

Der Lau-Effekt in der lithographischen Mikro-Nanostrukturierung



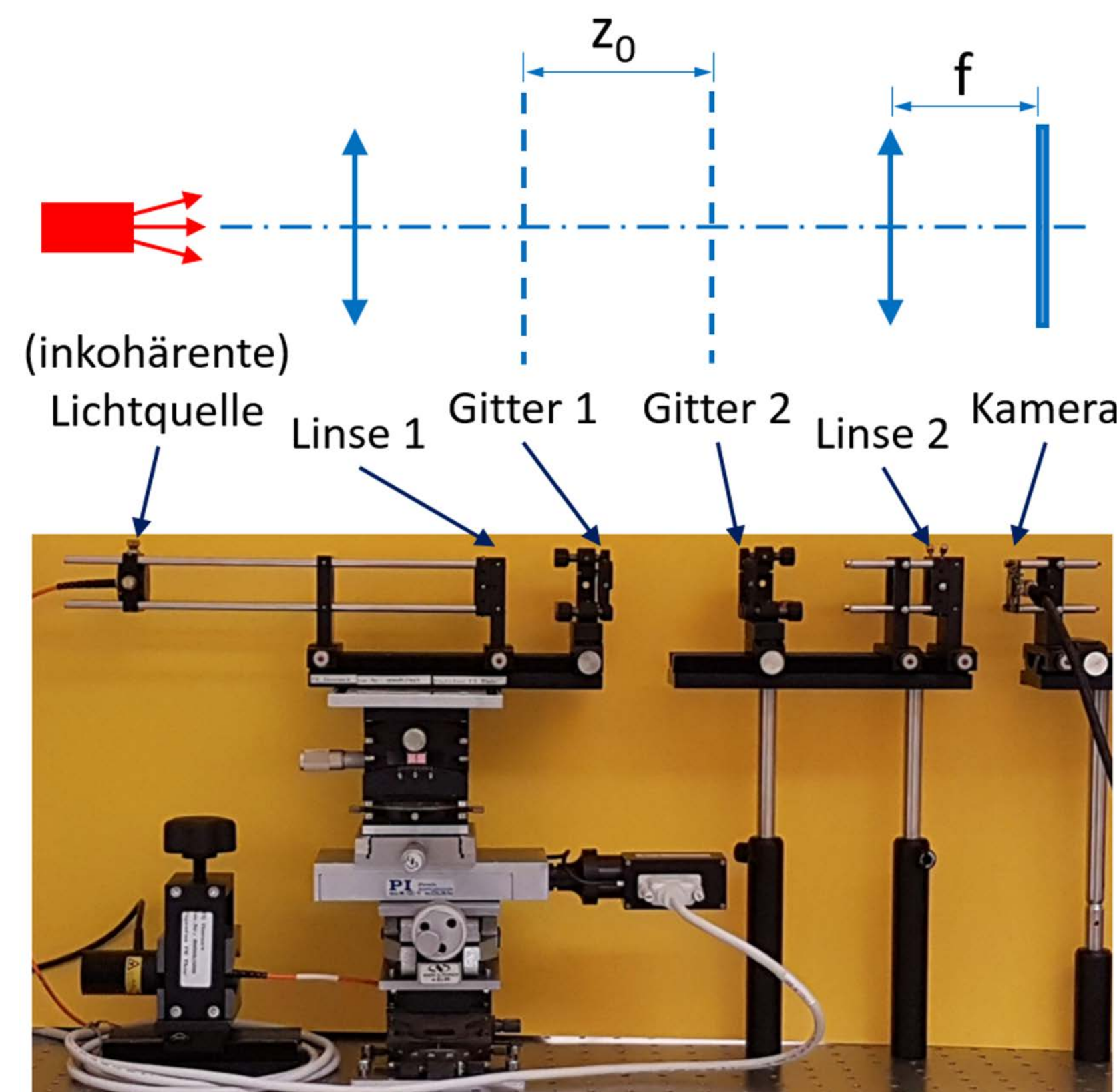
X. Cao, P. Feßer, D. Fischer, M. Hofmann, Y. Bourgin, S. Sinzinger
Fachgebiet Technische Optik, Technische Universität Ilmenau



