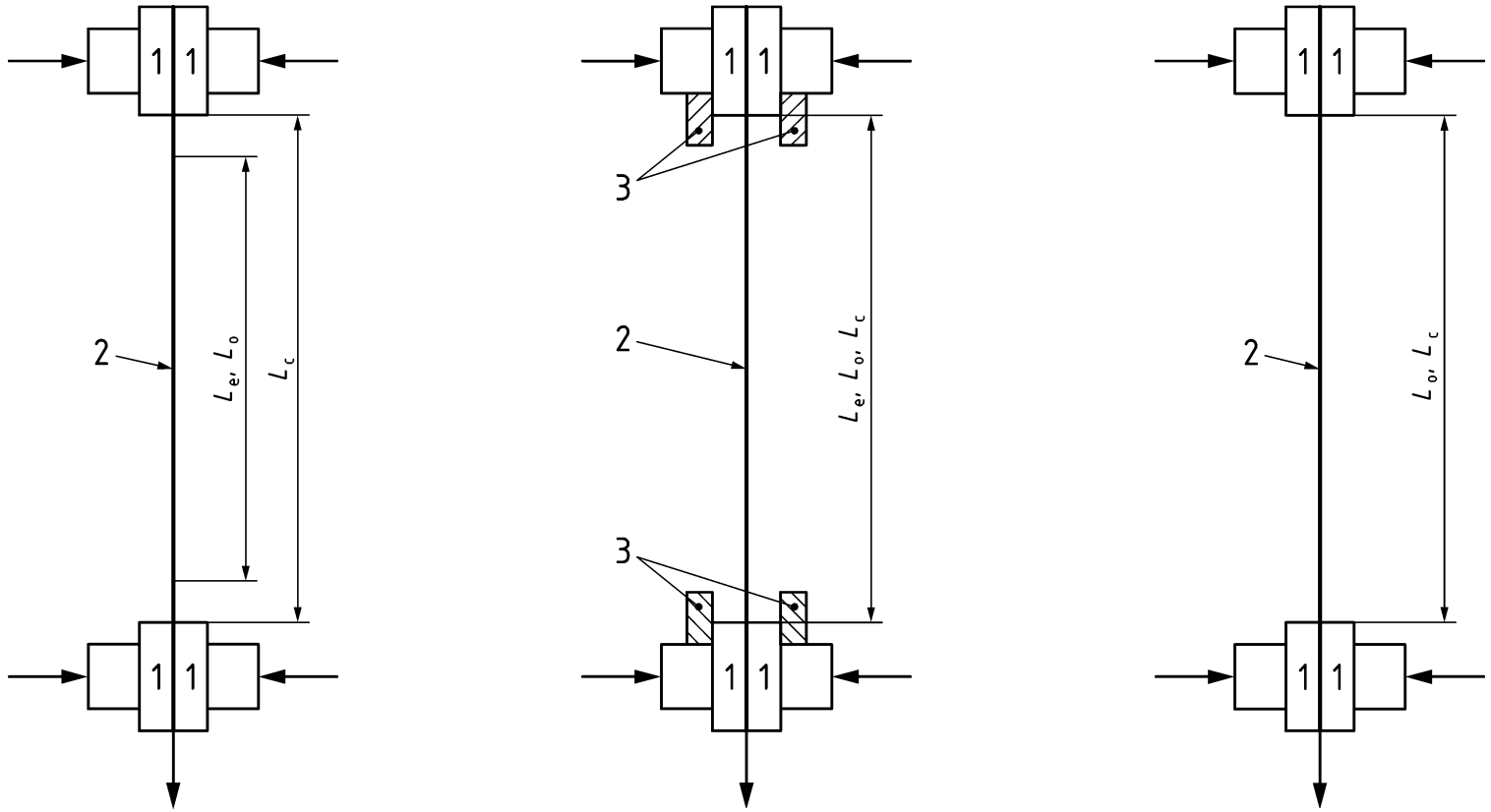
  - Gestanzte Ronde



$$a_o = \frac{m \cdot 1000 \cdot 4}{\pi \cdot D^2 \cdot \rho}$$

  - Achtung: - Zuschnitte dürfen nicht mit Schmiermittelresten oder ähnlichem beaufschlagt sein
    - Keine rechteckigen oder quadratischen Muster stanzen

ISO/NP 6892-6: Dehnungsmessung (entspr. DIN 50154)



a) Direkte Dehnungsmessung an der Probe mittels Extensometer

b) Messung der Änderung des Abstandes zwischen den Spannbacken L_c mittels Extensometer

c) Messung der Änderung des Abstandes zwischen den Spannbacken L_c über den Traversenweg

