

Rasterelektronen- mikroskopie

an der Dualen Hochschule
Baden-Württemberg Heidenheim



Technische Daten

- Vergrößerungsbereich: 12-fach bis 1.000.000-fach
- Probengröße: Bis zu 250 mm Ø und 145 mm Höhe
- Bewegungsbereich: x-Richtung: 125 mm; y-Richtung: 125mm
Neigung: -10° bis 90°; Rotation: 360°
- Bildgröße: Max. 3024 x 2304 Pixel
- Scan-Geschwindigkeit: 10 Bilder/1 Sek. bis 1 Bild/21 Min.
- Druckbereiche: Hochvakuum
Druckvariabel von 2 Pa bis 133 Pa
- Spannungsbereich: 0,1 kV bis 30 kV
- Detektion: Sekundärelektronen SE
RückstreuElektronen BSE
Charakteristische Röntgenstrahlung
- Features: Zerstörungsfreie Messmethode
Einfache und schnelle Probenpräparation
Kundenspezifische Analysen
Präzise Ergebnisse durch aktive Schwingungsdämpfung
Höchste Reinheit durch integrierte Stickstoffbelüftung

Anwendung

- Detektion von Oberflächen
- Untersuchung metallischer, mineralischer und biologischer Proben
- Auswertung der Topographie von Materialproben
- Umfassende Schadensanalyse
- Detektion nanoskaliger Strukturen
- Messen unter Normaldruck und unter Hochvakuum
- Detektion von Rauigkeiten
- Analyse chemischer Stoffzusammensetzungen
- Untersuchung von Beschichtungsfehlern
- Professionelle Dokumentation der Ergebnisse

Untersuchungsobjekte

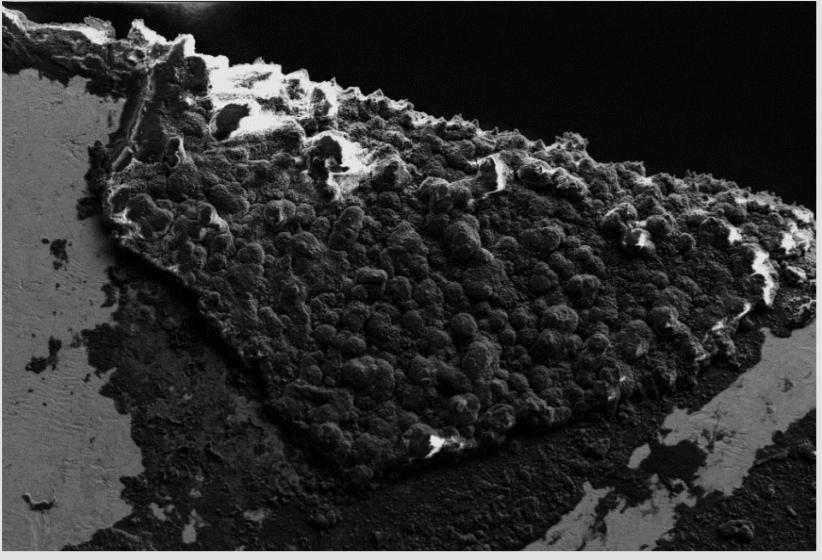
- Metallische, mineralische und biologische Proben
- Schweißnähte, Zugproben und gesinterte Bauteile
- Magnetische Proben
- Papier, Fasern sowie Faserverbundwerkstoffe
- Nichtvakuumstabile Klein- und Kleinstlebewesen
- Mikrochips, Platinen und Solarzellen
- Schmuckgegenstände
- Lacksplitter und Pulverreste
- Mikroben, Gewebe und Zellstrukturen

Einsatzgebiete

- Qualitätssicherung
- Metallverarbeitende Industrie
- Elektro- und Halbleiterindustrie
- Forensik und Kriminalistik
- Mess- und Prüftechnik
- Materialwissenschaften
- Werkstoffindustrie
- Forschung in Biologie u. Chemie
- Medizin
- Mineralogie
- Nanotechnologie

