

V. Nercissian^{*,**}, K. Mantel^{**}, I. Harder^{**}, N. Lindlein^{*}

^{*} Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Institut für Optik, Information und Photonik, Erlangen
^{**} Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Erlangen

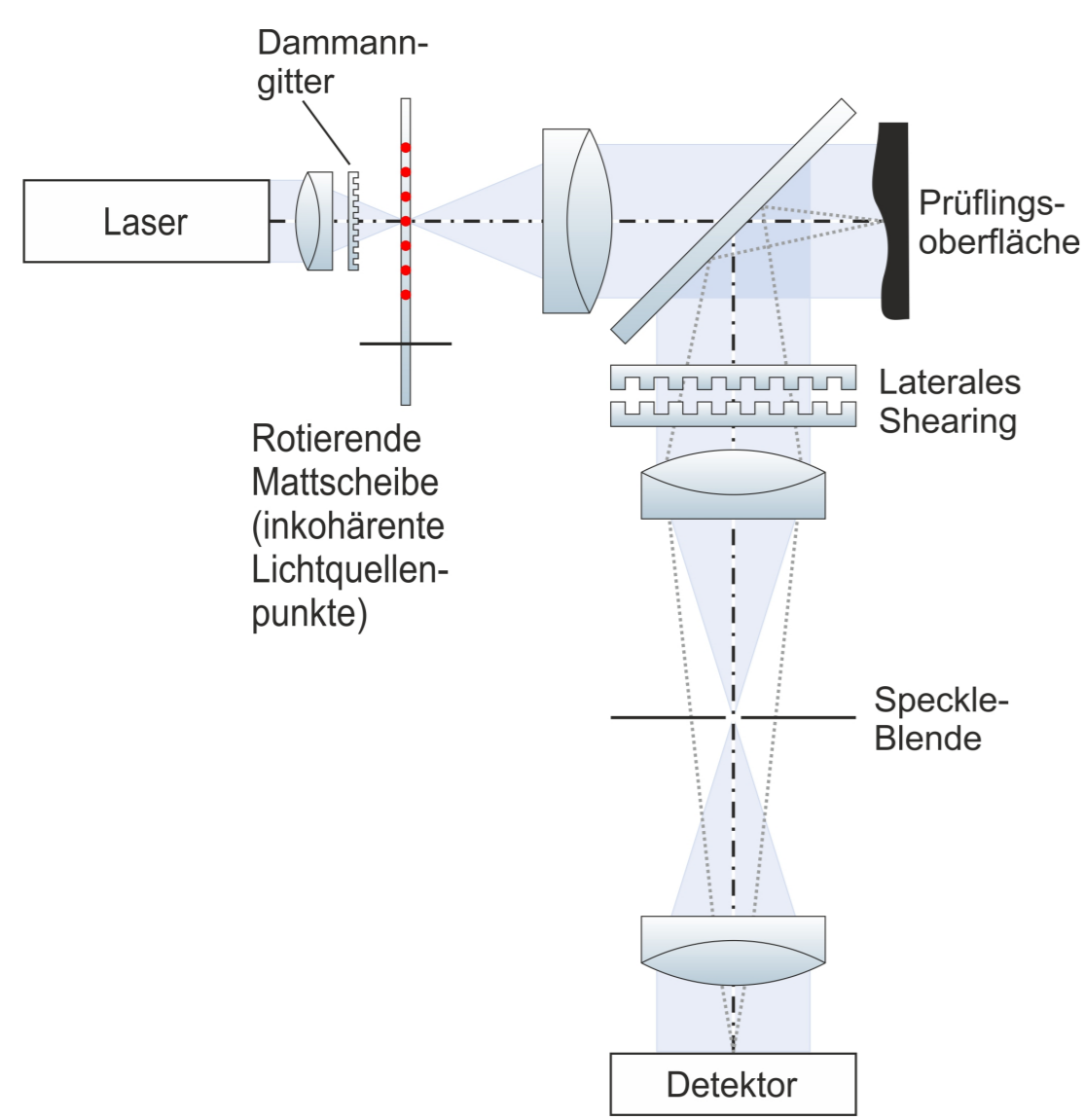
Vanusch.Nercissian@physik.uni-erlangen.de



