Werkstoffe der additiven Fertigung – wie qualifizieren?

- Vortrag zur Tagung
  „Werkstoffe 4.0: Von der Theorie in die Anwendung"
- 27. Juni 2019, München
- Dr. sc. nat. Julius Nickl
  Geschäftsführer der Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH

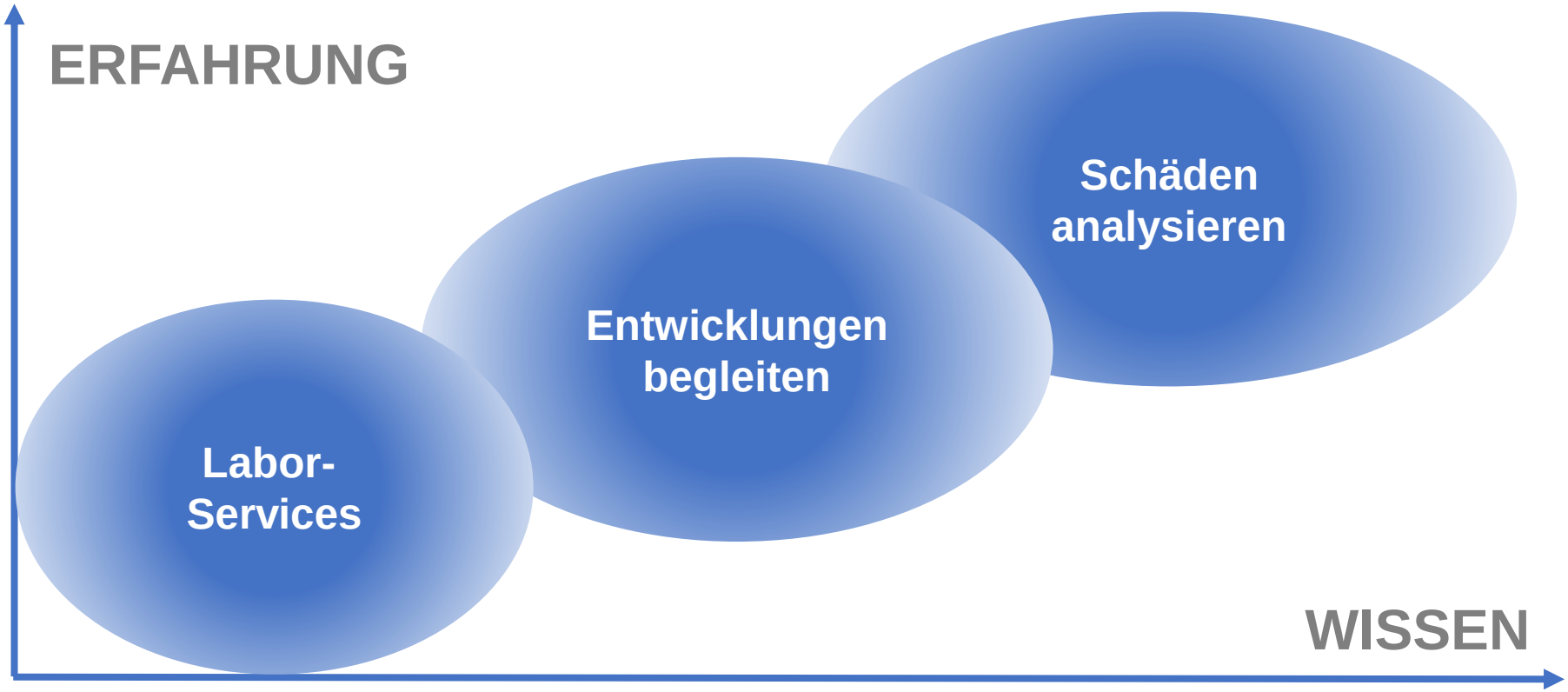
Komplettanbieter Werkstofftechnik

- für fast alle Werkstoffe, Prozesse, Bauteile und Produkte
- hoher Kundennutzen durch hybride Leistungsbündel aus werkstofftechnischen Services
- über 40 Jahre Erfahrung, 2.000 Kunden, 15.000 Aufträgen in den Branchen Automotive, Energie, Chemie, Luftfahrt, Medizintechnik, Elektrotechnik, …

Vorstellung GWP
Daten, Fakten, Zahlen

- unabhängiges, inhabergeführtes Unternehmen
- Kooperationslabor mit der Allianz
- 3 Standorte (Zorneding, Leipzig, Dillingen)
- Wissensmanagement mit 8 eigenen Datenbanken
- 14 Labore und 3 Werkstätten
- Expertise in 16 Themen (u.a. Metallkunde, Kunststoffe, Airbag, Korrosion, Fraktografie)
- 30 Werkstoff-Experten und Labor-Spezialisten
- Über 40 Jahre Prüferfahrung
- Über 2.500 Kunden (u.a. OEMs und Zulieferer aus der Automobilbranche, Chemiebranche Maschinenbau, Bauindustrie, Medizintechnik)
- Über 17.000 abgewickelte Aufträge
- Zugriff auf ein Netzwerk mit über 30.000 Kontakten

Vorstellung GWP
Kompetenz-Spektrum



- Gefüge, Härte
- Zugversuche
- Elementanalyse
- Korrosionsfestigkeit
- Asbest-Bestimmung
- Spektroskopie

- Pyrotechnische Anzünder
- Reibschweißnähte
- Gas- & Staubanalytik
- Membranschweißung
- Nano-Partikel-Markierung
- Kleberauswahl

- Rückrufaktionen Airbag
- Hochfeste Schrauben
- Rost an „Edelstahl“
- Schwingbrüche
- Korrosionsursachen
- Gerichtsgutachten

GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH | D-85604 Zorneding bei München | Fon: +49 8106 9941 110 | info@gwp.eu | **www.gwp.eu**

Vorstellung GWP Kompetenzen

Labor-Services

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19507-01-00

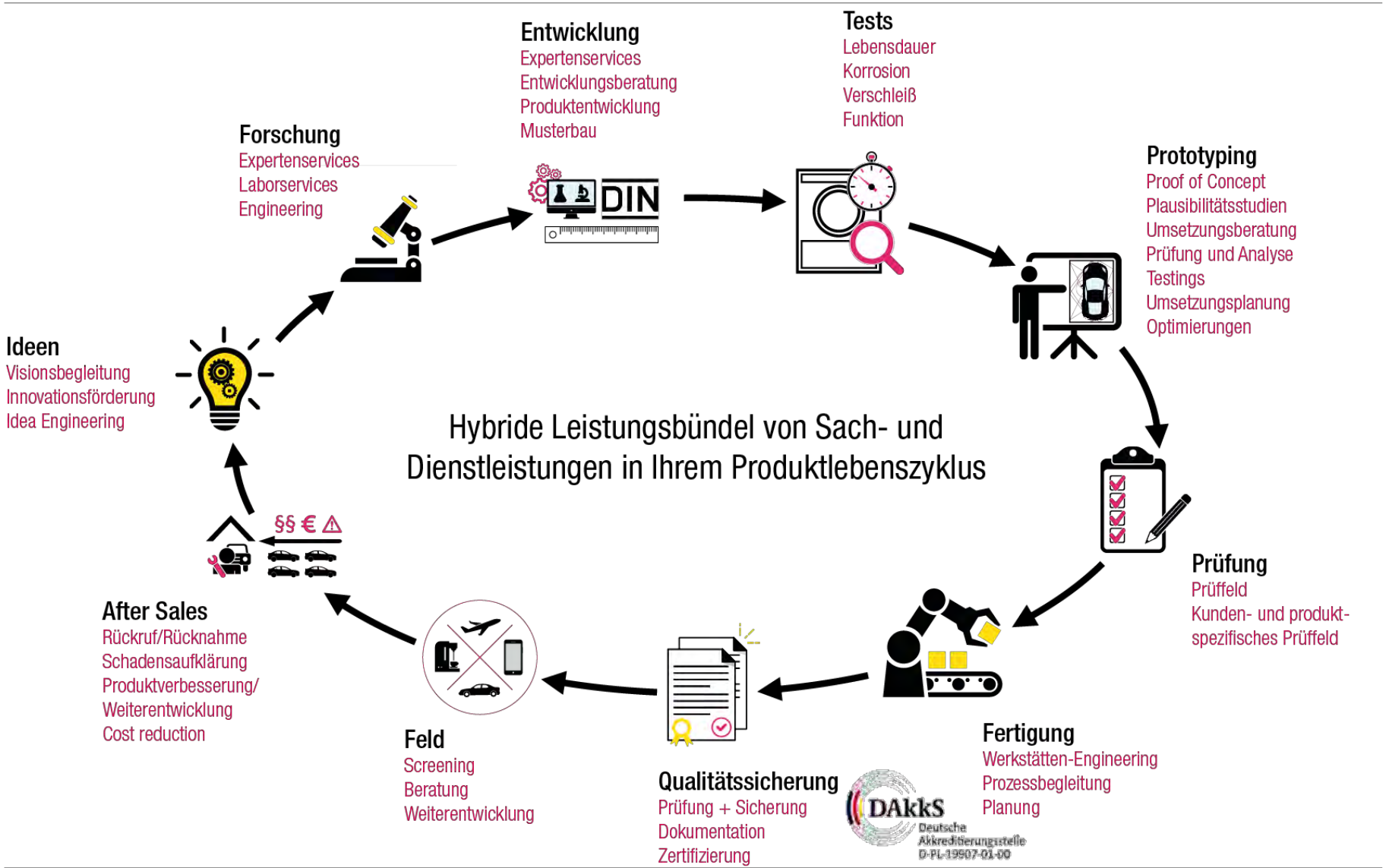
München	Leipzig	Saarland
Analytikum	Analytikum	-
Chemie- & Korrosion	-	-
Elektroniklabor	-	-
Gaslabor	-	-
Klebelabor	-	-
Materialographie	Materialografie	Materialografie
Mikroskopie	Mikroskopie	-
PARTICLECHECK	-	-
Prüffeld	-	Prüffeld
-	Umweltsimulation	-
Werkstatt	Werkstatt	Werkstatt
Werkstoffprüfung	Werkstoffprüfung	Werkstoffprüfung
zerstörungsfr. Prüf.	-	-

