

PRODUKTÜBERSICHT





Seit mehr als 25 Jahren ist FRITSCH auch im Bereich Laser-Partikelmessung immer

einen Schritt voraus. 1985 wurde mit dem patentierten FRITSCH-Messverfahren die

Laserbeugung im konvergenten Laserstrahl eingeführt und damit die Messgenauigkeit

FRITSCH. EINEN SCHRITT VORAUS.

revolutioniert. Seitdem ist sie internationaler Standard für einfaches, schnelles und

verlässliches Arbeiten. Sichern Sie sich die praktische Erfahrung und technische

Überlegenheit aus einem Vierteljahrhundert praktizierter Laser-Partikelgrößenmessung.

INHALT

➤	STÄRKEN, AUF DIE ES ANKOMMT	4 – 5
➤	WELTWEITER SERVICE	6 – 7
➤	ANALYSETTE 22 MicroTec plus	8 – 11
➤	ANALYSETTE 22 NanoTec	12 – 15
➤	SOFTWARE	16 – 18
➤	EINFACHE MESSUNG IN 5 SCHRITTEN.....	19
➤	ISO 13320	20 – 21
➤	TECHNISCHE DATEN	22 – 23
➤	BESTELLDATEN	24
➤	KLEINE EINFÜHRUNG IN DIE LASER- PARTIKELGRÖSSENMESSUNG	25 – 27

STÄRKEN, AUF DIE ES ANKOMMT



- **Hohe Messgenauigkeit**
- **Sichere Reproduzierbarkeit**
- **Verlässliche Vergleichbarkeit**
- **Kurze Messzeiten**

Die Modelle der FRITSCH ANALYSETTE 22 sind weltweit in der Produktions- und Qualitätskontrolle, in Forschung und Entwicklung im Einsatz. Überall bieten sie mit kurzen Analysezeiten, sicher reproduzierbaren und verlässlich untereinander vergleichbaren Ergebnissen entscheidende Vorteile bei der präzisen Ermittlung von Partikelgrößen. Flexibel, effizient und zuverlässig.

QUALITÄT UND TECHNOLOGIE AUS DEUTSCHLAND

Alle wesentlichen Komponenten der FRITSCH Laser-Partikelmessgeräte werden komplett in Deutschland gefertigt. Die Endproduktion findet ausschließlich in unserem eigenen Werk am deutschen Stammsitz in Idar-Oberstein statt. Mit strengen Qualitätskontrollen und dem besonderen Anspruch, den ein traditionelles Familienunternehmen an seine Produkte stellt. Darauf können Sie sich verlassen.

Neueste Messgenauigkeit nach ISO 13320

Alle FRITSCH Laser-Partikelmessgeräte entsprechen hinsichtlich Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit der aktuellsten und der zukünftigen internationalen Norm ISO 13320. Für absolut zuverlässige Genauigkeit und Vergleichbarkeit (s. S. 20).



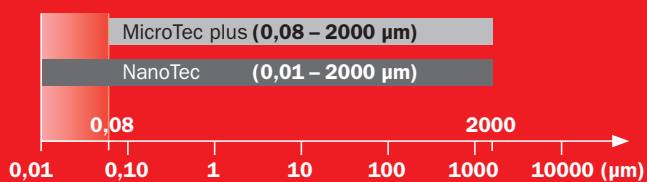
ANALYSETTE 22 MicroTec plus – der kompakte Allround-Laser für alle Einsatzbereiche



ANALYSETTE 22 NanoTec – High-End für Messungen bis in den Nano-Bereich

ZWEI MODELLE FÜR ALLE ANWENDUNGEN

Wählen Sie ganz nach Ihrem Bedarf die neue **ANALYSETTE 22 MicroTec plus**, die mit einem extraweiten Messbereich alle gängigen Messaufgaben abdeckt, oder die **ANALYSETTE 22 NanoTec**, das High-End-Gerät für Messungen bis in den Nano-Bereich. Mit dem patentierten Messaufbau für höchste Genauigkeit und Empfindlichkeit bei kleinsten Partikeln durch die Messung der Rückwärtsstreuung in einem zweiten Laserstrahl, einer verschiebbaren Messzelle und einer ausgefeilten Detektorgeometrie.



Stichwort Laserbeugung

Die Laserbeugung/Laserstreuung ist heute das effizienteste Verfahren, wenn es um die Ermittlung von Partikelgrößenverteilungen in einem weiten Messbereich von etwa 10 nm bis zu mehreren Millimetern geht. Dabei werden die Proben entweder trocken als Pulver im Luftstrahl oder nass in einem geschlossenen Flüssigkeitskreislauf als Suspension dispergiert. Die Vorteile für Sie: sehr kurze Messzeiten, zeitsparende automatische Abläufe, hohe Präzision, sichere Reproduzierbarkeit und flexible Möglichkeiten der Ergebnisverarbeitung.

WELTWEITER SERVICE

Auch das ist ein wichtiger Teil von FRITSCH: persönliche Beratung und umfassender Service durch unsere Experten – nahezu überall auf der Welt.

www.fritsch-laser.de

KOSTENLOSE PROBEMESSUNG

Schicken Sie uns Ihre Probe zu einer kostenlosen und unverbindlichen Partikelgrößenanalyse – ganz einfach in drei Schritten unter www.fritsch-laser.de. Das Ergebnis wird Sie überzeugen.

VOR-ORT-TEST IM LABORBUS

Testen Sie unsere Laser-Partikelmessgeräte im FRITSCH-Laborbus – einfach einen Termin vereinbaren und wir kommen vorbei.

WARTUNG UND ERSATZTEILVERSORGUNG

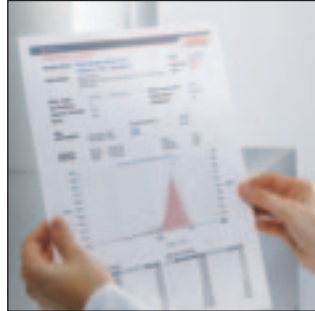
Fragen Sie Ihre FRITSCH-Vertretung vor Ort nach dem speziellen Wartungs-Vertrag für Ihre ANALYSETTE 22 und lassen Sie sich die praktische Online-Wartung zeigen. Und auf alle wichtigen Ersatzteile geben wir Ihnen eine Liefergarantie von mindestens 10 Jahren – für ein Höchstmaß an Investitionssicherheit.

BERATUNG, SCHULUNGEN, WORKSHOPS

Wir beraten Sie in allen anwendungstechnischen Fragen: am Telefon oder persönlich. Und in regelmäßigen Workshops und Seminaren geben wir unser Wissen weiter – bei Ihnen oder an zentralen Orten weltweit. Fragen Sie danach!



Nah und persönlich: Beratungen, Schulungen, Workshops



Einfach anfordern: kostenlose Probemessung



Wir kommen zu Ihnen: kundennaher Vor-Ort-Test im FRITSCH-Laborbus



NUTZEN SIE UNSERE ERFAHRUNG!

Für alle Fragen rund um die FRITSCH Laser-Partikelgrößenmessung und ihre Einsatzmöglichkeiten berät Sie unser Experte Dr. Günther Crollly unter:

+49 67 84 70 138 - crollly@fritsch-laser.com

Wir freuen uns über Ihr Interesse!



ANALYSETTE 22 MicroTec plus

KOMPAKTE FORM – KOMPAKTER PREIS

- extraweiter Messbereich 0,08 – 2000 µm
- besonders hohe Messgenauigkeit
- revolutionäre Dual-Laser-Technologie
- praktisches Modul-System
- schneller Wechsel von Nass- zu Trocken-Messung
- variables Suspensionsvolumen der Nass-Dispergiereinheit
- einfache Reinigung
- geringe Stellfläche

Entdecken Sie mit der neuen **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** die neue Generation der **FRITSCH Laser-Partikelmessgeräte: den kompakten Allround-Laser für alle gängigen Einsatzbereiche – und den neuen Maßstab für Preis und Leistung.**

Mit der **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** wird Partikelmessung zur einfachen Sache – für Profis genauso wie für jeden kurz eingearbeiteten Mitarbeiter am Warenein- oder -ausgang. Damit ist sie das ideale Gerät zum günstigen Preis für die Übernahme der eigenen Qualitäts- und Produktionskontrolle. Auch für mittlere und kleinere Unternehmen. Fragen Sie danach – wir beraten Sie gerne. Und Vergleichen lohnt sich!

