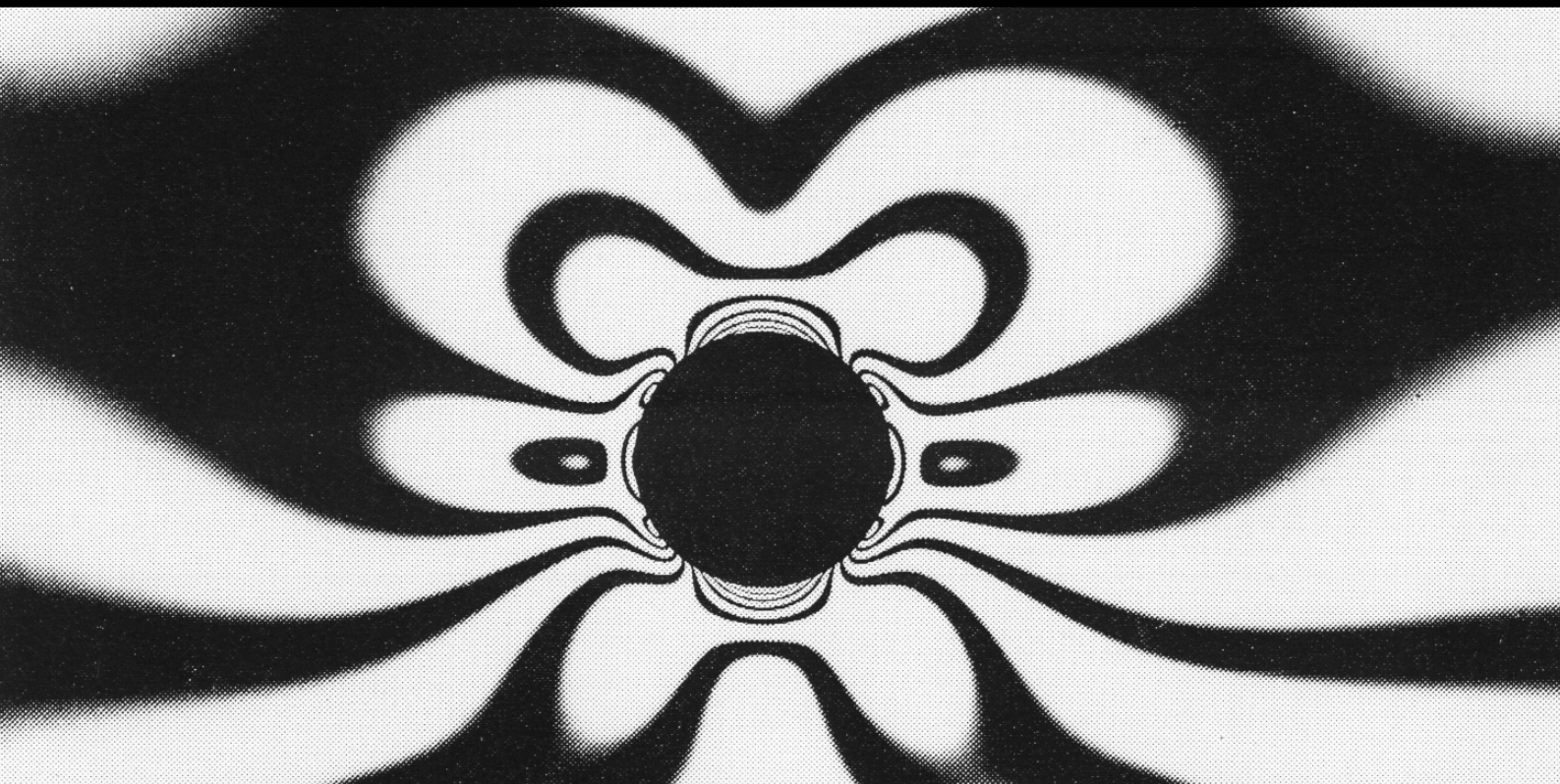


Spannungen leicht
sichtbar machen



Spannungsoptik

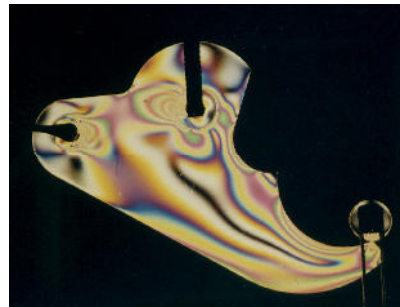
TIEDEMANN

Spannungsoptik

Geräte zur Prüfung von Spannungen in Bauteilen

In der Spannungsoptik wird durch die Verwendung von polarisiertem Licht die Spannungsverteilung in lichtdurchlässigen Körpern sichtbar.

Das umfangreiche auf dem Gebiet der von Polarisationsfolien Polarisationsgraden über Gerätetypen mit und Filtergrößen. Wir quantitativen Spannungen, Polariskope für



getriebene Polarisationsfilter bis hin zu zahlreichen Modellen und Spezialgeräten beispielweise zur Isochromatenvervielfachung an.

