

Anwendung

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



Merkmale

- Zerstörungsfreie Messmethode
- Einfache u. schnelle Probenpräparation
- Kundenspezifische Analysen
- Präzise Ergebnisse durch aktive Schwingungsdämpfung des Systems
- Intuitive Bedienung
- Einfaches Handling der Proben durch einen integrierten Objektmanipulator
- Höchste Reinheit durch integrierte Stickstoffbelüftung

Rasterelektronenmikroskopie

Anwendungsgebiete

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

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

an der Dualen Hochschule
Baden-Württemberg Heidenheim

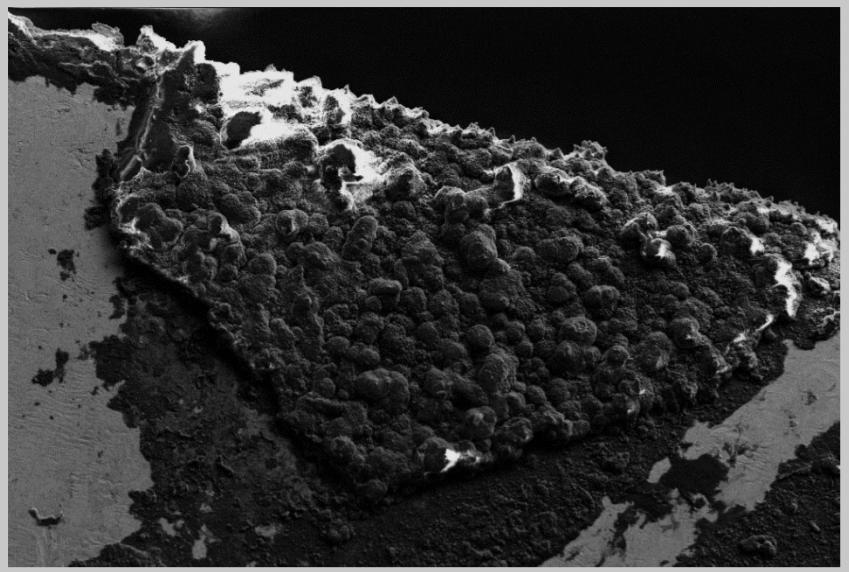
Technische Daten

Feldemissionsrasterelektronenmikroskop
Carl Zeiss Microscopy Sigma VP

- 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
- Scanspeed: 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
- Rückstreu elektronen BSE
- Charakteristische Röntgenstrahlung

