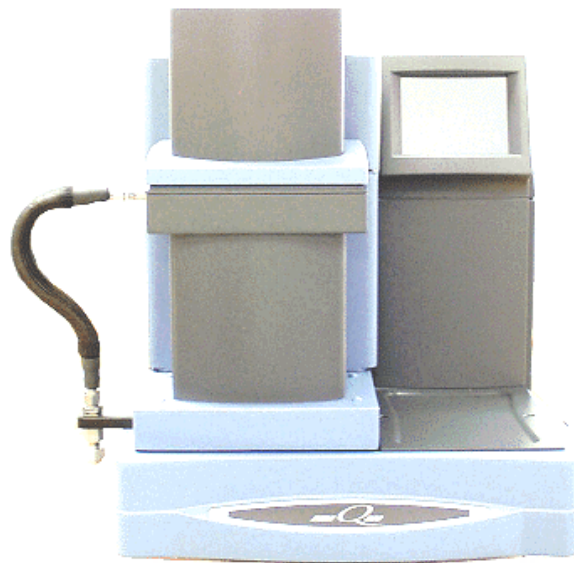


DMA

Dynamisch-Mechanische

Analysator



Q-Serie

Installationshandbuch

Revision B
Ausgabe April 2007



Hinweise

Das in diesem Handbuch enthaltene Informationsmaterial und die Online-Hilfe der Software zur Unterstützung dieses Geräts sind für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Geräts ausreichend. Sollten das Gerät oder die Verfahren für einen anderen als den hier beschriebenen Zweck verwendet werden, so muss von TA Instruments eine Bestätigung über die entsprechende Eignung eingeholt werden. Andernfalls übernimmt TA Instruments keine Garantie, Verpflichtung oder Haftung für die Folgeergebnisse. Mit dieser Druckschrift wird keine Lizenz oder Empfehlung für den Betrieb des Geräts im Rahmen eines bestehenden Verfahrenspatents erteilt.

TA Instruments-Betriebssoftware und -modul, Datenanalyse, Dienstprogramme und die zugehörigen Handbücher sowie die Online-Hilfe sind Eigentum und urheberrechtlich geschützt von TA Instruments, Inc. Käufer erhalten eine Lizenz zur Nutzung dieser Softwareprogramme zusammen mit dem gekauften Modul und Rechner. Diese Programme dürfen vom Käufer ohne die vorherige schriftliche Genehmigung durch TA Instruments nicht vervielfältigt werden. Lizenzierte Programme bleiben alleiniges Eigentum von TA Instruments, und mit Ausnahme der oben genannten Rechte werden dem Käufer keinerlei weitere Rechte oder Lizenzen gewährt.

Wichtiger Hinweis: TA Instruments Nachtrag zum Handbuch

Klicken Sie auf die folgenden Links, um wichtige Informationen abzurufen, die dieses Installationshandbuch ergänzen:

- [Marken von TA Instruments](#)
- [Patente von TA Instruments](#)
- [Andere Marken](#)
- [TA Instruments Lizenzvertrag für Endbenutzer](#)
- [Vertretungen von TA Instruments](#)

Inhaltsverzeichnis

Wichtiger Hinweis: TA Instruments Nachtrag zum Handbuch	3
Inhaltsverzeichnis	4
Sicherheits- und Warnhinweise	7
Erfüllung behördlicher Auflagen	8
Sicherheitsnormen	8
Elektromagnetische Verträglichkeit	8
Sicherheit	9
Warnsymbole am Gerät	9
Elektrische Sicherheit	10
Umgang mit Flüssigstickstoff	10
Thermische Sicherheit	11
Luftdruckwarnhinweis	12
Warnhinweis zu DMA-Submersion-Klemmen	12
Heben des Geräts	12
Probenzerfall	13
Kapitel 1: Einführung in den DMA	15
Übersicht	15
DMA-Systemkomponenten	15
Einführung in das DMA-Gerät	16
Der Touchscreen der QTMA mit QNX/Platinum™	17
QNX/Platinum™ Hauptfunktionstasten	17
QNX/Platinum™ Steuerungsmenü	18
QNX/Platinum™ Anzeigoptionen des Touchscreens	20
QNX/Platinum™ Kalibrieroptionen	21
Der Touchscreen des DMA (Original)	22
Hauptfunktionstasten	22
Die Tasten des „Control Menu“ (Steuerungsmenü)	23
Die Tasten des „Anzeigemenü“	25
Optionen und Zubehör	26
Klemmen	26
Gaskühlzubehör (GCA)	26
Luftkompressor-zubehör (ACA)	27
Luftfilterregler	28
Technische Gerätedaten	29
DMA-Gerätedaten	29
Technische Daten Temperatursteuerung	30
Versuchsspezifikationen	30
Technische Daten ACA	30

Kapitel 2: Installieren des DMA	31
Auspacken/Verpacken des DMA	31
Installieren des Geräts	31
Überprüfen des Systems	31
Auswählen eines Standorts	32
Anschließen von Kabeln und Leitungen	33
Anschlüsse	33
Anschlüsse für Luftlagergas und Luftfilterregler	35
Anschließen der Kühlgasleitung	37
Anschlüsse für den Luftkühlungsausgang	38
Einrichtung des Ethernet-Switch	39
Anschluss des Geräts an den Switch	39
Anschließen der Steuereinheit an den Switch	39
Anschließen der Steuereinheit an ein LAN	40
Spannungskonfigurationseinheit	41
Netzschalter	42
Stromkabel	42
Starten des DMA	43
Herunterfahren des DMA	43
Installieren der Einzel-/Doppel-Cantileverklemme	44
Entfernen der Einzel-/Doppel-Cantileverklemme	45
Kapitel 3: Betrieb, Wartung & Diagnose	47
Betrieb des DMA	47
Vorbereitungen	47
Kalibrieren des DMA	48
Positionskalibrierung	48
Elektronikkalibrierung	48
Kraftkalibrierung (Balance und Gewicht)	48
Dynamikkalibrierung	48
Klemmenkalibrierung	48
Ausführen eines DMA-Versuchs	49
Grundlegende Versuchsschritte	49
Auswählen eines Klemmensatzes	50
Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen	51
Ausrichten der Thermoelemente	52
Auswählen der Betriebsart	53
Vorbereitung und Befestigen von Proben	54
Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen -Probenvorbereitung	54
Betriebsbereich für Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen	55
Verwendung der Betriebsbereichsdaten	56

Einzel-/Doppel-Cantileverklemme - Einlegen der Probe	57
Einlegen einer steifen Probe	57
Einlegen von weichen Materialien, einschließlich Harzen und anderen	58
Materialien, auf dem Glasfasergeflecht	58
Messen der Probenlänge	59
Verwendung des Teleskopmessinstruments	59
Durchführen von Versuchen	60
Starten eines Versuchs	61
Stoppen eines Versuchs	61
Herausnehmen von Proben	61
Gerätewartung	62
Reinigen des Touchscreens	62
Auswechseln der Sicherungen	63
Auswechseln der Sicherungen des DMA	63
Ersatzteile	64
Index	67

Sicherheits- und Warnhinweise

In diesem Handbuch werden die Begriffe „Hinweis“, „Vorsicht“ und „Warnhinweis“ verwendet, um auf wichtige oder kritische Sicherheitsinformationen aufmerksam zu machen.

Ein HINWEIS enthält wichtige Informationen zur Geräteausrüstung oder den Betriebsverfahren.



Der Hinweis **VORSICHT** bezieht sich auf ein Verfahren, das zu einer Beschädigung des Geräts oder seiner Komponenten oder zum Verlust von Daten führen kann, wenn es nicht ordnungsgemäß befolgt wird.



Ein **WARNHINWEIS** weist auf ein Verfahren hin, das zu einer Verletzungsgefahr oder zu einem Umweltschaden führen kann, wenn es nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird.

Erfüllung behördlicher Auflagen

Sicherheitsnormen

Für Kanada:

CAN/CSA-22.2 No. 1010.1-92 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Ergänzungen.

CAN/CSA-22.2 No. 1010.2.010-94 Besondere Bestimmungen für Laborgeräte zum Aufheizen von Materialien (und Ergänzungen).

Für den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR): (Gemäß der Richtlinie des Rates 73/23/EEC vom 19. Februar 1973 über die Harmonisierung der Gesetze der Mitgliedsstaaten bezüglich elektrischer Ausrüstung für den Gebrauch innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen).

EN61010-1: 1993 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Ergänzungen.

EN61010-2-010: 1994 Besondere Bestimmungen für Laborgeräte zum Aufheizen von Materialien (und Ergänzungen).

Für die Vereinigten Staaten:

UL61010A-1 Elektrische Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

IEC 1010-2-010: 1992 Besondere Bestimmungen für Laborgeräte zum Aufheizen von Materialien (und Ergänzungen).

Elektromagnetische Verträglichkeit

Für Australien und Neuseeland:

AS/NZS 2064: 1997 Grenzen und Methoden der Messung elektronischen Störverhaltens industrieller, wissenschaftlicher und medizinischer (ISM) Hochfrequenzgeräte.

Für Kanada:

ICES-001 Ausgabe 3, 7. März 1998, Normen für störende Geräte: Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeneratoren.

Für den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR): (Gemäß der Richtlinie des Rates 89/336/EEC vom 3. Mai 1989 über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten bezüglich elektromagnetischer Verträglichkeit).

EN61326-1: 1997 EMV-Anforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Ergänzungen. Emissionen: Erfüllt die Anforderungen der Klasse A (Tabelle 3).

Störsicherheit: Erfüllt die Leistungskriterien der Klasse B für diskontinuierlichen Betrieb, Mindestanforderungen (Tabelle 1).

Für die Vereinigten Staaten:

CFR Titel 47 Telekommunikation Kapitel I Federal Communications Commission, Teil 15 Hochfrequenzgeräte (FCC-Vorschriften zu Hochfrequenzemissionen).

Sicherheit



VORSICHT: Die Verwendung des Geräts auf eine andere als die in diesem Handbuch erläuterte Weise kann zur Beeinträchtigung der vom Gerät bereitgestellten Sicherheitsvorrichtungen führen.

Warnsymbole am Gerät

Zu Ihrem Schutz sind die folgenden Warnsymbole am DMA-Gerät angebracht:

Symbol	Erläuterung
	Dieses Symbol weist auf eine Gefahr durch heiße Oberflächen hin. Vermeiden Sie die Berührung dieses Bereichs sowie den Kontakt dieser Fläche mit schmelz- oder brennbaren Materialien.
	Dieses Symbol befindet sich an der hinteren Abdeckplatte und weist darauf hin, dass Sie das Gerät <i>VOR</i> dem Durchführen aller Wartungs- oder Reparaturarbeiten unbedingt vom Stromnetz trennen müssen. Die in diesem System vorhandenen Spannungen übersteigen 120/240 VAC.
	<p>Sofern Sie nicht speziell für den Umgang mit elektrischen Geräten und Verfahren geschult und qualifiziert sind, öffnen Sie bitte keine Abdeckungen, sofern das Handbuch nicht explizit dazu auffordert! Die Wartung und Reparatur der internen Bauteile darf nur durch geschultes Fachpersonal von TA Instruments oder entsprechend qualifiziertes Servicepersonal durchgeführt werden.</p> <p>Zur Auswertung der viskoelastischen Eigenschaften eines Materials über einen Temperaturbereich von Umgebungstemperatur (etwa 23°C) bis 80°C, während dieses Material in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, stehen zwei DMA-Klemmen zur Verfügung. Diese Klemmen (Kompressionsklemmensatz PN 985067.901 sowie der Film-/Faserklemmensatz PN 985068.901) sind hauptsächlich auf eine Verwendung bei isothermen Auswertungen von Polymeren in wässrigen oder Pufferlösungen ausgelegt.</p>
	<p>WARNHINWEIS: Entflammbare oder leicht flüchtige Flüssigkeiten dürfen <u>nicht</u> als Eintauchflüssigkeit benutzt werden.</p> <p>WARNHINWEIS: Achten Sie darauf, dass in der Gerätesteuersoftware die richtigen Klemmen ausgewählt sind (z. B. Submersion-Film-/Faser- und Submersion-Kompressionsklemmen), um sicherzustellen, dass der obere Temperaturbereich von 80°C nicht überschritten werden kann.</p>

Bitte beachten Sie die Warnhinweise und beachten Sie beim Umgang mit diesen Geräteteilen alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen. Die im *DMA Installationshandbuch* aufgeführten Sicherheits- und Warnhinweise müssen zu Ihrer eigenen Sicherheit befolgt werden!

Elektrische Sicherheit

Ziehen Sie vor dem Durchführen aller Wartungs- oder Reparaturarbeiten den Netzstecker. Im Gerät sind Spannungen von bis zu 120/240 VAC vorhanden.



WARNHINWEIS: Das Gerät führt hohe Spannungen. Die Wartung und Reparatur der internen Bauteile darf nur durch geschultes Fachpersonal von TA Instruments oder entsprechend qualifiziertes Servicepersonal durchgeführt werden.



WARNHINWEIS: Nach dem Transport oder der Lagerung in einer feuchten Umgebung erfüllt das Gerät unter Umständen nicht mehr alle Sicherheitsforderungen der hier aufgeführten Sicherheitsnormen. Im Hinweis VORSICHT auf Seite 36 finden Sie eine Beschreibung zum Trocknen des Geräts vor der Benutzung.

Umgang mit Flüssigstickstoff

Der DMA benutzt Flüssigstickstoff als Kühlgasquelle für das Gaskühlzubehör (GCA). Wegen seiner niedrigen Temperatur (-195°C) führt Flüssigstickstoff zu Hautverbrennungen. Befolgen Sie beim Umgang mit Flüssigstickstoff die folgenden Sicherheitsvorschriften:



Flüssigstickstoff beginnt bei Raumtemperatur rasch zu kochen. Achten Sie darauf, dass der Arbeitsraum gut belüftet ist, damit der Umgebungsluft nicht zuviel Sauerstoff entzogen wird.

1. Tragen Sie eine Schutzbrille oder Gesichtsmaske sowie Handschuhe, die sich leicht abstreifen lassen. Tragen Sie außerdem eine Gummischürze. Tragen Sie als zusätzlichen Schutz feste Schuhe mit hohem Schaft und stecken Sie die Hosenbeine nicht in den Schaft.
2. Der Transfer des Kühlmittels zum Gerät muss langsam erfolgen, um einen Kälteschock am Gerät zu vermeiden. Verwenden Sie Behälter, die für Tieftemperaturanwendungen geeignet sind. Achten Sie darauf, dass verschlossene Behälter mit Druckentlastungsöffnungen versehen sind.
3. Der Reinheitsgrad des Flüssigstickstoffs nimmt ab, sobald dieser mit Luft in Berührung kommt. Wenn ein Behälter mit Flüssigstickstoff für längere Zeit offen stand, untersuchen Sie bitte die restliche Flüssigkeit, bevor Sie sie für Anwendungen einsetzen, bei denen ein hoher Sauerstoffgehalt gefährlich sein könnte.



WARNHINWEIS: Erstickungsgefahr!

Flüssigstickstoff kann schnell und ohne vorherige Warnsymptome zum Erstickungstod führen!

Lagern und verwenden Sie Flüssigstickstoff nur in Räumen mit ausreichender Belüftung.

Entlüften Sie den Behälter des Gaskühlzubehörs NICHT in geschlossenen Räumen.

Betreten Sie keine geschlossenen Räume, in denen Stickstoffgas vorhanden sein könnte, wenn diese Räume nicht gut belüftet sind.

Dieser Warnhinweis bezieht sich auf die Verwendung von flüssigem Stickstoff. In manchen Fällen werden in Verbindung mit Flüssigstickstoff Sauerstoffsensoren eingesetzt.

Thermische Sicherheit

Im Verlauf eines Versuchs können der Ofen, die Probe und die Klemme sehr heiß oder sehr kalt werden.



WARNHINWEIS: Lassen Sie die Klemme auf Raumtemperatur abkühlen, bevor Sie sie berühren. Beim Entnehmen einer heißen Probe oder beim erneuten Festziehen einer Probe sind geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.



WARNHINWEIS: Bewegen Sie den Ofen niemals von Hand und stecken Sie nie Ihre Hand in den Ofen. Der Ofen kann Verbrennungen verursachen.

Luftdruckwarnhinweis



WARNHINWEIS: Die für den Betrieb des Geräts erforderliche Druckluft, die entweder aus einer Laborversorgung oder aus dem Druckluftzubehör (ACA) stammt, steht unter hohem Druck. Dieser hohe Druck kann bei falscher Handhabung für Personal und Gerät gefährlich sein.

- Wenn Sie den DMA ohne Druckluftzubehör installieren, muss der zum Luftfilterregler führende Schlauch für den Quelldruck zugelassen sein. Der in den Luftfilterregler eingehende Druck darf 1000 kPa (150 psig) nicht übersteigen.
- Wenn Sie den DMA mit Druckluftzubehör installieren, muss der von TA Instruments mit dem Zubehör mitgelieferte Schlauch für den Anschluss an den Luftfilterregler verwendet werden. Das Druckluftzubehör (ACA) besitzt ein Druckentlastungsventil, mit dem der vom ACA kommende Druck auf maximal 500 kPa (70 psig) begrenzt wird.

Der mit dem DMA mitgelieferte Schlauch muss für den Anschluss des Geräts an den Luftfilterregler benutzt werden. Stellen Sie den Druck am Luftfilterregler auf 410 bis 450 kPa (60 bis 65 psig) ein.

Warnhinweis zu DMA-Submersion-Klemmen

Zur Auswertung der viskoelastischen Eigenschaften eines Materials, während dieses Material in eine Flüssigkeit mit einer Temperatur von bis zu 80°C eingetaucht ist, stehen zwei DMA-Klemmen zur Verfügung. Diese Klemmen sind hauptsächlich auf den Einsatz bei isothermen Auswertungen von Polymeren in wässrigen oder Pufferlösungen ausgelegt.



WARNHINWEIS: Entflammbare oder leicht flüchtige Flüssigkeiten dürfen nicht als Eintauchflüssigkeit benutzt werden.



WARNHINWEIS: Achten Sie darauf, dass in der Gerätesteuerungssoftware die richtigen Klemmen ausgewählt sind (z. B. Submersion-Film-/Faser- und Submersion-Kompressionsklemmen), um sicherzustellen, dass der obere Temperaturbereich von 80°C nicht überschritten werden kann.

