

# Nanopartikelanalyse mit Dynamischer Laserlichtstreuung

Laser-Streulichtspektrometer HORIBA LB-550



## HORIBA LB-550

Das LB-550 nutzt die Dynamische Laserlichtstreuung zur Größenanalyse von Nanopartikeln im Bereich von 1 nm bis 6000 nm auch in konzentrierten Suspensionen und Emulsionen.

Das spezielle Design der Messoptik und ein leistungsfähiger Messalgorithmus garantieren die einfache, schnelle und zuverlässige Analyse feiner Partikel.

**Retsch**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY

Solutions in Particle Sizing

### Spezialisten für Partikelmesstechnik

Innovative Technik für die Partikelcharakterisierung und Qualitätssicherung anwenderfreundlich zu gestalten, das ist die Kernkompetenz von RETSCH Technology. In Kooperation mit unseren Partnern JENOPTIK AG und HORIBA Instruments bieten wir hochwertige optische Systeme zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung von kolloidalen Stoffen, Emulsionen, Suspensionen, Dispersionen, Pulvern und Granulaten an. Eine Formanalyse ist für Pulver und Granulate möglich.

Die Produktpalette von RETSCH Technology deckt den Partikelgrößenbereich von 1 nm bis 30 µm ab.



[www.retsch-technology.de](http://www.retsch-technology.de)

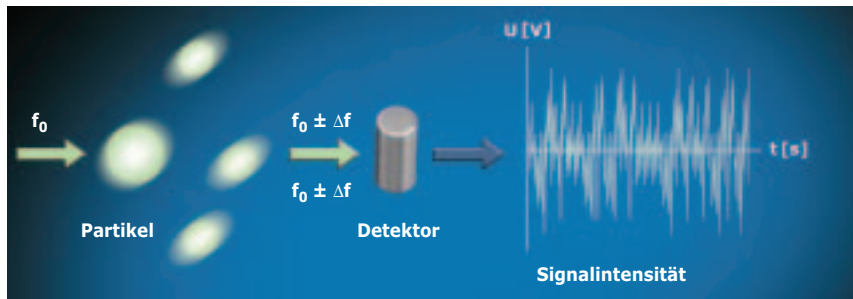
# Dynamische Laserlichtstreuung

## Partikelgrößenmessung im Nanometer-Bereich

Dynamische Lichtstreuung (DLS) ist die allgemeine Bezeichnung für eine Methode zur Größenbestimmung kleinster Teilchen im Submikron-Bereich. Diese Partikel befinden sich in Suspensionen oder Emulsionen in Brown'scher Bewegung. Die Diffusionsgeschwindigkeiten sind dabei nach der Stokes-Einstein-Beziehung umgekehrt proportional zur Größe  $d_p$  (hydrodynamischer Durchmesser) der Partikel.

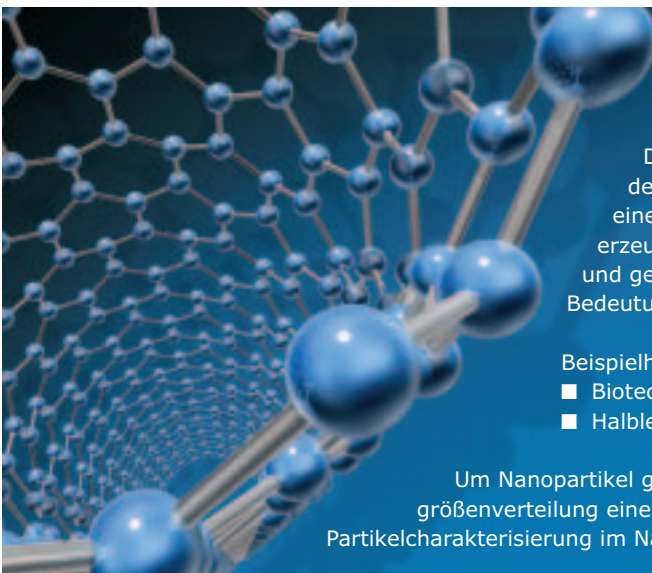
$$D = \frac{kT}{3\pi\eta d_p} \quad (k = \text{Boltzmann-Konstante})$$

Temperatur  $T$  und Viskosität  $\eta$  der Flüssigkeit sind dabei wichtige Einflussgrößen, die bei einer Messung von Partikelgrößen genau bekannt sein müssen.



