

# VideoProbe™ 3D Messhandbuch

Ein Leitfaden für 3D  
Messtechnologien,  
den Verfahren und  
deren Anwendungen  
für Videoendoskope,  
die in der Indirekten  
Sichtprüfung zum Einsatz  
kommen.



# Ihr Mentor Visual iQ optimal nutzen\*.

## INHALTSVERZEICHNIS

Einführung.....	3
Die Bedeutung der Messgenauigkeit.....	3
Inspektion im Echtzeitbild via Internet.....	3
Messtechniken	
3D-Phasenmessung.....	4
3D-Stereomessung.....	4
Stereomessung.....	4
Vergleichsmessung.....	4
PC- Nachvermessung.....	4
Verfahrensempfehlungen für 3D-Messungen: Techniken und Tipps .....	5
Anwendungsbezogene Auswahl des Messverfahrens.....	6
Messvarianten	
Länge.....	8
Punkt zur Linie.....	9
Tiefe.....	10
Fläche.....	11
Mehrfachlänge.....	11
Tiefenprofil .....	12
Profil der Raumtiefe.....	13
Messebene .....	16
Daten zur Messgenauigkeit.....	18
Spezifikationen und Teilenummern für die 3D-Messung.....	20
Glossar (Gilt für die Mentor Visual iQ Software Version ab 3.5).....	21



# Einführung

Fortschritte auf dem Gebiet der bildbasierten 3D-Messung machen das Videoendoskop zu einem zunehmend wichtigeren Instrument des Prüfers. Während die Prüfer bisher Anzeigen erkennen und Bilder erfassen konnte, können sie mit den modernen Videoendoskopen von heute Anzeigen in 3D darstellen, messen und analysieren und gleichzeitig Bilder und Daten via Internet mit externen Experten teilen. Aufgrund der gesteigerten Präzision und Genauigkeit kann die Indirekte Sichtprüfung andere Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung ergänzen bzw. in einigen Fällen ersetzen.

Mit diesem Leitfaden können Prüfer und Entscheider besser verstehen über welche Messtechnologien der Mentor Visual IQ verfügt, wie sie angewendet werden, um den Entscheidungsprozess bei der Indirekten Sichtprüfung zu verbessern.

Bedingt durch fehlende Schulungen schöpfen viele Endoskop-Anwender das umfangreiche Funktionsspektrum Ihrer Prüfgeräte gar nicht vollständig aus. [Mit diesem Handbuch lernen Sie, neue Techniken anzuwenden und können Ihre Fachkenntnisse zu einem Wettbewerbsvorteil für Ihr Unternehmen machen.](#)

## Die Bedeutung der Messgenauigkeit

Eine Indirekte Sichtprüfung wird häufig verwendet um zeitaufwendige Demontagen von Bauteilen zu umgehen. Messergebnisse bilden die Grundlage der Entscheidung, ob und in wie lange das Bauteil bzw. die Anlagenkomponente weiter genutzt werden kann. Ungenaue Messungen können unnötige Ausfallzeiten, Fehlproduktion und Wartungskosten sowie Sicherheits- und Zuverlässigkeitsrisiken zur Folge haben. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass die Prüfer die korrekte Anwendung der verfügbaren Messfunktionen kennen, um fundierte Entscheidungen zu treffen.

Bei herkömmlichen Messtechnologien, wie zum Beispiel bei den Stereo-, Schatten- oder Vergleichsmessungen hat der Prüfer nur geringe Möglichkeiten die Qualität der zur Berechnung der Messergebnisse verwendeten Daten oder die richtige Positionierung der Cursor für die gewünschte Messung zu bewerten. Dies führt häufig zu ungenaueren Messungen.

Die neuesten 3D-Messtechnologien ermöglichen eine Echtzeitnutzung einer 3D XYZ-Punktwolke, um die Datenqualität und die Genauigkeit der Cursor-Platzierung aus mehreren Winkeln und Perspektiven zu überprüfen. Die Prüfer verfügen somit über eine beispiellose Fähigkeit, um ihre Arbeit zu überprüfen und mögliche Fehler zu vermeiden.