VARIABLER MESSBEREICH

Mit der **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** können Sie ganz einfach und vollautomatisch zwischen zwei Einzelmessbereichen wählen oder beide zu einem dritten kombinieren. Ihr Vorteil: größte Flexibilität und ein Gesamtmessbereich von 0,08 µm – 2000 µm in einem einzigen Gerät mit einer hervorragenden Auflösung von bis zu 108 Messkanälen.

FREIE PROGRAMMIERBARKEIT

Den Dispergiervorgang der **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** können Sie über die Standardprogramme hinaus völlig frei programmieren und damit exakt an Ihre Bedürfnisse anpassen. Zum Beispiel, indem Sie Schleifen zur automatischen Untersuchung des Dispergierzustandes in Abhängigkeit von der Dispergierdauer programmieren. Oder Sie fügen nach der erfolgten Probenzugabe eine frei definierbare Wartezeit hinzu, in der die Probe, unterstützt durch Ultraschall, vollständig in ihre Primärkörner zerlegt wird. Ihr Vorteil: eine völlig neue Freiheit bei der Gestaltung des gesamten Dispergierprozesses.



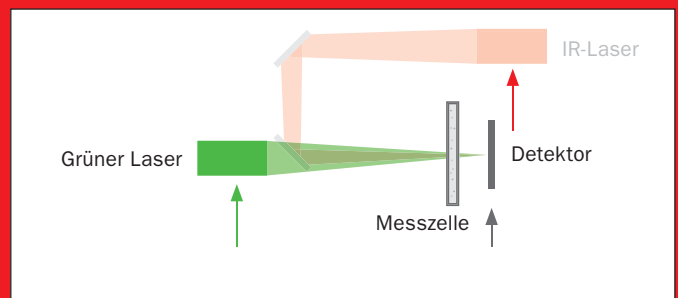
ANALYSETTE 22 MicroTec plus – praktisches Modul-System mit separaten Dispergiereinheiten

REVOLUTIONÄRE LÖSUNG:

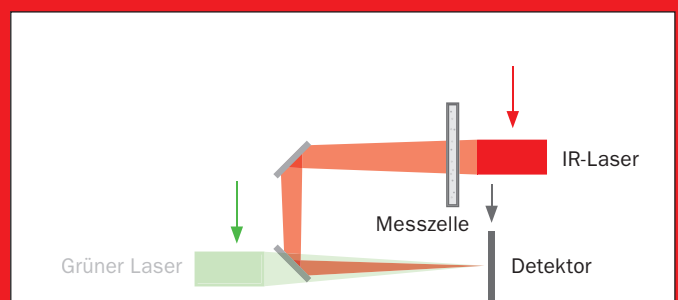
DUAL-LASER-TECHNOLOGIE

In der **FRITSCH ANALYSETTE 22 MicroTec plus** ist ein Halbleiterlaser mit grünem Laserlicht für die Messung kleiner Partikel zuständig, während ein Infrarot-Halbleiterlaser den Bereich der großen Partikel abdeckt. Beide Laser lassen sich durch seitliches Verschieben unabhängig voneinander vollautomatisch und extrem schnell optimal ausrichten. Ihr Vorteil: für jede Partikelgröße die ideale Wellenlänge und eine ideale Kombination aus großem Messbereich, hervorragender Auflösung und kleiner Stellfläche, die die **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** von anderen Geräten unterscheidet.

Geniale FRITSCH-Idee: Mit der Umlenkung des langwelligeren roten Laserstrahls macht die **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** höchste Messgenauigkeit auch für große Partikel auf kompaktem Raum möglich. Beim Wechsel zur Messung kleiner Partikel im kurzwelligeren grünen Laserstrahl werden der Detektor und die Laserquelle einfach als Einheit verschoben – die Messzelle bleibt fest stehen.



Messanordnung für den unteren Partikelgrößenbereich



Messanordnung für den oberen Partikelgrößenbereich



ANALYSETTE 22 MicroTec plus

Perfektes Dispergieren – höchste Flexibilität

Jede Partikelgrößenmessung ist nur so gut wie ihre Dispergierung. Deshalb legen wir auf diesen Punkt besonders großen Wert und bringen unsere ganze Erfahrung ein.

Die **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** haben wir als besonders praktisches Modul-System mit perfekt durchdachten Einheiten zur Trocken- und Nass-Dispergierung oder zur Kombination mit einer Kleinmengen-Nassdispergiereinheit entwickelt. Alle Dispergier-Module können Sie einzeln oder zusammen an die Messeinheit anschließen und jederzeit für neue Messaufgaben problemlos um- und aufrüsten. Mit Standardprogrammen zur einfachen Bedienung, völlig freier Programmierbarkeit für maximale Flexibilität, besonders schneller und effizienter Reinigung und vielen weiteren Vorteilen, die Ihnen die Arbeit erleichtern und die Qualität Ihrer Messergebnisse sichern. Einen Schritt voraus.

TROCKEN-DISPERGIEREINHEIT

Ihre Vorteile

- ideale Messung pulverförmiger Proben in beschleunigtem Luftstrom
- geeignet für Probenmengen von unter 1 cm³ bis ca. 100 cm³
- Zerlegung von Agglomeraten mit spezieller Ringspalt-Venturidüse
- Hochfrequenz-Zuteilrinne (hart-eloxiert) zur kontinuierlichen und rückstandsfreien Probenzuführung
- automatische computergesteuerte Einstellung des Dispergierdrucks
- vollautomatische Messabläufe frei programmierbar
- besonders schnell und einfach zu reinigen
- multifunktionales Absaugsystem zur automatischen Probenabsaugung während der Messung und zur Reinigung (z. B. von überschüssigem Probenmaterial) nach der Messung

Hinweis: Zum Betrieb der Trocken-Dispergiereinheit wird eine öl-, wasser- und partikelfreie Druckluftversorgung mit mindestens 5 bar Druck und einer Luftmenge von mindestens 125 l/min benötigt. Zur Absaugung des Probenmaterials ist eine externe Absaugvorrichtung notwendig, die als FRITSCH-Zubehör gleich mitbestellt werden kann.



Messeinheit
ANALYSETTE 22 MicroTec plus
mit Trocken-Dispergiereinheit

Praktisches Schnellwechsel-System

Die Messzellen der neuen **ANALYSETTE 22 MicroTec plus** befinden sich in praktischen Kassetten, die beim Wechsel von Nass- zu Trocken-Messung einfach ausgetauscht werden – ganz ohne Schlauchwechsel oder Umbau! Auch die Reinigung der Messzelle wird durch dieses System zum Kinderspiel. Und wenn Sie die Kassette gerade nicht benutzen, wird sie einfach in der jeweiligen Dispergiereinheit geparkt. Eine saubere Sache!



Bestens durchdacht: einfaches Parken der Messzelle in der Dispergiereinheit

NASS-DISPERGIEREINHEIT

Ihre Vorteile

- zeitsparendes Schnellwechsel-System der Messzellen
- extrem freie Programmierbarkeit des Dispergiervorgangs für höchste Flexibilität
- variables Suspensionsvolumen mit 3 verschiedenen Flüssigkeitsmengen als Standard
- auch Benzin, Alkohol und viele organische Lösungsmittel nach ITC standardmäßig als Suspensionsflüssigkeit einsetzbar
- beleuchtetes Ultraschallbad zur besseren Beobachtung der Dispergierung
- frei einstellbare Ultraschall-Intensität zur optimalen Dispergierung
- leistungsstarke Zentrifugalpumpe zum optimalen Transport auch schwerer Partikel mit hoher Dichte
- Spülvorgang auf das Probenmaterial optimierbar



Messeinheit
ANALYSETTE 22 MicroTec plus
mit Nass-Dispergiereinheit

Kleinstmengen-Nassdispergiereinheit

Mit 100 ml Suspensionsvolumen ist sie ideal zur Messung in Lösungsmitteln oder von wertvollen Proben bei einem Messbereich von 0,01 – 600 μm . Besonders praktisch: ihr durchsichtiger Glasbehälter zur Kontrolle der Probe und die Spülung des Messkreislaufs durch ein Ein-Hebel-Ventil (4/2-Wege-Kugelhahn). Ihre Zentrifugalpumpe zur schonenden Förderung der Probe ist in der Leistung regelbar. Alle mit der Flüssigkeit in Berührung kommenden Teile bestehen aus den Materialien Stahl, Viton und Glas, die beständig gegen die gängigen Lösungsmittel sind.