Die Diffusionsgeschwindigkeiten der Partikel werden über die Doppler-Verschiebung in der Frequenz des an ihnen gestreuten Laserlichtes gemessen. Die Frequenzverschiebungen werden als Intensitätsschwankungen des Streulichtes an einem hochempfindlichen Detektor erfasst.

Da bei vielen herkömmlichen Analysatoren die Zeitabhängigkeit der Intensitätsschwankungen mathematisch über eine Autokorrelation aufgelöst wird, ist dafür auch der Begriff Photonen-Korrelations-Spektroskopie (PCS) gebräuchlich. Bei diesen Geräten erfolgt die Detektion des Streulichtes in einem Winkel von  $90^\circ$  zum einfallenden Laserlicht. Die Anwendung solcher Analysatoren ist aber auf sehr verdünnte Dispersionen beschränkt. **Das LB-550 arbeitet dagegen in Rückwärtsstreuung und benutzt dazu moderne Auswertalgorithmen auf Basis der Fast-Fourier-Transformation.**



## Nanotechnologie – die Technologie des 21. Jahrhunderts

Die Nanotechnologie beschäftigt sich mit der Herstellung, den Eigenschaften und der Anwendung von Partikeln in einem Größenbereich von 0,1 bis ca. 100 nm. Nanopartikel erzeugen bei zahlreichen Produkten einzigartige Eigenschaften und gewinnen in vielen Industriebereichen immer mehr an Bedeutung.

Beispielhafte Applikationen und Anwendungsbereiche sind:

- Biotechnologie
- Medizin/Pharmazie
- Keramik
- Halbleiter (CMP)
- Lebensmittel
- Pigmente

Um Nanopartikel gezielt einsetzen zu können, ist die Kenntnis der Partikelgrößenverteilung eine wichtige Voraussetzung. Eine geeignete Methode zur Partikelcharakterisierung im Nano-Bereich ist die **Dynamische Laserlichtstreuung**.

# Das Laser-Streulichtspektrometer LB-550



Von stark verdünnt bis hoch konzentriert



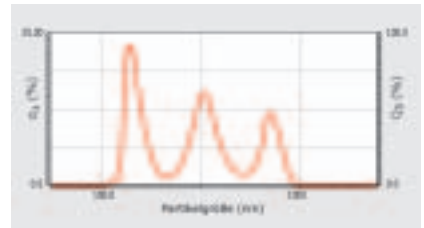
Das Laser-Streulichtspektrometer LB-550 ermöglicht die sichere Vermessung von Nanopartikeln in einem Messbereich von 1 nm bis 6000 nm. Die Streulichtsignale werden dabei in Rückwärtsstreuung erfasst, wodurch für die Messung eine große Flexibilität in einem breiten Konzentrationsbereich erreicht wird. Dank der integrierten temperierten Messzelle und eines optionalen Viskosimeters bietet das Gerät optimale Voraussetzungen für präzise Messergebnisse.

## Vorteile im Überblick

- Extrem weiter Messbereich von 1 nm bis ca. 6000 nm
- Hoher Konzentrationsbereich von 1 ppm bis zu ca. 40 Vol.%
- Höchste Präzision und Auflösung der Messungen
- Kurze Messzeit durch Fast-Fourier-Transformation
- Integriertes Viskosimeter (Option)
- Einfache Bedienung, geringer Wartungs- und Reinigungsaufwand
- SOP-Methodik, Validierung der Ergebnisse, 21 CFR Part 11 konform

## Schnelle Analysen mit hoher Auflösung

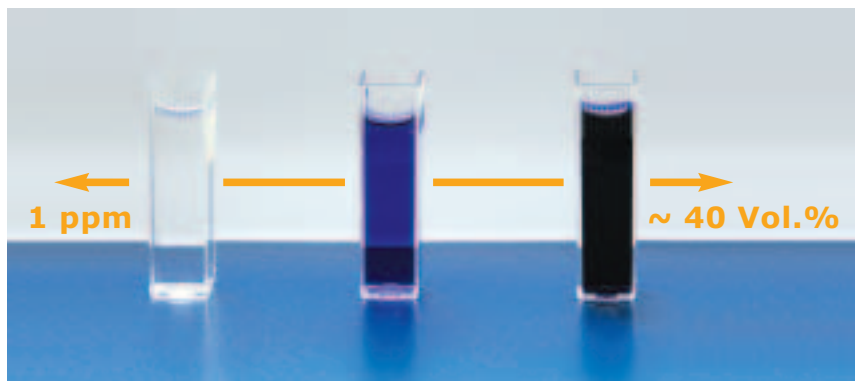
Die hochentwickelte Messoptik und ein sehr leistungsfähiger Auswertalgorithmus, der mit der **Fast-Fourier-Transformation** arbeitet, liefern sehr genaue und reproduzierbare Messergebnisse in oft weniger als 2 Minuten. Auch die Auflösung **mehrmodaler Verteilungen** ist möglich.



