



We make it visible.

Miniaturisierte Spektralsensoren für die spektroskopische Prozessüberwachung

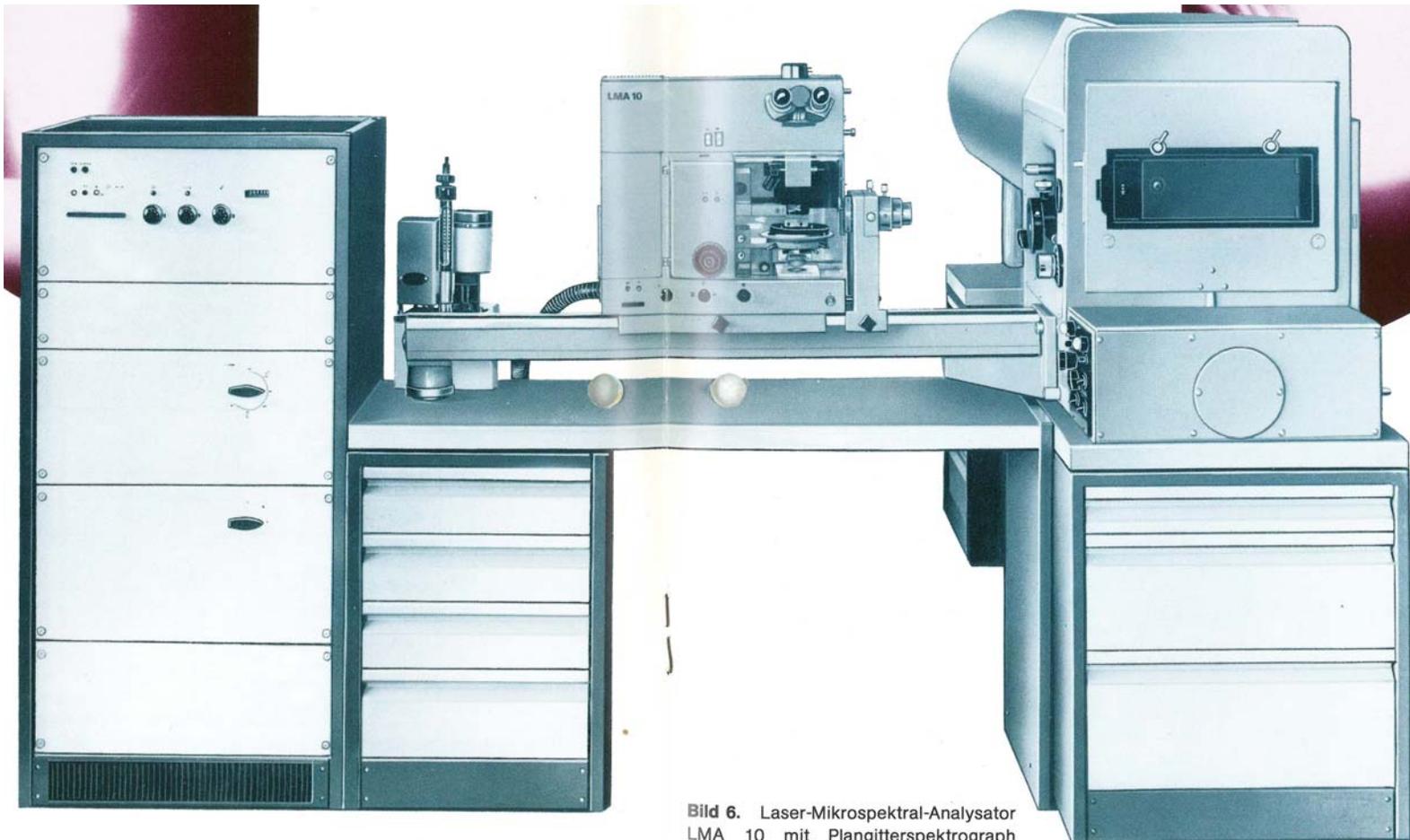
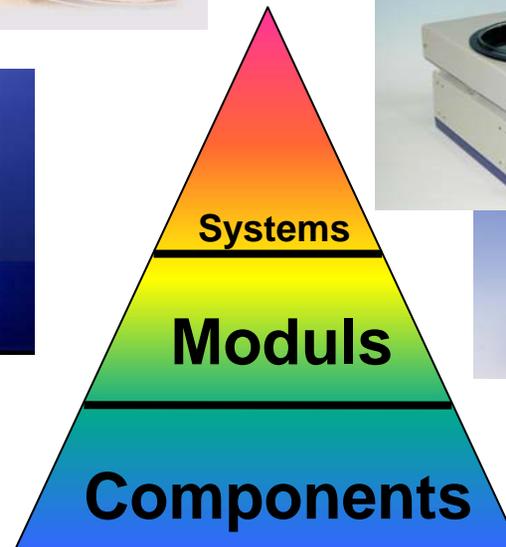
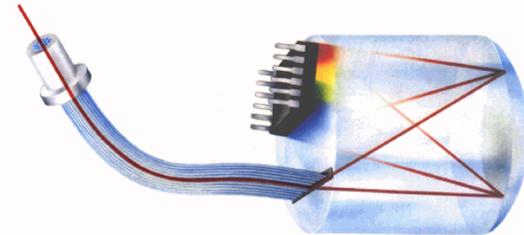
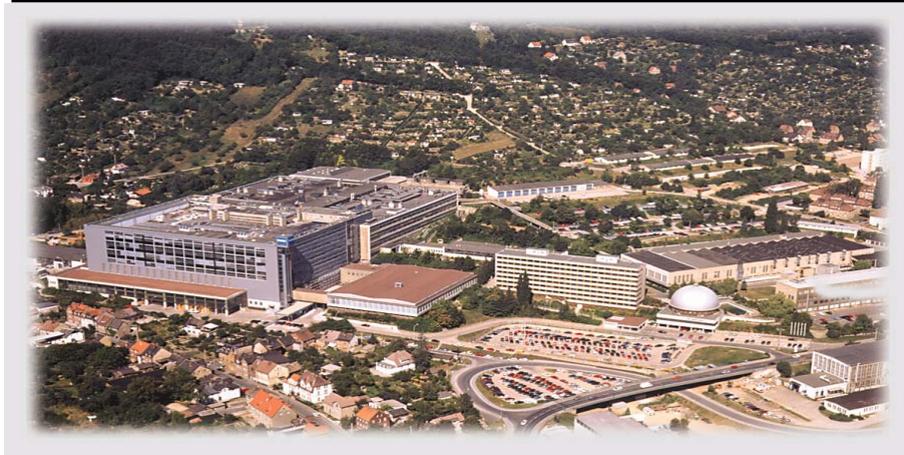