Motivation

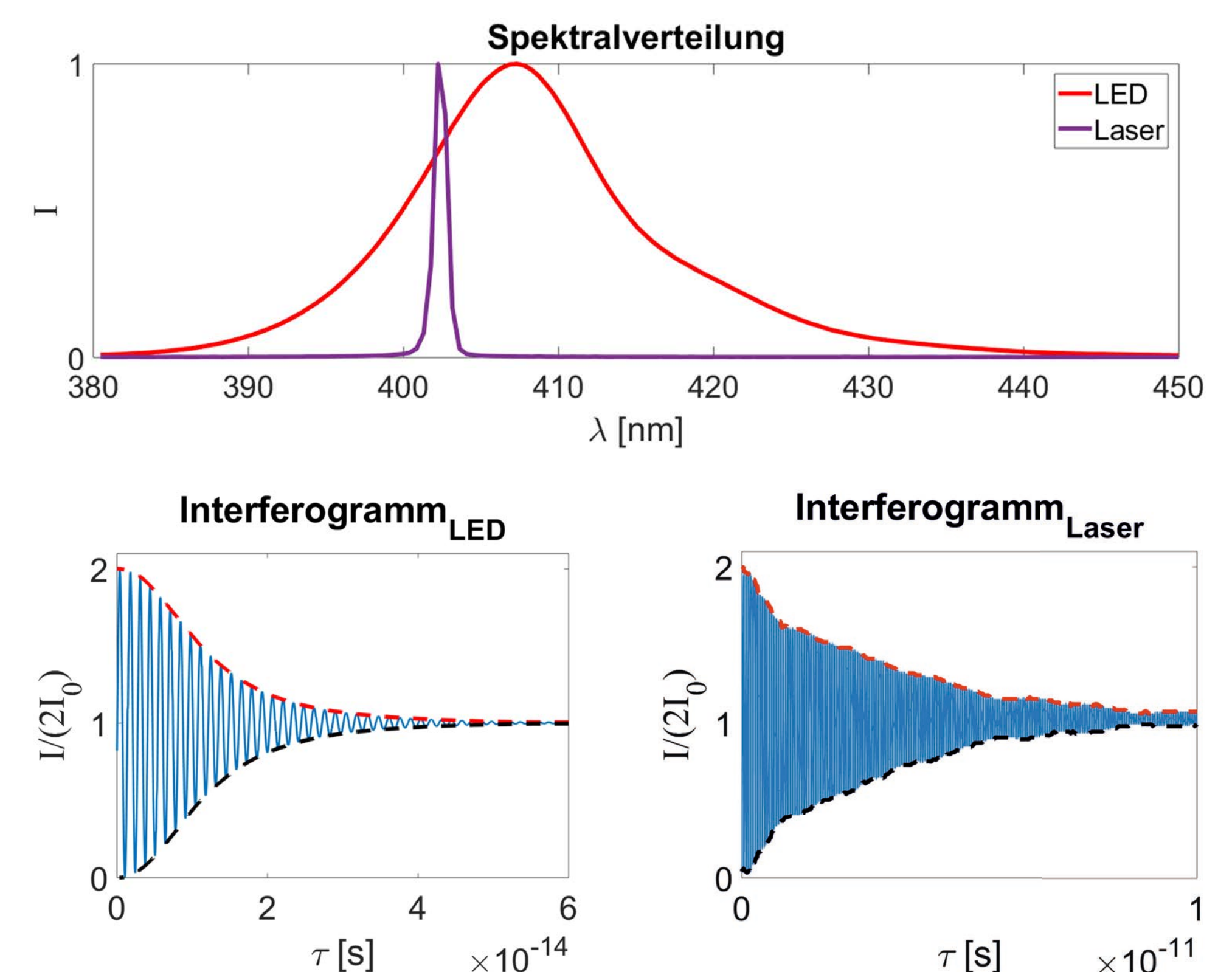
Im herkömmlichen Versuchsaufbau des Lau-Effekts beleuchtet eine inkohärente Lichtquelle das erste Ronchi Gitter, somit wird eine strukturierte Beleuchtung erzeugt. Diese strukturierte Beleuchtung wird dann zusammen mit einem zweiten identischen Ronchi Gitter durch eine Linse in die Fourier Ebene bzw. die Auffangebene des Versuchsaufbaus abgebildet. Unter der Annahme, dass die Ronchi Gitter unendliche Ausdehnungen haben, entsteht in der Auffangebene eine periodische dreieckförmige Intensitätsverteilung [1,2], welche in der Lithographie zur 3D-Strukturierung genutzt werden kann. Wir testen in unserem Versuch unterschiedliche Kohärenzgrade der Lichtquellen [3,4] für den Lau-Effekt und untersuchen den Einfluss des Kohärenzgrades auf die lithographische Strukturierung.