## Breiter Konzentrationsbereich

Das LB-550 gewinnt die Messsignale in **Rückwärtsstreuung (177°)**. Dadurch wird die Analyse von Proben in einem breiten Konzentrationsbereich von wenigen ppm bis zu 40 Vol.%

möglich. Konzentrierte Proben müssen oft nicht verdünnt werden, Formulierungen in Nanosuspensionen oder -emulsionen werden nicht gestört.



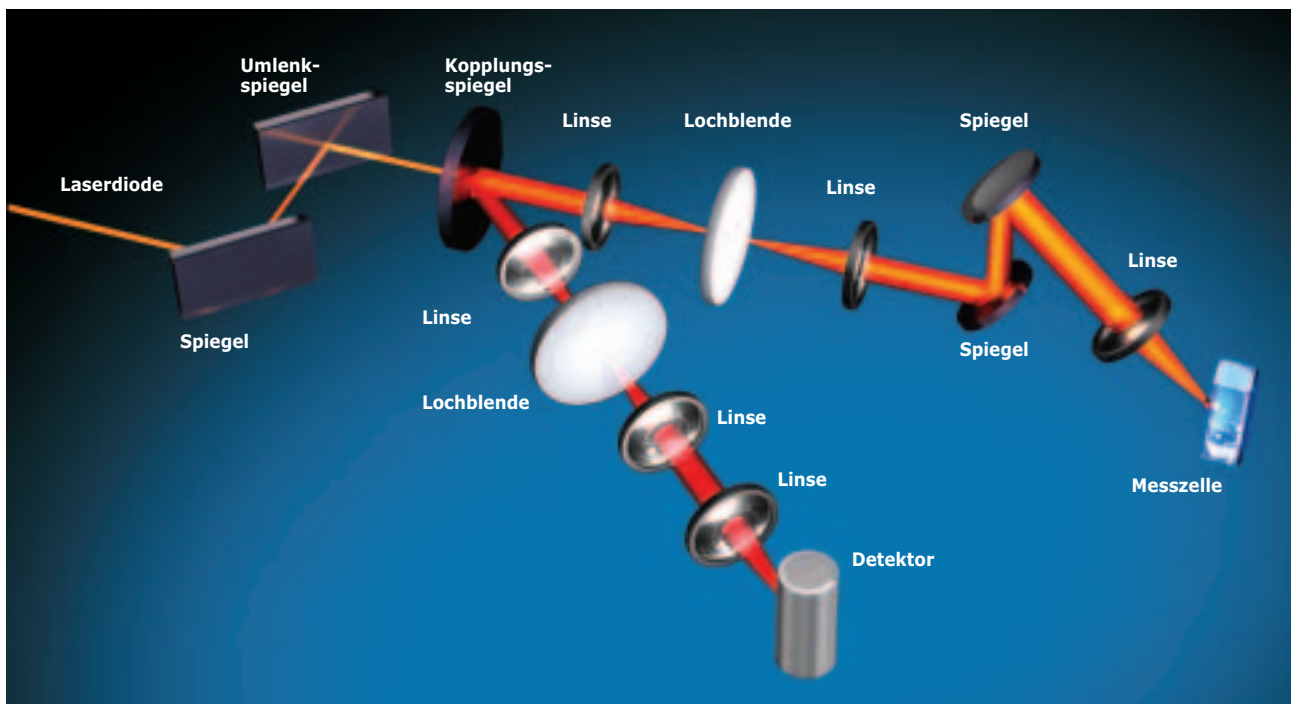
# Das optische System des LB-550

Rückwärtsstreuung – optimal für Messungen in höher konzentrierten Proben

Im LB-550 wird das Streulicht nicht in 90° Richtung sondern in Rückwärtsrichtung (177°) gemessen. Der Fokus des Laserstrahls liegt so nah wie möglich am inneren Rand der Messküvette. Diese Anordnung erlaubt es einerseits, die Partikelgrößenverteilung in höher konzentrierten Proben zu

bestimmen, da der Effekt der Mehrfachstreuung minimiert wird. Andererseits ist sie auch hochempfindlich bei der Analyse von niedrig konzentrierten Suspensionen, da kleine Messsignale nicht beim Durchgang durch die gesamte Messküvette geschwächt werden.