Visualisierung

Darstellung der Topographie



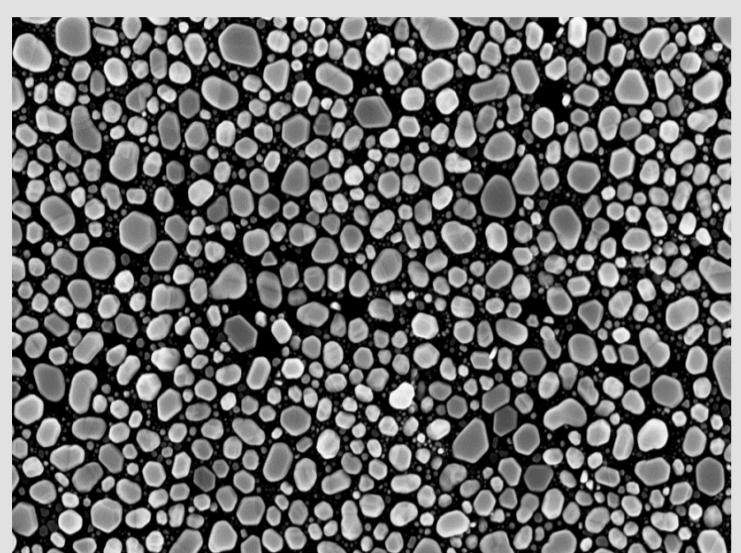
gebrauchte Rasierklinge (250x vergrößert)

Hochauflösende Bilder



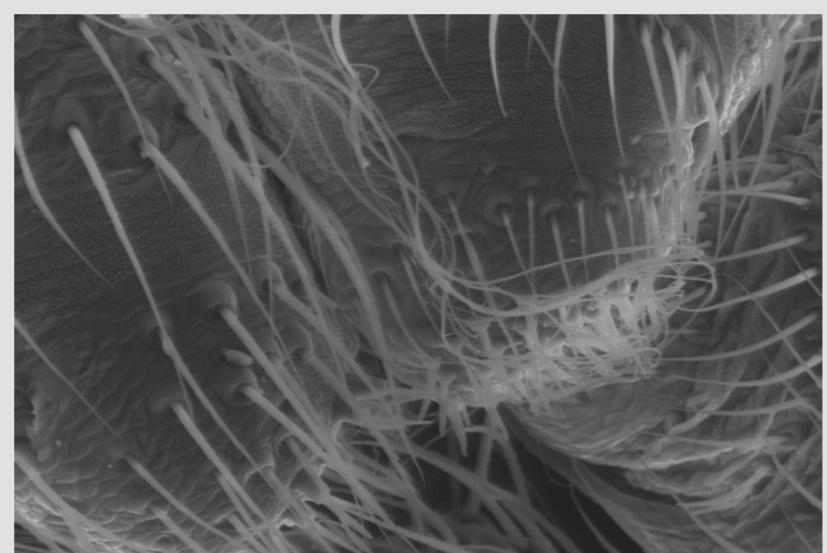
Schraube (125x vergrößert)

Detailansichten



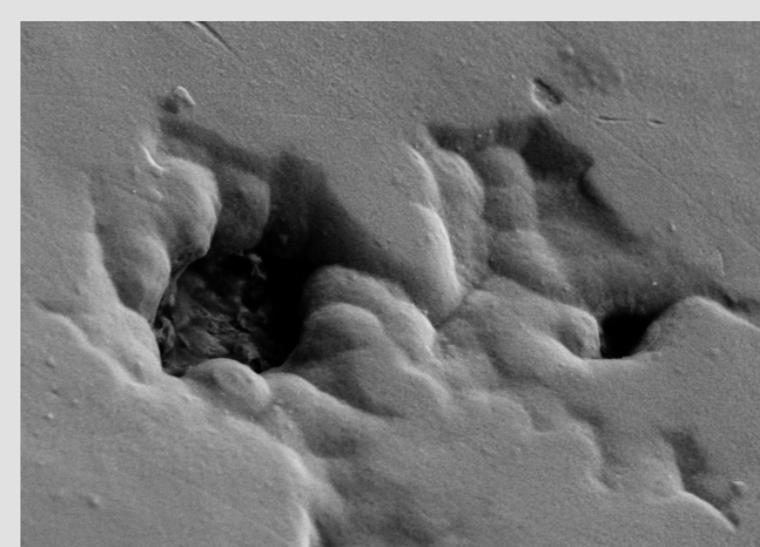
Gold auf Kohle (100.000x vergrößert)