Versuchsaufbau zum Lau-Effekt



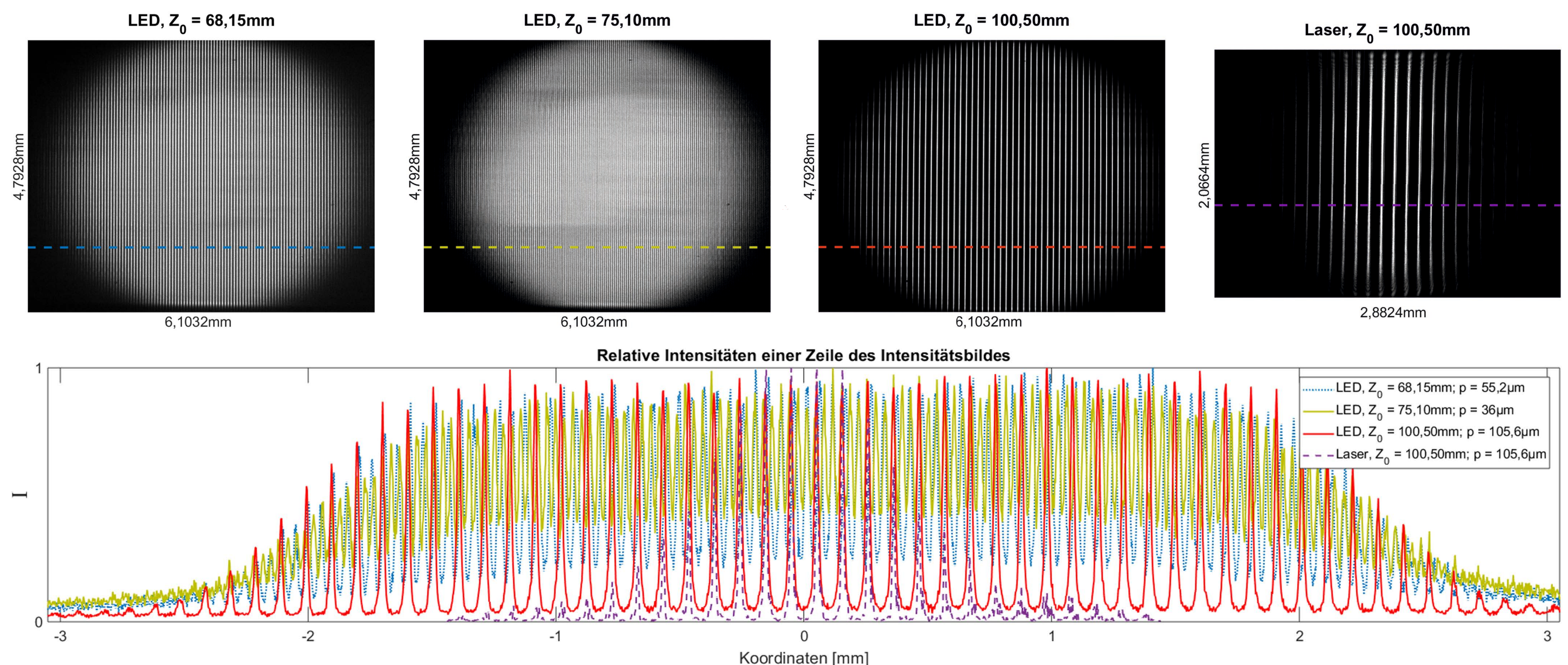
Lichtquellen

Messung der Kohärenzfunktion



Messergebnis

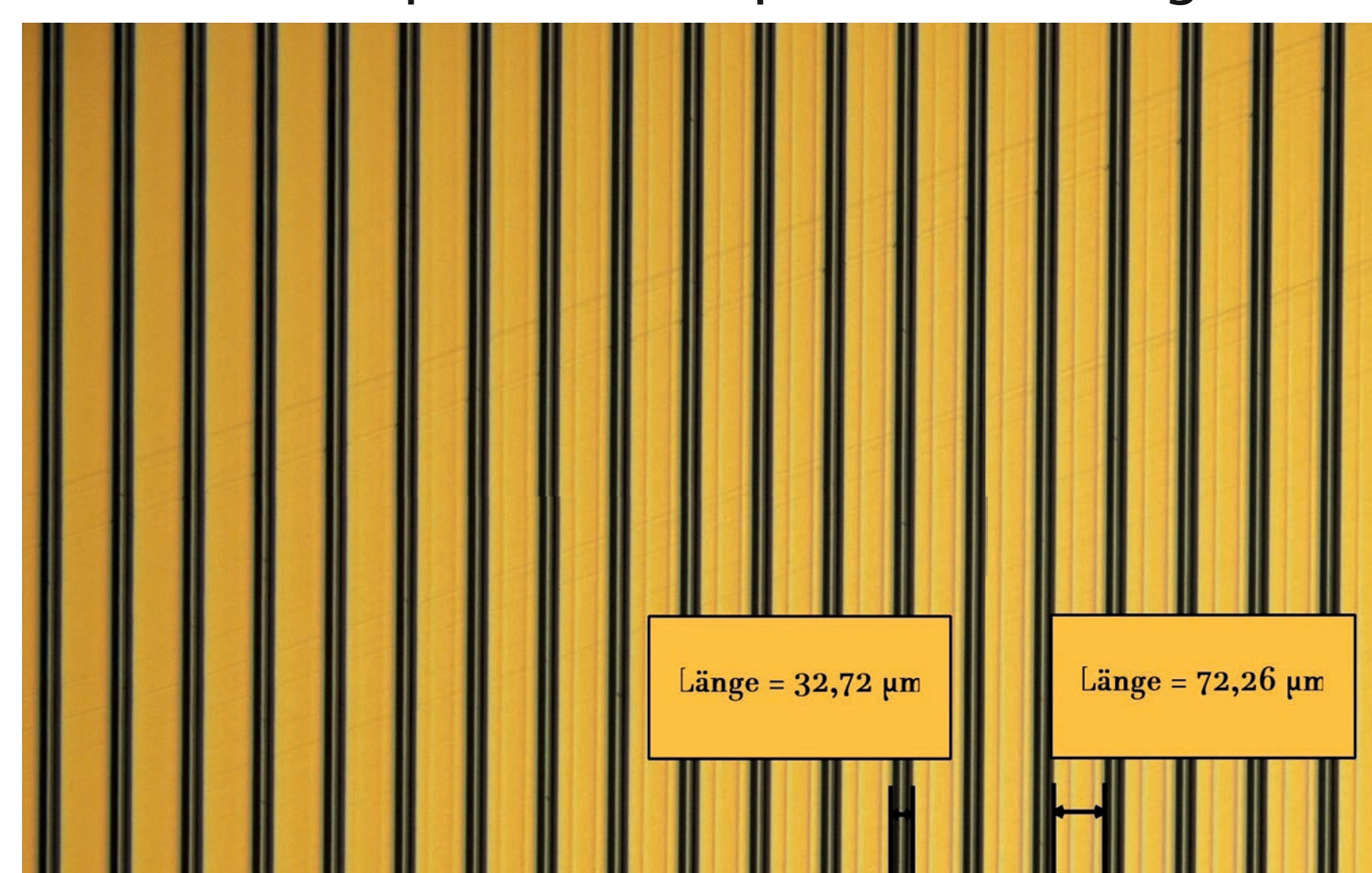
Intensitäten der Lau-Streifen mit unterschiedlichen Lichtquellen und nach Einstellung des Abstandes zwischen den zwei Ronchi Gittern (Periode: 200μm, Schlitzbreite: 30μm)



Lithographie

Fotolack: ma-P 1275G [5]

