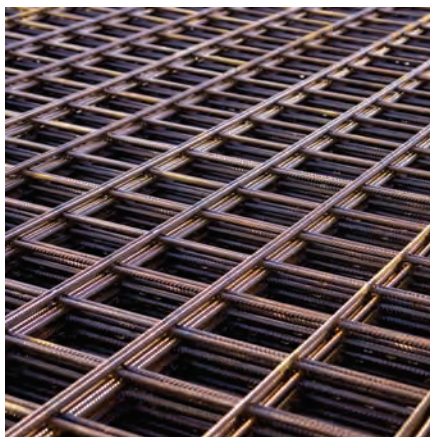
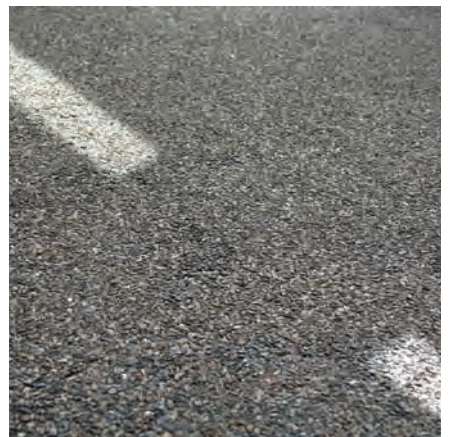


## Prüfmaschinen und Prüfsysteme für Baustoffe



## 1 Zwick Roell – Kundenorientierung aus Leidenschaft

### Zwick auf einen Blick

Seit mehr als 150 Jahren steht Zwick Roell für herausragende technische Leistungsfähigkeit, Innovation, Qualität und Zuverlässigkeit in der Material- und Bauteilprüfung. Unsere Kunden vertrauen auf Zwick, denn wir sind weltweit führend in der statischen Prüfung und verzeichnen ein signifikantes Wachstum bei Betriebsfestigkeitsprüfsystemen.

Mit innovativen Produktentwicklungen, einer umfangreichen Angebotspalette und einem weltweiten Service liefert das Familienunternehmen maßgeschneiderte Lösungen für höchste Anforderungen - sowohl in Forschung und Entwicklung, als auch in der Qualitätssicherung von mehr als 20 Branchen. Mit rund 1000 Mitarbeitern, einem Produktionsstandort in Ulm, weiteren Tochterunternehmen in Europa, den USA und in Asien, sowie weltweiten Vertretungen in 56 Ländern, garantiert der Markenname Zwick höchste Produkt- und Servicequalität.

### Spezialisten für die Prüfung von Baustoffen

Von Asphalt über Bindemittel bis Zement- mit Prüfmaschinen und Geräten von Toni Technik können Sie einfach alles testen! Universell einsetzbare Bauteile und speziell entwickelte Lösungen, ein nahezu unbegrenztes Portfolio an Zubehör und unsere intelligente Prüfsoftware *testXpert®* machen es möglich.

Die Prüfmaschinen von Toni Technik sind zur Untersuchung der Materialeigenschaften unter quasistatischer und dynamischer



Bild 1: Verwaltungsgebäude der Zwick Roell AG und der Zwick GmbH & Co.KG in Ulm

Beanspruchung geeignet, wobei die häufigsten Prüfungen Druckprüfungen sind. Mit den Prüfmaschinen können Prüfungen nach allen gängigen Normen abgedeckt werden.

### Toni-Produkte - Eine Klasse für sich

In Konstruktion und Fertigung stehen heutzutage kleinste Abmessungen und geringstes Gewicht vornan. Extremer Leichtbau bei höchster Festigkeit heißt die generelle Forderung. Dies führt zu Teilen und Komponenten aus neuartigen Werkstoffen. Damit sind auch die Ansprüche an die Prüfmethode und -verfahren rasant gestiegen. Die vergleichende Beurteilung ist passé. Nur eine hoch entwickelte Prüftechnik mit den eng verknüpften Vorgängen "Messen" und "Prüfen" kann die hohen Anforderungen erfüllen. Denn erst sie bringt Informationen, die neben den werkstoff- auch anwendungsbezogene

Aussagen ermöglicht. Selbst für die Simulation und die Überprüfung ihrer Ergebnisse kann nur die moderne Prüfmaschine die erforderlichen Daten liefern.



Bild 2: Toni Technik Baustoffprüfsysteme GmbH in Berlin

## 2 Moderne Baustoffe – ein breites Spektrum von Werkstoffen, Eigenschaften und Strukturen

Moderne Baustoffe bestehen aus unterschiedlichsten Rohstoffen, wie natürliche und künstliche Mineralien, Kunststoffe, Holz oder Metalle und werden in unterschiedlichsten Erzeugnisformen angeboten: als Pulver, Schüttgut, Folien, Platten, Steine und Formelemente oder vorgefertigte Bauteile, wie Wandelemente, Träger, Treppen usw. Sie werden eingesetzt für die Erstellung von Fundamenten, Wänden und Decken, zum Schutz und zur optischen Gestaltung von Flächen, zum Dichten von Fugen und Flächen oder zum Dämmen gegen Kälte und Hitze. Sie dienen zum Bau von Gebäuden unterschiedlichster Größen und Funktionen, für Verkehrswege, wie Straßen, Brücken und Staudämme.

Die Baustoffe werden bei Herstellung, Lagerung, Transport und vor allem als fertiges Bauwerk mechanisch beansprucht, z. B. durch den Druck von Erde, Wasser, Wind, darüberliegenden Gebäudeteilen, durch die Massen- und Bewegungskräfte von Menschen und Maschinen, durch von Erdbeben ausgelöste Stöße oder durch Verschiebungen bzw. Gleitvorgänge verschiedener Erdschichten im Untergrund.

Von der zuverlässigen Funktion und Stabilität solcher Bauwerke sind wie in kaum einem anderen Bereich der Technik das Wohlergehen und die Sicherheit vieler Menschen abhängig. Deshalb müssen die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe sorgfältig erforscht und dann entsprechend geprüft werden. Normen und Richtlinien definieren Zusammensetzung und Eigenschaften der verschiedensten Baustoffe.

Die Prüfnormen definieren, wie diese Eigenschaften zu prüfen sind. Die Tabelle „Prüfnormen und Prüfmaschinen“ enthält die wesentlichen Prüfnormen für Baustoffe und verweist auf dafür geeignete Prüfgeräte und -maschinen.

### Festigkeits- und Verformungseigenschaften

Festigkeit und Verformung sind für die Baustoffprüfung von zentraler Bedeutung. Deshalb ist auch die Prüftechnik überwiegend auf die Prüfung dieser Eigenschaften ausgerichtet. Dabei sind besondere Kriterien zu berücksichtigen, die abhängig sind von den jeweiligen Baustoffen und den daraus gefertigten Proben oder Komponenten.

### Baustoffprüfmaschinen für unterschiedlichste Prüfaufgaben

Die verschiedenen Eigenschaften der Baustoffe und der daraus gefertigten Proben, Bauteile, Komponenten und Strukturen erfordern

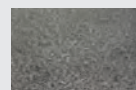
Prüfmaschinen mit entsprechend angepassten Leistungsprofilen. Die standardmäßig lieferbaren Universal-Prüfmaschinen von Zwick sind für statische Prüfungen universell einsetzbar. Große Arbeitsräume und Prüfhübe, auswechselbare Prüfwerkzeuge und Messwertaufnehmer ermöglichen die Prüfung von Proben, Bauteilen und Komponenten unterschiedlicher Formen, Abmessungen und Eigenschaften.

Die Druck- und Biegeprüfmaschinen von Toni Technik sind optimal abgestimmt auf die spezifischen Anforderungen genormter statischer Druck- und Biegeprüfungen von Proben aus mineralischen Baustoffen, wie Mörtel, Zement und Beton. Das bedeutet z.B., dass Lastrahmen, Druckplatten und Antrieb die besonderen Anforderungen der Betonprüfung erfüllen – mit Vorteilen auch für die Mörtel- und Zementprüfung – oder dass Kombinationen von Druck- und Biegeprüfmaschinen einen schnellen Prüfartwechsel mit wenig Umrüsten ermöglichen.