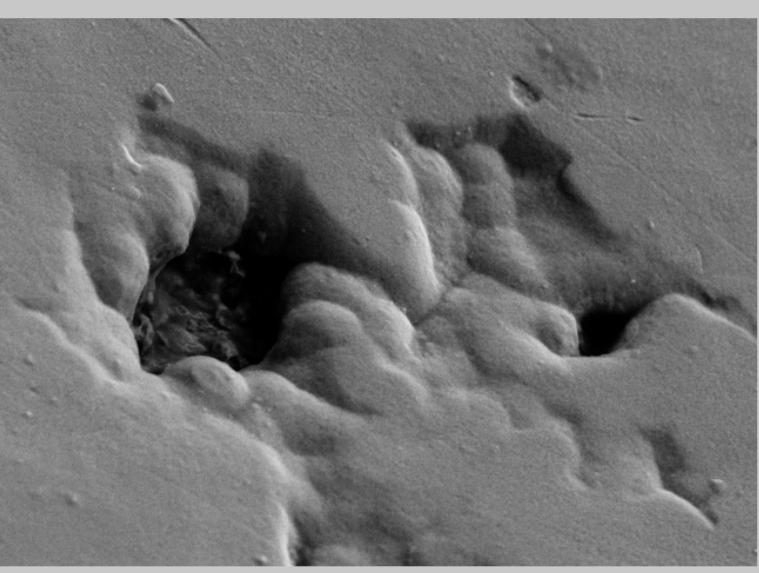
Visualisierung

Darstellung der Topographie



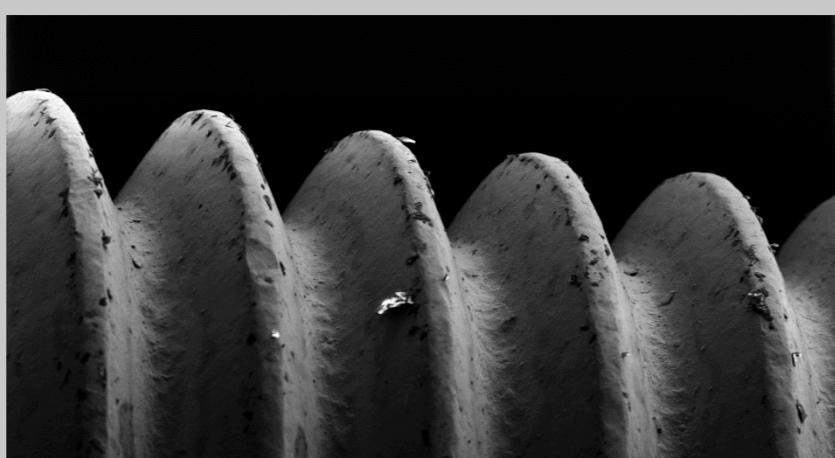
gebrauchte Rasierklinge (250x vergrößert)

Fehleridentifikation



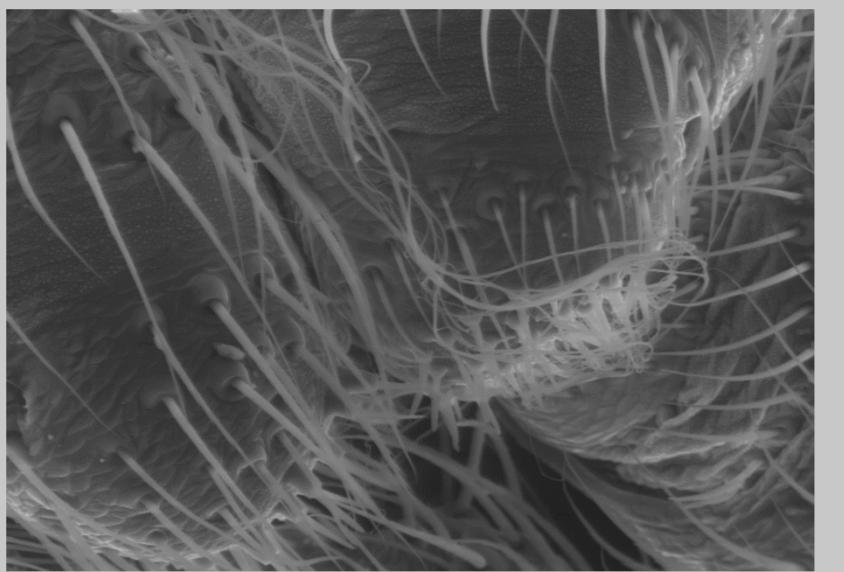
Mikroriss (3.000x vergrößert)

Hochauflösende Bilder



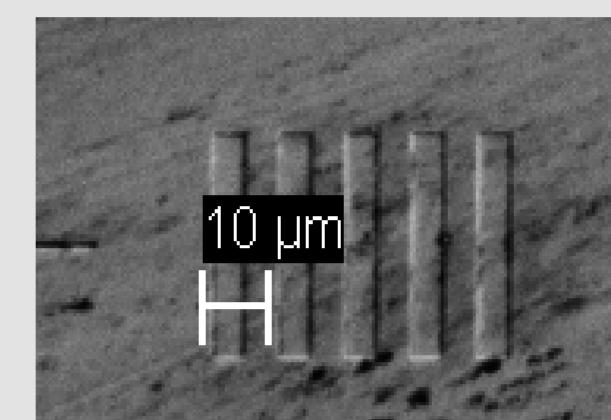
Schraube (125x vergrößert)