## Genauere VideoProbe™ – Messungen erfordern:

Es wird empfohlen 0,125 mm (0,005") als minimale Fehlergröße für die Messung zu betrachten. Unter idealen Bedingungen ist eine allgemeine Richtlinie, die bei der Messung dieser kleineren Elemente zu berücksichtigen ist, dass die Real3D-Phasen- und Real3D-Stereo-Messung in der Regel Fehler im Bereich von +/- 0,05 mm (+/- 0,002") oder besser sowohl bei Längen- als auch bei Tiefenmessungen erreichen kann.

**Achtung!** Dies bedeutet nicht, dass Sie in der Lage sein werden, diese Ergebnisse für alle möglichen Messungen zu erzielen. Eine Gage- Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit- Studie bestimmt die erwarteten Ergebnisse für alle gegebenen Messanforderungen unter Verwendung einer VideoProbe.

Die idealen Bedingungen variieren je nach Messtechnik, wie unten beschrieben.

### Zur präzisen Messung mit dem Videoendoskop ist folgendes zu beachten:

- Ein gut ausgebildeter Prüfer
- Eine ordnungsgemäß kalibrierte und gepflegte Ausrüstung
- Auswahl der für die Anwendung optimalen Messtechnik
- Korrekte Positionierung des Messobjektivs und Einrichtung der Messung
- Analyse der Datenqualität und Genauigkeit bei der Positionierung des Cursors
- Minimale oder keine Reflexionen und Schatten von strukturiertem Licht
- Kein Umgebungslicht während der Messung
- Zu beachten ist, dass bei besonders kleinen und tiefen Konturen des Objektes (z.B. kleine Nut) die Ausleuchtung auf dem Grund nur bedingt möglich ist und demzufolge auch kein strukturiertes Lichtmuster erstellt werden kann. Als Folgeerscheinung können keine genauen 3D Daten erstellt werden.

### Real3D Stereo und Stereo Messung bei idealen Bedingungen

- Messung durch einen geschulten und qualifizierten Prüfer
- Saubere und kalibrierte Messobjektive und das Kameragrundobjektiv
- Kamera so nah als möglich an der Unregelmäßigkeit positionieren und den Fixfokusbereich des Objektivs dabei beachten. (keine Unschärfe)
- Messung auf kontrastreichen Oberflächen
- Keine Blendung auf der Unregelmäßigkeit
- Differenzierung des Pixelmusters um die Indikation

## Inspektion im Echtzeitbild via Internet

Wenn wichtige Produktionsprozesse von einer präzisen Messung abhängen, ist es Zeit für eine zweite Meinung. Zum ersten Mal können Live-Videoinspektionen in Echtzeit über einen PC, ein Tablet oder ein Smartphone im gesamten Umfeld oder auf der ganzen Welt angesehen werden. Mit dem Kooperations-Tool InspectionWorks ist eine Bild-Kommentierung in Echtzeit möglich, bei der eine WLAN- oder Ethernet- Verbindungsfähigkeit verwendet wird.

Durch die besondere Konzentration auf die Inspektionen werden Sie von umfangreicheren Fachkenntnissen, einer verbesserten Auffindwahrscheinlichkeit, einer schnelleren Inspektion und verminderten Kosten profitieren. InspectionWorks Connect ist optional für alle Modelle von Mentor Visual IQ erhältlich.

# Messtechniken

(siehe Mentor Visual IQ Handbuch – Vorteile der Messtypen)

## 3D-Phasenmessung

Mit der 3D-Phasenmessung, bei der eine patentierte Lichtstrahltechnologie zum Einsatz kommt, können die Prüfer eine Darstellung mit dem gleichen Messobjektiv lokalisieren, messen und analysieren. Bedingt durch das große Sichtfeld und die große Tiefenschärfe ist eine Messung mit dem gleichen Messobjektiv möglich, das für die Prüfung verwendet wird. Auf diese Weise entfallen zusätzliche Schritte für das Austauschen der Wechselobjektive und das Neupositionieren am Objekt.

Im Endeffekt steht mit der 3D-Phasenmessung eine präzise Messung „auf Abruf“ bereit, mit der sich Zeit sparen und die Prüfproduktivität insgesamt steigern lässt. Bei der 3D-Phasenmessung kommen strukturierte Lichtstrahlenbündel zum Einsatz, die von dem Messobjektiv projiziert werden, um einen 3D-Oberflächenscan vom Sichtbereich zu erstellen, um so alle Aspekte der Oberflächen-Anhaltspunkte messen zu können.