ANALYSETTE 22 NanoTec

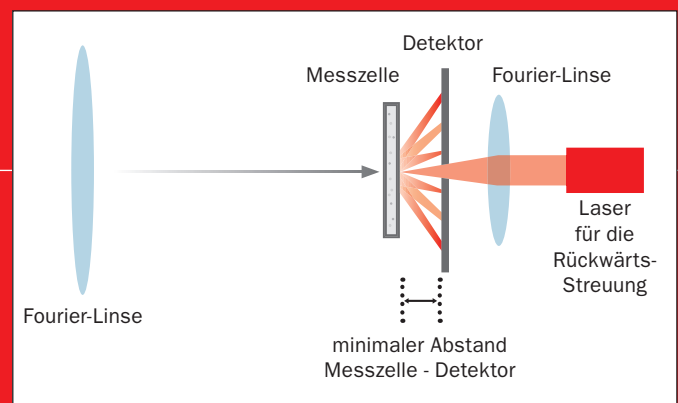
HIGH-END BIS IN DEN NANO-BEREICH

- schnelle, automatische Partikelgrößenanalyse
- Messbereich 0,01 – 2000 μm
- einzigartige FRITSCH-ZOOM-Technologie
- Größenverteilung und Formanalyse in einer Messung
- effektive, automatische Reinigung des Messkreislaufes
- Nass- und Trocken-Messung im selben Gerät
- vollautomatischer Wechsel zwischen den Dispergiereinheiten
- tottraumfreie Spülung durch 4/2-Wege-Ventil
- platzsparend durch vertikal angeordnetes optisches System

Mit einem Messbereich von 0,01 μm bis 2000 μm ist die ANALYSETTE 22 NanoTec das ideale, universell einsetzbare Laser-Partikelmessgerät zur effektiven und sicheren Bestimmung von Partikelgrößenverteilungen. Mit der einzigartigen FRITSCH-ZOOM-Technologie lässt sie sich dabei einfach und schnell an jede Probe anpassen und garantiert ein Höchstmaß an Auflösung – für perfekte, sichere Ergebnisse bis in den Nano-Bereich.

GENIALE FRITSCH-LÖSUNG: MESSUNG DER RÜCKWÄRTS- STREUUNG

Zur Ausdehnung der Partikelgrößenbestimmung bis in den Nano-Bereich ist die Detektion des nach hinten gestreuten Lichtes notwendig. Und die FRITSCH-Lösung ist auch hier so einfach wie genial: Um auch die Rückwärts-Streuung für die Messung nutzbar zu machen, hat FRITSCH als erstes Unternehmen der Branche einen zweiten Laserstrahl eingeführt. Er bestrahlt die direkt vor den Detektor geschobene Probe



Messung mit Rückwärts-Laser

zusätzlich durch eine Mikrobohrung im **Zentrum des Detektors hindurch von hinten** und macht so den enorm großen Messbereich der **ANALYSETTE 22 NanoTec** mit einer unteren Messgrenze von ca. 0,01 μm möglich. Der Gesamtmessbereich von 0,01 bis 1000 μm kann durch die Verwendung der Strahlaufweitung ganz einfach auf 15 – 2000 μm umgeschaltet werden. Perfekt durchdacht!

Kompakte Form

Die optische Bank der **ANALYSETTE 22 NanoTec** ist aus besonders hochwertigen Komponenten extrem platzsparend vertikal aufgebaut.



FRITSCH PATENT:

HÖCHSTE AUF-

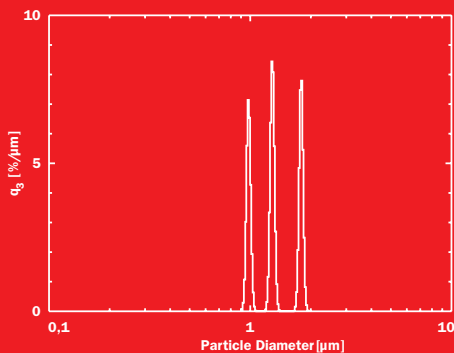
LÖSUNG DURCH

ZOOM-FUNKTION

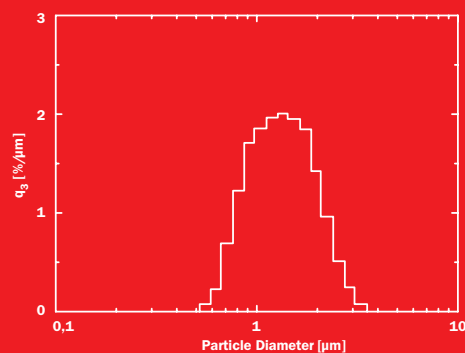
Nur in der **ANALYSETTE 22 NanoTec** von **FRITSCH** können Sie die Messzelle während der Messung im Strahlengang frei verschieben (s. Skizzen S. 26). Ihr Vorteil: eine einfache, stufenlose Anpassung des Messbereichs an die Probe und bis zu 520 effektive Messkanäle für eine extrem hohe Auflösung. Patente Lösung!

Anwendungsbeispiel: Gemessene Partikelgrößenverteilung einer Mischung von drei verschiedenen Latex-Proben

Der Durchmesser der drei einzelnen Bestandteile betrug $0,98 \mu\text{m}$, $1,32 \mu\text{m}$ und $1,86 \mu\text{m}$. Die rechte Messung wurde mit nur einer Zellenposition (56 Messkanäle) durchgeführt, die linke mit 9 Zellenpositionen (465 Messkanäle). Das Resultat: hervorragende Auflösung zur Analyse auch feinsten Details innerhalb einer Partikelgrößenverteilung.



Messung: 9 Zellenpositionen
465 Messkanäle



Messung: 1 Zellenposition
56 Messkanäle



ANALYSETTE 22 NanoTec

Durchdachte Trocken- und Nass-Dispergierung

Auch in der ANALYSETTE 22 NanoTec sorgen durchdachte Dispergiereinheiten für die perfekte, einfache und schnelle Dispergierung Ihrer Probe. Das Gehäuse bietet Platz für zwei Dispergiereinheiten, die Sie frei konfigurieren können: mit einer Nass- oder einer Trocken-Dispergiereinheit, beiden Einheiten zusammen mit schnellem automatischem Wechsel untereinander oder auch in Kombination mit einer Kleinmengen-Nassdispergiereinheit – als zweite Einheit im Gerät integriert oder als dritte separat extern angeschlossen. Genau so, wie Sie es brauchen.

TROCKEN-DISPERGIEREINHEIT

Ihre Vorteile

- Messbereich 0,1 - 2000 µm
- Aufbereitung von Agglomeraten durch mechanische und pneumatische Kräfte
- dosierte Probenezufuhr durch amplitudengeregelte Vibrations-Zuteilrinne
- Steuerung des gesamten Funktionsablaufs durch integrierten Mikroprozessor
- vollautomatische Messabläufe frei programmierbar und speicherbar
- Dispergierung in einer Zweistoff-Ringspaltdüse durch Luftlamellen mit aerodynamischer Wellenbildung am Düsenaustritt und hoher Strömungsgeschwindigkeit am Düsenkanal
- automatische Absaugung der gemessenen Probe durch Unterdruck

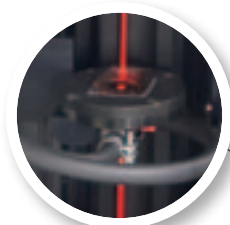
Hinweis: Zum Betrieb der Trocken-Dispergiereinheit wird eine öl-, wasser- und partikelfreie Druckluftversorgung mit mindestens 5 bar Druck und einer Luftmenge von mindestens 125 l/min benötigt. Zur Absaugung des Probenmaterials ist eine externe Absaugvorrichtung notwendig, die als FRITSCH-Zubehör gleich mitbestellt werden kann.

Nass- und Trocken-Dispergierung in Kombination

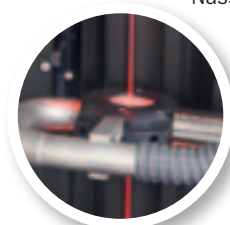
Besonders praktisch: Wenn Sie in Ihren Anwendungen häufig zwischen Nass- und Trocken-Dispergierung wechseln, bestücken Sie die beiden Plätze für Dispergiereinheiten in Ihrer **ANALYSETTE 22 NanoTec** mit einer Nass- und einer Trocken-Dispergiereinheit. Die gewünschte Dispergierung wird einfach, schnell und vollautomatisch per Softwarebefehl ausgewählt, ohne dass Sie noch einen Handgriff tun müssen.