ÜBERBLICK

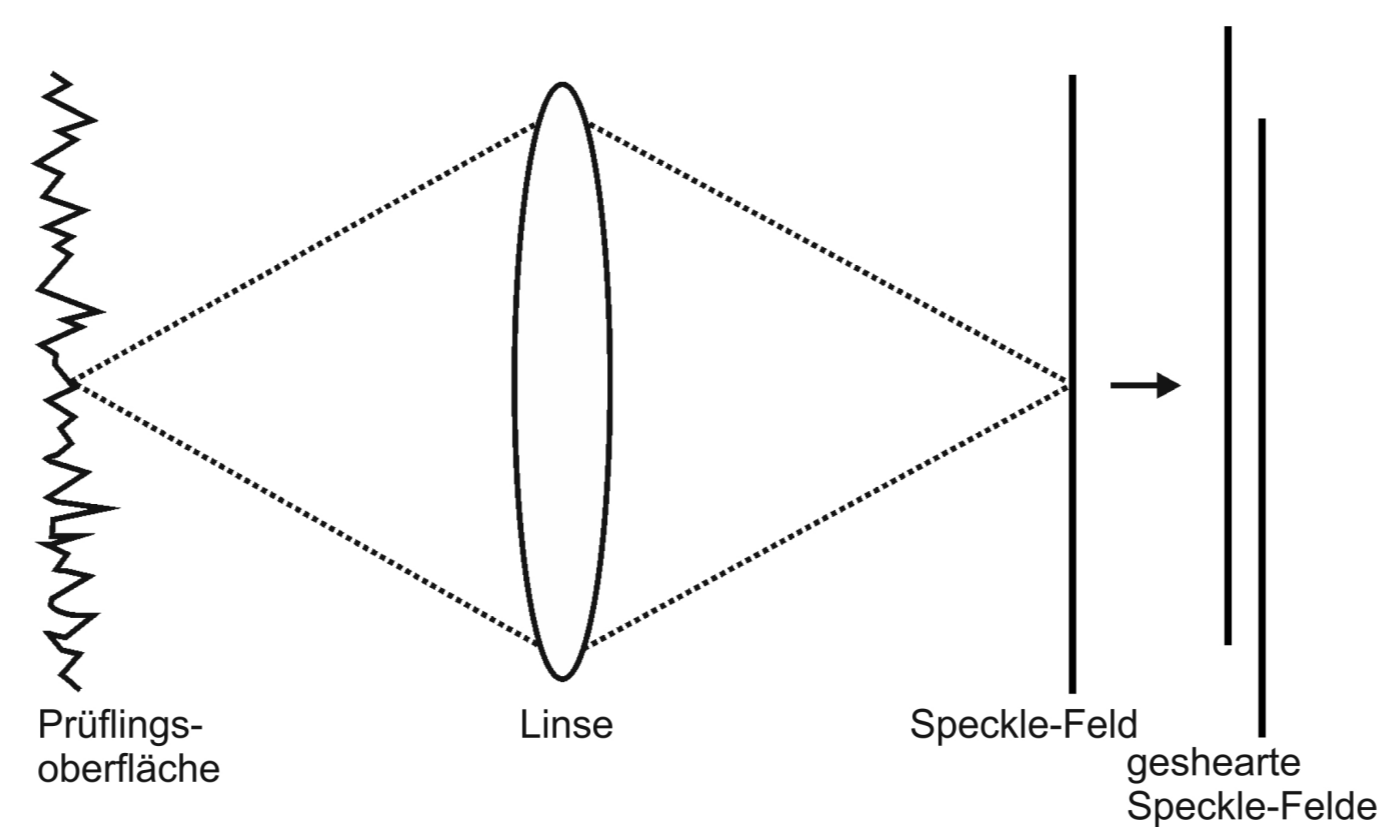
Bei der Speckle-Interferometrie tritt während der Phasenauswertung eine besondere Schwierigkeit auf: Es entstehen unweigerlich Residuen. Diese stellen Orte dar, an denen die Phase nicht bestimmt ist. Dabei befinden sich diese Orte dort, wo die Phase des Interferogramms beim Phasenschieben nicht moduliert. Analog zum Zweistrahl-Shearing, bei dem eine periodische Lichtquelle verwendet wurde, um kohärente Fehlereinflüsse zu verringern, wird diesem Ansatz folgend eine Lichtquelle aus mehreren inkohärenten Punkten verwendet. Tatsächlich kann dadurch die Anzahl der Residuen teilweise drastisch reduziert werden. Bei eingehender Untersuchung stellt sich heraus, dass die Form der Lichtquelle und die Anzahl der Lichtquellenpunkte die Anzahl der verbleibenden Residuen mitbestimmt, entscheidend jedoch ist das Verhältnis aus Speckle-Korngröße und lateralem Shear.