Heben des Geräts

Der DMA ist ein relativ schweres Gerät. Um Verletzungen (besonders Rückenschäden) zu vermeiden, sollten Sie Folgendes beachten:



WARNHINWEIS: Schließen Sie den Ofen, wenn Sie das Gerät bewegen möchten, auch wenn dies nur über eine kurze Entfernung geschehen soll. Heben oder tragen Sie das Gerät nur zu zweit. Eine sichere Handhabung des Geräts durch eine einzelne Person ist nicht möglich.

Probenzerfall

Der DMA kann Proben bis auf 600°C erhitzen. Viele Materialien können sich beim Aufheizen zersetzen, was zu gefährlichen Nebenprodukten führen kann.



WARNHINWEIS: Wenn Sie Proben verwenden, die schädliche Gase ausströmen können, ist das Gerät zwecks besserer Belüftung in der Nähe eines Abzugs aufzustellen.

Proben sollten nicht über ihre Zersetzungstemperaturen hinaus erhitzt werden, um die Abgabe von gefährlichen Stoffen oder eine Kontaminierung des DMA zu vermeiden.

Wir empfehlen, die Zersetzungstemperaturen zu messen, indem Sie die Probenmaterialien in einem thermogravimetrischen Analysegerät (TGA) oder einem ähnlichen Gerät erhitzen, bevor Sie die Proben im DMA benutzen, um das Problempotenzial abschätzen zu können.

Kapitel 1

Einführung in den DMA

Übersicht

Der Dynamisch-Mechanische Analysator Q800 (DMA) von TA Instruments ist ein Thermoanalysegerät, das zum Testen der mechanischen Eigenschaften vieler unterschiedlicher Materialien verwendet wird. TA Instruments stellt mit diesem Modell bereits die dritte Generation solcher Analysegeräte vor; die verwendeten Hardware- und Softwaretechnologien sind auf dem neuesten Stand der Technik. Für Messungen wird die Probe in einer von mehreren Klemmen befestigt, die mit Hilfe der finiten Elementanalyse so konstruiert wurden, dass Masse und Compliance minimiert werden. Einfach ausgedrückt wird eine Verformung auf die Probe angewendet, um die innerlichen und äußerlichen mechanischen Eigenschaften des Materials zu bewerten.

Das DMA-Gerät wird zusammen mit einer Steuereinheit und der zugehörigen Software betrieben und bildet so ein komplettes System zur thermischen Analyse.



Bei der Steuereinheit handelt es sich um einen Computer, der die folgenden Funktionen ausführt:

- Er dient als Schnittstelle zwischen Anwender und Analysegerät.
- Er ermöglicht Ihnen das Einrichten von Versuchen und die Eingabe von Parametern.
- Er dient zum Speichern der Versuchsdaten und zur
- Durchführung von Messdatenauswertungsprogrammen.

HINWEIS: Technische Einzelheiten, Erläuterungen zur Funktionsweise und sonstige Daten zum DMA, die in diesem Handbuch nicht enthalten sind, finden Sie in der Online-Hilfe der Gerätesteuerungssoftware.

DMA-Systemkomponenten

Ein funktionsfähiges DMA-System besteht aus mehreren Hauptkomponenten: dem Gehäuse mit der Systemelektronik, dem DMA-Gerät selbst, einer Steuereinheit (Computer) für die Analyse und Steuerung des Geräts sowie dem optionalen Gaskühlzubehör (GCA). Das DMA-Gerät selbst besteht aus den folgenden Komponenten:

- Das *Mechanikgehäuse* enthält die Luftlager, den optischen Encoder, den Antrieb und die zugehörige Elektronik.
- Die *Klemmenbaugruppe* („Klemme“ genannt) ist austauschbar, um mechanische Messungen mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Verformungsarten für ein breites Spektrum an Probenformen und Probenmaterialien vornehmen zu können. Für den DMA sind mehrere verschiedene Klemmentypen erhältlich. Eine Liste finden Sie auf Seite 27.

- Der *Ofen* umschließt die Klemmenvorrichtung und dient zur Temperatursteuerung. Die Ofentemperatur wird mit dem Steuerthermoelement überwacht.
- Die *Proben- und Referenzthermoelemente* aus CHROMEL®* / ALUMEL®* messen die Temperatur der Probe und des Heizgeräts und leiten die gemessenen Werte an das Gerät weiter. Die Position der Proben- und Referenzthermoelemente kann geändert werden, um sie an die verschiedenen Klemmenvorrichtungen anzupassen.
- Das *DMA-Gehäuse* enthält die Elektronik, die Ventile usw.
- Der *Touchscreen* ermöglicht es Ihnen, einige der DMA-Funktionen am Gerät zu steuern und zu überwachen.

Einführung in das DMA-Gerät

Der Dynamisch-Mechanische Analysator (DMA) Q800 ist ein Präzisionsgerät, mit dem viskoelastische Eigenschaften wie die elastische Dehnung und die Dämpfung steifer und weicher Feststoffe gemessen werden. Die Probe wird in der Klemme montiert, deren einer Teil unbeweglich ist, während der andere beweglich und an den Antriebsmotor angeschlossen ist. Der Motor beeinflusst so direkt die Verformung der Probe.

Der Antriebsmotor wird dazu benutzt, Kraft oder Spannung auf den beweglichen Antriebsblock auszuüben. Der Motor selbst ist kontaktlos, da die feste Motorbaugruppe nicht in physischen Kontakt mit dem beweglichen Antriebsblock kommt. Der optische Encoder misst die sich daraus ergebende Verschiebung des beweglichen Antriebsblocks. Der bewegliche Antriebsblock wird durch ein Luftlager schwebend gehalten, um eine weiche, geräuschlose und kontinuierliche Kraftanwendung zu erreichen.

Das DMA-Gerät enthält alle erforderliche Elektronik und Software, die für die Durchführung von Versuchen und zum Speichern der Ergebnisse benötigt wird. Das Gehäuse enthält einen Flash-Datenträger, auf dem im Falle eines Stromausfalls alle für den Betrieb unerlässlichen Parameter gespeichert sind. Der Touchscreen vereinfacht die Benutzung des Systems noch zusätzlich und zeigt bei der Einrichtung, den Kalibrierungen und bei der Versuchsdurchführung wertvolle Informationen an. Er besitzt Steuerfunktionen, mit denen Versuche eingerichtet, gestartet, gestoppt oder verworfen werden können.

Der DMA wurde von TA Instruments für die folgenden Aufgaben entwickelt:

- Betrieb in einem Temperaturbereich von -145°C bis 600°C , mit Aufheizraten von bis zu $20^{\circ}\text{C}/\text{Min}$.
- Bestimmung von Änderungen der Probeneigenschaften, die sich aus Änderungen in sieben Versuchsvariablen ergeben: Temperatur, Zeit, Frequenz, Spannung, Kraft, Verschiebung und Deformation.
- Verwendung von Proben in fester, Film-, Faser-, Gel- oder viskoser flüssiger Form.
- Verwendung austauschbarer Klemmen, die Ihnen die Messung vieler Eigenschaften ermöglichen, wie: elastische Dehnung, Dämpfung, Kriechverhalten, Stressrelaxation, Phasenumwandlung und Erweichungspunkte.

Der Touchscreen der QDMA mit QNX/Platinum™

Der DMA Q800 besitzt zur direkten Bedienung ein integriertes Display und ein Tastenfeld in Form eines Touchscreens. Die auf diesem Monitor gezeigten Funktionen wechseln je nachdem, in welchem Menü Sie gerade arbeiten. Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die wesentlichen Funktionen Ihres Geräts, sofern die QNX-Plattform und die Platinum-Software installiert sind.

Die Statuszeile am oberen Rand des Displays gibt den aktuellen Gerätestatus, den gewählten Ablauf und die Temperatur an.

Am unteren Rand des Displays befinden sich die Tastenfelder für die Hauptfunktionen des Geräts. Eine Beschreibung der einzelnen Tasten finden Sie in der nachstehenden Tabelle.

Die Funktionen in der Mitte des Touchscreens hängen vom angezeigten Bildschirm ab.



QNX/Platinum™ Hauptfunktionstasten

Die Hauptfunktionen des Geräts werden mit den folgenden Tasten bedient:

Tastenbezeichnung	Beschreibung
Start	Startet die Messung. Entspricht der Funktion Start der Gerätesteuerungssoftware.
Stop	Beendet eine laufende Messung so, als wäre sie vollständig durchgeführt worden, d. h. die Bedingungen für das Ende einer Methode werden eingestellt und die erzeugten Daten gespeichert. Entspricht der Funktion Stop der Gerätesteuerungssoftware. Wird keine Messung durchgeführt (d. h. das Gerät befindet sich im Standby- oder Methodenende-Zustand), werden mit der Stop-Taste jegliche Vorgänge beendet (Luftkühlung, alle mechanischen Bewegungen usw.).
Kontrolle	Listet die Steuerbefehle auf. Sie dienen zur Steuerung der Geräteaktivität wie z. B. der Ofenbewegung. Die Funktionen können anhand der Symbole oder aus dem Dropdown-Menü ausgewählt werden. Drücken Sie Übernehmen, um den Befehl auszulösen. Weitere Einzelheiten zu diesem Bildschirm finden Sie auf der folgenden Seite. (Fortsetzung nächste Seite)

Anzeige	Öffnet den Anzeigebildschirm, auf dem die Signale des Messgeräts wie Signalanzeige, Echtzeit-Diagramm, Geräteinformationen usw. angezeigt werden.
Kalibrieren	Zeigt die für das Gerät verfügbaren Kalibrierfunktionen an.




QNX/Platinum™ Steuerungsmenü

Das Steuerungsmenü (siehe Abbildung rechts) erreichen Sie über die Taste Kontrolle am unteren Rand des Touchscreens. Eine kurze Beschreibung der einzelnen Steuerbefehle finden Sie in der nachstehenden Tabelle.




HINWEIS: Die meisten dieser Funktionen sind während einer laufenden Messung nicht verfügbar.

Wählen Sie die gewünschte Funktion entweder in der Dropdown-Liste der Steuerbefehle oder mit dem entsprechenden Symbol aus. Drücken Sie dann Übernehmen, um die Aktion auszulösen.



Steuerbefehl	Beschreibung
OFEN 	Schließt bzw. öffnet den Ofen, je nach aktueller Position des Ofens. Wird diese Taste gedrückt, während sich der Ofen bewegt, kehrt sich seine Bewegungsrichtung um.
ANTRIEB 	Verriegelt das Lager oder gibt es frei, sodass die bewegliche Klemme schwebt. <i>Schwebend</i> —gibt die Klemme frei, schaltet das Lagergas ein und prägt eine Nullkraft auf. <i>Verriegelt</i> —Schaltet das Lagergas ab, wodurch die Klemme in der derzeitigen Position arretiert wird.
MESSEN 	Wird bei entsprechend installierter Klemme dazu verwendet, die Probenlänge zu bestimmen (Zug- und Kompressions-/Penetrationsklemme). Während des Messvorgangs wird der Motor eingeschaltet und <i>Aktiv</i> angezeigt, wobei die gewählte anfängliche Kraft (bzw. der Standardwert von 0,05 N) aufgeprägt wird, um die Länge bzw. die Dicke der Probe zu bestimmen. Ansonsten wird die aktuelle Probendimension angezeigt.

(Fortsetzung nächste Seite)








Steuerbefehl	Beschreibung
KILEMME AUF/AB 	Hebt bzw. senkt den beweglichen Teil der Klemme durch Aufprägen der Anfangskraft. Ist diese Kraft zu Null gewählt, werden 0,05 N verwendet. Die Richtung der Klemmenbewegung kehrt sich bei jedem Drücken der Taste um. Die Klemmenbewegung kann durch Drücken der Taste STOP unterbrochen werden
BEENDEN 	Schaltet das Gerät ab und setzt es zurück.
GCA FÜLLEN 	Füllt das GCA mit Flüssigstickstoff aus dem Vorratstank, wenn kein Versuch durchgeführt wird. Dieses Feld zeigt den GCA-Status oder den Füllstand an Flüssigstickstoff an. ("Kein" bedeutet, dass kein GCA an den DMA angeschlossen ist.)
LUFTKÜHLUNG	Schaltet die Luftkühlung ein und aus. Entspricht der Funktion Luftkühlung der Gerätesteuersoftware.
KLEMMENULLEN	Führt einen Klemmennullabgleich für Zug-, Kompressions- und Penetrationsklemmen durch.
PARAMETER ZURÜCKSETZEN	Setzt die gespeicherten Geräteparameter und das Gerät zurück.

QNX/Platinum™ Anzeigeeoptionen des Touchscreens

Zugriff auf die Anzeigeeoptionen erhalten Sie durch Tippen auf die **Anzeigetaste** am unteren Rand des Touchscreens. Sie sehen die nebenstehend gezeigten Tasten.

Eine Kurzbeschreibung der Tastenfunktionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle.





Tastenbezeichnung	Beschreibung
SEGMENTE 	Öffnet die Messmethode, die derzeit für die Messung genutzt wird.
INFORMATION 	Zeigt Geräteinformationen, z.B. Softwareversion, Optionen und IP-Adresse an.
STATUS 	Zeigt den aktuellen Status der Messung anhand der drei Hauptmesssignale an.
SIGNALE 	Zeigt in Echtzeit die Daten an, die direkt vom Gerät empfangen werden. Die hier angezeigten Signale können in der Gerätesteuersoftware im Menü „Extras/Geräteeinstellungen“ angepasst werden.
DIAGRAMM 	Zeigt ein zeitbasiertes Diagramm der Daten an, die bei den Messungen vom Gerät übermittelt werden.
BILDSCHIRM-SCHONER 	Ermöglicht die Auswahl eines Bildschirmschoners für den Touchscreen.
ZURÜCK 	Kehrt zum Ausgangsfenster zurück.

QNX/Platinum™ Kalibrieroptionen

Zugriff auf die Kalibrieroptionen erhalten Sie durch Tippen auf die Kalibriertaste am unteren Rand des Touchscreens. Sie sehen die nachstehend gezeigten Tasten. Eine Kurzbeschreibung der Tastenfunktionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle.



Tastenbezeichnung	Beschreibung
TOUCHSCREEN 	Ermöglicht die Kalibrierung der Touchscreen-Anzeige.
POSITION 	Verwenden Sie die Positionskalibrierung, wenn Sie die DMA ausgeschaltet oder bewegt haben, mindestens jedoch einmal monatlich. Dabei wird die vom optischen Wegaufnehmer ermittelte absolute Position des Antriebsschafts kalibriert. Folgen Sie nach dem Drücken dieser Taste den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Der Touchscreen des DMA (Original)

Das Modell DMA Q800 ist mit einem integrierten Display und einer Touchscreen-Tastatur für die Steuerung durch den Bediener vor Ort ausgestattet. Die auf diesem Monitor angezeigten Funktionen wechseln je nachdem, in welchem Menü Sie arbeiten. In diesem Abschnitt gehen wir kurz auf die Funktionen der angezeigten Tasten ein.

Die *Statuszeile* am oberen Rand des Displays (siehe Abbildung rechts) zeigt den aktuellen Gerätstatus, die Nummer der aktuellen Messung und die Temperatur an.

Am unteren Rand des Displays befinden sich die fünf Tastenfelder für die Hauptfunktionen des Geräts. Diese Tasten bleiben unabhängig von dem jeweils gewählten Menü verfügbar. Im nächsten Abschnitt finden Sie eine Erklärung der *Hauptfunktionstasten*.





HINWEIS: Die Versuchsinformationen und Gerätekonstanten werden über die Tastatur der Steuereinheit und nicht über den Touchscreen eingegeben.

Hauptfunktionstasten

Diese Tasten befinden sich am unteren Rand des Touchscreens und werden für die Grundfunktionen des Geräts und den Zugriff auf die beiden Hauptbildschirme benutzt. Einzelheiten finden Sie in der nachstehenden Tabelle.

Tastenbezeichnung	Beschreibung
	Startet den Versuch. Entspricht der Funktion „Start“ der Gerätesteuersoftware.
	Beendet während eines laufenden Versuchs die Methode so, als wäre dieser Versuch vollständig durchgeführt worden, d. h. die Methodenendbedingungen treten ein, und die erzeugten Daten werden gespeichert. Diese Funktion entspricht der Funktion „Stopp“ der Gerätesteuersoftware. Wenn kein Versuch läuft (d. h. das Gerät befindet sich im Standby- oder Methodenende-Zustand), werden mit der Stopp-Taste alle anderen Vorgänge beendet (Luftkühlung, alle mechanischen Bewegungen usw.).
	Bei einem laufenden Versuch wird mit REJECT (Verwerfen) die Methode beendet. Die Methodenendbedingungen treten ein, als wäre die Methode vollständig durchgeführt worden. Allerdings werden die erzeugten Daten verworfen. Diese Funktion entspricht der Funktion „Verwerfen“ in der Gerätesteuersoftware.




(Fortsetzung nächste Seite)






Tastenbezeichnung	Beschreibung
	Zeigt die Tasten des „Steuerungsmenü“ an. Diese werden zur Steuerung bestimmter Gerätevorgänge benutzt.
	Zeigt das „Anzeigemenü“ an. Hier können Sie die gewünschten Anzeigoptionen auswählen.

Die Tasten des „Control Menu“ (Steuerungsmenü)

Zugriff auf das Steuerungsmenü erhalten Sie durch Antippen der Taste „Steuerungsmenü“ am unteren Rand des Touchscreens. Sie sehen die nebenstehend gezeigten Tasten. Eine Kurzbeschreibung der Tastenfunktionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle.