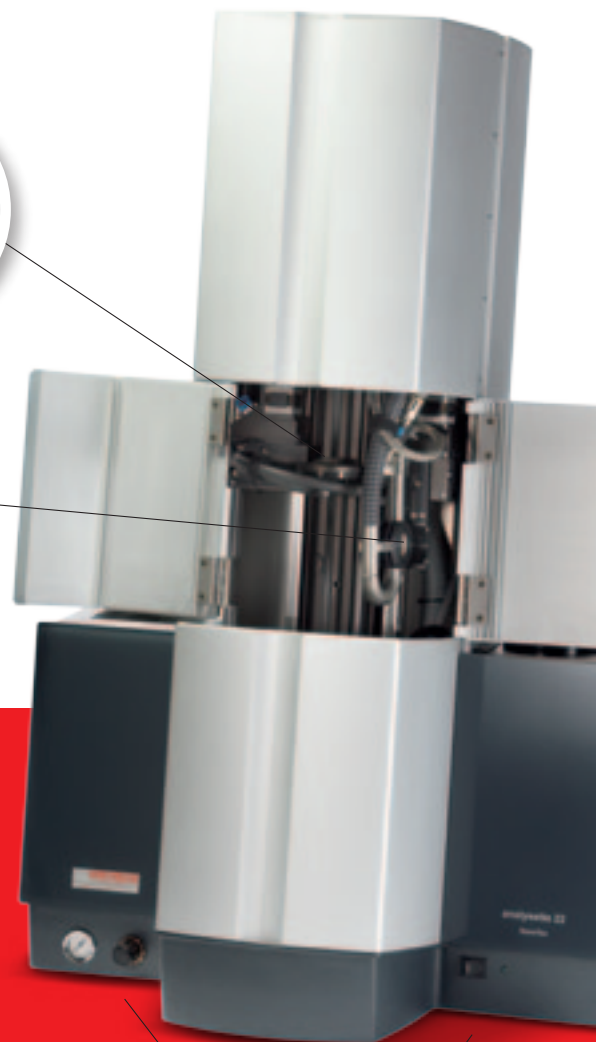
Einfaches Einfüllen der Probe in das Ultraschallbad der Nass-Dispersiereinheit



Messzelle für Nass-Dispersierungen



Messzelle für Trocken-Dispersierungen



Sitz der Trocken- (links) und der Nass-Dispersiereinheit (rechts) in der **ANALYSETTE 22 NanoTec**

NASS-DISPERGIEREINHEIT

Ihre Vorteile

- Messbereich 0,01 – 2000 µm
- geschlossener Kreislauf mit einem Gesamtvolumen von etwa 500 ml
- sehr leistungsfähige Zentrifugalpumpe mit variabler Pumpgeschwindigkeit
- 80 W-Ultraschallgeber zur Dispersierung auch problematischer Proben
- 4/2-Wege-Ventil zur vollautomatischen, sparsamen und tottraumfreien Spülung der Suspension nach erfolgter Messung
- alle flüssigkeitsberührten Teile aus rostfreiem Stahl, Viton, Glas und Polyamid
- sämtliche Funktionen sind per Computer steuerbar



Kleinmengen-Nassdispersiereinheit

Mit 150 ml Suspensionsvolumen ist die Kleinmengen-Nassdispersiereinheit ideal zur Messung wertvoller Proben oder für Messungen in Lösungsmitteln im Messbereich von 0,01 – 2000 µm. Die Spülung erfolgt vollautomatisch durch einen motorisch betriebenen 4/2-Wege-Kugelhahn rückstandsfrei und mit geringem Verbrauch. Die extrem starke Zentrifugalpumpe zur schonenden Förderung der Probe ist in der Leistung regelbar. Alle flüssigkeitsberührten Teile sind aus rostfreiem Stahl, Teflon, Viton und Glas. Die passende Messzelle wird mitgeliefert.



ANALYSETTE 22 Software

Das richtige Programm zur perfekten Auswertung

Zur Steuerung, Erfassung und Auswertung Ihrer Messergebnisse liefern wir alle Laser-Partikel-messgeräte der Serie ANALYSETTE 22 standardmäßig mit der passenden Software, die Sie leicht erlernbar und weitgehend selbsterklärend durch den gesamten Messprozess navigiert. Einfach, flexibel, verlässlich.

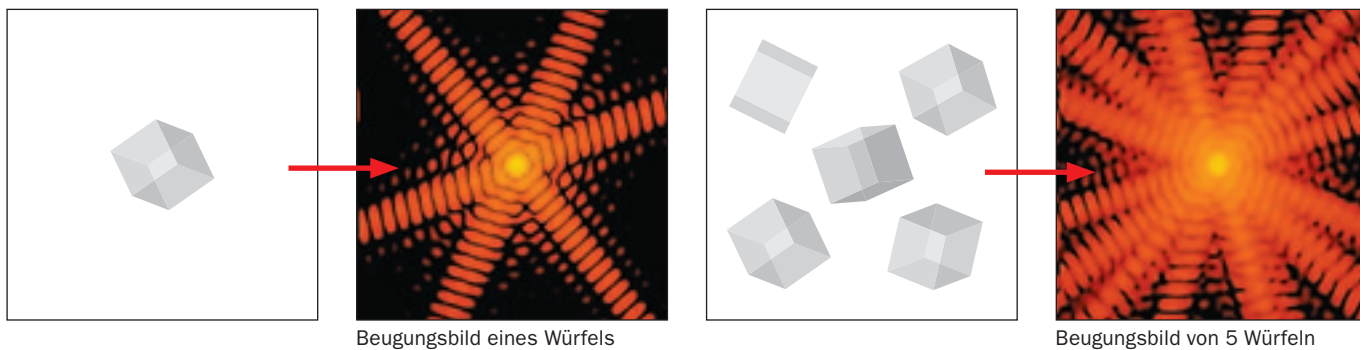


FRITSCH MaS control SOFTWARE

Die spezielle **FRITSCH MaS control Software** basiert auf einer relationalen Datenbank, in der alle Benutzereingaben, Parameter und Ergebnisse revisionssicher abgespeichert werden. Dabei lassen sich Ihre Messberichte mit dem praktischen Report-Generator völlig frei zusammensetzen – genau so, wie Sie es brauchen. Die Einbindung in ein lokales Computernetzwerk ist problemlos möglich. Ihr Vorteil: Sämtliche Messdaten können auch bequem an anderen Computern ausgewertet werden.

DIE FAKTEN

- Auswertung nach der Fraunhofer- oder Mie-Theorie
- Messablaufsteuerung über SOPs
- individuelle Reports und Layouts
- Vergleichs- und Min-Max-Kurven
- tabellarische Ausgabe frei wählbarer Benutzerwerte
- statistische Auswertung
- Möglichkeit zur Bestimmung der Partikelform (Elongationsverhältnis)
- manuelle Eingabe von Vergleichsdaten möglich
- Berücksichtigung von Siebergebnissen
- Umrechnung der Ergebnisse auf andere Messverfahren
- Datenexport nach Excel™
- SQL-Datenbank
- frei definierbare Schnittstellen
- CFR 21 part 11 standardmäßig enthalten
- intuitive Bedienung über zentralen Navigationsbereich
- leichte Erlernbarkeit durch Microsoft-Office-Standard
- landessprachenspezifische Benutzeroberfläche



Nur mit der **ANALYSETTE 22 NanoTec** kann die in den Beugungsbildern enthaltene Information auch zur Partikelformanalyse verwendet werden.

GRÖSSEN- UND FORMANALYSE IN EINEM SCHRITT

Messungen mit der **ANALYSETTE 22 NanoTec** liefern neben der Partikelgrößenverteilung auch zusätzliche Informationen zur Partikelform. Durch die Verwendung eines speziell zu diesem Zweck geformten Detektors lässt sich – bei nicht zu kleinen Teilchen – das Verhältnis des maximalen zum minimalen mittleren Durchmesser bestimmen. Dies ist ein einfaches und zuverlässiges Verfahren, wenn z. B. bei einem Herstellungsprozess sichergestellt werden muss, dass die Partikel genau kugelförmig sind.