Visualisierung
faszinierender Welten



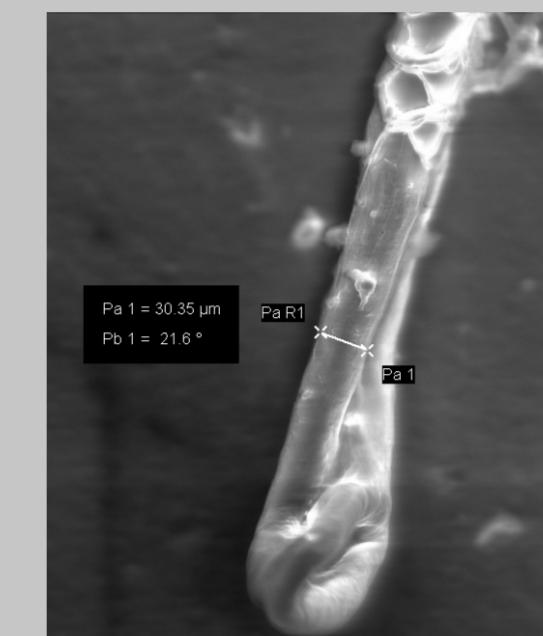
Oberfläche einer Spinne (1.000x vergrößert)

Fehleridentifikation

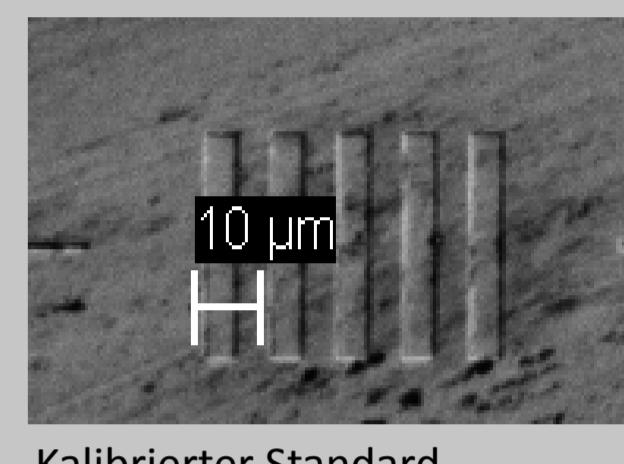


Mikroriss (3.000x vergrößert)

Messung



Menschliches Haar



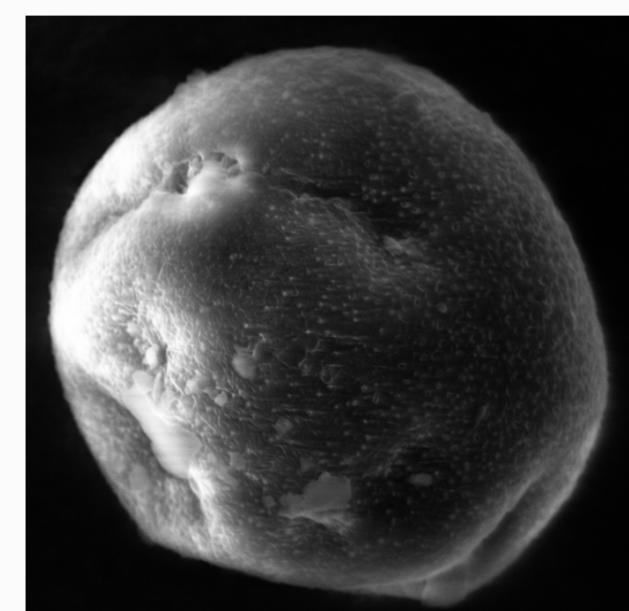
Kalibrierter Standard

- Integrierte Softwaremesswerkzeuge
- Einfaches Messkonzept
- Präzise Messungen bei höchster Auflösung und maximaler Vergrößerung
- Bestimmen von Materialphasen
- Ermittlung von Rauigkeitskennzahlen