Tiedemann Lieferprogramm Polarisationsoptiken reicht mit verschiedenen und Verzögerungsfolien verschiedenen Lichtquellen bieten Polariskope zur Bestimmung des Reflexionspolariskope, Vorlesungen, Schrittmotor

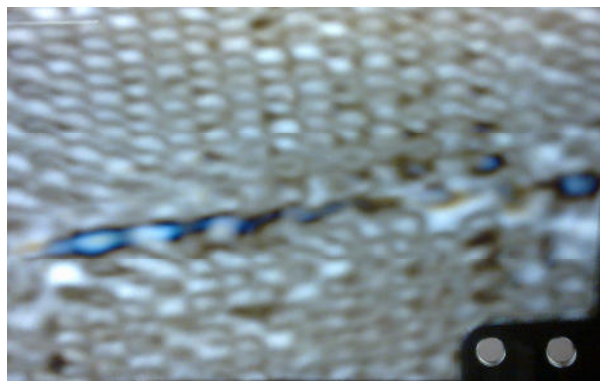
Kalibriervorrichtungen zur Bestimmung der spannungsoptischen Konstanten und des E-Moduls des Modellmaterials, Belastungsrahmen und Ringkraftmesser (Dynamometer) runden das Lieferprogramm zur Standardausstattung eines spannungsoptischen Labors ab.

Einige dieser Geräte sind unten im Detail dargestellt

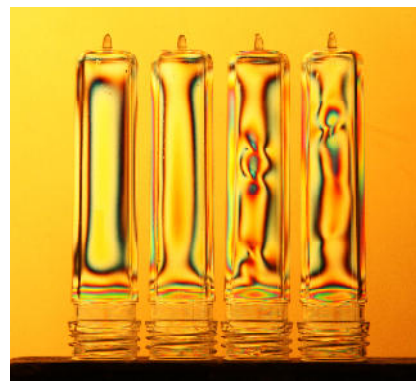
Einsatzgebiete

Durch die heute verfügbaren modernen Rechenverfahren, beispielsweise der Finite-Elemente-Methode, werden Spannungsberechnungen heute vorwiegend am Computer durchgeführt. Dennoch eignet sich die Spannungsoptik vortrefflich, in Modellen komplizierte Spannungszustände zu verstehen und zu analysieren.

Darüber hinaus befinden sich die spannungsoptischen Geräte von Tiedemann heute vielfach in der Qualitätssicherung bei Klebstoff-, Kunststoff und Glasherstellern sowie deren Kunden, um Eigenspannungen zu erkennen. Sie können mit einem Blick in das Polariskop prüfen, ob ihre Windschutz- oder Scheinwerferscheiben, Glasgefäße spannungsfrei sind oder einen spezifischen Spannungszustand erreicht haben.



Seitenscheibe eines Traktors



PET-Flaschenrohlinge ohne und mit Fehler

In der Dentaltechnik wird beispielsweise die Wirkung des Füllungsmaterials auf die Spannungen in Zähnen untersucht und damit gleichzeitig die Klebekraft festgestellt.



Spannungsaufbau durch die Aushärtung von Kompositmaterial in der idealisierten Zahnkavität (Dissertation Kristin Klinger, 2004)

Nicht wegzudenken ist die Spannungsoptik im Schulunterricht und in der universitären Ingenieurausbildung für Festigkeits- und Konstruktionslehre, da es praktisch die einzige Möglichkeit ist Spannungsverläufe sichtbar zu machen.

Dazu werden durchsichtige Modelle aus doppelbrechendem Material, die der praktischen Anwendung entsprechen, in das Polariskop gestellt und belastet. Die Spannungsverteilung im Modell stimmt mit derjenigen im realen Bauteil überein.

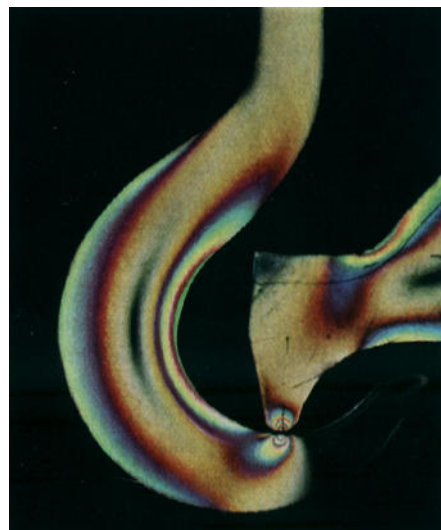
Das Funktionsprinzip

Die Spannungsoptik ermittelt Spannungen auf polarisationsoptischem Weg an Modellen oder Bauteilen aus durchsichtigen Kunststoffen. Das zu untersuchende und belastete Objekt wird zwischen gekreuzten Polarisationsfiltern aufgestellt. Als Folge erscheinen im durchfallenden Licht durch Doppelbrechung zwei Systeme von Linien. Die „Isochromaten“ (Linien gleicher Farbe) sind ein Maß für die Hauptspannungsdifferenz. Die schwarzen Linien nennt man „Isoklinen“. Sie hängen von der Richtung der Spannung ab.