## Homodyner Strahlengang am LB-550

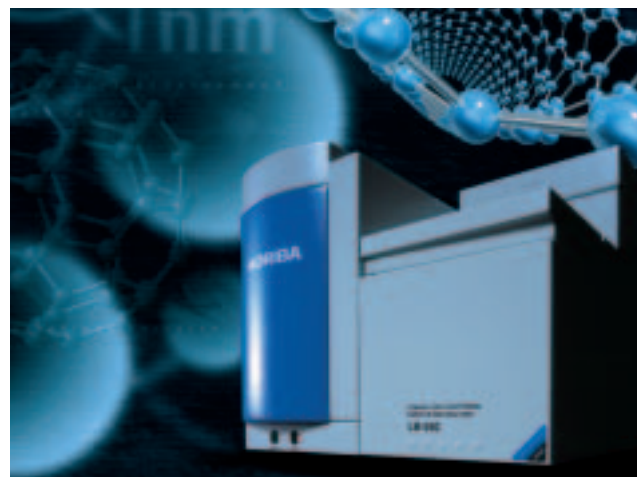


## Hochempfindlicher Photo-Multiplier

Der Detektor, ein hochempfindlicher Photo-Multiplier, ist hervorragend für die Messung von schwachen Streulichtsignalen von absorbierenden Partikeln oder von Partikeln in niedrig konzentrierten Proben geeignet. Dank der leistungsfähigen Elektronik sorgt derselbe Detektor auch im sehr weiten dynamischen Empfindlichkeitsbereich hochkonzentrierter Proben für optimale Messergebnisse.

## Leistungsfähiger Auswerte-Algorithmus: Die Fast-Fourier-Transformation

Die LB-550 Software nutzt die Fast-Fourier-Transformation in Verbindung mit einer iterativen Dekonvolution zur Berechnung der Partikelgrößenverteilung. Der Benutzer erhält genaue Ergebnisse nicht nur für Mittelwerte von Verteilungen, sondern auch bei der Identifikation mehrmodaler Verteilungen. Die Auswertung der Messungen



über die Fast-Fourier-Transformation verkürzt die Messzeiten mit dem LB-550 gegenüber klassischen PCS-Systemen beträchtlich.

# Die Bedienung des LB-550

**Das LB-550 zeichnet sich durch komfortable und sichere Bedienung aus. Kurze Messzeiten von 1-2 Minuten gewährleisten einen hohen Probendurchsatz.**

## Einfaches Handling der Probe

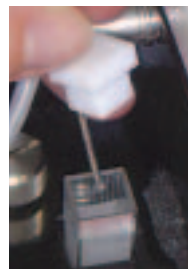
Die Durchführung der Messungen mit dem LB-550 ist sehr bequem. Nach geeigneter Probenvorbereitung wird die Probe in eine Küvette gefüllt und einfach in den Küvettenhalter gesteckt.

Die Messung wird über die Software mit voreingestellten Messparametern gestartet. Für verschiedene, wiederkehrende Messaufgaben sind SOP-Routinen verfügbar.



## Genauere Temperaturkontrolle der Probe

Die Temperatur ist ein wichtiger Parameter bei der Partikelgrößenbestimmung mittels Dynamischer Laserlichtstreuung. Das LB-550 bietet auch hier größte Messsicherheit. Der Messzellenhalter ist in einem Bereich von 5 bis 70 °C temperierbar, die Temperatur in der Probe wird durch einen Sensor direkt gemessen und dadurch genau kontrolliert.



## Schnelle Messung

Das hoch entwickelte optische Design und der leistungsstarke Messalgorithmus ermöglichen die Messung im Bruchteil der Zeit, die ein herkömmliches DLS-Gerät benötigt. Vom Start der Messung bis zur Anzeige der Ergebnisse benötigt das LB-550 meist weniger als 2 Minuten



## Optionen und Zubehör



### LB-550V, Version mit integriertem Viskosimeter

Ist die Viskosität der zu messenden Probe nicht bekannt, bietet das LB-550V eine sinnvolle Alternative zur externen Viskositätsmessung. Das integrierte Viskosimeter des LB-550V ermittelt die Viskosität der Probe und berücksichtigt diese automatisch bei der Auswertung. Dies garantiert gesicherte Messergebnisse. Das Viskosimeter arbeitet nach dem Rotationsschwingungs-Verfahren. Der Messbereich liegt zwischen 0,4 – 10 mPas mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$ . Die Kalibrierung erfolgt durch Vergleich mit speziellen Standard Flüssigkeiten.



### Küvetten

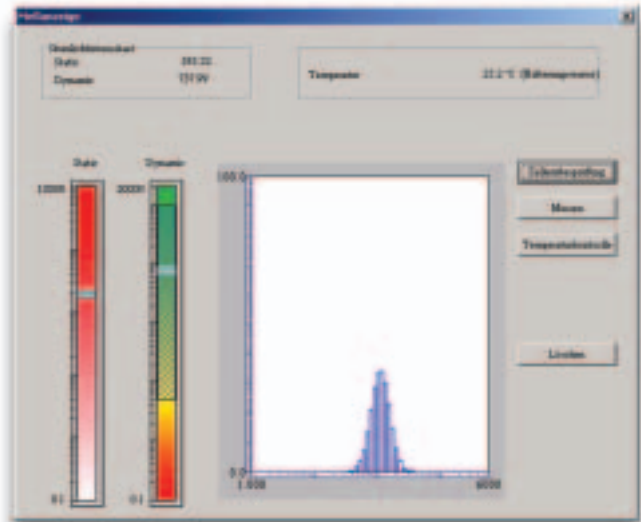
Für unterschiedliche Anwendungen mit dem LB-550 stehen Glas-, Einweg-, Mikro- und Durchflussküvetten zur Verfügung. Selbst kleinste Probenmengen können analysiert werden. Die Verwendung von Einwegküvetten verhindert Probenkontamination.

# Die Software des LB-550

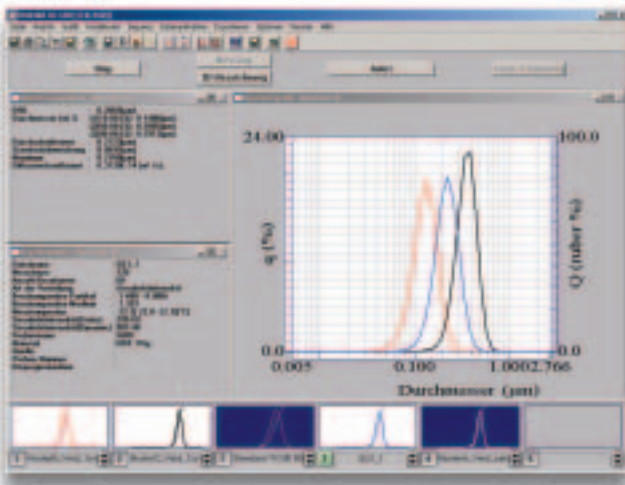
Die Software des LB-550 verfügt über zahlreiche bedienerfreundliche Funktionen, die die Messungen einfach und effizient machen.

## Messung

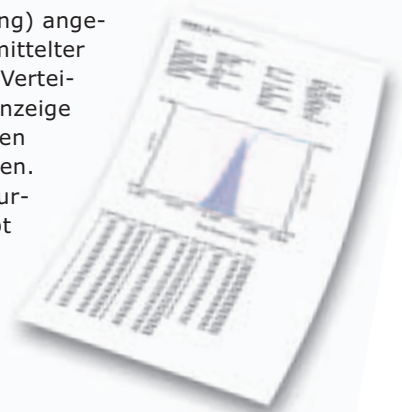
Unmittelbar nach Zufuhr der Probe erfolgt über Intensitätsmessungen des Streulichtes die Überprüfung des optimalen Konzentrationsbereiches. Die Echtzeit-Darstellung der Partikelgrößenverteilung ermöglicht es, die Stabilität der Dispergierung zu überwachen sowie Schwankungen in der Partikelgrößenverteilung, die aus Veränderung der Temperatureinstellung resultieren, zu erkennen.



## Auswertung und Ergebnisanzeige

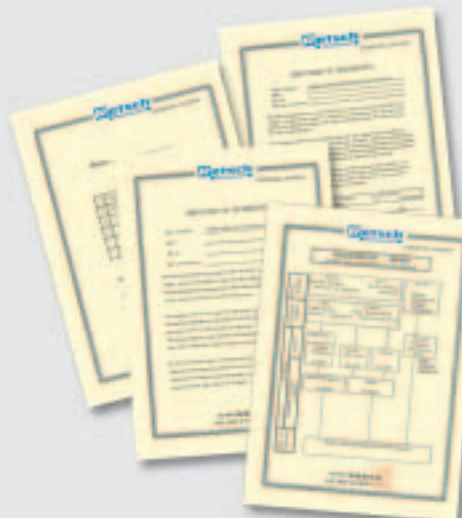


Die grafische und numerische Ergebnisanzeige ist flexibel konfigurierbar. Je nach gewünschter Auswertung werden Partikelgrößenverteilungen als Streulichtintensitätsverteilung oder Volumenverteilung (nach Mie-Auswertung) angezeigt. Aus einer Vielzahl ermittelter statistischer Parameter der Verteilungen können die für die Anzeige im Ergebnisfenster relevanten individuell ausgewählt werden. Die Darstellung mehrerer Kurven in einem Fenster erlaubt den schnellen Vergleich von Messergebnissen.



## Bediensicherheit

- Standardisierte Analysen mit SOP
- Wizard zur SOP-Erstellung
- Definierte Zugriffsrechte für jeden Nutzer



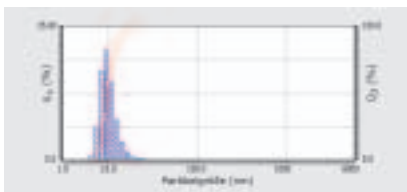
## Validierung

- Nachweis über Rückverfolgbarkeit
- 21 CFR Part 11 konforme Software
- IQ/OQ Dokumentation gemäß GLP/GMP

# Applikationen LB-550

Das LB-550 wird in vielen Bereichen zur Messung von feinen Suspensionen, Emulsionen, Kolloiden aller Art sowie zur Messung von Solen in wässrigen und organischen Medien erfolgreich eingesetzt. Typische Anwendungen sind:

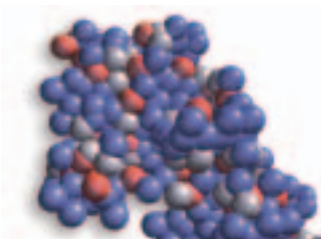
## Anorganische Substanzen



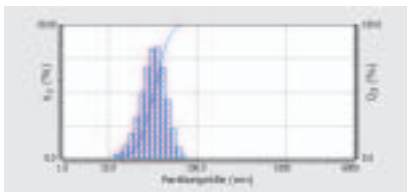
Das LB-550 wird für eine Reihe von Anwendungen mit anorganischen Substanzen eingesetzt. Nanoskalige SiO<sub>2</sub>-, TiO<sub>2</sub>- und Al<sub>2</sub>O-Partikel finden ihren Einsatz z.B. als Rohstoffe für synthetisches Glas, Zusätze für keramische Beschichtungen oder als Slurry für das chemisch-mechanische Polieren von Halbleitermaterialien.

## Polymere

Polymerpartikel können leicht aus Nanomolekülen hergestellt werden, wobei Größe und Eigenschaften auf vielfältige Weise variiert werden können. Hohle Nanokapseln, magnetisierte Nanopartikel oder Partikel mit besonderen elektronischen Eigenschaften finden breite Anwendung z.B. bei der Herstellung von biomedizinischen Materialien oder in der Halbleiterindustrie. Da die gewünschten Produkteigenschaften immer an die Partikelgröße geknüpft sind, muss diese genau bestimmt werden.