### Vorteile:

- Ansicht und Bearbeitung einer 3D-Punktwolke zur detaillierten Bewertung der Oberflächenform und der Korrektheit der Messung
- Größere Auflösung durch eine vollbildorientierte Ansicht des Messbildes
- Navigieren, prüfen und messen ohne Austausch der Sonde oder der Optik
- Verfügbar für Sonden mit einem Durchmesser von 6,1 mm

## 3D Stereo-Messung

Die 3D-Stereomessung, die im Jahr 2015 eingeführt wurde, ist die neueste Messtechnologie mit Videokopern von Baker Hughes. Die 3D-Stereomessung verwendet die gleichen Messobjektive wie die herkömmliche Stereomessung, nutzt dabei jedoch die verbesserten Kalibrierungs- und Verarbeitungsalgorithmen zur Erstellung einer vollständigen 3D-Punktwolkendarstellung der Zielloberfläche, die sich ansehen, bearbeiten und analysieren lässt.

### Vorteile:

- Die Messung ist im Vergleich zur herkömmlichen und veralteten Stereo- oder Schattenmessung präziser und wiederholbarer
- Bessere Zuordnung als bei der Stereomessung bei horizontalen und wiederholten Anzeigen
- Äußerst effiziente Messanalyse durch parallele Ansicht des Kamerabildes und der 3D-Punktwolke
- Effiziente Messung durchführen auf glänzenden oder stark reflektierenden Oberflächen welche Fehler aufweisen
- Messungen auf Oberflächen durchführen, bei denen geringfügige Bewegungen vorhanden sind
- Verfügbar für Sonden mit einem Durchmesser von 4,0 sowie 6,1 und 8,4 mm

## Stereo-Messungen

Die herkömmliche Stereo-Messung sowie die 3D- Stereomessung verwendet ein patentiertes Prisma, um aus leicht unterschiedlichen Perspektiven ein linkes und rechtes Stereobild zu erstellen. Durch die Parallelisierung der Oberflächenpunkte auf dem linken und rechten Bild an den Cursor-Positionen lassen sich die 3D-Koordinaten und die Messergebnisse errechnen. Diese Technologie, die es seit mehr als einem Jahrzehnt gibt wird bei Systemen mit eingeschränkter Rechenleistung genutzt. Sie liefert jedoch keine 3D-Punktwolke und schränkt daher die Aussagefähigkeit des Prüfers und die Messqualität zu bewerten ein.

## Vergleichsmessung

Eine herkömmliche 2D-Messtechnik, bei der ein physikalisches vom Hersteller oder Prüfer positioniertes Referenzziel verwendet wird, um den Abstand und damit die Vergrößerung der Anzeige zu ermitteln.

## PC-Nachvermessung

Eine Software wie zum Beispiel der Inspection Manager wird verwendet, um bei einem gespeicherten Messbild eine Nachvermessung und Analyse durchzuführen. Bei Verwendung des Systems Mentor Visual IQ stehen die Nachvermessungsfunktionen heute auch auf dem Gerät selbst oder auf einem Computer zur Verfügung.

# Verfahrensempfehlungen für 3D-Messungen: Techniken und Tips

Diese Verfahrensempfehlungen gelten sowohl für die 3D-Phasenmessung als auch für die 3D-Stereomessung. Mit diesem Leitfaden erreichen Sie die besten Ergebnisse, wenn Sie Ihr VideoProbe für die Messung einrichten. Auf Seite 6 sind zusätzliche Richtlinien für bestimmte Messtypen aufgeführt.

## Entscheiden Sie sich für die richtige 3D-Messtechnik

Ist eine 4mm- oder 8,4 mm-Sonde erforderlich?



Messen Sie auf stark reflektierenden, öligen oder nassen Oberflächen?



Ist ein Messobjektiv mit Seitsicht erforderlich?