Ein solches Isochromatenbild mit „linear polarisiertem Licht“ kann man auch ohne die oft störenden Isoklinen erhalten, wenn „zirkular polarisiertes Licht“ verwendet wird. Dazu wird im Strahlengang des Polariskops in geeigneter Weise zusätzlich je eine Viertelwellenlängenplatte vor und hinter dem Modell platziert.



Kranhaken im linear polarisiertem weißem Licht



Kranhaken im zirkular polarisiertem weißem Licht

Polariskope

Für unterschiedliche Anwendungsgebiete und Kundenwünsche wurden von der Firma Tiedemann seit nunmehr über 60 Jahre eine Vielzahl geeigneter Polariskopvarianten gebaut.

Diffuslichtpolariskope AS und BS

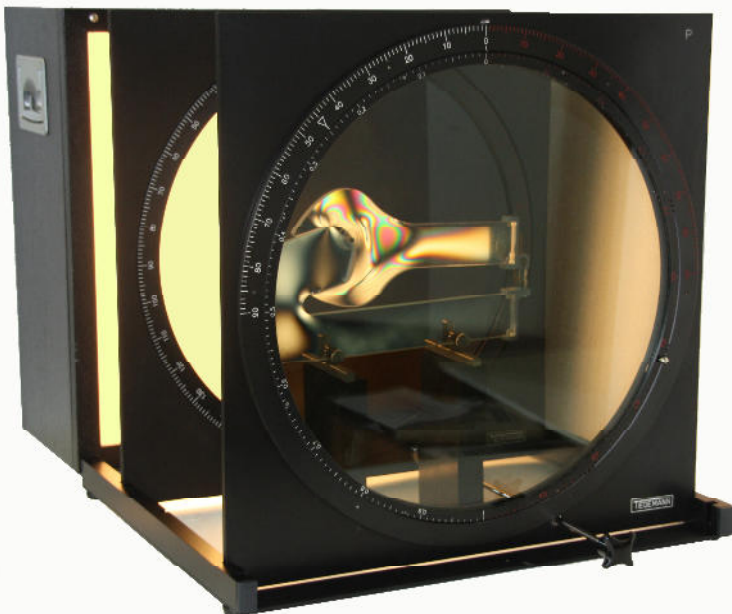
Ein beliebter, optisch hochwertiger Gerätetyp ist das Tiedemann Diffuslichtpolariskop A und B und hier vor allem die mit Kompensationsanalysator AS oder BS. Mit diesem Polariskop lassen sich die meisten qualitativen und quantitativen spannungsoptischen Untersuchungen bequem durchführen. Es ist unser Top-Gerät für wissenschaftliche Anwendungen in Universitäten, Forschungsinstituten und Industrie.

Die Filter sind zur Vermeidung von Kratzern und gegen Newtonringe zwischen Glasplatten verklebt. Das Gerät besteht aus verschiedenen Komponenten:

- Lichtkasten mit Lampen für diffuses weißes Licht und Natriumlicht als monochromatische Lichtquelle
- Grundrahmen und Steckachse für Filter und Modelle
- Polarisator mit verkitteter Viertelwellenplatte
- Kompensationsanalysator mit zueinander verdrehbar gelagerten, skalierten Polarisationsfilter und Viertelwellenplatte zur Bestimmung des Hauptspannungsordnung nach Senarmont und Tardy

Das Polariskop ist in zwei Durchmessern erhältlich.

- Gerätetyp AS: Gesichtsfeld 340 mm Durchmesser
- Gerätetyp BS: Gesichtsfeld 460 mm Durchmesser



*Tiedemann Diffuslicht-Polariskop BS.
Lichtkasten, verkittetem Polarisator und
Analysator mit ineinander verdrehbarer
1/4-Wellenlängenscheibe.*



*Tiedemann Polariskop AE131 mit jeweils
motorisch angetriebenen Polarisator,
Analysator und zwei Viertelwellenlängenplatten*

Die Koffer-Polariskope

Koffer-Polariskope sind Diffuslicht-Polariskope für lineare und zirkulare semiquantitative Spannungsoptik. Wegen ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, ihrer bequemen Handhabung und des günstigen Preises werden sie sehr häufig benutzt.