Experten

Allianz

Airbag	Korrosion
Batterien	Kunststofftechnik
Baustoffe	Medizintechnik
Composites	metallische Gefüge
Fraktografie	Oberflächentechnik
industrielle Prozesse	Umweltsimulation
Innovationsmanag.	zerstörungsfr. Prüfung
Katalyse	
Keramik	
Kleben	
Leichtbau	

Vorstellung GWP
hybride Leistungsbündel ermöglicht

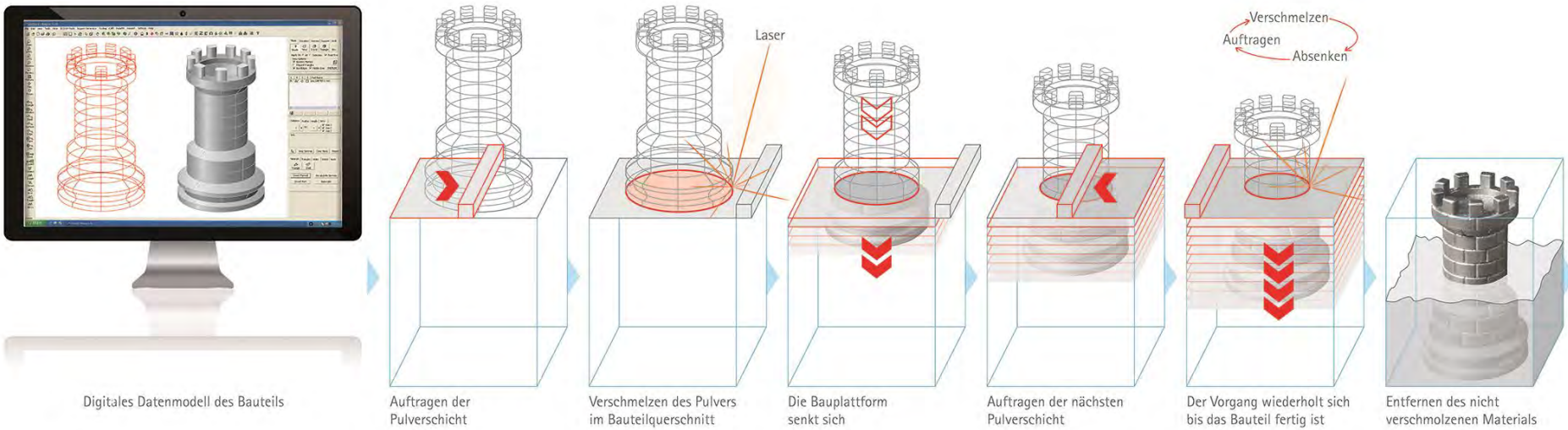


Fertigungsverfahren der additiven Fertigung

Selective Laser Melting	SLM
Metall-Pulver-Auftragsverfahren	MPA
Direct Metal Laser Sinter Verfahren	DMLS
Elektronen-Strahlschmelzen (e-beam melting)	EBM
Laser-Sintern	LS
Laser-Strahlschmelzen (Laser Beam Melting)	LBM
Fused Layer Modelling/Manufacturing	FLM
auch Fused Filament Fabrication	FFF
Multi-Jet Modelling	MJM
Poly-Jet Modelling	PJM
Layer Laminated Manufacturing	LLM
Metal Laminated Tooling	MELATO
Continuous Liquid Interface Production	CLIP
….	…

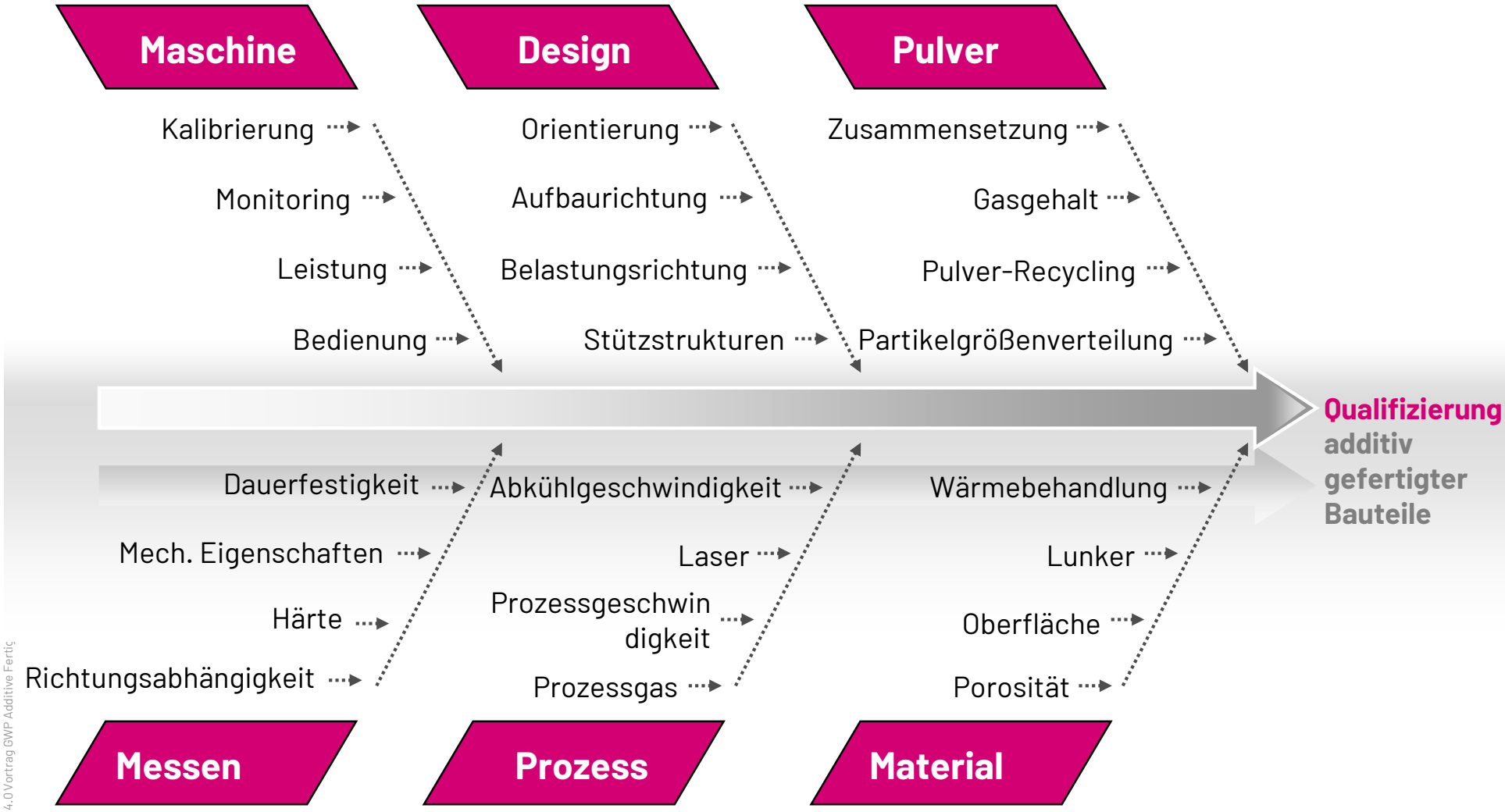
DMLS Verfahren

Direct Metal Laser Sinter Verfahren (DMLS)