EXPERIMENT



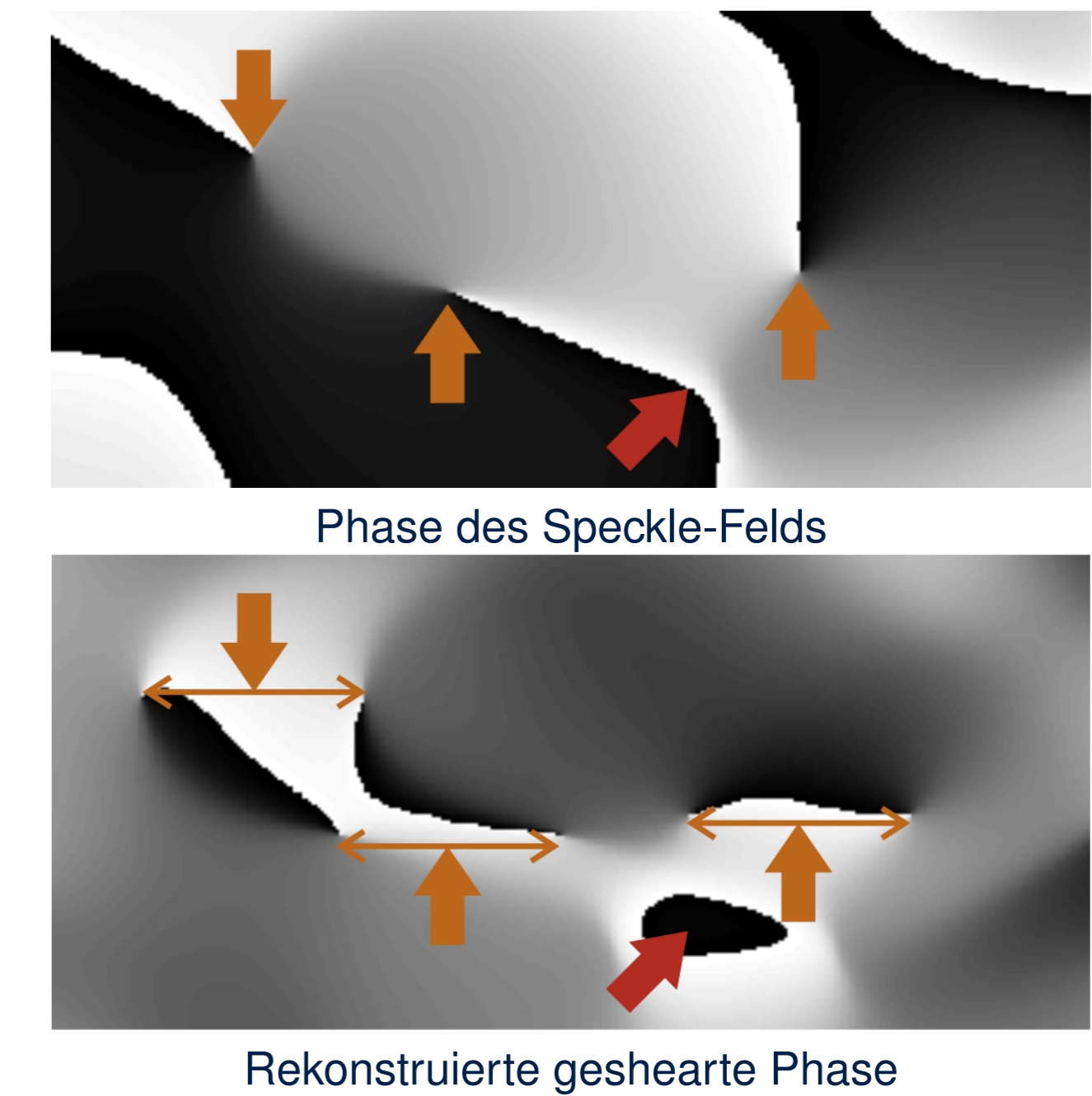
Laterales Shearing-Interferometer mit kaskadierten Phasengittern und periodischer Lichtquelle

SIMULATION

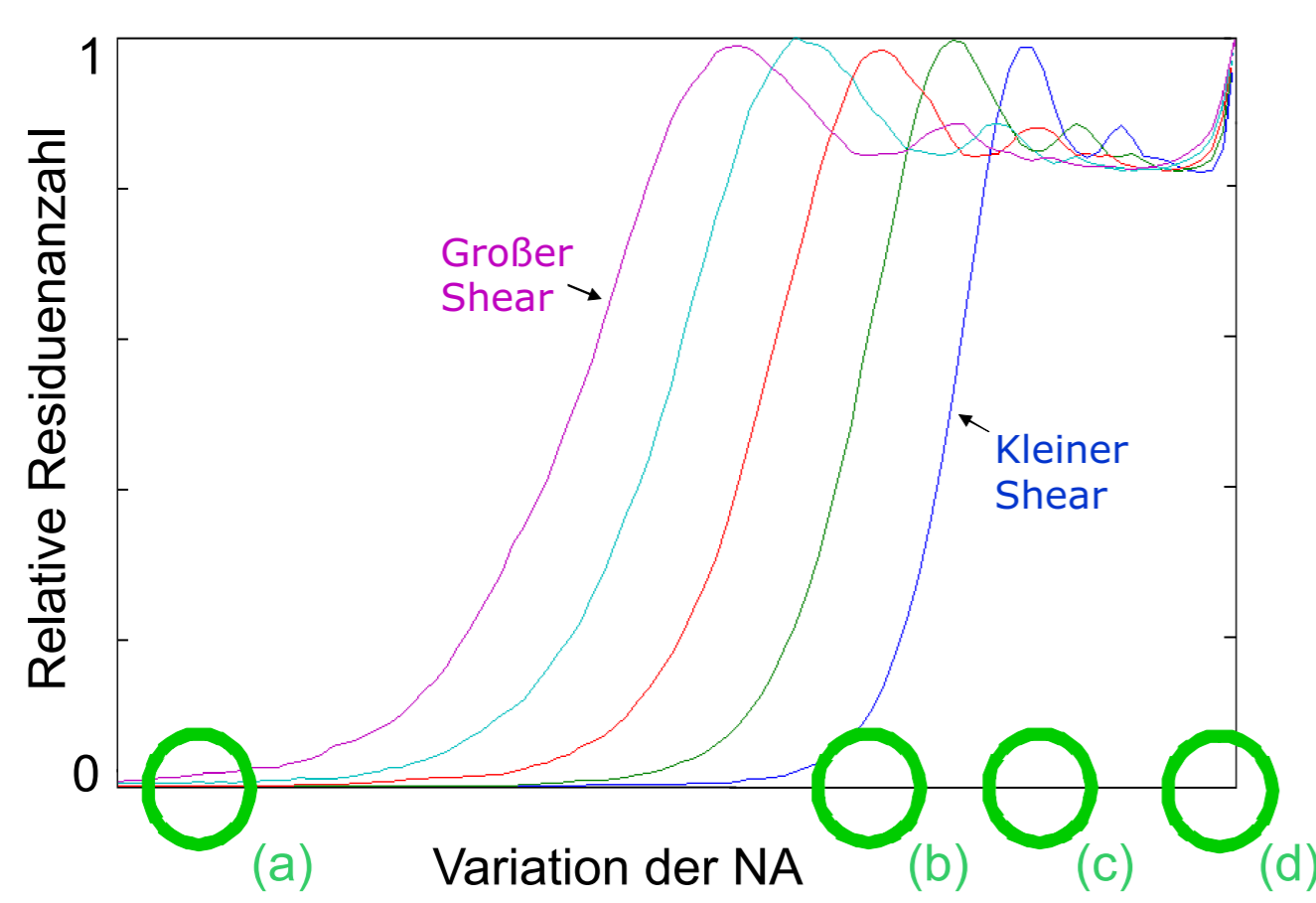


- Lineare Systemtheorie: Faltung der Objektverteilung mit stochastischer Phase mit Ausbreitungsfunktion eines optischen Systems
- Detektorebene: Laterales Shearing und Phasenschieben

