



ATM Qness GmbH  
Emil-Reinert-Str. 2  
57636 Mammelzen  
Deutschland

Tel. +49 2681 9539-0  
E-Mail [info@qatm.com](mailto:info@qatm.com)

ATM Qness GmbH  
Reitbauernweg 26  
5440 Golling  
Österreich

Tel. +43 6244 34393  
E-Mail [info.at@qatm.com](mailto:info.at@qatm.com)

[www.qatm.com](http://www.qatm.com)

# HÄRTEPRÜFUNG UND ANALYSE VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Automatisches Mikrohärteprüfgerät Qness 60 A+ EVO

## EINLEITUNG

Die Technologien für Lithium-Ionen-Batterien haben sich in den letzten drei Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt, von den ersten Li-Metall-Anoden bis hin zu den heutigen kommerziellen Lithium-Ionen-Batterien. Die Geschichte der Lithium-Ionen-Batterien ist reich an Durchbrüchen und historischen Entwicklungen.

Die Technik wird immer effizienter, wiederverwendbare Primär- und Sekundärbatterien werden in Zukunft eine Schlüsseltechnologie sein. Eine entsprechende Inspektion der Bauteile ist unerlässlich, wobei wir als QATM die bestmögliche Unterstützung bei der Qualitätskontrolle bieten möchten.

Ein Prüfschema von Analysemethoden, z.B. Korngrößenbestimmung, Schichtdickenmessung und Härteprüfauswertung an verschiedenen Positionen einer LIB-Probe, kann durchgeführt werden.

Die Prüfung wurde mit einem vollautomatischen Mikrohärteprüfer Qness 60 A+ EVO durchgeführt. Mit diesem Gerät können die Prüfzyklen für die Analyse und die Härteprüfung nacheinander im gleichen Arbeitsablauf durchgeführt werden.

Diese Arbeitsweise erleichtert den Bedienern die täglichen Kontrollen erheblich, was zu einer qualitativ hochwertigen Arbeit führt.



Automatisches Schleif- und Poliergerät  
Qpol 300 A1 Eco+

## Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien

Gerät Qpol 300 A1 Eco+

Probenhalter

Andruck Individuell

Die Aufbereitung erfolgte anhand der unten aufgeführten Schritte.

| SCHRITT                                                                                                       | MEDIUM                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  U/min |  |  Einzel-<br>andruck<br>N |  min |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  Vorschleifen                | VEGA 54 µm                                                                                                                                                                                                                                                                                              | H <sub>2</sub> O                                                                  | PH = 120<br>AS = 200                                                                    | ►► Gleichlauf                                                                     | 25                                                                                                          | Bis plan<br>(≈1:00)                                                                     |
|  Vorpolieren                 | BETA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Dia Suspension Poly, 9 µm<br>+ Lubricant (Alkoholbasis)                           | PH = 120<br>AS = 150                                                                    | ◄◄ Gegenlauf                                                                      | 25                                                                                                          | 5:00                                                                                    |
|  Polieren                   | SIGMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dia Suspension Poly, 3 µm<br>+ Lubricant (Alkoholbasis)                           | PH = 120<br>AS = 150                                                                    | ►► Gleichlauf                                                                     | 25                                                                                                          | 4:00                                                                                    |
|  Endpolieren               | OMEGA                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Eposil F 0,1 µm                                                                   | PH = 80<br>AS = 100                                                                     | ◄◄ Gegenlauf                                                                      | 30                                                                                                          | 1:30<br>(H <sub>2</sub> O die letzten 0:30)                                             |
|  Ätzen<br>(elektrolytisch) | Klemm I, 3% alkoholi-<br>sche Salpetersäure                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |                                                                                         |                                                                                   |                                                                                                             |                                                                                         |
| Bemerkungen                                                                                                   | PH: Drehzahl des Probenhalters<br>AS: Drehzahl der Arbeitsscheibe<br><br>Vordosierzeit für Diamantsuspension 9 µm und 3 µm und Schmiermittel: 3 s<br>Dosierintervall für Diamantsuspension 3 µm und 1 µm: jeweils 30 s für 1,5 s<br>Dosierintervall für Lubricant 3 µm und 1 µm: jeweils 60 s für 1,5 s |                                                                                   |                                                                                         |                                                                                   |                                                                                                             |                                                                                         |

In Verbindung mit dem Anwendungsbeispiel der Aufbereitung von Lithium-Ionen-Batterien wurde anschließend die Härteprüfung mit entsprechender optischer Analyse des Materials durchgeführt.