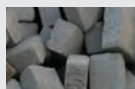
### Segmente



**Zement und Bindemittel**  
CEM I - IV, Sonderzement



**Asphalt**  
Asphaltbeton, Splittmastixasphalt, Gussasphalt



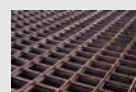
**Beton**  
Leichtbeton, Faserbeton, Hochleistungsbeton



**Holz**  
Holzwerkstoffe, Konstruktionsholz, Spanplatten



**Bauchemie**  
Gips, Mörtel



**Baustahl**  
Betonstahl, Spannstähle, Litze, Spannanker



**Glas und Keramik**  
Bauglas, Dach- und Mauerziegel, Steinzeug

## 2.1 Prüfung von Zement und anderen Bindemitteln

Unter diesem Begriff werden alle Arten von hydraulischen und nicht-hydraulischen Bindern und Gemischen zusammengefasst. Der Schwerpunkt, auf den auch die Prüfmaschinen und -geräte ausgerichtet sind, liegt beim Zement, dem Ausgangsstoff der meisten Binder. Dazu gehören auch alle Mörtelarten (Gips-, Kalk und Zementmörtel) einschließlich Fertig- bzw. Trockenmörtel und Kleber auf mineralischer oder teilm mineralischer Basis. Für die Prüfung der Haftzug- bzw. Haft-scherfestigkeit von Fliesenkleber werden spezielle Prüfvorrichtungen eingesetzt. Die Bestimmung des Elastizitätsmoduls (E-Modul), der u. a. den Einfluss von mineralischen oder synthetischen Fasern auf die Druck- und Biegefestigkeit erkennbar macht, gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Die Prüfungen gemäß der verschiedenen internationalen Normen (DIN, EN, ISO, ASTM,...) beziehen sich auf die Wirkung von Zusatzmitteln und -stoffen wie Bauchemikalien, Hüttensand, Flugasche, Sand, Kies usw). Als Probekörper kommen Würfel, Zylinder, Prismen, Balken, Bohrerkerne, Rohre, Platten, Steine, Elemente, Strukturen in Frage.

### Probenvorbereitung und -herstellung

Der wichtigste, wenn nicht entscheidende Teil der Bindemittelprüfung ist die normgerechte, reproduzierbare Vorbereitung und Herstellung der Proben/Prismen. Deshalb gelten auch für die entsprechenden Geräte und Hilfsmittel strenge Qualitätsmaßstäbe hinsichtlich Genauigkeit und Anwenderfreundlichkeit. Standardhilfsmittel für die Probenvorbereitung, z.B. Dreifachformen, enthält der Katalog Global Testing Solutions von Toni Technik.

### Probenmaterialverarbeitung mit dem Mörtelmischer ToniMIX

Die Einhaltung der standardisierten Mischgeschwindigkeiten und Rührer-/Mischschüsselgeometrien garantieren die Mischer der ToniMIX Baureihe. Bei der automatisierten Version ist der Mischvorgang nach den Vorgaben verschiedener Normen vorprogrammiert. Seine besonderen Merkmale sind:

- Automatische Sand- und Wasserdosierung (optional)
- Klarsichtschutz
- Optionale Staubabzugseinrichtung
- Besonders robuste Bauweise

Für die speziellen Anforderungen aus der Bauchemie ist eine Variante lieferbar, bei der sich individuelle Abläufe (Mischzeiten, -Geschwindigkeiten, Wassermengen) programmieren und abspeichern lassen.



Bild 1: Mörtelmischer ToniMix

### Probenverdichtung mit Vibrier-tisch ToniVIB oder Schocktisch

Die Ausführungen der Toni Technik Vibrier- bzw. Schocktische garantieren die normkonforme Verdichtung und damit eine korrekte Festigkeit der Proben, einer wichtigen Kenngröße im Rahmen der Güteüberwachung.



Bild 2: Vibriertisch zur normgerechten Probenverdichtung (geregelt).

Formen für Probekörper		Prismen, Würfel, Zylinder
Mörtelmischer	ToniMIX	manuell, automatisch, programmierbar
Probenmaterialverdichtung		Schocktisch
Probenmaterialverdichtung	ToniVIB	Vibriertisch (geregelt)
Spezif. Oberfläche (Blaine)	ToniPREM	normgerecht, Dyckerhoffprinzip
Abbindeverhalten (Vicat)	ToniSET	aut. 1, 6, 8 oder 12 Prüfplätze für Zement, Mörtel, Gips
Hydrationswärme	ToniCAL	Differentialkalorimeter für Zement, Mörtel oder Beton
Freikalkgehalt	ToniLIME	
Le Chatelier	ToniCHAT	bis zu 16 Proben

Abb. 1: Probenherstellung und Prüfgeräte

## Prüfung des Abbindeverhaltens mit automatischen Vicat - Nadelgeräten ToniSET

Das Abbindeverhalten ist ein entscheidender technologischer Faktor bei der Verarbeitung von Bindemitteln und wird üblicherweise mit dem Nadelgerät nach Vicat in zeitaufwendigen Versuchen manuell bestimmt. Im Zuge der anwendungsorientierten Entwicklung von Baustoffen mit immer neuen Spezialeigenschaften nimmt die Anzahl dieser Prüfungen ständig zu und wird damit zu einem belastenden wirtschaftlichen Faktor. Weil die herkömmlichen Kennwerte „Abbindebeginn“ und „Abbindeende“ für eine umfassende Beurteilung des Abbindeverhaltens allein nicht immer ausreichen, wird dazu der gesamte zeitliche Verlauf des Abbindens benötigt. Ein weiteres Problem ist, dass die genormten Umgebungs-

bedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) beim manuellen Versuch kaum eingehalten werden können. Zur Lösung dieser Probleme wurden die automatischen Nadelgeräte ToniSET entwickelt. Mit den Geräten werden jeweils eine oder mehrere Proben vollautomatisch geprüft, wahlweise in Luftatmosphäre oder unter Wasser. Die Unterwasserprüfung hat den Vorteil, dass die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit) optimal eingehalten werden können. Das 1-stellige Gerät arbeitet mit einer eingebauten Mikroprozessorsteuerung. Die drei Varianten für 6, 8 bzw. 12 Proben werden mit einer auf Windows basierenden Software gesteuert, wobei für jede Probe individuelle Prüfintervalle gewählt werden können. Der jeweilige Abbindezustand der verschiedenen Proben ist in einzelnen Programmfenstern jederzeit ablesbar.

## Normprüfung der Volumenstabilität von Zement - Le Chatelier Wasserbad ToniCHAT

Mit dem Le Chatelier Test wird die Möglichkeit der Ausdehnung von Zement aufgrund unvollständiger Hydratation simuliert. Dazu können bis zu 16 Proben in Le Chatelier-Ringen in einem Bad aus siedendem Wasser gelagert werden. Der Heizzyklus – z. B. Erhitzen auf 100 °C innerhalb von 30 min und Halten dieser Temperatur über 3 h – wird automatisch und mit hoher Präzision (auf 0,1 °C genau) geregelt. Einstellzeit und -temperatur können entsprechend den jeweiligen Anforderungen variiert werden.



Abb. 1: ToniSET One



Abb. 2: ToniSET Classic



Abb. 3: ToniSET



Bild 4: Le Chatelier Wasserbad ToniCHAT

## Messung der spezifischen Oberfläche mit automatischen Blainegeräten ToniPERM

Die spezifische Oberfläche nach Blaine ist ein indirektes Maß für die Korngröße und hat maßgeblichen Einfluss auf die Festigkeitswerte von Zement. Deshalb ist ihre exakte, einfache und schnelle Bestimmung im Labor und auch schon im Produktionsprozess (an der Zementmühle) von fundamentaler Bedeutung.

### ToniPERM Standard Bauform 6568

Mit diesem Gerät wird die spezifische Oberfläche von Zement und anderen pulverförmigen Stoffen bestimmt. Dazu wird entsprechend der Norm EN 196-6 die Zeit gemessen, die eine bestimmte Luftmenge benötigt, um durch ein Pulverbett zu dringen. Messung, Prüfablaufsteuerung und Auswertung erfolgen automatisch.

### ToniPERM Bauform 6565

Dies ist ein automatisiertes, prozessor-gesteuertes Blainegerät und besonders geeignet für die schnelle Bestimmung von Betriebskennwerten. Es besteht aus einem Mikro-Prozessor-Steuerteil und einem Messturm mit wahlweise ein oder zwei Messzellen. Das zu prüfende Pulver wird in der Messzelle („Dyckerhoff-Prinzip“) auf ein definiertes Volumen verdichtet. Nach dem Aufsetzen der Messzelle(n) auf den Messturm und Eingabe der versuchsspezifischen Probandaten wird der Versuch vollautomatisch durchgeführt und ausgewertet. Der Blaine-Wert wird aus den Einzelwerten einer vorgewählten Anzahl von Durchläufen und ggf. aus den Messwerten von zwei Messzellen gemittelt.



Bild 1: ToniPERM Standard

## Bestimmung der Hydrationswärme: Wärmefluss-Differential-Kalorimeter ToniCAL Zement, ToniCAL Beton und ToniCAL Mörtel

Mit diesen Geräten wird die Abbindewärme von hydraulischen Bindemitteln und Beton bestimmt. Dazu erfasst der angeschlossene Rechner kontinuierlich die Wärmeentwicklungsrate (Joule/Gramm) in Abhängigkeit von der Zeit. Die freigesetzte Hydrationswärme (Joule/Masse x Zeit) ist bereits während der Messung oder nach Versuchsende als Momentan- und Summenwert tabellarisch und/oder grafisch darstellbar und kann automatisch interpoliert werden. Die hohe Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit sichert eine zuverlässige Beurteilung der Wärmeentwicklung (Hydrationswärme) und des Einflusses von Zusatzmitteln auf das Abbindeverhalten. Die Geräte bestehen jeweils aus einem Steuergerät mit Temperaturregler, Verstärker, Temperaturanzeige und Rechnerschnittstelle, sowie einem separaten, wärmeisolierten Kalorimetergefäß, das die Messzylinder für Prüfschubstanz und Inertprobe und die an den Zylindern anliegenden Messketten aus einer Vielzahl von



Bild 2: 6-stelliges Differentialkalorimeter ToniCAL Zement

Thermosensoren und eine Heizquelle enthält. Das mit einer, drei oder sechs Messzellen lieferbare ToniCAL Zement, optional mit einer Einheit zum Beimischen von chemischen Zusatzmitteln auch während der Messung und einer Temperiereinheit ausrüstbar, benötigt nur eine Substanzmenge von 10 g, ToniCAL Beton wegen des grobkörnigen und sehr inhomogenen Frischbetongemisches aber ca. 5,3 Liter (Menge eines Betonzylinders mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe) und ToniCAL Mörtel, das auch für Zement und Beton (Korngröße max. 8 mm) eingesetzt werden kann, 50 bis 150 g.



Bild 3: Differentialkalorimeter ToniCAL eingebaut in Temperiereinrichtung

## Freikalk-Bestimmungsgerät ToniLIME

Mit diesem Gerät wird der Gehalt von freiem, ungebundenem Kalk in Zement oder Zementklinker bestimmt. Dazu wird die Leitfähigkeit einer Zementlösung in erhitztem Glykol gemessen. Der menügeführte Versuchsablauf ermöglicht eine einfache, sichere Handhabung und kurze Prüfzeiten. Die Prüfergebnisse sind schneller als bei anderen Verfahren verfügbar und ermöglichen damit auch eine schnelle Korrektur der Ofenführung und des Brennprozesses.



Abb. 1: Freikalk-Bestimmungsgerät ToniLIME

## 2.2 Prüfung von Beton

### Beton – ein Baustoff mit besonderen Anforderungen an die Prüftechnik

Die Festigkeit von Beton liegt normalerweise zwischen 20 N/mm<sup>2</sup> und 50 N/mm<sup>2</sup> und kann bei hochfesten und faserverstärkten Varianten bis zu 200 N/mm<sup>2</sup> und mehr betragen. Weil er sehr spröde ist, liegt seine Bruchdehnung im Bereich von wenigen zehntel Prozent. Das sind, bezogen auf die Höhen der würfel- oder zylinderförmigen Druckproben, Verformungen von nur wenigen hundertstel Millimetern; kaum mehr als Haaresbreite! Das ist deutlich weniger als die elastische Verformung des Lastrahmens der Prüfmaschine. Der Elastizitätsmodul von Beton liegt zwischen 15.000 und 45.000 N/mm<sup>2</sup> (je nach Zementstein, Zementsteinvolumen und Zuschlag und evtl. Verstärkung durch Fasern oder dgl.).

### Probenformen und Probenabmessungen

Beton hat eine heterogene Struktur, die große Proben erforderlich macht. Dies sind entweder Würfel mit gleichen Kantenlängen von 100, 150, 200 oder 300 mm oder (Bohr-) Zylinder mit Durchmessern von 100, 150, 200 und 300 mm und doppelt so hoch wie ihr jeweiliger Durchmesser.

### Prüfkraft- und Prüfkraftverteilung

Die großen Proben erfordern entsprechend große Prüfkraft, üblicherweise 600 bis 6.000 kN. Die Prüfkraftverteilung über die gesamte (große) Druckfläche des Probekörpers ist maßgeblich dafür, ob die Prüfergebnisse mit einem engen Streubereich der tatsächlichen Festigkeit des Betons entsprechen oder ob deutlich niedrigere Werte mit weitem Streubereich ausgegeben werden.

Die große Steifigkeit und geringe Verformbarkeit sind die Ursache dafür, dass schon kleine Unebenheiten der Druckflächen (Rauheiten, Riefen, Verunreinigungen usw.) Durchbiegungen der Druckplatten oder unsymmetrische Verformungen des Maschinenrahmens (Schrägstellung der Druckplatten) zu örtlich unterschiedlichen Druckbeanspruchungen und zum verfrühten Bruch im Bereich höchster Beanspruchung führen. Der Kraftabfall beim ersten Anriss führt zu einer unmittelbaren elastischen Rückverformung des Lastrahmens und beschleunigt den Bruchvorgang. Auch unterschiedliche oder sich während der Belastung ändernde Beanspruchungsgeschwindigkeiten beeinflussen die Prüfergebnisse.

Solche Einflüsse führen zu unsicheren Prüfergebnissen mit einem Streubereich, der mehr als 20 % unter der tatsächlichen Festigkeit liegen kann. Die wirkliche Festigkeit des Betons wird so nicht erreicht. Mit folgenden Maßnahmen werden diese Einflüsse entscheidend eingengt:

- a) Die Lastrahmen der Prüfmaschinen müssen hohe Längs- und Quersteifigkeiten aufweisen, damit unsymmetrische elastische Verformungen auch dann vernachlässigbar klein bleiben, wenn z. B. der Probekörper nicht exakt mittig eingelegt wird.
- b) Die Druckplatten müssen extrem steif, die Druckflächen gehärtet ( $\geq 55$  HRC) und geschliffen sein (Mittenrauhwert  $\leq 0,0016$  mm, Ebenheitsabweichung  $\leq 0,03$  mm über 250 mm).
- c) Die obere Druckplatte muss so gelagert sein, dass sie sich nach Kraftschluss vollflächig an die Probe anlegt und bei zunehmender Prüfkraft die eingenommene Winkellage nicht mehr verändert.

d) Die Belastungsgeschwindigkeit muss wegen der sehr kleinen Verformungen der Prüfkörper kraftabhängig geregelt und damit reproduzierbar sein.

So können die Messwertstreuungen auf Werte bis unter 1 % reduziert und die tatsächliche Festigkeit des Betons bestimmt werden. Die Art der Krafteinleitung zeigt sich in den Bruchbildern der Probekörper. Mit dem sogenannten Dehnzylinder-test wird die Wirksamkeit dieser Maßnahmen geprüft und nachgewiesen. Dieser Test wurde speziell für Druckprüfmaschinen für Beton (max. Prüfkraft > 1200 kN) entwickelt. Er ist Bestandteil europäischer Prüfnormen bzw. der nationalen Beiblätter. Alle Druckprüfmaschinen von Toni Technik werden vor Auslieferung entsprechend geprüft. Dazu wurde auch für die Druckprüfmaschinen für Zement, Mörtel usw. (max. Prüfkraft 100 – 1200 kN) ein entsprechend angepasster Dehnzylinder entwickelt.

## Sonderbaustoffe

Für die meisten Sonderbaustoffe können serienmäßig gefertigte Prüfmaschinen ohne oder mit nur geringen Anpassungen eingesetzt werden. Hierzu gehören z. B. Prüfmaschinen für:

- Porenbeton (Balkenelemente und Würfelprüfkörper)
- Kalksandsteine (Klein- und Großformate)
- Feuerfestmaterial (Massen und Steine)
- Isoliersteine (Hintermauerung) und Wärmedämmstoffe

## Druck- und Biegeprüfmaschinen

Druck- und Biegeprüfmaschinen von Toni Technik werden vorwiegend eingesetzt zur Bestimmung der Druckfestigkeit und der Biege- bzw. Zugbiegefestigkeit von Proben und Bauteilen aus mineralischen Werkstoffen, wie Mörtel, Zement, Gips oder Beton. Andere Baustoffe wie Porenbeton, Kalksandsteine, Ziegel, Isoliersteine und Feuerfestmaterial werden ebenfalls regelmäßig mit Toni Technik-Produkten geprüft. Je nach Ausführung und Ausrüstung können auch verformungsabhängige Eigenschaften, wie der Elastizitätsmodul und die Verformung beim Bruch bestimmt oder der gesamte Kraft-Verformungsverlauf (Arbeitslinien) erfasst und ausgewertet werden. Die Steuerungs- und Auswertesoftware *testXpert®* hat das Spektrum der Versuchsauswertung deutlich erweitert. Die Maschinen sind abgestimmt auf die besonderen Anforderungen relativ großer Proben und Bauteile aus meist inhomogenen und spröden Werkstoffen. Sie werden aufgabenspezifisch aus einem Baukastensystem zusammengesetzt, das aus folgenden Komponenten besteht:

- Prüfraumen für Druck- und Biegeprüfungen,
- Mess- und Regelsystem,
- Hydraulikstation, sowie
- Weg- und Verformungsaufnehmer

## Prüfraumen

Für Prüfungen der Druckfestigkeit sind meist wesentlich größere Prüfkraft als für Biegekräfte (Faktor 2 bis 15) erforderlich. Ein Wechsel von Kraftaufnehmern und Prüfwerkzeugen (Druckplatten, Biegewerkzeuge) ist wegen des großen Gewichtes der Druckplatten praktisch nicht möglich. Deshalb sind die Prüfraumen nur für Druck- oder Biegeprüfungen konzipiert und der Prüfzylinder, der Kraftaufnehmer und die Prüfwerkzeuge fest eingebaut. Alle Prüfraumen in 2-, 3- oder 4-Säulen-Ausführung für Druckprüfungen haben eine extreme Längs- und Quersteifigkeit, um unsymmetrische Verformung auch bei leicht außermittigen Kraftübertragungen zu minimieren. Die Krafteinleitung (Kugelkalotte/Druckplatten) ist so ausgeführt, dass die Anforderungen an Prüfmaschinen zur Druckfestigkeitsprüfung von Beton nach EN 12390-4 Anhang A sicher erfüllt werden.

## Kraftaufnehmer

Die Prüfkraft wird wahlweise mit DMS Kraftaufnehmern (DMS = Dehnungsmessstreifen) oder über Öldruckaufnehmer gemessen. Die Kraftaufnehmer sind über der oberen Druckplatte bzw. dem Biegestempel, der Öldruckaufnehmer am Prüfzylinder angeordnet. Die Fehlergrenze von  $\pm 1\%$  vom jeweiligen Messwert (Klasse 1 nach DIN EN ISO 7500-1) gilt für einen Messbereich von 1 % bis 100 % der Nennkraft.

## Mess- und Regelsystem ToniTROL

ToniTROL ist konzipiert für die rationelle und wirtschaftliche Druck- und Biegeprüfung von Baustoffen. Damit werden Messwerte erfasst, verarbeitet und angezeigt, der Prüfablauf überwacht und gesteuert und die Prüfgeschwindigkeit geregelt. Die Mess- und Regelelektronik ist platzsparend in einem kompakten Gehäuse untergebracht. Für den „stand-alone“ Betrieb ist eine logische Menüführung sein wesentlicher Vorteil.

Die besonderen Merkmale von ToniTROL:

- Bis zu 3 verschiedene Prüfraumen (für Zug, Druck und/oder Biegung) anschließbar mit automatischer Umschaltung und Anpassung der Parameter
- Regelung der Prüfgeschwindigkeit abhängig von Prüfkraft (Standard), Kolbenweg oder Verformung (Option), auch während der Prüfung umschaltbar
- Speicherbare Prüfprogramme, optional zyklische und stufenförmige Versuchsabläufe, zur Bestimmung des E-Moduls

## Datenaustausch über ToniDAT

Eine bi- oder unidirektionalen Datenübertragung zwischen ToniTROL und einem PC oder Laborinformationssystem (LIMS) ist jederzeit nachrüstbar.

## Hydraulikstation

Die ToniNORM Powerbox enthält alle Einheiten zur Bereitstellung der hydraulischen und elektrischen Leistungen. Sie wird in verschiedenen Varianten geliefert. Die Prüfgeschwindigkeit kann alternativ auf 2 Arten geregelt werden:

## Bypass-Regelung

Bei dieser Regelung wird die Kolbenbewegung über den Rückfluss geregelt. So baut sich jeweils nur der Druck im Zylinder auf, der tatsächlich benötigt wird. Normalerweise muss das Öl nicht gekühlt werden. Mit einem in der Powerbox angeordneten Servoventil können alle angeschlossenen Prüfraumen wirtschaftlich betrieben werden.

## Zustrom-Regelung

Bei dieser Regelung wird der Zufluss des Öls zum Zylinder geregelt. Dabei steht am Servoventil stets der Systemdruck an. Die dadurch höheren Leistungsverluste erfordern eine Ölkühlung. Jeder an eine gemeinsame Powerbox angeschlossene Prüfraumen benötigt ein eigenes Servoventil.



Bild 1: ToniTROL

## Weg- und Verformungsaufnehmer

Zur Messung der optionalen Probenverformung mit zugehöriger Messelektronik und Software sind an ToniTROL anschließbar:

- Kolbenwegaufnehmer
- Aufnehmer zur Messung des Druckplattenabstandes
- Aufnehmer zur Messung der Probendurchbiegung
- Aufnehmer zur zeitsynchronen Messung der Längs- und Querdehnung (E-Modul Bestimmung)

Mit diesen Aufnehmern kann die Prüfgeschwindigkeit auch weg- oder verformungsabhängig geregelt werden. Damit kann auch noch nach dem Kraftabfall nach dem ersten Anriss weiter mit konstant bleibender Geschwindigkeit gefahren werden.

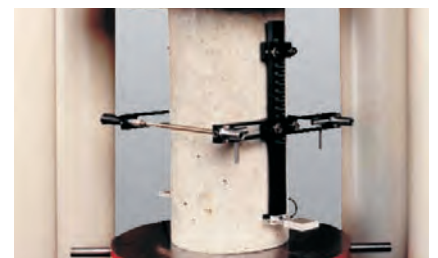


Bild 2: Verformungsaufnehmer für die E-Modul Bestimmung



Bild 3: Wegaufnehmer für den PCI-Test



Bild 3: Verformungsaufnehmer für die Messung der Durchbiegung

## Prüfmaschinen-Konfigurationen

Aus obigen Bausteinen werden aufgabenspezifische Prüfmaschinen und -systeme kombiniert. Damit sind unterschiedlichste Lösungen möglich, von der pragmatischen Einzweck-Prüfmaschine für die Standard-Güteüberwachung über Prüfmaschinen-Kombinationen für den einfachen und schnellen Wechsel zwischen Druck- und Biegeprüfungen bis zur anspruchsvollen Prüfanlage für die Forschung.

### ToniPRAX

ist eine kompakte, erweiterungsfähige Prüfmaschinen-Kombination für Standardprüfungen im Bindemittel-labor.

### ToniCOMP

ist eine hinsichtlich der Ergonomie optimierte Maschinenkombination für die rationelle Standardprüfung bei hohem Prüfaufkommen im Bindemittel-labor.

### ToniPACT(EN) und ToniCON (ASTM)

ToniPACT(EN) und ToniCON (ASTM) sind kompakte Druck-Prüfmaschinen für Beton, bei der Prüfraumen, Hydraulikaggregat und das Mess-, Steuer- und Regelsystem ToniTROL zu einer raumsparenden Einheit zusammengefasst sind.

### ToniZEM

ist ein sehr kompakte Druckprüfmaschine für Bindemittelproben



Bild 2: Druckprüfmaschine ToniCON



Bild 3: ToniZEM



Bild 1: Druck- und Biegeprüfanlage ToniCOMP V

## ToniNORM

ToniNORM ist ein flexibel kombinierbares Baukastenprogramm für die rationelle und wirtschaftliche Festigkeitsprüfung an Baustoffen aller Art. Prüfraumen für die Druck- und Biegezugfestigkeit für max. Prüfkraft von 10 bis 10.000 kN lassen sich je nach Aufgabenstellung zu universellen Vielzweck-Prüfanlagen kombinieren. Auf diese Weise können Prüfungen mit extrem unterschiedlichen Prüfkraften von der Biegeprüfung an Leichtmörtel bis zur Druckprüfung an Hochfestbeton durchgeführt werden.

## Druckprüfanlagen ToniTOP mit variablem Prüfraum (Querhauptverstellung)

Die Aufgabenstellungen von Materialprüfanstalten und Forschungslaboratorien stellen an Druckprüfmaschinen besonders hohe Anforderungen. Das gilt für die Variabilität der Prüfraumabmessungen, die Längs- und Quersteifigkeit des Prüfraums, die Genauigkeit und Dynamik des Mess- und Regelsystems und die gesamte Prüfsoftware. Dynamische Prüffrequenzen bis 4 Hz können mit diesen Prüfanlagen realisiert werden. Für Hochfestbeton (High-Performance-Concrete), Stahlfaserbeton usw. ist das Spannungs/Dehnungsverhalten nach dem Druckspannungsmaximum (Arbeitslinie) ein entscheidendes Kriterium. Solche Versuche sind nur möglich, wenn der Lastrahmen extrem steif ist, sein Antrieb weg- oder sogar verformungsabhängig geregelt wird und diese Regelung sehr reaktions-schnell ist. Solche Versuche werden aber nicht nur an Normproben, sondern auch an größeren Bauteilen (z. B. kompletten Wandelementen) durchgeführt. Dazu ist ein höhen-verstellbarer Prüfraum erforderlich.



Bild 1: ToniPRAX mit ToniNORM 3000 mit Probenmessstation für die Würfelprüfung



Bild 2: Druckprüfanlage ToniTOP

## ToniFLEX und ToniVERSAL

Diese Baureihen umfassen Prüfraumen für maximale Prüfkraft bis zu 1000 kN, die individuell mit verstellbarem Querhaupt ausgestattet sind. Sie kombinieren eine hohe Flexibilität mit einer weitgehenden universellen Einsatzbreite.



Bild 3: Biegeprüfraum ToniFLEX

## Komplette Laborlösungen mit System

Das Systemlabor ist eine Komplettlösung zur rationellen Durchführung von Baustoffprüfungen. Als Ergebnis einer Analyse mit ganzheitlicher Betrachtung von Prüfabläufen steigert es die Wirtschaftlichkeit der Prüfungen durch Funktionalität und Systematik.

### ToniLAB

Das Systemlabor ToniLAB besteht aus mehreren Funktionseinheiten, deren Auswahl und Anordnung an die jeweiligen Prüfaufgaben, deren Organisation und den räumlichen Voraussetzungen angepasst ist. Jede Funktionseinheit ist eine funktionell und ergonomisch optimierte Kombination aus Prüfgerät und Labor- Arbeitstisch für die Durchführung bestimmter Prüfaufgaben. Layout-Vorschläge werden nach Kundenanforderungen vorab erstellt. Standard-Layouts sind kurzfristig verfügbar, um Budgets im Vorfeld von Neu- und Umbauten kostengünstig festlegen zu können.



Bild 1: Systemlabor ToniLAB für rationelle Probenvorbereitung

langjährige Erfahrungen und fundiertes Wissen zur Anwendung und Projektierung. Für die statischen oder dynamischen Bauteilprüfanlagen werden sowohl Einzelprüfanlagen als auch Baukastensysteme auf der Basis von Spannfeldern mit Prüfportalen und Einzelprüfzylindern angeboten.

Einzelprüfanlagen decken immer nur eine begrenzte Palette von Prüfungen und Prüfaufgaben ab. Sie haben jedoch, gemessen an der Komplexität der Prüfmöglichkeiten, ein günstiges Preis/Leistungs-Verhältnis. Spannfelder sind für die Großbauteil- Prüfung universell und nahezu unbegrenzt einsetzbar.

### Spannfelder zur Prüfung großer oder speziell belasteter Bauteile

Für statisch hoch beanspruchte Bauteile, insbesondere armierte Tragwerke, Großrohre, Wandelemente usw. reicht die Prüfung von parallel hergestellten Proben nicht aus. Dafür sind auch Prüfungen im Maßstab 1 : 1 am fertigen Bauteil nötig. Dies erfordert großräumige Prüfanlagen für meist sehr große Prüfkräfte.

Die Vielzahl von Problemstellungen für die Prüfung unterschiedlichster Bauteile lässt sich nicht immer mit Standard- Prüfeinrichtungen lösen. In der Regel erfordert jede Bauteil- Prüfanlage eine individuelle, aufgabenspezifische Projektierung. Wir verfügen auf diesem Gebiet über



Bild 2: Spannfeld für Bauteilprüfung

## 2.3 Prüfung von Gipsprodukten

### Zug-, Biege- und Eindringversuche an Gipskartonplatten

Für die Prüfung von Gipskartonplatten gibt es unterschiedliche Normen (DIN 18180, EN 520, ASTM C 473). Zwick deckt mit seinen Prüfmaschinen und -werkzeugen die jeweiligen Anforderungen ab und bietet einfache Lösungen für Zug-, Scherzug- und Biegeversuche an Gipskartonplatten an. Des Weiteren stehen Prüfvorrichtungen für die Härte- und die Eindringprüfung zur Verfügung.



Bild 1: Zugversuch an Gipskartonplatte

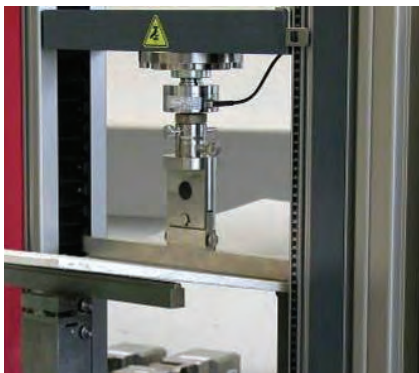


Bild 2: 2-Punkt-Biegeversuch an Gipskartonplatten

## 2.4 Prüfung von Glas und Keramik

### Biegeversuche an Glas

Durch immer höhere Anforderungen der Bauherren und Architekten, kommt man immer mehr an die Grenzen des bautechnisch Machbaren. Im Bereich des Glasbaus gibt es im Vergleich zum Stahlbau noch sehr wenige Normen. Eine rechnerische Kontrolle ist oft nicht möglich, weshalb zerstörende Prüfungen erforderlich werden, um die Statik zu überprüfen und entsprechend zu dokumentieren. Zwick bietet Vorrichtung an, um die normierten Prüfungen durchführen zu können, wie die 4-Punkt-Biegeprüfungen an Bauglas nach EN 1288-3 oder den Doppelring-Biegeversuch an plattenförmigen Proben nach DIN EN 1288-5. Des weiteren bietet Zwick Lösungen für individuelle Prüfanforderungen.



Bild 1: 4-Punkt-Biegeprüfung an Bauglas

### Biegeversuche an Dachziegeln

Mit der speziellen 3-Punkt-Biegevorrichtung von Zwick können Versuche zur Bestimmung der Biegetragfähigkeit von Tondachziegeln (Tondachziegel für überlappende Verlegung, gemäß EN 538) durchgeführt werden. Des weiteren können auch Dach- und Formsteine aus Beton auf die Biegetragfähigkeit (gemäß EN 491) geprüft werden.

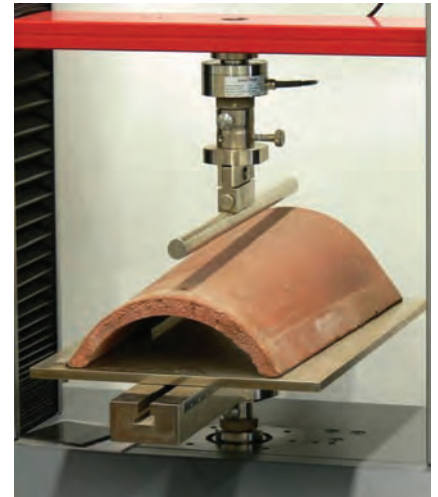


Bild 3: Bestimmung der Biegetragfähigkeit



Bild 4: Prüfung von Fliesen

### Prüfung von Fliesen

Für die Bestimmung der Haftfestigkeit von Gips oder Klebstoffe an Fliesen (z.B. nach EN 1348) hat Zwick diese Prüfvorrichtung entwickelt. Es sind Haftprüfung im 90° Winkel möglich. Es können mehrere Fliesen gleichzeitig auf die Betonplatte aufgeklebt werden und durch einfachen Positionswechsel nacheinander abgezogen werden.

Zwick bietet weitere Lösungen für die Prüfung von Fliesen an, wie der 3-Punkt-Biegeversuch nach EN 12002 und die Bestimmung der Scherfestigkeit nach EN 12003.

## 2.5 Prüfung von Asphalt mit servohydraulischen Prüfmaschinen

Durch die Einführung der EU-Norm EN 12697 -24 / -25 / -26 wurde eine einheitliche Basis für die Prüfung von Asphalt geschaffen. In dieser Norm sind Prüfverfahren zur Ermittlung von Verformungs-, Steifigkeits- und Ermüdungseigenschaften des Asphalts definiert. Die Prüfungen werden mit servohydraulischen Prüfmaschinen mit 10 – 25 kN Prüfkraft und bei Temperaturen zwischen -25 und 40 °C durchgeführt, wobei die Temperatur während der Prüfung innerhalb 1 K konstant gehalten werden muss. Daher wird eine Temperierkammer mit genauer Regelung benötigt.

### Dynamischer Spalt-Zug-Versuch

Der dynamische Spalt-Zug-Versuch wird sowohl zur Ermittlung der Steifigkeit als auch zur Ermüdungsprüfung eingesetzt.

Dazu werden die Prüfkörper in einem Prüfraum einer halbsinusförmigen Druckbelastung von 0,5 – 10 kN ausgesetzt und die auftretende Verformung quer zur Prüfachse ermittelt. Gemäß EN 12697-26 Anhang C.

### Druckschwellversuch Prüfvorrichtung einaxialer Druckschwellversuch:

Der einaxiale Druckschwellversuch wird zur Ermittlung der permanenten Verformung und Kriecheigenschaften angewendet. Dabei wird der Prüfkörper mit trapezförmigen Lastimpulsen auf Druck belastet und die Verformung mit 2 gegenüberliegenden LVDT-Wegaufnehmer ermittelt. Gemäß EN 12697-25 Verfahren A.

### Triaxialzelle:

Beim triaxialen Druckschwellversuch wird zusätzlich der Prüfkörper am Umfang durch einstellbaren Luftdruck unterstützt, um eine Querdehnung zu verhindern. Gemäß EN 12697-25 Verfahren B.

## 4-Punkt Wechsel-Biegeversuch

Der 4-Punkt-Wechsel-Biegeversuch wird zur Ermittlung der Ermüdungsbeständigkeit und der dynamischen Steifigkeit angewendet

- Gemäß EN 12697-24 Anhang D
- Dynamischer Wechselbiegeversuch
- LVDT-Wegaufnehmer 2 mm
- Motorische Probenklemmung
- Probenklemmung frei beweglich durch spezielle erodierte Gelenke
- Geringer Einfluss der Klemmkraft
- Bis 2 Millionen sinusförmige Lastwechsel bei Prüffrequenz 30 Hz
- Temperaturbereich 2 bis 20 °C ± 0,5 K
- Sichere und spielfreie Probenklemmung durch selbsthemmende Klemmen mit motorischer Nachführung
- Minimale lokale Spannungen in der Probe durch geringe statische Klemmkraft (ca. 130 N)
- Keine Reibungseffekte durch freie Rotation und horizontale Translation an den Klemmen durch reibungsfreie Gelenke



Bild 1: Servohydraulische Prüfmaschine mit Temperierkammer



Bild 2: Prüfvorrichtung einaxialer Druckschwellversuch

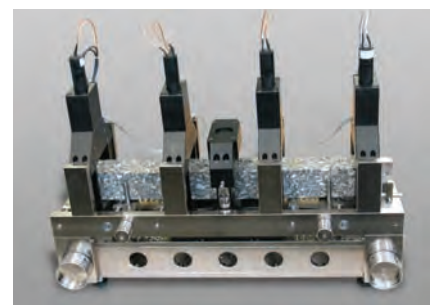


Bild 3: Prüfvorrichtung für 4-Punkt Wechsel-Biegeversuch

## 2.6 Prüfung von Holz

### Zugversuche

Zwick bietet zahlreiche Lösungen für Prüfungen an Holz, sowohl für Standard-Prüfungen als auch für kundenspezifische Tests.

- EN 311: Bestimmung der Abhebefestigkeit von Holzwerkstoffen
- ASTM D 1037 und EN 320: Spanplatten und Faserplatten - Bestimmung des achsenparallelen Schraubenauszieh Widerstands
- EN 160: Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene

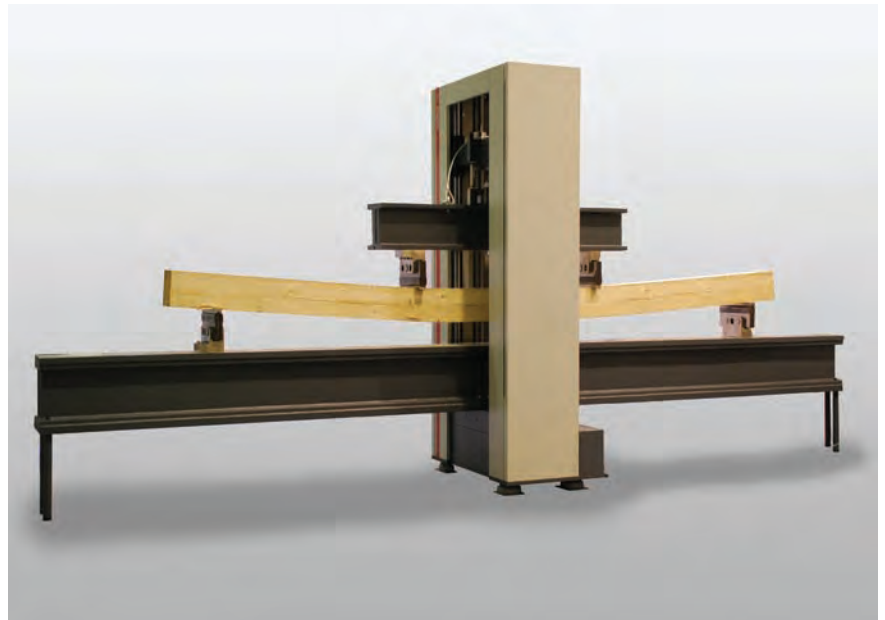


Bild 3: 4-Punkt-Biegeprüfung an Konstruktionsholz

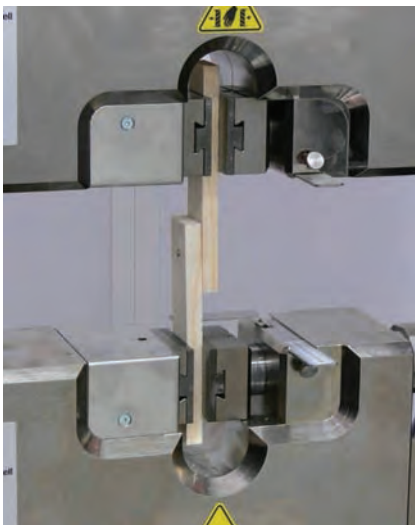


Bild 1: Scherzugversuch

### Biegeversuch

Als nachwachsender Rohstoff wird Holz zwischenzeitlich wieder verstärkt im Baugewerbe als Konstruktionswerkstoff eingesetzt. Hierfür werden unter anderem die Biegeigenschaften entsprechend DIN 52186 im 3- Punkt Biegeversuch kontrolliert.

Zusätzlich bietet Zwick eine 4-Punkt-Biegevorrichtung für die Prüfung von Konstruktionsholz an. Diese eignet sich vor allem für größere Probekörpern, die mit höheren Kräften (bis zu 600 kN) belastet werden.

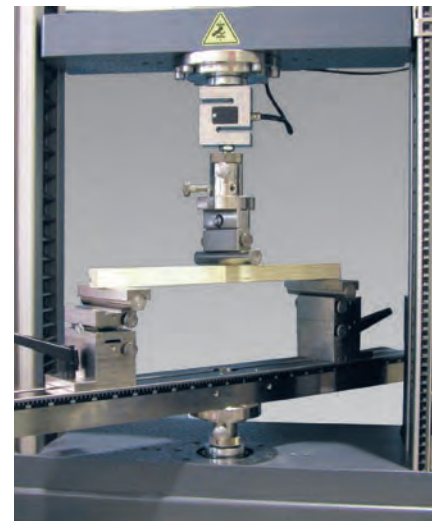


Bild 4: 3-Punkt Biegeversuch

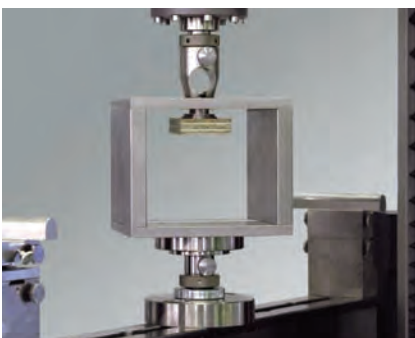


Bild 2: Bestimmung der Abhebe- und Schichtfestigkeit von Holz

## 2.7 Profile und Betonstahl

### Zugversuch

Weil Beton zwar sehr druckbeständig aber weniger zugbelastbar ist, wird er mit in ihm eingebettetem Stahl verstärkt. Die Armierungsstähele werden hauptsächlich in einem Durchmesserbereich von ca. 5 mm bis ca. 60 mm hergestellt. Die notwendige Dehnungsmessung an der Probe zur präzisen Ermittlung der Streckgrenze wird in überwiegender Anzahl mit dem Längenänderungsaufnehmer Makro ermittelt. Er nimmt die Dehnung bis zum Bruch sicher auf, ohne selbst in Mitteleidenschaft gezogen zu werden.

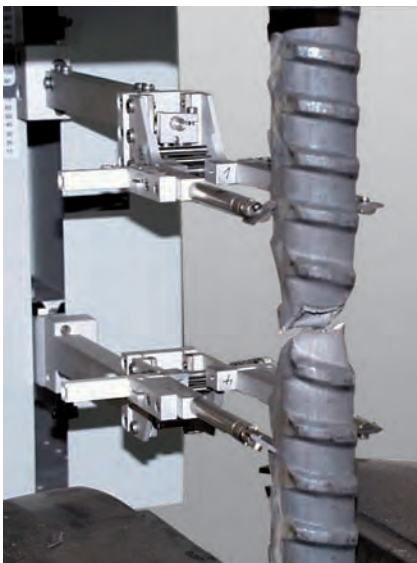


Bild 1: Zugversuch an Betonrippenstahl mit Makro Längenänderungsaufnehmer

### Biegeversuch

Biegeversuche an Armierungsstahl dienen dazu, die Formbarkeit zu prüfen. Dabei darf die Probe nicht an Festigkeit verlieren und bei der visuellen Prüfung dürfen keine Risse festgestellt werden. Je nach Norm werden verschiedene Stempelradien und Auflager definiert. Der Biegewinkel beträgt in aller Regel 90° oder 180°. Zwick realisiert diesen Versuch mit hydraulischen Prüfma-

schinen und den Standards entsprechenden Biegevorrichtungen. Falls gewünscht, können bei elektromechanischen Prüfmaschinen auch zwei Arbeitsräume eingerichtet und dann für Biege- und Zugversuche genutzt werden. Der Umbau eines Prüfaufbaus kann dann entfallen.

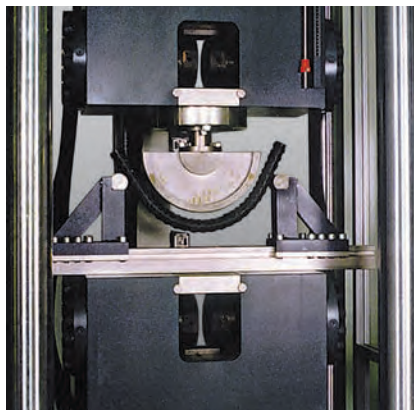


Bild 2: Biegevorrichtung für Betonrippenstahl

### Scherzugversuch

Bei Matten und Gitterträgern zur Armierung werden die Schweißpunkte auf Abscherung geprüft. Hierfür werden Proben aus geschweißten Matten und Gitterträgern getrennt und in spezielle formschlüssige Probenhalterungen eingelegt. Diese Probenhalter müssen für diese Art der Prüfung genau an die Durchmesser und die Stellung der Rippendrähte angepasst sein, um die Scherkräfte nicht zu beeinflussen. Zwick verfügt in diesem Gebiet über jahrzehntelange Erfahrung und hat umfangreiches Zubehör entwickelt.



Bild 3: Schweißnahtprüfung T-Verbindung

### Ermüdungsversuch

Armierungsstähle müssen nach Norm eine bestimmte Betriebsfestigkeit aufweisen, die nachgewiesen werden muss. Diese Schwingfestigkeitsversuche werden am schnellsten und wirtschaftlichsten mit Resonanzpulsatoren durchgeführt. Zwick bietet mit seinen Hochfrequenzpulsatoren (HFP) eine optimale Lösung für diese Anwendung bis 600 kN. Die Proben können einen Durchmesser bis zu 36 mm haben, ab 14 mm müssen sie vergossen werden, hierfür gibt es eine Vergießvorrichtung.