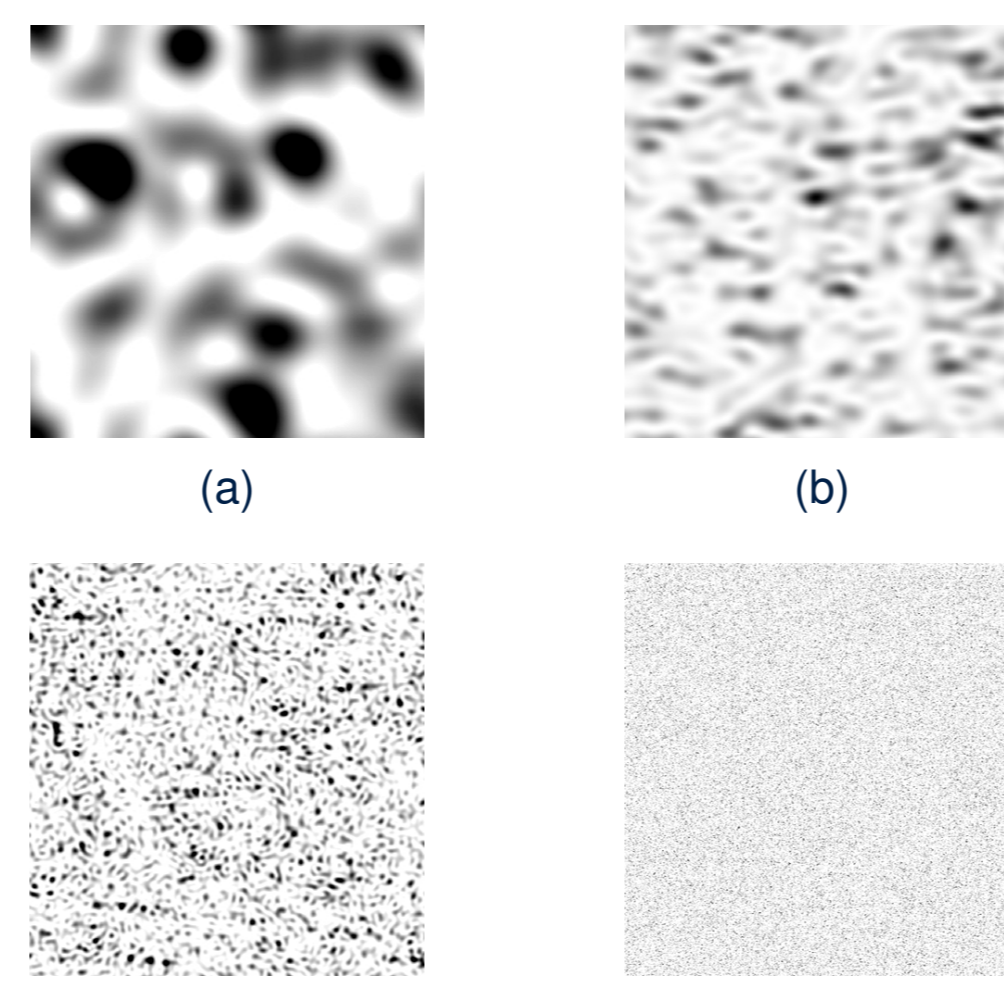
RESIDUEN



RELATIVE RESIDUENANZAHL



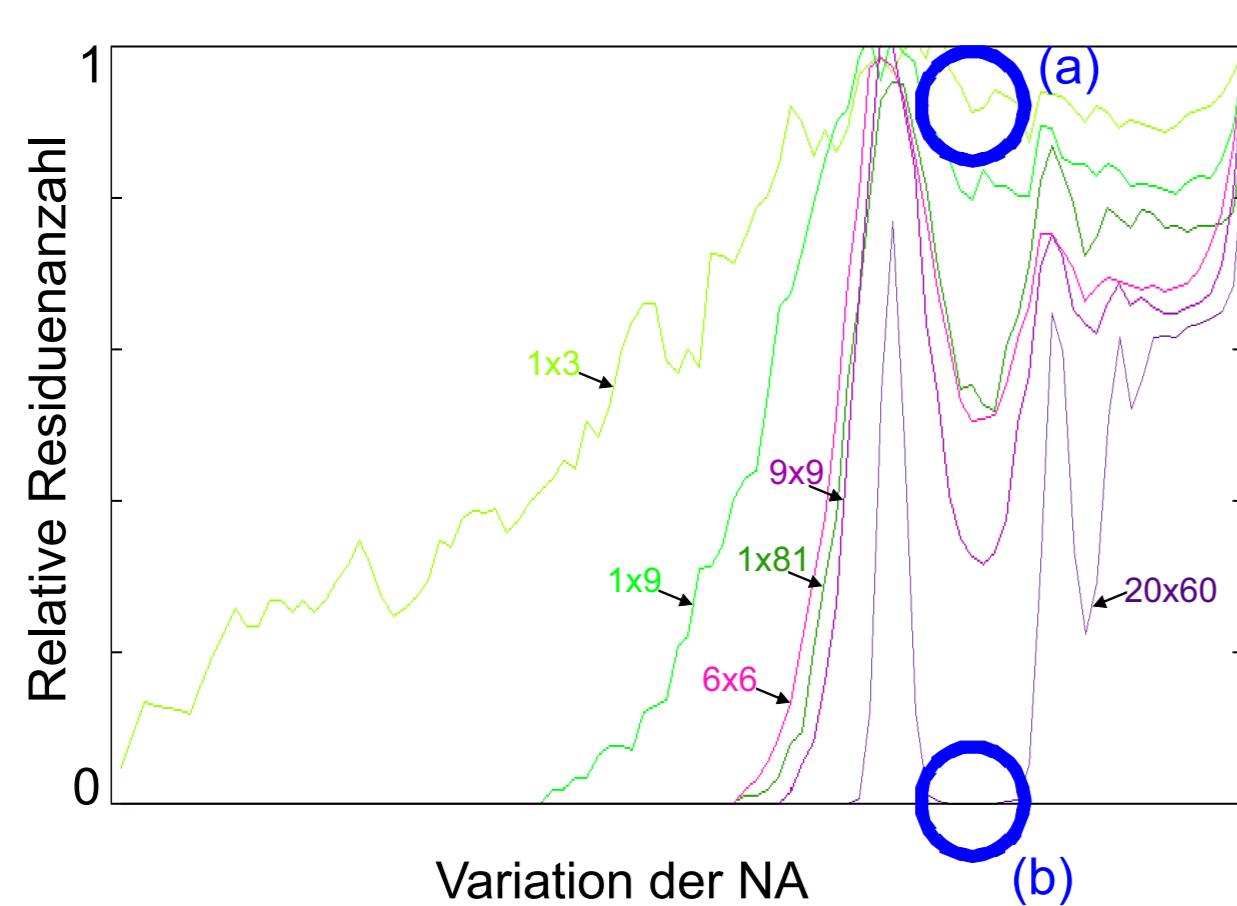
64-fach gemittelte, simulierte Reduktionskurven für verschiedene Verhältnisse von Shear- zu Korngröße bei gleichbleibender Lichtquellenform