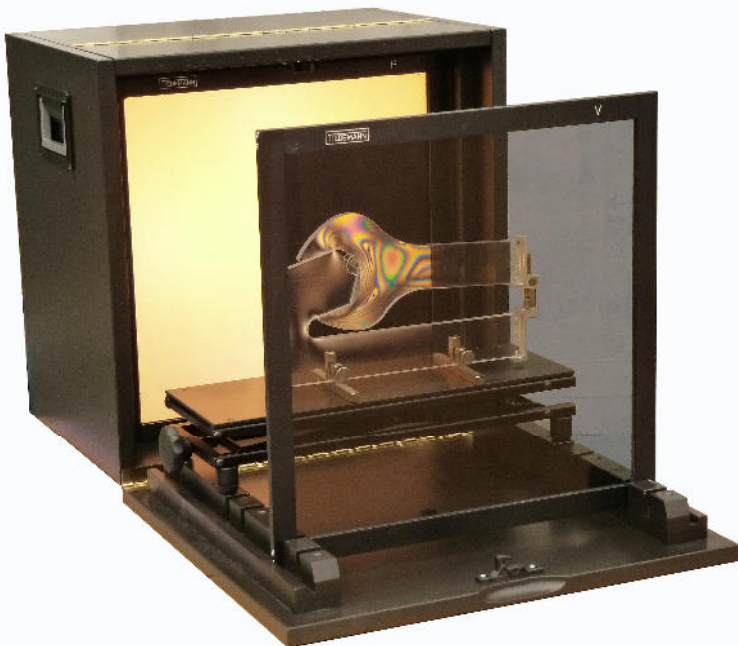
Alle Teile des Polariskops (Lampen, Diffusor, Polarisatoren und Anschlusskabel) sind in dem Gehäuse praktisch verpackbar. Das Licht kann ab Typ D zwischen weißem oder Natriumlicht gewechselt werden. Der herunterklappbare Frontdeckel dient als Grundplatte, in die die quadratischen Filter eingesteckt werden und das Modell platziert wird. Ab Typ D sind die Polarisations- und Viertelwellenlängenfilter auch zwischen Glasplatten verklebt, um optisch hochwertige Bilder zu erzeugen. Zudem können die Filter auch für andere Anwendungen eingesetzt werden.

Tiedemann bietet Ihnen verschiedene Koffer-Polariskope an.

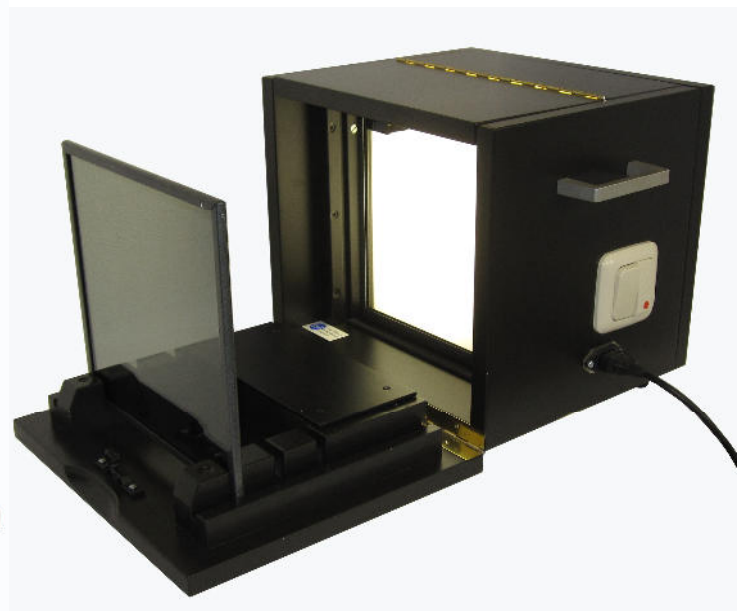
Typ C ist ein kleines preiswertes Polariskop für weißes Licht und linearer Spannungsoptik mit einem Gesichtsfeld von 190 x 190 mm.

Typ D ist etwas größer mit einem quadratischen Gesichtsfeld von 215 x 215 mm. Die Filter des Polariskopes D können auch in eine Halterung zur Anwendung auf Overhead-Projektoren eingesetzt werden.

Die größeren Varianten sind der Typ AQ mit einem Gesichtsfeld von 390 x 390 mm oder der Typ BQ mit 470 x 470 mm.



Koffer-Polariskop Typ AQ



Koffer-Polariskop Typ D

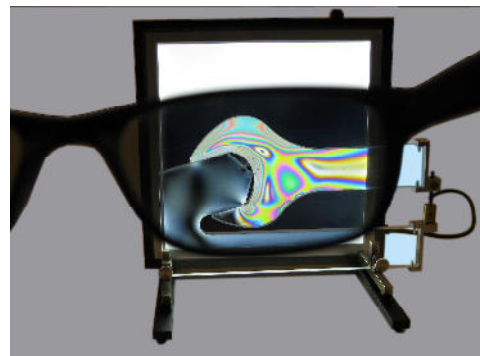
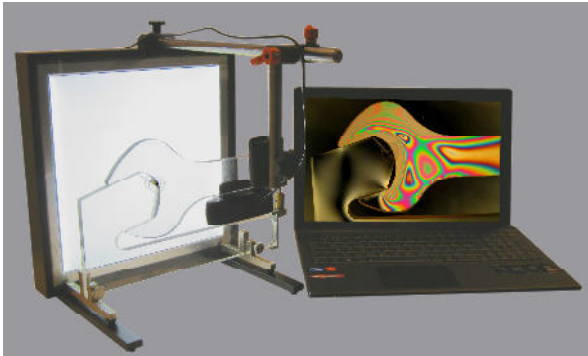
Vorlesungs-Polariskope

Für Vorlesungen in größeren Auditorien benötigt man spezielle Polariskope oder Zubehör, um die Spannungsverteilungen in Modellen allen Zuhörern zugänglich zu machen. Daher bieten wir zwei praktische Varianten an.