Automatischer Mikrohärteprüfer  
Qness 60 A+ EVO

## AUTOMATISCHER MIKROHÄRTEPRÜFER: QNESS 60 A+ EVO

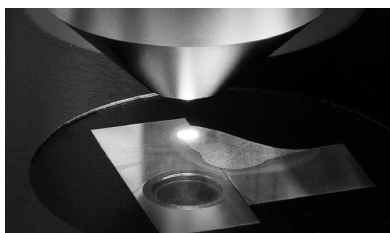
Das QATM Qness 60 A+ EVO Mikrohärteprüfgerät ist eine Kombination aus einem klassischen Mikrohärteprüfer und einem Mikroskop für die metallographische Analyse. Mit neuem Design und High-End-Komponenten, wie Glasmaßstäben in allen Achsen, hochauflösender Optik und optimierten Bewegungsabläufen. In Kombination mit der Software QpixControl2 sind bei der Abbildung komplexer Anwendungen keine Grenzen gesetzt. Dieses perfekt aufeinander abgestimmte System besteht durch sein Gesamtpaket und seinen hohen Automatisierungsgrad.



## Wichtige Fakten

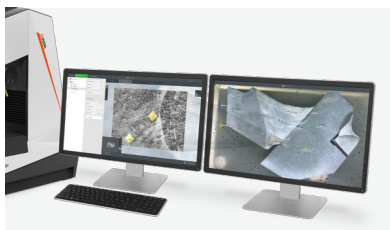
- | Test Prüflastbereich 0,25 g - 62,5 kg
- | Automatischer 8-fach Werkzeugwechsler
- | Vickers-, Brinell-, Knoop-Testmodule, einfach nachzurüsten (Plug & Play)
- | Motorisierte dynamische Höhenverstellung der Z-Achse und automatisches Positioniersystem CAS (patentiert)
- | Drehbarer Knoop-Eindringkörper - IPC (patentiert)
- | Köhler-Beleuchtung mit motorisierter Aperturblende
- | Analysefunktionen direkt integriert, Korngrößenbestimmung, Phasenanalyse und Schichtdickenvermessung
- | Arbeitsbereichs- und Übersichtskamerasbeleuchtung
- | Moderne "State of the Art" Bediensoftware QpixControl2
- | Auto-Snap, automatische Ausrichtung an Bauteilkante
- | Übersichtliche Programmstruktur: Projekt/ Probe/ Prüfreiheebene
- | Reporting, Exportfunktionen, QDAS-Standard
- | Cloud-IoT-Anbindung, digitales Labormanagement

## HIGHLIGHTS QNESS 60 A+ EVO



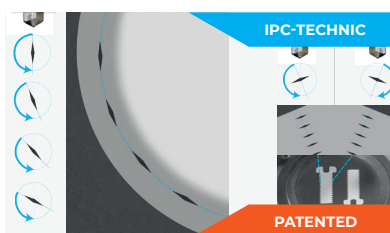
### REVOLUTIONÄRES OPTIKSYSTEM

Klare Bilder für Härteprüfung und Strukturanalyse. Die Köhler-Beleuchtung und die farbkorrigierten Objektive sorgen für einen idealen Kontrast, auch bei hoher Vergrößerung. Die Bildqualität ist vergleichbar mit anspruchsvollen Mikroskopen und das Gerät erfüllt strenge Prüfanforderungen nach DIN EN ISO6507-1/2.



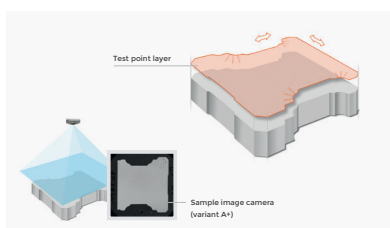
### PROBENBILDKAMERA

Durch die integrierte Übersichtskamera unsere A+ Varianten ist die Positionierung der Messpunkte sehr benutzerfreundlich. Die Kamera erfasst das Probenbild schnell, unterstützt die Navigation in der Software und verbessert die Dokumentation im Prüfbericht, wenn sie mit der DOUBLE-VIEW-TECHNOLOGIE kombiniert wird.



### KNOOP IPC TECHNOLOGIE

"Indenter Parallel to Contour" ermöglicht es dem Bediener, die Route und die Punkte für den Knoop-Eindringkörper entlang jeder Kontur vollautomatisch auszuwählen. Die kompakte Eindringkörpereinheit verfügt über einen eingebauten Rotationsantrieb, der eine vollautomatische Härteprüfung in Schichten oder entlang der Werkstückkante ermöglicht.