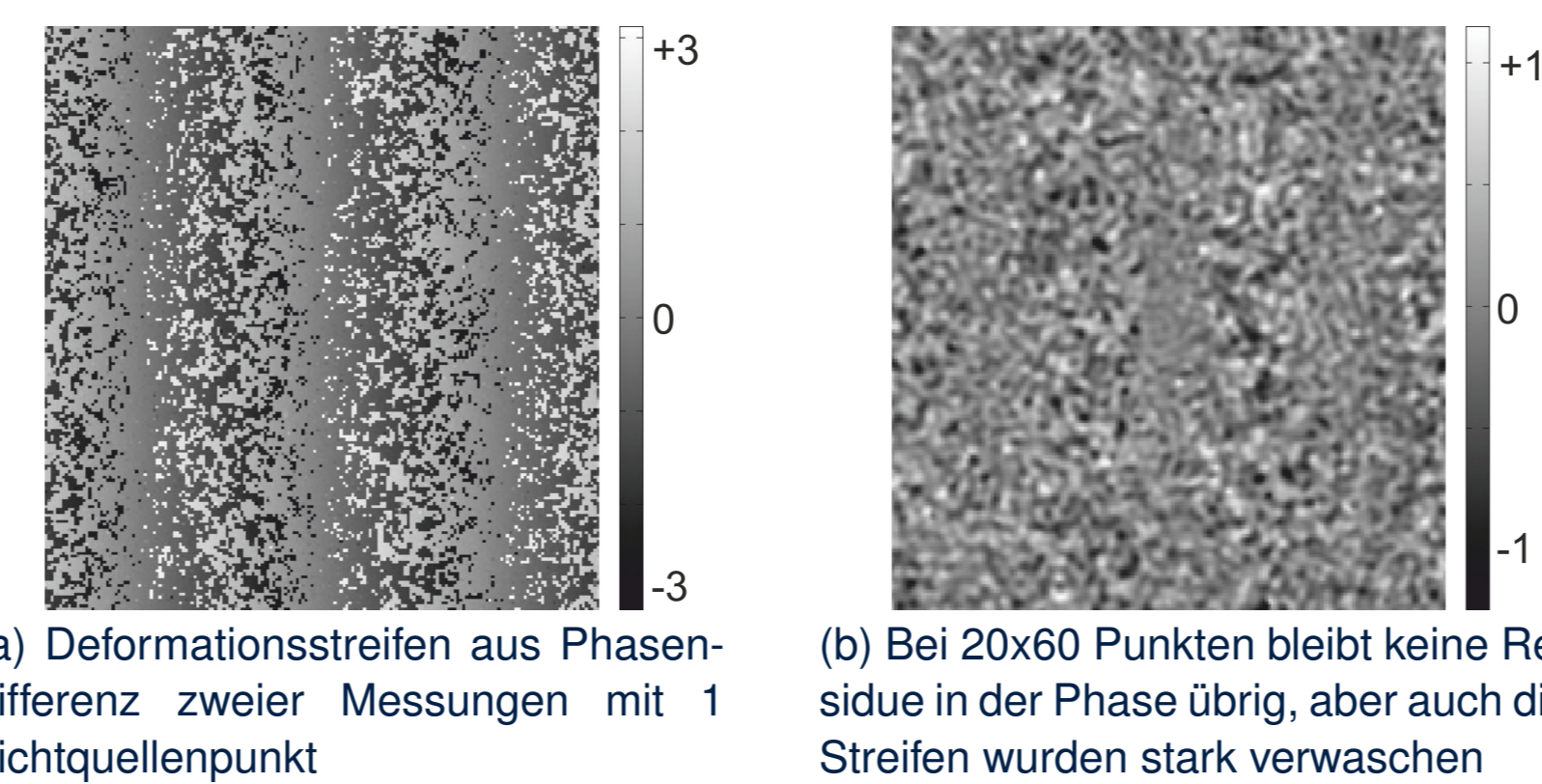
Simulierte Intensitäten zur Verdeutlichung der Variation der NA

- Lichtquelle: 1x9 inkohärente Punkte
- Größe der Speckle-Körner ist umgekehrt proportional zur NA (Intensitäten (a)-(d)): große Körner für kleine NA, für größere NA sinkt Korngröße
- Verschiedene Kurven stellen verschiedene Größen des eingestellten lateralen Shears dar
- Auswirkung der Mittelung stark von Korngröße abhängig
- Für Verlauf der Kurve ist Verhältnis von Korngröße zu Shear entscheidend