Bild 6. Laser-Mikrospektral-Analysator
LMA 10 mit Plangitterspektrograph

Carl Zeiss Microlmaging GmbH Spectral Sensors Division



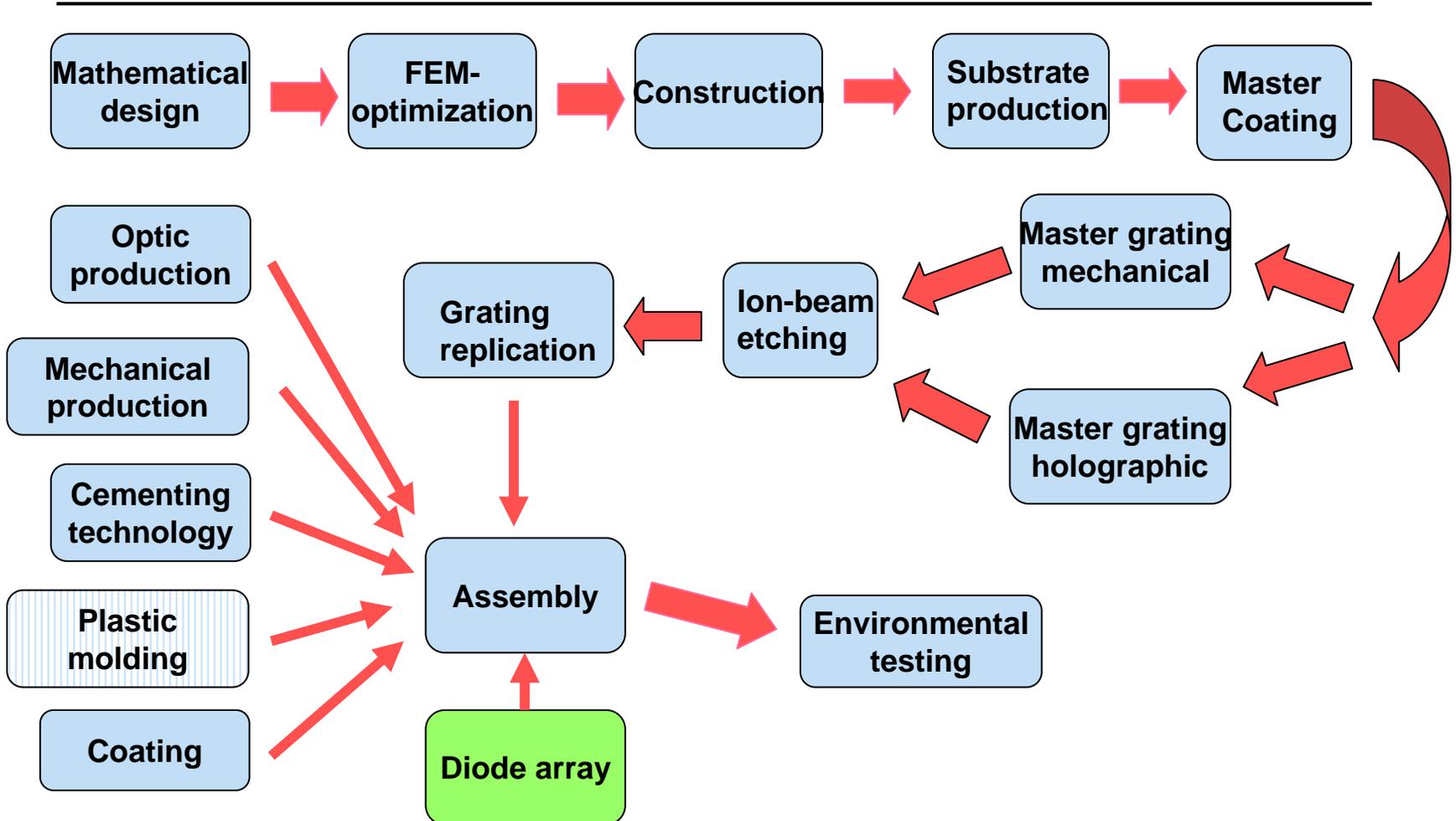
Anwendungsgebiete



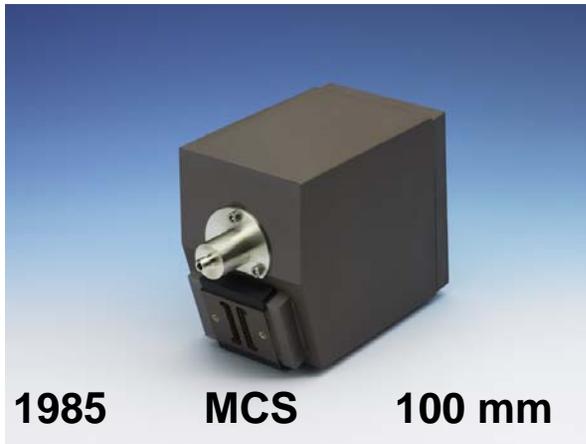
Glas, Beschichtung
Landwirtschaft, Lebensmittel
Pharmazie, Gesundheitswesen
Farbmessung, Farbgestaltung



