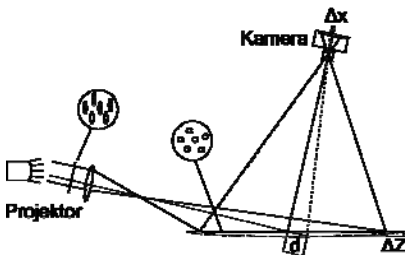
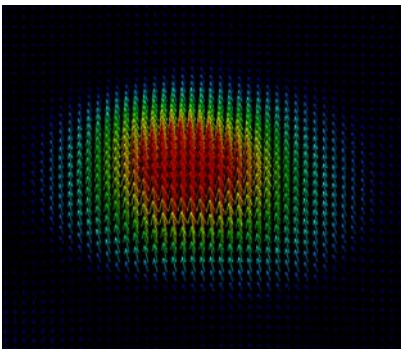


## PROPAC und REPAC – Beulendetektion für den Fließbetrieb

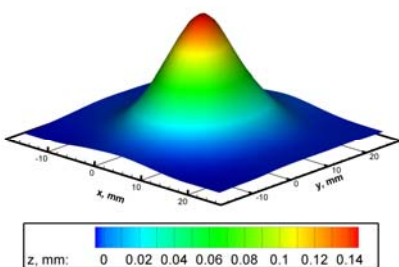
Prinzipielle Anordnung der Projected Pattern Correlation (PROPAC) Technik.



Ergebnis des Kreuzkorrelationsalgorithmus.



Typisches Messbeispiel einer überhöht dargestellten Beule.



### Allgemeines

Die Projected Pattern Correlation (PROPAC) Technik ist ein berührungsloses 3D Messverfahren, das Deformationen von diffus streuenden Oberflächen räumlich vermessen kann. Die erzielbare Messgenauigkeit kann dabei weniger als ein Mikrometer betragen. Mit PROPAC ist es möglich, die Oberfläche von Objekten absolut in Raumkoordinaten als Differenz zu einer definierten Referenzoberfläche zu bestimmen. Eine Erweiterung auf gerichtet streuende Oberflächen ist durch die Reflected Pattern Correlation (REPAC) Technik gegeben.

### Die Messtechnik

Das Messprinzip lässt sich einfach an der nebenstehenden Skizze erklären: Ein ortsfester Projektionsapparat projiziert unter einem kleinen Winkel ein eindeutig korrelierbares Muster auf die zu vermessende Oberfläche, das von einer ebenfalls ortsfesten Kamera aufgenommen wird. Der Vergleich dieser Aufnahme mit der Aufnahme des in der Referenzposition aufgezeichneten Musters mittels lokaler Kreuzkorrelation ergibt eine Verschiebung des projizierten Musters auf der Oberfläche. Bei bekannter Orientierung des Projektionsapparates und der Kamera lässt sich aus der Verschiebung des Musters auf der Oberfläche die Deformation der Oberfläche in Normalenrichtung bestimmen. Durch die Nutzung von leistungsstarken Lichtquellen können Belichtungszeiten von wenigen Mikrosekunden für die Bildaufnahme realisiert werden, was eine Echtzeiterfassung von Oberflächen während des Fließbetriebs erlaubt. Gegenüber herkömmlichen flächenhaften Messverfahren ergibt sich ein deutlicher Geschwindigkeitsvorteil, da für die PROPAC Technik nur ein einzelnes Messbild benötigt wird.

Im Falle von spiegelnden, also gerichtet reflektierenden Oberflächen nimmt die

ortsfeste Kamera über die zu vermessende Oberfläche indirekt das Bild eines ebenfalls ortsfesten Schirms mit dem aufgedruckten Muster auf (REPAC). In diesem Fall kann aus der Musterverschiebung neben der Höhenänderung zusätzlich auch die Neigungsänderung bestimmt werden.

### Anwendungen und Fazit

Für ein Beispielexperiment wurde auf die zu messende lackierte Metalloberfläche künstlich eine Beule aufgebracht und diese anschließend mit der PROPAC Technik vermessen. Die räumliche Ausdehnung der Beule betrug ca. 2 x 2 Quadratzentimeter und war ca. 100 Mikrometer tief. Für die Messung wurde ein herkömmlicher Videobeamer mit 800 x 600 Bildpunkten sowie eine 1,4 Megapixel CCD Kamera mit 12 Bit und aktiver Kühlung verwendet. Das aufgenommene Bildpaar des Musters wurde mittels einer am DLR entwickelten Kreuzkorrelationssoftware ausgewertet. Links sind sowohl die Ergebnisse der lokalen Kreuzkorrelation als auch die endgültige Höhenänderung jeweils farbcodiert dargestellt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind:

- Rauigkeitsmessung zur Klassifikation von Oberflächen
- Lokale Form- oder Geschwindigkeitserfassung von sich bewegenden oder verformenden Objekten
- Erfassung von Form und lokaler Neigung von Spiegeln, Linsen, Brillengläsern oder Head-up Displays
- Messung der Dicke von Glasscheiben

Das dargestellte Messprinzip auf Basis der Kreuzkorrelation von zufälligen Mustern ist sehr modular, da verschiedene Messgrößen (Deformation, Neigung, Geschwindigkeit) auf unterschiedlichen Oberflächen gemessen werden können. Dabei ergibt sich gegenüber herkömmlichen flächenhaften Messverfahren ein deutlicher Geschwindigkeitsvorteil.