Anwendungen Rasterelektronen- mikroskopie

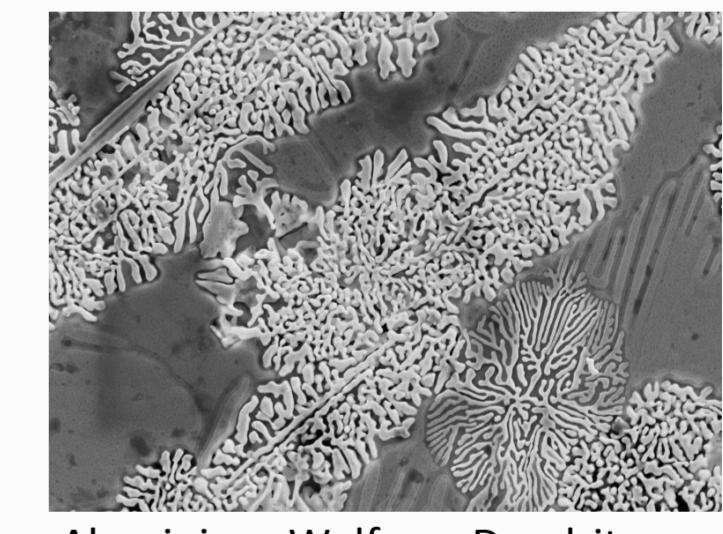
Analyse

Analyse nichtvakuumstabiler Proben im druckvariablen Modus



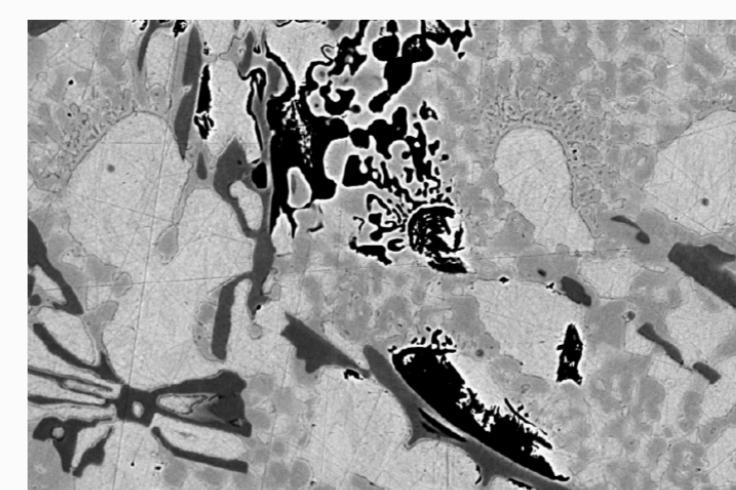
Blütenpollen (4.000x vergrößert)