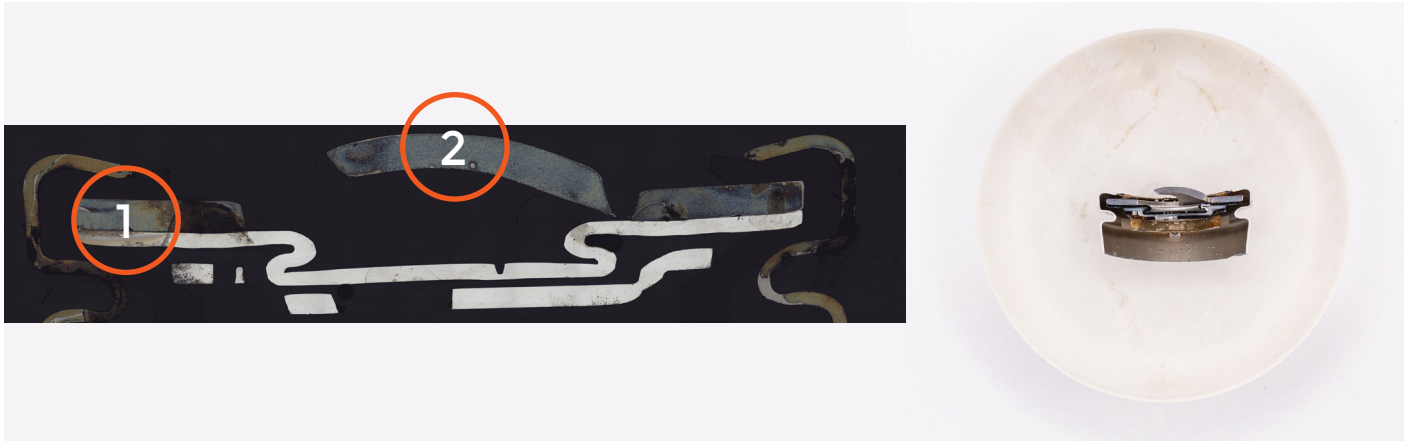
### VORLAGENFUNKTION

In den Vorlagen integrierte Referenzlinien oder Hilfslinien erleichtern die Positionierung auf neuen Bauteilen. Es wird diesbezüglich kein Anschlag oder Probenhalter für eine Anwendung mittels Vorlagenbetrieb notwendig sein. Das Übersichtsbild der gesamten Probe kann abschließend im Prüfbericht dargestellt werden.

## LIB - BEISPIEL A

Eine notwendige Qualitätskontrolle, die an der Kappe und dem Gehäuse der LIBs durchgeführt werden kann, ist die optische Analyse des Materials. In diesem Beispiel wurde die Mikrostruktur von Probe A an zwei verschiedenen Positionen analysiert.

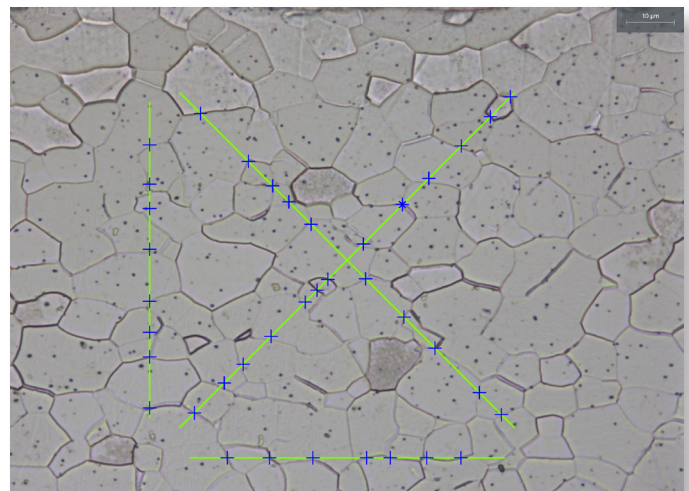
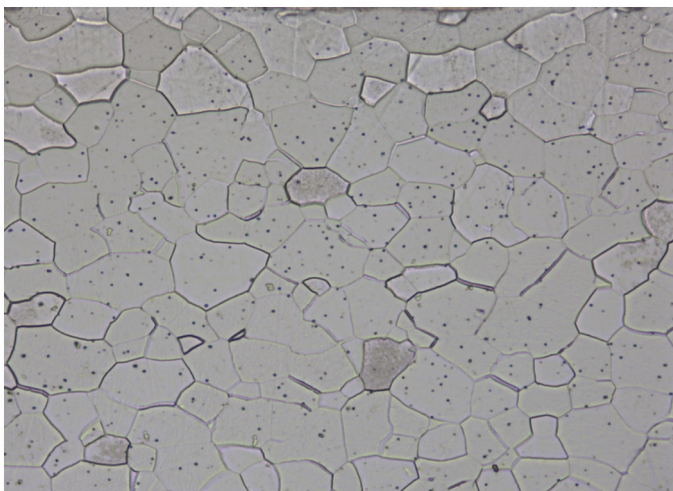
### Übersichtsbild



### Messung der Korngröße

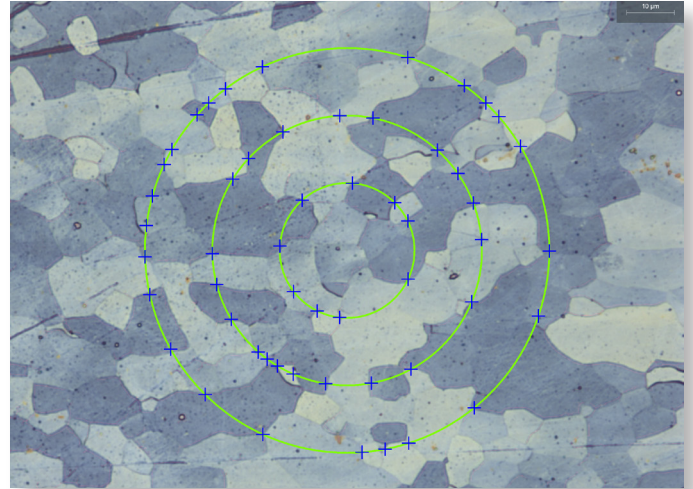
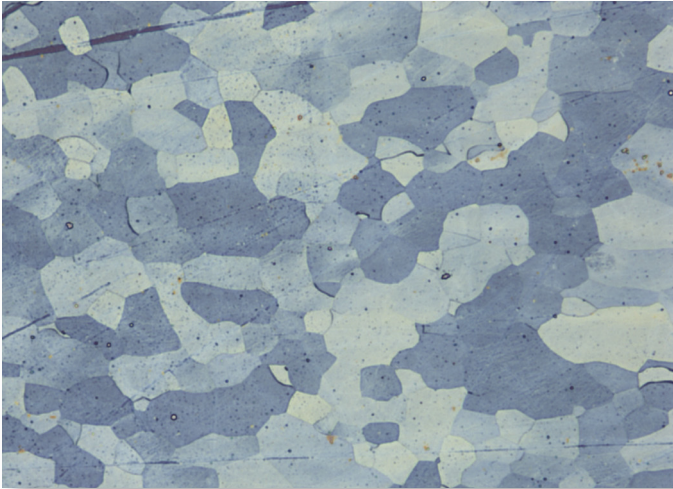
Die Korngrößenbestimmung beschreibt die Größe der einzelnen Körner in einem Gemisch. Die Korngrößenverteilung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Materialeigenschaften. Um die Zusammensetzung einer Charge in Abhängigkeit von der Korngröße zu bestimmen, können verschiedene Methoden gewählt werden, die letztlich immer einen Äquivalenzwert bestimmen. Welche Methode geeignet ist, hängt vom Korngrößenbereich bzw. den Vorschriften ab. Man unterscheidet zwischen Heyn-Linealen und Abrams-Kreisen.

#### Korngrößenbestimmung Position 1, Heyn-Linien:



Körnung: 10, Auswertung mit einem 50-fachen HQ-Objektiv

#### Korngrößenbestimmung Position 2, Abrams-Kreise:



Körnung: 10, Auswertung mit einem 50-fachen HQ-Objektiv

#### LIB - BEISPIEL B

Weitere Qualitätskontrollen, die an der Kappe und dem Gehäuse der LIBs durchgeführt werden können, sind die optische Analyse des Materials, die Schichtdickenmessung und die Härteprüfung mit verschiedenen Optionen.

In diesem Fall wurden die Vertiefungen parallel zur Kontur in einer Schicht von  $<15\ \mu\text{m}$  aufgebracht. Neben dem minimalen Härtebereich wurden Eindrücke im Mikrohärtebereich vorgenommen.

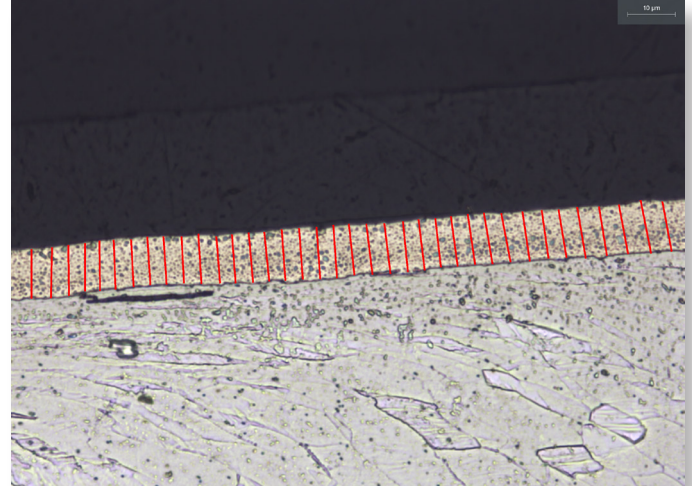
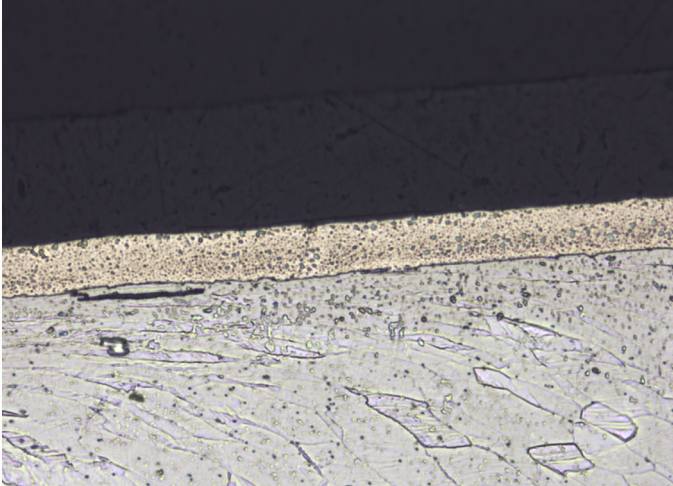
#### Übersichtsbild



## Schichtdickenmessung

Bestimmung der Schichtdicke nach DIN EN ISO 1463. Halbautomatische Messung von horizontalen, vertikalen und radialen Schichten.

### Schichtdickenmessung Position 3:

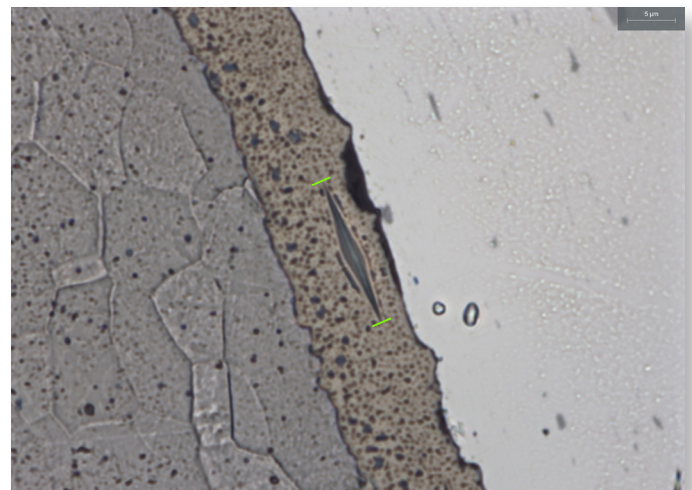
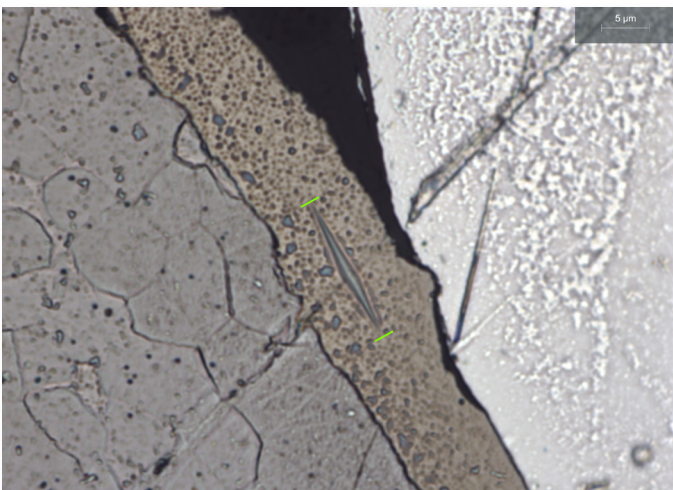


10,28 µm Schicht, Auswertung mit einem 50x HQ-Objektiv

## Härteprüfung

Bestimmung der Härte in der Schicht, hier wurden die Abdrücke mit dem Knoop IPC-Modul durchgeführt. Die Ausrichtung der Eindrücke erfolgte parallel zur Kontur mit einem definierten Abstand.