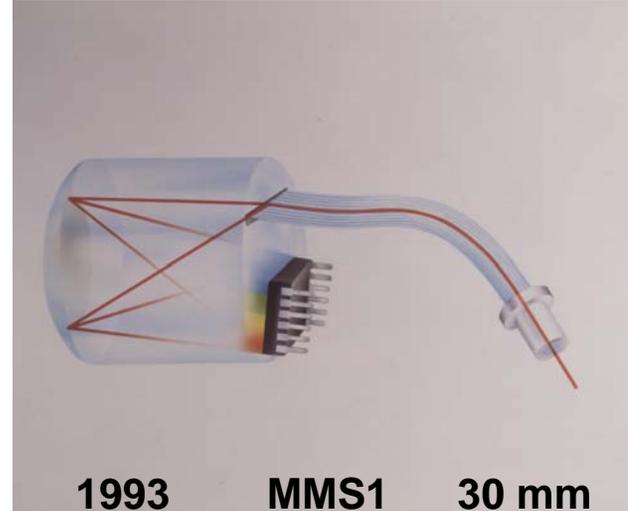
Carl Zeiss Spectral Sensors-Overall competence



Miniaturisierung von Größe und Preis nicht grenzenlos



1985 MCS 100 mm



1993 MMS1 30 mm



1999
Fahrbahnsensor
Farbsensor
25 mm

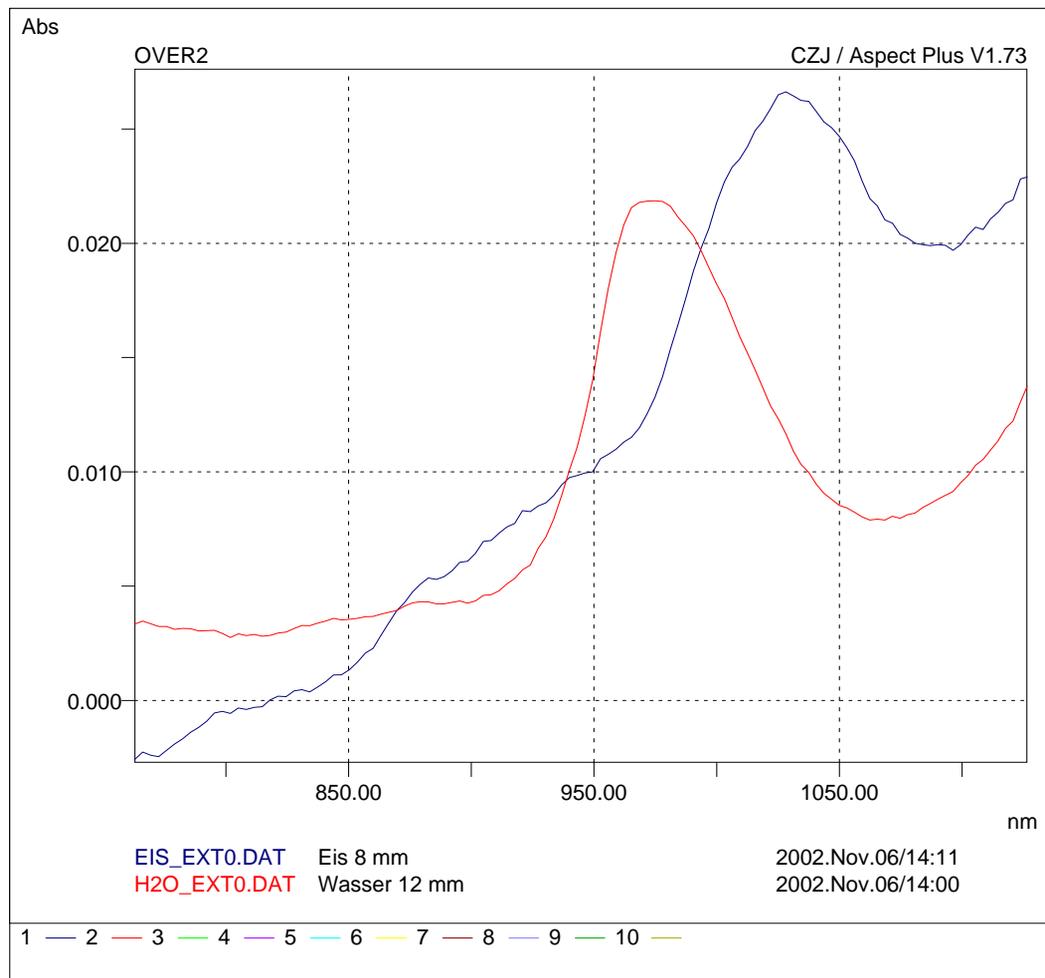
2006
Fitnesssensor
Farbsensor 2
23 - 25 mm

2010 10 mm?