1 Spannbacke

2 Zugprobe

3 Block

L_c Parallele Länge, hier: Abstand zwischen den Spannbacken

L_e Extensometer-Messlänge

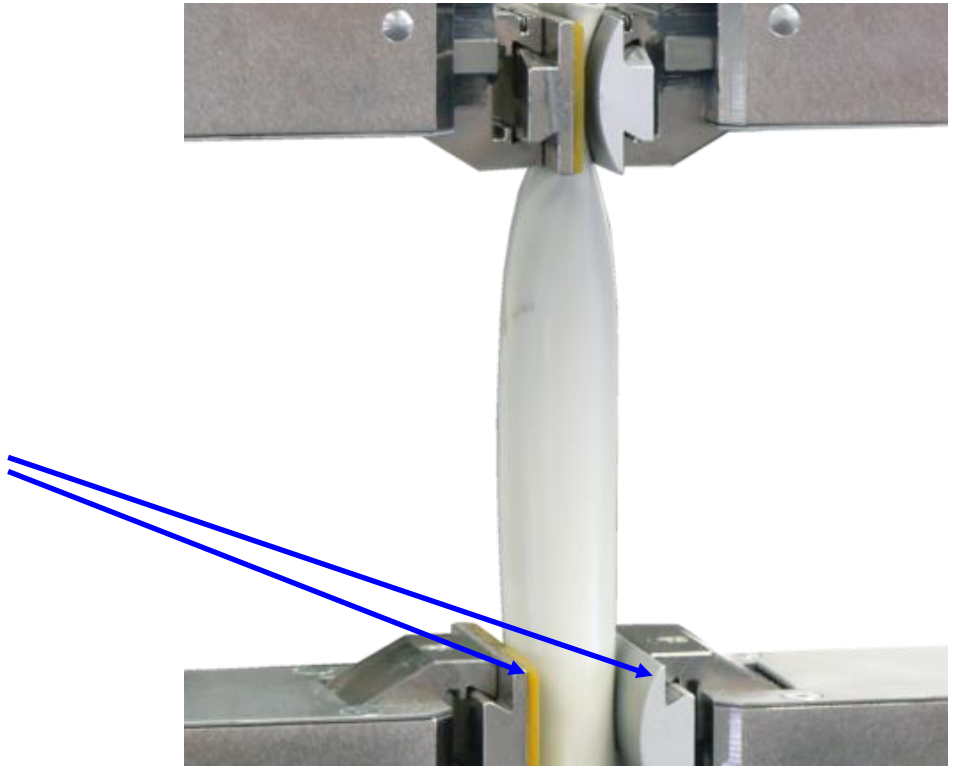
L_o Messlänge

Quelle: DIN 50154

Spannbacken (ISO/NP 6892-6)

- Einerseits Rauheit möglichst gering, um Probenbrüche in der Einspannung zu vermeiden
- Andererseits so groß, dass die Probe nicht rutscht.
  - Anmerkung: Ggf. Kann die Beschichtung der Spannbacken mit Elastomeren (e. g. Vulkollan) hilfreich sein, die Empfehlungen zu erfüllen.

- Kantenradien der Spannbacken:
- Mindestens 0,5 mm um Probenbrüche im Bereich der Spannbacken zu vermeiden.
- Bei direkter Dehnungsmessung mittels Extensometer:
  - vorangegebener Wert ist ein Minimum.
  - Verwendung von konvexen Spannbacken oder einer Paarung aus konvexen Spannbacken mit flachen Spannbacken möglich
- Bei der Dehnungsmessung über die Änderung des Spannbackenabstandes:
  - Maximaler Kantenradius darf 1 mm nicht überschreiten



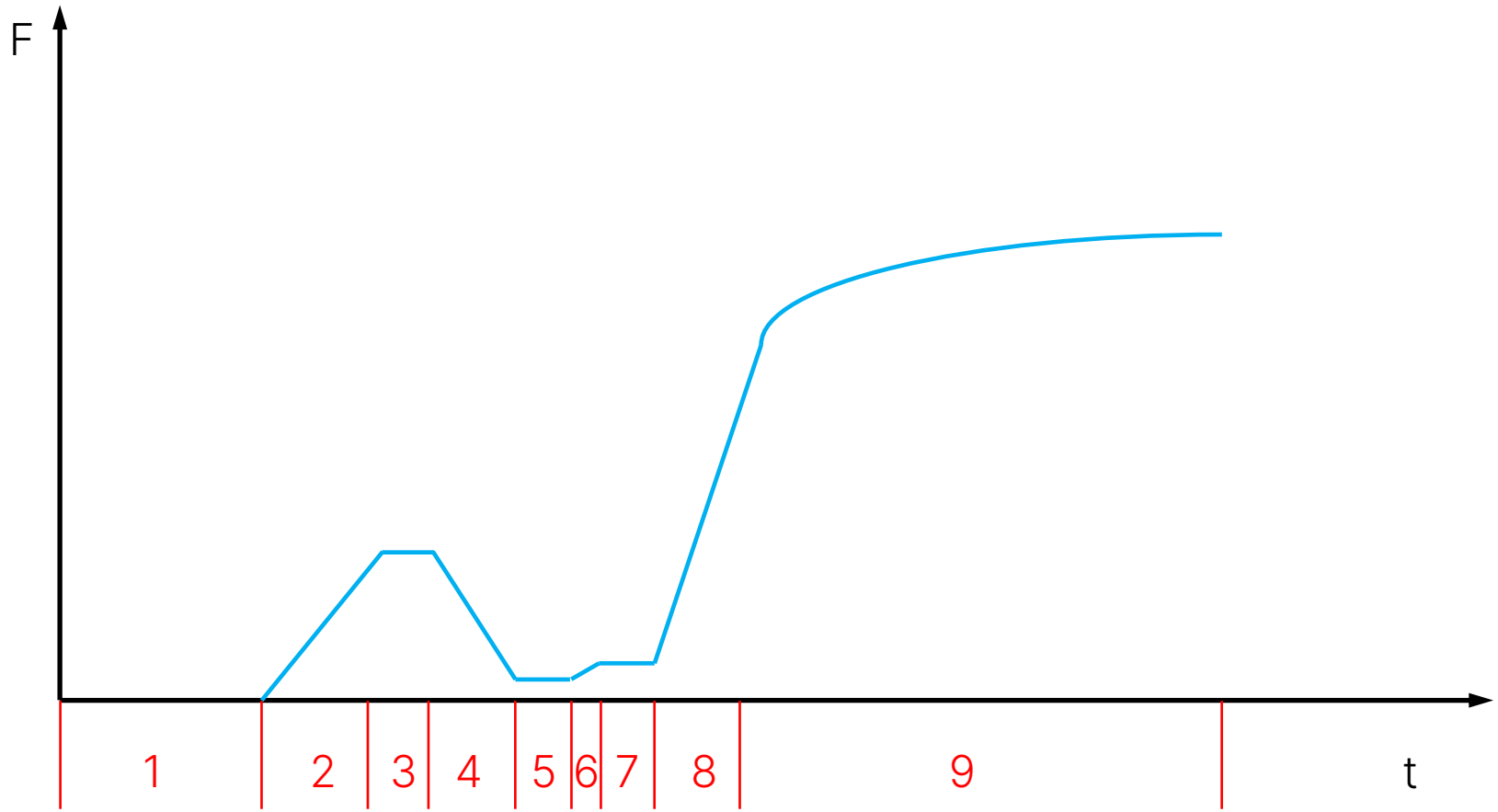
Einbau der Probe in die Prüfmaschine (ISO/NP 6892-6)

- Die Probe wird so in die Zugprüfmaschine eingespannt, dass ihre Achse mit der Wirklinie der Prüfkraft zusammenfällt..

- Bei Proben mit Falten/Knicken:
  - Das untere Ende der Probe kann mit einem kleinen Gewicht vorbelastet werden, wobei die Gewichtskraft des Gewichtes nicht größer sein darf als die Kraft, die 0,5% der Dehngrenze $R_{p,2}$ entspricht.

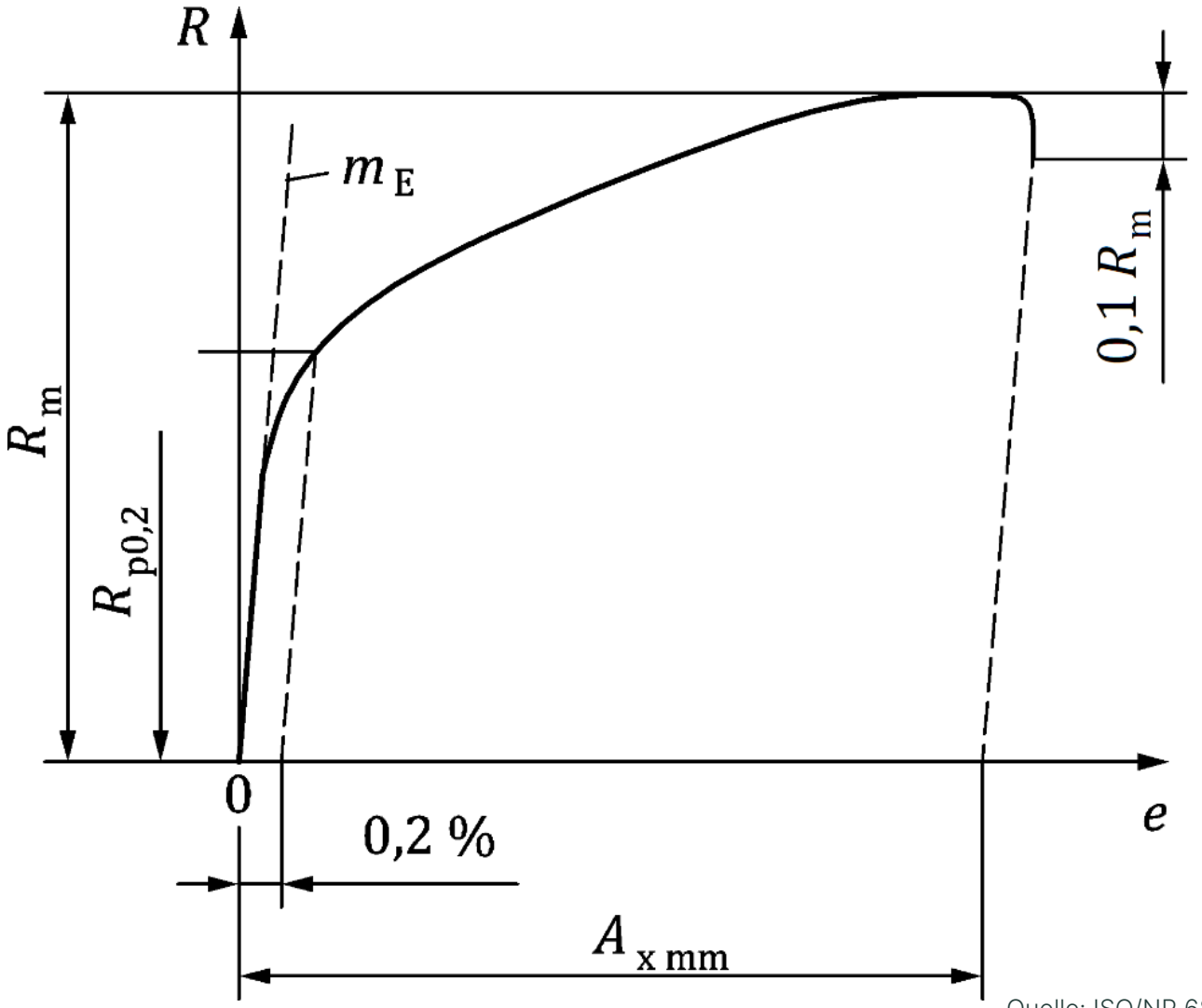
  - Nach dem Einspannen der Probe kann eine Zugspannung von maximal 1/3 der erwarteten Dehngrenze $R_{p,2}$ aufgebracht, die Probe anschließend wieder entlastet werden und eine Vorkraft von maximal 5 % der erwarteten Dehngrenze aufgebracht werden. Anschließend wird dann der eigentliche Versuch durchgeführt (Ansetzen des Dehnungsaufnehmers, Belastung der Probe, etc.)

Optionale Vorbelastung der Probe im elastischen Bereich



	Aktion
1	Probe einspannen
2 (neu)	1. Vorkraft anfahren
3 (neu)	1. Vorkraft halten
4 (neu)	Entlasten bis unterhalb der 2. Vorkraft
5 (neu)	Maschine anhalten
6	2. Vorkraft anfahren
7	Dehnungsaufnehmer ansetzen und nullen
8	Elastische Verformung der Probe
9	Plastische Verformung der Probe

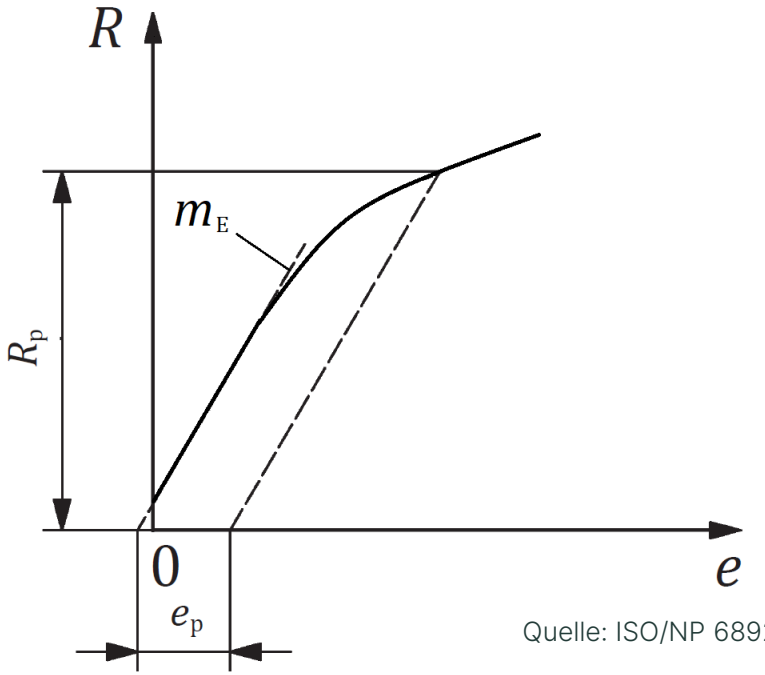
Bestimmung der Kennwerte (ISO/NP 6892-6)



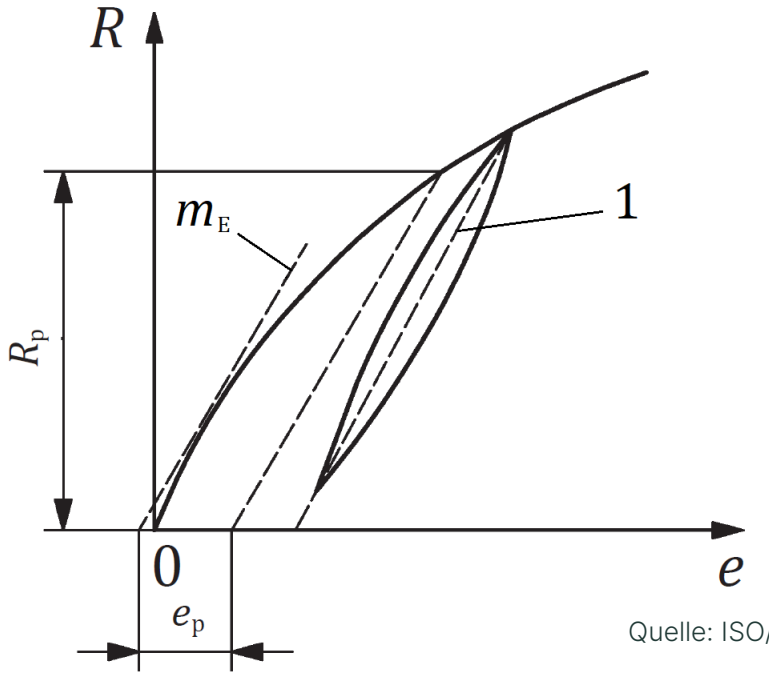
Quelle: ISO/NP 6892-6

ANMERKUNG Die Steigung des elastischen Teils der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve mE muss nicht notwendigerweise mit dem Wert des Elastizitätsmoduls übereinstimmen, da – besonders bei Versuchsaufbauten zur Dehnungsmessung entsprechend 7.6.2 und 7.6.3 – die elastische Verformung des Prüfaufbaus bzw. die Schubverformung des Spannbackenbelages mitgemessen werden. Die Steigung m_E stellt hier vielmehr eine Rechengröße zur Bestimmung der Dehngrenze $R_{p0,2}$ und der Bruchdehnung $A_{50\,mm}$ oder $A_{100\,mm}$ dar. Beim Vorliegen von optimalen Prüfbedingungen kann der Wert m_E dem des Elastizitätsmoduls jedoch recht nahekommen.

Verfahren zur Bestimmung der Steigung der elastischen Geraden (ISO/NP 6892-6)



Quelle: ISO/NP 6892-6

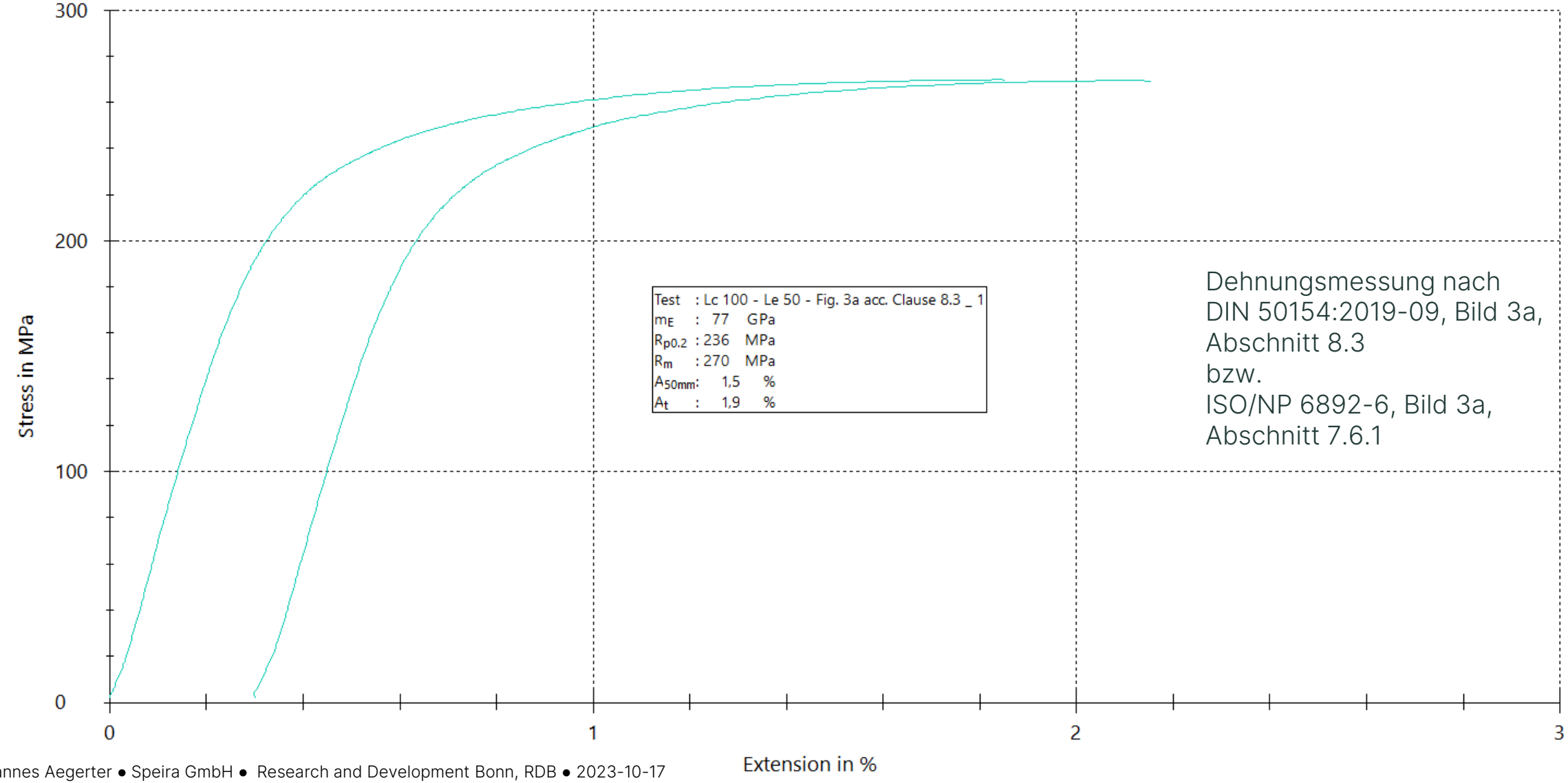


Quelle: ISO/NP 6892-6

- Regressionsverfahren:
  - Regression zwischen zwei vorgegebenen Spannungswerten
- Automatische Verfahren zur Festlegung der Spannungswerte für die Regression:
  - Verschiebung von Kurvensegmenten

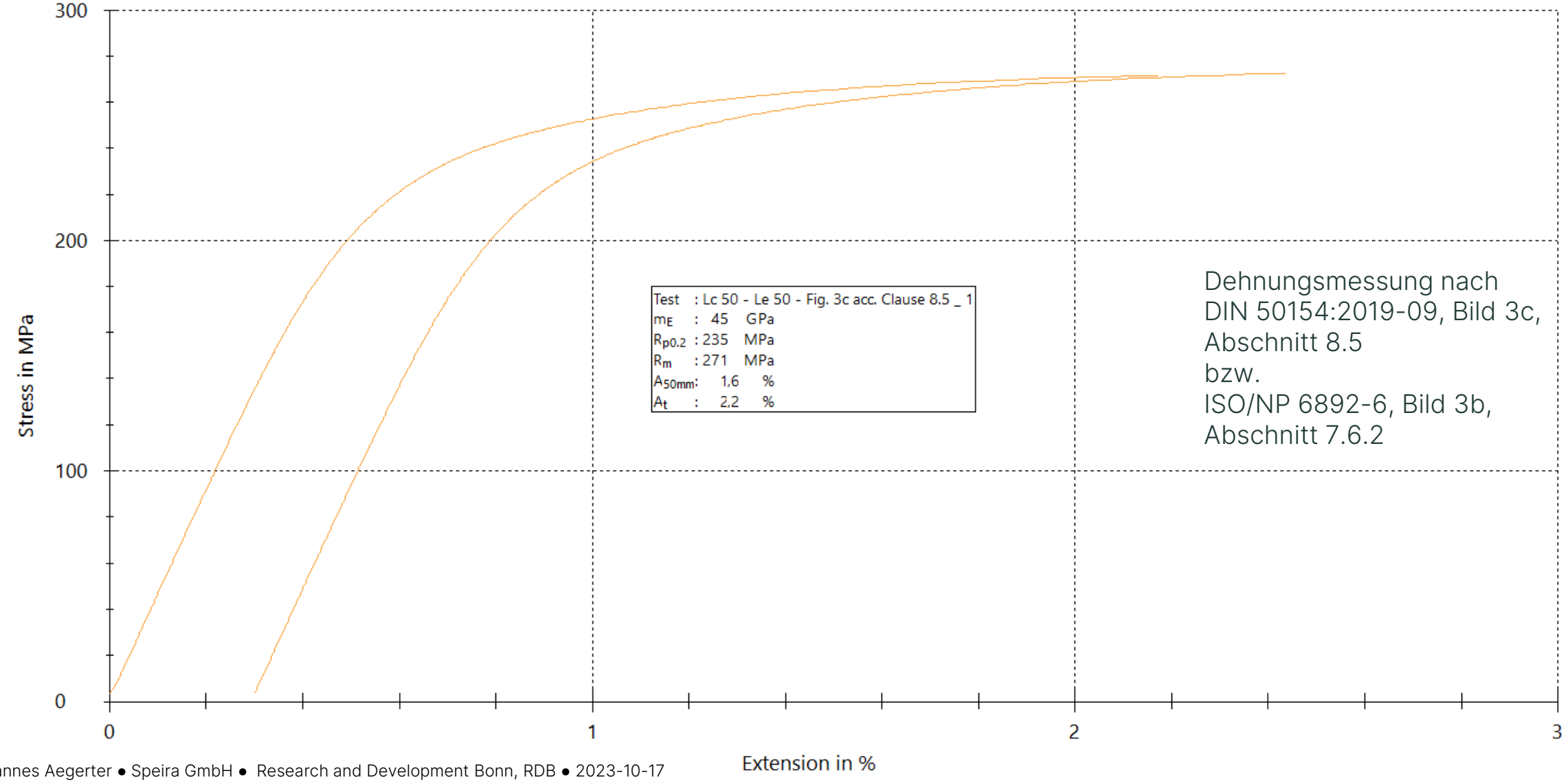
- Hystereseverfahren

Kurvenformen in Abhängigkeit vom verwendeten Dehnungsmessverfahren: Dehnungsmessung auf der Probe



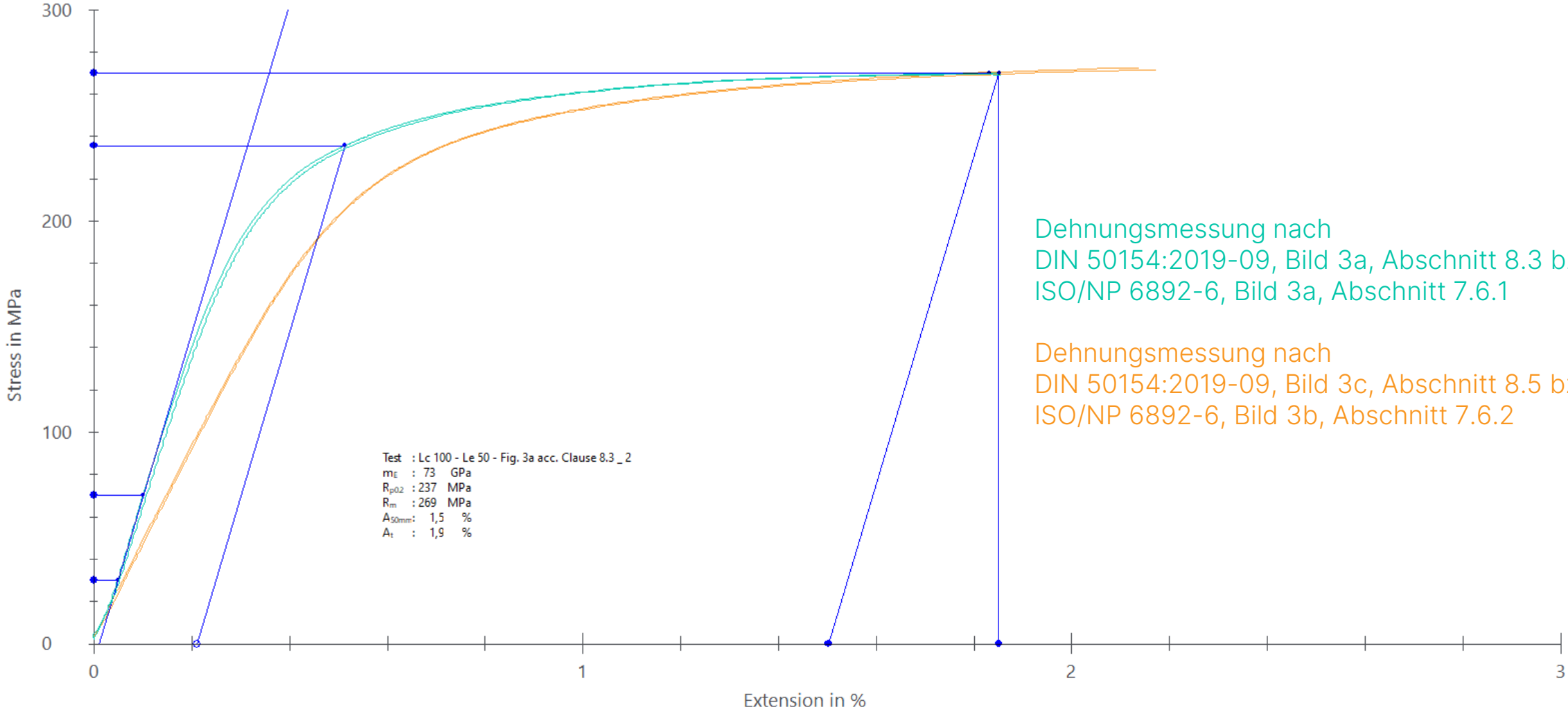
Dehnungsmessung nach
DIN 50154:2019-09, Bild 3a,
Abschnitt 8.3
bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3a,
Abschnitt 7.6.1

Kurvenformen in Abhängigkeit vom verwendeten Dehnungsmessverfahren: Messung des Spannbackenabstandes



Dehnungsmessung nach DIN 50154:2019-09, Bild 3c, Abschnitt 8.5
bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3b, Abschnitt 7.6.2

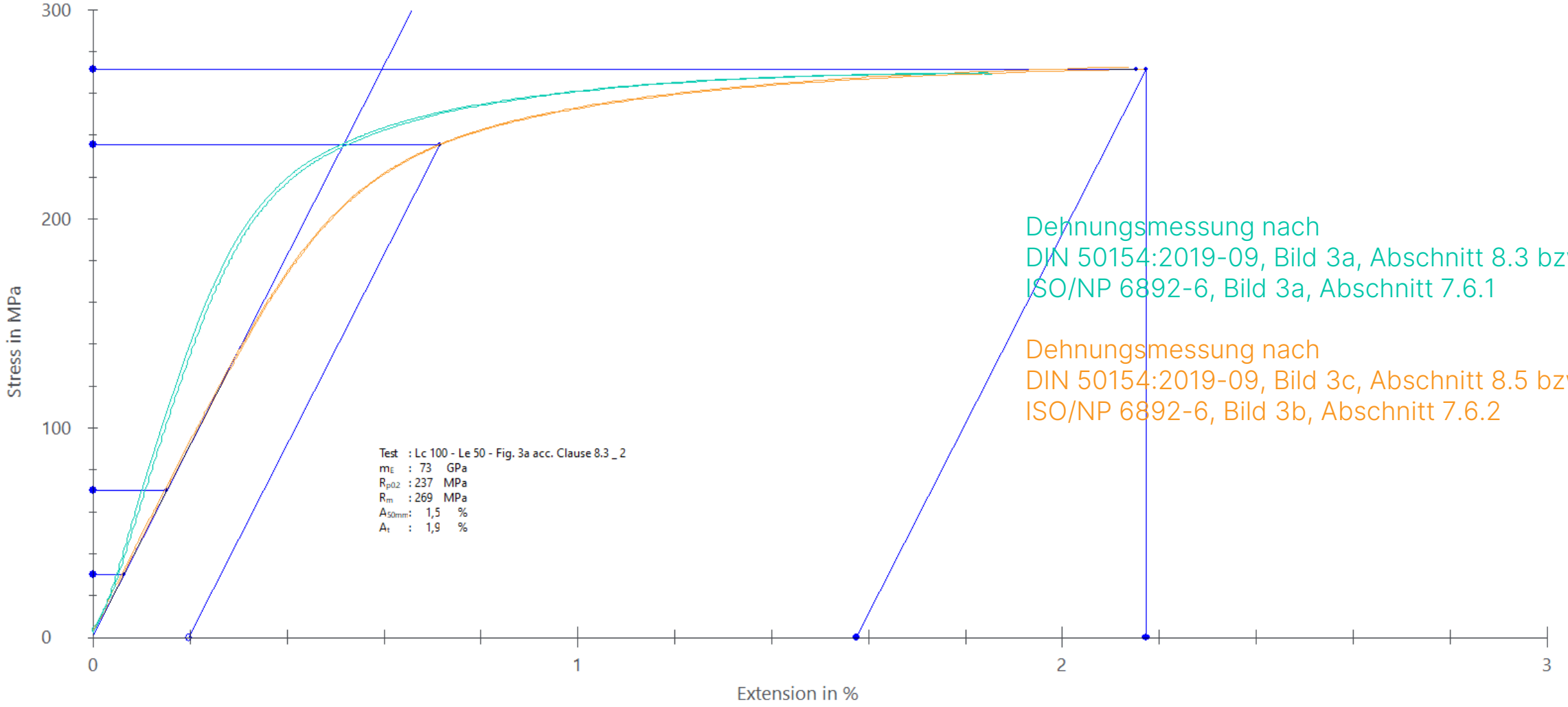
Kurvenformen in Abhängigkeit vom verwendeten Dehnungsmessverfahren



Dehnungsmessung nach
DIN 50154:2019-09, Bild 3a, Abschnitt 8.3 bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3a, Abschnitt 7.6.1

Dehnungsmessung nach
DIN 50154:2019-09, Bild 3c, Abschnitt 8.5 bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3b, Abschnitt 7.6.2

Kurvenformen in Abhängigkeit vom verwendeten Dehnungsmessverfahren

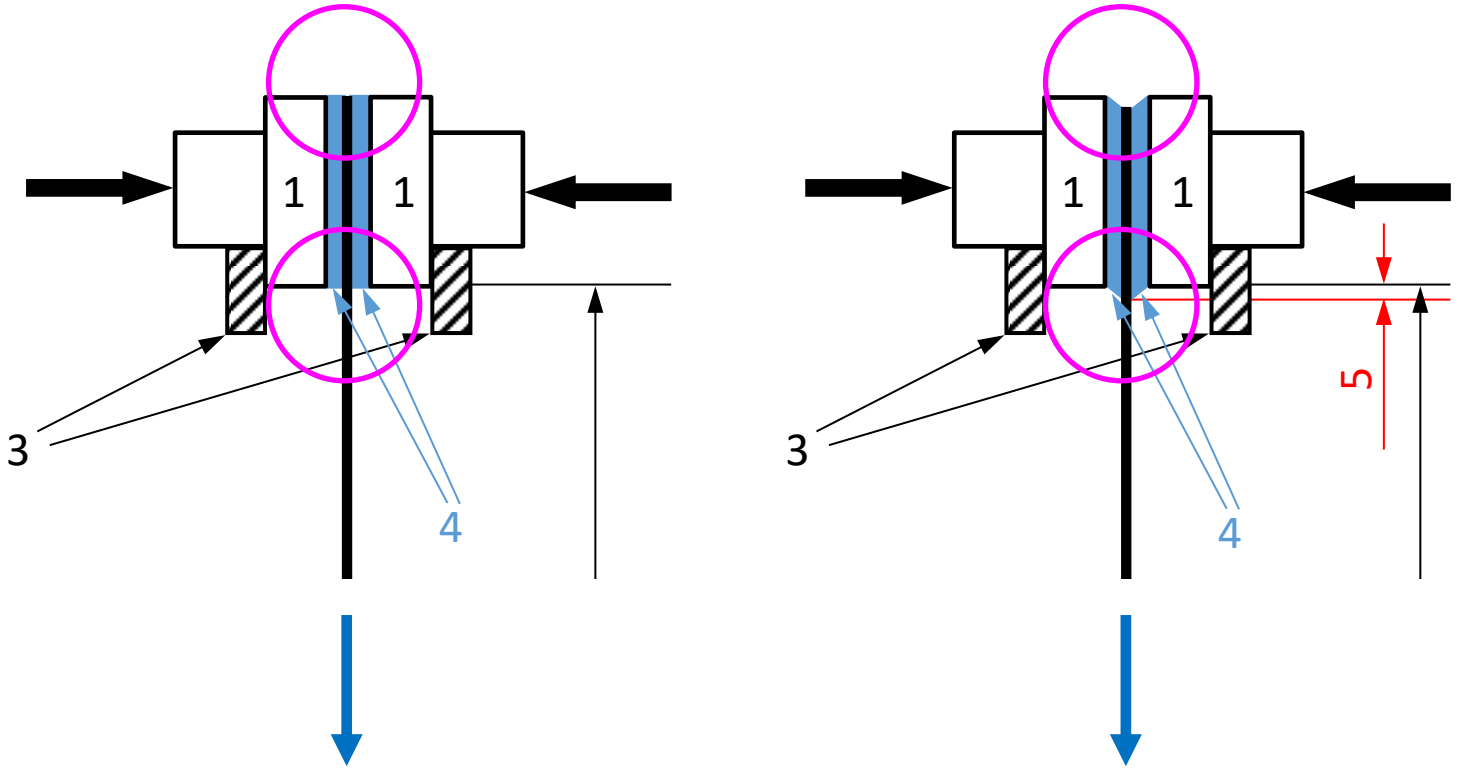


Dehnungsmessung nach
DIN 50154:2019-09, Bild 3a, Abschnitt 8.3 bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3a, Abschnitt 7.6.1

Dehnungsmessung nach
DIN 50154:2019-09, Bild 3c, Abschnitt 8.5 bzw.
ISO/NP 6892-6, Bild 3b, Abschnitt 7.6.2

Nachgiebigkeit des Prüfsystems

- Summe der Nachgiebigkeit der einzelnen Komponenten: Lastrahmen, Kraftmessdose, Einspannköpfe,...
- Nachgiebigkeit im Bereich der Einspannung:



F = 0
Vor Versuchsbeginn

F > 0
Während der Prüfung

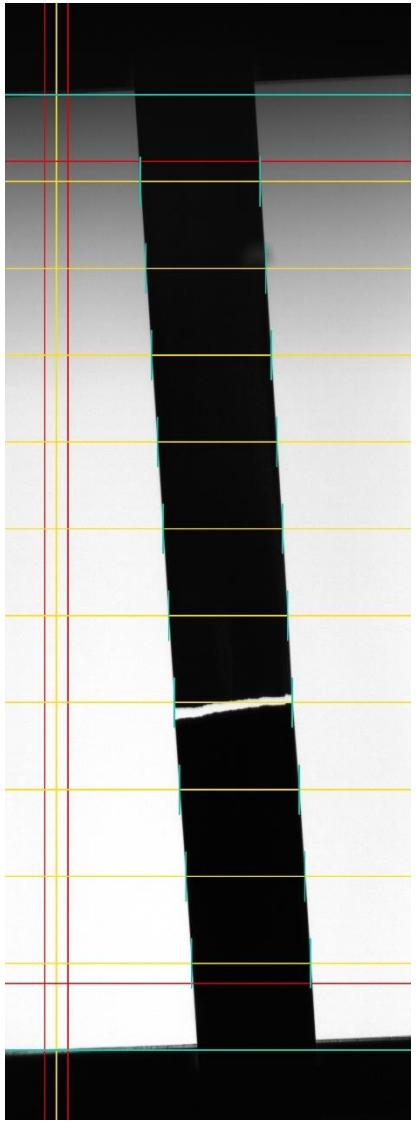
1 Spannbacke
3 Block
4 Elastomer (e. g. Vulkollan)
5 Elastische Nachgiebigkeit des Elastomers

Scherverformung des Elastomers auf der Einspannbacke führt zu höheren elastischen Dehnungen, und zu niedrigeren Steigungen der elastischen Geraden m_E

Gültigkeitskriterien für den Versuch

- Probe darf nicht in den Spannbacken rutschen

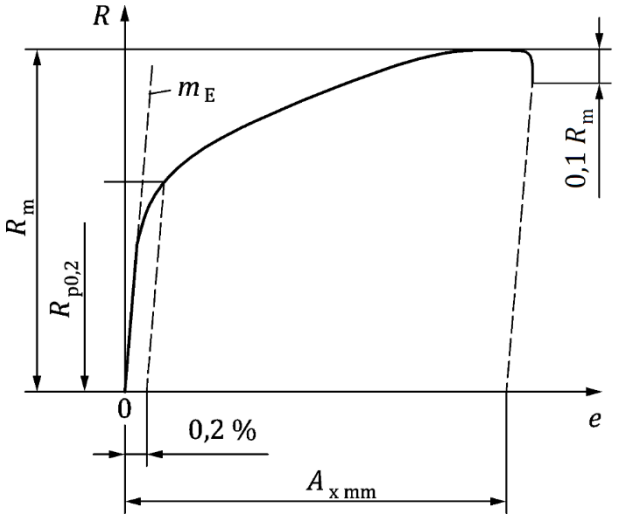
- Kürzester Abstand zwischen dem Probenbruch und der Einspannung muss mindestens 5 mm betragen
  - Optische Systeme können bei der Bestimmung der Bruchlage hilfreich sein
  - Bei automatisierten Prüfsystemen (Maschinen mit Handling-System) sind automatisierte Systeme zur Bruchlagenbestimmung und Bewertung normativ.

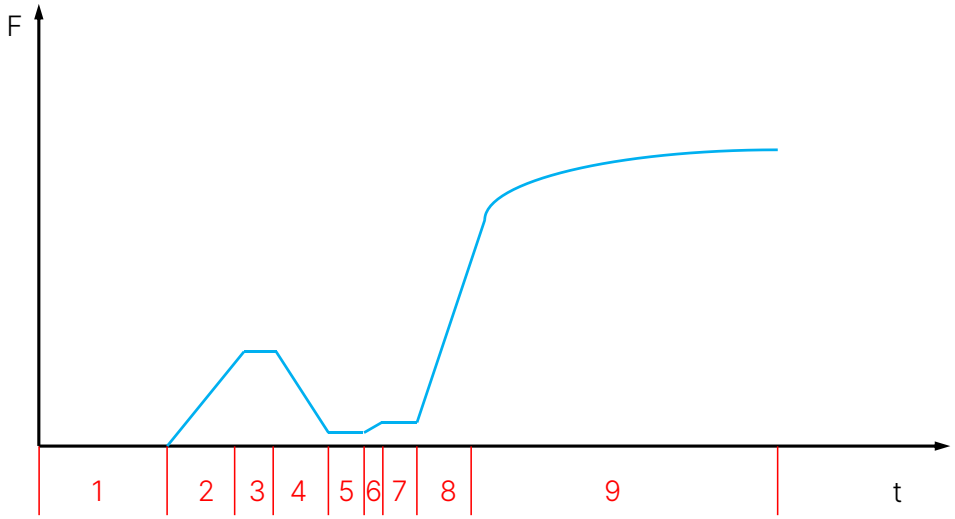


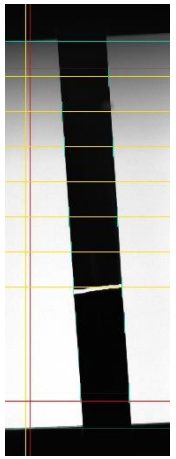
Quelle: Speira GmbH

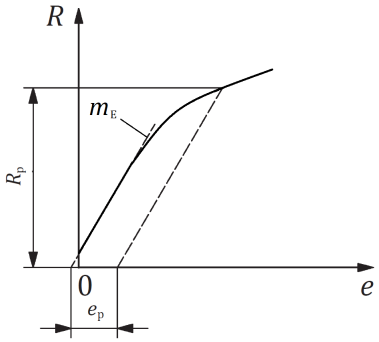
Verwendung rechnergesteuerte Prüfmaschinen

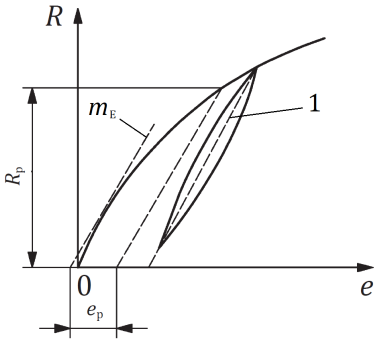
- Rechnergesteuerte Prüfmaschinen sind entsprechend des ISO/NP 6892-6 Pflicht
  - Einhaltung der Prüfparameter
  - Auswertung des Versuchs











Neues Normungsprojekt: ISO/NP 6892-6
Wie geht es weiter?

- Titel:
  Metallische Werkstoffe – Zugversuch –
  Teil 6: Zugversuch an Folien und Streifen aus Metallen mit einer nominellen Dicke kleiner als 0,200 mm unter Verwendung von rechnergesteuerten Zugprüfmaschinen

- Projekt ist in das Arbeitsprogramm von ISO/TC 164/SC 1 (zuständiges Komitee) aufgenommen

- Bedenken wurden seitens der US geäußert (Duplikat von ASTM E 345 / Doppelnormung)

  → Revision der ASTM E 345 und Ergänzung der relevanten Teile der registrierten ISO/NP 6892-6

  → Veröffentlichung der überarbeiteten Norm als ISO/ASTM Standard (unter doppeltem Logo)

speira