LED Polariskop für Beamer

Zum einen das LED-Polariskop für Beamer-Präsentation. Es besteht aus einem flachen Lichtkasten für weißes Licht für zirkulare Spannungsoptik und einer Kamera mit Halterung zur Übertragung des Bilder auf einen Computer. Das Polariskop kann vertikal oder horizontal verwendet werden und ist wie alle Polariskope passend für alle unsere Modelle. Der Vortragende blickt zur Erklärung auf seinen Monitor oder verwendet unsere spannungsoptische Brille mit zirkularen Polarisationsfiltern.

Selbstverständlich können alle unsere anderen Polariskope ebenfalls mit einer Kamera ausgestattet werden.



Polariskopaufsatz für Overhead-Projektoren mit flachen Modellen

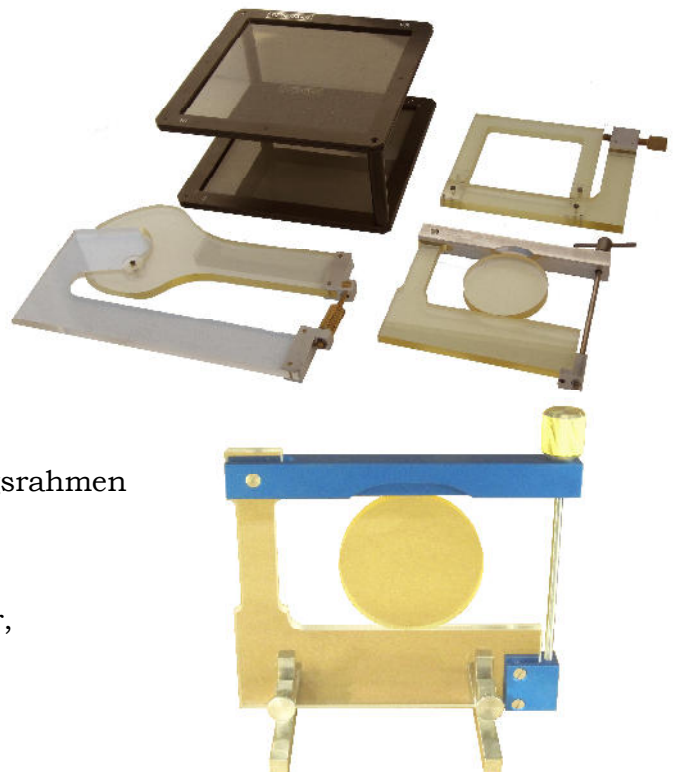
Zwischen zwei mit Polarisationsfolie bespannte Rahmen, die einfach auf den Overheadprojektor gestellt werden, können einzelne flache Belastungsrahmen mit verschiedenen Modellen platziert werden.

Technische Daten:

Gesichtsfeld: Aufsatzrahmen
mit Gesichtsfeld
250 x 250 mm

Belastungsrahmen: 3 flache Belastungsrahmen

Modellevarianten: Gabelschlüssel,
Eckrahmen mit
Kreisscheibenlager,
U-Profil-Rahmen



Spezial-Polariskope

Neben den oben dargestellten Polariskopmodellen gibt es für große Industrieanwendungen oder Museen das Polariskop „Spezial“. Mit diesem Typ können beliebig große Polariskope erstellt werden. Sie werden z.B. eingesetzt zur

Untersuchung von Sicherheitsglas in der Automobilindustrie bis zur Darstellung von Exponaten in Museen.



Die bisher von uns gefertigten Polariskope des Typs Spezial reichen von Gesichtsfeldern von 48 x 48 cm bis zu 191 x 126 cm. Sie können stehend oder auch hängend eingesetzt werden. Sie bestehen aus einem Lichtkasten mit weißer Beleuchtung, einer Milchglasscheibe und der zirkularen Polarisationsfolie. Der Analysator ist in einem Rahmen gleicher Größe gespannt. Alternativ können zum großen Analysator auch tragbare Analysatoren in dem Maß 48 x 48 cm oder noch praktischer unser spannungsoptische Brille mit zirkularer Polarisationsfolie eingesetzt werden.

Diese Spezial-Polariskope sind nur nach Absprache lieferbar.

Reflexionspolariskop

Anders als die Durchlicht-Polariskope oben funktioniert das Reflexionspolariskop als Auflichtpolariskop, auch über größere Distanzen. Das Modell wird mit einer Lichtquelle aus nahezu parallelem Licht bestrahlt. Auf der Rückseite des nur wenige Millimeter dicken Modells ist eine matte Silberfarbe aufgetragen. Das Modell kann dann im Belastungsrahmen belastet werden oder ist alternativ auf den zu untersuchenden Körper aufgeklebt worden.



Das polarisierte Licht fällt durch das Modell, wird an der Rückseite reflektiert und fällt durch den Analysator auf eine Kamera, die das Ergebnis auf einem PC-Bildschirm anzeigt. Durch den doppelten Durchlauf durch das Modell ist das Reflexionspolariskop doppelt so empfindlich wie Durchlicht-Polariskope. Die drehbaren Filter unseres Reflexionspolariskop werden motorisch gesteuert.

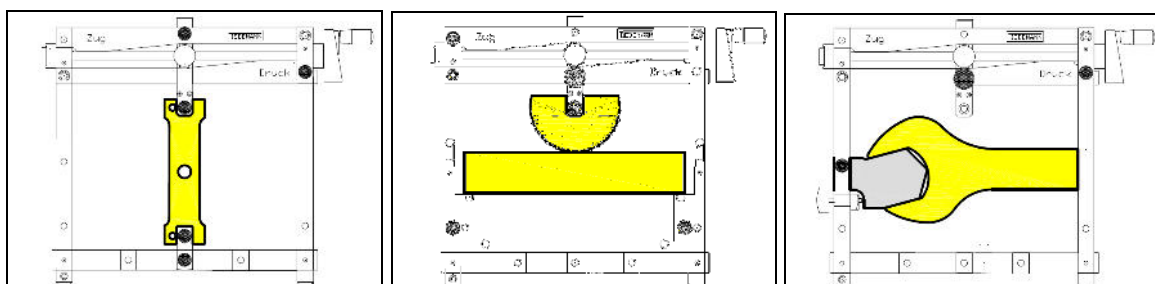
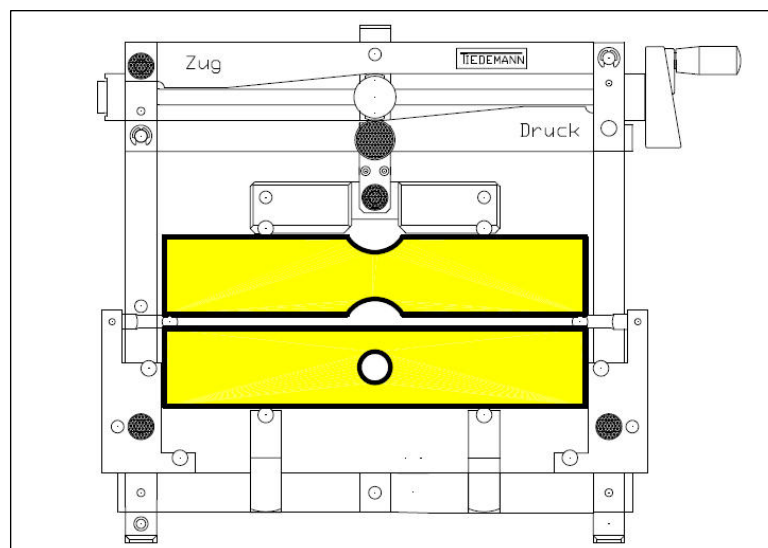
Belastungsrahmen

Zur begleitenden Erläuterung des Verfahrens der Spannungsoptik, zur Demonstration von elementaren und komplizierten Spannungszuständen und für Praktikumsversuche in der Ingenieurausbildung sind unterschiedlichste Spannungsoptik-Modelle entwickelt worden. Neben den flachen Modellen (s. Overheadpolariskop) und mit den Modellen Zugstab, Biegebalken glatt oder mit verschiedenen Kerben, Rahmenecken, Gabelschlüssel, Wand- und Kreisscheiben usw. bietet Tiedemann einen umfangreichen Überblick in experimenteller Festigkeits- und Kerbspannungslehre sowie zur konstruktiven Gestaltung. Alle Modellkits werden mit Belastungsrahmen geliefert. Zudem bieten wir große und kleine Belastungsrahmen für Versuche mit eigenen Modellen.

Belastungsrahmen mit großem Modellsatz

Die Manufaktur Tiedemann bietet einen universellen Belastungsrahmen, mit dem Spannungen in Bauteilen ideal demonstriert werden können. Als Belastungen werden Zug-, Druck- oder Biegekräfte aufgebracht.

Mit dem Rahmen werden 16 Modellen mitgeliefert. Alle 16 Modelle können in diesem Rahmen belastet werden; meist können sogar zwei belastete Modelle gleichzeitig betrachtet werden. Die Last- und Befestigungselemente sind mit Steckbolzen angebracht und daher leicht wechselbar. Der Belastungsrahmen und die Modelle sind übersichtlich in einem Aluminiumkoffer angeordnet. In einem Begleittext sind alle Versuche beschrieben.

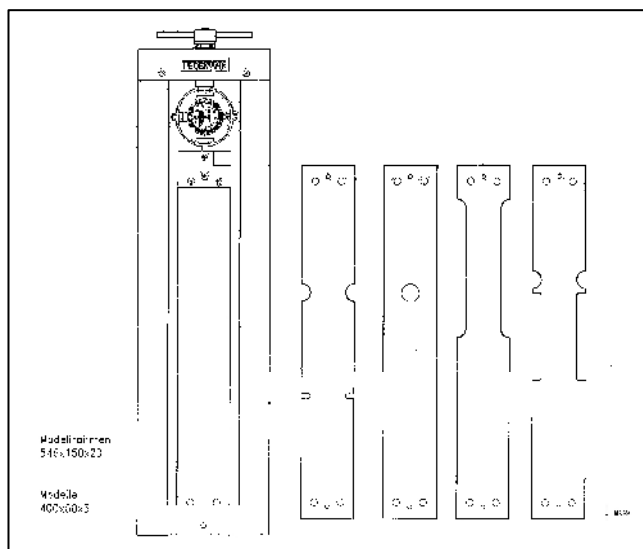


Technische Daten

Belastungsrahmen:	Mechanischer Belastungsrahmen für Zug-, Druck- und Biegekräfte
Modelle:	1 Wandscheibenmodell mit Durchbrüchen 1 Gabelschlüsselmodell 6 Zugstabmodelle (unterschiedliche Breiten, Kreisloch, mit einer Außenkerbe, zwei Außenkerben, mit Rippe) 7 Biegebalken (mit unterschiedlichen Höhen, zentrischem Kreisloch, mit einer Außenkerbe, mit zwei Außenkerben, mit Rippe, Stahlbetonmodell mit schlaffer und vorgespannter Bewehrung) Die sieben Biegebalkenmodelle können auch als Kragarm eingespannt werden 1 Rahmeneckmodell für Zug- und Druckbelastung
Modellmaterial:	Polycarbonat
Verpackung:	Alles übersichtlich in Aluminium kaschiertem Koffer

Quantitative Zugbelastungsrahmen mit fünf Modellen

Dieser Belastungsrahmen ist ermöglicht die Aufbringung quantitativer Zugkräfte. Der Rahmen verfügt über eine Zugspindel, ein analoges Kraftmessgerät und eine Aufnahme für Zugmodelle. Zum Set werden fünf verschiedene Modelle mitgeliefert. Die Modelle können einfach durch Umstecken in dem Rahmen fixiert werden.



Zugbelastungsrahmen mit Ringkraftmesser und fünf Modellen

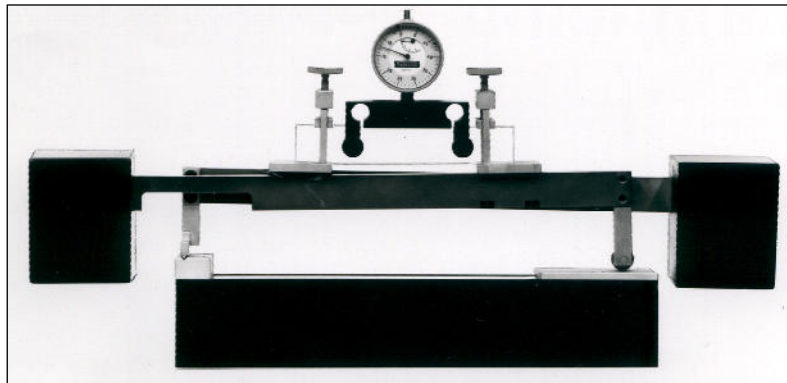
Technische Daten

Belastungsrahmen:	Mechanischer Belastungsrahmen für Zugkräfte
Zugmessung:	Analoges Zugkraftmessgerät (Ringkraftmesser)
Modelle:	5 Modelle (ohne Kerbe, mit Kreisloch, mit zwei Kerben, mit Einschnürung, mit Einschnürung und Kerbe)

Eichvorrichtungen

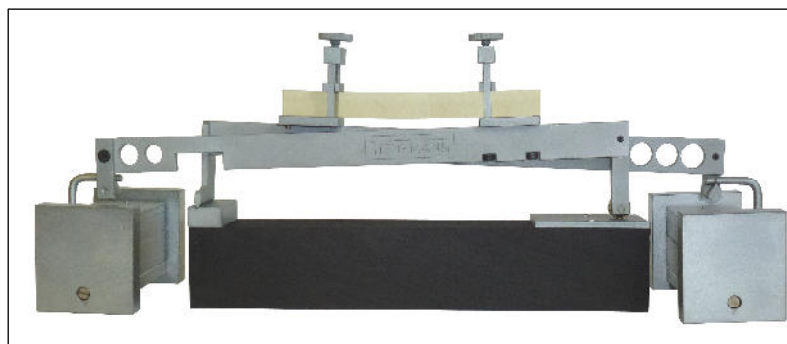
Eichvorrichtung EV 208 mit E-Modul Messbügel EW 220