Anwendung Farbahnsensor



Charakteristische wellenlängenabhängige Absorption (Dämpfung) des von der Fahrbahn zurückgeworfenen Lichts durch Wasser (rot) oder Eis (blau)

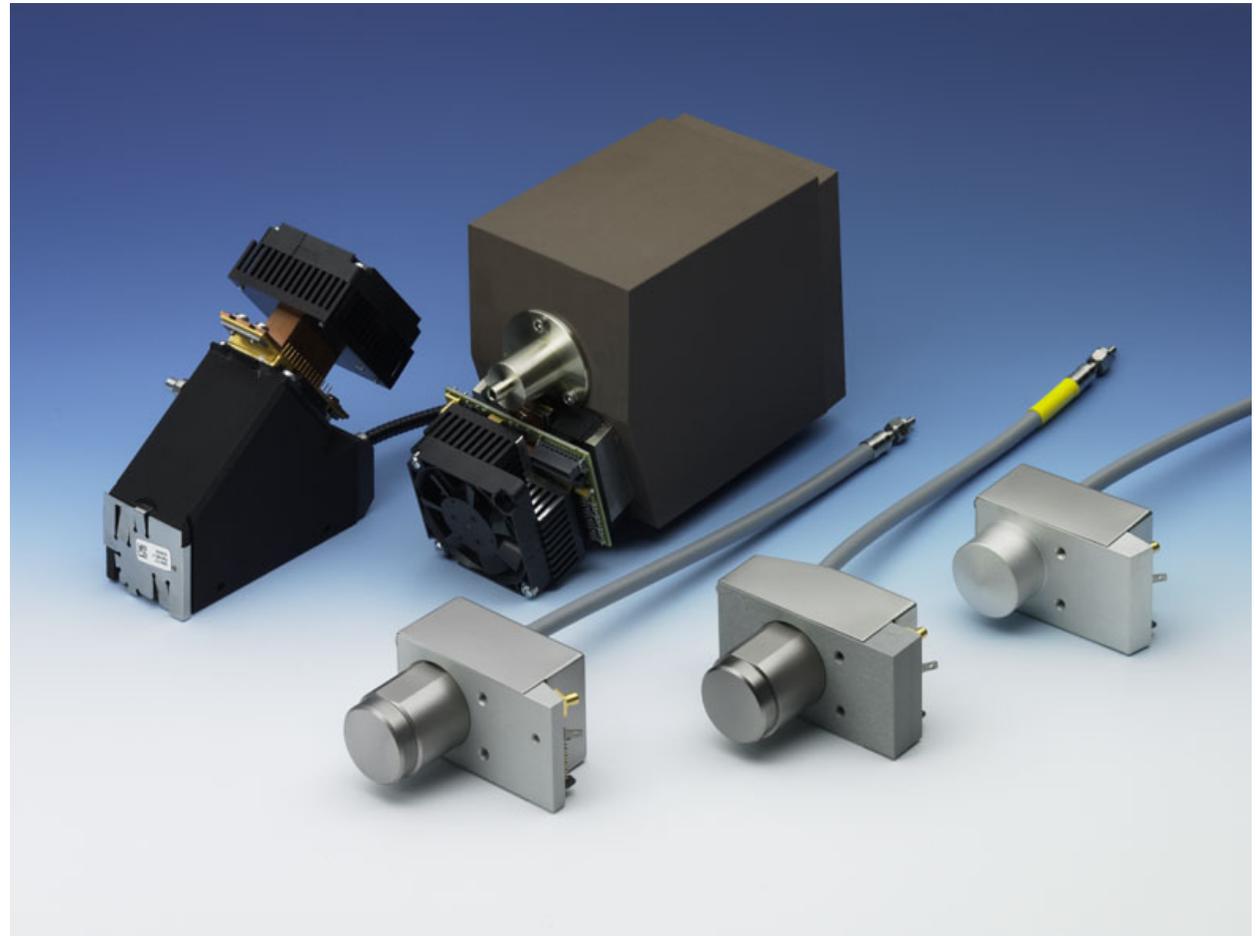


Ziele der Miniaturisierung



Kleiner, leichter
geringerer Preis
gleiche Qualität?