FORM DER LICHTQUELLE UND ANZAHL DER LICHTQUELLENPUNKTE

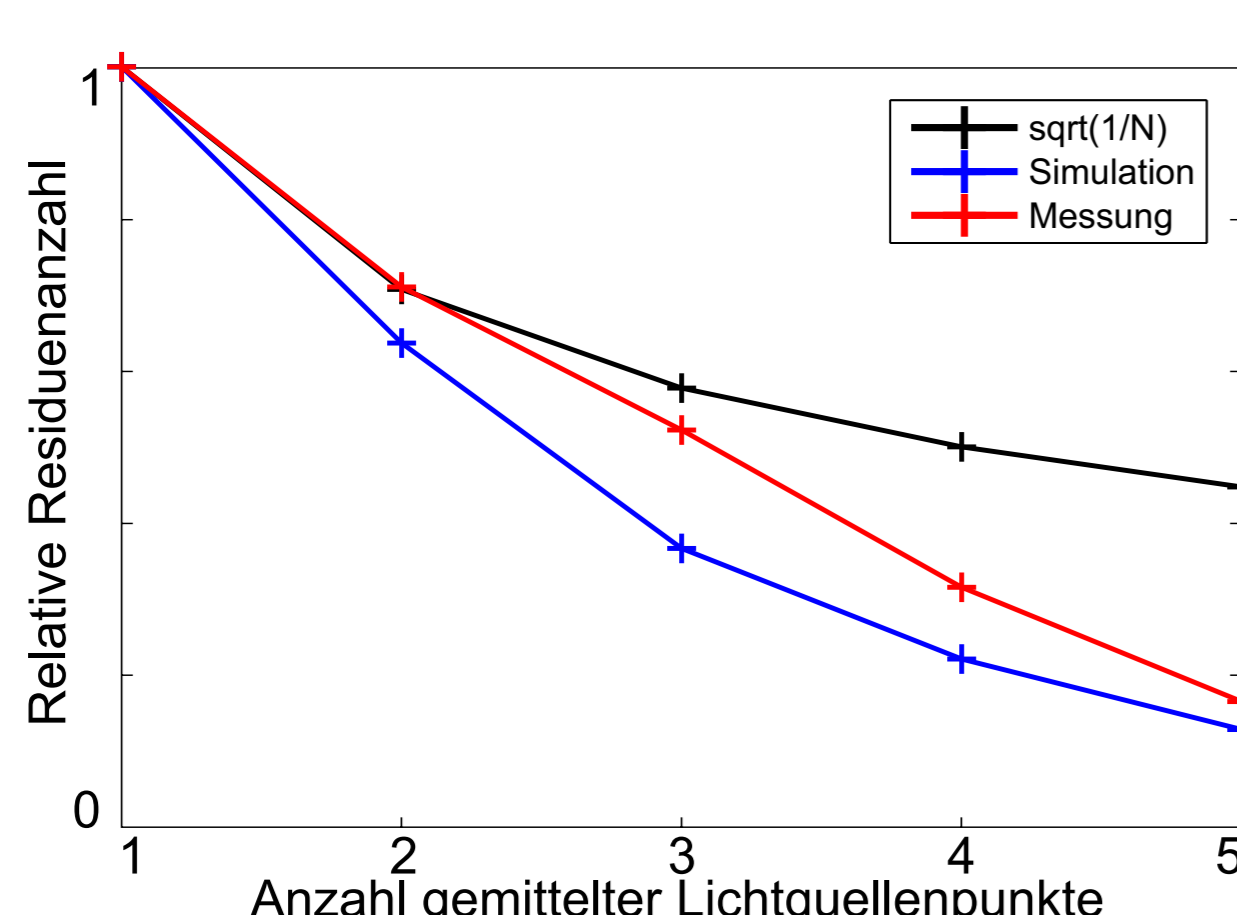


Simulierte Reduktionskurven für verschiedene Lichtquellenformen bei gleicher Sheargröße



- Verschiedene Kurven stellen verschiedene Lichtquellen (Unterschied sowohl in Anzahl als auch in Form) bei konstanter Sheargröße dar
- Auswirkung der Mittelung stark von Lichtquellenstruktur abhängig (dabei ist die Lichtquelle grundsätzlich periodisch in Shearrichtung ausgerichtet)
- In bestimmten Bereichen (bestimmt durch Verhältnis zwischen Speckle- und Sheargröße) ist die Reduktion grundsätzlich nicht erfolgreich
- Phasen (a)-(b): Durch Reduktion der Residuenanzahl geht auch die Information über die Prüflingsoberfläche verloren

EXPERIMENTELLE VERIFIKATION



- Vergleich von Simulation und Messung bei einer Lichtquelle mit 1x5 Punkten (Speckle- und Sheargröße jeweils konstant, allerdings im Bereich großer Speckle)
- Lichtquellenpunkte werden nacheinander zugeschaltet

- Für eine erfolgreiche Rekonstruktion der Oberfläche darf der Reduktionsfaktor der Residuen nicht zu groß sein. Andererseits ist die Reduktion der Residuenanzahl möglicherweise für eine schnelle und einfache Rekonstruktion vorteilhaft. Es sollte also (immer abhängig vom Verhältnis Speckle- zu Sheargröße) ein Kompromiss zwischen Reduktion und Informationserhalt angestrebt werden.