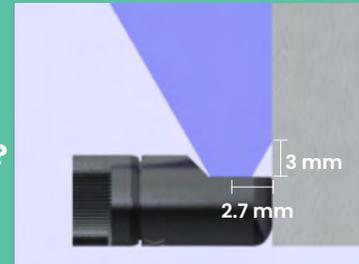
Ist ein Direktsichtmessobjektiv erforderlich?



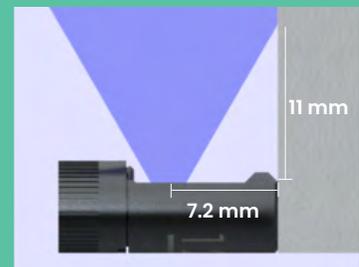
Muss sich die Sichtoptik bedingt durch mechanische Hindernisse sehr nahe an dem Seitsichtmessobjektiv befinden, um den Inspektionsbereich einsehen zu können?



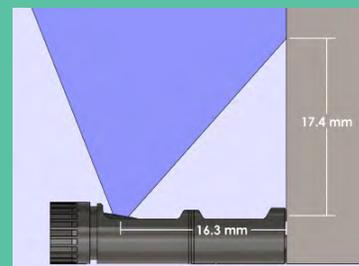
3D-Phasenmessung



3D-Stereo-  
Seitsichtmessobjektiv



3D-Phasen-  
Seitsichtmessobjektiv



3D-Phasen- Seitsichtmessobjektiv,  
Farbcode grün

- Verwenden Sie das Zoom-Fenster für eine genauere Cursor-Positionierung; dies ist besonders hilfreich bei Längen- und Punktmessungen, besonders wichtig bei kleinen Fehlern.
- 3D-Oberflächenmaske dient zur Optimierung der Cursorpositionierung
- Neue Inverse+-, HDR- und Restlichtfunktion dient zur Unterstützung der Fehlernalyse

Hinweis: Das Prisma, das in Messobjektiven für die Seitensicht verwendet wird, bewirkt, dass das Bild von links nach rechts gespiegelt wird. Während die Funktion Invertieren verwendet werden kann um diesen Effekt für die Live-Ansicht zu korrigieren, ist die Funktion Invertieren für die 3D-Messung deaktiviert. Messbilder werden daher im Vergleich zu einer direkten Ansicht von links nach rechts gespiegelt.