genau
abgestimmte
Spezifikationen

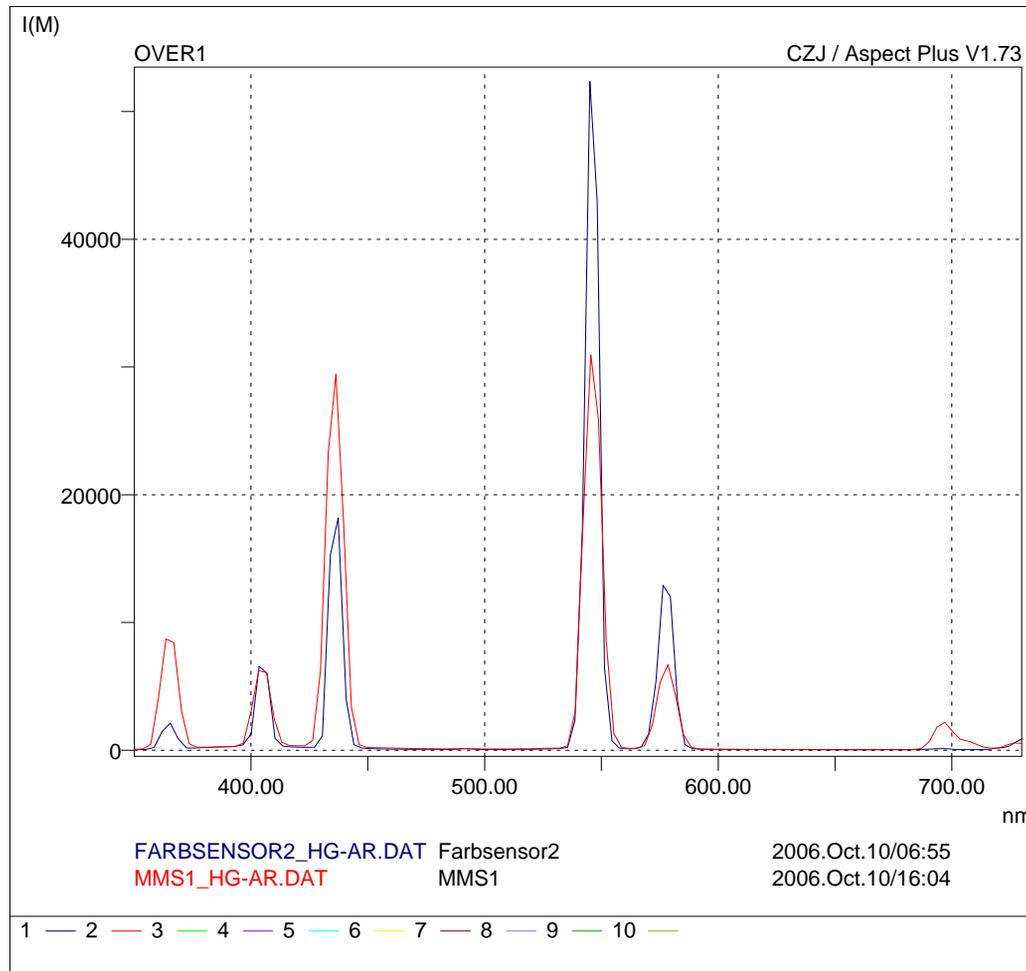


Spezifikationen (Ausschnitt) müssen genauestens abgestimmt sein

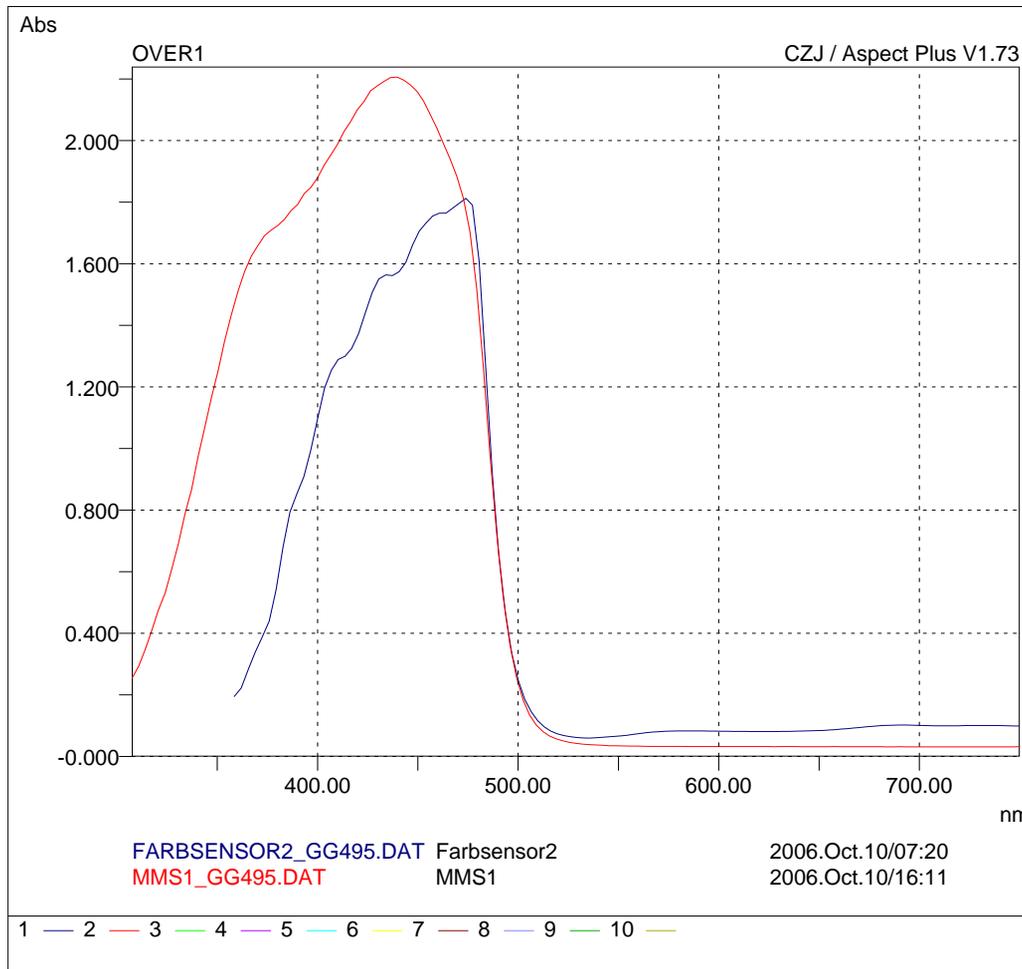


	MMS1	Farbsensor 2
Spektralbereich	310 – 1100 nm	380 – 730 nm
Pixelzahl	256	128 + 6 dunkle
Pixel entspricht	3 nm	3 nm
Empfindliche Fläche	6.4 • 2.5 mm²	6.7 • 0.5 mm²
Auflösung (Bandbreite, Gerätefunktion)	halbe Zehntelwertsbreite ≤ 10 nm	Halbwertsbreite (Gaussfit) Alle ≤ 14 nm, 99.9% ≤ 13 nm, 97.5% ≤ 12 nm, 80% ≤ 11 nm
Streulichtunterdrückung mit Langpassfilter (OD, logarithmisch)	Nach ASTM E 387 ≥ 1.15 mit NaNO₂ ≥ 