In die Eichvorrichtung wird ein prismatische Probestab mit Rechteckquerschnitt mit einem reinen Biegemoment von 8 Nm belastet. Das Gerät ist vor allem für die Untersuchung von Kunststoffen ausgelegt und wird vorzugsweise eingesetzt zur Bestimmung der spannungsoptischen Konstante S – in Verbindung mit dem E-Modul Messbügel – auch zur Bestimmung des E-Moduls E (passt auch auf BK 220)



Biegekriechgerät BK 230

Das Gerät ermöglicht die gleichen Messungen wie das EW 220, ist jedoch zusätzlich für die Untersuchung des Biegekriechverhaltens von Kunststoffen ausgelegt. In die Biegekriechvorrichtung wird ein prismatischer Probestab mit Rechteckquerschnitt mit einem reinen Biegemoment belastet. Zur Erzeugung des Biegemoments wirken an beiden Belastungshebeln (Hebelarm 30 cm) Gewichtskräfte, die durch Gewichtssätze (50 g bis 2 kg, Abstufung 50 g) variiert werden können, um Biegemomente von 0,5 bis 6,5 Nm zu erreichen.



Technische Daten

Probenabmessung:	Länge:	mind. 60 mm zur Bestimmung von S Mind. 100 mm zur Bestimmung von E
	Breite:	20 mm
	Dicke:	14 mm - 24 mm

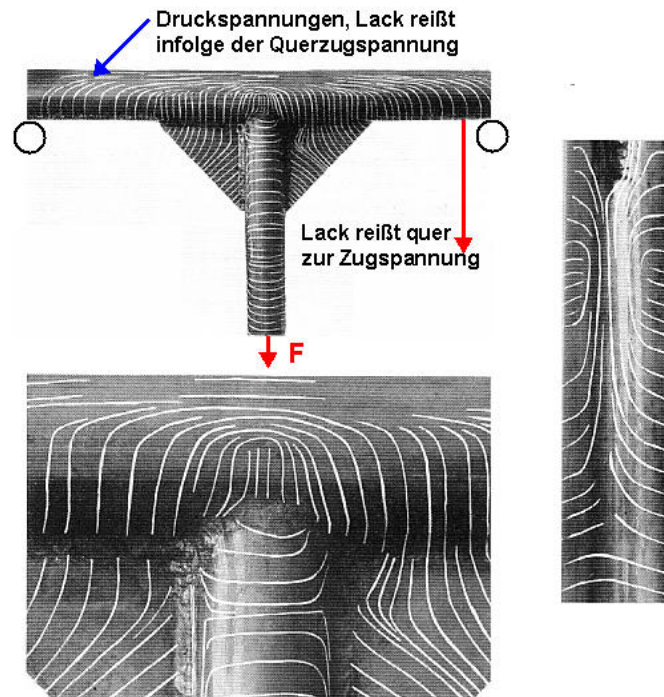
Gewicht:	EW 220: 6,5 kg	BK 230: 5,4 kg
----------	----------------	----------------

Geräteabmessung:	EW 220:	410 x 60 x 170 mm
	BK 230 :	410 x 120 x 170 mm

Reißlack - kleinste Dehnungen einfach sichtbar machen

Mit Reißlack von Tiedemann können Beanspruchungen und Dehnungen an Originalbauteilen auf einfache Weise sichtbar gemacht werden. Der Reißlack wurde erstmals durch Maybach, 1924 und Stresscoat, 1938 eingeführt.

Als Ergebnis erhält man die Hauptdehnungsrichtung, die Bereiche mit Spannungskonzentration und die Größenordnung der größten Hauptdehnung. Es können Zugdehnungen kleiner 10^{-4} erfasst werden. Der Lack reißt bei Beanspruchung quer zur Zugspannung.



Der bewährte, gebrauchsfertig gemischte „Maybach-Lack“ wird erhitzt und auf das erwärmte Bauteil aufgetragen. Nach dem Abkühlen wird das Bauteil belastet. Das dabei entstehende Dehnungsfeld kann entweder direkt ausgewertet oder zur Dokumentation fotografiert werden.

Der angebotene Reißlack ist aus Naturprodukten hergestellt, daher ungiftig und umweltfreundlich.

Reißlack: 500g-Dose gebrauchsfertiger Lack inkl. Pinsel



Tiedemann & Betz GmbH & Co. KG Zur Maximilianshöhe 6 82467 Garmisch-Partenkirchen Germany
Tel.: 08821-3068 Fax: 08821-3922 Handy: 0160-97 8443 96 E-Mail: info@Tiedemann-Betz.de
www.Tiedemann-Betz.de