# Allgemeine Richtlinien

- Stellen Sie sicher, dass der Prüfer für die Durchführung der Messung ausreichend qualifiziert und geschult ist.
- Wenden Sie hausinterne Verfahren oder das Auswahl-Tool auf dieser Seite aus, um für Ihre Anwendung die geeignete Messtechnik und die Messvariante auszuwählen.
- Stellen Sie sicher, dass das Messobjektiv und das Grundobjektiv der Sonde sauber sind und das Messobjektiv sicher befestigt ist. Falls Sie ein Stereomessobjektiv verwenden müssen, Sie sicherstellen, dass Sie die Seriennummer des Objektivs bei Beginn der ersten Messung korrekt identifizieren. 3D-Phasenmessobjektive werden durch das System automatisch erkannt.
- Stellen Sie vor und nach der Messung mit dem von Baker Hughes bereitgestellten, nachverfolgbaren NIST Verifikationsblock sicher, dass das System präzise misst
- Positionieren Sie die Sondenspitze so nah wie möglich am zu vermessenden Objekt (niedriger MTD Wert). Bei der Stereo- und 3D Stereomessung muss das Bild scharf zu erkennen sein. Bei der 3D Phasenmessung ist es möglich Fehler mit Größe von 0,0254mm noch darzustellen, wenn der kleinstmögliche Abstand zum Objekt eingehalten wird. Ein zu großer Abstand bei der Messung ist die häufigste Ursache für ungenaue Messungen.
- Achten Sie auf die Warnhinweise die das System während der Messung anzeigt und die auf eine ungeeignete Einstellung oder ein unangemessenes MTD der durchzuführenden Messung hinweisen.
- Überprüfen Sie mit der 3D Punktwolkenansicht die Messeinstellung und die Cursor Positionierung. Einige Fehler lassen sich im 2D Bild nur sehr schwer erkennen, während sie in der 3D Punktwolke offensichtlich sind.
- Verwenden Sie bei Messungen mit geringen Tiefen oder Tiefenprofilmessungen die 3D Punktwolkenansicht mit aktivierter Tiefenkarte und stellen Sie auf diese Weise sicher, dass sich die Darstellung deutlich von den anderen verwertbaren Daten hervorhebt. Wenn das nicht der Fall ist, erfassen Sie ein neues Bild aus einem geringeren Abstand oder mit einer anderen Ausrichtung.
- Verwenden Sie bei der Tiefenmessung die Punktwolkenansicht und stellen Sie auf diese Weise sicher, dass Sie an dessen tiefster Position messen und dass die Mess-Referenzebene präzise auf die Referenzoberfläche ausgerichtet wurde.
- Bei der 3D-Phasenmessung können durch Reflektionen oder Schattenbildung Bereiche mit qualitativ minderwertigen Daten entstehen, die gelb markiert sind. Messungen in diesen Bereichen insbesondere Tiefen- oder Tiefenprofilmessungen sollten weitestgehend vermieden werden. Durch die Durchführung einer anderen Erfassung mit einer anderen Ausrichtung lassen sich die gelben Regionen beseitigen.
- Bereiche, in denen das System nicht in der Lage war, die 3D-Koordinaten zu ermitteln, sind rot markiert. In den roten Bereichen können keine Messungen durchgeführt werden.
- Um eine optimale Qualität der Daten zu erzielen, sollte die Sonde während der Bilderfassung so ruhig wie möglich gehalten werden. Bedingt durch die große Anzahl der erfassten Bilder ist dies bei der 3D-Phasenmessung besonders wichtig.
- Passen Sie bei der 3D-Stereomessung die Bildhelligkeit und die Sichtachse an, um vor der Erfassung eines Messbildes Überblendungen in dem betreffenden Bereich zu minimieren.
- Bedingt durch die Perspektive und eine optische Verzerrung erscheinen gerade Linien oder Kanten auf den betrachteten Objekten in dem 2D-Bild häufig als gebogene Form. Da alle Messungen in 3D durchgeführt werden, werden die geraden 3D-Messlinien auf dem 2D-Bild so gezogen, wie sie von der Kamera gesehen werden, d. h. häufig als gebogene Linie. Dies unterstützt die Ausrichtung auf die geraden Linien und weist präziser auf die Messposition hin.



# Wählen Sie für Ihre Anwendung die richtige Messvariante aus

Obwohl für bestimmte Anwendungen mehrere Messvarianten verwendet werden können, soll diese Graphik die Empfehlungen von Experten widerspiegeln.



## Länge

- Einfache Einzelmessung von Eigenschaften oder Komponenten
- Angabe der Längenmessung (z.B. Risse)
- Messung der Komponentengröße durch Expansion oder Erosion/Korrosion/ Verschleiß
- Messposition/Zone der Anzeigen auf einem Teil



## Punkt zur Linie

- Beschädigung an Turbinenschaufeln
- Spalt- oder Nutbreite
- Fehlendes Schaufelmaterial



## Tiefe

- Spaltmaßmessung (zwischen Turbinenschaufel und Gehäuse)
- Unregelmäßigkeiten durch Korrosion, Erosion oder FOD
- Rohrrinnendurchmesser
- Schweißnaht (z.B. Wurzelüberhöhung)



## Profil der Raumtiefe

- Korrosion, Erosion und Lochfraß
- FOD-Schaden
- Maximale Werte bezogen auf einen Abschnitt (z.B. Wurzelrückfall bzw. Wurzelüberhöhung)



## Fläche

- Turbinenschaufelkanten
- Oberflächenbereich des Lochfraßes, Korrosion oder Unregelmäßigkeiten in der Beschichtung
- Bereich eines FOD-Schadens



## Mehrfachlänge

- Rissvermessung
- Präziser als eine Längenmessung auf einer gekrümmten oder unregelmäßigen Oberfläche



## Tiefenprofil

- Tiefe von Korrosion oder Erosion
- Tiefe eines FOD-Schadens
- Bestimmung der Schweißnahthöhe oder Tiefe
- Schnellbewertung der Oberflächenkonturen



## Messebene

- In Verbindung mit der Flächenmessung für fehlendes Turbinenschaufelmaterial
- Mit der Punkt zur Linien Messung für fehlendes Turbinenschaufelmaterial
- Beschädigung an der Schaufelkante in Verbindung mit dem Tiefenprofil bei der Messung
- In einer Ansammlung von Fehlern



## Spaltmaßprüfung

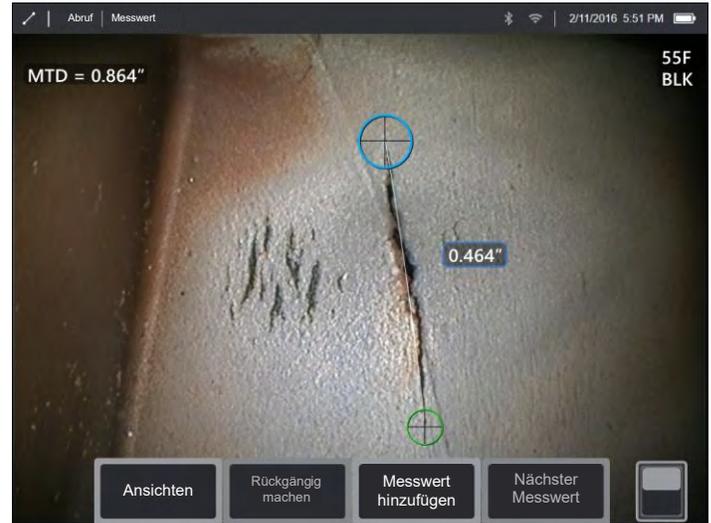
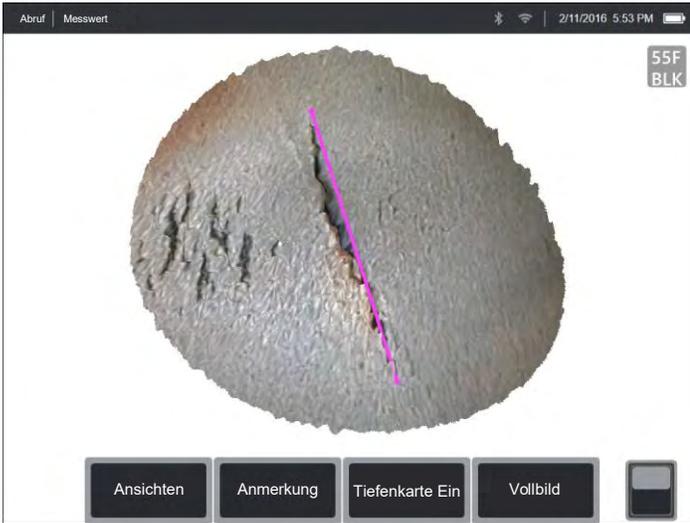
- Qualitätssicherung in der Turbinenproduktion
- Überprüfung der Effizienz von Kompressor und Turbine
- Bewertung der Ovalität des Turbinengehäuses

# Messvarianten



Dieser Abschnitt beschreibt detailliert die Messvarianten, die für die Videosonde Mentor Visual iQ verfügbar sind, zeigt Anwendungen auf, in denen die jeweilige Technik besonders effektiv ist, und liefert Tipps und Anregungen für eine präzise Einrichtung der Messtechnik.

## Länge



Misst den Abstand auf gerader Linie zwischen zwei ausgewählten Punkten.

### Anwendungsbeispiele:

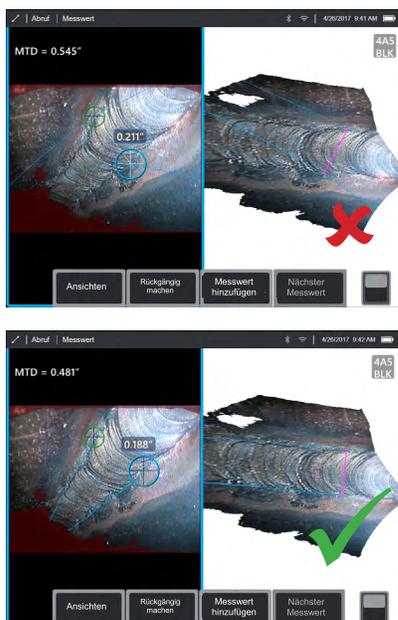
- Einzelmessung von Eigenschaften oder Komponenten
- Angabe der Längenmessung (z. B. Risse)
- Messung der Komponentengröße durch Expansion oder Erosion/Korrosion/Verschleiß
- Ermittlung der Restgröße der Verschleißanzeigen
- Messposition/Zone der Anzeigen auf einem Teil