2.1 mit GG495	Kundenspezifische, prüffreundliche Definition ≥ 800 mit GG495 (lin. Maß) ca. 1.8 nach ASTM
Umgebungstemperatur In Betrieb bei Lagerung	0 – +65°C -40 – +70°C	0 – +60°C -40 – +70°C
Temperaturdrift	≤ 10 pm / K	≤ 12.5 pm / K

spektrale Auflösung beider Spektrometer vergleichbar



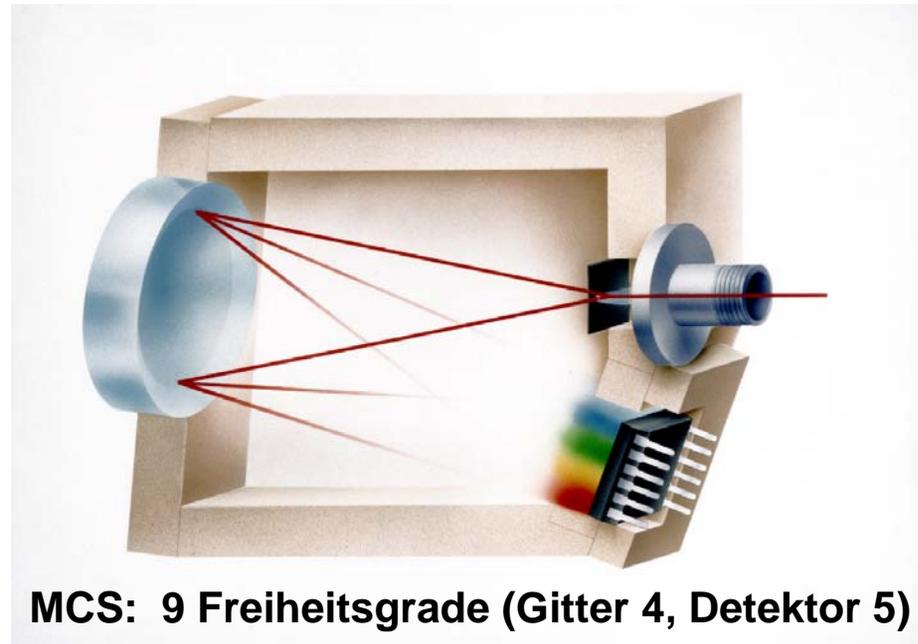
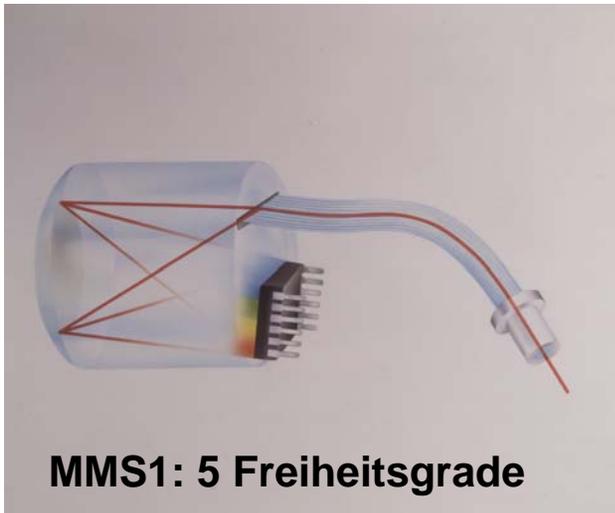
Streulichtunterdrückung Kompromisse sind erforderlich



Wege zur Miniaturisierung

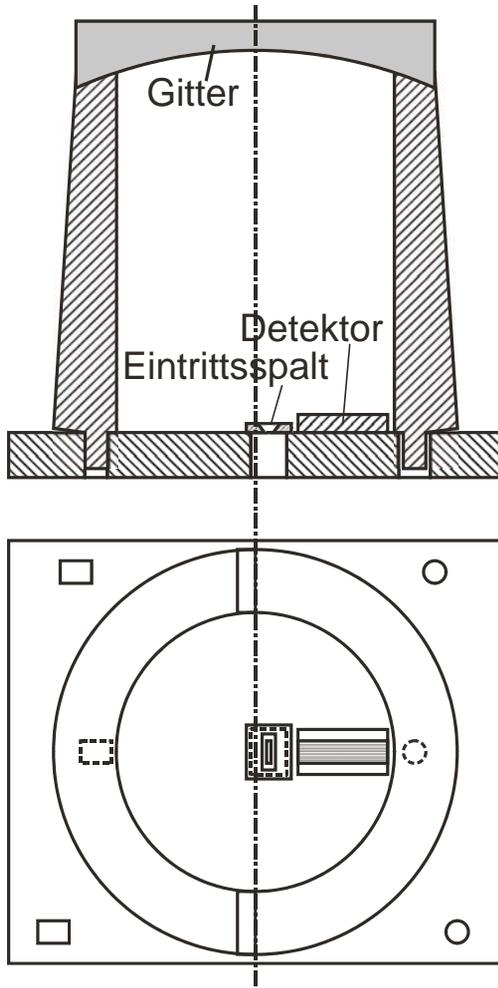


- Einfacher Strahlengang**
- Wenige Teile**
- Kurze Toleranzkette**
- Wenig oder keine Justageschritte**