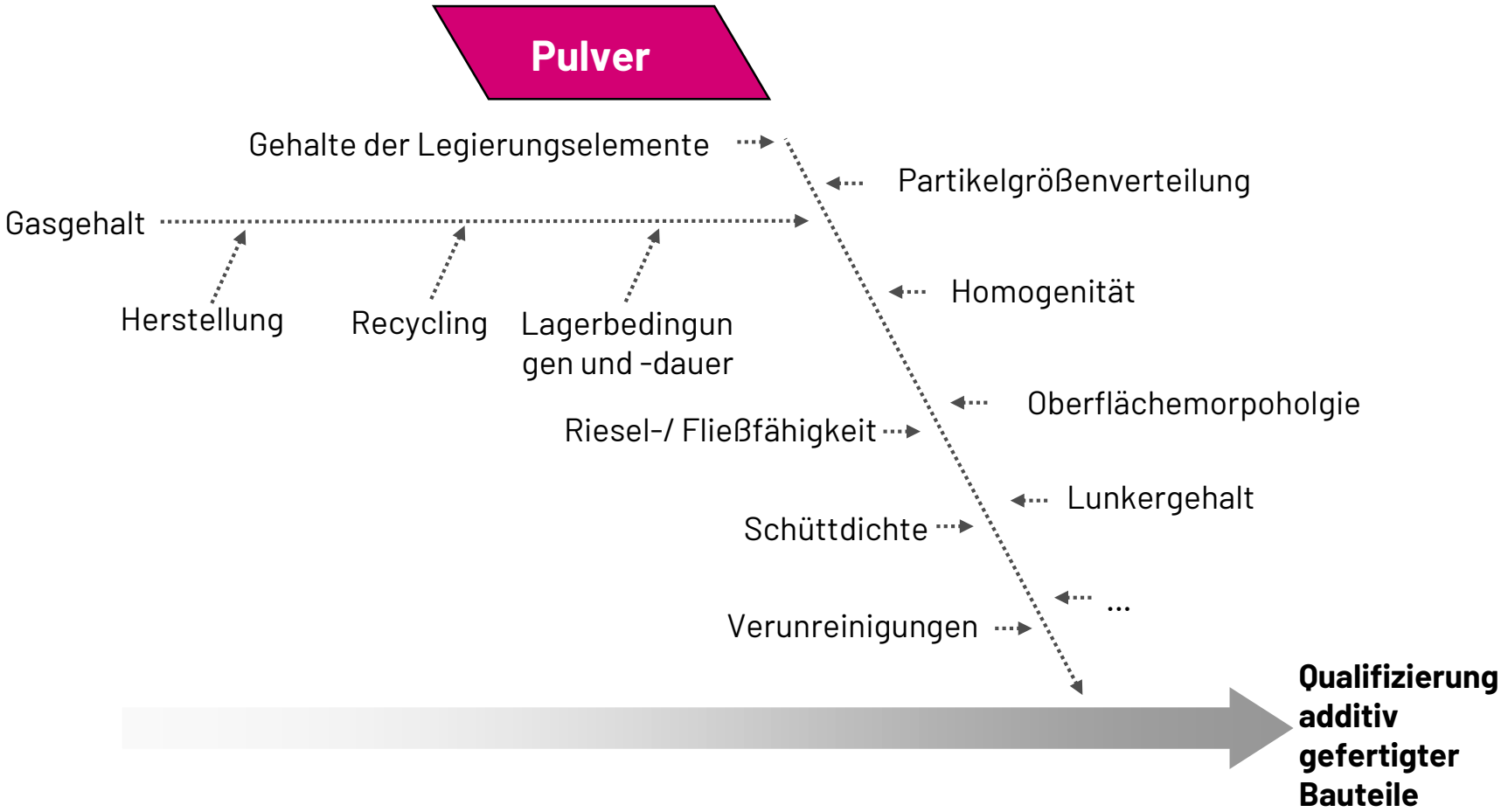


Quelle: https://www.eos.info/additive_fertigung/fuer_technologie_interessierte

Einflussparameter auf die additive Fertigung

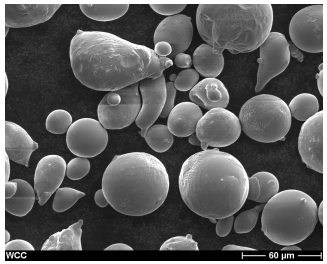


Einflussparameter auf die additive Fertigung hier Pulvereigenschaften



Qualitätssicherung
Qualifizierung

Pulver

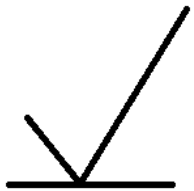


- Chemische Analyse
- Partikelgrößen
- Gasgehalt
- CT
- Reinigung & Konditionierung

Maßhaltigkeit

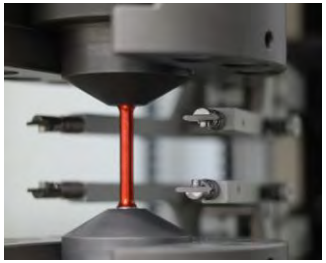
- 3D-Scans
- Taktile Vermessung
- Streifenlicht-Interferometrie

Oberfläche



- Rauheit
- Optische Eigenschaften
- Nachbearbeitung
- Risse
- ...

Mechanische Eigenschaften



- Zugversuche (stat.)
- Dauerschwing-versuche (dyn.)
- Härte
- Biegung
- ...

Material

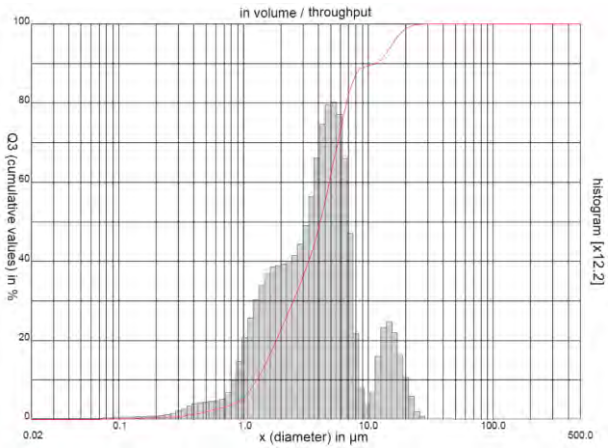
- Metallographie
- CT
- Wärmebehandlung
- HIP
- ...

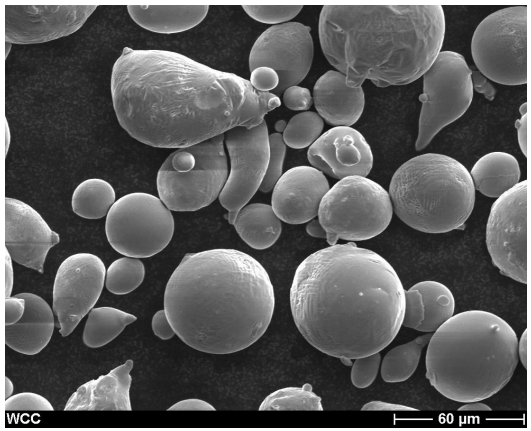
Prozess

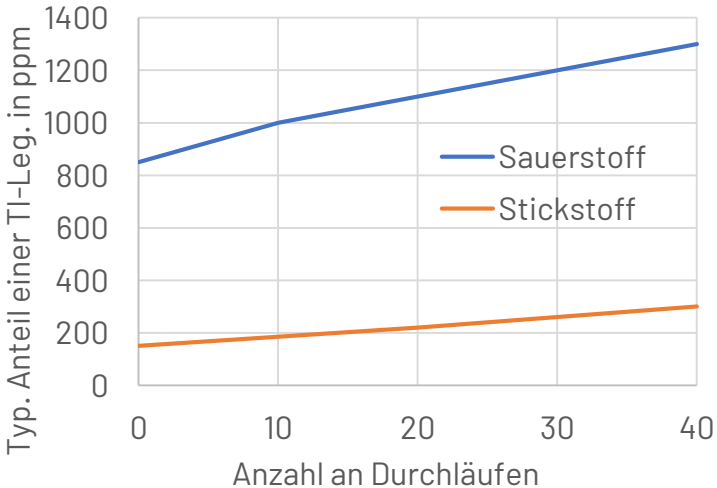
- z.B. EOSTATE
- Echtzeitüber-wachung durch optische und Wärmebild-systeme
- Laser
- Kühlsysteme
- Schutzgas

Pulver
Stahlwerkstoffe

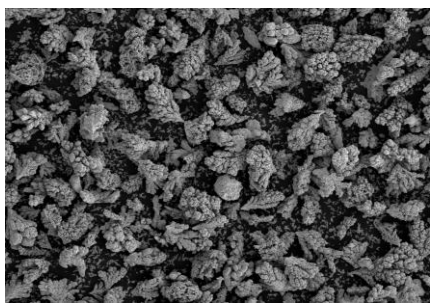
Charakterisierung des Pulvers

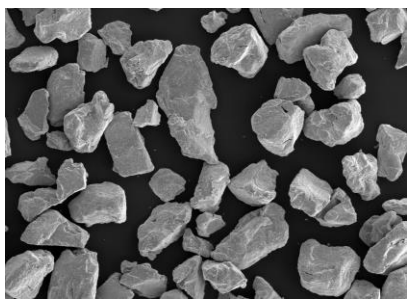


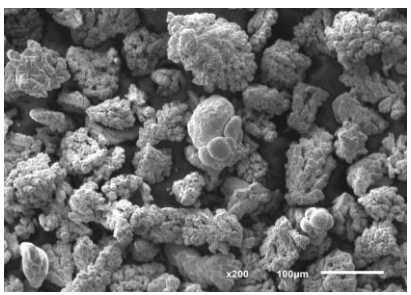




- Beeinflussung des Gasgehalts im Pulver durch Recyceln
- Partikelgrößenverteilung, z.B. durch Laserbeugung
- Pulver: große Variabilität