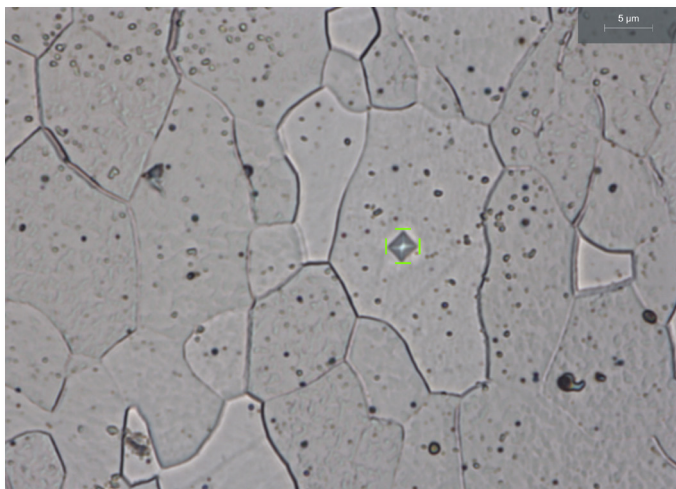
### Härteprüfpunkte direkt in der Schicht, Position 3:



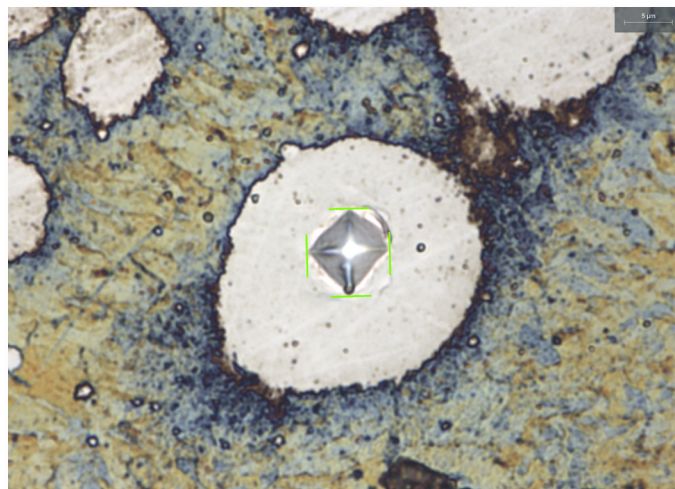
572 HK0,01 (10 gf)  
Auswertung mit einem 100x HQ-Objektiv

570 HK0,01 (10 gf)

### Einzelne Härteprüfpunkte in einem Korn:

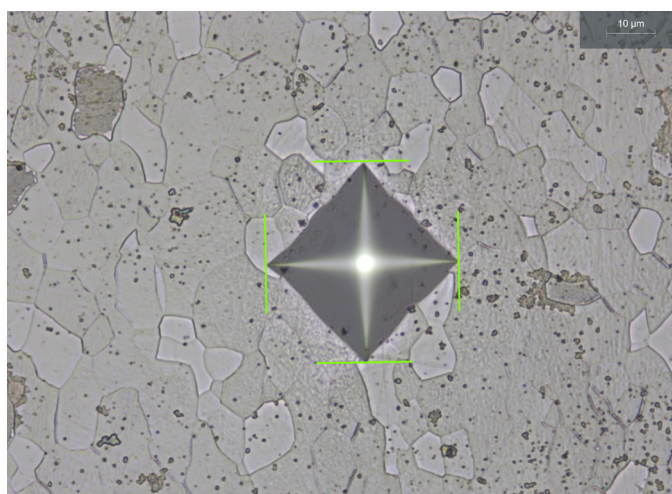


166 HV0,001 (1 gf)  
Auswertung mit einem 100x HQ-Objektiv



245 HV0,01 (10 gf)

### Prüfung der Oberflächenhärte:



114 HV0,1 (100 gf), Auswertung mit einem 50x HQ-Objektiv

Weitere Informationen unter  
[www.qatm.de](http://www.qatm.de)