Visualisierung
faszinierender Welten

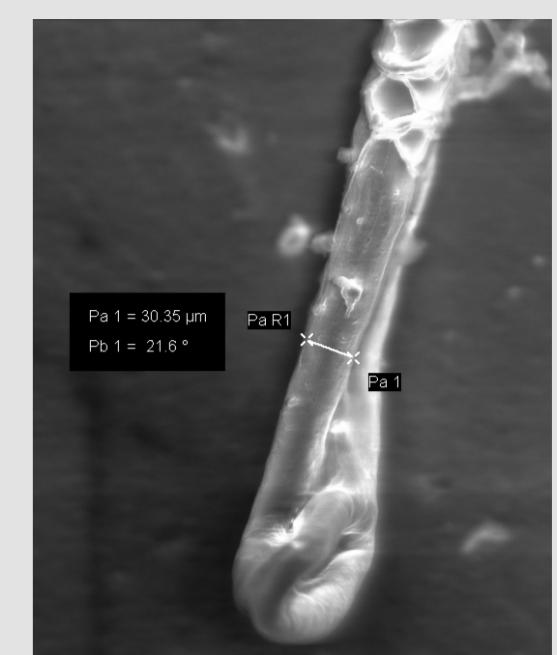


Oberfläche einer Spinne (1.000x vergrößert)

Messung



Kalibrierter Standard



Menschliches Haar

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

Anwendung der Rasterelektronenmikroskopie

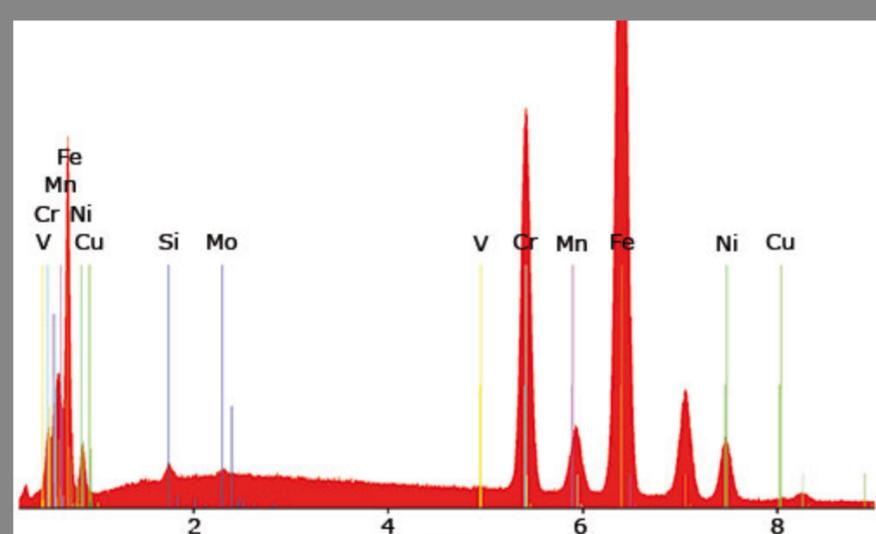
Analyse

Darstellung der chemischen Stoffzusammensetzung

Results		Primary energy		20.0 keV	
Element	Series	Net	Mass C.	norm. C.	Error (1 Sigma)
			[wt.-%]	[wt.-%]	[wt.-%]
Si	K series	35377	0,47	0,47	0,05
V	K series	11238	0,17	0,17	0,03
Cr	K series	1063909	17,41	17,39	0,49
Mn	K series	37807	0,82	0,82	0,05
Fe	K series	2608967	72,53	72,46	1,94
Co *	K series	17773	0,14	0,14	0,01
Ni	K series	195094	8,13	8,12	0,24
Cu	K series	5802	0,29	0,29	0,03
Mo	L series	7408	0,14	0,14	0,03
Total		100,10	100,00	100,00	