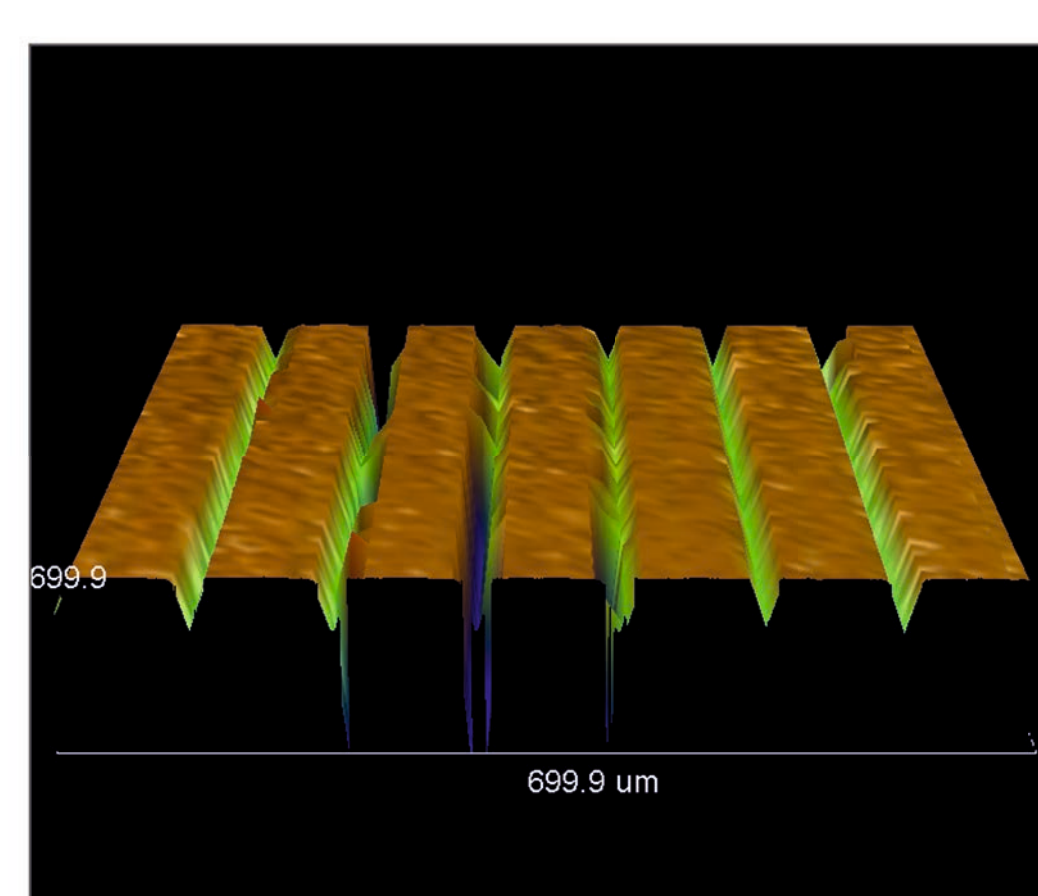
Lichtquelle: LED, optische Leistung vor dem ersten Gitter: 10,1μW; Belichtungszeit: 1h



Veeco 3-Dimensional Interactive Display

Surface Stats:
Ra: 366.36 nm
Rq: 613.68 nm
Rt: 10524.51 nm

Measurement Info:
Magnification: 20.13
Measurement Mode: VSI
Sampling: 0.49 μm
Array Size: 1423 X 1423