Fahrbahnsensor: 1 Freiheitsgrad

Konstruktionsprinzip justierfreies Spektrometer Farbsensor 2, Fitnessensor



Gitter liegt auf Kugelfläche

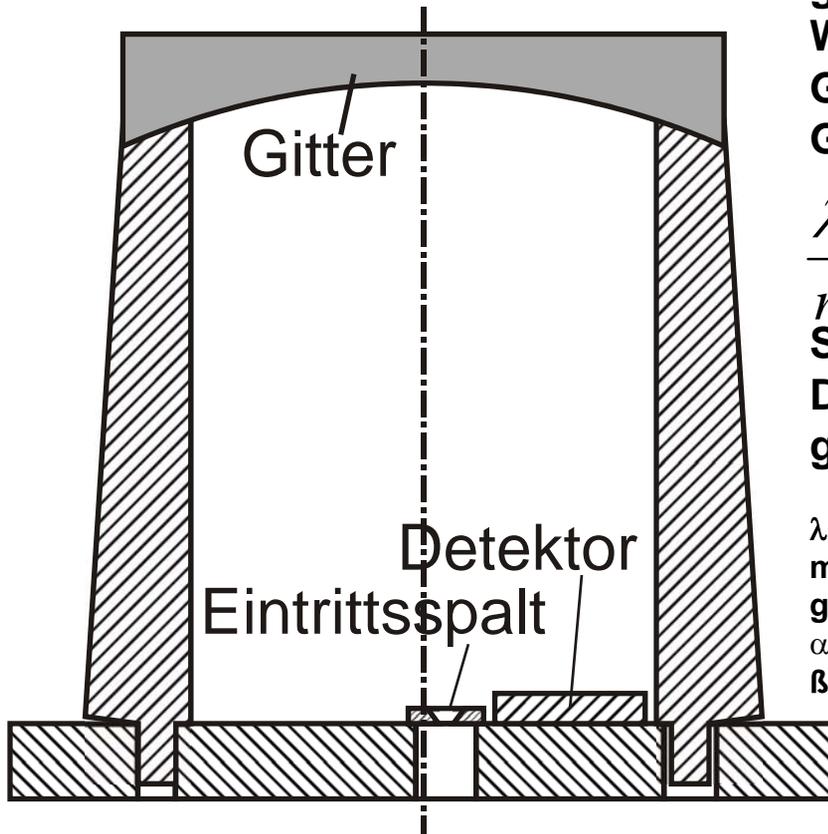
Ein Teil positioniert das Gitter

**Detektor und Eintrittsspalt auf einem Träger
Absetz-Montagetechnik aus Mikroelektronik**

**Schlitze im Gitter verhindern Drehung
Alle Funktionsmaße des Gitters kommen vom
Master (Original) und sind in einer
Werkzeughälfte beim Spritzgießen**

**Toleranzkette sehr kurz:
Eintrittsspalt bzw. Detektor – Stahlplatte –
Trägerteil – Gitter und zurück**

Temperaturdrift wird kompensiert



**Gleiches Material, gleicher
Ausdehnungskoeffizient,
gleiche Winkel, aber Gitter:
Wenn Temperatur steigt
Gitter dehnt sich aus ($6...7 \cdot 10^{-5} / \text{K}$)
Gitterstriche rücken auseinander**

