

Vorlesungsbegleitendes Laborpraktikum zu WSTG

Unterlagen für den Laborversuch

Einführung in die Metallographie

Teil 1: Einige Praxisaspekte

1. Präparation von Schliffen

1.1. mechanische Bearbeitung

1.2. chemische Bearbeitung

2. Schema des Metallmikroskops

3. Beispiele zu Bearbeitungsfehlern

4. Normen (Auswahl)

Teil 2: Hinweise zum Praktikumsablauf

Die Ausarbeitung dient zur praxisnahen Ergänzung eines Vorlesungsmanuskriptes oder werkstoffkundlicher Grundlagen-Bücher. Sie soll und kann die Bearbeitung der zutreffenden Kapitel in o.g. Werken nicht ersetzen.

Zur Vorbereitung des Labortermins wird deshalb empfohlen, sowohl diese Unterlage als auch eines der o.g. Werke zu diesem Thema durchzuarbeiten.

Einführung in die Metallographie

Die Metallographie will das Gefüge metallischer Werkstoffe sichtbar machen und beurteilen. Dabei sind makroskopische, lichtmikroskopische und elektronenmikroskopische Gefügeuntersuchungen zu unterscheiden. Bei makroskopischen Beobachtungen lassen sich größere Störungen wie Lunker, Risse, Seigerungen und Poren erkennen. Bei der Makroskopie liegen die Vergrößerungen zwischen 1:10 und 1:60. Die mikroskopischen Untersuchungen vermitteln Aussagen über den Feingefügebau, also die gegenseitige Anordnung der Kristalle, ihre Ausdehnung und Verteilung sowie ihre Orientierung und Struktur. Die Vergrößerung bei Lichtmikroskopen liegt bei maximal 1:1000. Mit Hilfe der Elektronenmikroskopie schließlich lassen sich feinere Details des Gefüges wie z.B. Ausscheidungen, Versetzungen und Stapelfehler sichtbar machen. Diese Mikroskope können eine Vergrößerung von mehr als 1:100000 haben.

1. Präparation von Schliffen

1.1. mechanische Bearbeitung

Probenentnahme: Bei metallographischen Untersuchungen stellt die Probenentnahme den ersten Schritt dar. Dabei darf das vorliegende Gefüge nicht verändert werden (z.B. beim Brennschneiden, beim „Herausflexen“ bis zum Glühen). Bei der Probenentnahme muß die abgetrennte Probe den zu untersuchenden Bereich des Bauteiles repräsentieren. Zur besseren Handhabung kleinerer Probenteile muß eine Einbettung vorgenommen werden.

Schleiftechnik: Die ersten Stufen des mechanischen Materialabtrages werden mit Schleifen bezeichnet. Die grobe Schnittfläche der Probe wird durch Schleifen zu einer nahezu unverformten völlig planen Oberfläche umgearbeitet. Durch Schleifen wird nicht nur Material abgetragen, sondern auch eine Verformung erzeugt, etwa in der Schichtdicke der Körnung. Deshalb wird in Schleifstufen mit feiner werdender Körnung von 120 bis 1200 gearbeitet. Nach dem Schleifen wird die Probe poliert. Wie schon beim Schleifen wird auch hier die Verformung früherer Arbeitsgänge beseitigt.

Reinigen: Eine Voraussetzung für die erfolgreiche metallographische Schliffpräparation ist die Reinigung nach jeder mechanischen Einbettung. Die Reste des Schleif- und Poliermittels müssen von der Probe durch eine Ultraschallbad-Reinigung entfernt werden, da eine Verschleppung in die nächste Bearbeitungsstufe deren Wirkung stark herabsetzen kann.

Bearbeitungsfehler: Unerwünschte Präparationsfehler sind z.B. folgende Fehler:

Kratzer sind als Rillen in der Probenoberfläche zu verstehen, welche durch die Spitzen der Schleifkörner eingeritzt wurden. Wegen der veränderten Lichtreflexion sind auch geringe Kratzer sofort deutlich sichtbar und störend.

Verformung führt zu unerwünschten Präparationseffekten, welche erst nach dem Ätzen sichtbar werden. Die plastische Verformung weiterer Probenbereiche wird **Schmier** genannt.

Kantenabrundungen werden sichtbar an den Proben durch mangelnde Randschärfe. Randschärfe ist wichtig, wenn z.B. oberflächennahe Bereiche des Bauteils in der Schliffebene betrachtet werden sollen.

Ausbrüche sind nach der Präparation auf der Oberfläche als dunkle Punkte oder Löcher zu sehen. Sie entstehen durch Herausbrechen von Fremdeinschlüssen (z.B. sehr harte Karbid-Partikel) oder von einzelnen Körnern z.B. bei interkristalliner Korrosion.

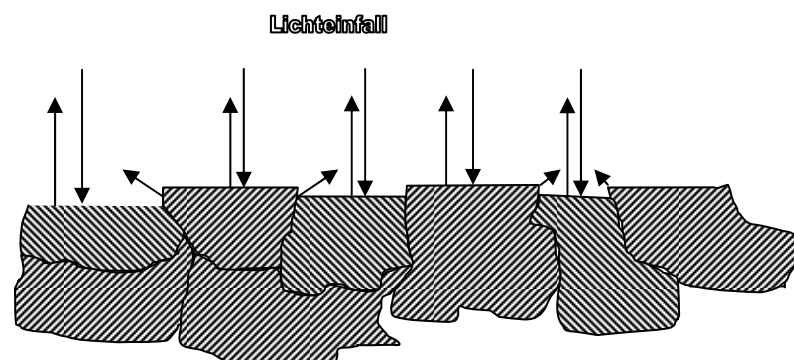
Eingedrücktes

Schleifmittel

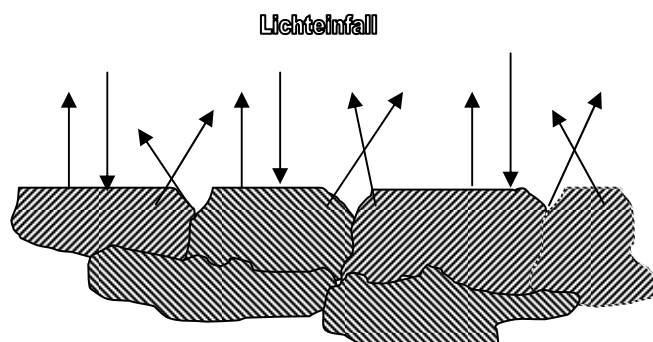
das sich in der Oberfläche festgesetzt hat äußert sich ebenfalls in Form dunkler Punkte, weil es entweder dort noch sitzt oder eine Art „Ausbruch“ gleich Eindruck mit diffuser Lichtreflexion hinterläßt.

1.2 chemische Bearbeitung

Ätzverfahren: Die allgemein letzte Präparationsstufe ist die Gefügeentwicklung durch Ätzen. Beim Ätzen laufen Reduktions- und Oxydationsprozesse ab, die die Gefügestruktur unter dem Metallmikroskop erst sichtbar machen.