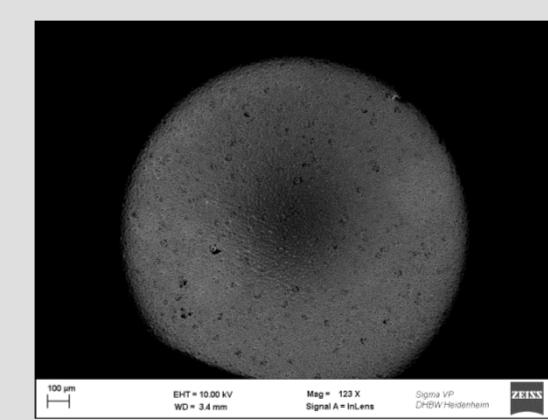
Stoffbestandteile von Edelstahl

Spektralanalyse

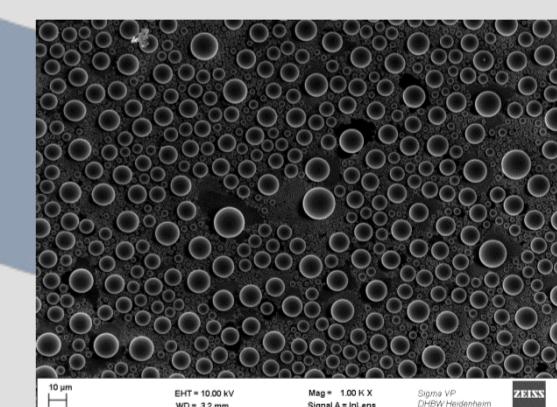


Spektralanalyse einer Edelstahlprobe

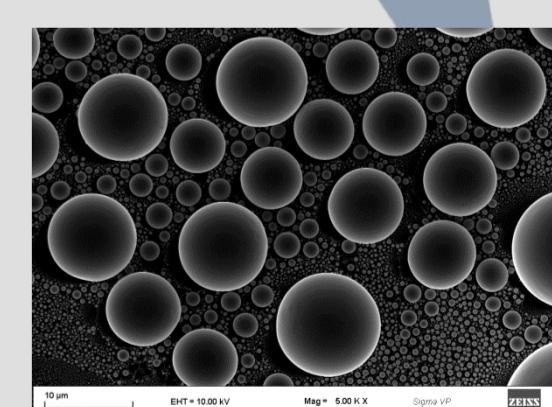
- Forschungsprojekte
- Werkstoffprüfungen
- Studienarbeiten
- Vorlesungen



1) REM starten



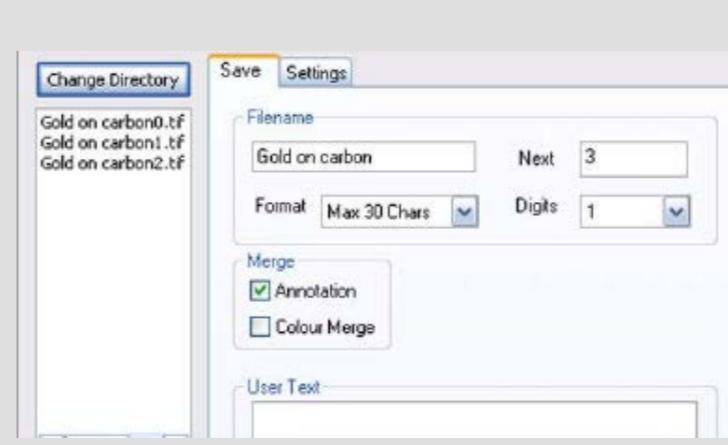
2) Bildeinstellung



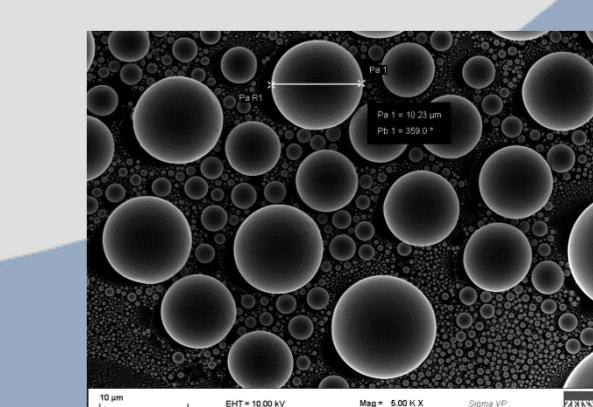
3) Vergrößerung

Ablauf

5) Dokumentation

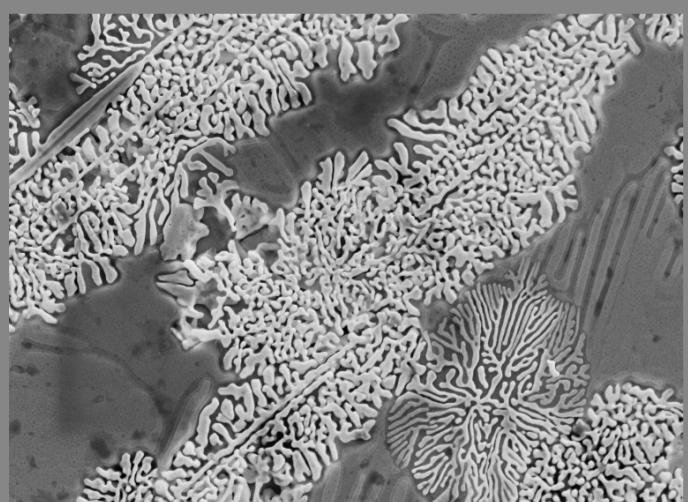


Parameter können wieder aufgerufen werden

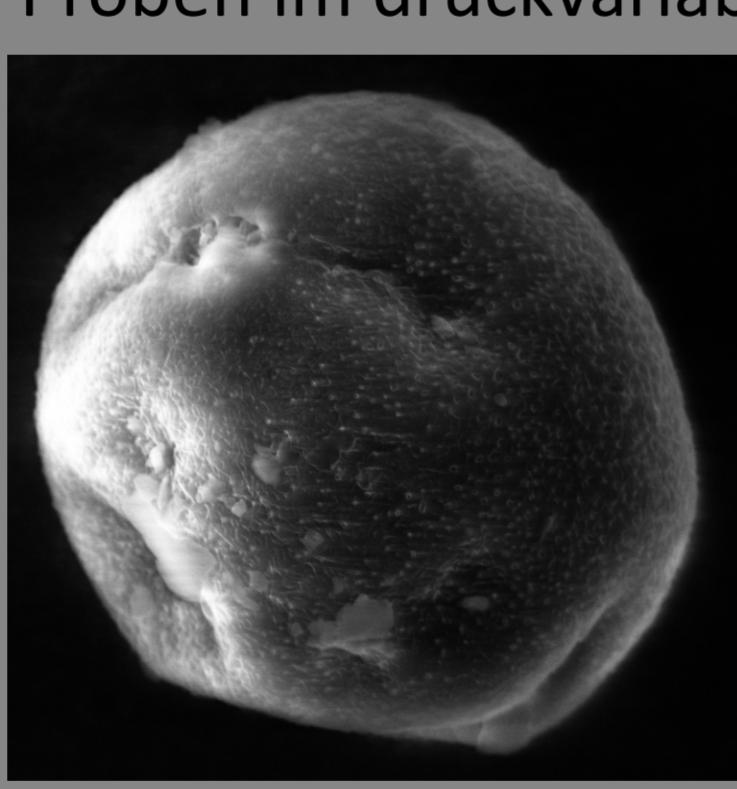


4) Messung und Analyse

Materialcharakteristika

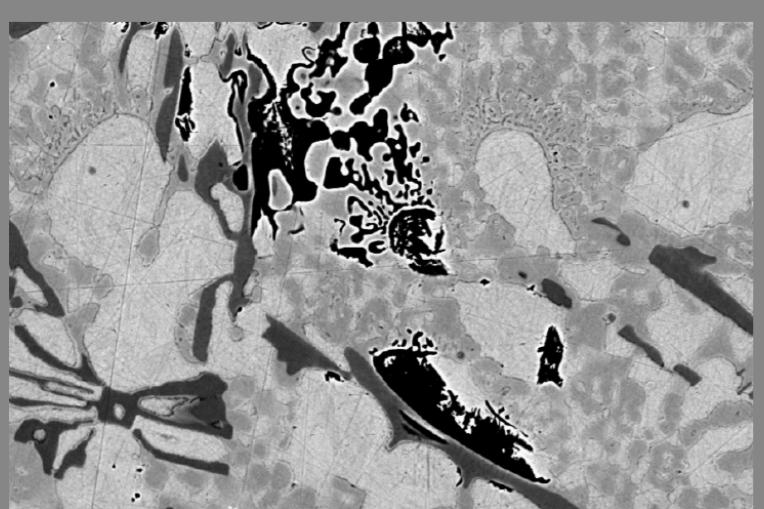


Aluminium-Wolfram-Dendriten



Blütenpollen (4.000x vergrößert)

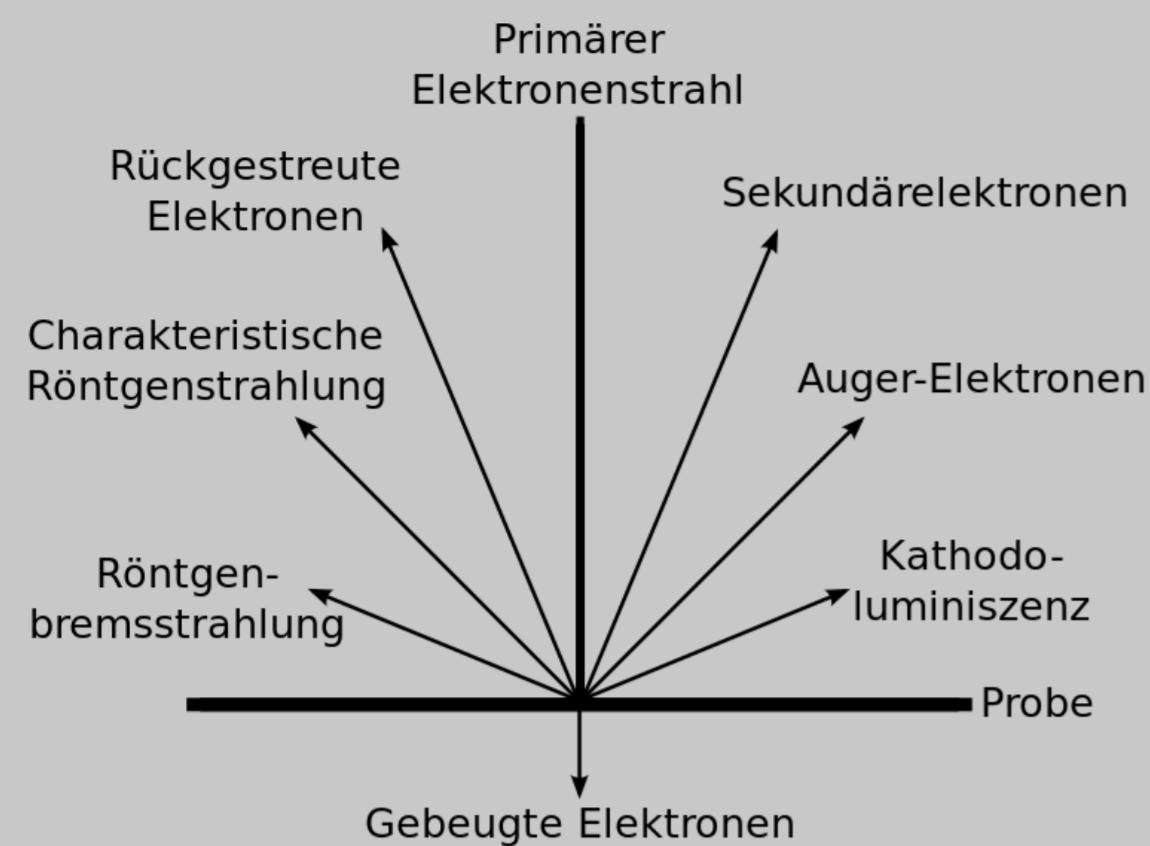
Darstellung von Materialkontrasten



Verschiedene Phasen einer metallischen Probe

Signalarten

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



- Gebeugte Elektronen: Elektronen, die eine Probe durchdringen.

- Charakteristische Röntgenstrahlung: Strahlungsübergang bei der Emission von Elektronen der äußeren Atomhülle aufgrund von Stoßprozessen im Atominneren.

- Sekundärelektronen SE: Ionisation von Elektronen der äußeren Atomhülle.

- Augerelektronen AE: Strahlungslose Emission von Elektronen der äußeren Atomhülle aufgrund von Stoßprozessen im Atominneren.

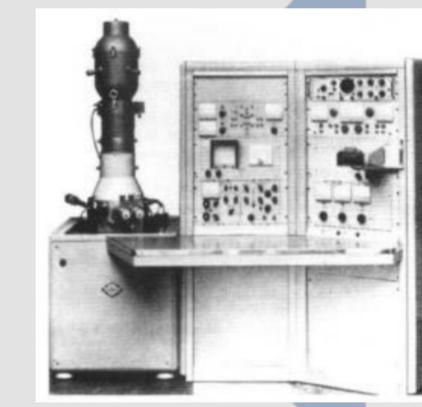
- Rückstreuerelektronen BSE: Von der Probenoberfläche abgelenkte Elektronen.

Historie

1925 Entdeckung, dass Magnetfeld eine Elektronenlinse darstellt.



1937 Manfred von Ardenne baut das erste REM.



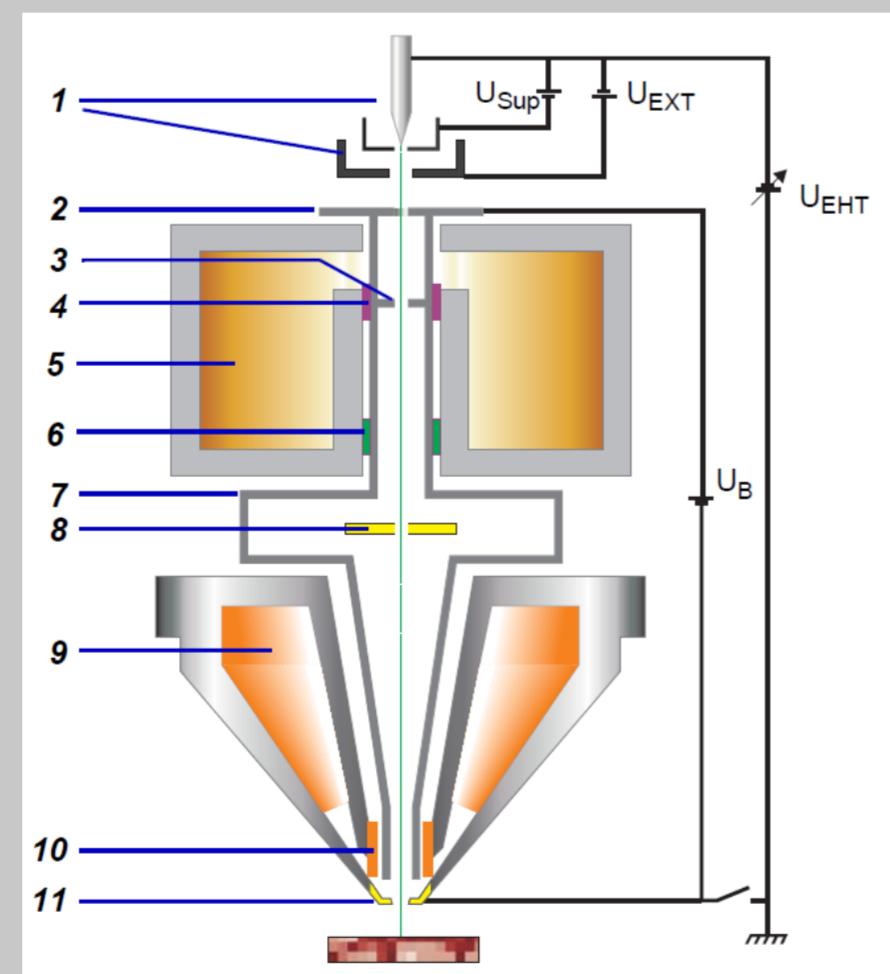
1965 Vermarktung des ersten kommerziellen REM „Stereoscan“ durch Cambridge Scientific Instruments Company in den USA.

Technologie der Rasterelektronenmikroskopie

Funktionsweise

Durch thermische Feldemission freigesetzte Elektronen werden zu einer Oberfläche hin beschleunigt. Es kommt dabei zu Wechselwirkungen mit der Materie, bei der verschieden klassifizierte Elektronen entstehen, die mit Detektoren ausgewertet werden.

- 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.

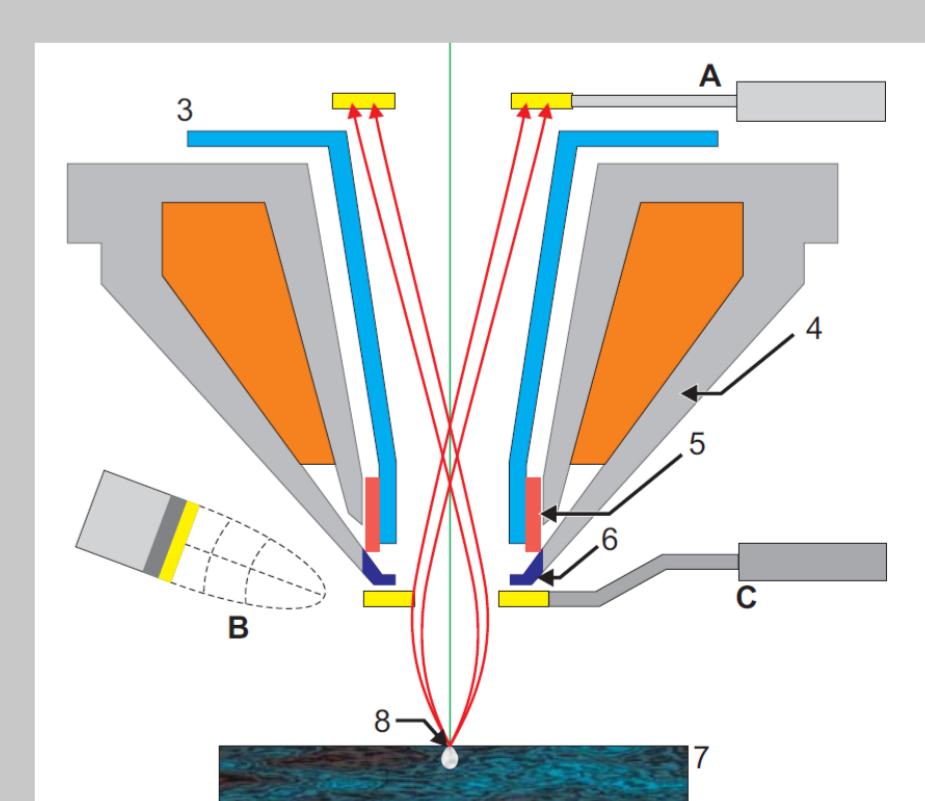


Detektoren

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.

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



VPSE G3-Detektor (o. Abb.): Wertet die Oberfläche von nichtvakuumstabilen Proben aus.

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