Materialcharakteristika



Aluminium-Wolfram-Dendriten

Darstellung von Materialkontrasten



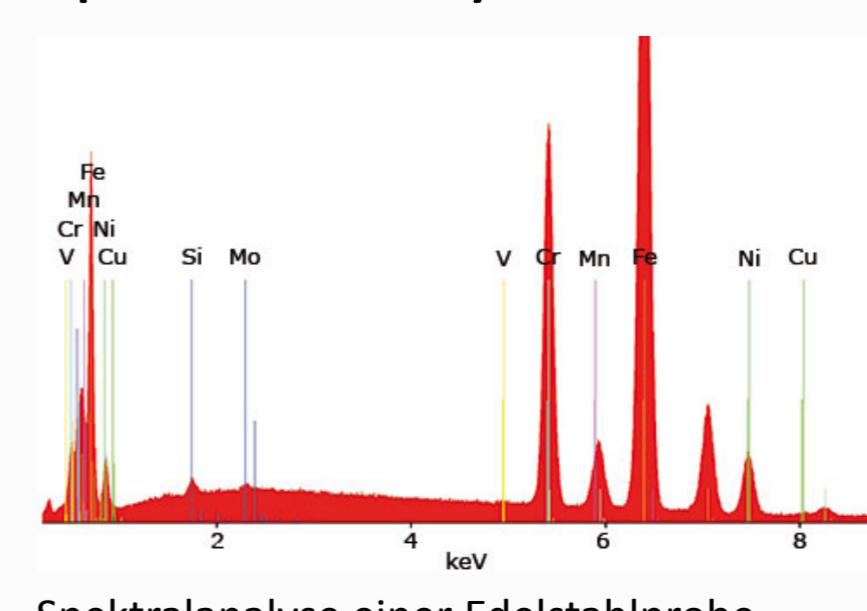
Verschiedene Phasen einer metallischen Probe

Darstellung der chemischen Stoffzusammensetzung

Element	Series	Net	20.0 kV		
			Mass C. [wt.-%]	norm. C. [wt.-%]	Atom C. [at.-%]
Si	K series	35377	0,47	0,47	0,91
V	K series	11238	0,17	0,17	0,18
Cr	K series	1063909	17,41	17,39	18,44
Mn	K series	37807	0,82	0,82	0,83
Fe	K series	2608967	72,53	72,46	71,54
Co *	K series	17773	0,14	0,14	0,13
Ni	K series	195094	8,13	8,12	7,63
Cu	K series	5802	0,29	0,29	0,26
Mo	L series	7408	0,14	0,14	0,08
		Total	100,10	100,00	100,00