## Kosmetik



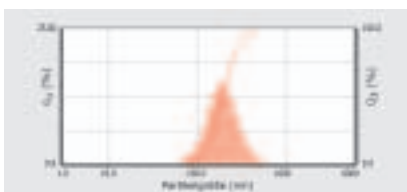
In der Kosmetikindustrie wird an Nanokapseln geforscht, wo der Wirkstoff in Liposomen gekapselt ist. Dies findet vor allem Anwendung in aufhellenden Hautcremes und Anti-Falten-Cremes. Die Nanokapseln dringen unter die Kera-tinschicht der Haut und setzen dort den Wirkstoff frei. Nanotechnologie wird auch eingesetzt, um die Oberfläche von Pigmenten zu verändern, um die gewünschte Färbung zu erhalten.

## Medizin/Pharmazie

In der Arzneimittelforschung arbeitet man an Möglichkeiten, einen Wirkstoff gezielt an der Stelle im Körper freizusetzen, wo er wirken soll. Dafür sind Nanopartikel geeignet, sie transportieren einen Wirkstoff über die Blutbahn zum Krankheitsherd und werden aufgrund ihrer Größe von 4 bis 400 nm nicht als Fremdkörper abgestoßen. Das LB-550 eignet sich hervorragend für die Überwachung und Kontrolle der Partikelgröße dieser Materialien.



## Pigmentdispersionen



Bisher ließen sich hochkonzentrierte Proben, wie Pigmente oder Druckertinte, nur in verdünntem Zustand messen. Das LB-550 ist in der Lage, über einen sehr weiten Konzentrationsbereich zu messen, so dass es hervorragend in der Qualitätskontrolle und Erforschung von Materialdispersionen und Farben eingesetzt werden kann.

## Weitere Anwendungen im Überblick

- Forschung und Entwicklung für Nanopartikel
- Halbleiter (CMP)
- Katalysatoren
- Keramik
- Klebstoffe
- Kunststoffe
- Lacke
- Lebensmittel
- Nanobeschichtungen
- Papier u.v.m.

## Spezifikationen

LB-550	
<b>Technische Daten</b>	
Messprinzip:	Dynamische Lichtstreuung
Messbereich:	1 nm bis 6000 nm
Konzentrationsbereich:	1 ppm bis ca. 40 Vol.%
Messzeit:	ca. 2 Minuten (vom Start der Messung bis zur Anzeige der Ergebnisse)
Messvolumen:	ca. 0,1 bis 30 ml
Dispersionsflüssigkeit:	Wasser, organische Lösungsmittel oder andere Flüssigkeiten (in Abhängigkeit der verwendeten Küvette)
Optisches System:	Lichtquelle: 650 nm Laserdiode, 5 mW Detektor: Photo-Multiplier Messzelle: Küvetten
Laser-Typ:	Klasse 1
Temperaturbereich:	5 - 70 °C (eingebaute Peltier-Temperaturregelung), Temperatursensor in der Küvette
Betriebsumgebung:	15 °C - 30 °C, weniger als 85% rel. Luftfeuchte (keine Kondensation)
Spannungsversorgung:	AC 100/120/230 V 50/60 Hz 150 VA
Äußere Abmessungen:	LB-550S: 340 x 565 x 305 mm (B x T x H) LB-550V: 340 x 565 x 530 mm (B x T x H)
Gewicht (Messeinheit):	LB-550S: ca. 28 kg LB-550V: ca. 36 kg
Datenschnittstelle:	SCSI II (zwischen PC und Analysator)
Auswertestation:	IBM kompatibler PC Windows™ 2000, XP Steuer- und Auswertesoftware in Deutsch, Englisch und Französisch Bedienung über Maus und Tastatur
<b>Optionen und Zubehör</b>	
Viskosimeter	
Glas-, Einweg-, Mikro- und Durchflussküvetten (100 µl bis 5 ml)	



LB-550S



LB-550V

**Retsch**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY

**Retsch Technology GmbH**

Rheinische Straße 43  
42781 Haan · Germany

Telefon +49 (0) 21 29 / 55 61 - 0  
Telefax +49 (0) 21 29 / 55 61 - 87

E-mail [technology@retsch.de](mailto:technology@retsch.de)  
Internet [www.retsch-technology.de](http://www.retsch-technology.de)

a VERDER company

RETSCH Technology – Ihr Spezialist für die optische Partikelgrößen- und -formanalyse von 1 nm bis 30 µm. Gerne informieren wir Sie über unsere hochwertigen optischen Systeme zur Analyse von kolloidalen Stoffen, Emulsionen, Suspensionen, Dispersionen, Pulvern und Granulaten.