Bild 4: Probenhalter und Probenverguss für Betonrippenstahl

## 3 Normen und Prüfeinrichtungen

Inhalt	Norm	Prüfmittel / Prüfeinrichtung
<b>1 Prüfeinrichtungen: Konstruktion, Prüfung der Prüfeinrichtung, Genauigkeiten</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zug-, Druck- und Biegeprüfmaschinen</li> <li>Prüfung von Beton – Dehnzylinder-Prüfverfahren für Druckprüfmaschinen</li> </ul>	ISO 7500-1, ASTM D 76, ASTM E 4, EN 10002-4, DIN 51220, DIN 51 233 EN 12390-4, DIN 51302-2	
<b>2 Probennahme, Probenvorbereitung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung von Normalprüfkörpern</li> <li>Lagerung von Normalprüfkörpern</li> </ul>	DIN EN 196 DIN EN 196	Mörtelmischer
<b>3 Prüfverfahren</b>		
<b>Baustoffe, allgemein</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Messung der Längs- und Querdehnung an Baustoffen</li> </ul>	DIN 18 555-4	Druck-Prüfmaschine Verformungsaufnehmer
<b>Bindemittel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung von Zement</li> <li>Bestimmung der Mahlfineinheit (allgemein) von Zement</li> <li>Prüfung des Abbindeverhaltens</li> <li>Druck- und Biegefestigkeit von Zement</li> <li>Verformbarkeit von Fliesenkleber</li> </ul>	DIN EN 196, (DIN 1164) DIN EN 196-6, ASTM C204 DIN EN 196-3, ASTM C191 DIN EN 196-1, ISO 679 PCI-Würfelfest	Automatisches Blainegerät Automatische Nadelgeräte Druck-/Biege-Prüfmaschinen
<b>Keramische Werkstoffe</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung von Mauerziegeln</li> <li>Prüfung von Dachziegeln (Beton-Dachsteine)</li> <li>Prüfung von Steinzeug-Kanalisationsrohre</li> <li>Prüfung feuerfester Werkstoffe</li> </ul>	DIN EN 772 DIN EN 538, DIN EN 539-1, DIN EN 491 EN 295 DIN 51010-4, ISO 5013, DIN EN 993-7, EN ISO 10545	Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine
<b>Beton</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung der Druckfestigkeit</li> <li>Bestimmung des E-Moduls</li> <li>Biegezugfestigkeit (Faserbeton)</li> <li>Spaltzugfestigkeit (z.B. Pflastersteine)</li> <li>Hydraulisch gebundene Gemische (E-Modul)</li> </ul>	DIN 1048-4, DIN EN 206 DIN 1048, ISO 6784, Ö-Norm B3303 EN 14651 EN 1338 EN 13286-43	Druck-Prüfmaschine Verformungsaufnehmer Biege-Prüfmaschine Druck-Prüfmaschine Druck-Prüfmaschine
<b>Glasfaserbeton</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache Biegeprüfung</li> <li>Vollständige Biegeprüfung</li> <li>Zugfestigkeit von Glasfasern im Beton</li> </ul>	Pr DIN EN 1170-4 Pr DIN EN 1170-5 GRCA S 0104/0184	Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine Biege-Prüfmaschine
<b>Betonstahl, Spannstähle, Litzen, Spannanker</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zug- und Biegeversuche</li> <li>Rückbiegeversuch</li> <li>Knotenscherversuch</li> </ul>	ASTM A 615, BS 4482, BS 4483, BS 4449, DIN 488- 1...7, EN 10080 BS 4482, BS 4483, BS 4449, DIN 488-1...7, EN 10080 BS 4483	Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine

Inhalt	Norm	Prüfmittel / Prüfeinrichtung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dauerschwingversuch</li> <li>Prüfung von Betonstabstahl</li> <li>Biegeversuch an geschweißten Matten</li> <li>Haftfestigkeit an Beton</li> <li>Bestimmung der Bruchscherkraft von Schweißknoten von Betonstahlmatten oder Bewehrungskörben</li> <li>Bestimmung der Festigkeit von Schweißverbindungen in Betonstahlmatten</li> <li>Ermittlung der Gesamtdehnung bei Höchstzugkraft</li> <li>Stabstahl zur Betonbewehrung</li> <li>Stahl für die Bewehrung von Beton: berippte Stäbe</li> </ul>	BS 4449, DIN 488-1...7, EN 10080 DIN 696 BS 4483, BS 4461, BS 4482 BS 4482, BS 4449 DIN EN 1737  ISO 10287  ISO 10606, ISO 15630  JIS G 3112 SI 739	Hochfrequenzpulsator  Hochfrequenzpulsator Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine Hochfrequenzpulsator
<b>Bauteile</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung von Dränrohren aus PVC-hart</li> <li>Prüfung von Sicker- und Mehrzweckrohren aus PVC-U und PE-HD für Verkehrswege und Tiefbau</li> <li>Prüfung des Kriechverhaltens von thermoplastischen Rohren</li> <li>Prüfung der Ringsteifigkeit von thermoplastischen Rohren</li> <li>Stahlbetonrohre und zugehörige Formstücke</li> <li>Bestimmung der Druckfestigkeit von Pflastersteinen</li> </ul>	DIN 1187, ISO DIS 8771  DIN 4262-1  ISO 9967  ISO 9969  DIN 4035, ENV 10080 DIN 18501	Material-Prüfmaschine Fallwerk Fließprüfgerät Material-Prüfmaschine Fallwerk Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine Druck-Prüfmaschine
<b>Holz und Holzwerkstoffe</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmung der Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung</li> <li>Bestimmung der Biegefestigkeit</li> <li>Bestimmung der Scherfestigkeit in Faserrichtung</li> <li>Bestimmung der Zugfestigkeit parallel zur Faserrichtung</li> <li>Bestimmung der Bruchschlagarbeit</li> <li>Bestimmung der Druckfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung</li> <li>Bestimmung der Klebefestigkeit im Zugscherversuch</li> <li>Bestimmung der Klebefestigkeit im Zugscherversuch an Sperrholz</li> <li>Bestimmung des Biege-E-Moduls und der Biegefestigkeit an Holzwerkstoffen mit Dicke &gt; 3 mm</li> <li>Biegeversuch</li> </ul>	DIN 52185  DIN 52186, ISO 3133 DIN 52187, ISO 3347  DIN 52188, ISO 3345  DIN 52189-1, ISO 3348 DIN 52192, ISO 3132, BS 373 DIN EN 302 DIN EN 314-2 DIN EN 314-2  DIN EN 310  DIN 52352, DIN 52371, DIN 52362-1	Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Pendelschlagwerk Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine  Material-Prüfmaschine

Inhalt	Norm	Prüfmittel / Prüfeinrichtung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der Querkzugfestigkeit an Spanplatten, Faserplatten und zementgebundenen Spanplatten</li> </ul>	DIN 52365, DIN EN 319	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung des achsenparallelen Schraubenauszieh Widerstandes an Faserplatten</li> </ul>	DIN EN 320	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der Abhebe- und Schichtfestigkeit</li> </ul>	DIN 52366, DIN EN 311	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Eigenschaften von Faser- und Spanplatten</li> </ul>	ASTM D 1037	Material-Prüfmaschine
<b>Wärmedämmstoffe</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Druckbeanspruchung</li> </ul>	EN 826, ASTM C 165	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Verformung bei Druck- und Temperaturbeanspruchung</li> </ul>	EN 1605	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung</li> </ul>	EN 1606	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Zugversuch senkrecht zur Plattenebene</li> </ul>	EN 1607	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Zugversuch in Plattenebene</li> </ul>	EN 1608	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmedämmstoffe für das Bauwesen, Biegebeanspruchung</li> </ul>	EN 12089	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralfaser-Dämmstoffplatten, Druckspannung und Druckfestigkeit</li> </ul>	DIN 52272-1	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralfaser-Dämmstoffplatten, Abreißfestigkeit senkrecht zur Dämmschichtebene</li> </ul>	DIN 52274	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gedämmte Platten, Tragfähigkeit</li> </ul>	ASTM E 1803	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigteile für die Rohrdämmung, Bruchlast und Querbiegefestigkeit</li> </ul>	ASTM C 446	Material-Prüfmaschine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dämmblöcke, Bruchlast und Biegefestigkeit</li> </ul>	ASTM C 203	Material-Prüfmaschine
Stand März 2012. Weitere und ständig aktualisierte Normen unter <a href="http://www.beuth.de">www.beuth.de</a>		

**Zwick Roell AG**

August-Nagel-Str. 11  
D-89079 Ulm  
Tel. +49 7305 10 - 0  
Fax +49 7305 10 - 200  
info@zwickroell.com  
www.zwickroell.com

**Toni Technik****Baustoffprüfssysteme GmbH**

Gustav-Mayer-Allee 25  
D-13355 Berlin  
Tel. +49 30 - 46 40 39 21/23  
Fax +49 30 - 46 40 39 22  
info@tonitechnik.com  
www.tonitechnik.com



## Ganz in Ihrer Nähe – Weltweit

**Zwick UK**  
www.zwick.co.uk

**Zwick Ibérica**  
www.zwick.es

**Zwick Avrasya**  
www.zwick.com.tr

**Zwick Korea**  
www.zwick.co.kr

**Zwick France**  
www.zwick.fr

**Zwick Norge**  
www.zwick.no

**Zwick USA**  
www.zwickusa.com

**Zwick India**  
www.zwick.co.in

**Zwick Belux**  
www.zwick.be

**Zwick Sveriga**  
www.zwick.se

**Zwick Brazil**  
www.panambrazwick.com.br

**Zwick Venlo**  
www.zwick.nl

**Zwick CR, SR**  
www.zwick.cz

**Zwick Asia**  
www.zwick.com.sg

**Zwick Italia**  
www.zwickroell.it

**Zwick Polska**  
www.zwick.pl

**Zwick China**  
www.zwick.cn