Stoffbestandteile von Edelstahl

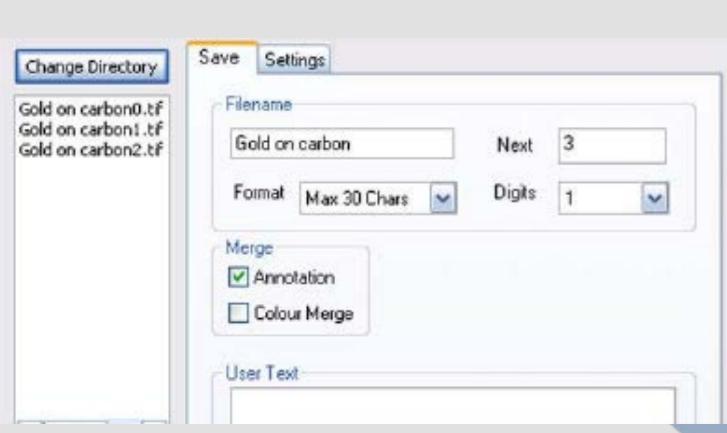
Spektralanalyse



Spektralanalyse einer Edelstahlprobe

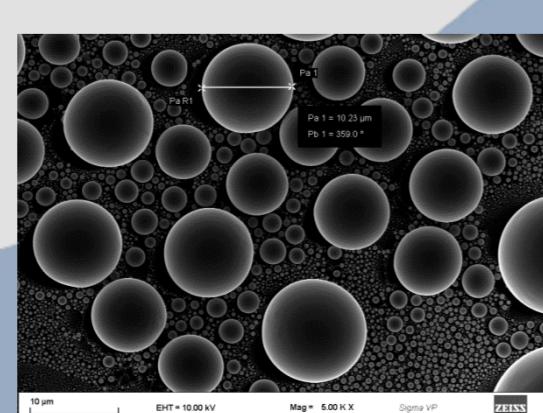
Ablauf

5) Dokumentation

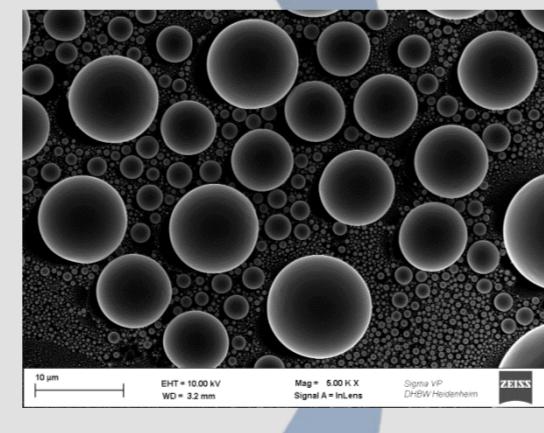


Parameter können wieder aufgerufen werden

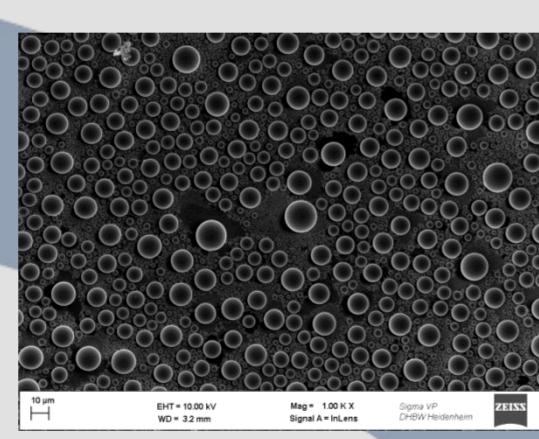
4) Messung und Analyse



3) Vergrößerung



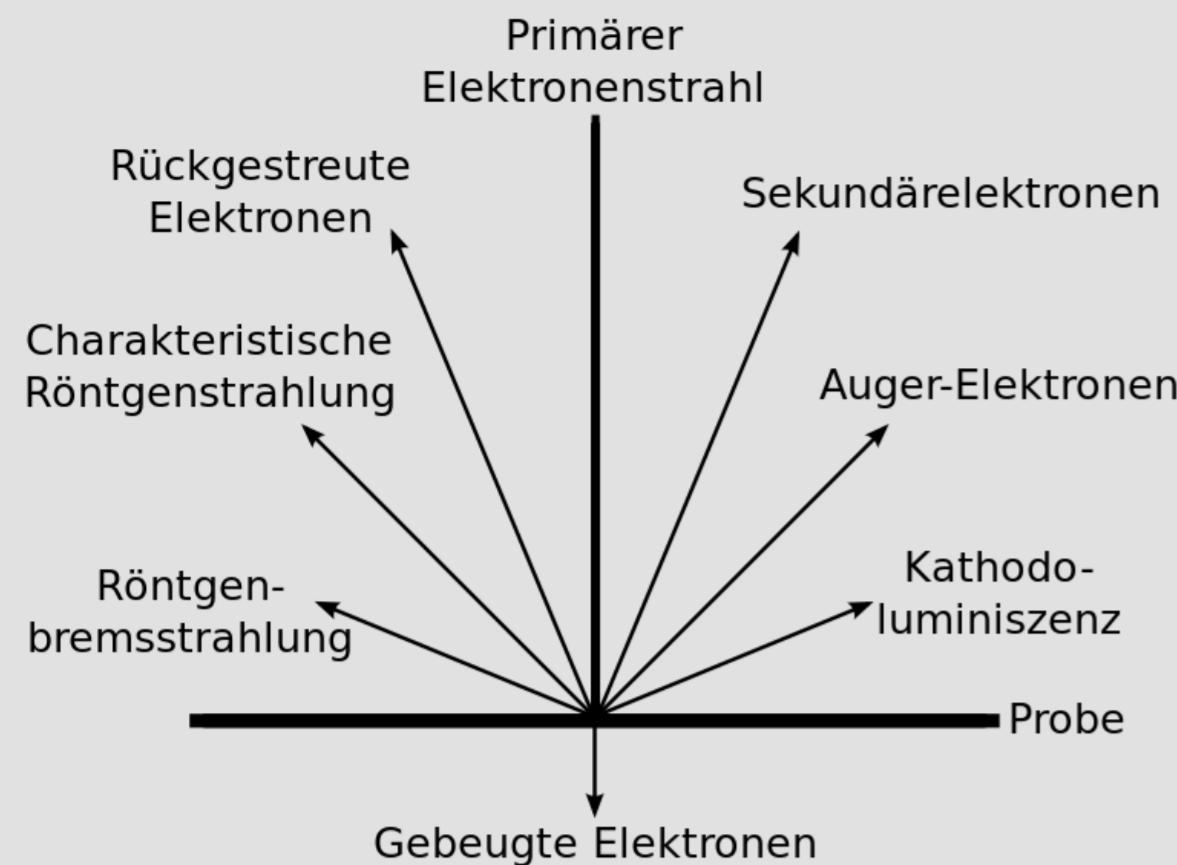
2) Bildeinstellung



1) REM starten

Signalarten

Beim Auftreffen des primären Elektronenstrahles auf die Probe kommt es zu Wechselwirkungen der Materie:



- **Sekundärelektronen SE:** Ionisation von Elektronen der äußeren Atomhülle.
- **Augerelektronen AE:** Strahlungslose Emission von Elektronen der äußeren Atomhülle aufgrund von Stoßprozessen im Atominneren.
- **Gebeugte Elektronen:** Elektronen, die eine Probe durchdringen.
- **Rückstreuerelektronen BSE:** Von der Probenoberfläche abgelenkte Elektronen.

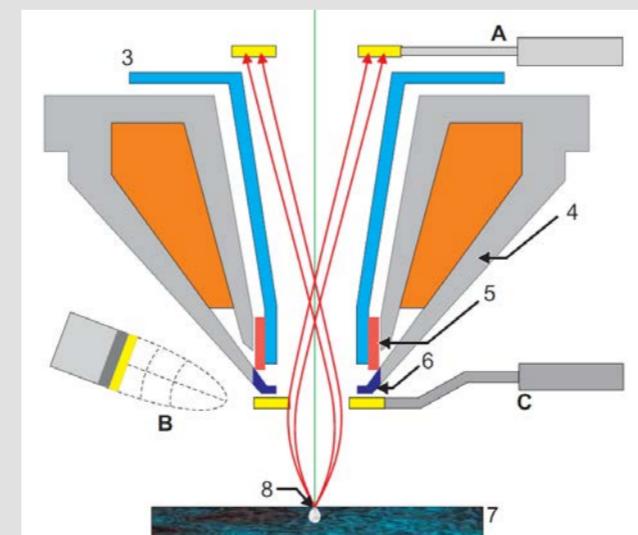
Technologie Rasterelektronen- mikroskopie

Detektoren

A In-Lens-Detektor: Liefert Informationen über die Oberfläche von Proben bei hohen Vergrößerungen. Detektiert nur SE.

B ET-SE-Detektor: Gibt ein Bild der Topographie einer Probe. Detektiert Sekundärelektronen und rückgestreute Elektronen BSE.

C BSE-Detektor: Zeigt unterschiedliche Phasen einer Probe als Kontraste an. Detektiert nur Rückstreuerelektronen.



VPSE G3-Detektor (o. Abb.): Wertet die Oberfläche nicht-vakuumstabiler Proben aus.

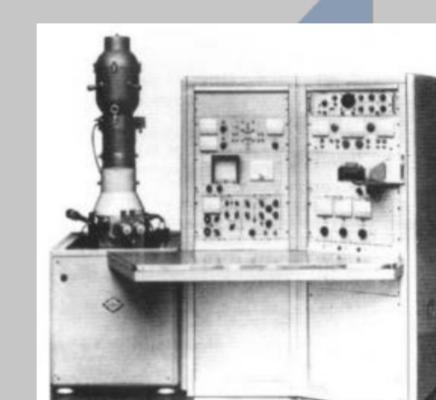
EDX-Detektor (o. Abb.): Detektiert charakteristische Röntgenstrahlen.