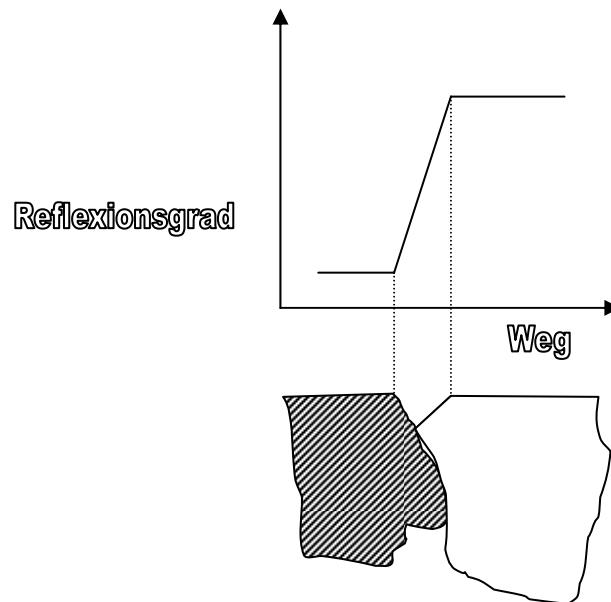


Kornflächenätzung Aufgrund unterschiedlicher Orientierung werden die Kristallite verschieden stark abgetragen und aufgeraut. An den Korngrenzen treten schräge Kanten auf, die als Schatten sichtbar werden.

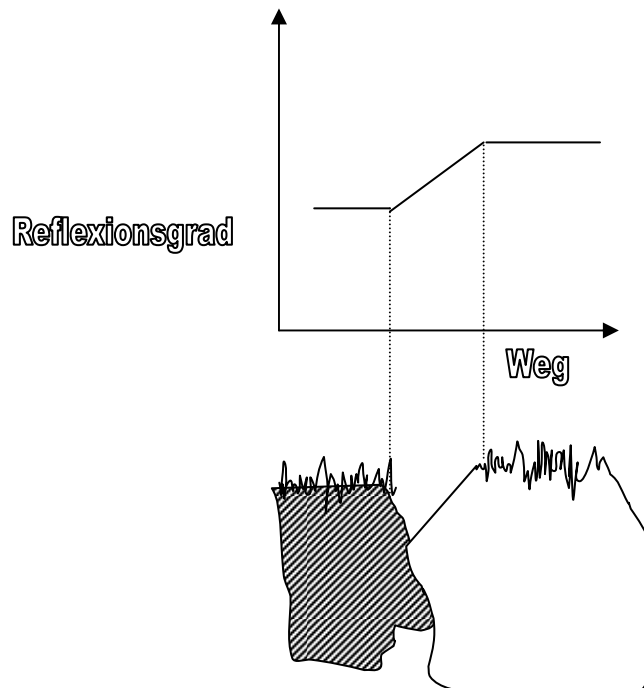


Korngrenzenätzung Angriff des Ätzmittels vorzugsweise auf den Korngrenzen, wodurch in den entstandenen „Gräben“ das Licht diffus reflektiert wird und sie somit als dunkle Linien sichtbar werden.

Verlauf des Reflexionsgrads beim Übergang von einem dunklen zu einem hellen Gefügebestandteil

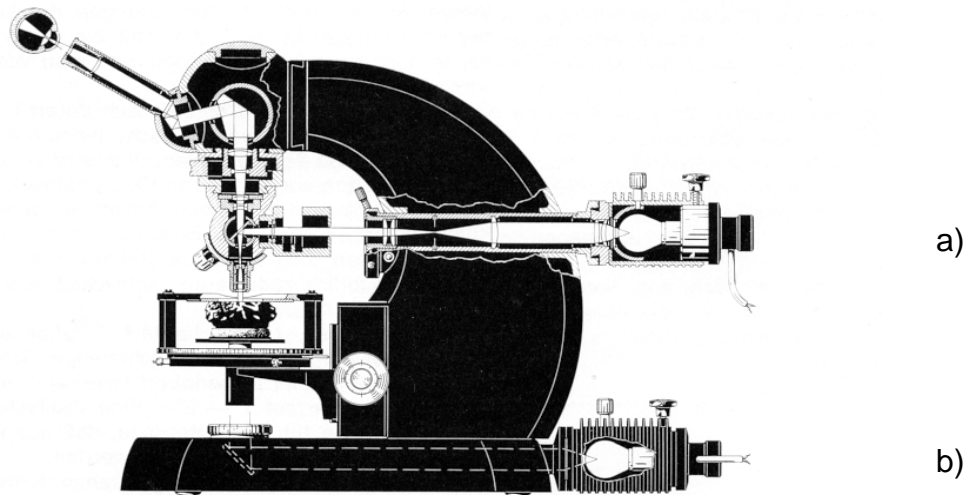


a) bei glatter Oberfläche

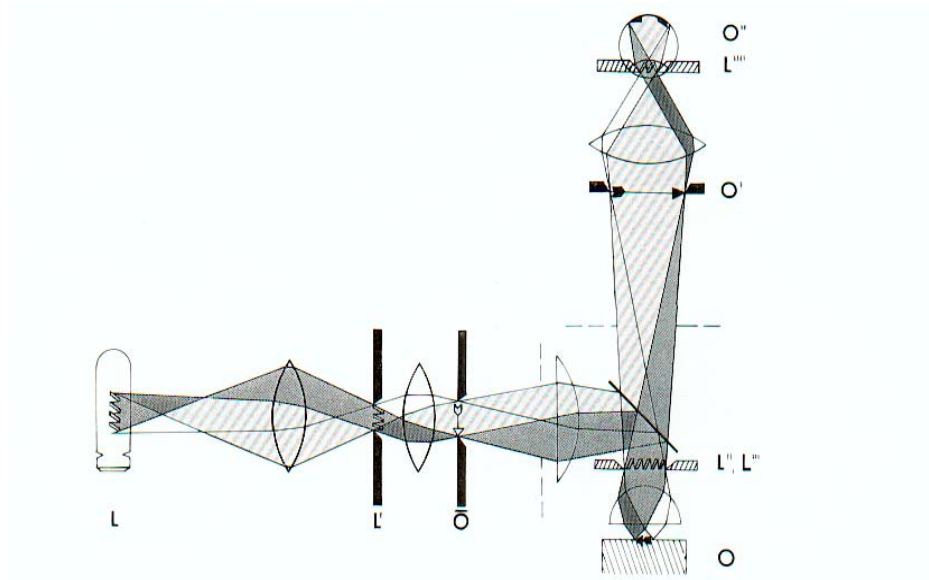


b) bei rauher Oberfläche

2. Schema des Metallmikroskops mit Aufrechter Bauart



Strahlengang im Metallmikroskop a) Auflicht b) Durchlicht b)



Strahlengang im Auflichtmikroskop

3.Beispiele zu Bearbeitungsfehlern

3.1 Kratzer

Kratzer sind als Riefen in der Probenoberfläche zu verstehen, welche durch die Spitzen der Schleifkörner eingeritzt wurden.



Bild 3.1.1 Nach dem Feinschleifen, Kratzer vom Planschleifen sind noch sichtbar
200 x

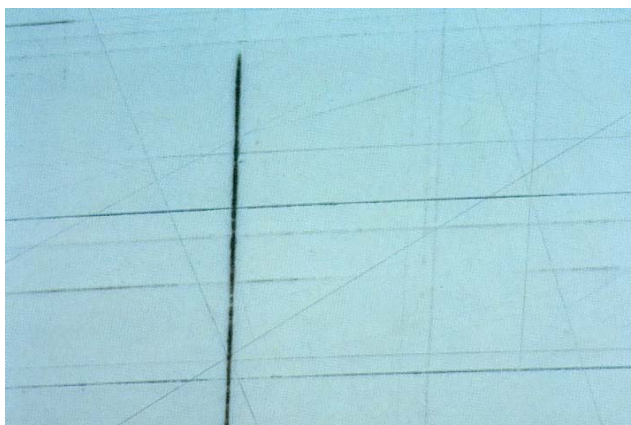


Bild 3.1.2 Nach dem Diamantpolieren sind immer noch Kratzer vom Feinschleifen vorhanden. Der sehr tiefe Kratzer könnte sogar noch vom Planschleifen stammen.
200 x

3.2 Verformung/ Verformungslinien

Es gibt zwei Arten der Verformung: elastische und plastische. Die elastische Verformung verschwindet mit Zurücknahme der Belastung. Die plastische Verformung wird auch als Kaltverformung bezeichnet. Von ihr stammen, nach Ausführung von Schleifen, Läppen oder Polieren, die Verformungen unterhalb der Oberfläche. Die bleibenden plastischen Verformungen sind frühestens nach dem Ätzen zu erkennen. Alle anders gearteten Einflüsse früherer Arbeitsgänge, wie z.B. Biegen, Ziehen oder Strecken, bleiben unberücksichtigt, weil sie durch Änderung der Präparationsmethode nicht geändert oder verbessert werden können.



Bild 3.2.1 Kurze Verformungslinien,
auf einzelne Körner beschränkt
100x



Bild 3.2.2 Gut ausgebildete,
scharfe Verformungslinien
200x

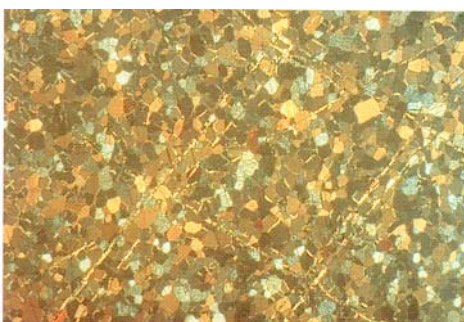


Bild 3.2.3 Diffuse, unterbrochene
Verformungslinien
500x, Polarisiertes Licht

3.3 Schmieren

Die plastische Verformung weiter Probenbereiche wird Schmieren genannt.

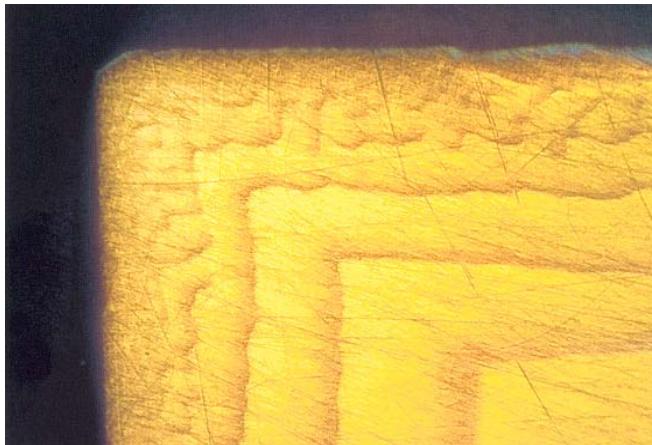


Bild 3.3.1 Schmieren auf weichem, duktilem Stahl 15 x

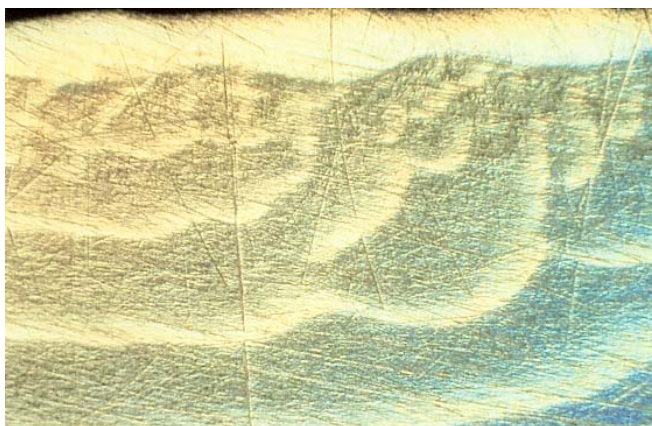


Bild 3.3.2 Schmieren auf weichem, duktilem Stahl 25 x

3.4 Kantenabrundungen

Der Gebrauch einer Polierunterlage mit hoher Stoßelastizität trägt sowohl von der Probenoberfläche, als auch den Seitenbereichen Material ab. Diese Erscheinung wird Kantenabrundung genannt. Bei eingebetteten Proben ist dieser Effekt merkbar, wenn die Abtragsgeschwindigkeit des Einbettmaterials größer ist als die des Probenmaterials.

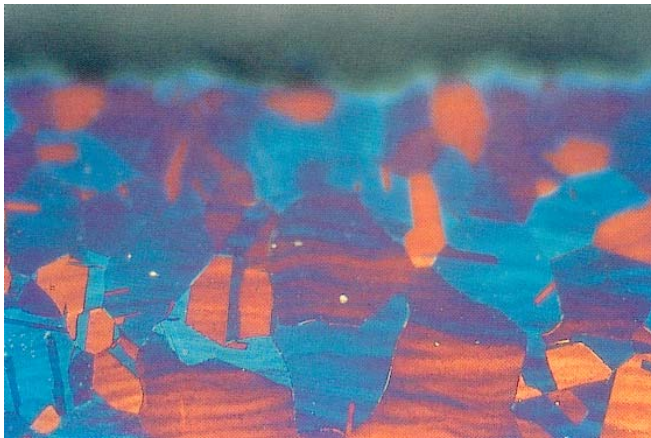


Bild 3.4.1 Ein Spalt zwischen Einbettmittel und Probe verursacht Kantenabrundung. Aust. CrNi-Stahl 500x

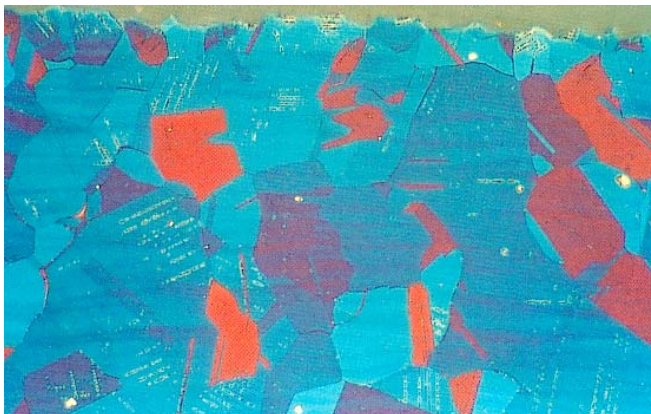


Bild 3.4.2 Gute Randschärfe, Aust. CrNi-Stahl 500x

3.5 Kometenschweife

Kometenschweife treten in Zusammenhang mit Einschlüssen und Poren immer dann auf, wenn die Bewegungsrichtung von Probe und Polierscheibe gleich sind. Wegen der charakteristischen Form dieser Erscheinung tragen sie den Namen „Kometenschweif“.

Kometenschweife lassen sich durch gezielte Kontrolle der Parameter der Polierdynamik vermeiden.

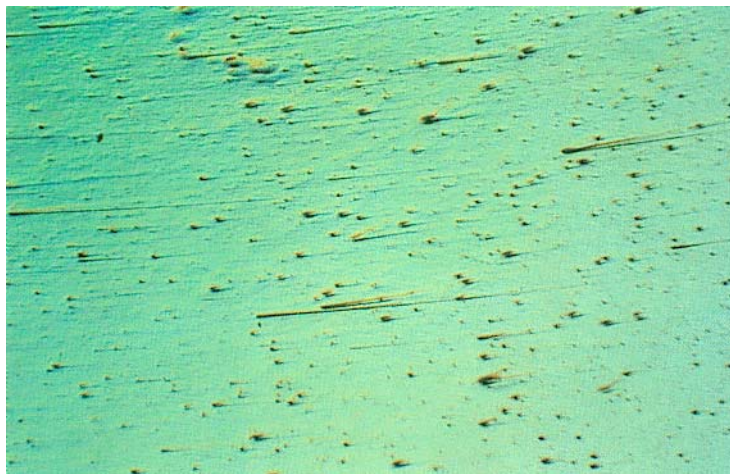


Bild 3.5.1 Kometenschweife
200x

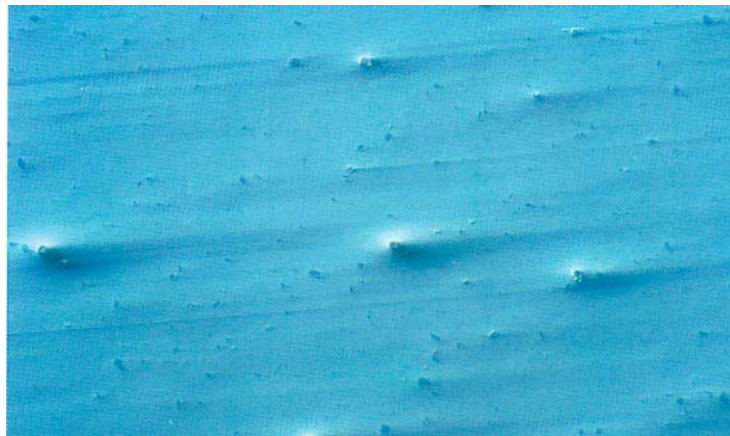


Bild 3.5.2 Kometenschweife
200x

3.6 Eingedrücktes Schleifmittel

Darunter werden lose Schleif/Polierpartikeln verstanden, die sich in der Probenoberfläche festgesetzt haben.

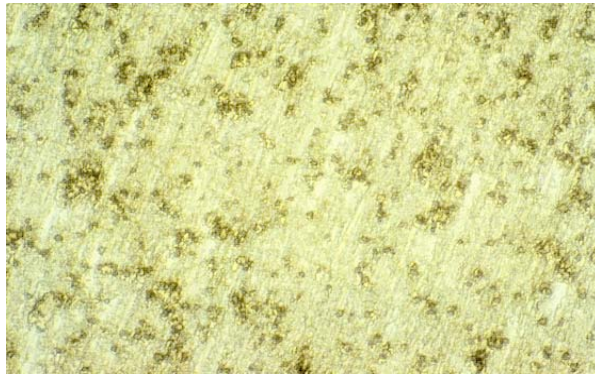
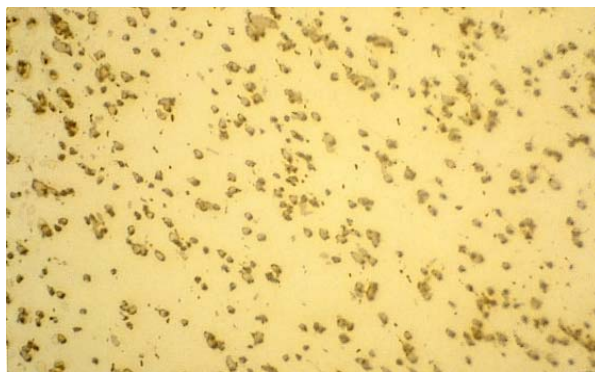


Bild 3.6.1. Aluminium, auf Tuch mit geringer Stoßelastizität mit $3\ \mu\text{m}$ geschliffen. Zahlreiche Diamantkörner sind in die Probenoberfläche eingedrückt, 500x



3.6.2. Wie oben, nach dem Endpolieren. Die meisten Diamanten sind noch eingedrückt, 500x

4. Normen (Auswahl)

DIN 50600

Metallographische Gefügebilder

DIN 50600

Mikroskopische Prüfung von Edelstählen auf
nichtmetallische Einschlüsse mit Bildreihen

DIN/ ISO 4499

Metallographische Bestimmung der Mikrostruktur

5. Hinweise zum Praktikumsablauf

Erklärung der Metallmikroskope

Erstellung eines Schliffes (Schleifen, Polieren, Ätzen)

Gemeinsam Gefüge besprechen am Bildschirm