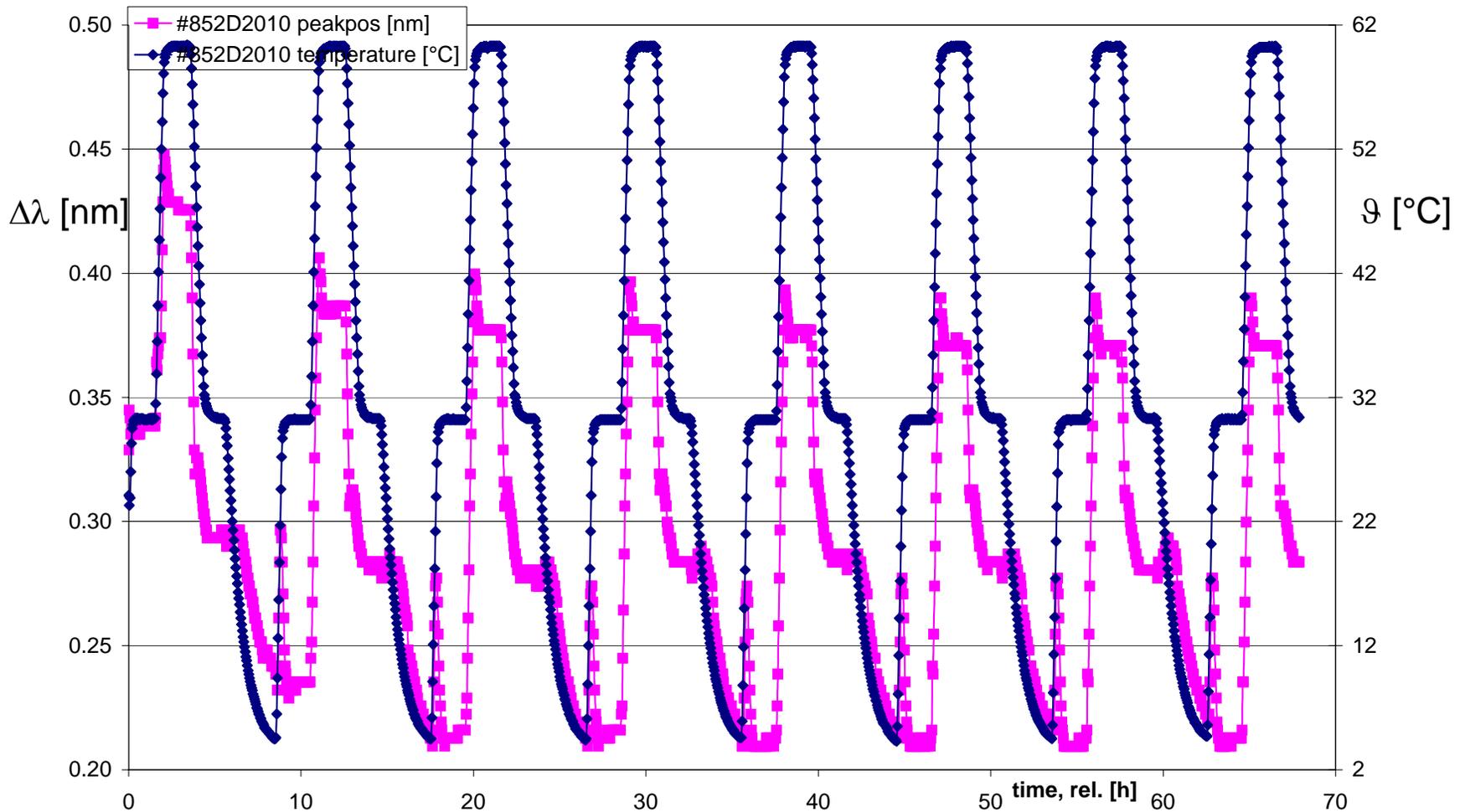
$$\frac{\lambda}{n} \cdot m \cdot g = \sin \alpha + \sin \beta$$

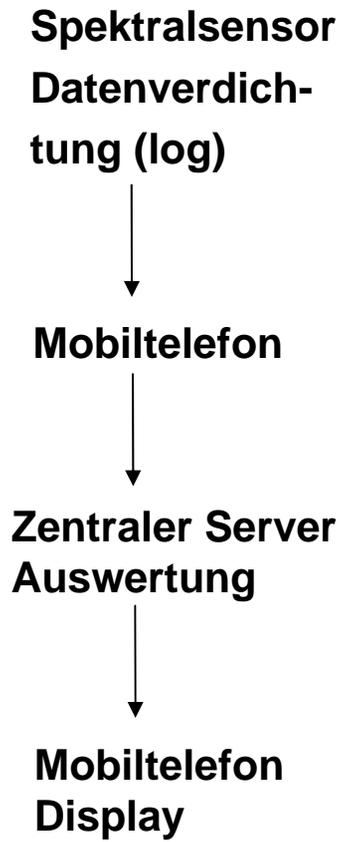
**Spektrum rückt zusammen
Detektorträger (Stahl $1 \cdot 10^{-5} / \text{K}$)
gleicht aus, zieht Richtung Mitte**

λ Wellenlänge
 m Beugungsordnung
 g Gitterstrichzahl
 α Einfallswinkel
 β Beugungswinkel

Temperaturdrifttest

Farbsensor 2 erfüllt die Spezifikationen





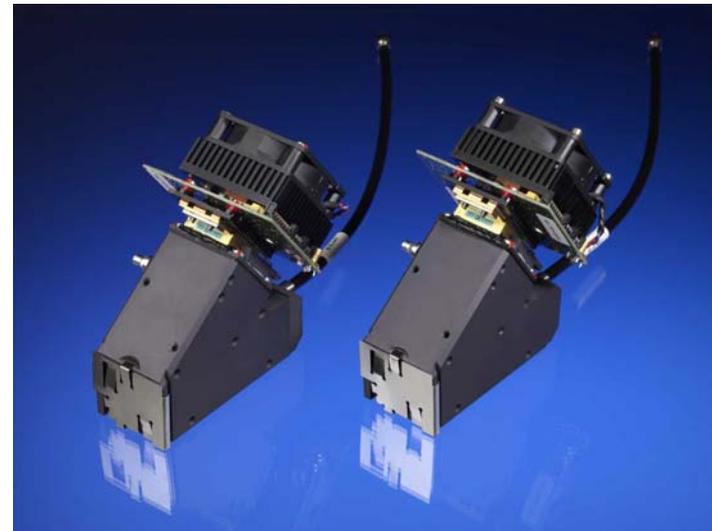
NIR-Sensor für den Einsatz bei der Ernte Analyse von Feuchte u. a. Inhaltsstoffen



Reflexionssensor
für John Deere



NIR-
Spektral-
Sensoren-
Familie:
PGS





Die Anwendung bestimmt Spezifikationen, Stückzahlen und Preise, die genau definiert werden müssen.

Auf dieser Basis findet Zeiss die optimale Lösung im gegenseitigen Zusammenwirken von Optikdesign, Konstruktion und Herstelltechnologie

Tests des Sensors zeigen, dass er die Spezifikationen erfüllt (Prototypen und jedes Teil der Serie).

Test der Anwendung beweisen, dass der Spektralsensor richtig spezifiziert wurde.



We make it visible.