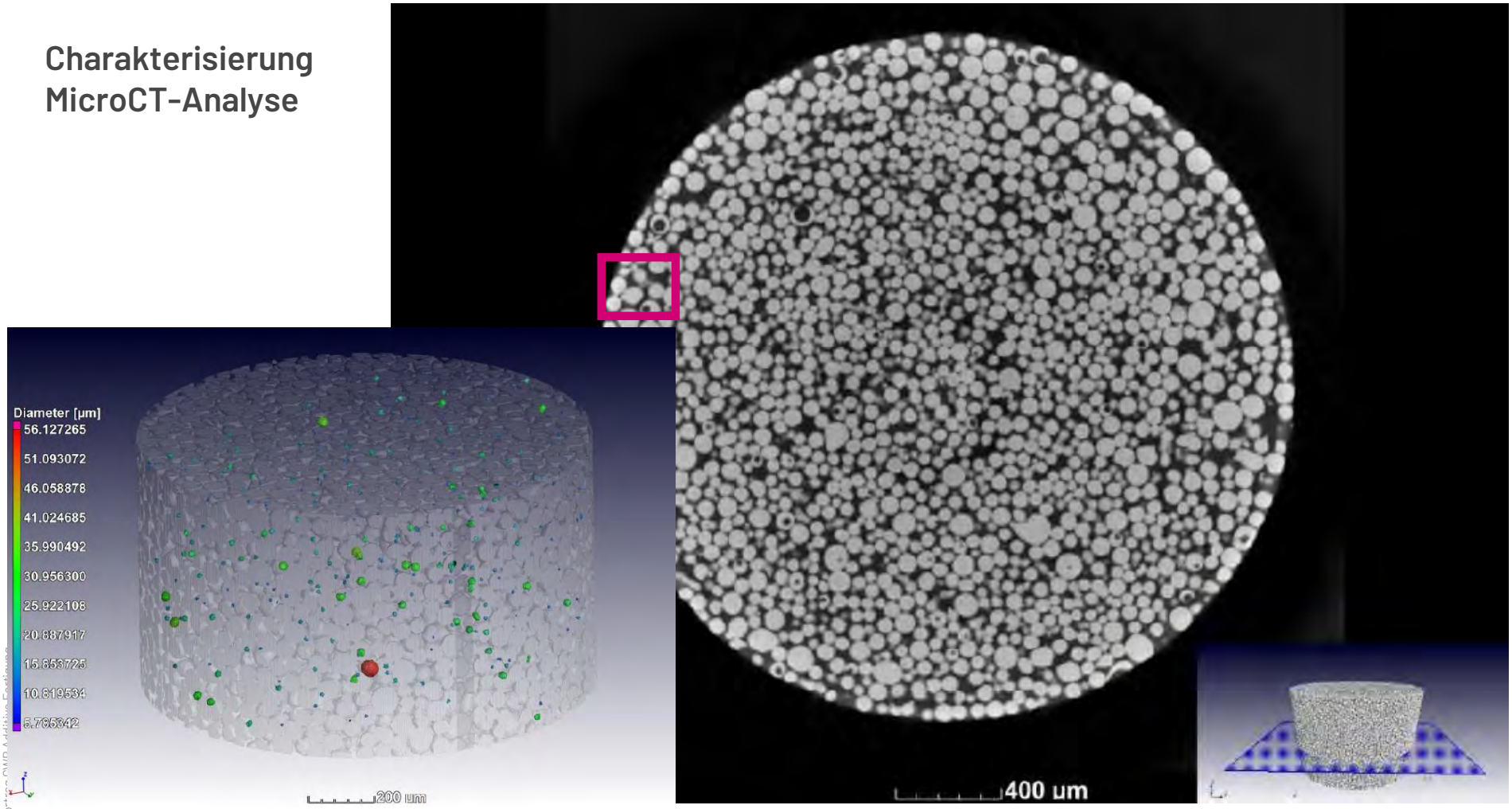






Pulver
neue Methode zur Charakterisierung: µ-CT

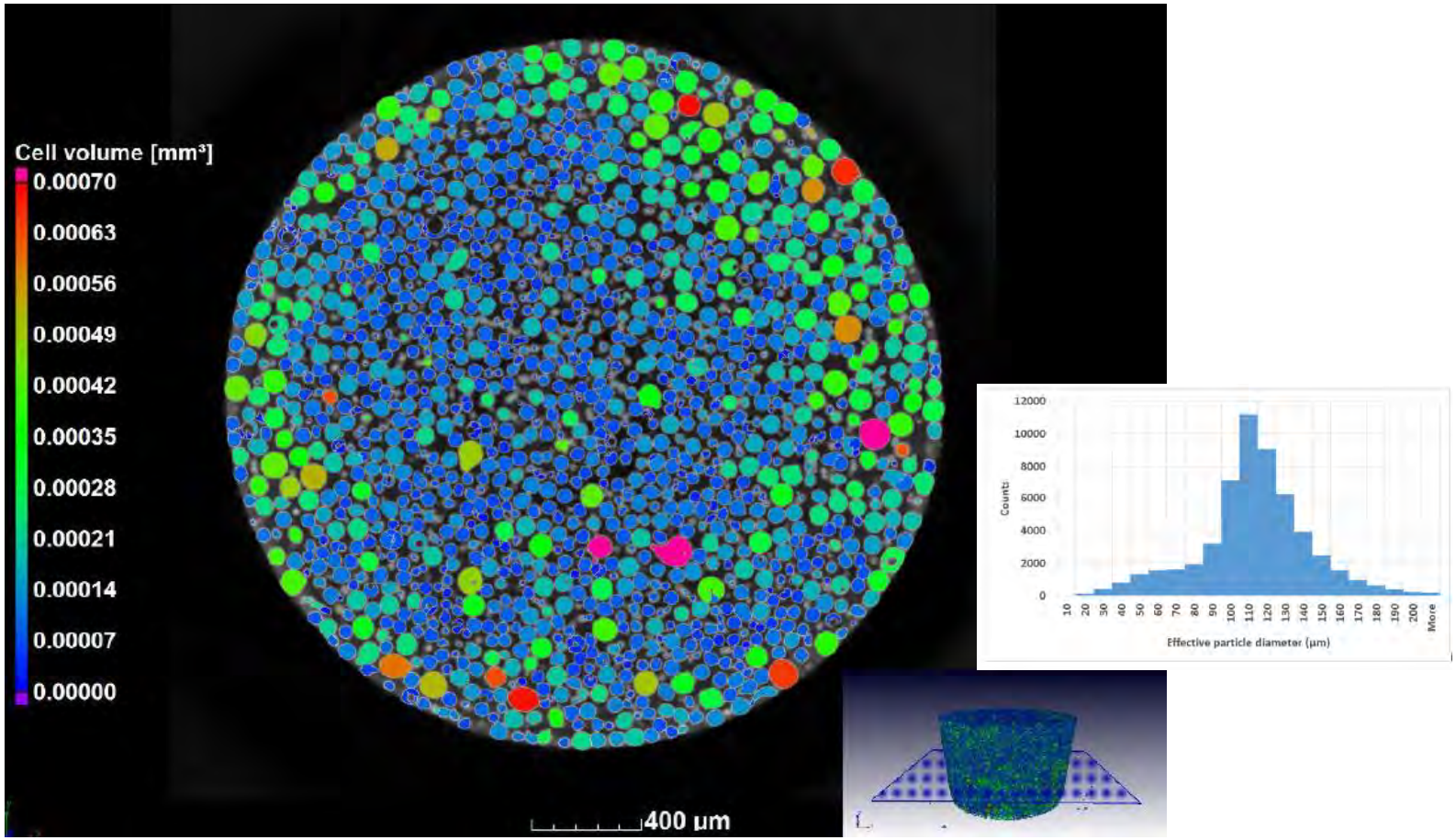
Charakterisierung
MicroCT-Analyse



Quelle: Anton du Plessis et al.:"Standard method for microCT-based additive manufacturing quality control 4: metal powder analysis"

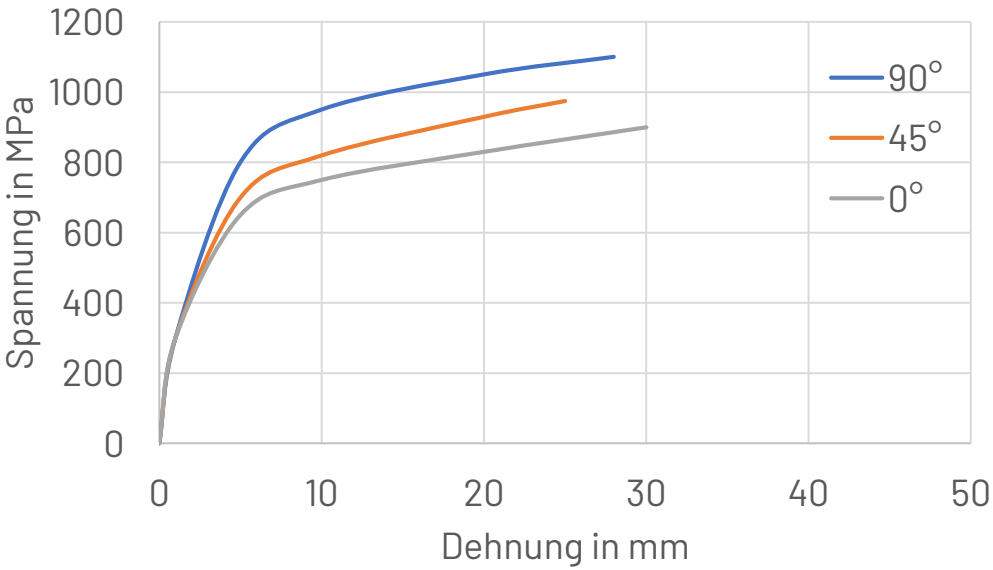
Pulver
neue Methode zur Charakterisierung: µ-CT

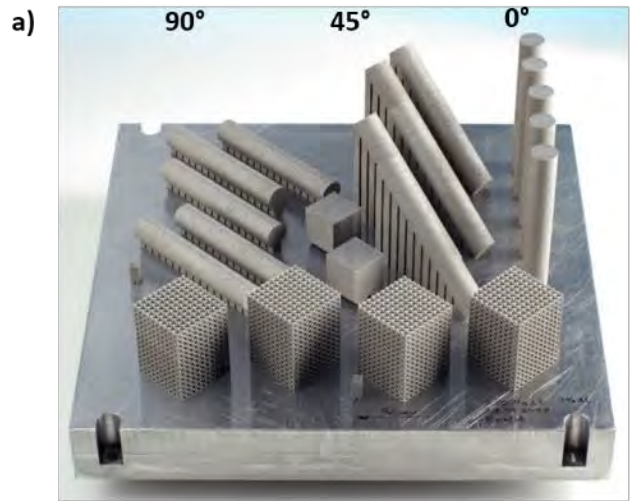
Partikelgrößenverteilung



Quelle: Anton du Plessis et al.:"Standard method for microCT-based additive manufacturing quality control 4: metal powder analysis"

Mechanische Eigenschaften additiv gefertigter Stahl-Proben aus dem SLM-Prozess



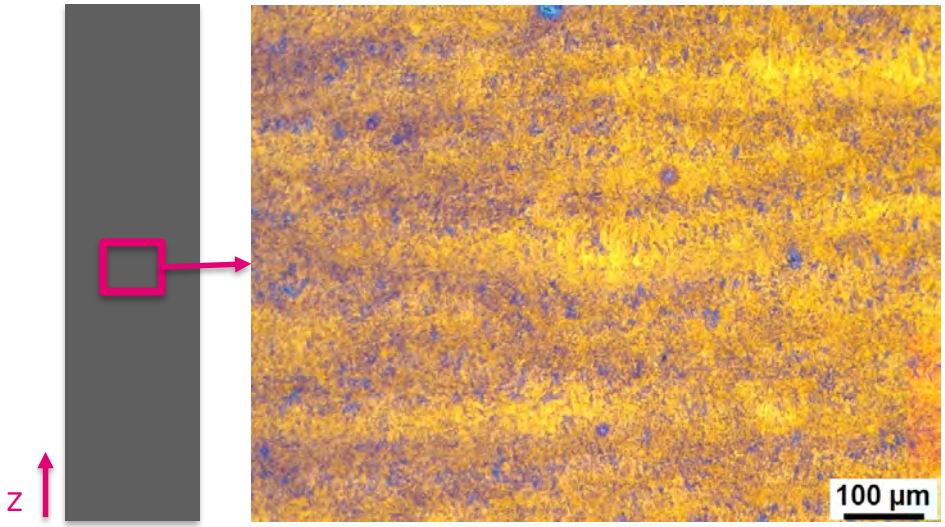


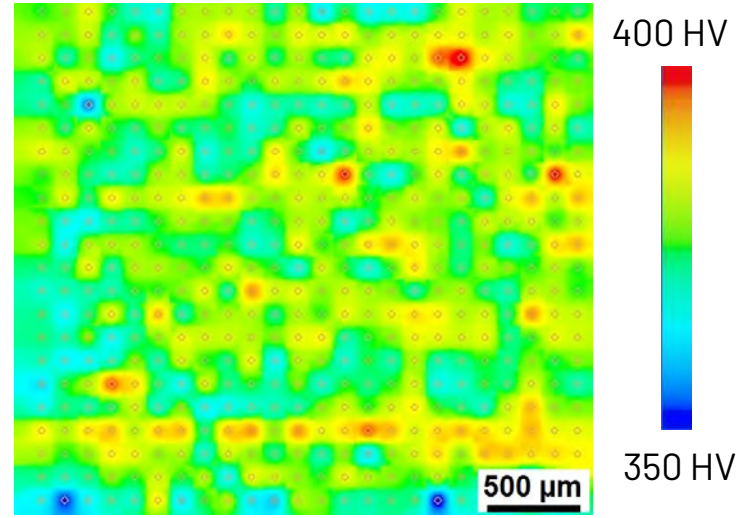
- Fertigung der Proben auf einer Substratplatte
- Richtungsabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften

Quelle: http://www.iehk.rwth-aachen.de/cms/iehk/Forschung/Forschungsschwerpunkte/Werkstofftechnik/Integrative-Werkstoffsimulation/~obup/Integrative-Produktentwicklung-fuer-Hoch/v

Bauteil mechanische Eigenschaften

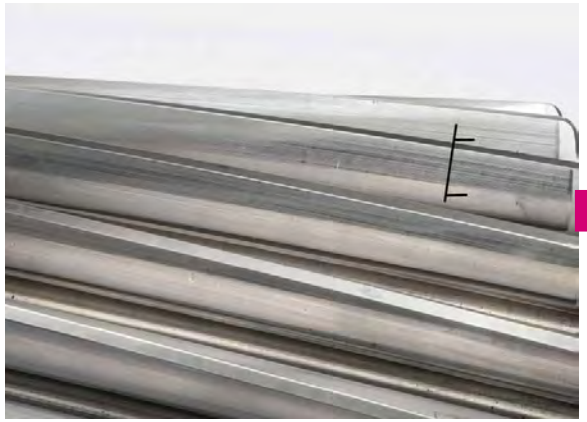
Mechanische Eigenschaften additiv gefertigter MS1-Stahl-Proben

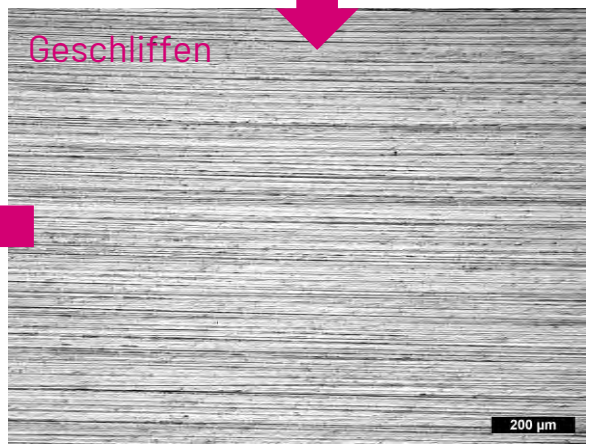


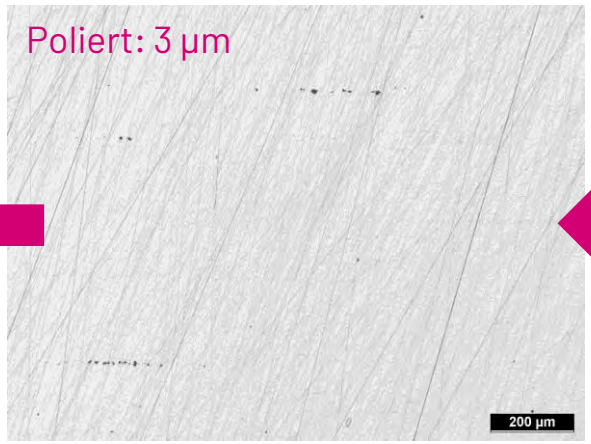


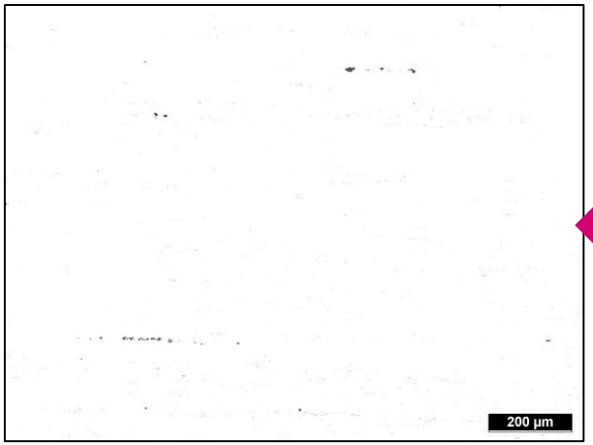
- Härtemessungen in metallographischen Querschliffen – mapping!
- Zeiligkeiten im Gefüge
- z = Aufbaurichtung

Metallographische Präparation

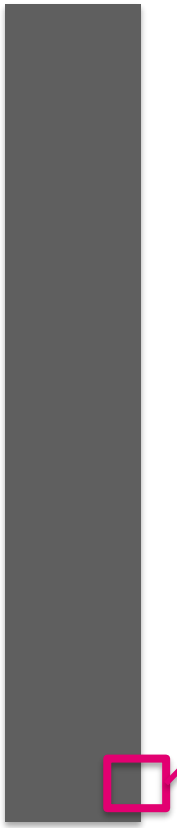


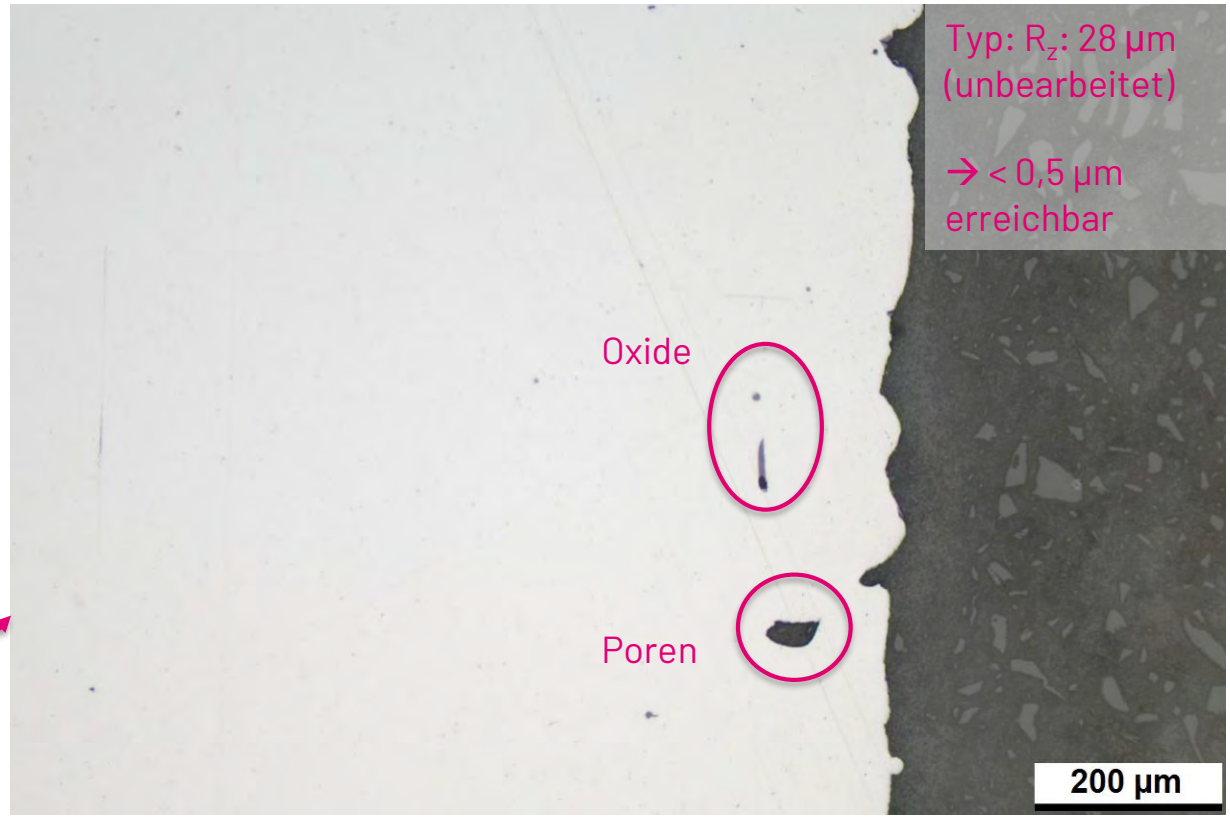






Metallographische Untersuchungen an Versuchsstäben aus MS1 (1.2709, X3NiCoMoTi18-9-5, aushärtbarer Stahl)

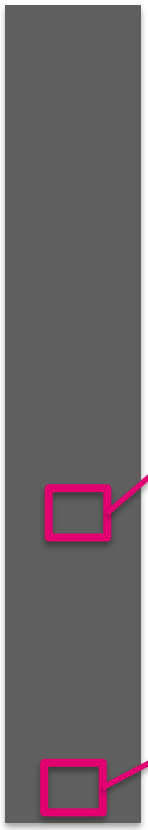


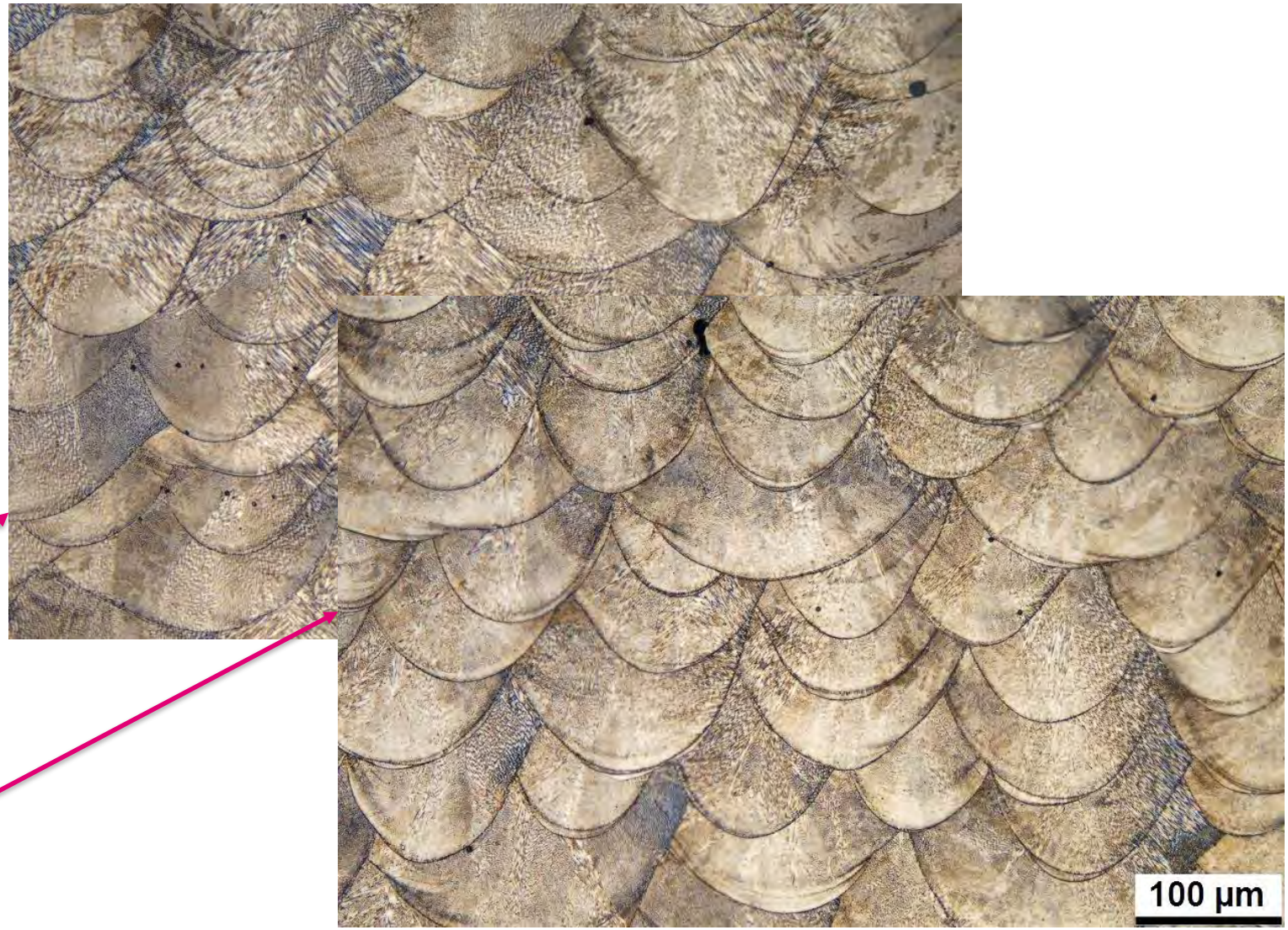


- Nachweis von Oxiden und Poren durch die metallographische Untersuchung

Bauteil
Metallografie Farbätzung

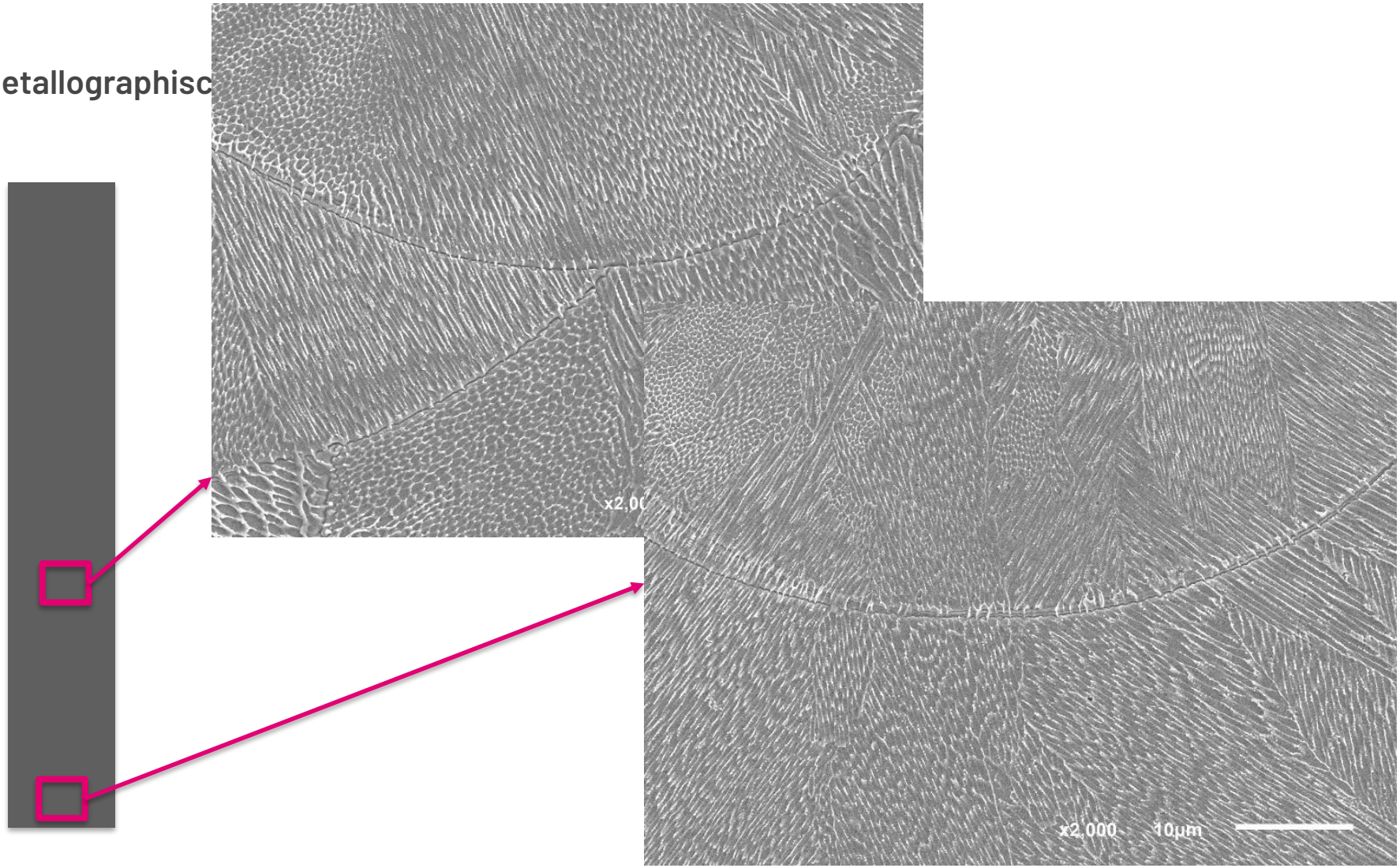
Versuchs-
stäbe





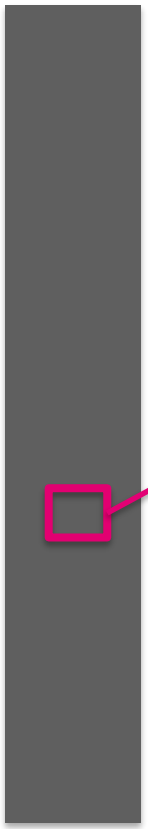
Bauteil
Metallografie zur Kristallografie I

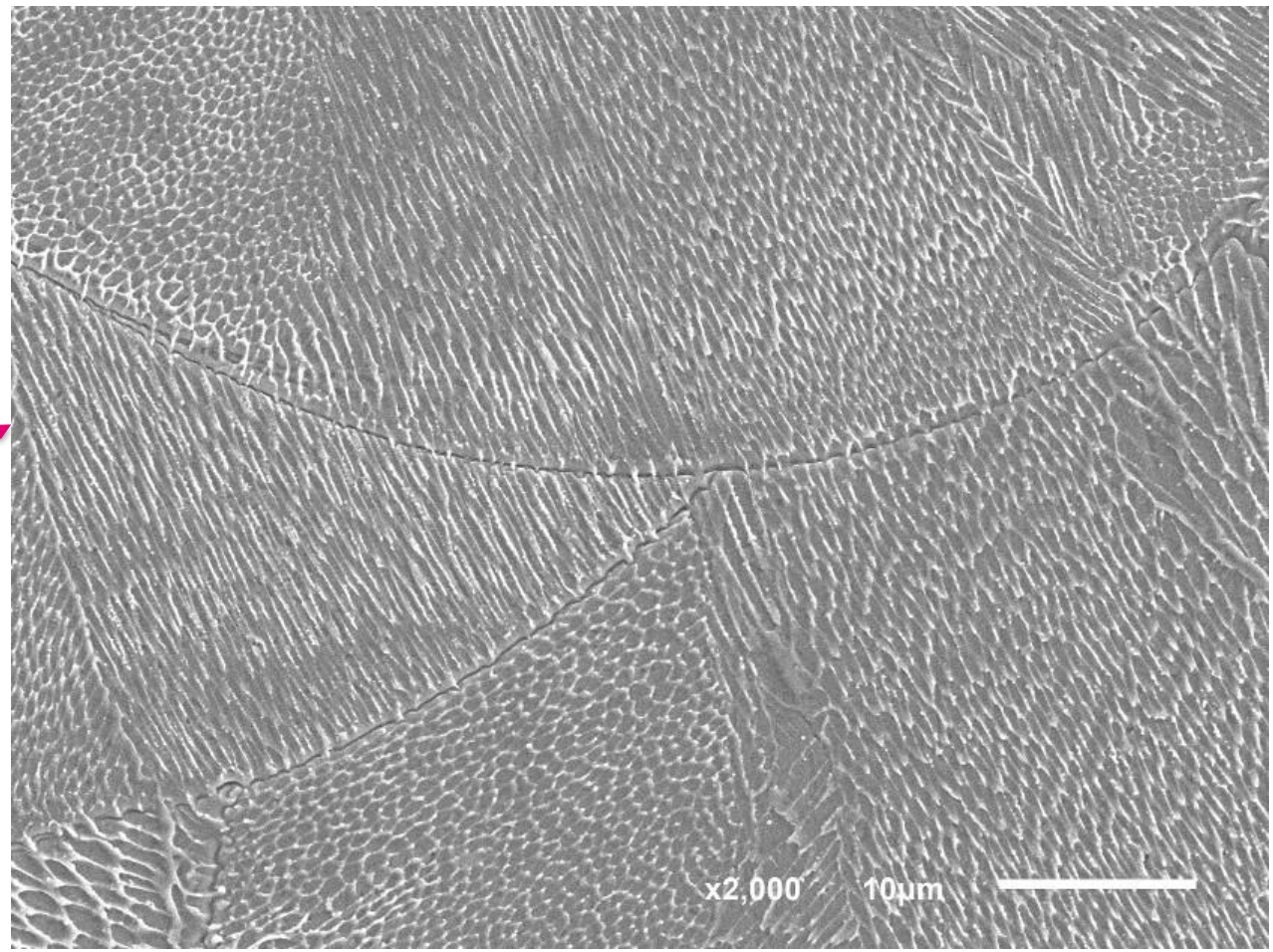
Metallographisc



Bauteil
Metallografie zur Kristallografie II

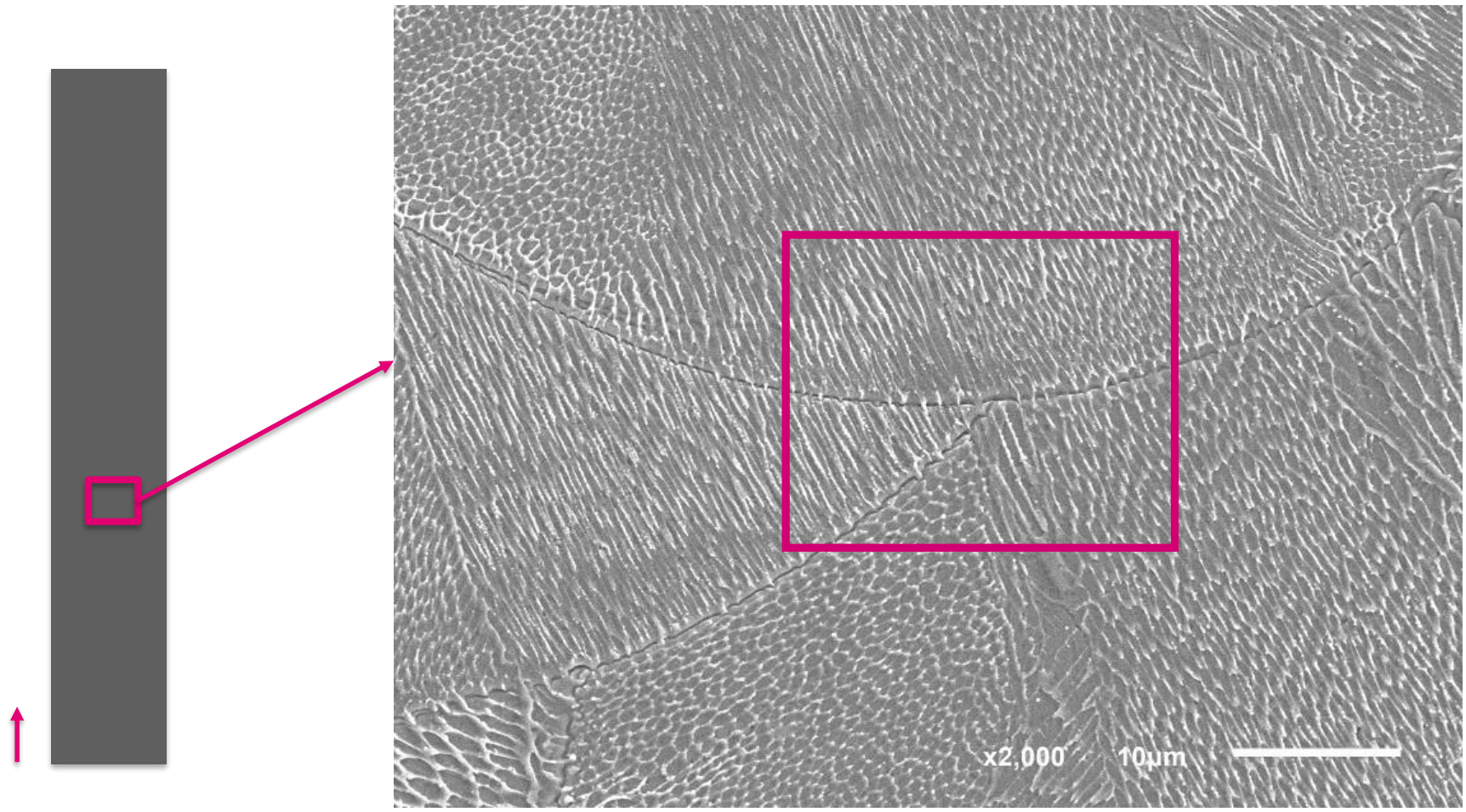
Metallographische Ätzung an Versuchsstäben





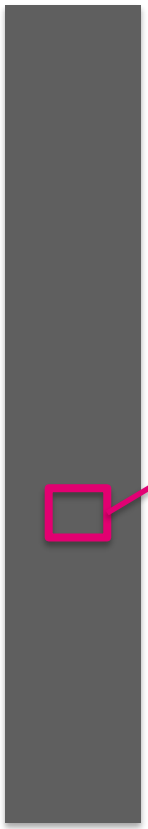
Bauteil
Metallografie zur Kristallografie III

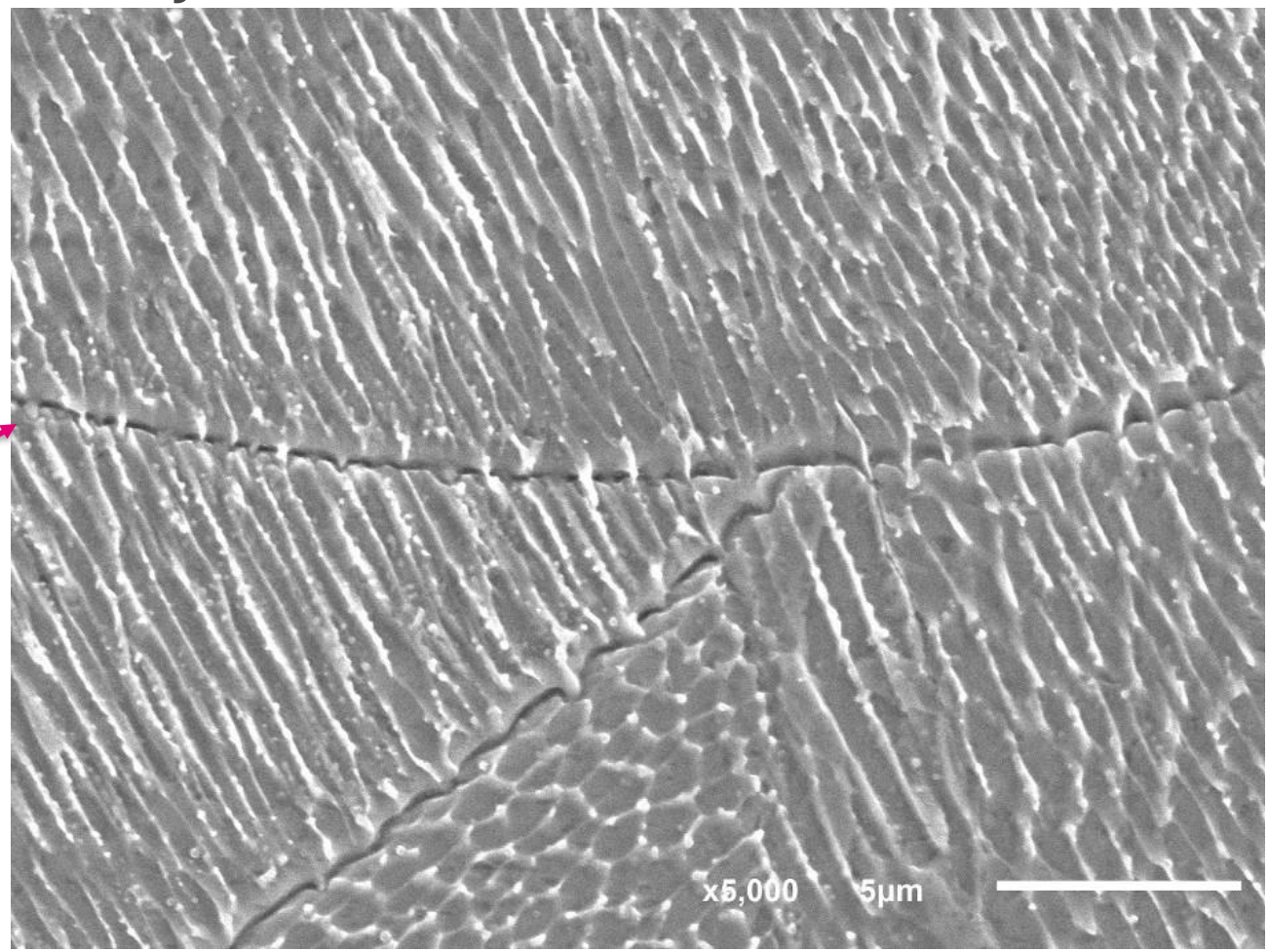
Metallographische Ätzung an Versuchsstäben



Bauteil
Metallografie zur Kristallografie IV

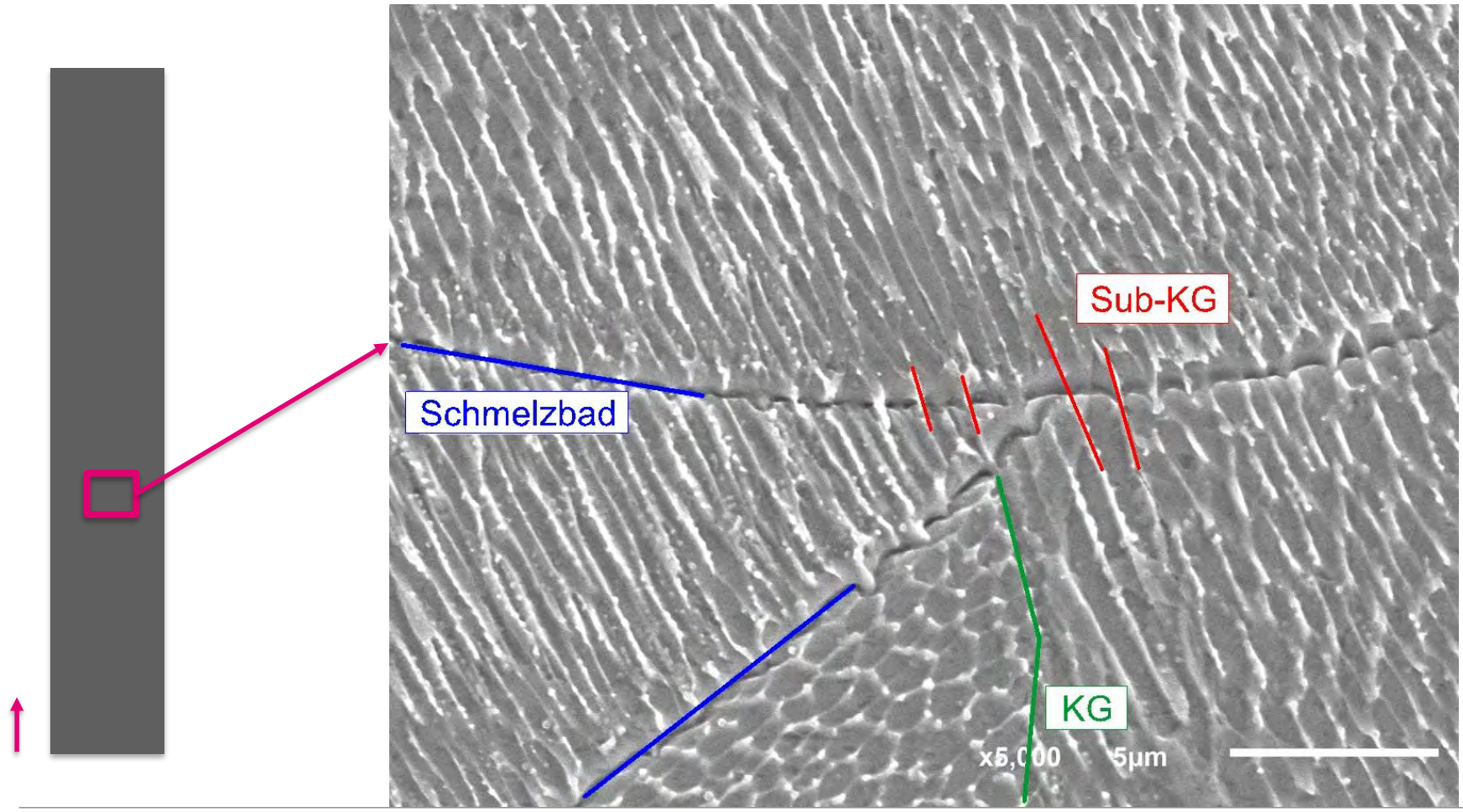
Metallographische Untersuchungen an Versuchsstäben





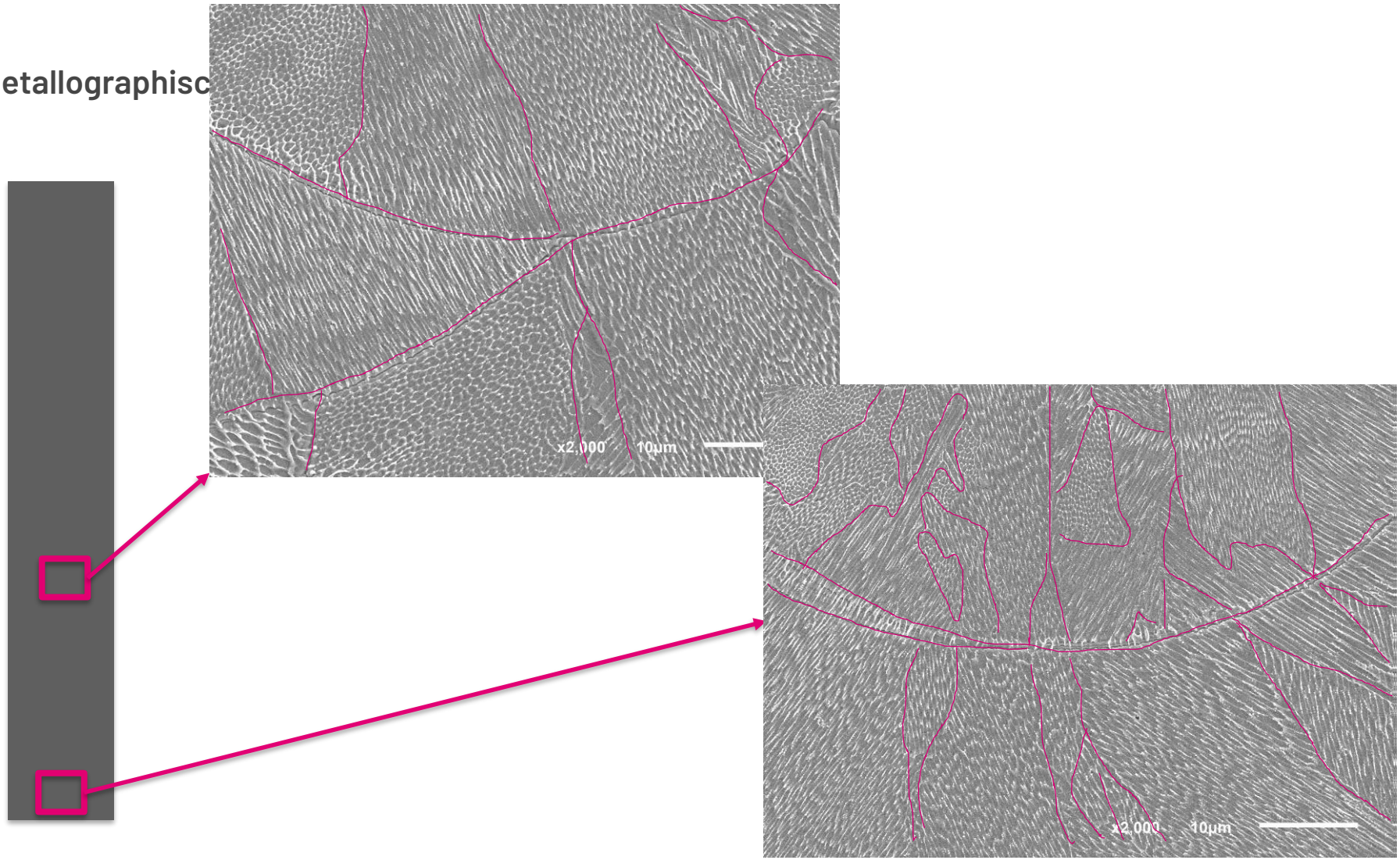
Bauteil
Metallografie zur Kristallografie V

Metallographische Untersuchungen an Versuchsstäben

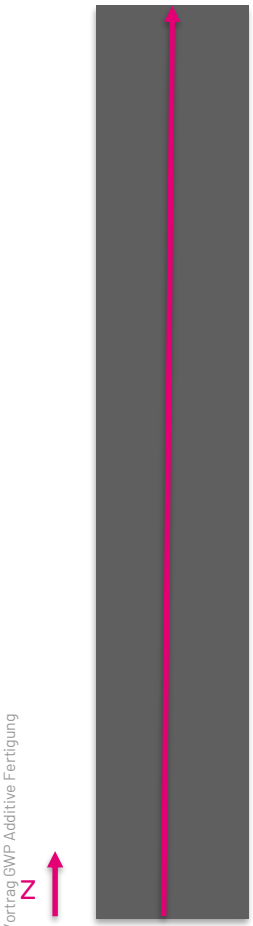


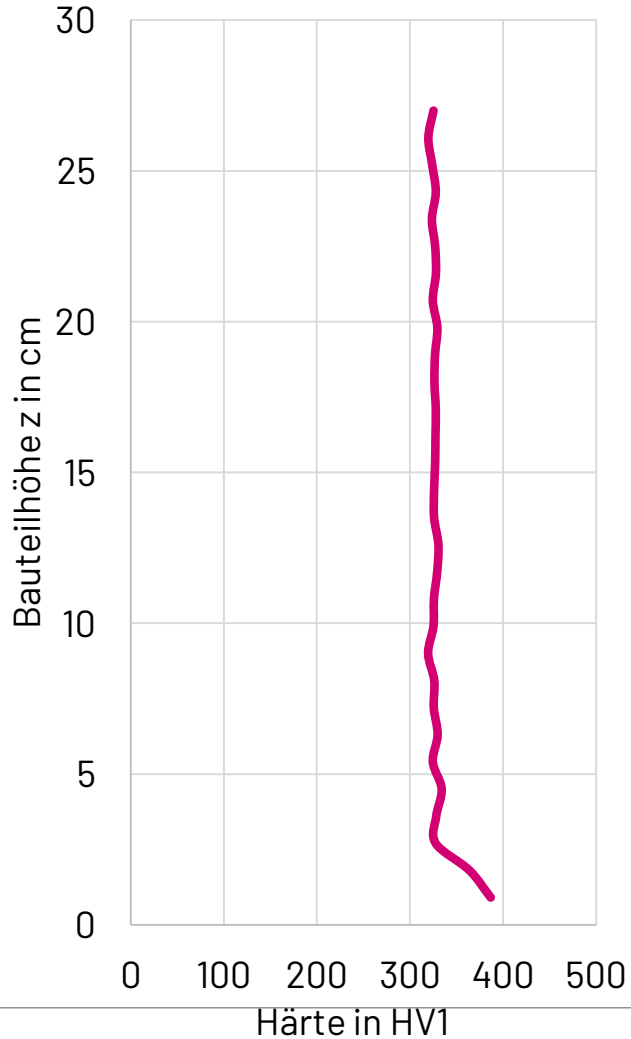
Bauteil
Metallografie zur Kristallografie VI

Metallographisc



Härtemessungen an Versuchsstäben





- Höhere Härte bei z → 0 durch feinere Strukturen

VIELEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!