Tastenbezeichnung	Beschreibung
	<p>Öffnen bzw. Schließen des Ofens je nach Ofenposition beim Drücken der Taste. Drücken Sie diese Taste einmal, um die Bewegung des Ofens zu stoppen. Drücken Sie die Taste zweimal, während der Ofen in Bewegung ist, um den Ofen anzuhalten und die Bewegungsrichtung umzukehren.</p> <p>Diese Taste kann bei einer laufenden Methode benutzt werden, um den Ofen zu öffnen und die Probenhalterung zu justieren. Die Methode läuft weiter, aber die Heizung und das GCA sind inaktiv, während der Ofen geöffnet ist.</p>
	<p>Mit dieser Taste wird zwischen „aktiv“ und der Steuerungsmenüaktiv“ und der Probenmessung umgeschaltet. Wenn die installierte Klemme zur Messung der Probenlänge benutzt wird (Spann- und Penetrationsklemmen), wird während der Messung der Probenlänge oder -dicke (falls zutreffend) mit der ausgewählten Anfangskraft eingeschaltetem Motorantrieb Aktiv angezeigt. Die Probenmessung wird angezeigt, wenn die Taste auf Leerlauf steht.</p>
	<p>Wird zum Anheben und Absenken der beweglichen Klemme benutzt, indem die Anfangskraft angewendet wird. Wenn für die Anfangskraft Null gewählt wurde, wird der Wert 0,05 N benutzt.</p> <p>Die Richtung der Klemmenbewegung ändert sich jedes Mal, wenn die Taste gedrückt wird. Sie können die Klemmenbewegung mit der Taste STOPP oder Antrieb stoppen. (Diese Funktion bezieht sich nur auf Klemmen, die angehoben und abgesenkt werden können.)</p> <p style="text-align: right;">(Fortsetzung nächste Seite)</p>

Tastenbezeichnung	Beschreibung
	Führt bei Spann-, Kompressions- und Penetrationsklemmen eine Nullkalibrierung der Klemme aus.
	Schaltet zwischen schwebend und verriegelt um, womit die bewegliche Klemme gelöst oder verriegelt wird. <i>Schwebend:</i> Die Klemme wird gelöst, das Luftlagergas wird eingeschaltet und die angewendete Kraft beträgt Null. <i>Verriegelt:</i> Das Luftlagergas wird ausgeschaltet, wodurch die Klemme in ihrer gegenwärtigen Position verriegelt wird.
	Ein- bzw. Ausschalten der Luftkühlfunktion. Entspricht der Funktion „Luftkühlung“ der Gerätesteuerungssoftware. (Diese Funktion ist bei vorhandenem GCA nicht aktiv.)
	Füllt das GCA automatisch mit Flüssigstickstoff aus dem Vorratsbehälter, wenn kein Versuch läuft. Mit dieser Taste wird auch der GCA-Status oder die Füllmenge des Flüssigstickstoffs angezeigt. (Die Anzeige „Kein“ weist darauf hin, dass kein GCA an den DMA angeschlossen ist.)
	Benutzen Sie die Funktion zur Positionskalibrierung, um den DMA zu kalibrieren, wenn er bewegt oder ausgeschaltet wurde; führen Sie in jedem Fall die Kalibrierung mindestens einmal pro Monat durch. Der Zweck dieser Kalibrierung ist es, die absolute Position der Antriebswelle (und des Schiebers), die vom optischen Encoder abgelesen wird, zu kalibrieren. Nachdem Sie diese Taste gedrückt haben, befolgen Sie bitte die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Die Tasten des „Anzeigemenü“

Zugriff auf das Anzeigemenü erhalten Sie durch Antippen der Taste „Anzeigemenü“ am unteren Rand des Touchscreens. Sie sehen das rechts gezeigte Menü. Eine Kurzbeschreibung der Tastenfunktionen finden Sie in der nachstehenden Tabelle.



Tastenbezeichnung	Beschreibung
	Greift auf das gerade verwendete Versuchsverfahren zu und markiert das aktive Segment.
	Zeigt den aktuellen Status des Versuchs anhand der drei Hauptmesssignale.
	Zeigt Geräteinformationen, z.B. Softwareversion, Optionen und IP-Adresse (IP = Internet Protocol).
	Zeigt die Echtzeitsignale, die direkt vom Gerät empfangen werden. Es können bis zu sechs Signale gleichzeitig angezeigt werden. Die Einstellungen für die angezeigten Signale werden in der Gerätesteuerungssoftware festgelegt.
	Gewährleistet, dass das Gerät korrekt heruntergefahren wird, bevor der Strom ausgeschaltet wird.
	Sendet ein akustisches Signal an die an das Gerät angeschlossene Steuereinheit.
	Kehrt zum Ausgangsfenster zurück.

Optionen und Zubehör

TA Instruments bietet verschiedene optionale Klemmen und anderes Zubehör für die Verwendung mit dem DMA an. Nachstehend finden Sie eine kurze Beschreibung dieses Zubehörs. Nähere Einzelheiten finden Sie in der Online-Dokumentation.

Klemmen

Der DMA benutzt mehrere verschiedene Klemmentypen. Dabei kann zwischen *Spann-* oder *zugentlasteten* Klemmen unterschieden werden. Spannklemmen erfordern, dass zu jeder Zeit eine positive Kraft (Vorlast) auf die Probe ausgeübt wird.

Zu der Gruppe der Spannklemmen gehören:

- 3-Punkt-Biegeklemmen
- Filmspannklemmen
- Faserspannklemmen
- Kompressionsklemmen
- Penetrationsklemmen
- Submersions-Kompressionsklemmen
- Submersions-Film-/-Faserklemmen.

Zu den zugentlasteten Klemmen gehören:

- Einzel-Cantileverklemmen
- Doppel-Cantileverklemmen
- Scherung-Sandwich-Klemmen.

Die meisten Klemmen bestehen aus zwei Hauptteilen: eine *bewegliche* Klemme und eine *unbewegliche* Klemme (manchmal auch Tisch genannt).

Die Einzel-/Doppel-Cantileverklemme ist im Lieferumfang des DMA Q800 enthalten. Anleitungen zum Ein- und Ausbau dieser Klemme finden Sie in Kapitel 2.

Gaskühlzubehör (GCA)

Das GCA (siehe Abbildung rechts) wird für Tieftemperaturversuche mit dem DMA benutzt. Das GCA verwendet aus einem Vorratsbehälter Flüssigstickstoff zur Kühlung. Es ist für die automatische Befüllung aus einem Niederdruck-Vorratsbehälter (max. 170 kPa / 25 psig) ausgelegt, der innerhalb von maximal 1,8 Metern Entfernung aufgestellt werden kann. Sie können das Kühlsystem jedoch auch manuell befüllen, indem Sie es vom Gerät trennen und zum Befüllen direkt an einen Vorratsbehälter anschließen. Weitere Informationen finden Sie im GCA-Installationshandbuch sowie in der Online-Hilfe.



Luftkompressor-zubehör (ACA)

Das Luftkompressorzubehör (ACA) ist ein kompaktes Gerät, das direkt an den Luftfilterregler angeschlossen wird. Es versorgt den Luftfilterregler für die Luftlagergasversorgung des DMA mit Druckluft, wenn eine andere Druckluftversorgung nicht verfügbar ist. (Dieses Gas dient auch zum Spülen des Ofens.)

Es müssen bestimmte Vorkehrungen getroffen werden um zu verhindern, dass Feuchtigkeit in das Luftlager des DMA eindringt und es beschädigt. Bei der Installation des ACA für eine Benutzung mit dem DMA gehen Sie wie folgt vor:



- Platzieren Sie das ACA nicht auf derselben Bank oder demselben Tisch wie den DMA. Die Vibrationen des ACA beeinträchtigen die Leistung des DMA.
- Stellen Sie das ACA so auf, dass etwa 12 bis 15 cm Freiraum um die Gebläseöffnungen bleibt, damit Luft frei zirkulieren kann.
- Stellen Sie die vier Gummifüße flach auf der Oberfläche auf. Das ACA darf nicht hochkant aufgestellt werden.
- Schließen Sie das Stromkabel vom Ausgang „TA Accessory out“ des DMA-Geräts an den in der Abbildung auf der vorherigen Seite gezeigten Anschluss an.
- Schließen Sie den im Lieferumfang des ACA enthaltenen Luftschlauch an, indem Sie ihn in den in der Abbildung auf der vorherigen Seite gezeigten Anschluss schieben. Schließen Sie dann das andere Ende des Schlauchs an den Luftfilterregler an.



VORSICHT: Zwischen dem Ausgang am ACA und dem Eingang des Luftfilterreglers muss die volle Länge des 3 Meter langen und im Lieferumfang des ACA enthaltenen Schlauchs benutzt werden. Die Schlauchlänge hilft bei der Kondensierung von Feuchtigkeit in der Luft und verbessert die Leistung des Luftfilterreglers.



VORSICHT: Versuchen Sie nicht, das Luftkompressorzubehör zu öffnen. Es enthält keine Teile, die vom Benutzer gewartet werden können. Für eine Wartung wenden Sie sich bitte an TA Instruments.

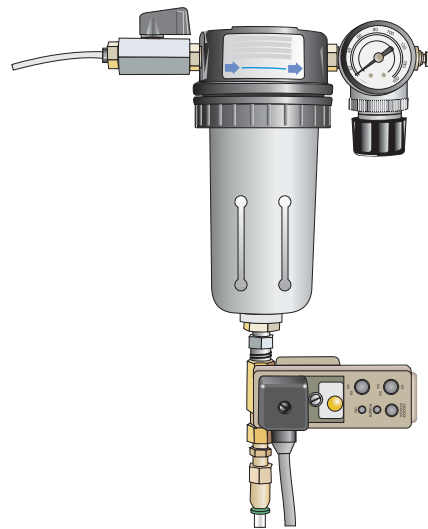
Weitere Informationen zum ACA finden Sie in Kapitel 2 (Installationsanleitung) und in der DMA-Online-Hilfe.

Luftfilterregler

Der in der Abbildung rechts dargestellte Luftfilterregler wird zusammen mit dem Gerät verwendet. Der Luftfilterregler soll dabei helfen, Öl, Wasser und Partikel aus der Luftversorgung für das Luftlager zu entfernen.

Die Luftversorgung des Luftfilterreglers kann über eine zentrale Laborversorgung erfolgen, oder Sie können das Luftkompressorzubehör (ACA) von TA Instruments verwenden.

Weitere Einzelheiten zu diesem Zubehör finden Sie in den Hinweisen zur Installation des Luftfilterreglers in Kapitel 2 sowie in der Online-Hilfe.



Technische Gerätedaten

Die Tabellen auf den folgenden Seiten enthalten die technischen Daten für den DMA.

DMA-Gerätedaten

Abmessungen	Tiefe: 56 cm Breite: 46 cm Höhe: Ofen offen 71 cm Ofen geschlossen 56 cm
Gewicht Gewicht mit Transformator	39,5 kg 47,7 kg
Elektrischer Anschluss	120 VAC, 47–63 Hz, 1,44 KVA (Standardausführung) 230 VAC, 47–63 Hz, 1,44 KVA bei Konfiguration mit Abwärtstransformator
Zubehör-Anschlüsse	Stromversorgung: 120 VAC, 47–63 Hz, 1000 VA max., kombiniert Kompatibles Zubehör: ACA, GCA, Luftfilterregler
Betriebsumgebungs- bedingungen	Temperatur: 15–30 °C Relative Luftfeuchtigkeit: 5–80 % (kondensatfrei) Überspannungskategorie II Verschmutzungsgrad 2 Max. Höhe über NN: 2000 m
Temperaturbereich	–145 bis 600 °C
Probenlänge	50 mm max.
Probenbreite	15 mm max.
Probendicke	bis zu 5 bis 10 mm (je nach Klemme)
Verdrängungsbereich	25 mm
Belastung	0,001 bis 18 N
Atmosphäre	Geregelte Flussrate bei inerten Gasen oder Luft*

*HINWEIS: Die Verwendung von Stickstoff als Luftlagergas wird dringend empfohlen, wenn die Temperaturen 400 °C übersteigen.

Technische Daten Temperatursteuerung

Temperaturbereich	-145 bis 600 °C*
Programmierte Aufheizrate	0,1 bis 20 °C/Min
Kühlrate	0,1 bis 10 °C/Min
Temperaturreproduzierbarkeit	+/- 2 °C
Isotherme Stabilität	+/- 0,1 °C über 50 °C +/- 1,0 °C unter 50 °C

Versuchsspezifikationen

Elastischer Dehnungsbereich	1 kPa bis 3 TPa
Elastische Dehnungsgenauigkeit	+/- 1%
Frequenzbereich	0,01 bis 200 Hz
Höchstkraft	18 N
Mindestvorspannkraft	0,001 N
Tan-Delta-Bereich	0,0001 bis 10
Tan-Delta-Auflösung	0,00001
Tan-Delta-Empfindlichkeit	0,0001
Dynamische Verformung	+/- 0,5 bis 10.000 µm
Deformationsauflösung	1 Nanometer

Technische Daten ACA

Abmessungen ACA	Tiefe: 38 cm Breite: 38 cm Höhe: 23 cm
Gewicht (ca.)	10 kg
Stromeingang Stromausgang	120 VAC 50/60 Hz 120 VAC 50/60 Hz (Nur für die Benutzung mit dem Luftfilterregler.)
Sicherung	2 Ampere träge (M)

Kapitel 2

Installieren des DMA

Auspacken/Verpacken des DMA

Die Anleitungen zum Auspacken und Verpacken des Geräts finden Sie in den separaten Anleitungen zum Auspacken in der Versandkiste sowie in der Online-Dokumentation der Gerätesteuerungssoftware. Sie sollten alle Verpackungsmaterialien, das Sperrholz und die Kisten für das Gerät für den Fall behalten, dass Sie das Gerät erneut verpacken und versenden möchten.



WARNHINWEIS: Bitten Sie eine zweite Person, Ihnen beim Auspacken des Geräts zu helfen. Versuchen Sie bitte nicht, dies allein zu tun.



VORSICHT: Befolgen Sie beim Entfernen des Verpackungsmaterials sorgfältig die Anleitungen zum Auspacken. Sie **MÜSSEN** sicherstellen, dass die vier Hebeschrauben unter den vier Kreuzschlitzschrauben des Dress Cover ausreichend gelöst sind, damit das Gerät ordnungsgemäß funktionieren kann. Einzelheiten finden Sie auf Seite 3 des im Lieferumfang des Geräts enthaltenen Anleitungsblatts, PN 985012.000, "Auspacken des DMA-Geräts der Q-Serie".

Installieren des Geräts

Der DMA wurde bereits vor der Lieferung werksseitig elektrisch und mechanisch überprüft und ist nach richtiger Installation in einwandfreiem Zustand und betriebsbereit. Die Anleitungen dieses Handbuchs sind in Kurzform gehalten - alle zusätzlich benötigten Informationen finden Sie in der Online-Dokumentation. Hier eine kurze Übersicht der erforderlichen Installationsarbeiten:

- Überprüfen des Systems auf Vollständigkeit und mögliche Transportschäden
- Anschluss des DMA an die Steuereinheit von TA Instruments
- Anschluss der Kabel und Gasleitungen
- Installation eines 230-VAC-Transformators, falls notwendig.

Wir empfehlen Ihnen, Ihr DMA-System durch einen geschulten Servicetechniker von TA Instruments installieren zu lassen. Vereinbaren Sie gleich nach Erhalt des Geräts einen Termin.



VORSICHT: Um Fehler zu vermeiden, lesen Sie bitte vor Beginn der Installation dieses Kapitel ganz durch.

Überprüfen des Systems

Untersuchen Sie bitte sofort nach Erhalt Ihr DMA-Gerät und den Versandkarton sorgfältig auf Anzeichen von Transportschäden. Prüfen Sie anhand des beiliegenden Lieferscheins, ob die Lieferung vollständig ist.

- Wenn das Gerät beschädigt sein sollte, verständigen Sie bitte umgehend den zuständigen Spediteur und Ihre Vertretung von TA Instruments.
- Wenn einzelne Teile fehlen sollten, das Gerät aber sonst intakt ist, verständigen Sie bitte Ihre Vertretung von TA Instruments.

Auswählen eines Standorts

Wegen der hohen Empfindlichkeit von DMA-Versuchen ist es wichtig, einen geeigneten Standort für das Gerät nach den folgenden Kriterien auszuwählen. Der DMA sollte aufgestellt werden:

- In* ... einer temperaturgeregelten Betriebsumgebung
... einer sauberen, vibrationsfreien Betriebsumgebung
... einem Bereich, der viel Platz zum Arbeiten und für eine ausreichende Belüftung bietet
- Auf* ... einer stabilen Arbeitsfläche

HINWEIS: Für eine gute Geräteleistung ist es sehr wichtig, dass der DMA auf einer stabilen, vibrationsfreien Arbeitsfläche steht.

In der

- Nähe* ... einer Steckdose (120 VAC, 50 oder 60 Hz, 15 A oder 230 VAC, 50 oder 60 Hz, 10 A bei Konfiguration mit einem Abwärtstransformator)
... Ihrer Thermoanalyse-Steuereinheit von TA Instruments
... der Anschlüsse für Labordruckluft und Spülgas mit den geeigneten Reglern



VORSICHT: Die Luftversorgung muss sauber, trocken und frei von Öl sein, um den ordnungsgemäßen Betrieb des DMA zu gewährleisten.

In sicherer Entfernung

- von* ... staubigen Umgebungen
... direkter Sonneneinstrahlung
... direktem Luftzug (Ventilatoren, Klimaanlage usw.)
... schlecht belüfteten Räumen
... Lärm oder mechanischen Schwingungen



VORSICHT: Wenn das Gerät Feuchtigkeit ausgesetzt war, muss es evtl. getrocknet werden. Bestimmte in diesem Gerät verwendete Keramikmaterialien können Feuchtigkeit absorbieren, was dazu führt, dass Leckströme die in den betreffenden Normen angegebenen Werte übersteigen, bis die Feuchtigkeit beseitigt wurde. Stellen Sie daher sicher, dass die Schutzleiter des Geräts ordnungsgemäß geerdet sind, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Gehen Sie beim Trocknen des DMA wie folgt vor:

- 1 Mit einer Aufheizrate von 10°C/min auf 400°C aufheizen.**
- 2 Temperatur 30 Minuten lang halten.**

Anschließen von Kabeln und Leitungen

Zum Anschließen der Kabel und Gasleitungen benötigen Sie Zugang zur Geräterückseite Ihres DMA. Bei allen hier folgenden Anweisungen gehen wir davon aus, dass Sie vor der Rückseite des Geräts stehen.

HINWEIS: Schließen Sie alle Kabel an, bevor Sie Stromleitungen an die Steckdose anschließen. Ziehen Sie die Rändelschrauben an allen Computerkabeln fest.



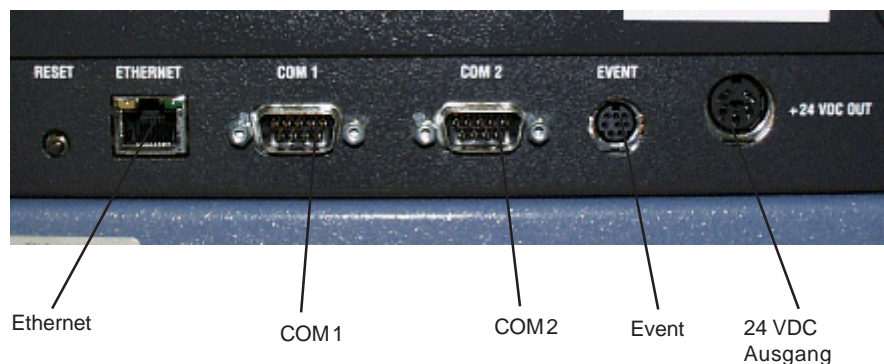
VORSICHT: Wenn Sie Stromkabel einstecken oder abnehmen, fassen Sie immer den Stecker, nicht das Kabel.



WARNHINWEIS: Kabelpfade von Strom- und Kommunikationskabeln müssen geschützt werden. Achten Sie darauf, dass die Kabel keine Zugangswege kreuzen, um Stolpergefahr zu vermeiden.

Anschlüsse

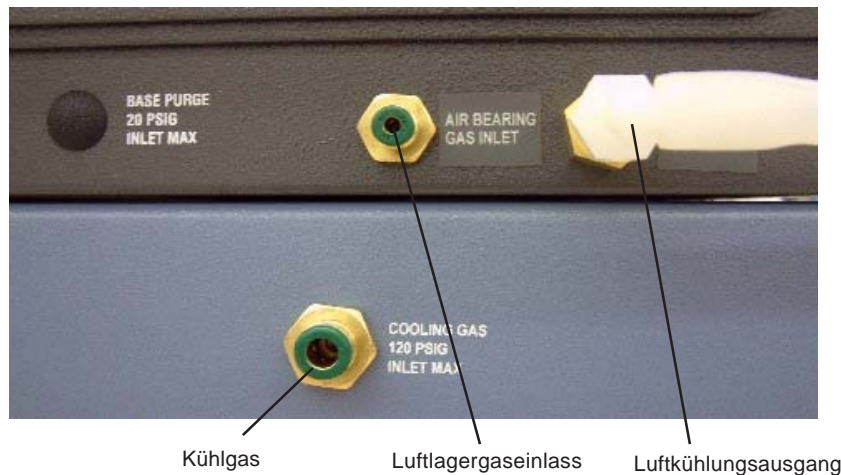
Die neun Anschlüsse des DMA befinden sich an der Geräterückseite. In der folgenden Tabelle finden Sie Erläuterungen der Funktionen aller Anschlüsse. Beziehen Sie sich beim Anschließen von Kabeln und Leitungen auf diese Liste.



Fünf Anschlüsse an der linken Geräterückseite des DMA

Anschluss	Funktion
Ethernet	Für die Netzwirkommunikation.
Com 1	Diagnose-Anschluss (nur für werksseitige Diagnose).
Com 2	Zubehöranschluss. Dient zur Kommunikation mit dem GCA-Gaskühlzubehör.
Event	Event erfüllt die folgenden Funktionen: Schließkontakt für allgemeine Anwendungen oder Eingang 4-24 VDC für externe Synchronisation. Dieser Anschluss wird für den Standardbetrieb nicht genutzt. (Fortsetzung nächste Seite)

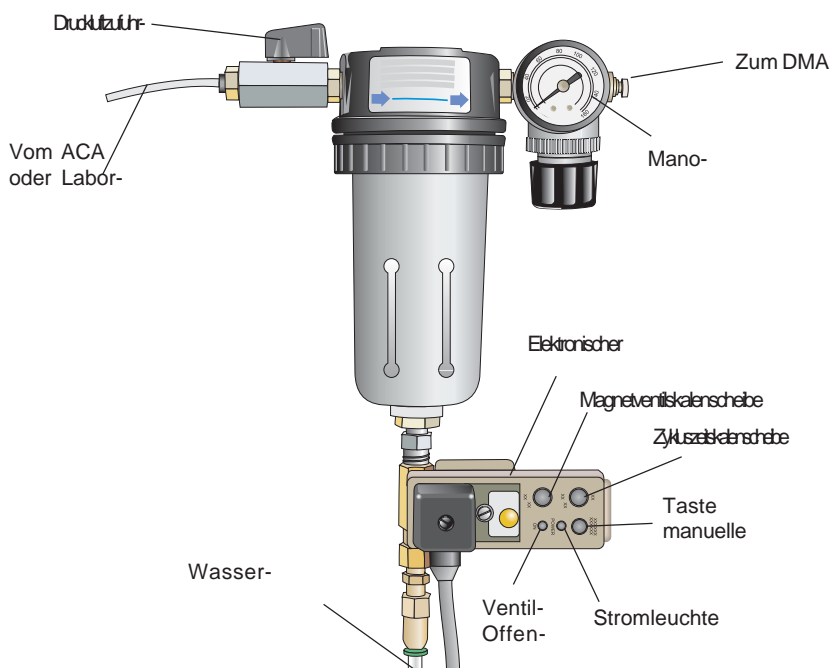
Anschluss	Funktion
24 VDC Ausgang	Dieser Anschluss wird mit dem DMA nicht genutzt.
Base Purge (Zellenbasisspülung)	Wird nicht benutzt.
Kühlgas	Versorgt den Ofen mit Luft zur Kühlung (830 kPa [120 psig] Maximaldruck).
Luftlagergas- einlass	Gaseinlass für das Luftlager. Erfordert eine Versorgung mit sauberer, trockener Luft oder inertem Gas (410 bis 450 kPa [60 bis 65 psig]).
Luftkühlungsausgang	Versorgt den Ofen mit kühlender Luft, wenn das Gaskühlzubehör nicht benutzt wird.



Anschlüsse an der rechten Geräterückseite des DMA

Anschlüsse für Luftlagergas und Luftfilterregler

Der DMA benötigt eine Versorgung mit Luft oder inertem Gas mit einem Druck von 410 bis 450 kPa (60 bis 65 psig) (z. B. Stickstoff) für das Luftlagersystem. Die Luftversorgung des Luftfilterreglers kann über eine zentrale Laborversorgung erfolgen, oder Sie verwenden das Druckluftzubehör (ACA) von TA Instruments. Weitere Informationen über das ACA, bei dem es sich um einen ölfreien Kompressor handelt, finden Sie auf Kapitel 1. Ein Luftfilterregler (in der Abbildung unten dargestellt) wird mit dem Gerät zusammen verwendet, um die Luftlager mit sauberem, trockenem und ölfreiem Gas zu versorgen. Der Luftfilter hilft bei der Entfernung von Öl, Wasser und Partikeln aus der Luftversorgung.



VORSICHT: Die Luftversorgung muss sauber, trocken und frei von Öl sein, um Schäden an den Luftlagern zu vermeiden und den ordnungsgemäßen Betrieb des Geräts zu gewährleisten.

Dieses Gas dient auch zum Spülen des Ofens. Wenn eine inerte Atmosphäre benötigt wird, müssen Sie Inertgas für die Luftlager verwenden. Die Luftlager verwenden Gas mit einer Flussrate von ca. 2 Litern pro Minute. Das Spülgas fließt durch das Gerät und wird intern zur Probe geleitet.

HINWEIS: Die Verwendung von Stickstoff als Luftlagergas wird dringend empfohlen, wenn die Temperaturen 400°C übersteigen.

Für den Anschluss des Luftfilterreglers an das Gerät siehe die Abbildung auf der vorherigen Seite und befolgen Sie die nachstehenden Anleitungen.

1. Legen Sie fest, welche Luftversorgung Sie für den DMA benutzen möchten. Welchen Anschluss Sie am Filter benutzen, hängt davon ab, welche Luftversorgung Sie benutzen werden:

Luftversorgung über das ACA: Der Luftfilterregler ist werkseitig mit einem Parker-Schnellanschluss im Ventil auf der linken Seite des Reglers ausgestattet. Dieser Anschluss wird für den mit dem ACA mitgelieferten Schlauch benutzt. Der Anschluss muss daher nicht entfernt werden.

Laborluftversorgung: Sie müssen zunächst den Parker-Schnellanschluss im Ventil auf der linken Seite des Reglers entfernen. Montieren Sie dann den im Zubehör-Kit enthaltenen Swagelok®-Anschluss.

2. Stellen Sie das Druckluftzufuhrventil auf AUS.

- Schließen Sie je nach Luftversorgung den geeigneten Schlauch an der linken Seite des Luftfilterreglers wie folgt an:

Luftversorgung über das ACA: Drücken Sie den 1/8-Zoll-Schlauch des ACA (siehe Abbildung rechts) in den Parker-Anschluss hinein, soweit es geht.

Laborluftversorgung: Schließen Sie den 1/4-Zoll-Schlauch von der Laborluftversorgung an den Swagelok®-Anschluss am Luftfilterregler an.

- Drücken Sie ein Ende des dünnen 1/8-Zoll-Schlauchs in den Anschluss des Luftfilterreglers hinein, soweit es geht. Sie müssen die Gesamtlänge von etwa 3m des mit dem ACA mitgelieferten Schlauchs für den Anschluss des ACA an den Luftfilterregler benutzen. **Kürzen Sie den Schlauch nicht;** der Schlauch kann allerdings aufgerollt werden, um Platz zu sparen.



Netzschalter Ausgang für Luftfilterregler-Zeitgeber Stromkabelanschluss Luftschlauchanschluss
Druckluftzubehör



VORSICHT: Zwischen dem Ausgang am ACA und dem Eingang des Luftfilterreglers muss die volle Länge des 3 Meter langen und im Lieferumfang des ACA enthaltenen Schlauchs benutzt werden. Die Schlauchlänge hilft bei der Kondensierung von Feuchtigkeit in der Luft und verbessert die Leistung des Luftfilterreglers.

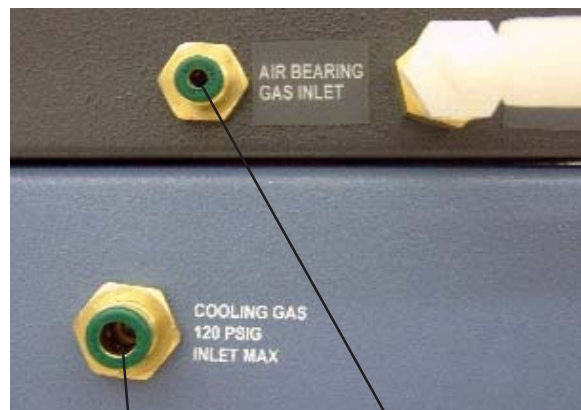


WARNHINWEIS: Eine Verwendung von explosivem oder korrodierendem Gas als Luftlagergas ist gefährlich und beschädigt den DMA. Benutzen Sie nur Luft oder ein Inertgas (wie z. B. Stickstoff) als Luftlagergas.

- Suchen Sie den Luftlagergasanschluss an der rechten Geräterückseite des DMA (siehe Abbildung rechts).

- Schieben Sie das andere Ende des dünnen 1/8-Zoll-Schlauchs, der an den Luftfilterregler angeschlossen ist, in den Legris-Anschluss auf der rechten Geräterückseite des DMA hinein, soweit es geht.

- Schließen Sie den elektronischen Zeitgeber an den 120-VAC-Zubehörausgang des Druckluftzubehörs (ACA) an, falls vorhanden. Wenn Sie kein ACA benutzen, schließen Sie den elektronischen Zeitgeber an einen der Zubehörausgänge an der Geräterückseite des DMA an. Siehe nebenstehende Abbildung.



An Kühlgasleitung anschließen An Luftfilterregler anschließen



- Stellen Sie den elektronischen Zeitgeber für die automatische Entleerung auf den gewünschten zeitlichen Abstand zwischen den Entleerungszyklen sowie auf die gewünschte Zeit ein, während der das Magnetventil während des Zyklus offen bleiben soll.

HINWEIS: Die empfohlenen Einstellungen lauten wie folgt: Zykluszeit auf 20 bis 30 Minuten und Magnetventil auf etwa eine Sekunde einstellen.

9. Stellen Sie sicher, dass der Filterausgangsdruck auf 410 bis 450 kPa (60 bis 65 psig) eingestellt ist.
10. Stellen Sie das Druckluftzufuhrventil am Luftfilterregler auf EIN. Ein Magnetventil im DMA steuert die Strömung zu den Luftlagern.
11. *Bei an den Luftfilterregler angeschlossenem Druckluftzubehör:*
 - a. Überprüfen Sie den Manometer am Regler, bevor Sie den DMA einschalten.

Wenn der Manometer am Luftfilterregler mehr als 70 kPa (10 psig) anzeigt, lassen Sie Druck ab, indem Sie am elektronischen Zeitgeber auf die Taste für manuelle Umgehung drücken.

Wenn Sie das ACA bei einem Druck von mehr als 70 kPa (10 psig) im System einschalten, nimmt das ACA eine übermäßige Strommenge auf und kann die Sicherung überlasten.
 - b. Stecken Sie das Stromkabel des ACA in einen Zubehöranschluss an der Rückseite des DMA und schalten Sie das ACA ein, wenn Sie Schritt 11a. durchgeführt haben.

Die ordnungsgemäße Installation und Wartung des Luftfilterreglers ist für die Leistung und die Lebenserwartung der Luftlager des DMA von großer Wichtigkeit. (Informationen zur Wartung des Luftfilterreglers finden Sie in der Online-Hilfe.) Ein effizientes System garantiert minimalen Druckverlust sowie die Entfernung von Verunreinigungen wie Wasser, Öl, Schmutz, Rost und anderen Fremdkörpern. TA Instruments empfiehlt die folgenden Mindestanforderungen für die dem Luftfilterregler zugeführte Luft:

- Öl und flüssiges Wasser = $< 2 \text{ mg / m}^3$
- Wasserdampftaupunkt bei 690 kPa (100 psig) = 0°C

HINWEIS: Wenn Sie einen Trockenmittelrockner verwenden, installieren Sie diesen am besten hinter dem Luftfilterregler.

Anschließen der Kühlgasleitung

Die Luftkühlung wird dazu verwendet, den Ofen des DMA auf Raumtemperatur abzukühlen und die Flüssigkeit der Submersion-Klemme nur dann aufzuheizen, wenn das Gaskühlzubehör (GCA) nicht an den DMA angeschlossen ist. (Weitere Informationen finden Sie im GCA *Installationshandbuch* sowie in der Online-Hilfe.)

Gehen Sie wie folgt vor, um die Kühlgasleitung für die Luftkühlung anzuschließen:

1. Suchen Sie den Kühlgasanschluss, ein 1/4-Zoll-Legris-Anschluss an der rechten Gehäuserückseite des DMA, der mit einem Warnschild für einen Höchstdruck von 830 kPa (120 psig) gekennzeichnet ist (siehe Abbildung rechts).
2. Vergewissern Sie sich, dass Ihre Druckluftversorgung trocken, gefiltert und auf einen Wert zwischen 170 und 830 kPa (25 bis 120 psig) eingestellt ist.
3. Schließen Sie die Druckluftleitung an den Kühlgasanschluss an.

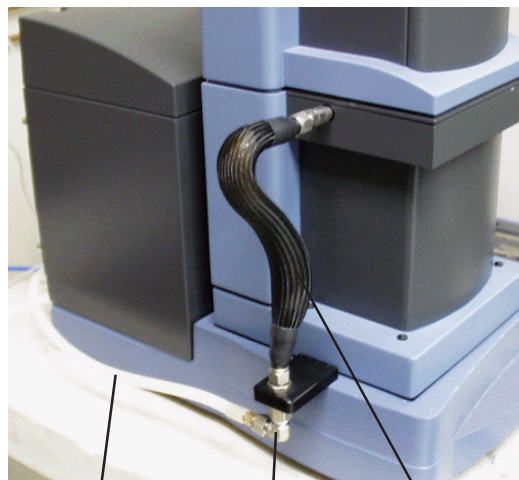


An Kühlgasleitung
anschließen

Anschlüsse für den Luftkühlungsausgang

Wenn Sie die Luftkühlungsfunktion zur Kühlung des DMA und/oder zum Aufheizen der Flüssigkeit der Submersion-Klemme benutzen, beachten Sie bitte die folgenden Anleitungen zum Anschließen des Luftkühlungsausgangs.

1. Schließen Sie das Kühlschlauchzubehör (in der Abbildung rechts dargestellt) wie folgt an:
 - a. Achten Sie auf die in der Abbildung dargestellte Form des Kühlschlauchs. Bevor Sie den Schlauch anschließen, biegen Sie ihn in die in der Abbildung gezeigte Form, während Sie ihn an das Gerät halten, um ihn an den Anschlüssen auszurichten und den richtigen Abstand zwischen den Anschlüssen zu finden. Der Schlauch behält seine Form bei. (Der Zweck dieses Schritts ist es, jegliche Belastung des Geräteraumens zu vermeiden, die durch ein Biegen des Schlauchs nach der Installation verursacht werden kann.)
 - b. Benutzen Sie einen Schraubenschlüssel, um den Kühlschlauch an den Anschluss oben am Träger sowie an den Anschluss zum Gerät anzuschließen.
2. Befestigen Sie wie oben gezeigt einen Anschluss mit Widerhaken am Kühlschlauchzubehör-Eingang.
3. Suchen Sie den Anschluss für den Luftkühlungsausgang, der sich neben dem Luftlagergaseinlass befindet, wie in der Abbildung oben dargestellt.
4. Schließen Sie einen Schlauch mit einem Innendurchmesser von 3/8 Zoll vom Luftkühlungsausgang an den Anschluss mit Widerhaken am Kühlschlauchzubehör-Eingang (in Schritt 2 montiert) an. Wenn das Gaskühlzubehör (GCA) an den DMA angeschlossen ist, müssen Sie den Zufuhrschlauch des GCA abnehmen, bevor Sie den Schlauch anschließen (siehe *GCA Installationshandbuch* oder die Online-Hilfe).



Schlauch angeschlossen an Luftkühlungsausgang und Anschluss mit Widerhaken
Kühlschlauchzubehör
Anschluss mit Widerhaken



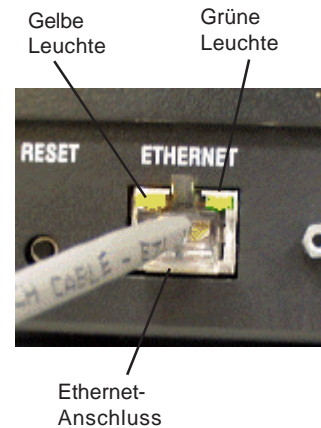
Luftkühlungsausgang

Einrichtung des Ethernet-Switch

Um das Gerät an ein Netzwerk anzuschließen, sind die nachfolgend beschriebenen Kabelanschlüsse erforderlich. Das Gerät und die Steuereinheit werden an einen Ethernet Switch angeschlossen. Zusätzlich finden Sie weiter unten eine Anleitung zum Anschließen der Steuereinheit an ein LAN (local-area network).

Anschluss des Geräts an den Switch

1. Suchen Sie den Ethernet-Anschluss an der linken Geräterückseite (siehe Abbildung rechts).
2. Schließen Sie ein Ende des Ethernet-Kabels an den Ethernet-Anschluss des Geräts an.
3. Schließen Sie das andere Ende des Ethernet-Kabels an einen der Netzwerk-Ports des Ethernet-Switch an (siehe Abbildung unten).



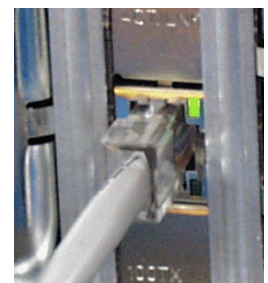
Ethernet-Switch

4. Überprüfen Sie die Schalterstellung am rückwertigen Anschluss. Der Schalter muss in "off" Stellung sein, um die Kommunikation zwischen Gerät und Rechner herzustellen.
5. Überprüfen Sie die LED-Anzeigen für den Verbindungsstatus der Ethernet-Kommunikation. Wurde die Kommunikation zwischen Switch und Gerät erfolgreich hergestellt, sehen Sie ein grünes Dauerlicht und ein blinkendes gelbes Licht.
6. Befolgen Sie die Anleitung im nächsten Abschnitt, um die Steuereinheit an den Ethernet-Switch anzuschließen.



Anschließen der Steuereinheit an den Switch

1. Suchen Sie den Ethernet-Anschluss an der Rückseite des Computers.
2. Schließen Sie ein Ende des Ethernet-Kabels an den Ethernet-Anschluss des Computers an (siehe Abbildung rechts).
3. Schließen Sie das andere Ende des Kabels in einen der Netzwerk-Ports am Switch an.
4. Überprüfen Sie den Ethernet-Anschluss an der Rückseite des Computers. Wenn die Verbindung zwischen Computer und Switch korrekt hergestellt wurde, leuchtet die grüne Anzeigelampe am Ethernet-Anschluss; die gelbe Lampe blinkt.



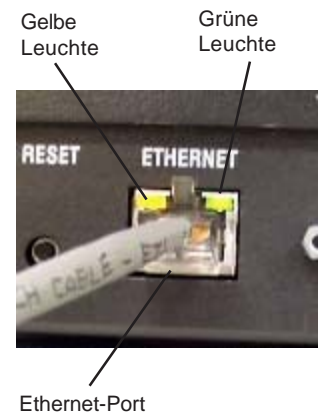
Ethernet-Anschluss
am Computer

5. Befolgen Sie die Anleitung im nächsten Abschnitt, um die Steuereinheit zum Vernetzen an ein LAN anzuschließen.

Anschließen der Steuereinheit an ein LAN

Bevor Sie die Steuereinheit an ein LAN anschließen können, müssen Sie bereits eine Netzwerkkarte im Computer installiert haben.

1. Suchen Sie den zweiten Ethernet-Anschluss an der Rückseite Ihres Computers.
2. Stecken Sie ein Ende des Ethernet-Kabels in den Ethernet-Anschluss des Computers ein.
3. Verbinden Sie das zweite Ende des Kabels mit dem LAN.
4. Überprüfen Sie den Ethernet-Anschluss an der Rückseite des Computers. Wenn die Verbindung zwischen Computer und LAN korrekt hergestellt wurde, leuchtet die grüne Anzeigelampe am Ethernet-Anschluss; die gelbe Lampe blinkt.



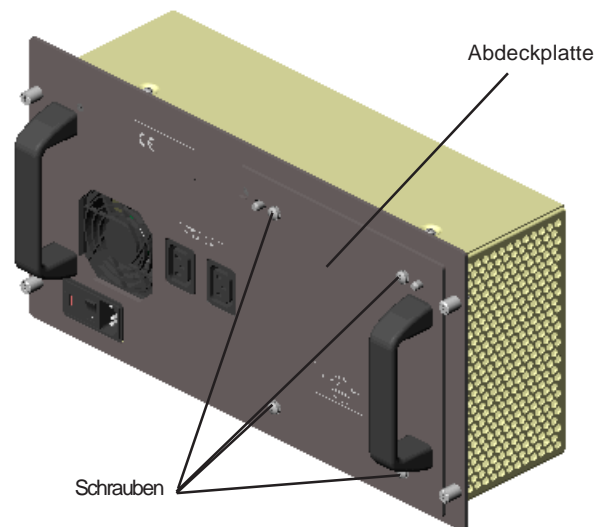
Spannungskonfigurationseinheit

Wenn Sie mit 240 VAC anstelle von 120 VAC arbeiten, benötigen Sie eine Trafоеinheit. Führen Sie die folgenden Schritte zur Installation des Trafos in Ihrer Netzsteuereinheit (Power Control Unit, PCU) aus:



WARNHINWEIS: Das Gerät führt hohe Spannungen, wie auf dem Warnschild angegeben. Sie müssen das Gerät unbedingt vom Stromnetz trennen, bevor Sie diese Anleitungen befolgen. Siehe den WARNHINWEIS auf Seite 10.

1. Nehmen Sie alle Teile aus dem Versandkarton und überprüfen Sie den Inhalt auf Vollständigkeit.
2. Entfernen Sie die rückwärtige Geräteabdeckung; hierzu lösen Sie die vier (4) entsprechenden Halteschrauben. Siehe die Abbildung unten.
3. Trennen Sie den Anschluss A10J10 von der Buchse A10P10 in der Steuereinheit. Schließen Sie nun den Trafostecker A10J10 an die Buchse A10P10 in der Steuereinheit an. Danach schließen Sie A10J10 (in der Steuereinheit) an A38J1 der Überspannungsschutzuntereinheit an. Siehe das Diagramm rechts zur Erläuterung.



A10J10 — A10P10

Steuereinheit

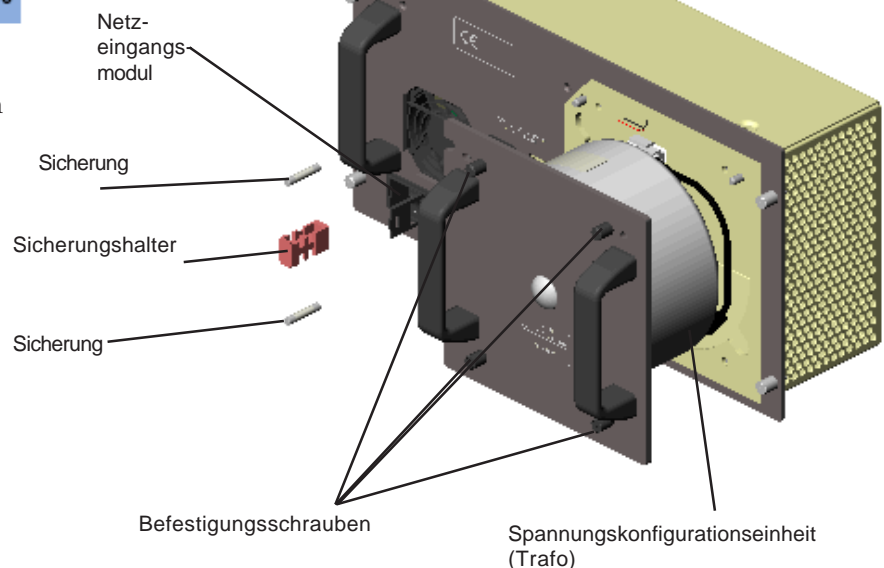
Spannungskonfigurationseinheit

A38J1 A10J10

A10J10 A10P10

Steuereinheit

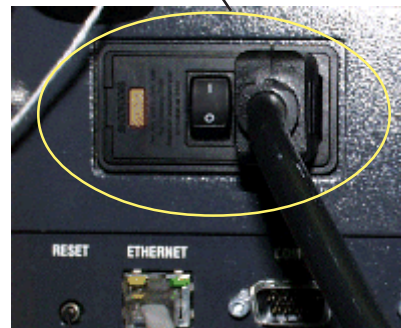
4. Bauen Sie die Untereinheit in die Steuereinheit ein und ziehen Sie die vier (4) Halteschrauben fest.
5. Entfernen Sie den Sicherungshalter aus dem Netzeingangsmodul und ersetzen Sie die 10-A-Sicherungen durch 6,3-A-Sicherungen (diese werden als Teil des Trafo-Kits mitgeliefert). Die 10-A-Sicherungen werden nicht mehr benötigt. Siehe die Abbildung unten.



Netzschalter

Der Netzschalter befindet sich an der Rückwand des Geräts. Er ist Teil des sogenannten *Netzeingangsmoduls*, das auch den Netzkabelanschluss und Sicherungen enthält. Dieser Netzschalter dient zum Ein- und Ausschalten des Geräts.

Netzeingangsmodul



Reset-Taste

Stromkabel

HINWEIS: Für den europäischen Wirtschaftsraum ist ein mit <HAR> markiertes (harmonisiertes) Stromkabel erforderlich, dass die Normen des Installationslandes erfüllt.

Das Netzkabel wird wie folgt installiert:

1. Vergewissern Sie sich, dass der Netzschalter (DMA POWER) sich in der Stellung Aus (0) befindet.
2. Stecken Sie das Netzkabel in das DMA-Netzeingangsmodul ein.



VORSICHT: Stellen Sie vor Einstecken des DMA-Stromkabels in die Steckdose sicher, dass das Gerät mit der Leitungsspannung kompatibel ist. Überprüfen Sie die Spannung mit Hilfe des Schilds an der Geräterückseite.

3. Stecken Sie das Netzkabel in die Wandsteckdose ein.

Starten des DMA

1. Überprüfen Sie alle Verbindungen zwischen dem DMA und der Steuereinheit. Achten Sie darauf, dass alle Komponenten richtig angeschlossen sind.
2. Schalten Sie den Netzschalter des Geräts EIN (1).

Nachdem die Einschaltoutine korrekt durchlaufen wurde, erscheint das Logo von TA Instruments auf dem Touchscreen und meldet damit die Betriebsbereitschaft des Geräts.

HINWEIS: Der DMA muss eine Aufwärmphase von mindestens 30 Minuten durchlaufen, bevor Sie einen Versuch durchführen können.

Herunterfahren des DMA

Bitte berücksichtigen Sie Folgendes, bevor Sie Ihr Gerät abschalten:

- Alle Komponenten Ihres Thermoanalyse-Systems sind auf lange Betriebszeiten ausgelegt.
- Die Elektronik des DMA und der Steuereinheit funktioniert zuverlässiger, wenn Stromschwankungen durch Ein- oder Ausschalten auf ein Minimum beschränkt werden.

Aus diesem Grund wird davon abgeraten, das System und die einzelnen Komponenten des Systems häufig ein- oder auszuschalten. Wenn Sie mit Ihrem Versuch fertig sind und das Thermoanalyse-System für weitere Messungen benutzen möchten, lassen Sie das Gerät eingeschaltet.

Gehen Sie wie folgt vor, um Ihr Gerät abzuschalten oder zurückzusetzen:

1. Drücken Sie die Taste **Antrieb** oder **STOPP** auf dem Touchscreen, um den Antrieb zu verriegeln.
2. Warten Sie zehn Sekunden, damit das Gerät die Positionskalibrierung beibehält.
3. Fahren Sie das Gerät wie folgt herunter:

Um sicherzustellen, dass das Gerät ordnungsgemäß heruntergefahren wird, ist es erforderlich, die Funktion SHUTDOWN INSTRUMENT/BEENDEN zu wählen, bevor Sie das Gerät zurücksetzen oder abschalten. Diese Funktion steht über den Touchscreen und über die Steuerungssoftware zur Verfügung.

4. Stellen Sie den Netzschalter des Geräts auf AUS (0).

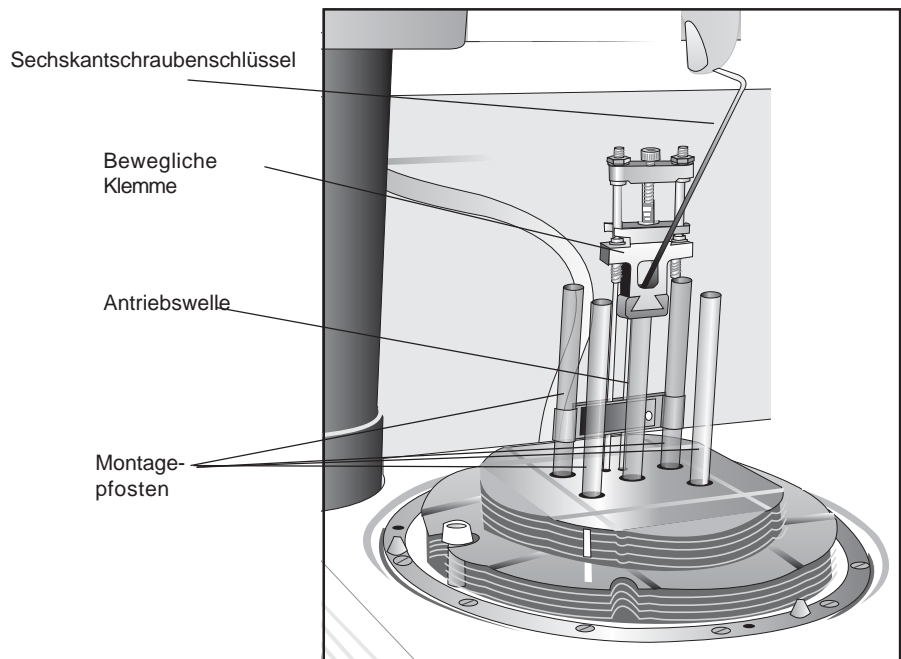
Installieren der Einzel-/Doppel-Cantileverklemme

Bei Lieferung des DMA muss noch eine Klemme installiert werden. Die nachstehenden Verfahren erläutern die Installation und Entfernung der Einzel-/ Doppel-Cantileverklemme. Dabei handelt es sich um die Standard-Klemmen für die Benutzung mit dem DMA. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt eine andere Probengeometrie erforderlich ist, können Sie die für die Messung geeignete Klemme installieren.

Die Einzel-/ Doppel-Cantileverklemmen werden für die Analyse weicher oder mäßig steifer Proben benutzt. Die Proben werden mit den Cantileverklemmen fest eingeklemmt.

Zur Installation einer Einzel-/ Doppel-Cantileverklemme am DMA gehen Sie wie folgt vor (siehe auch die Abbildung auf der folgenden Seite zur Identifikation der Teile):

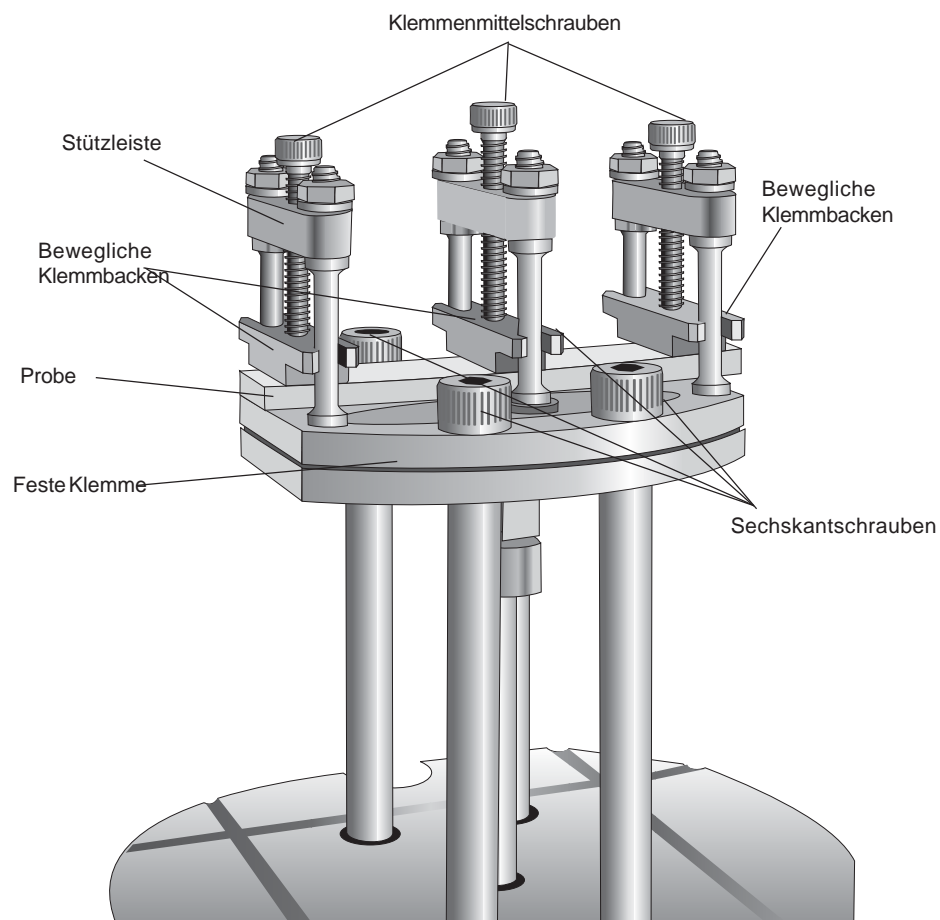
1. Schieben Sie die Zinke der beweglichen Klemme in die Zinkenhalterung der Antriebswelle. Richten Sie die Zinke an der Kante der Halterung aus.
2. Führen Sie den 1/16-Sechskantschraubenschlüssel wie in der Abbildung unten dargestellt in einem Winkel ein, um die Stellschraube in der Mitte der beweglichen Klemme anzuziehen. (Oder Sie benutzen einen Sechskantschraubenschlüssel, der gekürzt wurde, damit er in die Öffnung der beweglichen Klemme passt.) Ziehen Sie die Stellschraube nicht zu fest an.
3. Senken Sie die feste Klemme vorsichtig über die bewegliche Klemme. (Möglicherweise müssen Sie das Thermoelement neu positionieren. Siehe die Anleitungen auf Kapitel 3, falls notwendig.)
4. Richten Sie die feste Klemme an den Montagepfosten aus und ziehen Sie die vier Sechskantschrauben wie in der Abbildung unten gezeigt an.
5. Stellen Sie sicher, dass die bewegliche Klemme parallel zu und mit gleichem Abstand zu den festen Klemmen ausgerichtet ist. Möglicherweise müssen Sie die Stellschraube wieder lösen, um die Position der beweglichen Klemme zu justieren. Wenn Sie die Stellschraube lösen, vergessen Sie nicht, sie wieder anzuziehen.
6. Vergewissern Sie sich, dass in der Steuereinheit der richtige Klemmentyp und die richtige Betriebsart gewählt sind.
7. Kalibrieren Sie die Masse und Compliance der Klemme (siehe Online-Hilfe).
8. Positionieren Sie das Thermoelement so, dass es sich in der Nähe der Probe befindet, diese aber nicht berührt.



Entfernen der Einzel-/Doppel-Cantileverklemme

Zum Entfernen der Klemme gehen Sie wie folgt vor.

1. Drücken Sie auf die Taste **Antrieb**, um die Klemme in ihrer Position zu verriegeln.
2. Lösen Sie die vier Sechskantschrauben, welche die feste Klemme an den Montagepfosten halten, nehmen Sie sie aber nicht heraus.
3. Heben Sie die feste Klemme von ihren vier Stützen ab.
4. Lösen Sie die Stellschraube an der beweglichen Klemme und nehmen Sie dann die Klemme heraus, indem Sie sie aus der Zinkenhalterung herauschieben.



Kapitel 3

Betrieb, Wartung & Diagnose

Betrieb des DMA

Alle DMA-Versuche verlaufen nach dem folgenden allgemeinen Schema. In einigen Fällen werden nicht alle Schritte ausgeführt. Die meisten Schritte werden mit Hilfe der Gerätesteuersoftware gesteuert. Ausführliche Anleitungen sind in der Online-Hilfe des Gerätesteuersoftwareprogramms enthalten, so dass wir uns hier auf die folgenden Kurzbeschreibungen beschränken:

- Gerätekalibrierung
- Auswahl und Vorbereitung der Probe
- Anlegen oder Wahl des Testverfahrens und Eingabe von Proben- und Gerätedaten über die TA-Gerätesteuersoftware
- Einlegen der vorbereiteten Probe und Schließen des Ofens
- Starten des Versuchs

Um genaue Messergebnisse zu erhalten, sollten Sie diese Anleitungen sorgfältig befolgen.

Vorbereitungen

Vor dem Einrichten Ihres Versuchs sollten Sie sicherstellen, dass das DMA-Gerät und die Steuereinheit ordnungsgemäß installiert sind. Bitte überprüfen Sie:

- Sind alle Kabel vom DMA zum Computer richtig angeschlossen?
- Sind alle Gasleitungen (für Luftlager und Luftkühlung) angeschlossen?
- Ist das Gerät eingeschaltet?
- Sind alle gewünschten Zubehörgeräte angeschlossen?
- Ist das Gerät an die Steuereinheit angeschlossen?
- Sind Sie vertraut mit den Funktionen der Steuereinheit?
- Ist das DMA-Gerät kalibriert (falls erforderlich)?

Kalibrieren des DMA

Um genaue Messergebnisse zu erhalten, sollten Sie bei der erstmaligen Installation eine Kalibrierung des DMA durchführen. Eine regelmäßige Kalibrierung wird empfohlen, um optimale Ergebnisse zu erhalten. Nachstehend finden Sie eine Kurzbeschreibung jeder Kalibrierung. Detaillierte Informationen darüber, wie Sie die Kalibrierung durchführen, finden Sie in der Online-Hilfe der Gerätesteuerungssoftware.

Positionskalibrierung

Der Zweck dieser Kalibrierung ist es, die absolute Position der Antriebswelle (und des Schiebers), die vom optischen Encoder abgelesen wird, zu kalibrieren. Die Positionskalibrierung muss durchgeführt werden, wenn die Positionskalibrierungswerte verloren wurden oder das Gerät bewegt wurde; in jedem Fall muss sie jedoch einmal pro Monat durchgeführt werden.

Elektronikkalibrierung

Bei diesem Verfahren wird die Geräteelektronik und der Antriebsmotor über den gesamten Frequenzbereich des Geräts kalibriert. Dabei wird automatisch die Luft entfernt, um den Schieber (Antriebswelle) zu verriegeln, und als Kalibrierungsreferenz wird eine statische Kraft (Vorspannkraft) auf den Motor ausgeübt. Das Gerät führt die Kalibrierung dann mit einer Reihe von Frequenzen durch. Die Elektronik muss kalibriert werden, wenn der DMA bewegt wurde; in jedem Fall ist sie aber einmal pro Monat durchzuführen.

Kraftkalibrierung (Balance und Gewicht)

Die Kraftkalibrierung dient zur Kalibrierung der von der Klemme auf die Probe ausgeübten Kraft und der Kraft, die das Gerät im Verlauf einer Messung registriert. Die Kraftkalibrierung wird in zwei Schritten vorgenommen: **Balance- (Schritt 1)** und **Gewichtskalibrierung (Schritt 2)**. Die Kraftkalibrierung muss ausgeführt werden, wenn der DMA bewegt wurde; in jedem Fall ist sie aber einmal pro Monat durchzuführen.

Dynamikkalibrierung

Bei der Dynamikkalibrierung werden mehrere Proben mit bekannter Steife und bekanntem Verlust gemessen, um die dynamische Leistung des Geräts zu bestimmen. Die Dynamikkalibrierung muss in den folgenden Situationen durchgeführt werden:

- wenn der DMA bewegt wurde
- bei Installation oder Entfernen des Zufuhrschlauchs für das GCA oder die Luftkühlung
oder
- mindestens einmal pro Monat.

HINWEIS: Je nach Menge der verwendeten Compliance-Proben kann die Dynamikkalibrierung ein bis zwei Stunden dauern.

Klemmenkalibrierung

Bei diesem Verfahren werden die Eigenschaften der installierten DMA-Probenklemme kalibriert. Die Kalibrierung wird jedes Mal durchgeführt, wenn Sie eine Klemme zum ersten Mal installieren oder die Klemme wechseln. Die Klemmenkalibrierung kann je nach installierter Klemme bis zu drei Schritte umfassen (Masse, Nullwert und Compliance).

Ausführen eines DMA-Versuchs

Alle DMA-Versuche verlaufen nach dem folgenden allgemeinen Schema. In einigen Fällen werden nicht alle Schritte ausgeführt. Weitere Informationen, die in dieser Anleitung nicht enthalten sind, finden Sie in der Online-Hilfe der Gerätesteuerungssoftware.

Grundlegende Versuchsschritte

1. Wählen, installieren und kalibrieren Sie die für die Probenform und den elastischen Dehnungsbereich geeignete Klemme.
2. Positionieren Sie das Thermoelement in der Nähe der Probe.
3. Wählen Sie die Betriebsart (DMA Multifrequenz, DMA Mehrfachspannung, DMA kontrollierte Kraft usw.), die für den gewünschten Versuchstyp benötigt wird.
4. Erstellen Sie ein Verfahren, das für die Betriebsart geeignet ist; dazu gehören die Kraft, die Frequenz, die Aufheizrate usw., die von der Betriebsart und dem Klemmentyp vorgegeben werden. (Falls zutreffend, verwenden Sie Frequenz- oder Amplitudentabellen.) Vorprogrammierte Testvorlagen sind ebenfalls für Ihre Versuche verfügbar.
5. Befestigen Sie die korrekt vorbereitete Probe im DMA. Drücken Sie dann auf die Taste **Messen**, um den Motor zu starten, eine Voransicht der Messung aufzurufen und zu bestätigen, dass die Bedingungen für die Messung akzeptabel sind, bevor Sie mit dem Vorgang fortfahren.
6. Schließen Sie den Ofen und starten Sie den Versuch.

Diese Schritte werden in der Online-Hilfe im Detail erläutert.

Auswählen eines Klemmensatzes

Die Form und die elastische Dehnung der meisten Proben bestimmen, welche Klemme für die Messung zu verwenden ist. Die Wahl des Klemmensatzes ist bei einigen Proben offensichtlich (z.B. bei Filmproben). Bei anderen Proben können allerdings mehrere verschiedene Klemmensätze benutzt werden (z. B. für versteifte thermoplastische Stangen). In manchen Fällen gibt es mehr als einen Satz Bedingungen, die zum Messen eines einzigen Materials über einen großen Temperaturbereich erforderlich sind. In der Tabelle unten sind die Klemmvorrichtungen für übliche Materialtypen aufgeführt.

Wenn Sie die geeignete Klemme ausgewählt haben, müssen Sie den DMA für die ausgewählte Klemme programmieren, damit das Gerät den Versuch ordnungsgemäß steuern und die korrekten Dehnungsbereiche für die Probe messen kann. Der Klemmentyp wird in der Gerätesteuersoftware ausgewählt. Nähere Einzelheiten finden Sie in der Online-Hilfe.

Dieses Kapitel enthält Informationen zur Einzel-/Doppel-Cantileverklemme, dem mit dem DMA mitgelieferten Standardklemmensatz. Wenn Sie eine der als optionales Zubehör erhältlichen Klemmen wählen, finden Sie Anleitungen für die jeweilige Klemme in der Online-Hilfe.

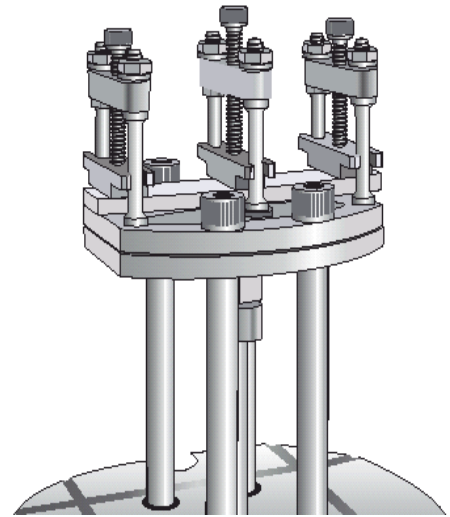
Klemmen	Probentyp	Beispiele
3-Punkt-Biegung	steif, geringe Dämpfung	Metalle, Keramik, Polymere mit stark versteifter Aushärtung, stark versteifte, kristallinische thermoplastische Polymere
Cantilever (Einzel/Doppel)	weiche bis mittl-ere steif	aushärtende Harze, Elastomere, amorph oder leicht versteifte thermoplastische Materialien
Scherung	ungestützte viskose Flüssigkeiten bis Elastomere oberhalb der Phasenumwandlung	ungehärtete Harze, Material im B-Zustand, Reifengummi
Kompression (Standard und Submersion)	Gels und weiche Elastomere	Körperpflege-Produkte, Zahnpasta, Hydrogele
Filmspannklemmen (Standard und Submersion)	dünne Filme und Fasern	verschiedene Filmarten
Faserspannklemmen (Standard und Submersion)	einzelne/gebündelte Fasern	verschiedene Faserarten
Penetration	alle Materialien	verschiedene Proben für die DMA Penetrations-, Phasenumwandlungs- oder Schmelzanalyse (wird nicht für quantitative DMA- Versuche benutzt)

Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen

Die Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen können für relativ weiche bis mittelsteife Materialien benutzt werden. Die Proben können von unterstützten aushärtenden Harzen bis zu Elastomeren, amorphen oder leicht versteiften thermoplastischen Materialien reichen. Doppel-Cantileverklemmen sind gut für die Messung mit weichen Elastomeren sowie für die Aushärtung unterstützter Harze geeignet. Die Einzel-Cantileverklemmen sollten immer für die Messung der Eigenschaften von amorphen Polymeren und Elastomeren über die Phasenumwandlung hinaus sowie für die Analyse von Materialien mit hoher Wärmeausdehnung benutzt werden.

Probengröße

Länge: Einzel: 4, 10 und 17,5 mm
Doppel: 8, 20 und 35 mm
Breite: bis 15 mm
Dicke: bis 5 mm (bis 1,75 mm für beste Ergebnisse)



HINWEIS: Mit Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen erhalten Sie die besten Ergebnisse, wenn das Länge-Dicke-Verhältnis kleiner oder gleich 10 ist.

Ausrichten der Thermoelemente

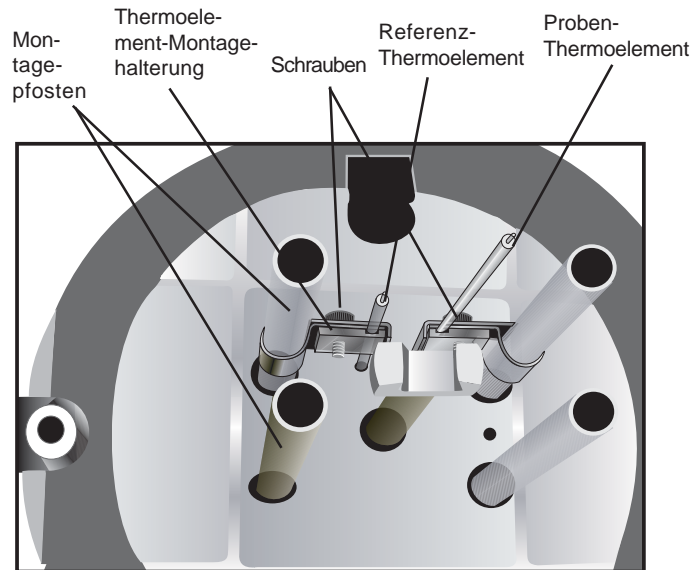
Der Ofenraum des DMA enthält zwei Thermoelemente. Mit dem Thermoelement auf der rechten Seite wird die Probentemperatur für alle Klemmen außer der Submersion-Kompressions- und der Submersion-Film-/Faserklemme gemessen. Diese beiden Submersion-Klemmen benutzen ein erweitertes Thermoelement auf der linken Seite, um die Temperatur der Flüssigkeit und der Probe zu messen.

Bei Verwendung von Klemmen, bei denen es sich nicht um Submersion-Klemmen handelt, sollte sich das Thermoelement auf der rechten Seite (Probe) in der Nähe der Probe befinden, ohne diese zu berühren, wenn die Probe in der Klemme befestigt wird. Das Thermoelement auf der linken Seite (Referenz) muss sich nicht in der Nähe der Probe befinden und kann je nach Bedarf positioniert werden, damit es die Probe und die Klemme nicht berührt.

Bei Benutzung einer Submersion-Klemme muss das linke (Proben-) Thermoelement gebogen werden, damit sich die Spitze in der Flüssigkeit befindet und fast bis zum Boden des Behälters reicht, diesen aber nicht berührt. Stellen Sie sicher, dass sich der Schieber frei bewegen kann und nicht vom Thermoelement behindert wird. Das Thermoelement auf der rechten Seite (Referenz) muss sich nicht in der Nähe der Probe befinden und kann je nach Bedarf positioniert werden, damit es die Probe, die Klemme und den Behälter nicht berührt.

Beide Thermoelemente müssen möglicherweise von Zeit zu Zeit neu ausgerichtet werden, wenn sie gebogen oder verschoben wurden oder wenn eine neue Klemme installiert wird. Wenn dies notwendig wird, gehen Sie wie folgt vor (siehe auch die Abbildung unten):

1. Lösen Sie die Schraube(n) der Halterung(en) der Thermoelemente, die in der Abbildung rechts dargestellt sind.
2. Verschieben Sie das bzw. die Thermoelement(e) nach oben oder unten oder biegen Sie es im gewünschten Winkel, je nach Bedarf.
3. Ziehen Sie die Schraube(n) der Halterung(en) wieder an.
4. Passen Sie den Winkel der Spitze des Thermoelements an, falls erforderlich, so dass sie sich in der Nähe der Probe befindet, diese aber nicht berührt. Sie müssen das Thermoelement möglicherweise biegen, um es näher an der Probe zu positionieren. Seien Sie beim Biegen des Thermoelements vorsichtig, damit es nicht zerbricht. Eine allmählich verlaufende Biegung ist einem plötzlichen starken Knick vorzuziehen.



Ansicht von oben ohne Klemme

Auswählen der Betriebsart

Der DMA besitzt mehrere Betriebsarten. Jede in der Tabelle unten aufgeführte Betriebsart steht für eine andere Klasse von ausführbaren Versuchen. Sie müssen vor Beginn eines Versuchs mit Hilfe der Gerätesteuersoftware eine Betriebsart auswählen.

Betriebsart	Versuche
DMA Multifrequenz Spannung/Deformation	<ul style="list-style-type: none"> • Zeit-, Temperatur- und Frequenz-Abhängigkeit von Speicher- und Verlustmodul, $\tan \delta$ • Vergleich ähnlicher Materialien (elastische Dehnung, Übergangstemperatur) • Wärmeaushärtungsverhalten • Voraussage der Langzeitleistung unter Belastung unter Verwendung von TTS (Time Temperature Superpositioning)
DMA Mehrfachspannung	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung des linearen viskoelastischen Bereichs (LVB) • „Mullens-Effekt“ bei Elastomeren
DMA Mehrfachbelastung	<ul style="list-style-type: none"> • Belastungsermüdung • belastungsabhängiger LVB
DMA Kriechverhalten	<ul style="list-style-type: none"> • Kriechnachgiebigkeit $J(t)$ • Materialausweichung (Verlängerung) unter Schwerkraft (Belastung)
DMA Stressrelaxation	<ul style="list-style-type: none"> • Stressrelaxationsmodul $E(t)$ • Festigkeit von Dichtungssiegel & Kraft • Passung von Teilen im Lauf der Zeit
DMA kontrollierte Kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Spannungs-/Deformationskurven für Filme & Fasern • Bewertung des linearen viskoelastischen Bereichs • Phasenumwandlung • Erweichungspunkt • statische Dehnung • thermische Volumenausdehnung (elementar)
DMA Isodeformation	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitungsausrichtungseffekte bei Filmen • Schrumpfkraft
DMA Deformationsgeschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Young-Modul • Fließpunkt

Vorbereitung und Befestigen von Proben

Die Probenvorbereitung ist einer der wichtigsten Faktoren für das Erreichen genauer und reproduzierbarer Dehnungswerte. Jeder Klemmentyp erfordert ein bestimmtes Verfahren für die Probenvorbereitung.

Die Verfahren für die als Standard gelieferten Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen sind unten aufgeführt.

Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen-Probenvorbereitung

Idealerweise sollten die Proben für die Benutzung mit der Doppel-Cantileverklemme geformt, maschinell bearbeitet oder auf eine andere Weise in eine rechteckige Form gebracht worden sein.

- **Dicke:** Das Mindestverhältnis von Länge zu Dicke sollte 10 zu 1 betragen. Die Dicke des Rechtecks sollte 1/10 bis 1/32 der Spanne der Doppel-Cantileverklemme betragen. Die maximale Dicke beträgt 5 mm.

HINWEIS: Es ist sehr wichtig, dass die Probe gleichmäßig dick ist und die Dicke genau gemessen wird. Bei der Modulberechnung wird die dritte Potenz der Probendicke verwendet. Ein Fehler von 3% bei der Dickenmessung ergibt daher einen Fehler von 10% bei der Modulberechnung.

- **Breite:** Die Breite des Rechtecks sollte 5 bis 15 mm betragen. Die Breiten- und Dickenabmessungen müssen für die gesamte Probe gleichmäßig sein; die Abweichung darf nicht mehr als 0,02 mm betragen.
- **Länge:** Schneiden Sie die Probe 5 mm länger als die Entfernung zwischen den Stützen der Doppel-Cantileverklemme, damit die Probe auf den Stützen aufliegt, ohne den Ofen zu berühren. Für die Doppel-Cantileverklemme beträgt die Länge etwa 55 bis 60 mm, für die Einzel-Cantileverklemme etwa 30 mm.



VORSICHT: Vergewissern Sie sich, dass die Probe weder den Ofen noch das Heizelement berührt.

Andere Probenformen wie Zylinder oder Röhren können bei Verwendung der Doppel-Cantileverklemmen ebenfalls benutzt werden; allerdings ist die Klemmeffektivität bei diesen Formen geringer, woraus sich eine größere Ungenauigkeit bei der Dehnungsmessung ergibt.

HINWEIS: Die Probengröße muss so gewählt werden, dass die Probensteifigkeit innerhalb der Grenzwerte des Geräts liegt (10^2 bis 10^7 N/m). Die Tatsache, dass eine Probe physisch in die Klemme passt, bedeutet nicht, dass die Steifigkeit der Probe für genaue Messungen groß oder klein genug ist.

Betriebsbereich für Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen

Die beiden nachstehenden Gleichungen können Ihnen bei der Auswahl der Probenklemmen und der Probengrößen helfen. Sie können ebenfalls helfen zu entscheiden, ob die Eigenschaften einer Probe einer bestimmten Größe gemessen werden können oder ob eine andere Probengröße erforderlich ist.

Auf den nächsten Seiten ist der elastische Dehnungsbereich sowie der mögliche Größenbereich für Proben für die einzelnen Probenklemmen aufgelistet. Die möglichen Probengrößen werden in den Gleichungen unten als Geometriefaktoren (GF) berechnet. Der Dehnungsbereich basiert auf dem Steifigkeitsbereich, in dem der DMA Messungen durchführen kann (10^2 bis 10^7 N/m).

Geometriefaktorgleichungen

Einzel-Cantileverklemme:
$$GF = \frac{1}{F} \left[\frac{L^3}{12I} + 2S(1 + \nu) \frac{L}{A} \right]$$

Doppel-Cantileverklemme:
$$GF = \frac{1}{F} \left[\frac{L^3}{24I} + S(1 + \nu) \frac{L}{2A} \right]$$

Dabei gilt:

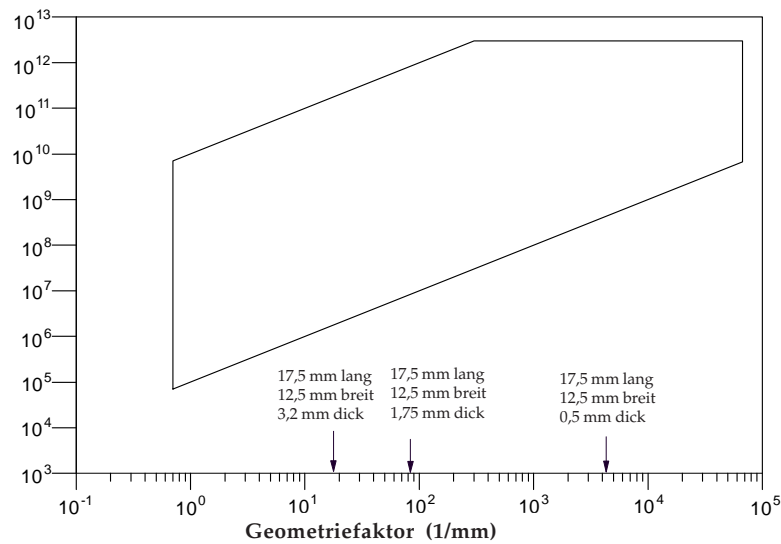
- L = Probenlänge einer Seite (mm)
- A = Querschnittsfläche einer Probe (mm²)
- I = Flächenmoment (mm⁴) = $1/12 T^3W$ bei rechteckigen Proben
- T = Probendicke (mm)
- W = Probenbreite (mm)
- F = Klemmfaktor (nominell 0,9)
- S = Scherungsfaktor (nominell 1,5)
- ν = Poisson-Zahl (nominell 0,44).

HINWEIS: Zur Bestimmung des für den Klemmfaktor F benutzten Werts siehe den Abschnitt „Klemmfaktoren“ in der Online-Hilfe.

Diese Gleichungen werden in der Online-Hilfe im Detail erläutert.

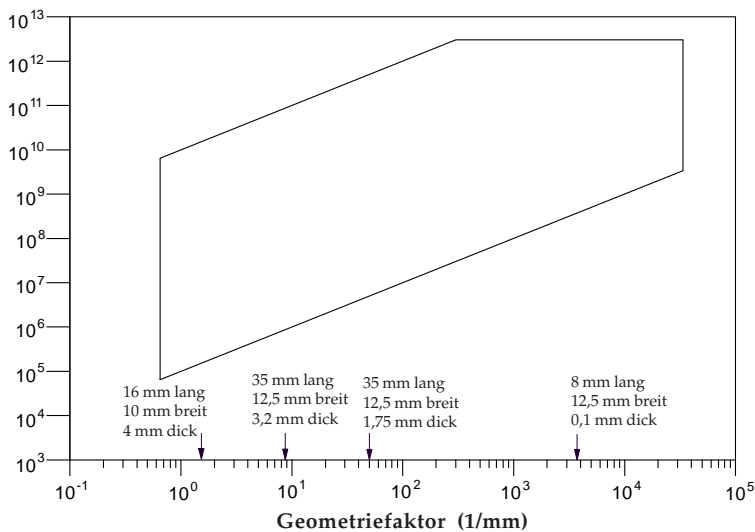
In den nächsten beiden Abbildungen sehen Sie einige typische Probengeometrien.

Modulus (Pa)



Betriebsbereich von Einzel-Cantileverklemmen

Modulus (Pa)



Betriebsbereich von Doppel-Cantileverklemmen

Verwendung der Betriebsbereichsdaten

Die Abbildungen oben können Ihnen bei der Bestimmung der geeigneten Probengröße für ein bestimmtes Material oder bei der Entscheidung helfen, ob eine Probe einer bestimmten Größe gemessen werden kann. Um die geeignete Probengröße zu bestimmen, die für ein bestimmtes Material erforderlich ist, benötigen Sie einiges Wissen um das ungefähre Verhalten (Dehnung) des zu testenden Materials. So kann ein bestimmtes Material beispielsweise eine Dehnung von etwa 3×10^9 Pa bei Raumtemperatur haben, während dieser Wert oberhalb der Phasenumwandlung (T_g) auf 10^7 Pa steigt. In den Abbildungen auf den Seiten 65 und 66 können Sie sehen, dass die meisten Geometriefaktoren für das Material bei Zimmertemperatur passen, aber nur wenige Geometrien (10^0 to 10^2 1/mm) für eine Probe oberhalb der Phasenumwandlung geeignet sind.

Die Abbildungen können zusätzlich dazu verwendet werden zu bestimmen, ob eine Probe einer bestimmten Größe benutzt werden kann. Sie haben beispielsweise eine Probe mit einer Breite von 12,5 mm und einer Dicke von 3,2 mm und wollen die Standard-Cantileverklappen (35 mm) verwenden. Die Geometriefaktoren für die Einzel-Cantilever- (17,5 mm) und die Doppel-Cantileverklappe (35 mm) werden in den Abbildungen oben dargestellt. Wenn das Material bei Zimmertemperatur eine relativ geringe Dehnung aufweist (z. B. 10^{-6} Pa), können die Doppel-Cantileverklappen die Probe leicht aufnehmen. Diese Probe liegt aber an der unteren Grenze des Betriebsbereichs der Einzel-Cantileverklappe. Wenn Sie genaue Daten bei Temperaturen über der Zimmertemperatur wünschen, ist die Doppel-Cantileverklappe vorzuziehen, oder Sie müssen eine kleinere (10 mm oder 4 mm) Einzel-Cantileverklappe verwenden.

Einzel-/Doppel-Cantileverklappe - Einlegen der Probe

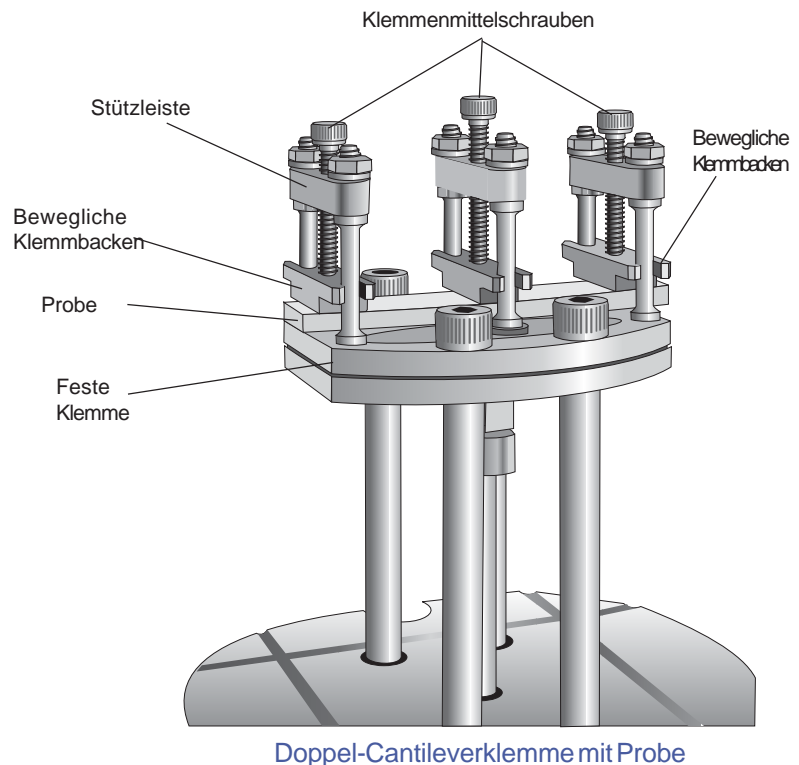
In diesem Abschnitt werden zwei Verfahren beschrieben: eines für das Einlegen steifer Proben und eines für das Einlegen weicher Proben. Wählen Sie, welches Verfahren für die von Ihnen benutzte Probe geeignet ist.

Einlegen einer steifen Probe

Gehen Sie wie folgt vor, um eine steife Probe in eine Einzel- oder eine Doppel-Cantileverklappe einzulegen:

1. Lösen Sie die drei mittleren Anzugsschrauben (zwei bei Einzel-Cantileverklappen), die in der Abbildung unten dargestellt sind.
2. Drücken Sie auf die Taste **Antrieb**, um die bewegliche Klemme zu lösen.
3. Heben Sie nacheinander jede der beweglichen Klemmbacken an und schieben Sie die Probe von einer Seite zwischen die Klemmenoberflächen.

HINWEIS: Wenn die Wärmeausdehnung des Materials stark ist, benutzen Sie die Einzel-Cantileverklappe anstelle der Doppel-Cantileverklappe, um genauere Ergebnisse zu erzielen. Verwenden Sie beim Betrieb mit einer Einzel-Cantileverklappe die hintere feste Klemme, um die Probe näher am Thermoelement zu positionieren.



4. Ziehen Sie die Anzugsschrauben an der festen Klemme handfest an.
5. Ziehen Sie die Anzugsschrauben an der beweglichen Klemme handfest an.
6. Drücken Sie erneut auf die Taste **Antrieb**, um die Klemme in ihrer Position zu verriegeln.
7. Benutzen Sie einen Drehmomentschlüssel, um die Anzugsschrauben für maximale Klemmkraft, aber minimale Probenverformung anzuziehen. Die empfohlenen Klemmdrehmomentwerte lauten 1,1 N-m bei hochausdehnenden Materialien ($E' > 5 \text{ GPa}$), 0,6 bis 0,9 N-m bei thermoplastischen Proben ($E' \sim 1 \text{ GPa}$) und handfest für die meisten Elastomere oberhalb T_g (Phasenumwandlung).
8. Justieren Sie das Thermoelement so, dass es sich etwa 1 mm unter und 1 mm von der Seite der Probe entfernt befindet.



VORSICHT: Vergewissern Sie sich, dass die Probe weder den Ofen noch das Heizelement berührt.

Einlegen von weichen Materialien, einschließlich Harzen und anderen Materialien, auf dem Glasfasergeflecht

Wenn Sie die Einzel- oder die Doppel-Cantileverklemme für die Analyse von Harzen oder anderen Proben auf dem Glasfasergeflecht verwenden, empfehlen wir die Verwendung der 8-mm-Doppel-Cantileverklemme. Gehen Sie zum Einlegen der Proben in die Klemme wie folgt vor:

1. Führen Sie die Schritte 1 bis 6 aus dem vorhergehenden Abschnitt mit einer festen Probe aus (z. B. eine der Stahl-Compliance-Proben).
2. Lösen Sie die mittleren Anzugsschrauben und nehmen Sie die feste Probe heraus.
3. Heben Sie nacheinander jede der beweglichen Klemmbacken an und schieben Sie Büroklammern oder andere kleine Gegenstände zwischen die Klemmbacken, um sie offen zu halten. Es wird empfohlen, die Oberflächen der Klemmbacken mit Aluminiumfolie abzudecken um zu verhindern, dass das Harz die Backen zusammenklebt.
4. Bereiten Sie die Geflechtprobe mit dem Harz vor. Tragen Sie das Harz dünn und gleichmäßig auf das Geflecht auf.
5. Schieben Sie das vorbereitete Geflecht vorsichtig an einer Seite in die Klemme.
6. Entfernen Sie die Büroklammern oder anderen Gegenstände, welche die Klemme offen hielten.
7. Ziehen Sie die Anzugsschrauben handfest an. Ziehen Sie dann die Schrauben mit einem Sechskantschlüssel um eine weitere Vierteldrehung fester.
8. Justieren Sie das Thermoelement so, dass es sich etwa 1 mm unter und 1 mm von der Seite der Probe entfernt befindet.

Messen der Probenlänge

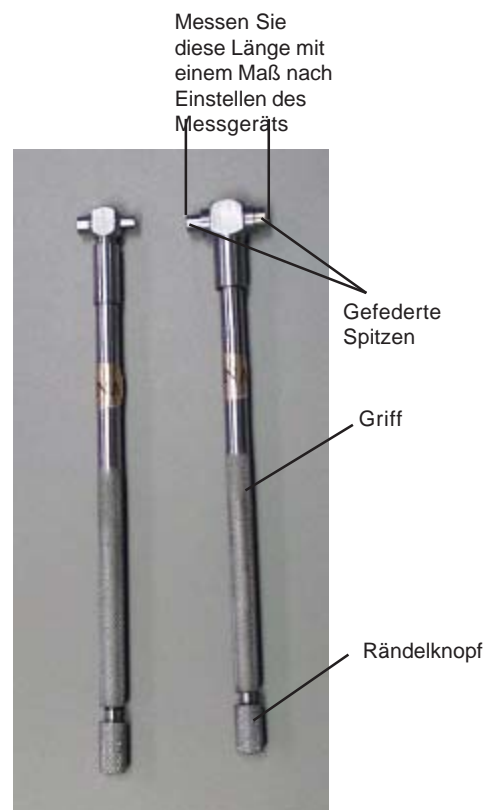
Um genaue Dehnungswerte zu erhalten, ist es wichtig, dass die Probenabmessungen genau bestimmt werden.

- Bei Verwendung einer Doppel-Cantileverklemme wird die Probenlänge durch die Entfernung zwischen den beiden festen Klemmen minus der Dicke der beweglichen Klemme definiert. Diese Messung wird als ein fester Wert (d. h. 35 mm) definiert, und kann ohne weitere Überprüfung benutzt werden.
- Bei Verwendung der Einzel-Cantileverklemme wird die Probenlänge durch die Entfernung zwischen der festen und der beweglichen Klemme definiert. Allerdings kann sich die tatsächliche Probenlänge aufgrund der Flexibilität der Antriebswelle nach dem Festziehen der Klemmen leicht von den Standardwerten unterscheiden. Für eine genaue Messung der Probenlänge enthält das Zubehör ein Teleskopmessinstrument. Im nächsten Abschnitt finden Sie die Anleitungen zur Benutzung dieses Teleskopmessinstruments.

Verwendung des Teleskopmessinstruments

Für eine genaue Messung der Probenlänge mit Hilfe des Teleskopmessinstruments bei Verwendung der Einzel-Cantileverklemme gehen Sie wie folgt vor:

1. Bereiten Sie die Probe vor und legen Sie sie wie in diesem Kapitel beschrieben ein.
2. Lösen Sie die Spitzen des Messinstruments, indem Sie den Rändelknopf um etwa eine Vierteldrehung gegen den Uhrzeigersinn drehen. Siehe Abbildung oben.
3. Führen Sie das Messinstrument seitlich zwischen die Klemmen direkt über der Probe ein.
4. Drehen Sie das Messinstrument vorsichtig, so dass die gefederten Spitzen des Instruments sich genau senkrecht zu den Klemmbacken und in der Mitte der Probe befinden. Achten Sie darauf, dass Sie den Griff vertikal halten.
5. Stellen Sie das Messinstrument ein, indem Sie die Rändelknöpfe im Uhrzeigersinn drehen, um die Spitzen in ihrer Position zu verriegeln.
6. Drehen Sie das Instrument seitlich und ziehen Sie es aus der Klemme heraus.
7. Messen Sie die Länge zwischen den Spitzen, die der effektiven Probenlänge entspricht, mit einem Größenmaß. Benutzen Sie diesen Wert bei der Eingabe der Geräteparameter als Wert für die Probenlänge.