Historie

1925 Entdeckung, dass Magnetfeld eine Elektronenlinse darstellt.



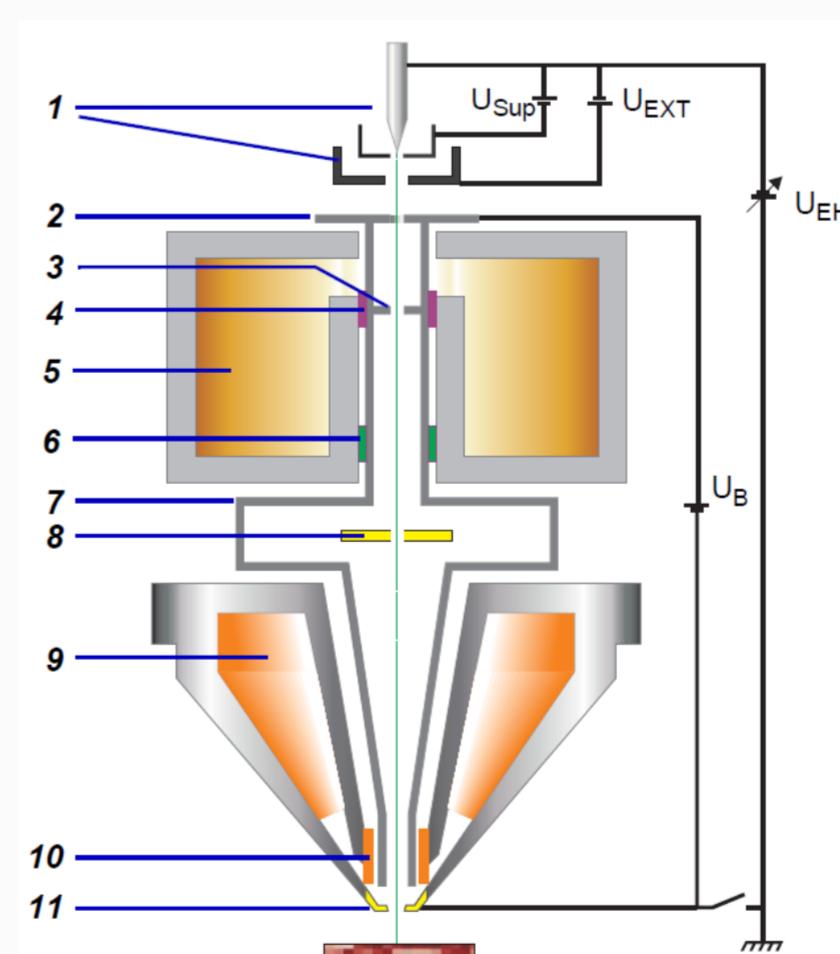
1937 Manfred von Ardenne baut das erste REM.



1965 Vermarktung des ersten kommerziellen REM „Stereoscan“ durch Cambridge Scientific Instruments Company in den USA.

Funktionsweise

- Der **Schottky-Feldemitter** (1) emittiert Elektronen und beschleunigt sie zur **Anodenblende** (2).
- Mit der **Mehrlochblende** (3) kann die Tiefenwirkung des Bildes beeinflusst werden, wobei die Blende zunächst **justiert** werden muss (4).
- Die **Kondensorlinse** (5) verdichtet die Elektronen und stellt den Strahldurchmesser ein.
- Der **Stigmator** (6) kompensiert Astigmatismus und stellt einen rotationssymmetrischen Strahl ein.



- Um den Energieverlust des Strahles zu kompensieren ist in der Optik ein **Strahlverstärker** (7) integriert, der mechanisch mit der Anode verbunden ist.
- Ein in die Elektronenoptik integrierter **In-Lens-Detektor** (8) lässt die Elektronen passieren.
- Die **elektromagnetische Linse** (9) fokussiert den Strahl.
- Der Primärelektronenstrahl wird mit **Ablenkspulen** (10) zeilenweise über die Probe geführt (gerastert).
- Von der Probe emittierte Elektronen werden von Detektoren ausgewertet.