

Kunststoffe – Neues aus der Normung

Eine Übersicht aktueller Themen aus der Normung bei DIN und ISO



Ihr Vortragender

Helmut Fahrenholz

- Dipl.-Ing. Maschinenbau
 - Studium in Deutschland und in Frankreich (Metz)
- 1987 Eintritt bei ZwickRoell in Ulm
 - Verschiedene Positionen im Bereich Anwendungstechnik, Produktmanagement und Vertrieb, teils in Leitungsfunktion
 - Seit 2003 Branchenmanager für Kunststoff, Gummi und zeitweise auch für Verbundwerkstoffe
- Mitarbeiter in verschiedenen Gremien bei DIN und ISO
 - Mitarbeiter in mehreren Normungsausschüssen
 - Obmann des Normenausschusses Weich- und Hartschäume im DIN
 - Convenor der ISO-Arbeitsgruppe ISO/TC61/SC2/WG1, Plastics – static behaviour
 - Projektleiter in mehreren Normungsprojekten

- 1. Charakterisierung mechanischer Eigenschaften von Kunststoffen**
ISO 10350-1
Contents of CAMPUS
Recycelte Kunststoffe
- 2. Vergleichbarkeit durch einheitliche Probekörper**
- 3. Zugversuche nach ISO 527-1 und -2**
- 4. Zugversuche im breiten Dehnratenbereich**
- 5. Biegeversuche nach ISO 178**
- 6. Schlag- und Kerbschlagzähigkeiten nach Charpy und Izod**
- 7. Durchstoßversuche nach ISO 6603-2**
- 8. Interessante Produktthemen**

ISO 10350-1 legt eine einheitliche Charakterisierung mechanischer Eigenschaften von Formmassen fest.

Zielsetzungen

- Vergleichbarkeit (Reproducibility) von Werkstoffen anhand von Kennwerten auf internationaler Ebene
- Grundlagen für die Werkstoffauswahl
- Konzentration auf wesentliche, grundlegende Eigenschaften (siehe Contents of CAMPUS)
- Vereinheitlichung der Herstellbedingungen (gleiche Morphologie, gleicher Verarbeitungszustand)
- Reduktion der Probenformen und damit Reduktion der dazu notwendigen Spritzgießwerkzeuge – Einheitliche Probekörper
- Einpunktkennwerte – ISO 10350-1 und -2
- Vielpunktkennwerte – ISO 11403-1, -2 und -3

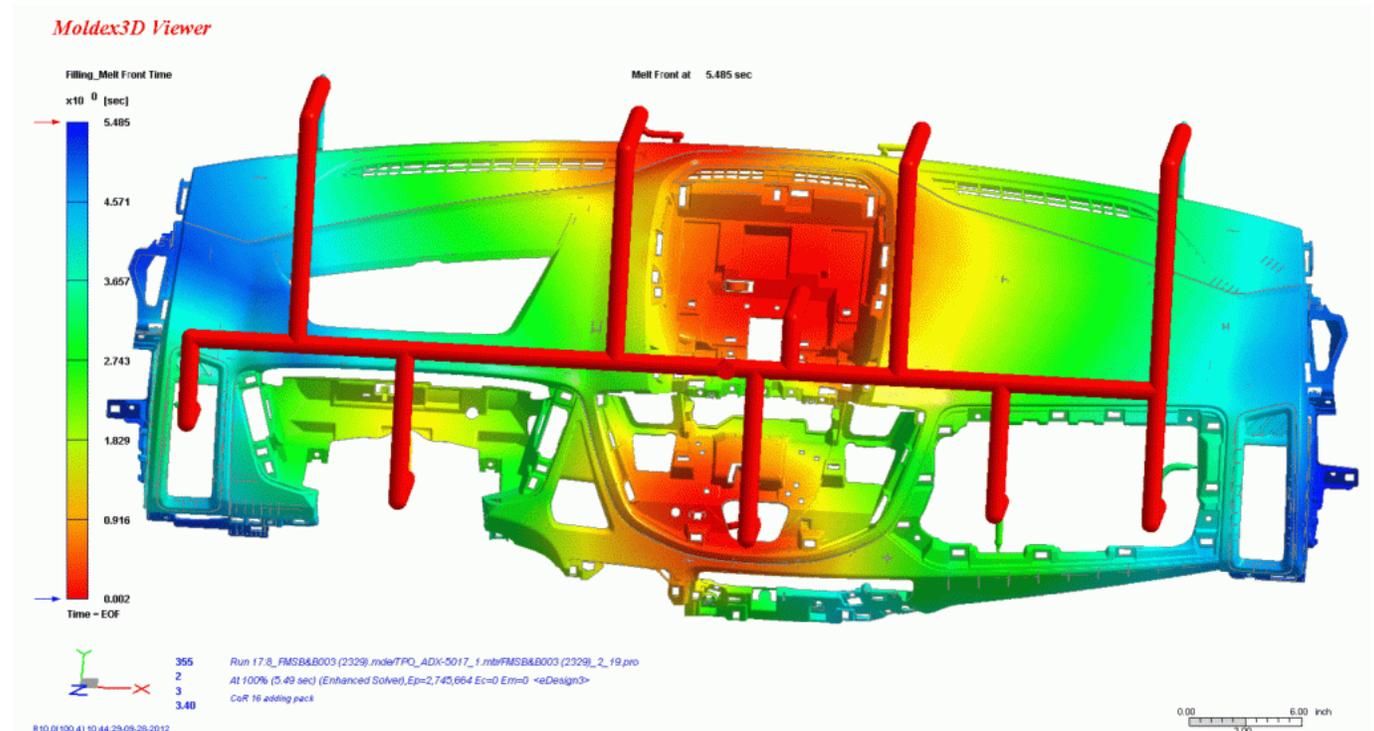


Prüfverfahren

- **Herstellung und Konditionierung** der Probekörper
- **Rheologische Eigenschaften**
 - Fließratenbestimmung, Schwindung
- **Mechanische Eigenschaften**
 - Zug- und Biegeeigenschaften
 - Kriechen
 - Schlag- und Kerbschlagzähigkeiten
- **Thermische Eigenschaften**
 - Schmelz- und Glasübergangstemperatur
 - Erweichungs- und Formbeständigkeitstemperatur
 - Brennverhalten, Sauerstoffindex, Ausdehnungskoeffizient
- **Elektrische Eigenschaften**
 - Dielektrizitätszahl, Verlustfaktor,
 - Oberflächen-, Durchgangswiderstand, etc.

Für Probekörper aus Fertigteilen wird die Vergleichbarkeit über einen festgelegten Entnahmeplan sichergestellt.

- Eine Simulation des Spritzgießvorgangs gibt Aufschluss über die Fließrichtungen, Fließfrontgeschwindigkeiten und weiterer Parameter im Herstellprozess
- Probekörper werden an definierten Positionen in definierten Richtungen aus dem Fertigteile entnommen. Dies wird üblicherweise bereits bei der Konstruktion des Teils festgelegt.
- Im Bereich der Probenentnahme sollten möglichst homogene Morphologiezustände und ebene Flächen vorliegen.
- Die Probekörper werden üblich in der Materialstärke eines Spritzgießteils entnommen. Oftmals ist es nur möglich, verkleinerte Probekörper zu entnehmen.