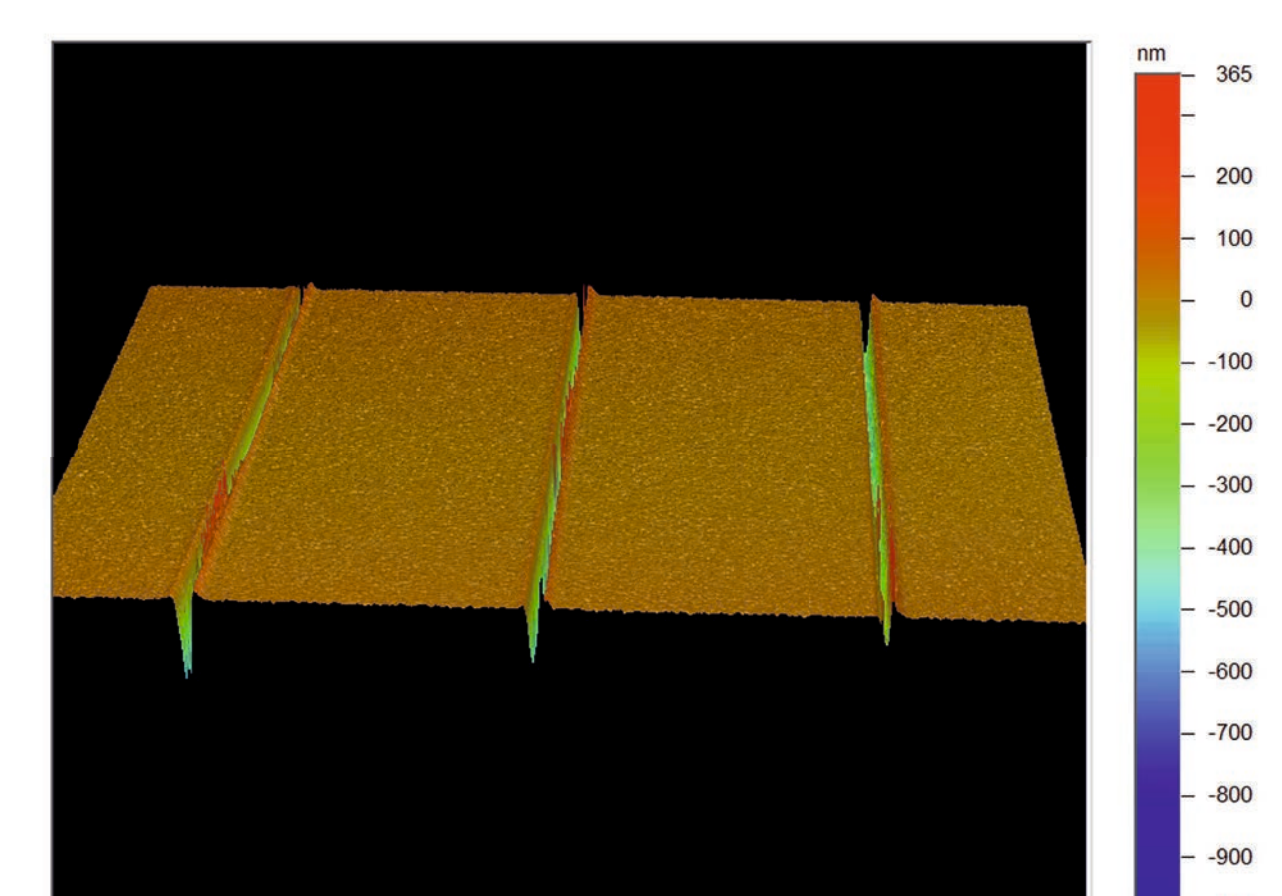


Lichtquelle: Laser, optische Leistung vor dem ersten Gitter: 5mW; Belichtungszeit: 2s

Veeco 3-Dimensional Interactive Display

Surface Stats:
Ra: 24.74 nm
Rq: 75.43 nm
Rt: 1.35 μm

Measurement Info:
Magnification: 20.13
Measurement Mode: VSI
Sampling: 491.88 nm
Array Size: 640 X 480



Literaturen

- [1] J. Jahns and A.W. Lohmann, in „The Lau effect (a diffraction experiment with incoherent illumination)“, Optics communications 28(3), 263-267 (1979)
- [2] R. Sudol and B.J. Thompson, in „Lau effect: theory and experiment“, Applied optics 20(6), 1107-1116 (1981)
- [3] Mounted LED „M405L3“, <https://www.thorlabs.de/drawings/3d3893ab54c75ce2-B2F1D061-083F-3E93-B11CAEDC1A0E0E14/M405L3-SpecSheet.pdf>
- [4] Laser „MDL-C-405-50mW“, <http://www.cnilaser.com/PDF/MDL-C-405.pdf>
- [5] Fotolack „ma-P 1275G“, <https://www.microresist.de/en/products/positive-photoresists/greyscale-lithography/ma-p-1200g>

Danksagung

Die Autoren danken der Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Graduiertenkollegs „Spitzen- und laserbasierte 3D-Nanofabrikation in ausgedehnten makroskopischen Arbeitsbereichen“ (GRK 2182/1) an der Technischen Universität Ilmenau, Deutschland.

Technische Universität Ilmenau
IMN MacroNano®
Fachgebiet Technische Optik
Xinrui Cao

Telefon: +49 3677 69-2489
Fax: +49 3677 69-1281
xinrui.cao@tu-ilmenau.de
www.tu-ilmenau.de/to

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU