

# Spektrometer

## Spezifikationen ARYELLE 400 - mit CCD und Chopper

	ARYELLE-VUV	ARYELLE-UV-VIS-NIR	ARYELLE-Butterfly
Setup 1			
Wellenlängenbereich*	190 - 330 nm	330 - 850 nm	190 - 330 / 330 - 850 nm
Spektrales Auflösungsvermögen**/**	30.000	15.000	30.000 / 15.000
Spektrale Auflösung**/**	6 - 11 pm	22 - 57 pm	6 - 11 / 22 - 57 pm
Detektor	CCD: 2.048 x 512 Pixel, 27,6 x 6,9 mm Bildfläche		
Schrittweite, min.	0,1 µs mit Chopper		

	ARYELLE-VUV	ARYELLE-UV-VIS-NIR	ARYELLE-Butterfly
Setup 2			
Wellenlängenbereich*	192 - 420 nm	300 - 950 nm	192 - 420 / 300 - 950 nm
Spektrales Auflösungsvermögen**/**	25.000	15.000	25.000 / 15.000
Spektrale Auflösung**/**	8 - 17 pm	20 - 63 pm	8 - 17 / 20 - 63 pm
Detektor	CCD: 1.340 x 400 Pixel, 26,8 x 8 mm Bildfläche		
Schrittweite, min.	0,1 µs mit Chopper		

## Spezifikationen ARYELLE 400 - mit ICCD

	ARYELLE-VUV	ARYELLE-UV-VIS-NIR	ARYELLE-Butterfly
Setup 3			
Wellenlängenbereich*	190 - 330 nm	275 - 750 nm***	190 - 330 / 275-750 nm***
Spektrales Auflösungsvermögen**/**	14.000	9.400	14.000 / 9.400
Spektrale Auflösung**/**	13 - 24 pm	29 - 80 pm	13 - 24 pm / 29 - 80 pm
Detektor	ICCD: 1.024 x 1.024 Pixel, 13,3 x 13,3 mm Bildfläche		
Schrittweite, min.	1 ns		
Torbreite	5 ns		

	ARYELLE-VUV	ARYELLE-UV-VIS-NIR	ARYELLE-Butterfly
Allgemein			
Öffnungsverhältnis	f/10	f/10	f/10
Brennweite	400 mm	400 mm	400 mm
Spaltbreite	50 µm	50 µm	50 µm
Dynamikbereich	15 bit, AD-Wandlung 16 bit		
Licht-Einkopplung	Faser oder Spiegeloptik		
Wellenlängenkalibrierung	Quecksilber Spektrallampe		
Wellenlängengenauigkeit	Besser als spektrale Auflösung/ 4		
Computer	Moderner PC mit TFT und Windows		
Software	Sophi		
Abmessungen ohne Detektor (L x B x H)	(438 x 200 x 232) mm	(438 x 200 x 232) mm	(450 x 280 x 240) mm
Gewicht inkl. Detektor	12 kg	12 kg	20 kg

\* Abhängig vom gewählten Gitter und Prisma; andere Bereiche sind möglich

\*\* Abhängig von der Spaltbreite; andere Breiten möglich

\*\*\* Spektrale Lücken: 645,3 nm - 645,4 nm / 664 nm - 664,4 nm / 683,5 nm - 684,5 nm  
704,2 nm - 705,9 nm / 726,2 nm - 728,7 nm

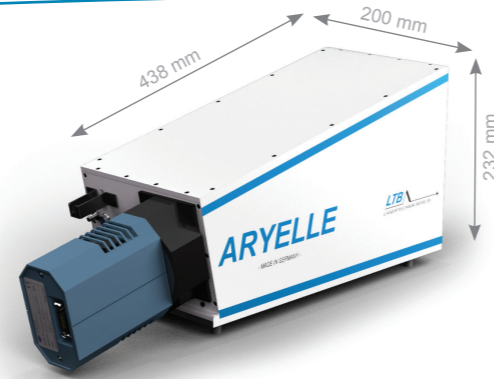
Bei den angegebenen Wellenlängenbereichen handelt es sich um die Standardkonfigurationen. **Auf Anfrage können auch andere Wellenlängenbereiche und andere spektrale Auflösungen als spezifiziert angeboten werden.** Andere Kameramodelle sind verfügbar.

Technische Änderungen vorbehalten.

# ARYELLE<sup>400</sup> Spektrometer

Wechselwirkung  
zwischen Licht und Materie –  
induziert und analysiert mit Lasern  
und Meßsystemen von LTB

## ARYELLE 400\* ARraY EchELLE Spektrograph



- **Hochauflösend und Hochempfindlich**
- **Großer Wellenlängenbereich**
- **Simultane Detektion**
- **Hohe Abbildungsqualität**

ARYELLE 400 ist ein Echelle-Spektrometer mit großem Wellenlängenbereich, hohem spektralem Auflösungsvermögen und großem Lichtdurchsatz. Es zeichnet sich durch sehr hohe Genauigkeit und Stabilität der Wellenlängenskala aus.

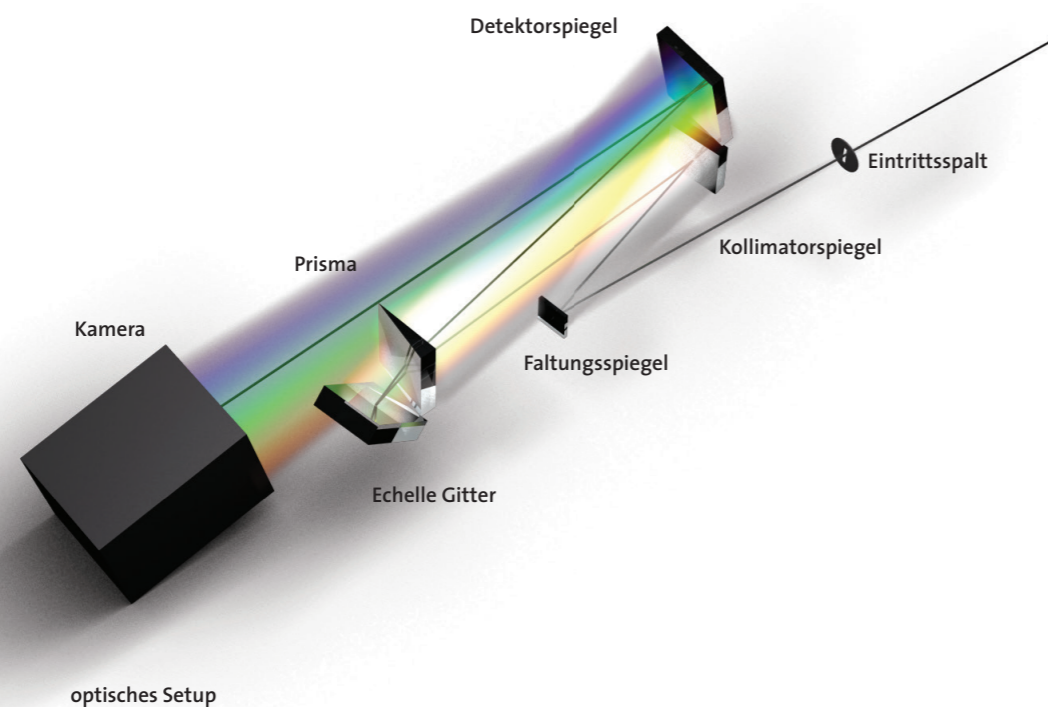
Das ARYELLE 400 dient zur spektral hochauflösenden Vermessung von Plasma-Emissionslinien. Dabei können die Linien durch den Einsatz einer CCD- oder ICCD-Kamera innerhalb eines großen spektralen Wellenlängenbereichs simultan detektiert werden. Ein Spektrum umfasst dabei typischerweise 30.000 Datenpunkte. Das Spektrometer kann mit vielen CCD-, EMCCD-, ICCD- oder CMOS-Kameras verschiedener Hersteller ausgestattet werden. Es werden auch an die jeweilige Applikation angepasste Gesamtsysteme inklusive Lasersystem, Strahlführung und Probenkammer angeboten.

Die Anwendungen des Aryelle-Spektrometers liegen in der Material- und Elementanalyse mittels Plasma- bzw. Ramanspektroskopie. Durch seinen kompakten Aufbau eignet es sich hervorragend zur Prozesskontrolle, z. B. in der Stahl-, Glas- und Keramikindustrie, der Geologie, der Gemmologie und der Umweltanalytik.

### Spektrometerkonzept

Optische Anordnungen unter Verwendung von Echelle-Gittern erreichen ein sehr hohes Auflösungsvermögen durch die Beugung des Lichtes in eine Vielzahl hoher Interferenz-Ordnungen. Ein Prisma separiert die Echelle-Ordnungen in Querdispersions-Richtung, wodurch auf dem Detektor das typische zweidimensionale Bild des Echelle-Spektrums erzeugt wird. Um das Auflösungsvermögen des Echelle-Gitters effektiv zu nutzen und die Linien entsprechend den typischen Pixel-Breiten der Zeilendetektoren auflösen zu können, wird eine hohe Abbildungsqualität durch die Anwendung des patentierten optischen Designs garantiert. Die sehr gute Abbildungsqualität ermöglicht eine hohe spektrale Auflösung bei gleichzeitig sehr geringem Übersprechen zwischen den Beugungsordnungen.

Das ARYELLE kann bezüglich der Bauelementeparameter von Eintrittsspalt, Echelle-Gitter, Prisma und Abbildungsoptik frei dimensioniert werden. Somit ist es möglich, den Wellenlängenbereich und die spektrale Auflösung an nahezu alle Applikationen anzupassen.



Spektrometer stehen z.B. für den VUV-UV-Bereich von 175 - 330 nm und den UV-VIS-NIR-Bereich von 330 - 850 nm zur Verfügung. Es können aber auch sehr hohe spektrale Auflösungen bis zu einem Auflösungsvermögen von 50.000 erreicht werden, wenn der Spektralbereich entsprechend verkleinert wird.

Für die Vermessung von Weitbereichs-LIPS-Spektren und für die Kopplung von LIPS und Raman-Spektroskopie in einem System wurde

### das ARYELLE 400-Butterfly Spektrometer

entwickelt. Es besteht im Prinzip aus zwei ARYELLE-Spektrographen, deren Spektren einen gemeinsamen Detektor sequentiell beleuchten. Damit besitzt der Doppelspektrograph ARYELLE-Butterfly die Möglichkeit, die Spektren mit enormer Variabilität zu vermessen. Die Trennung des Spektralbereiches bei Verwendung nur eines Detektors ist eine kostengünstige Lösung, um die Detektorfläche äußerst effektiv zu nutzen und die Belichtungszeiten flexibel zu gestalten.

Das optische und mechanische Konzept führt zu einem kompakten, thermisch und mechanisch äußerst stabilen Gerätesystem. Es besitzt eine automatische interne Kalibrierung. Durch die mögliche Verwendung eines CaF<sub>2</sub>-Prismas und den Einsatz von Reflexionsoptiken mit Breitband-UV-Schichten werden chromatische Aberrationen vermieden, und es bestehen kaum Begrenzungen bei der Auswahl der Meßwellenlängen. Die Einkopplung der Strahlung in das Spektrometer erfolgt über eine SMA-Faser-Einkopplung für den UV-VIS-NIR-Bereich oder durch eine reine Reflexions-Transferoptik für den VUV-Bereich.

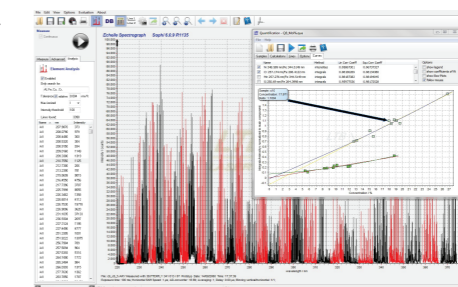
Die Nutzung einer CCD in Kombination mit einem Chopper ermöglicht gegenüber einer ICCD als Detektor ein höheres spektrales Auflösungsvermögen infolge der besseren Ortsauflösung des Detektors. Im Vergleich wird ein um den Faktor 10 besseres Signal-Rausch-Verhältnis durch das geringere Eigenrauschen erreicht und das bei einem niedrigeren Gerätepreis. Vorteile der ICCD sind die bessere zeitliche Auflösung und die größere Variabilität in der Ansteuerung. Eine intensive Kühlung des Detektorsystems verringert das Eigenrauschen des Detektors und verbessert damit das Signal-Rausch-Verhältnis deutlich.

Die Nachweisgrenze für LIPS ist von der Probenmatrix und dem Element abhängig; im allgemeinen werden Nachweisgrenzen im Bereich 10-500 ppm für die meisten Elemente in Festkörpermatrizes erreicht, für einige Elemente (z.B. Magnesium) können auch Nachweisgrenzen bis in den ppb-Bereich erreicht werden. Die Genauigkeit ist typ. besser als 10% des Meßwertes. Die Nachweisgrenzen hängen aber nicht nur vom Spektrometer, sondern auch von der Transferoptik und dem Gesamtaufbau des Systems ab.

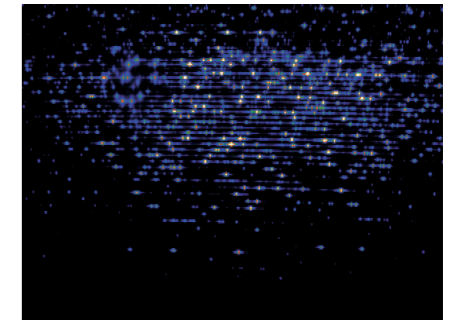
### Software

Die Steuer- und Auswert-Software Sophi für ARYELLE kontrolliert alle Spektrometer- und Detektorfunktionen. Nach der Zuordnung der Rohdaten zu entsprechenden Wellenlängen werden alle Linien des Spektrums automatisch mit einem integrierten Spektralatlas analysiert und wenn möglich den entsprechenden Elementen zugeordnet und aufgelistet. Umfangreiche quantitative Analysealgorithmen sind integriert. Für eine quantitative Messung ist eine Kalibrierung mit Referenzmaterialien notwendig. Mit wenigen Mausklicks können Kalibrierkurven erstellt und grafisch dargestellt werden. Diese können anschließend zur quantitativen Analyse von Proben verwendet werden.

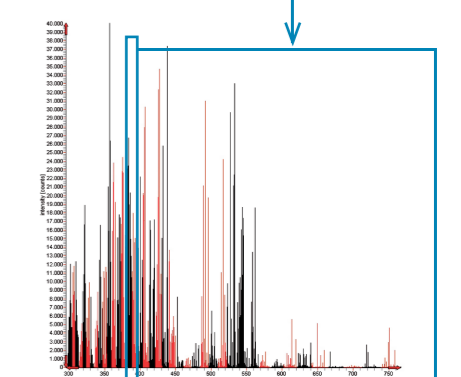
Ein integrierter Pascal-Compiler gestattet es, anwendungsspezifische Skripte zur Automatisierung umfangreicher Meßaufgaben selbst zu schreiben. Zubehörkomponenten wie xyz-Tische, Laser, Energiemonitor sind über die Skriptsprache voll nutzbar.



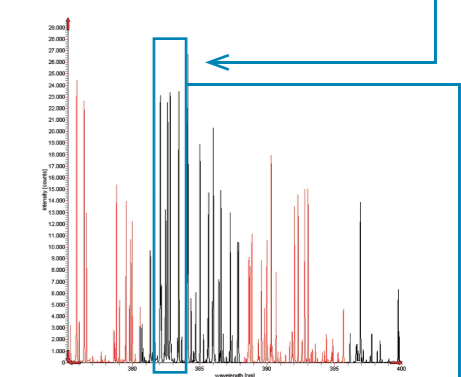
Software



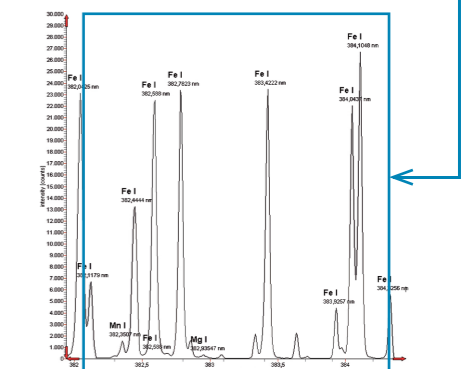
Rohdaten/Detektorbild



2D-Spektrum einer Stahlprobe



Einige Ordnungen des Spektrums einer Stahlprobe



Ausschnittsvergrößerung dieser Ordnung des Spektrums einer Stahlprobe

**We deliver complete solutions**