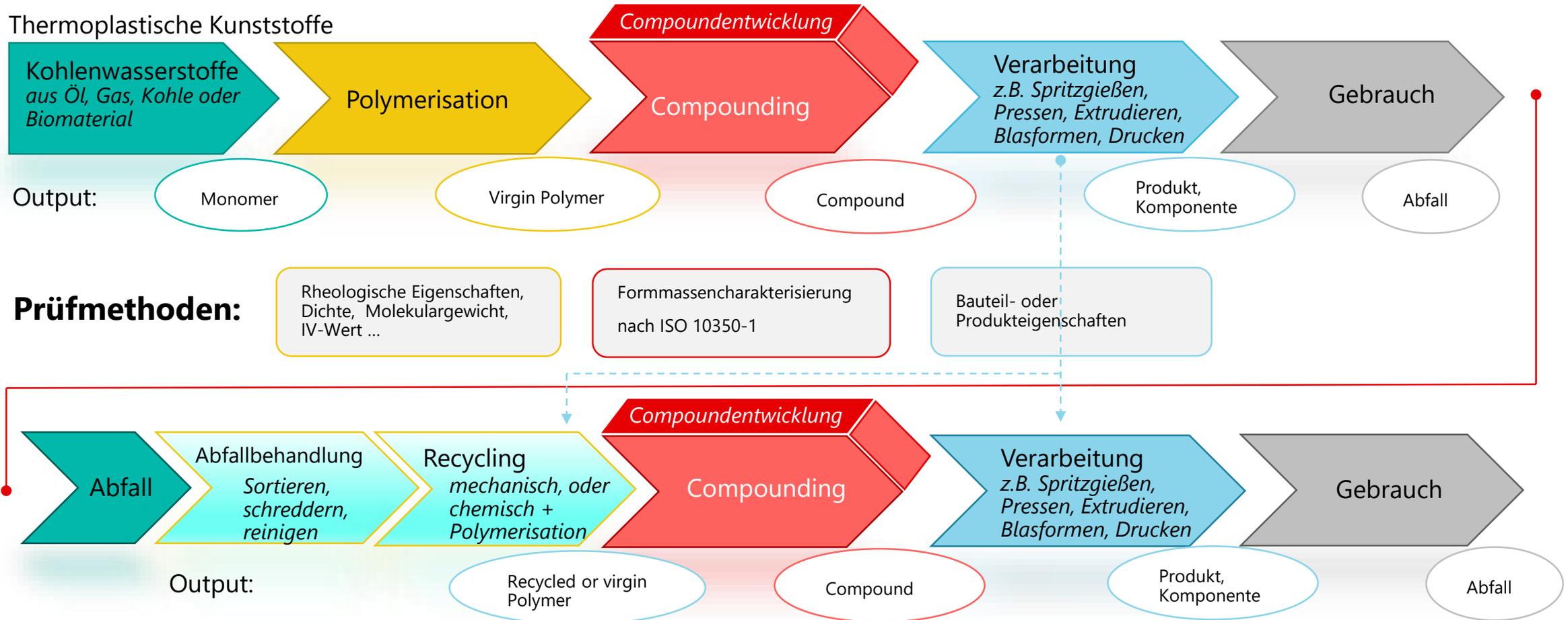
Bildquelle: <https://fieldmoldsolutions.com/moldflow-analysis/> 08.08.2022



Kunststoff Recycling

Kunststoffe werden auf viele Arten recycelt – aber wie sieht es dann mit der Prüfung aus ?

Kunststoff-Recycling stellt nur wenige zusätzliche Anforderungen an die mechanische Prüfung.



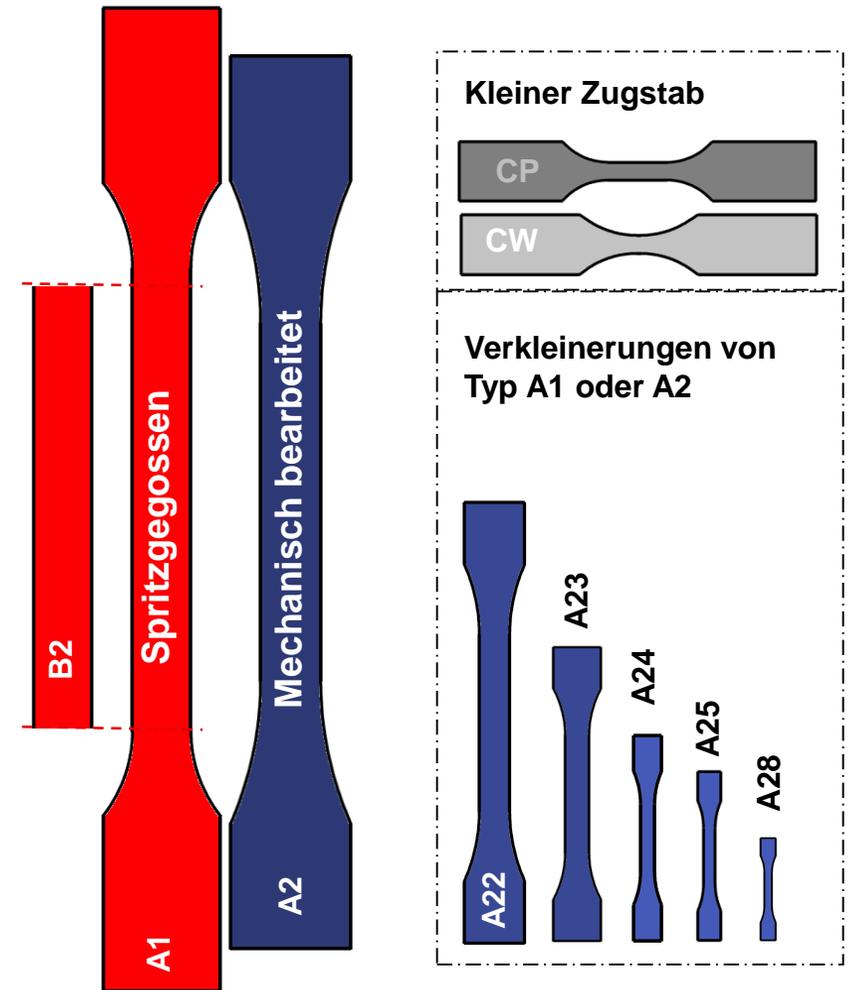
ISO 20753 beschreibt die Probekörper für alle relevanten Prüfverfahren.

- **5 Probekörperformen**

- Vielzweck-Probekörper (früher ISO 3167), mit 5 Verkleinerungen bis 1/8 und in 2 Formen A1 und A2
- Stab – Probekörper, 10 x 4 x 80 mm, Form B
- Kleiner Zugstab, 2 Formen, CW und CP
- Quadratische Platten, D
- Rechteckige Platten, F

- **Technische und wirtschaftliche Vorteile**

- Festgelegte Herstellparameter nach ISO 293, ISO 294, ISO 2818
- Begrenzte Anzahl Probekörpertypen über die verschiedenen Normen
- Reduktion der erforderlichen Spritzgießformen
- Durchgängiges Bezeichnungssystem
- Vergleichbare Morphologie bei gleichen Probekörpern
- Bessere Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse



Normung bei verschiedenen Prüfverfahren





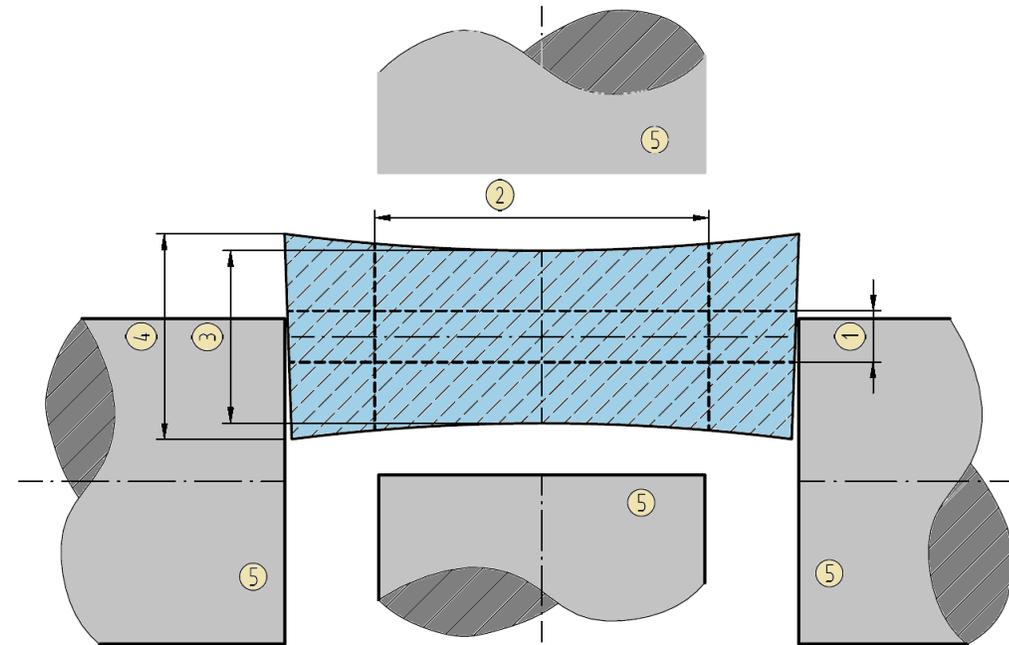
Der Zugversuch nach ISO 527-1, -2

Das häufigste mechanische Prüfverfahren bei
Kunststoffen

Der Zugversuch nach ISO 527-1, -2 ist stark von den Anforderungen der Formmassenprüfung geprägt.