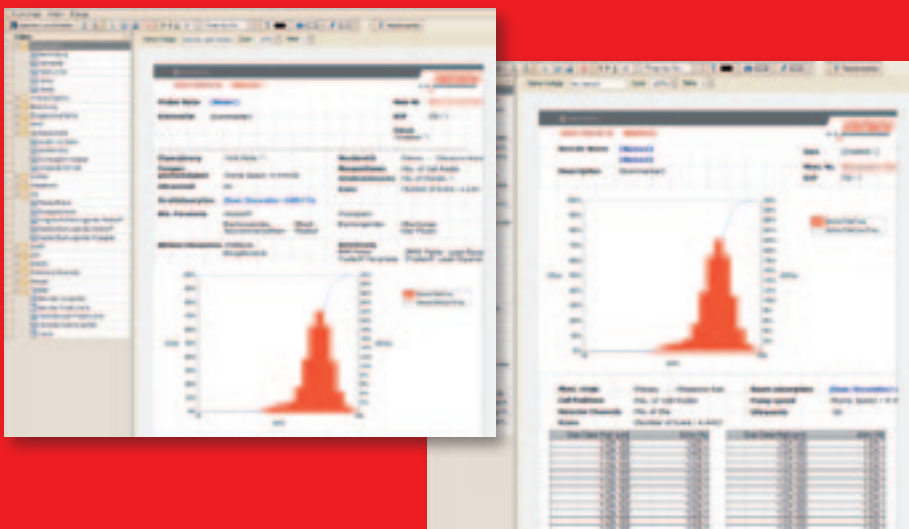
ANALYSETTE 22 Software

Besonders einfache Bedienung durch Standard Operating Procedures – SOPs

Eine ANALYSETTE 22 kann jede und jeder nach einer kurzen Einweisung sicher und fehlerfrei bedienen – ganz ohne besondere Vorkenntnisse oder komplexe Einarbeitung. Dafür sorgen die Standard Operating Procedures – kurz SOPs – der MaS control Software. Mit ihnen lassen sich der genaue Messablauf für unterschiedliche Probentypen vordefinieren und jeweils angepasste Messvorschriften festlegen. Die eigentliche Messung erfolgt dann weitgehend automatisch. Besonders sicher: Für bestimmte Nutzergruppen können ausgewählte Elemente einer SOP auch gesperrt werden, sodass bei der Durchführung der Messung keine Veränderung durch den Bediener möglich ist. Einfach verlässlich.

FLEXIBLER REPORTGENERATOR

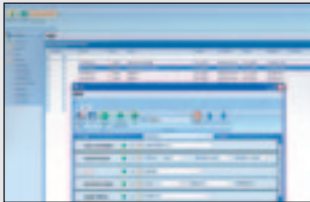
Neben integrierten Standard-Reports bietet der frei editierbare FRITSCH-Reportgenerator flexible Möglichkeiten zur Darstellung der Messergebnisse nach individuellen Bedürfnissen. Damit können sowohl Grafiken als auch sämtliche Messparameter, statistische Werte oder ausgewählte Messwerte in einen Bericht eingebunden werden. Sämtliche Ergebnisse und Vorlagen werden in einer revisionssicheren SQL-Datenbank abgelegt.





Einfache Messung in 5 Schritten

Sie wählen einfach die gewünschte SOP aus und füllen die Probe in die ANALYSETTE 22 ein – der Rest der Messung läuft vollautomatisch ab.



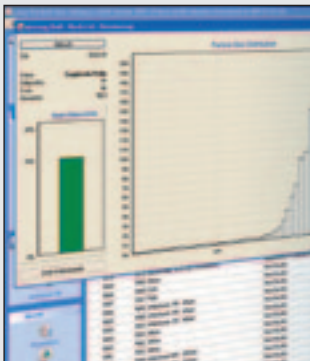
1. Auswahl der Standard Operating Procedure (SOP)

Nach Auswahl einer SOP startet automatisch eine Hintergrundmessung ohne Probenmaterial. Dadurch werden eventuelle Verunreinigungen der Messzelle erfasst und bei der späteren Auswertung herausgerechnet.



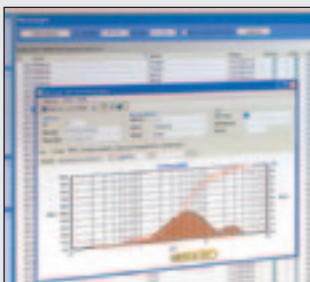
2. Einfüllen der Probe

Nach der automatischen Aufforderung wird das Probenmaterial eingefüllt. Die benötigte Probenmenge liegt je nach Material, Partikelgröße und verwendeter Dispergiereinheit im Bereich von einigen Milligramm bis zu etwa 500 Milligramm.



3. Automatischer Start der Messung

Während des Einfüllens der Probe wird die Strahlabsorption des Lasers angezeigt. Sobald sie ausreichend hoch ist (grüner Balken), startet die Messung nach kurzer Wartezeit automatisch: Die Messzelle wird an die richtige Position gefahren und die voreingestellte Anzahl von Messwerten wird aufgenommen. Die gesamte Messdauer einschließlich der eventuell benötigten Zeit für die Verschiebung der Messzelle während der Messung liegt für die meisten Anwendungen bei rund 20 bis 30 Sekunden. Die Dispergierdauer vor dem Start der Messung kann frei eingestellt werden.



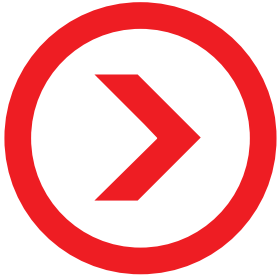
4. Vollautomatische Auswertung

Auch die Auswertung der Messdaten erfolgt automatisch nach der vom Anwender ausgewählten Streutheorie – Mie oder Fraunhofer. Das Ergebnis wird direkt auf dem Bildschirm ausgegeben und kann in Form eines Berichtes ausgedruckt und in der Datenbank abgespeichert werden. Eine spätere Neuberechnung mit eventuell geänderten physikalischen Parametern ist jederzeit möglich.



5. Vollautomatische Reinigung

Bereits in der SOP kann festgelegt werden, dass die Dispergiereinheit nach Abschluss der Messung vollautomatisch entleert, gespült und mit sauberer Flüssigkeit wiederbefüllt wird, sodass das Gerät für die nächste Messung bereitsteht.



EINEN SCHRITT VORAUS. ISO 13320

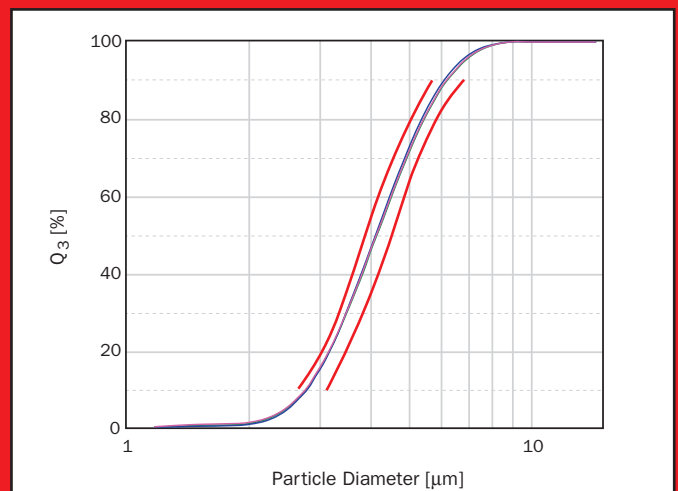
Leitlinie für die Messung der Partikelgrößenverteilung
mit Laser-Partikelmessgeräten

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sind in der Praxis von zentraler Bedeutung. Dabei können Sie sich auf die Prüfung aller FRITSCH Laser-Partikelmessgeräte nach der ISO 13320 Particle size analysis – Laser diffraction methods verlassen. Sie legt Mindeststandards fest, die alle FRITSCH-Geräte deutlich übertreffen, und regelt ihre einfache Überprüfbarkeit.

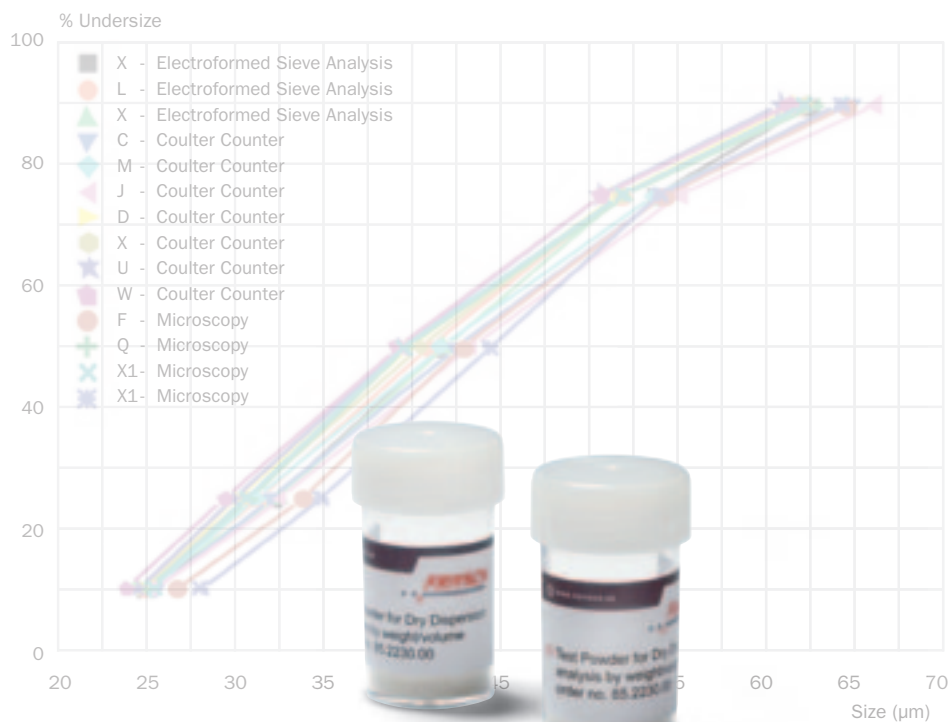
Die ISO 13320 definiert:

- das grundlegende Messprinzip
- den optischen Aufbau der Laser-Partikelmessgeräte
- die für den Anwender wesentlichen Geräteparameter zum schnellen Vergleich verschiedener Instrumente
- wichtige Details zur Verwendung der physikalischen Theorien der Lichtstreuung, speziell der Mie- bzw. der Fraunhofer-Theorie
- die Überprüfung der Mindestanforderungen an Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit mit geeigneten Standardmaterialien

Alle Laser-Partikelmessgeräte von FRITSCH erfüllen die in der Norm gestellten Anforderungen, zum Beispiel hinsichtlich Wiederholbarkeit, Reproduzierbarkeit und Messgenauigkeit.



Gemessene Durchgangs-Summenkurve für ein zertifiziertes Referenzmaterial



REFERENZMATERIALIEN

Die Partikelgrößenmessung mit Hilfe der Laserbeugung basiert auf grundlegenden physikalischen Zusammenhängen, sodass eine Kalibrierung der Geräte streng genommen nicht notwendig ist. Trotzdem sollte die einwandfreie Funktionsweise des Messgerätes in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Dazu werden Referenzmaterialien verwendet, deren sphärische Form eine exakte Bestimmung der Partikelgröße mit Hilfe der Laserbeugung erlaubt.

Die von FRITSCH angebotenen Referenzmaterialien werden zusammen mit einer exakten Dispergier- und Messanweisung geliefert und sind mit einem Zertifikat versehen, das Ober- und Untergrenzen der erwarteten Partikelgrößen enthält. Diese Grenzwerte wurden mit Hilfe von international anerkannten Verfahren (NIST-traceable) ermittelt.

Referenzmaterial zur Überprüfung des Mess-Systems

TECHNISCHE DATEN – ANALYSETTE 22 **MicroTec plus**

Optischer Aufbau	Inverser Fourier-Aufbau Verschiebbare Messzelle (FRITSCH Patent) Ein oder zwei Messzellen-Positionen je Messung möglich
Messbereich	0,08 – 2000 µm
Laser	Zwei Halbleiter-Laser Grün ($\lambda = 532$ nm, 7 mW), IR ($\lambda = 940$ nm, 9 mW) linear polarisiert 10000 Std. mittlere Lebensdauer automatische Abschaltung, wenn nicht benötigt
Fourier-Linsen	260 mm und 560 mm Brennweite (Grün bzw. Infrarot) 10 mm Durchmesser des Laserstrahls in der Fourier-Linse
Laserstrahl-Ausrichtung	Automatisch
Laserschutz-Klasse	1 (nach EN 60825)
Sensor	2 Segmente 1 x für die vertikale und 1 x für die horizontale Richtung der Laserlicht-Polarisation 57 Elemente
Anzahl der Partikelgrößenklassen	max. 108
Typische Messdauer	5 – 10 s (Messwerverfassung einer Einzelmessung) 2 min (gesamter Messzyklus)
Nass-Dispergiereinheit	Flüssigkeitsvolumen 300 – 500 cm ³ Radialpumpe mit einstellbarer Geschwindigkeit Ultraschall mit einstellbarer Leistung (max. 60 W) Verwendete Materialien im Probenkreislauf: rostfreier Stahl, PTFE, BK7-Glas, Norprene®-Schläuche
Trocken-Dispergiereinheit	Probenvolumen < 1 cm ³ – 100 cm ³ Hochfrequenz-Zuteilrinne Ringspalt-Venturidüse Benötigter Druckluftanschluss: min. 5 bar, 125 l/min, ölfrei, wasserfrei, partikelfrei Externe Absaugvorrichtung erforderlich
Erforderlicher Computer	Standard-Windows-PC, min. 500 MB freie Festplattenkapazität, 1 GB RAM, Windows XP (aktuelles Service Pack), Windows 7, USB-Anschluss, mind. 19" Monitor
Abmessungen (B x T x H)	53 x 62 x 35 – 55 cm (Messeinheit je nach Konfiguration) 32 x 62 x 44 cm (Nass-Dispergiereinheit) 36 x 65 x 37 cm (Trocken-Dispergiereinheit)
Gewicht	38,4 – 43 kg (Messeinheit je nach Konfiguration) 30,8 kg (Nass-Dispergiereinheit) 25 kg (Trocken-Dispergiereinheit)



TECHNISCHE DATEN – ANALYSETTE 22 NanoTec

Optischer Aufbau	Inverser Fourier-Aufbau Verschiebbare Messzelle (FRITSCH Patent) Bis zu 10 Messzellen-Positionen je Messung möglich
Messbereich	Nass-Dispergierung: 0,01 – 2000 µm, Trocken-Dispergierung: 0,1 – 2000 µm
Laser	Zwei Halbleiter-Laser Jeweils Rot ($\lambda = 655 \text{ nm}$, 7 mW) linear polarisiert 10000 Std. mittlere Lebensdauer
Fourier-Linsen	500 mm und 190 mm (Vorwärts- bzw. Rückwärts-Laser) 10 mm Durchmesser des Laserstrahls in der Fourier-Linse
Laserstrahl-Ausrichtung	Automatisch
Laserschutz-Klasse	1 (nach EN 60825)
Sensor	2 Segmente 1 x für die vertikale und 1 x für die horizontale Richtung der Laserlicht-Polarisation 80 Elemente (inkl. der Elemente für die Groß-Winkelstreuung und der Partikelformerkennung)
Anzahl der Partikelgrößenklassen	max. 520
Typische Messdauer	5 – 10 s (Messwerterfassung einer Einzelmessung) 2 min (typischer gesamter Messzyklus. Bei mehr als 2 Messzellenpositionen verlängert sich die Gesamtzeit.)
Nass-Dispergiereinheit	Flüssigkeitsvolumen 500 cm ³ , geeignet für Wasser Radialpumpe mit einstellbarer Geschwindigkeit Ultraschall mit 80 W Leistung Totraumfreies 4/2-Wege-Ventil
Trocken-Dispergiereinheit	Probenvolumen ca. 5 cm ³ – 100 cm ³ Vibrations-Förderrinne Ringspalt-Venturidüse Benötigter Druckluftanschluss: min. 5 bar, 125 l/min, ölfrei, wasserfrei, partikelfrei Externe Absaugvorrichtung erforderlich
Erforderlicher Computer	Standard-Windows-PC, min. 800 MB freie Festplattenkapazität, 512 MB RAM, Windows XP (aktuelles Service Pack), Windows 7, RS232-Anschluss
Abmessungen (B x T x H)	80 x 65 x 122 cm
Gewicht	89 – 105 kg, je nach Ausstattung



BESTELLDATEN

Best.-Nr. Artikel

LASER-PARTIKELMESSGERÄT

ANALYSETTE 22 MicroTec plus



22.8400.00	Messeinheit mit USB-Schnittstelle für 100-120/200-240 V/1~, 50-60 Hz
22.8500.00	Nass-Dispergiereinheit 300-500 ml Ultraschallbad, Förderpumpe und Durchfluss-Messzelle für 100-120/200-240 V/1~, 50-60 Hz
22.8600.00	Trocken-Dispergiereinheit zur Dispergierung im Luftstrahl mit Vordispergierer für 100-120/200-240 V/1~, 50-60 Hz
22.8599.00	Weiteres Zubehör Kleinstmengen-Nassdispergiereinheit – EXTERN manueller Wechsel der Messzelle für 230 V/1~, 50-60 Hz
86.4630.00	Transformator zur Anpassung der Netzspannung 115 V/1~ nach 230 V/1~
22.8570.00	Ersatzteile Kassette mit kpl. Durchfluss-Messzelle für Nass-Dispergiereinheit
22.8560.00	Durchfluss-Messzelle kpl. für Nass-Dispergiereinheit
22.8566.26	Messzellenglas 4 mm für 22.8560.00
22.8561.00	Messzellenglas kpl. 12 mm für 22.8560.00
84.0095.15	O-Ring 64 mm x 1,5 mm für Durchfluss-Messzelle
84.0315.15	O-Ring 25 mm x 2,5 mm für Durchfluss-Messzelle
22.8640.00	Kassette mit kpl. Trocken-Messzelle für Trocken-Dispergiereinheit
22.8650.00	Trocken-Messzelle kpl. für Trocken-Dispergiereinheit
22.0430.26	Messzellenglas für 22.8650.00

Best.-Nr. Artikel

ABSAUGVORRICHTUNGEN FÜR TROCKEN-MESSUNG

ANALYSETTE 22 MicroTec plus / ANALYSETTE 22 NanoTec



43.9025.00	für 230 V/1~, 50-60 Hz, 1000 Watt
43.9010.00	mit Schlauch und Feinstfilter, Staubklasse „H“ nach DIN EN 60335-2-69 für 230 V/1~, 50-60 Hz
43.9535.00	Ersatzteile für Absaugvorrichtungen für Trocken-Messung Staubfilter (Pack = 5 Stück) für Absaugvorrichtung 43.9025.00
43.9011.00	Entsorgungssack (Pack = 10 Stück) für Absaugvorrichtung 43.9010.00
43.9012.00	Sicherheitsfiltersack (Pack = 5 Stück) für Absaugvorrichtung 43.9010.00
43.9013.00	Feinstfilter für Absaugvorrichtung 43.9010.00

Best.-Nr. Artikel

LASER-PARTIKELMESSGERÄT

ANALYSETTE 22 NanoTec



22.2000.00	Kombinations-Gerät zur Nass- und Trocken-Messung für 100-240 V/1~, 50-60 Hz
22.2800.00	Gerät zur Nass-Messung für 100-240 V/1~, 50-60 Hz
22.2900.00	Gerät zur Trocken-Messung für 100-240 V/1~, 50-60 Hz
22.2750.00	Gerät mit Kleinstmengen-Nassdispergiereinheit für 100-240 V/1~, 50-60 Hz
22.3830.00	Weiteres Zubehör Kleinstmengen-Nassdispergiereinheit – EXTERN manueller Wechsel der Messzelle für 100-240 V/1~, 50-60 Hz
22.1100.00	Ersatzteile Durchfluss-Messzelle kpl. für Nass-Dispergiereinheit
22.1105.26	Messzellenglas 4 mm für 22.1100.00
22.1109.00	Messzellenglas kpl. 12 mm für 22.1100.00
84.0095.15	O-Ring 64 mm x 1,5 mm für Durchfluss-Messzelle
84.0315.15	O-Ring 25 mm x 2,5 mm für Durchfluss-Messzelle
22.2009.00	Trocken-Messzelle kpl. für Trocken-Dispergiereinheit
22.0430.26	Messzellenglas für 22.2009.00

Best.-Nr. Artikel

ZERTIFIZIERTE REFERENZMATERIALIEN UND ZERTIFIKATE

ANALYSETTE 22 MicroTec plus / ANALYSETTE 22 NanoTec



85.2220.00	Zertifizierte Referenzmaterialien zur Verifizierung (Performance Verification) Prüfpulver zur Nass-Dispergierung (Box mit 10 Einzelproben 0,5 g)
85.2230.00	Prüfpulver zur Trocken-Dispergierung (Box mit 10 Einzelproben 0,5 g)
85.2240.00	Prüfsuspension nano zum System-Check (Box mit 10 Einzelproben 5 ml)
85.2250.00	Prüfsuspension 1 µm zum System-Check (Box mit 10 Einzelproben 5 ml)
85.2260.00	Prüfsuspension 10 µm zum System-Check (Box mit 10 Einzelproben 5 ml)
96.0080.00	Zertifikate zur Prüfung nach ISO 13320 Verifizierung (Performance Verification) zur Nass-Dispergierung
96.0081.00	Verifizierung (Performance Verification) zur Trocken-Dispergierung
96.1000.00	Satz IQ/OQ Blanko-Fragebögen (Standards nicht enthalten)

Probenteilung

Zur repräsentativen Probenteilung empfehlen wir den Rotations-Kegelprobenteiler LABORETTE 27 – das Fundament jeder exakten Analyse.
Unter www.fritsch.de finden Sie weitere Infos.

Die Software zur Steuerung, Messwerterfassung und Auswertung ist im Lieferumfang aller FRITSCH Laser-Partikelmessgeräte enthalten.

Wartung und Rekalibrierung Ihrer Laser-Partikelmessgeräte auf Anfrage.

Computer, Farb-Tintenstrahldrucker und Laserdrucker auf Anfrage.

KLEINE EINFÜHRUNG IN DIE LASER-PARTIKELGRÖSSENMESSUNG

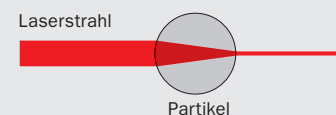
PRINZIP LASER-STREUUNG

Partikelmessung mit der Laser-Streuung ist eigentlich ganz einfach: Um die Größe eines Partikels zu messen, wird es mit einem Laserstrahl bestrahlt. Durch die teilweise Ablenkung des Laserlichtes entsteht hinter der Probe eine charakteristische, ringförmige Intensitätsverteilung, die von einem speziell geformten Detektor vermessen wird. Aus dem Abstand dieser Ringe wird die Partikelgröße berechnet: Große Partikel erzeugen eng benachbarte Ringe, kleine Partikel weiter auseinanderliegende. Das ist das Prinzip.

**GRUNDBEGRIFFE**

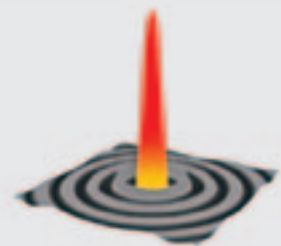
Bei der Beleuchtung eines Partikels mit Licht kommt es zu verschiedenen Effekten, die zusammen zu einer Abschwächung des Lichtstrahls führen. Diese Extinktion ist grundsätzlich die Summe von Absorption und Ablenkung des Lichts aus der ursprünglichen Richtung.

Bei der Absorption nimmt das Partikel einen Teil der elektromagnetischen Energie des auftreffenden Lichtes auf und wandelt ihn zum größten Teil in Wärme um. Dieses Phänomen spielt in der Mie-Theorie eine große Rolle.



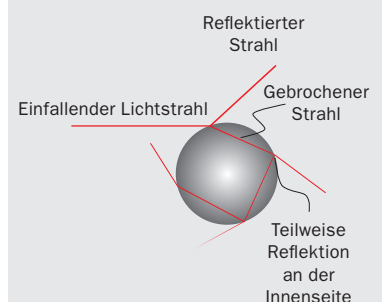
Zur Ablenkung des einfallenden Lichts tragen grundsätzlich drei unterschiedliche Effekte bei: **Beugung, Reflektion und Brechung (Refraktion).**

- Um die **Beugung** zu verstehen, muss man sich den Lichtstrahl als breite Wellenfront vorstellen. Trifft diese Wellenfront auf ein Partikel, so entstehen an deren Rändern neue Wellen, die in unterschiedliche Richtungen laufen. Durch die Überlagerung der zahlreichen neuen Wellen (Interferenz) kommt es hinter dem Partikel zu einem charakteristischen Beugungsmuster, das durch den Durchmesser der Partikel eindeutig festgelegt ist. Sein genauer Verlauf wird mit der Fraunhofer-Theorie beschrieben.



- Die **Reflektion** findet meist an der Oberfläche eines Partikels statt – nach dem Gesetz: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Zur Partikelgrößenbestimmung kann dieser Anteil des gestreuten Lichtes nicht verwendet werden.

- Bei der **Brechung** ändert sich die Richtung eines Lichtstrahls beim Übergang zwischen zwei Materialien mit unterschiedlichem Brechungsindex. Ein Lichtstrahl, der z. B. auf einen Regentropfen trifft, wird erst in Richtung Tropfenmitte gebrochen und dann beim Austreten am Außenrand des Tropfens immer wieder in den Tropfen hinein reflektiert. Dabei verlässt bei jeder Reflektion ein Teil der Strahlung den Tropfen.

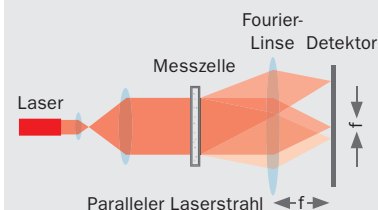


AUFBAU EINES LASER-PARTIKELMESSGERÄTS

Ein wesentlicher Bestandteil jedes Laser-Partikelmessgerätes ist die **Fourier-Linse**, die das Streulicht des Lasers im Strahlengang auf den Detektor fokussiert. Ihre Anordnung bestimmt den entscheidenden Unterschied zwischen dem konventionellen Aufbau und dem Inversen Fourier-Aufbau.

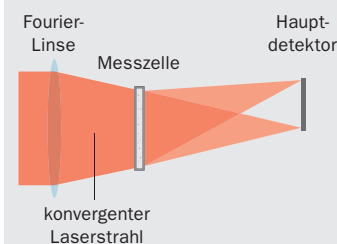
• Konventioneller Aufbau

Beim konventionellen Aufbau sitzt die Fourier-Linse zwischen dem Detektor und der Messzelle, die von einem breiten, parallelen Laserstrahl durchstrahlt wird. Der Nachteil: Nur ein begrenzter Partikelgrößenbereich lässt sich erfassen und zur Änderung des Messbereiches muss die Linse gewechselt und sehr genau justiert werden. Und die Möglichkeit, große Streuwinkel für besonders kleine Partikel zu vermessen, ist stark eingeschränkt.



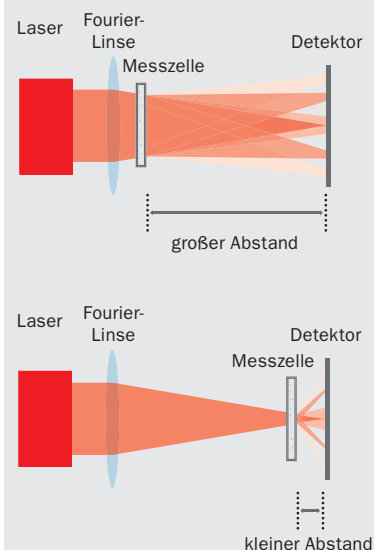
• FRITSCH-Technologie: Inverser Fourier-Aufbau

Vor 25 Jahren hat FRITSCH als erstes Unternehmen der Branche mit der Laserbeugung im konvergenten Laserstrahl eine revolutionäre Alternative zum konventionellen Aufbau auf den Markt gebracht: Durch die Anordnung der Fourier-Linse vor der Messzelle durchläuft ein konvergenter Laserstrahl die Messzelle. Das gestreute Licht wird ohne weitere optische Elemente direkt auf dem Detektor fokussiert. Dieser mittlerweile weit verbreitete Aufbau wird von den meisten Herstellern so gestaltet, dass kleine Streuwinkel zur Messung größerer Partikel mit einem Hauptdetektor abgedeckt werden. Für die großen Streuwinkel der kleinen Partikel muss dann ein seitliches Detektorsystem integriert werden, meist bestehend aus nur wenigen Detektorelementen. FRITSCH geht hier konsequent einen Schritt weiter.



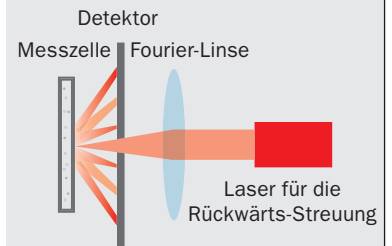
• Das FRITSCH-ZOOM-Patent

Für eine stufenlose Anpassung des Messbereiches an jede einzelne Probe und eine besonders hohe Auflösung hat FRITSCH das patentierte Prinzip der verschiebbaren Messzellen entwickelt. Mit dieser praktischen ZOOM-Funktion können Sie die Messzelle ganz einfach zwischen der Fourier-Linse und dem Detektor verschieben. Wird sie weit vom Detektor entfernt, überdecken die nur schwach bestreuten Lichtstrahlen den gesamten Detektor und nutzen sämtliche Kanäle zur Messung. Auf diese Weise wird grobkörniges Material optimal vermessen. Wird die Messzelle nah am Detektor positioniert, werden die stark gestreuten Lichtstrahlen der kleinen Partikel mit der vollen Auflösung des Detektors aufgenommen. Bei Bedarf können auch bis zu 10 Positionen (**ANALYSETTE 22 NanoTec**) miteinander kombiniert werden, sodass der gesamte Messbereich mit effektiv bis zu 520 Detektorkanälen vermessen wird. Das Resultat: eine gemessene Partikelgrößenverteilung mit hervorragender Auflösung.



• **FRITSCH-Technologie: einfache Messung der Rückwärts-Streuung**

Ein weiterer Vorteil des FRITSCH Patents: Für die Messungen sehr kleiner Partikel unter 100 Nanometer (nm) Partikeldurchmesser kann die Messzelle direkt vor dem Detektor positioniert werden. Durch eine kleine Öffnung im Zentrum des Detektors wird die Probe von einem zweiten Laserstrahl von hinten bestrahlt und das rückwärts gestreute Licht kann unter sehr günstigen geometrischen Verhältnissen mit der vollen Auflösung des Detektors aufgenommen werden. Das Resultat: eine sehr effiziente und genaue Messung der Rückwärts-Streuung ohne komplizierte Abstimmung verschiedener Detektorsysteme aufeinander.



THEORIEN ZUR AUSWERTUNG

Das eigentliche Ergebnis einer Partikelgrößenmessung entsteht erst in der Auswertung über die mitgelieferte FRITSCH Software. Dabei kommen je nach Partikeleigenschaften und Anforderungen zwei gängige Auswertungstheorien zum Einsatz: die Fraunhofer-Theorie für größere Partikel, deren genaue optische Parameter nicht bekannt sind, und die Mie-Theorie für kleinste Partikel mit bekannten optischen Parametern. In der FRITSCH MaS control Software können Sie beide Theorien ganz einfach anwählen.

Die Fraunhofer-Theorie

Die Fraunhofer-Theorie beschreibt den Teil der Lichtablenkung, der ausschließlich durch Beugung zustande kommt. Fällt Licht auf ein Hindernis oder eine Öffnung, so kommt es zu Beugungs- und Interferenzerscheinungen. Ist das einfallende Licht parallel (ebene Wellenfronten), so spricht man von Fraunhoferbeugung. Dies ist immer der Fall, wenn die Lichtquelle im Unendlichen liegt oder durch eine Linse dorthin „verschoben“ wird. Da für ausreichend große Partikel die Lichtablenkung durch die Beugung dominiert wird, kann die Fraunhofer-Theorie zur Partikelgrößenmessung bis in den unteren Mikrometer-Bereich herangezogen werden. Ein großer Vorteil der Fraunhofer-Theorie besteht darin, dass keine Kenntnisse über die optischen Eigenschaften des untersuchten Materials notwendig sind.

$$I(\theta) = |D(\theta)|^2 = I_0 \left[\frac{2J_1(kr \sin \theta)}{kr \sin \theta} \right]^2$$

Die Mie-Theorie

Für Partikel, deren Durchmesser nicht deutlich über der Wellenlänge des verwendeten Lichtes liegen, wird bei der Auswertung der Messungen die Mie-Theorie verwendet. Diese Anfang des 20. Jahrhunderts von Gustav Mie entwickelte Theorie ist die vollständige Lösung der Maxwell-Gleichungen für die Streuung von elektromagnetischen Wellen an sphärischen Partikeln. Mit ihr lassen sich auch für sehr kleine Partikel die charakteristischen Intensitätsverteilungen auswerten, die im Gegensatz zur Fraunhofer-Theorie nicht auf Streuwinkel kleiner 90° beschränkt sind (Vorwärts-Richtung), sondern auch für Streuwinkel von mehr als 90° auftreten (Rückwärts-Richtung). Um die so ermittelte Intensitätsverteilung zur Berechnung der Partikelgröße nutzen zu können, müssen bei der Mie-Theorie im Gegensatz zur Fraunhofer-Theorie der Brechungsindex und der Absorptionsindex des Probenmaterials bekannt sein. Die FRITSCH Software liefert dazu eine umfangreiche Datenbank mit, die den Brechungsindex zahlreicher Materialien enthält.

$$\begin{pmatrix} E_{1s} \\ E_{2s} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_1(\theta) & 0 \\ 0 & S_2(\theta) \end{pmatrix} \frac{e^{i(kr+kz)}}{ikr} \begin{pmatrix} E_{1i} \\ E_{2i} \end{pmatrix}$$



Fritsch GmbH

Mahlen und Messen

Industriestraße 8

55743 Idar-Oberstein

Germany

Telefon +49 67 84 70 0

Telefax +49 67 84 70 11

info@fritsch.de

www.fritsch.de

www.fritsch-laser.de