



## Axio Zoom.V16

Mehr Effizienz in der Materialmikroskopie



We make it visible.

# Axio Zoom.V16

## Mehr Effizienz in der Materialmikroskopie

---

Autor: Timo Bernthaler, Ralf Löffler, Thomas Samtleben  
*Hochschule Aalen, Institut für Materialforschung  
Aalen, Deutschland,*

Dr. Gerhard Möller  
*Carl Zeiss Microscopy GmbH, Deutschland*

---

Datum: März/April 2012

---

**Axio Zoom.V16 ist ein hochauflösendes On-Axis-Zoom-Mikroskop von Carl Zeiss mit 16-fachem Vergrößerungsfaktor, hoher Apertur und großem Arbeitsabstand. Mit nur einem Objektiv zoomen Sie von einem großen Objektfeld bis ins kleinste Detail. Die besondere Stärke von Axio Zoom.V16 sind Einzel- und Kachel-Aufnahmen bei niedriger bis mittlerer Vergrößerung. Bei gleichem Objektfeld erreichen Sie eine bis zu 2,5-fach höhere Auflösung als mit konventionellen Mikroskopen. Sie steigern Ihre Effizienz in der Bildaufnahme und Bildauswertung bis zum 7-Fachen. Axio Zoom.V16 ist insbesondere für die Routineanalyse großflächiger Probenbereiche, wie z.B. Schweißnahtuntersuchungen, Druckguss- und Stahlbauteile geeignet.**

### Einleitung

Viele Routineuntersuchungen wie die Porenstruktur von Gussbauteilen, Schweißnähte und Randschichthärtezone werden in der Materialmikroskopie großflächig durchgeführt. Mit einem mittleren Abbildungsmaßstab soll ein großer Probenbereich oder ein komplettes Bauteil effizient abgebildet werden. Ihre Anforderungen sind: gute Detailerkennbarkeit und farbtreue, homogene Abbildung der Strukturen bei möglichst schneller Bildakquisition. Zusätzlich zur rein qualitativen Analyse gewinnen quantifizierte Auswertungen immer mehr an Bedeutung. Eine vollständige Gefügeanalyse umfasst auch Untersuchungen mit höherem Abbildungsmaßstab, viele Fragestellungen werden bei maximaler Vergrößerung von 100- oder 200-fach untersucht. Ideal für diese Anforderungen: ein Gerät, das zum hochauflösenden, niedrigen Vergrößerungsbereich zusätzlich höhere Vergrößerungen bis 200-fach ermöglicht.

Für Untersuchungen im unteren bis mittleren Vergrößerungsbereich wurden bisher ein Stereomikroskop oder ein klassisches Compoundmikroskop mit speziellen Aufnahmetechniken - wie zum Beispiel Kachel-Bildaufnahme - eingesetzt.

Da Axio Zoom.V16 aufgrund der hohen Apertur schon bei niedrigen bis mittleren Vergrößerungen eine 2,5-fach höhere Auflösung als konventionelle Mikroskope bietet, nehmen Sie große Messflächen und Bauteile bis zu viermal schneller auf.

Axio Zoom.V16 ist das ideale und effiziente Mess- und Dokumentationsinstrument.

### Anwendungsbeispiele Axio Zoom.V16 für die Routine

#### *Auswertung der Porenstruktur in Druckgussbauteilen/ Schweißnähten*

Gussbauteile aus Nichteisenmetallen sind technisch bedingt überwiegend mit Porosität behaftet. Unterschieden wird in Schwindungs- und Gasporosität. Physikalisch bedingt kommt es durch Volumendefizite während der Abkühlung zu schwindungsbedingten Hohlräumen – den Lunkern. Diese sind meist durch eine ungleichmäßige, kavernenartige Form gekennzeichnet. Gasporosität entsteht überwiegend thermodynamisch durch Aufnahme von Gasen durch das flüssige Metall, sowie strömungsmechanisch durch Aufnahme von Luft während des Füllprozesses in das Gießwerkzeug. Gasporen sind meist rund. Schwindungs- und Gasporosität stellen ein Problem für mechanische Eigenschaften, die Dichtheit oder Oberflächenbeschichtung von Gussbauteilen dar und müssen deshalb kontrolliert werden. In der Regel weisen diese Fehlstellen eine sehr breite Fehlergrößenverteilung von wenigen Mikrometern

bis zu Millimetern und eine inhomogene Verteilung im Bauteil auf. Die Verteilung und Lage der Fehler ist maßgeblich von Wanddickenstärken beeinflusst. In Bereichen mit grösseren Wandstärken kommt es in der Bauteilmitte häufig zur Bildung von Hohlräumen durch Volumendefizite. Diese Fehler können auch nahe der Oberfläche auftreten. Dementsprechend muss die Hohlraumstruktur großflächig und mit adäquater Auflösung geprüft werden.

Das Prüfblatt P202 des VDG beschreibt hier eine Vorgehensweise, um die Qualität von Gussbauteilen mikroskopisch zu prüfen. Ein Abbildungsmaßstab von 2,5 und ein Mindestmessfeld von 3x3 mm ist hierbei eine der Vorgaben.

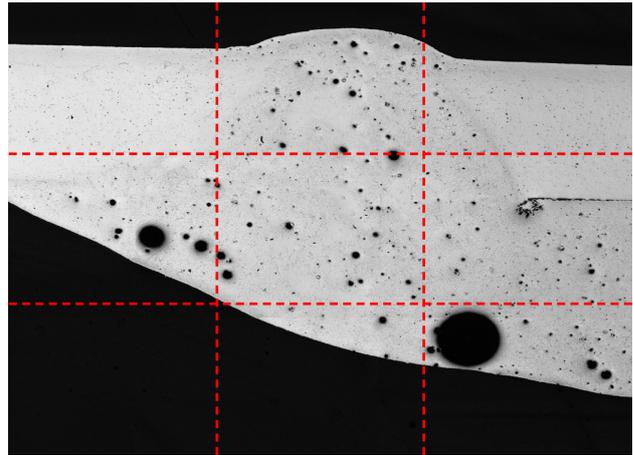
Bild 1 stellt ein Anwendungsbeispiel von Axio Zoom.V16 in Form einer Laserschweißnaht von AlSi-Gussbauteilen dar. Die erhöhte Porosität innerhalb der Schweißnaht ist deutlich erkennbar. Basierend auf dem Prüfblatt P202 und einem Compoundmikroskop ist es zur Abbildung der gesamten Schweißnaht mit einer 25-fachen Vergrößerung notwendig, zirka neun mikroskopische Kachelbilder zu einem Gesamtbild zusammenzuführen. Das deutlich größere Sehfeld von Axio Zoom.V16 erlaubt hier eine um den Faktor 3-4 schnellere Einzelaufnahme im Vergleich zum Compoundmikroskop. Bei einem Compoundmikroskop muss für eine derartige Bildaufnahme inklusive Einrichtung des Messbereiches mit einem Aufwand von zirka 4-5 Minuten gerechnet werden. Mit Axio Zoom.V16 ist ein vergleichbares Bild mit gleicher, teilweise besserer, Qualität innerhalb einer Minute aufgenommen. Bei Serienuntersuchungen ermöglicht dies deutliche Verbesserungen mit der Option, Porosität und Porengröße zu quantifizieren.

#### Bild 1

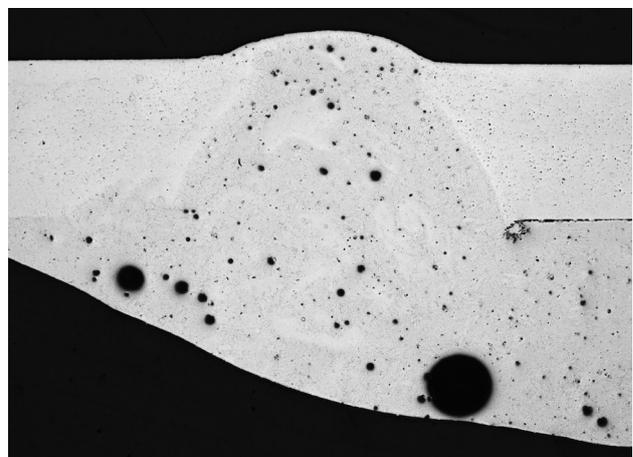
*Effizientere Bildaufnahme (Faktor 3-4) mit Axio Zoom.V16: mikroskopische Qualitätssicherung an Laserschweißnaht von AlSi-Gussbauteilen*

*a) Axio Imager.Z2m, 3x3 MosaiX-Aufnahme mit Abbildungsmaßstab 2,5, Digitalauflösung 2,58 µm/Pixel*

*b) Axio Zoom.V16 mit Abbildungsmaßstab 1,0, Digitalauflösung 2,19 µm/Pixel*



*Axio Imager.Z2m, 3x3 MosaiX, Abbildungsmaßstab 2,5*



*Axio Zoom.V16, Einzelbild, Abbildungsmaßstab 1,0*

Das Zusammensetzen mehrerer Mikroskopbilder bei schwacher Vergrößerung durch Nutzung des Softwaremoduls MosaiX ist bei einem Compoundmikroskop häufig mit Problemen inhomogener Ausleuchtung (Shading) und bei der Korrektur der Überlappungsbereiche (Stitching) verbunden, wie exemplarisch in Bild 2 a) dargestellt.

Vergleichbare Einsatzgebiete für Axio Zoom.V16 ergeben sich im Bereich von Kunststoffspritzgussbauteilen und Schweißnähten von Stahlbauteilen. In Kunststoffspritzgussbauteilen sind es nahezu die gleichen Probleme bezüglich der Ausbildung von Hohlräumen. Für die Schweißnahtprüfung bei Stählen sind es überwiegend geometrische Messaufgaben. Hier zeigen sich die Vorteile von Axio Zoom.V16. Bei niedrigen bis mittleren Vergrößerungen werden hohe Aperturen erreicht. Gefügedetails in der Wärmeinflusszone werden bei bis zu 150-fachen Vergrößerungen dargestellt.

#### **Effizienzsteigerung um Faktor 5-7 in der Dokumentation von Randschichthärtezonon von Stahlbauteilen**

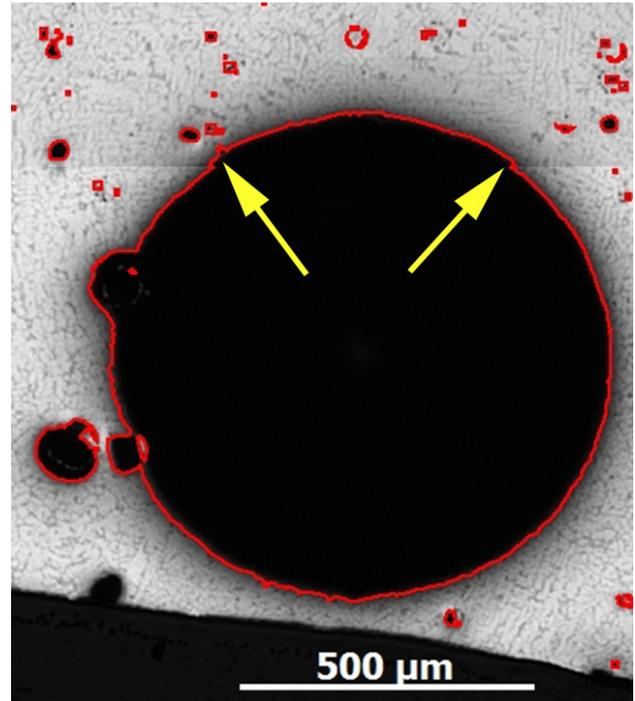
Zur Verbesserung von Verschleiß- und Dauerfestigkeitseigenschaften können Stahlbauteile durch thermische (z. B. Induktionshärten, Laserhärten) und/oder thermochemische Oberflächenhärtungsverfahren (z.B. Einsatzhärten, Nitrieren) in der Randschicht behandelt werden. Ziel dieser Verfahren ist es, die Eigenschaften wie Härte, Einbringung von Druckspannungen in der Oberfläche von Stahlbauteilen (z.B. Kurbel- und Nockenwellen, Antriebswellen) positiv zu verändern. Vor allem bei der Beurteilung von induktiv gehärteten Randschichten ist es notwendig, schnell und effizient die Breite, Tiefe und Lage des Härtebereiches zu bestimmen. Insbesondere bei der Einrichtung eines neuen Induktivhärteprozesses muss an einer Vielzahl von Proben möglichst effizient der Härtebereich vermessen werden. Vor allem bei kleinen und diffizilen Bauteilen mit Einhärtetiefen im Millimeterbereich ist eine mikroskopische Beurteilung der Einhärtungszonen notwendig und mit Axio Zoom.V16 effizient umsetzbar.

#### **Bild 2**

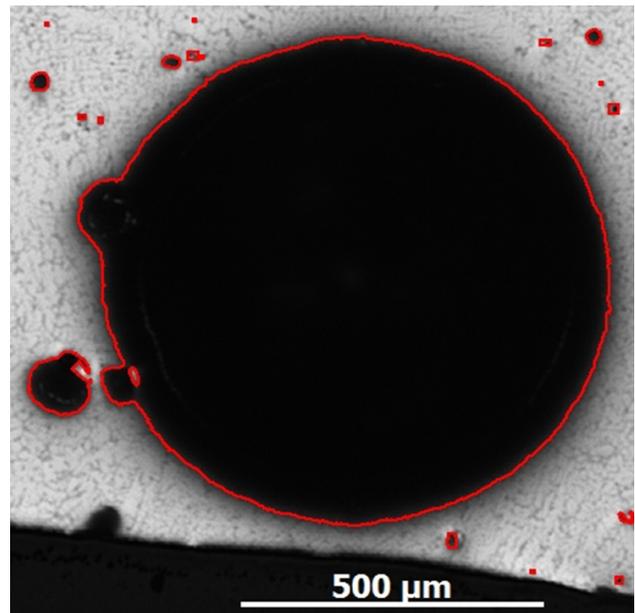
*Darstellung der Detailerkennbarkeit anhand größter Pore in Druckgussbauteil im Originalmaßstab mit Falschfarbendarstellung bildanalytisch erkannter Poren*

*a) Axio Imager.Z2m mit geringen Artefakten durch Shading und Stitching (siehe Pfeile)*

*b) Pore mit Axio Zoom.V16 ohne Artefakte*



*a) Axio Imager.Z2m, Detailausschnitt*

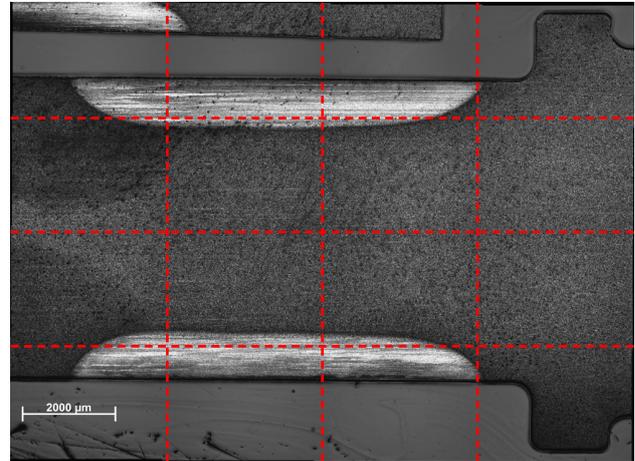


*b) Axio Zoom.V16, Detailausschnitt*

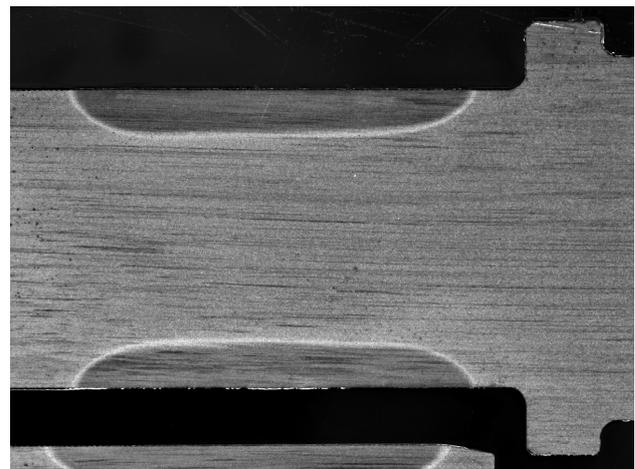
In Bild 3 sind vergleichende mikroskopische Aufnahmen einer Induktivhärtezone mit Axio Imager.Z2m und Axio Zoom.V16 dargestellt. Während zur Darstellung und Vermessung der induktivgehärteten Zone mit Axio Imager eine Mosaik-Aufnahme mit 4x4-Kacheln bei Abbildungsmaßstab 2,5 notwendig ist, ermöglicht die Zoomoptik von Axio Zoom.V16 eine Einzelaufnahme bei Abbildungsmaßstab 0,63 mit deutlichen Vorteilen. Die Vorteile liegen maßgeblich in der Geschwindigkeit der Aufnahme, einer homogenen Ausleuchtung sowie in der effizienteren Umsetzung der Messaufgabe. Im konkreten Fall konnte eine Effizienzsteigerung um den Faktor 5 für die Beurteilung von 60 induktiv gehärteten Stahlbauteilen erreicht werden. Die Effizienzsteigerung beruht maßgeblich auf der implizit schnelleren Bildaufnahme durch eine Einzelaufnahme, dem deutlich einfacheren Handling durch Wegfall des Setzens mehrerer Fokuskorrekturen mit Axio Imager, sowie der Reduktion der notwendigen nachfolgenden Bildverarbeitung. Zudem zeigte die am Axio Zoom.V16 vorhandene Ringlichtbeleuchtung eine bessere Kontrastierung der verschiedenen Einhärtzonen. Explizit der in Bild 3b) besser erkennbare Übergang ermöglichte damit eine schnellere und einfachere Vermessung des Härtebereiches.

### Bild 3

*Axio Zoom.V16 ermöglicht um Faktor 5 schnellere und effizientere Vermessung von Randhärtezonen (z.B. induktionsgehärtete Wellen) bei Serienuntersuchungen*



a) Axio Imager.Z2m, 4x4 Mosaik, Abbildungsmaßstab 2,5, Auflichtbeleuchtung



b) Axio Zoom.V16, Einzelbild, Abbildungsmaßstab 0,63, Ringlichtbeleuchtung



[facebook.com/zeissmicroscopy](https://facebook.com/zeissmicroscopy)



[twitter.com/zeiss\\_micro](https://twitter.com/zeiss_micro)



[youtube.com/zeissmicroscopy](https://youtube.com/zeissmicroscopy)



[flickr.com/zeissmicro](https://flickr.com/zeissmicro)



**Carl Zeiss Microscopy GmbH**  
07745 Jena, Germany  
Materials  
[microscopy@zeiss.com](mailto:microscopy@zeiss.com)  
[www.zeiss.com/axiozoom-mat](http://www.zeiss.com/axiozoom-mat)



We make it visible.