- Exakte Anforderungen an die Prüftechnik
(Kalibrierung von Kraft- und Längenänderungsmessung, Anforderungen an die Messwerterfassung)
- Definition der Konditionierung
- Exakte Beschreibung der Dimensionsmessungen

Neu in der Version 2019

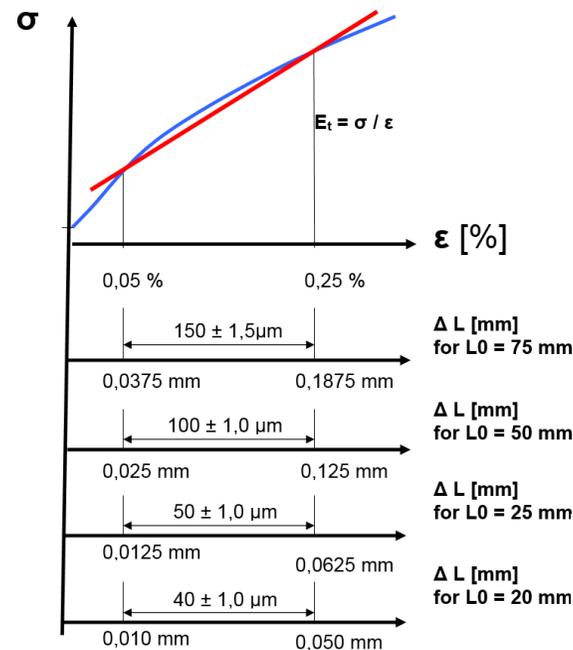


Eindeutige Definitionen und Anforderungen an die Querschnittsmessung der Probekörper.

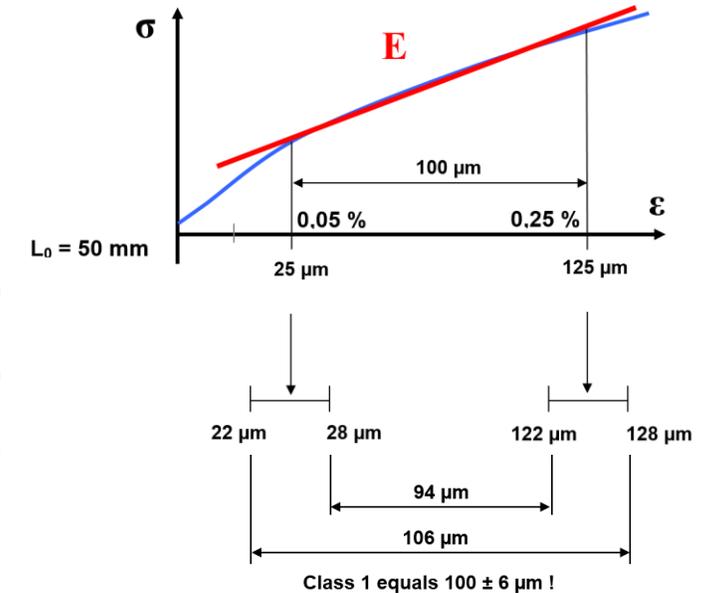
Der Zugversuch nach ISO 527-1, -2 ist stark von den Anforderungen der Formmassenprüfung geprägt.

- Exakte Anforderungen an die Prüftechnik
(Kalibrierung von Kraft- und Längenänderungsmessung, Anforderungen an die Messwerterfassung)
- Definition der Konditionierung
- Exakte Beschreibung der Dimensionsmessungen
- Festlegungen zu erlaubten Vorspannungen
- Definition von Kraft- und Dehnungsnullpunkten zu Beginn der Prüfung
- Hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit des Extensometers zur Modulmessung

Neu in der Version 2019



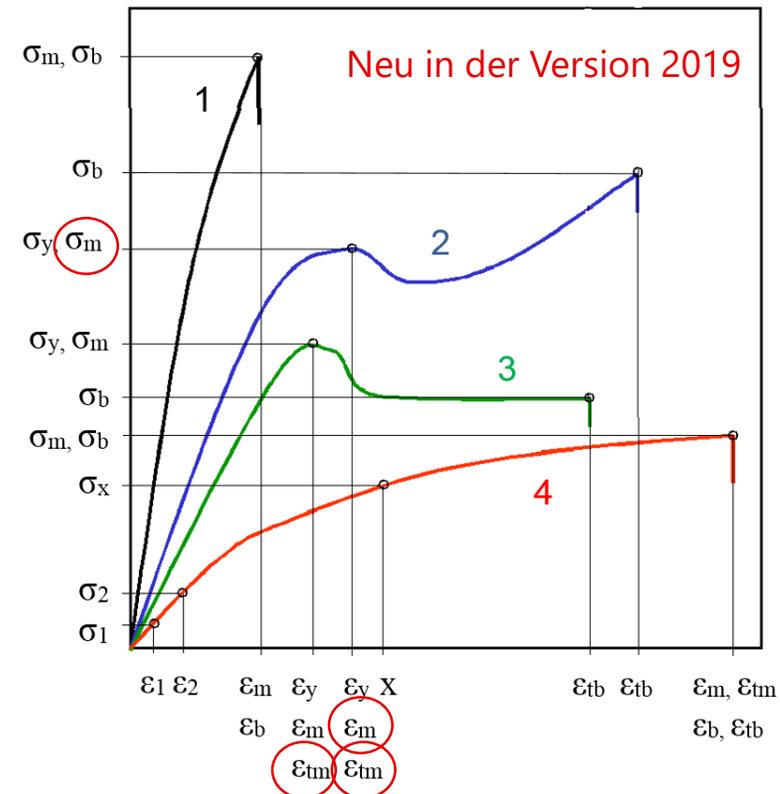
Fehlerentwicklung bei einfacher Anwendung der Genauigkeitsklasse 1 nach ISO 9513.



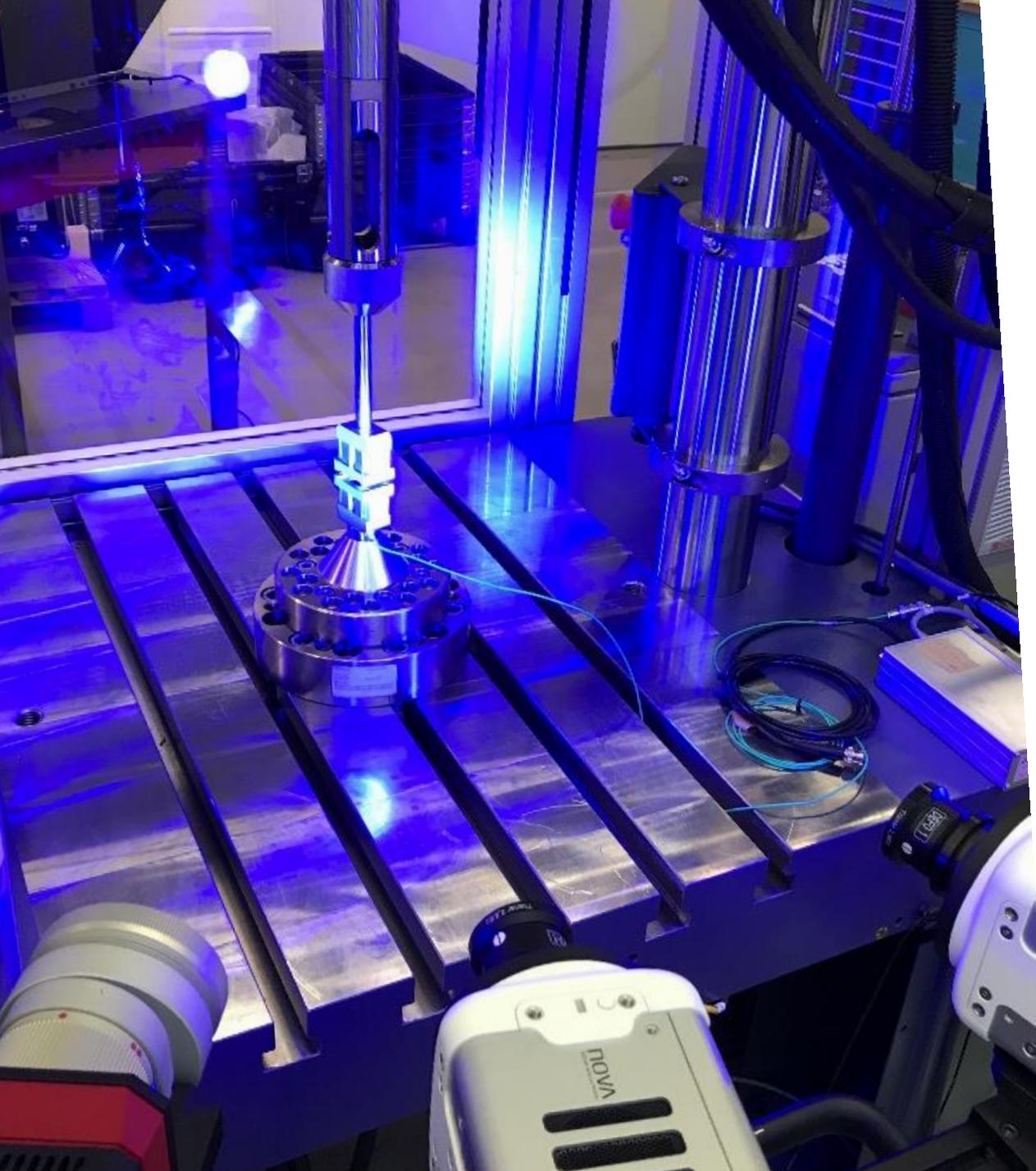
Hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit zur Modulbestimmung, die über die Genauigkeit in Klasse 1 um das 6-fache hinausgehen.

Der Zugversuch nach ISO 527-1, -2 ist stark von den Anforderungen der Formmassenprüfung geprägt.

- Exakte Anforderungen an die Prüftechnik
(Kalibrierung von Kraft- und Längenänderungsmessung, Anforderungen an die Messwerterfassung)
- Definition der Konditionierung
- Exakte Beschreibung der Dimensionsmessungen
- Festlegungen zu erlaubten Vorspannungen
- Definition von Kraft- und Dehnungsnullpunkten zu Beginn der Prüfung
- Hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit des Extensometers zur Modulmessung
- **Neudefinition von Ergebnissen**



Neudefinition des Prüfergebnisses σ_m als erstes Kraftmaximum und entsprechend ϵ_{tm} an diesem Punkt.



Zugversuche im breiten Dehnratenbereich

Ein aktives Tätigkeitsfeld in der ISO-Normung

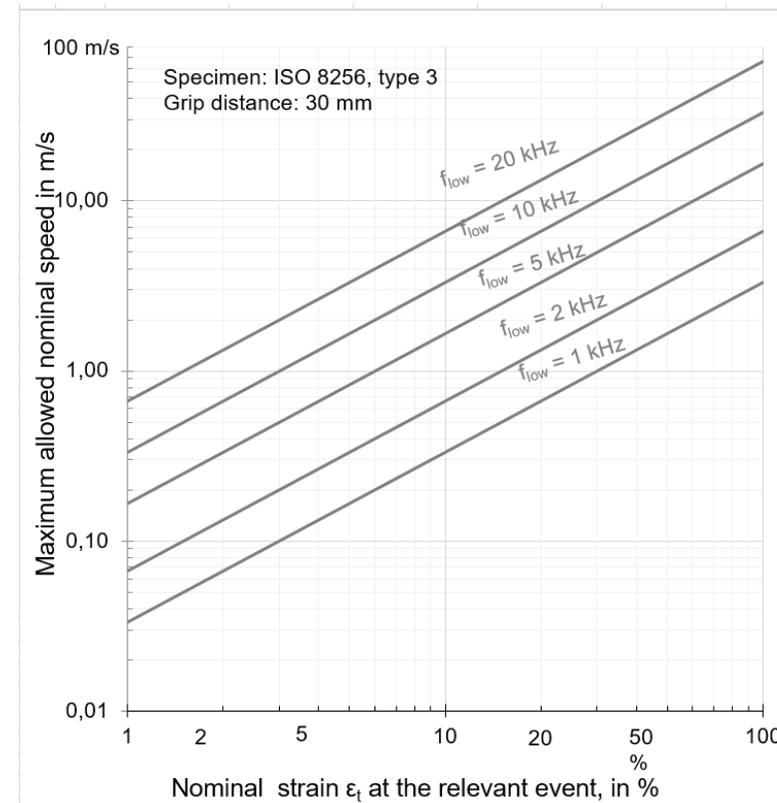
Crashsimulation erfordert die Kenntnis verschiedener Materialdaten über einen großen Dehnratenbereich

Ausgangssituation 2016

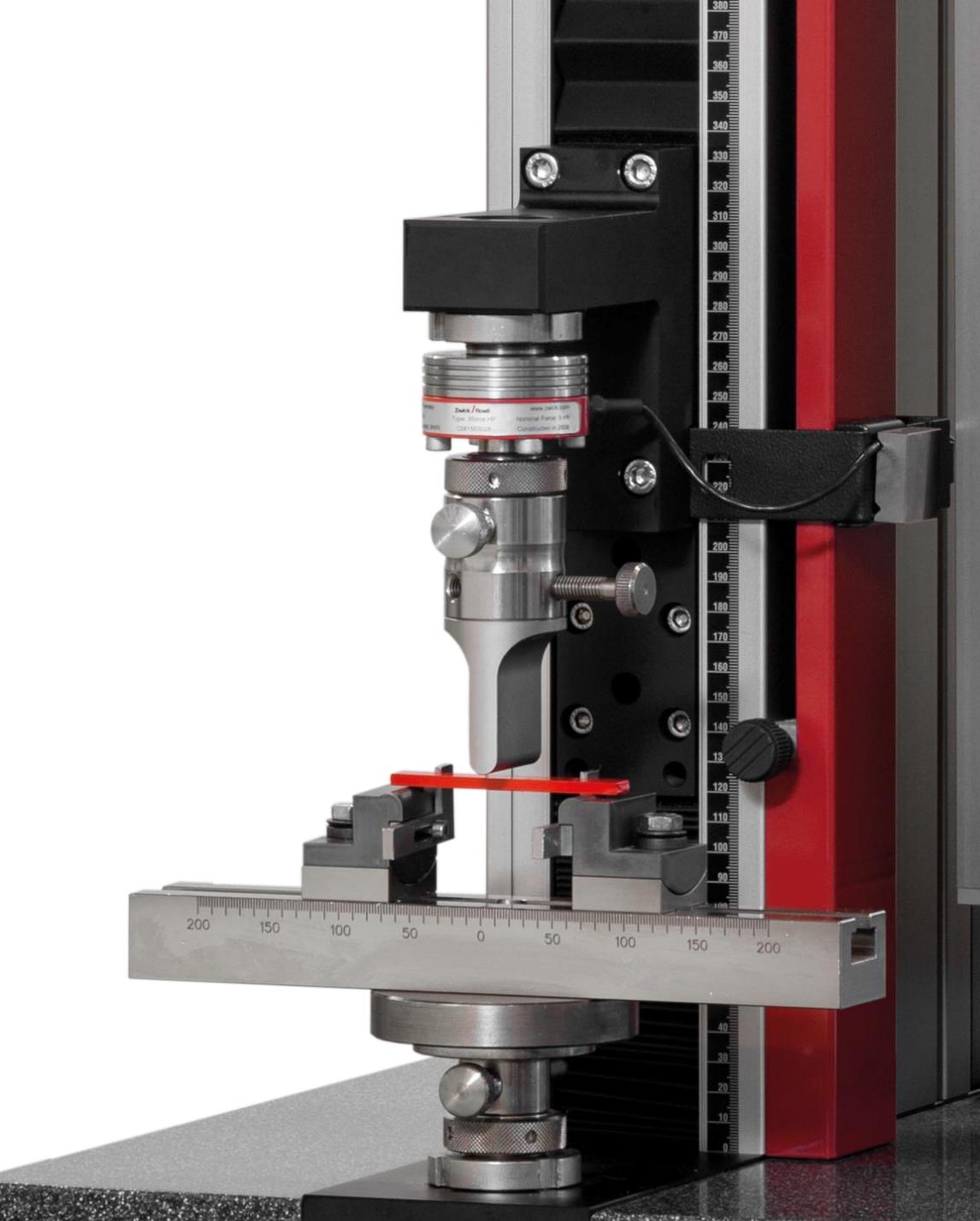
- ISO 527-2 und ASTM D 638 eignet sich nur bedingt für die Messung von Simulationsdaten
- Vorhandene Normen wie die SAE J 2749 oder die ISO 18872 beschreiben die Prüfung nur unzureichend und enthalten keine Validation
- Studien zu verschiedenen Aspekten sind bereits verfügbar

Aktueller Stand 2022:

- ISO/DIS 22183 Plastics: — Validation of force-time curves obtained from high-speed tensile tests
- VDA 287 Plastics – Strain rate dependent tensile tests for non-fiber reinforced thermoplastics at room temperature (FAT Arbeitskreis)
 - *Geplant als NWIP bei ISO TC61/SC2*



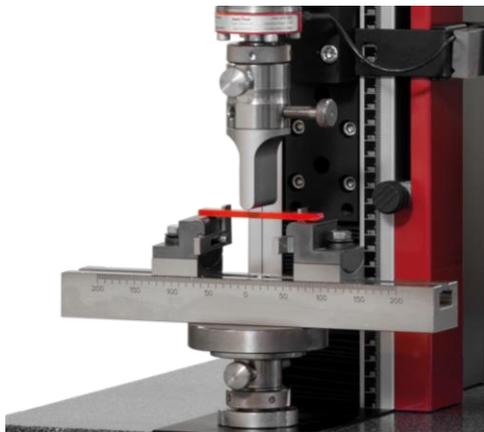
Dehnraten bis ca. 150 s^{-1} sind mit üblichen Prüfmitteln realisierbar



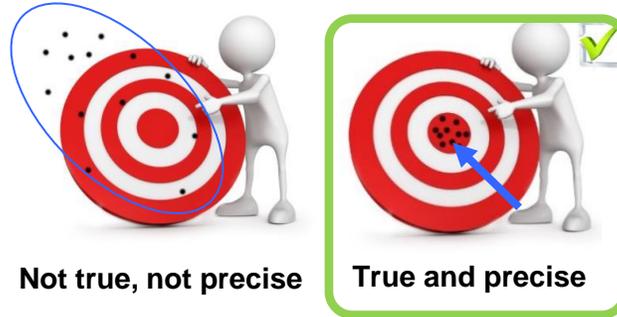
Der Biegeversuch nach ISO 178

Ein einfacher Versuch mit vielen Besonderheiten

Der Biegeversuch nach ISO 178 stellt ein einfaches und sicheres Verfahren zur Modulmessung dar.



True but not precise Precise but not true



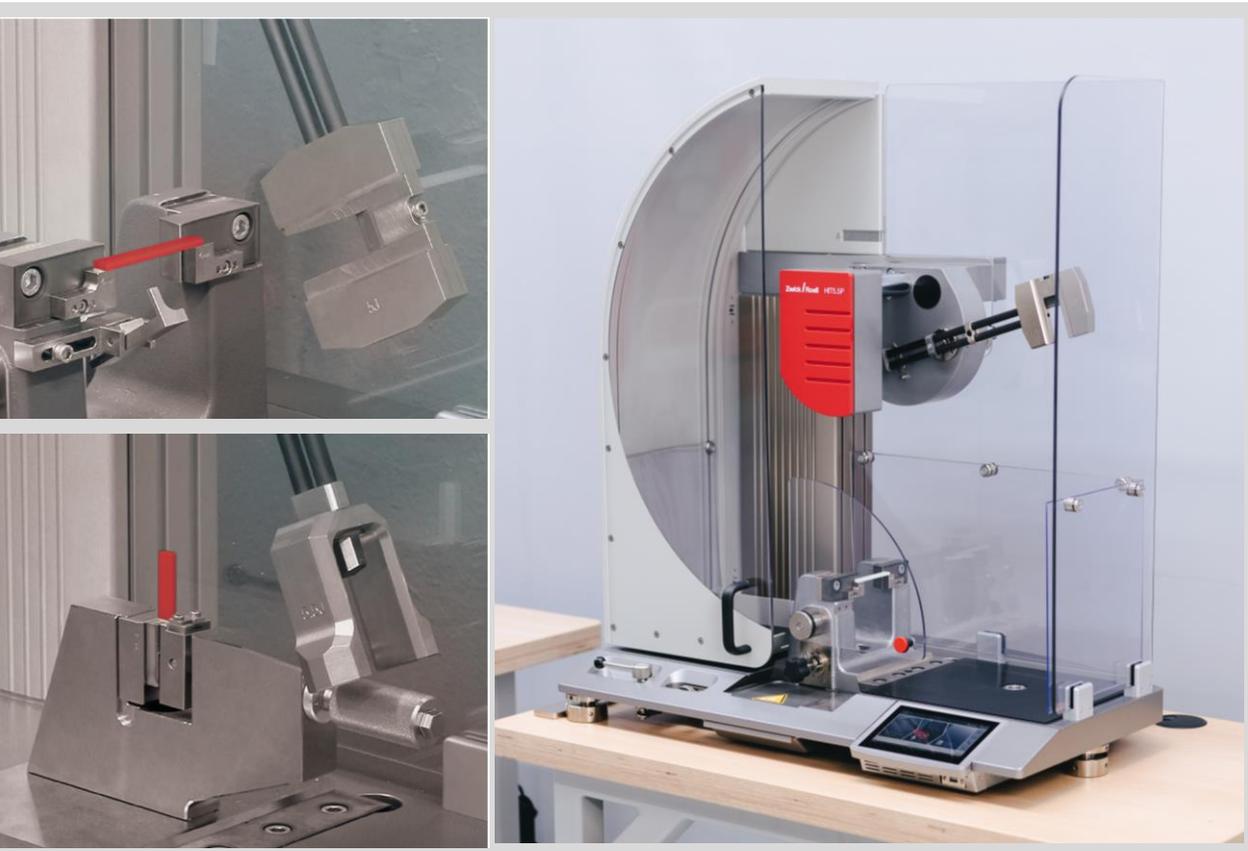
Not true, not precise True and precise

Table 2 — Types of tests and calibration requirements

Required objective of testing	Types (I-IV) of tests in increasing order of complexity and requirements for accuracy			
	Stress/strength only	Stress/strength/strains > 1%	Stress/strength/strains/repeatable and precise modulus	Stress/strength/strains/true and precise = accurate modulus
Property	I	II	III	IV
σ_{FB}	×	×	×	×
σ_{FM}	×	×	×	×
σ_{fC}		×	×	×
σ_{fC}		×	×	×
σ_{FB}		×	×	×
σ_{FM}		×	×	×
E_f			×	×
Calibration requirement				
Force	ISO 7500-1, class 1			
Deflection measurement	—	ISO 9513/class 2	ISO 9513/class 2 plus condition set in clause 5.4.3	ISO 9513/class 1 plus condition set in clause 5.4.3
Type of deflection measurement	—	Crosshead displacement	Crosshead displacement with compliance correction	Direct measurement using a deflectometer

Für QS-Zwecke sind präzise im Sinne von wiederholbar, aber nicht richtige Messwerte oft ausreichend um einen Verlauf zu beurteilen (Type III)

Sobald Vergleichbarkeit z.B. zwischen Lieferant und Abnehmer gefordert ist, müssen die Prüfergebnisse genau, d.h. richtig und präzise sein. (Type IV)



Charpy und Izod

Schlag- und Kerbschlagbiegeversuche

Pendelschlagwerke ermöglichen eine einfache und effektive Beurteilung des Schlagverhaltens.

Normenumfeld, ISO:

- ISO 179-1 Schlag- und Kerbschlagbiegeversuche im Charpy-Verfahren, konventionell
- ISO 179-2 Schlag- und Kerbschlagbiegeversuche im Charpy-Verfahren, instrumentiert
- ISO 180 Schlag- und Kerbschlagbiegeversuche im Izod-Verfahren, konventionell
- ISO 8256 Schlagzug-Verfahren, konventionell
- ISO 13802 Gerätenorm zu Charpy, Izod und Schlagzug

Aktuelle Normungsarbeit:

- Einführung von Ringversuchsdaten als „Precision Data“ bei ISO 179-1 und ISO 180
- Weitere Detaillierung zur Kalibriermethodik in ISO 13802

Table B.2 — Precision data for Charpy impact strength ($a_{c,N}$) at 3,8 m/s – ISO 179-1/1eA

All absolute values in kJ/m² and all relative values in % of the average

	Material	Average	s_r^a	s_R^b	$rel. s_r$	$rel. s_R$
Day 1	Polycarbonate	91,69	5,30	8,37	5,8%	9,1%
	Polyurethane	94,33	5,37	6,21	5,7%	6,6%
Day 2	Polycarbonate	91,72	3,85	6,49	4,2%	7,1%
	Polyurethane	92,39	6,32	7,86	6,8%	8,5%

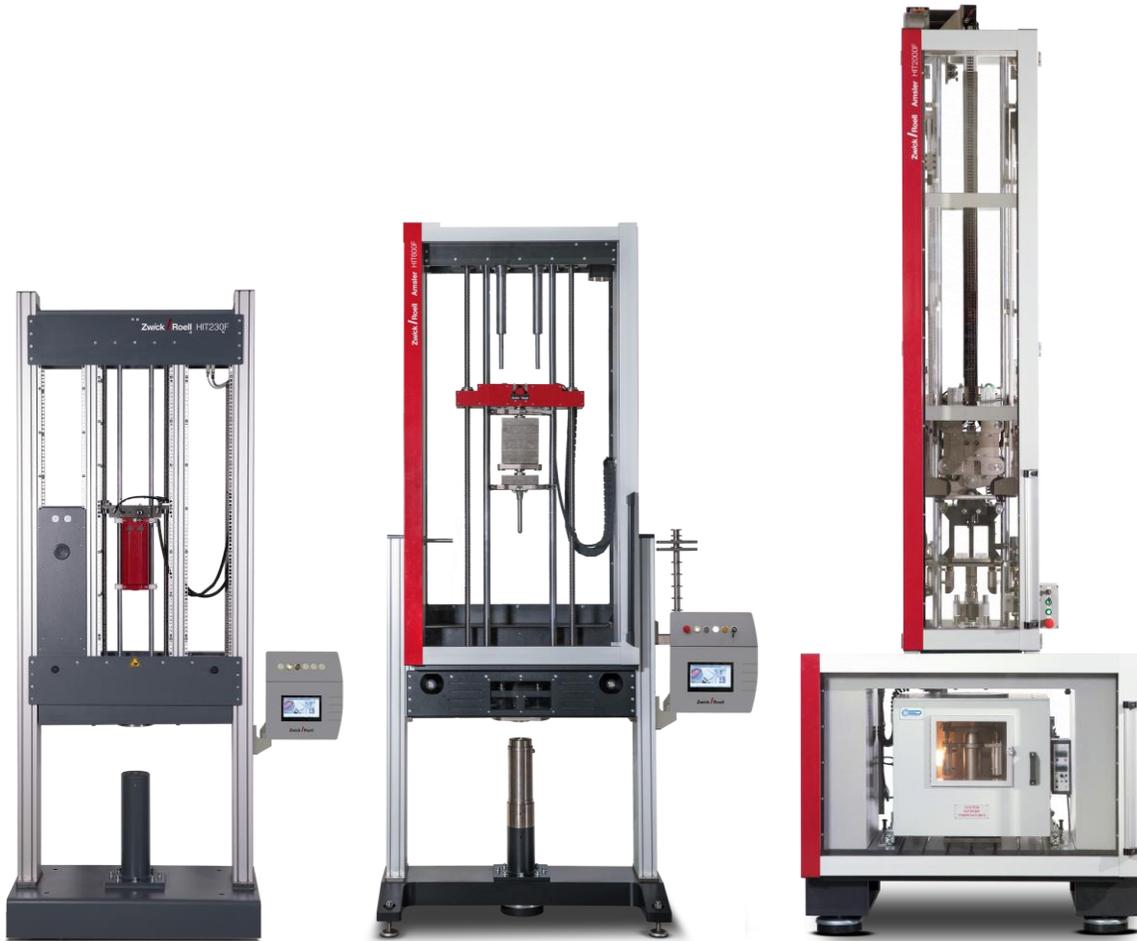
^a s_r is the within-laboratory standard deviation.
^b s_R is the between-laboratory standard deviation.

Table B.3 — Precision data for Charpy impact strength ($a_{c,U}$) – ISO 179-1/1eU

All absolute values in kJ/m² and all relative values in % of the average

Impact velocity	Material	Number of labs	Average	s_r^a	s_R^b	$rel. s_r$	$rel. s_R$
2,9 m/s	POM-GF	18	7,29	0,18	0,24	2,5%	3,3%
	POM	16	5,73	0,26	0,91	4,5%	15,9%
	ABS	11	17,0	0,40	0,90	2,4%	5,3%
3,8 m/s	PP-T	25	49,6	1,34	1,73	2,7%	3,5%
	PP-T20	18	46,8	0,99	1,21	2,1%	2,6%
	PP-GF	23	36,2	0,53	0,81	1,5%	2,2%
	PP	10	54,6	1,18	2,11	2,2%	3,9%
	PC/ABS	15	51,3	0,85	1,31	1,7%	2,6%

^a s_r is the within-laboratory standard deviation.
^b s_R is the between-laboratory standard deviation.



Instrumentierter Durchstoßversuch nach ISO 6603-2

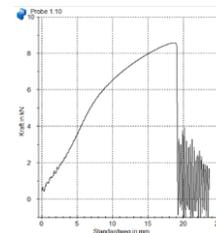
Multiaxialer Schlagversuch

ISO 6603-2 durchläuft aktuell eine umfangreiche Überarbeitung



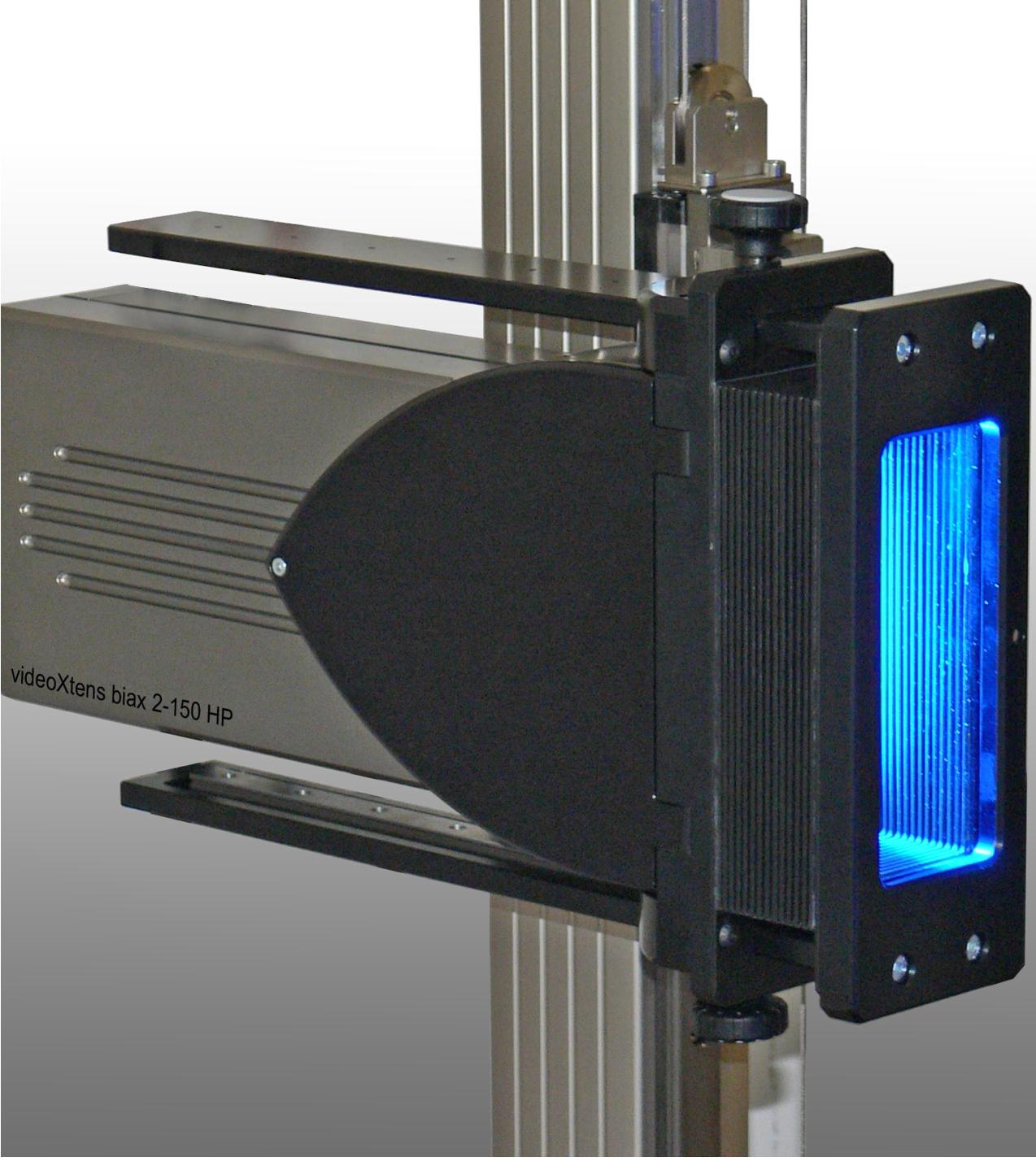
Normungsarbeit 2022:

- Ersatz aller bisherigen Verweise zu ISO 6603-1 durch Klartext um das Dokument einfacher lesbar zu gestalten
- Die Anforderungen an die Messgenauigkeit wurden neu gefasst
- Die Anweisungen zur Konditionierung und Temperierung wurden detailliert.
- Prüfungen mit eingespannter Prüfplatte stellen jetzt das Vorzugs-Prüfverfahren dar
- Eine Anleitung zur Beurteilung der Bruchart mit Messwertkurven und Fotos geprüfter Probekörper wurde als informativer Anhang F erarbeitet
- Anhang G zeigt Precision Data aus Ringversuchen für verschiedene Werkstoffe und Prüfergebnisse



Einige interessante Produktthemen



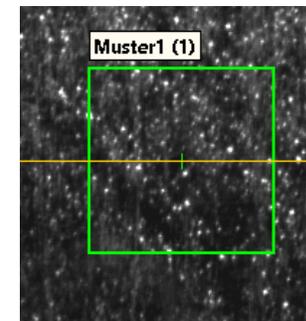
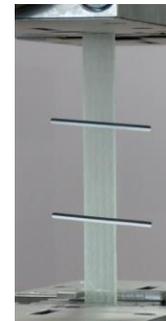


Extensometrie

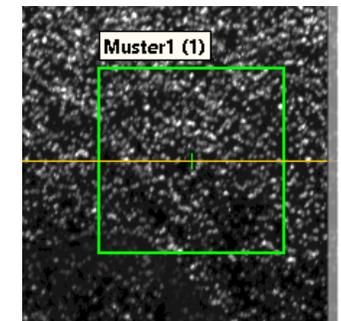
videoXtens – präzise und berührungslose Messung von Längenänderungen

- Berührungslose Messung mit Marken
 - videoXtens 2-120 HP
- Berührungslose Messung wahlweise mit oder ohne Marken
 - videoXtens 2-150 HP
 - Blue light für mehr Kontrast und weniger äußeren Einfluss

White light

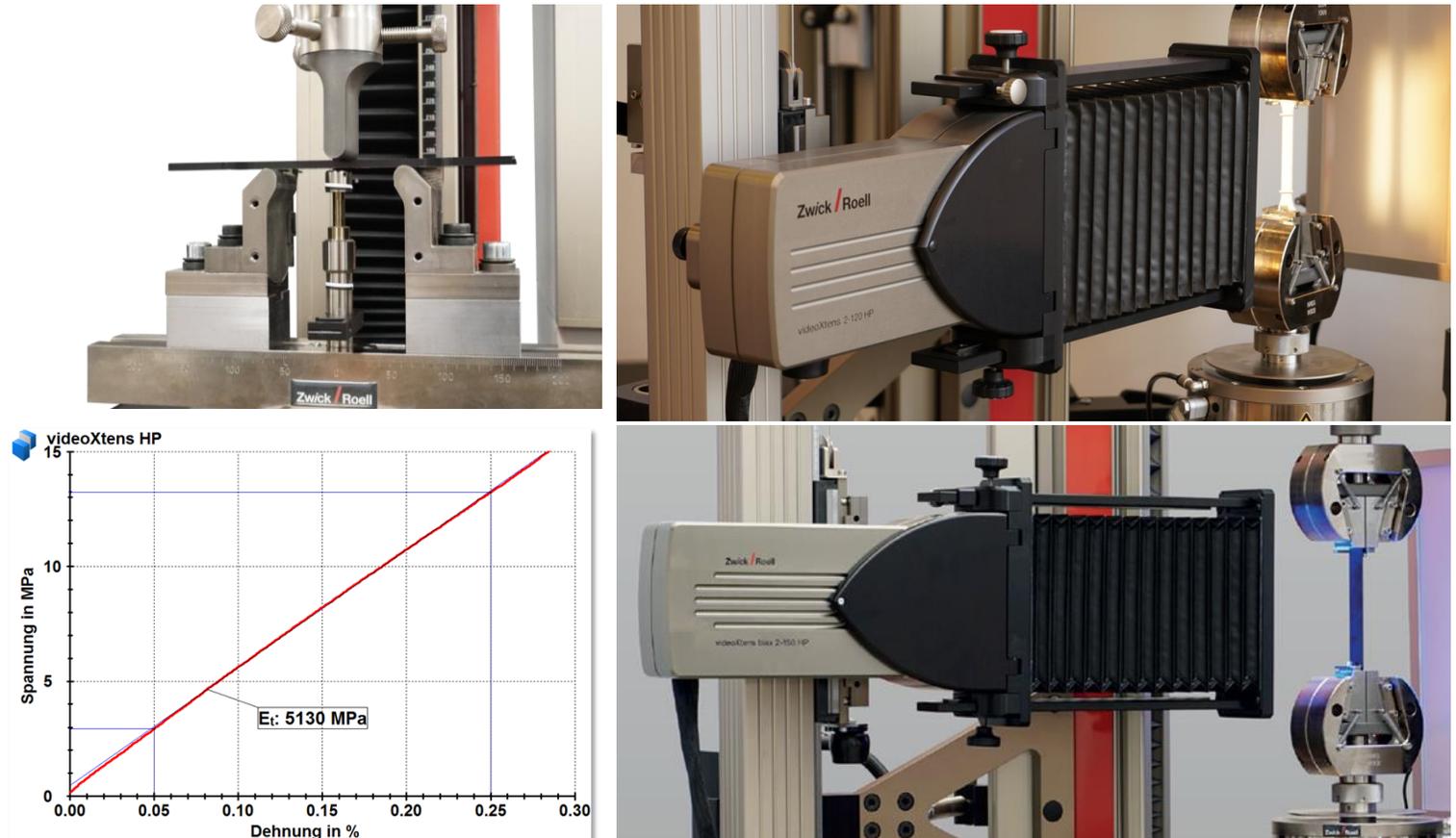


Blue light

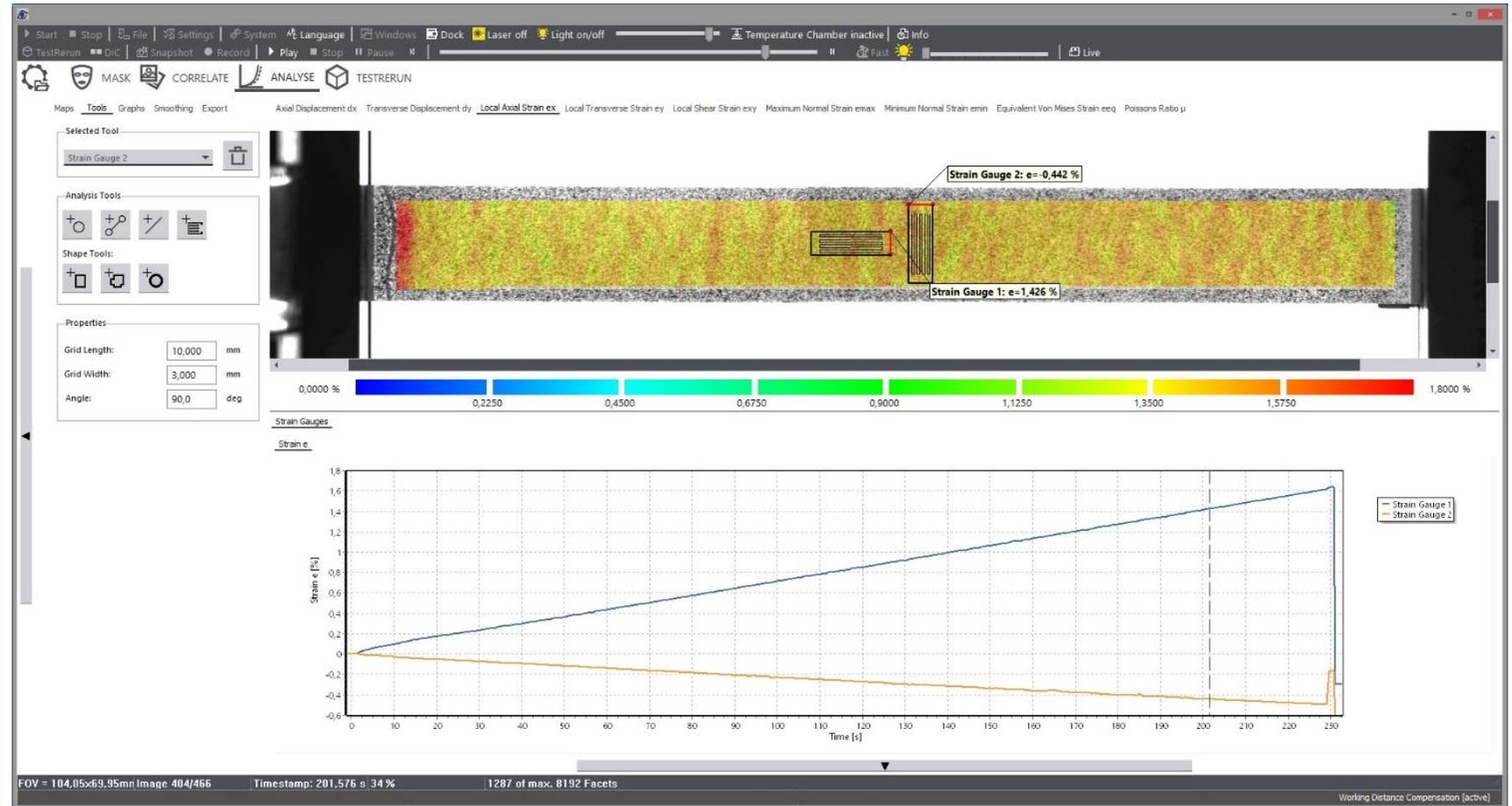
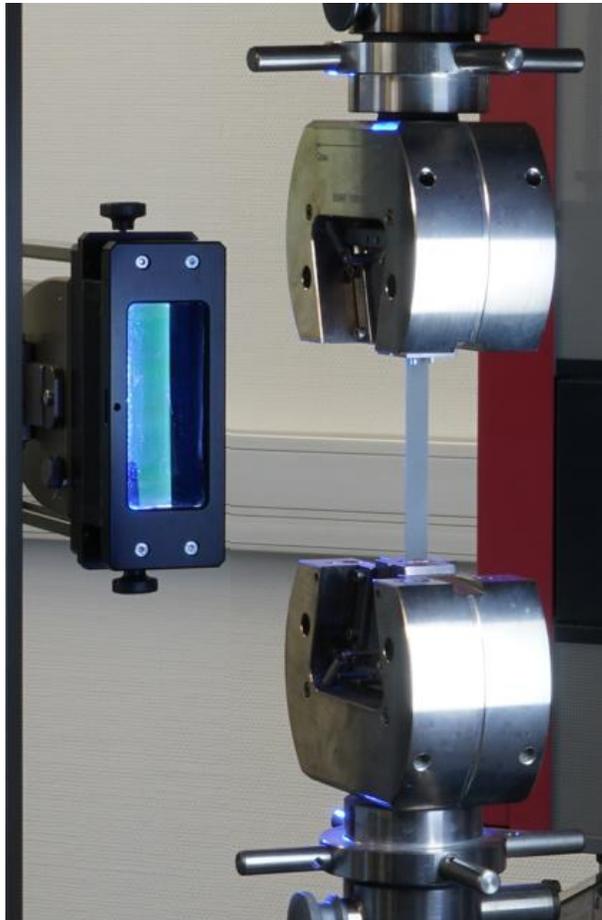


Die optischen videoXtens-Extensometer erfüllen die hohen Anforderungen der ISO 527-1 zur Modulmessung

- Berührungslose Messung mit oder ohne Marken
- Exakte Modulmessung nach ISO 527-1
- Großes Sichtfeld für die direkte Messung der Streckdehnung und von Bruchdehnung in Genauigkeitsklasse 1
- Optional mit Querdehnungsmessung zur Bestimmung der Poissonschen Zahl
- Messung der Durchbiegung im Biegeversuch
- Alle Messungen auch im breiten Temperaturbereich in Verbindung mit ZwickRoell Temperierkammern



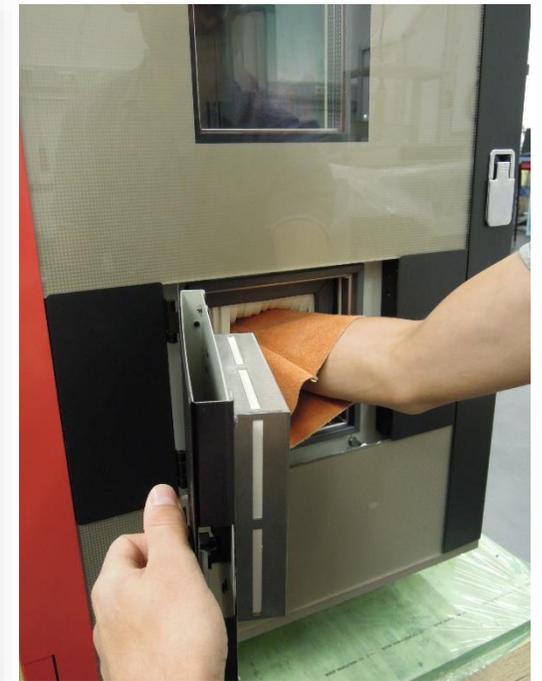
Optional kann der videoXtens 2-150 HP mit einer DIC-Funktion und Simulation von DMS ausgestattet werden



Prüfungen in Kälte und Wärme

Modulare Temperierkammern, voll integriert!

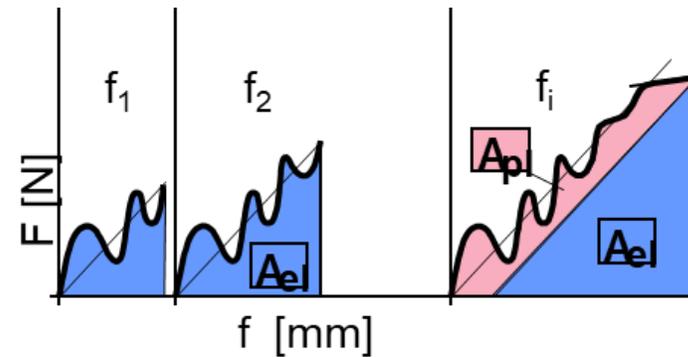
Sichere Messungen und einfaches Handling von -80°C bis +250°C





Instrumentierte Schlagprüfung

Die Instrumentierung ermöglicht interessante neue Erkenntnisse



Einsatzmöglichkeiten sind

- Breite Messbereiche ohne Pendelwechsel
- Charakterisierung von Kraft, Durchbiegung und Energie
- Automatische Erkennung der Brucharten nach ISO 179-2
- Bestimmung von R-Kurven bei erhöhten Dehnraten

Wir sorgen dafür, dass Ihre Prüfergebnisse sicher sind.

genau
(accurate)

wiederholbar
(repeatable)

vergleichbar
(reproducible)

nachvollziehbar
(traceable)



Zwick / Roell

zwickroell.com