Durchführen von Versuchen

Wenn Sie das geeignete Gerät eingestellt, die Versuchsparameter eingegeben und die Probe in den DMA eingelegt haben, können Sie die Messung vornehmen.

Bei Versuchen mit Einzel- oder Doppel-Cantileverklemmen befolgen Sie bitte die im nächsten Abschnitt enthaltenen Anleitungen. Bitte beachten Sie die folgenden Bedingungen bei Versuchen mit Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen:

- Wenn die Wärmeausdehnung des Materials stark ist – wie beispielsweise bei Thermoplasten und steifen Elastomeren - benutzen Sie die Einzel-Cantileverklemme, um genauere Ergebnisse zu erzielen.
- Sie müssen die Klemmen möglicherweise bei der Mindesttemperatur erneut anziehen, wenn Sie Elastomerproben bei Tieftemperaturen messen. Gehen Sie dazu wie nachstehend empfohlen vor:

1. Installieren und kalibrieren Sie die gewünschte Klemme.
2. Programmieren Sie die gewünschte Messmethode mit einem Equilibrierungssegment als erstem Segment.

HINWEIS: Verwenden Sie die Option „**Nach Methodenequilibration erneut messen**“ im Fenster „**Erweiterte Parameter**“, um die Abmessungsänderungen der Probe nach der Proben temperaturequilibration bei der niedrigeren Temperatureinstellung zu berücksichtigen. Diese Option ist nur bei Verwendung von Film-/Faserspann-, Kompressions- und Penetrationsklemmen anwendbar.

3. Laden Sie die gewünschte Probe.
4. Ziehen Sie die Klemme an und drücken Sie **Ofen** auf dem Touchscreen, um den Ofen zu schließen.
5. Wählen Sie im Menü den Befehl **Steuerung / Gehe zu Temperatur** und geben Sie die gewünschte Anfangstieftemperatur ein. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Einstellen**. Ihre Probe wird nun auf die Starttemperatur gebracht, ohne dass dabei eine Kraft ausgeübt wird, welche die Probe verformen könnte.

HINWEIS: Die gewünschte Temperatur muss im Bereich von -180°C bis 20°C liegen.

6. Beobachten Sie die Proben temperatur und warten Sie, bis die Probe die eingegebene Temperatur erreicht hat.
7. Drücken Sie **Ofen** auf dem Touchscreen, um den Ofen zu öffnen. Das GCA hält automatisch an und schaltet auf Lüftung um, und die Ofenheizung ist ausgeschaltet, während der Ofen offen ist.
8. Ziehen Sie die Klemme schnell und vorsichtig erneut fest.



VORSICHT: Benutzen Sie bei Handhabung der Probe oder der Klemmen immer die geeigneten Werkzeuge und beachten Sie alle Sicherheitsmaßnahmen. Proben und Klemmen können ausreichend heiß oder kalt sein, um Verletzungen zu verursachen.

9. Drücken Sie **Ofen** auf dem Touchscreen, um den Ofen zu schließen.
10. Wählen Sie **START**, um den programmierten Versuch zu starten.

Starten eines Versuchs

Vor dem Starten des Versuchs müssen Sie sicherstellen, dass Ihr DMA-Gerät mit der Steuereinheit verbunden, die Probe geladen, der Ofen geschlossen ist und Sie alle erforderlichen Parameter über die Gerätesteuerungssoftware eingegeben haben.

HINWEIS: Nachdem Sie den Versuch gestartet haben, steuern Sie weitere Vorgänge am besten über die Computertastatur. Das DMA-Gerät ist sehr vibrationsempfindlich und könnte durch das Betätigen der Tasten des Touchscreens beeinträchtigt werden.

Stoppen eines Versuchs

Wenn Sie den Versuch aus irgendeinem Grund stoppen müssen, können Sie dies jederzeit mit Hilfe des Befehls **Stopp** in der Gerätesteuerung oder mit der Taste STOPP auf dem Touchscreen tun.

Eine weitere Funktion, die zum Abbruch des Versuchs führt, ist der Befehl **Verwerfen**. Bei Wahl dieses Befehls werden jedoch alle Messdaten gelöscht, während bei Wahl von STOPP Ihre bis zum Zeitpunkt des Abbruchs gesammelten Daten gespeichert bleiben.

Herausnehmen von Proben

Wenn die Messung abgeschlossen ist, nehmen Sie die Probe aus der Einzel- /Doppel-Cantileverklemme wie folgt heraus.

1. Warten Sie, bis die Probe auf Zimmertemperatur abgekühlt ist, bevor Sie versuchen, sie herauszunehmen.
2. Drücken Sie die Taste **Ofen**, um den Ofen hochzufahren.
3. Drücken Sie auf die Taste **Antrieb** oder STOPP, um die bewegliche Klemme in ihrer Position zu verriegeln.
4. Lösen Sie die drei Anzugsschrauben in der Mitte der Klemme, mit denen die Probe zwischen den beweglichen Klemmböcken gehalten wird, und nehmen Sie die Probe heraus. Wenn Probenrückstände auf der Klemme verbleiben, kratzen Sie diese mit einer Rasierklinge oder einem ähnlichen Werkzeug ab.

Gerätewartung

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Wartungsarbeiten beschrieben, für die der Kunde verantwortlich ist. Alle weiteren Wartungsarbeiten sollten nur durch Servicetechniker von TA Instruments oder qualifiziertes Fachpersonal ausgeführt werden. Nähere Einzelheiten zu diesem Thema finden Sie in der Online-Dokumentation der Gerätesteuerungssoftware.



WARNHINWEIS: Dieses Gerät führt Hochspannung. Test- oder Reparaturarbeiten an der Elektrik dürfen daher nur von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

Reinigen des Touchscreens

Sie können den Touchscreen des DMA reinigen, so oft Sie wollen. Bitte verwenden Sie für die Reinigung einen flüssigen handelsüblichen Glasreiniger und ein weiches Tuch. Befeuchten Sie das Tuch (nicht den Touchscreen) mit dem Glasreiniger und wischen Sie dann vorsichtig über den Touchscreen und die umgebenden Oberflächen.



WARNHINWEIS: Verwenden Sie keine aggressiven Chemikalien, Scheuermittel, Stahlwolle oder sonstigen rauen Materialien zum Reinigen des Touchscreens, um Kratzer und damit Beschädigungen zu vermeiden.

Auswechseln der Sicherungen



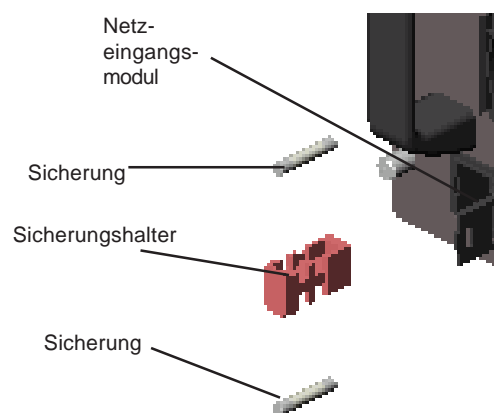
WARNHINWEIS: Ziehen Sie vor dem Prüfen oder Auswechseln von Sicherungen immer zuerst den Netzstecker!

Auswechseln der Sicherungen des DMA

Im DMA-Gerät befinden sich interne Sicherungen, die AUSSCHLIESSLICH von Servicepersonal von TA Instruments ausgewechselt werden dürfen. Wenn eine interne Sicherung durchbrennt, kann dies gefährlich sein. Wenden Sie sich in das Servicepersonal von TA Instruments.

Die einzigen Sicherungen, die Sie selbst auswechseln können, befinden sich im Netzeingangsmodul an der Rückseite des Geräts. So überprüfen Sie diese Sicherungen oder wechseln sie aus:

1. Schalten Sie das Gerät ab und ziehen Sie das Netzkabel.
2. Heben Sie mit einem kleinen Schraubenzieher eine Ecke der Abdeckung des Netzeingangsmoduls an und öffnen Sie sie.
3. Hebeln Sie nun ebenfalls mit Hilfe des Schraubenziehers den Sicherungshalter aus dem Gerät.
4. Nehmen Sie die alten Sicherungen heraus und wechseln Sie sie gegen die neuen aus. Achten Sie darauf, dass die neuen Sicherungen den auf den Leistungsschildern an der Geräterückseite angegebenen Typbezeichnungen und Werten entsprechen.
5. Setzen Sie den Sicherungshalter wieder ein und schließen Sie die Abdeckung.



Ersatzteile

Ersatzteile für den DMA erhalten Sie von TA Instruments. Bitte verwenden Sie die Tabelle unten und die Liste mit Vertretungen von TA Instruments auf Seite 85, um Ersatzteile zu bestellen.

Bestellnummer	Beschreibung
985011.901	DMA-Zubehör-Kit mit folgendem Inhalt:
280037.000	Werkzeug, Drehmomentschraubenschlüssel
982161.902	Probe, ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) 6 cm (5)
982161.903	Probe, ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) 3,5 cm (5)
982165.902	Probe, Polykarbonat 6 cm (5)
982165.903	Probe, Polykarbonat 3,5 cm (5)
984308.001	Probe, Kalibrierung 0,005 Zoll
984308.002	Probe, Kalibrierung 0,010 Zoll
984308.003	Probe, Kalibrierung 0,020 Zoll
984308.004	Probe, Kalibrierung 0,030 Zoll
984308.005	Probe, Kalibrierung 0,030 Zoll x 0,75
982166.003	Probe, 0,125 Compliance, 6 cm lang
982166.004	Probe, 0,125 Compliance, 3,5 cm lang
205221.002	Sicherung, 10 Ampere, 250 V
900902.901	Indium-Probe, Temperaturkalibrierung
900907.901	Zink-Probe, Temperaturkalibrierung
983169.001	Digitales Größenmaß B&S
270339.002	100-g-Gewicht
259508.000	Messingpinzette
270962.002	Teleskopmessinstrument (für 17-mm-Einzel-Cantileverklebmen)
205221.001	Sicherung (6,3 Ampere, 250 V)
251470.025	Ethernet-Kabel (7,7 m), abgeschirmt
253827.000	Netzkabel 120 V
985199.901	Steuerthermoelement (88,9 mm lang)
985199.902	Proben thermoelement (127 mm lang)
980228.902	Glashaltetuch (0,205 mm dick, 32,92 m lang)
984309.901	PET-Filmprobe, 3,5 cm lang (10)
984310.901	Indium-Drahtprobe, 3,5 cm lang (10)
984313.901	PET-Fadenprobe, 36 Zoll lang
982165.904	Polykarbonat-Probe (0,794 mm dick, 35,56 mm lang, Packung mit 5 St.)
984309.901	Polyethylenterephthalat- (PET)-Film (Packung mit 10 Stück, 38,1 mm lang)
984313.901	PET-Faser (914,4 mm lang)
984054.001	Antriebswelle
984003.901	DMA-Ofen
984370.901	Ofeneinlass, Zwingen- / Federnsatz
983164.001	Kalibrierungsprobe, Klemme für dünnen Film

(Fortsetzung nächste Seite)

Bestellnummer	Beschreibung
280257.001	Werkzeug, Sechskantschraubenschlüssel 3/32 L Kugeltreiber
280039.000	Sechskantschraubenschlüssel 7/64 0,25 Spitze
984347.001	Sechskantschraubenschlüssel 1/16
270962.001	Teleskopmessinstrument (für 10-mm-Einzel-Cantileverklemmen)
270962.002	Teleskopmessinstrument (für 17-mm-Einzel-Cantileverklemmen)
270976.002	Filter/Regler mit automatischer Entleerung
270975.001	Filterelement
984350.901	Druckluftzubehör
991400.902	Gaskühlzubehör (GCA) – automatische Behälterfüllung
984048.901	8-mm-Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen-Satz
984047.901	20-mm-Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen-Satz
984015.901	35-mm-Einzel-/Doppel-Cantileverklemmen-Satz
984026.901	Drei-Punkt-Biegeklammersatz (5, 10 und 15 mm Länge)
984014.901	Drei-Punkt-Biegeklammersatz (20 und 50 mm Länge)
984018.901	Parallelplatten-Kompressionsklammersatz (einschließlich 15- und 40-mm-Platten)
984022.901	Penetrationssatz
984016.901	Film-/Faserspannklammersatz
985016.901	Filmzugklemme (zweiflächig)
984023.901	Spezialfaserspannklammersatz
984017.901	Scherung-Sandwich-Klammersatz
985067.901	Submersion-Kompressionsklammersatz
985068.901	Film-/Faser-Submersion-Klammersatz
985178.901	Submersion-Dreipunktbiegungsklemme

A

Abmessungen 29

abschalten
Gerät 43

Anschließen
Gasleitungen 33
Kabel 33

Anschluss
Kühlgas 37

Anschlüsse 33
Com 1 33
Com 2 33
Ethernet 33
Event 33
Kühlgas 34

Anzeigemenü 25

Atmosphäre 29

Auspacken 31

B

Betriebsarten 53

Betriebsbereich
Doppel-Cantileverklemmen 56
Einzel-Cantileverklemmen 56
Verwendung der Daten 56

C

Computer
anschießen an LAN 40

D

Deformationsauflösung 30

DMA
anheben 12
Betriebsarten
auswählen 53
kalibrieren 48
Sicherungen auswechseln 63
Teile 64

Doppel-Cantileverklemme
 Probenlänge messen 59
 Teleskopmessinstrument 59

Drehmomente 58

Druck
 Luftfilterregler 37

dynamische Verformung 30

E

Eintauchflüssigkeit 9, 12

Einzel-/Doppel-Cantileverklemme
 Durchführen einer Versuchs 60
 Entfernen 45
 Installation 44
 Proben herausnehmen 61
 Probenvorbereitung 54

Einzel-Cantileverklemme
 Teleskopmessinstrument 59

elastische Dehnungspräzision 30

elastischer Dehnungsbereich 30

Elektromagnetische Verträglichkeit 8

Erfüllung behördlicher Auflagen 8

Ersatzteile 64

Ethernet-Anschluss 33

Ethernet-Kabel
 Anschließen des Computer an ein LAN 40

Event-Port 33

F

Feuchtigkeit 32

Flüssigkeit
 mit Submersion-Klemmen benutzen 9, 12

Flüssigstickstoff 10
 Sicherheit 11

Frequenzbereich 30

G

Gaskühlzubehör (GCA) 37

Gasleitungen
 Anschließen 33

gefährliche Nebenprodukte 13

Geflecht

Glasfaser 58

Gehäuse 16

Geometriefaktorgleichungen 55

Gerät

abschalten 43

anheben 12

Anschlüsse 33

auspacken 31

Auswählen eines Standorts 32

Erdung 32

Ersatzteile 64

installieren 31

technische Daten 29

überprüfen 31

verpacken 31

Wartung 62

Gerätestandort 32

Gewicht 29

Glasfasergeflecht 58

H

Hauptfunktionstasten 22

Höchstkraft 30

I

Installation 31

Luftkühlungsanschlüsse 38

Spannungskonfigurationseinheit 41

isotherme Stabilität 30

K

Kabel

Anschließen 33

Kalibrierung 48

Balance 48

Dynamik 48

Elektronik 48

Gerät 48

Gewicht 48

Klemme 48

Kraft 48

Position 48

- Klemmen 26
 - Auswählen 50
 - auswählen 50
 - beweglich 26
 - Drehmomente 58
 - Einzel-/Doppel-Cantilever
 - Beschreibung 51
 - Betriebsbereich 55
 - Einlegen der Probe 57
 - entfernen 45
 - installieren 44
 - Probentypen 51
 - Probenvorbereitung 54
 - Sicherheit von Submersion-Klemmen 9, 12
 - spannend 26
 - Teile 26
 - unbeweglich 26
 - zugentlastet 26

Kontaminierung 13

Kühlgasanschluss 34, 37

Kühlrate 30

Kühlschlauch
Installation 38

L

LAN 40

Luftfilterregler 28

- Ausgangsdruck 37
- elektronischer Zeitgeber 36
- Mindestanforderungen für die Luftversorgung 37

Luftkompressorzubehör (ACA) 28

- Beschreibungen 27
- Richtlinien für die Installation 27
- Standort 27

Luftkühlleitung
installieren 37

Luftlager 35

Luftlagergas 36

Luftversorgung 35

M

Mindestvorspannkraft 30

N

Netzeingangsmodul 42

Netzkabel
installieren 42

Netzschalter 42

P

Probe

- befestigen 54
- einlegen 57
 - Harze 58
 - steife Materialien 57
- Elastomer 60
- herausnehmen 61
- Länge 54
- Länge messen 59
- Rückstände 61
- steif 57
- vorbereiten 54

Proben

- Zersetzung 13

Probenbreite 29

Probendicke 29

Probenlänge 29

programmierte Aufheizrate 30

R

reinigen

- Touchscreen 62

S

Sicherheit

- anheben 12
- Verwenden von Submersion-Klemmen 9, 12

Sicherheitsnormen 8

Sicherungen 63

- Sicherungen des DMA auswechseln 63

spannend 26

Spannungskonfigurationseinheit

- installieren 41

- starten
 - Gerät 43
 - Versuch 61
- Statuszeile 22
- Steuereinheit
 - Beschreibung 15
- Steuerungsmenü 23
- stoppen
 - Gerät 43
- Stoppen eines Versuchs 61

T

- technische Daten 29
 - Druckluftzubehör (ACA) 30
 - Dynamic Mechanical Analyzer (DMA) 29
- Teile 64
- Teleskopmessinstrument 59
 - messen 59
- Temperaturbereich 29, 30
- Temperaturreproduzierbarkeit 30
- thermische Sicherheit 11
- Thermoelement
 - positionieren 44
- Touchscreen
 - Anzeigemenü 25
 - Hauptfunktionstasten 22
 - reinigen 62
 - Steuerungsmenü 23

V

- Ventil
 - Druckluftzufuhr (Luftfilterregler) 37
 - Magnetventil 37
- Verdrängungsbereich 29
- Verpacken 31
- Versuch
 - stoppen 61
 - Verfahren 49
- Versuch ausführen 49
- Versuche
 - durchführen 60
 - grundlegende Schritte 47

Versuchs
 starten 61
 verwerfen 61

Versuchsschritte 49

Vorratsbehälter 26

W

Wärmeausdehnung 60

Wartung 62

Z

Zinke 44

zugentlastet 26