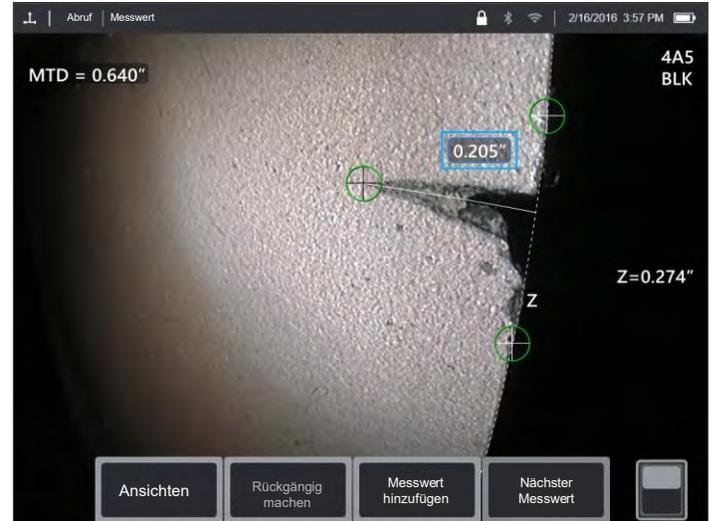
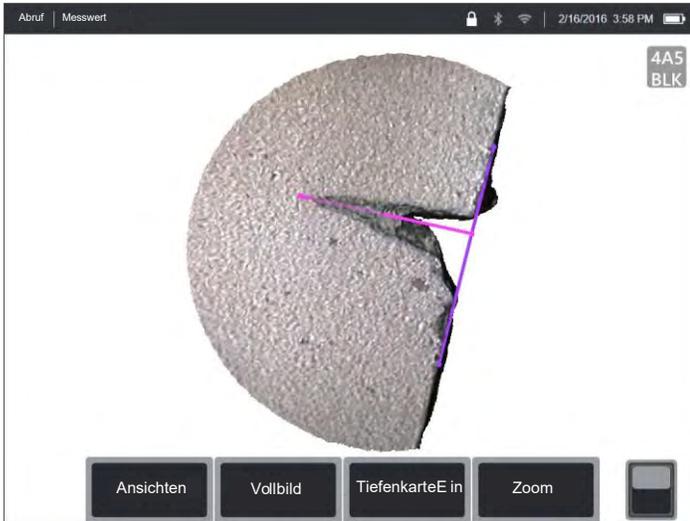
### 3D-Oberflächenmaske:

Wenn sie in den Einstellungen aktiviert ist, wird eine blaue Maske Oberflächenpunkte hervorheben, bei denen Ebenen senkrecht zur geraden 3D-Längslinie zwischen den Cursorpunkten die betrachtete Oberflächenmaske kreuzen.

### Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Die Längenmessung ist eine Messung einer geraden Linie. Sie ist nicht geeignet, um den Abstand auf einer gekrümmten Oberfläche zu messen.
- Überprüfen Sie die 3D-Punktwolke, um sicherzustellen, dass Ihre Messpunkte korrekt positioniert sind. Diagonalmessungen oder Messungen außerhalb des Winkels führen zu Fehlern.
- Verkürzen Sie den Abstand des Messobjektivs zur Oberfläche, damit der Zielbereich auf dem Bildschirm so groß wie möglich ist, während Sie die Cursor-Punktbereiche im Fokus behalten.
- Achten Sie auf orangefarbene Anzeichen, um sicherzustellen, dass der Messabstand innerhalb des Zuverlässigkeitsintervalls liegt.
- Sowohl bei der 3D-Phasenmessung als auch bei der 3D-Stereomessung ist es wichtig, mit einem scharfen Bild zu beginnen, damit die Messpunkte präzise auf dem Anzeigebild platziert werden können.
- Verwenden Sie eine Messebene, wenn die roten Bereiche eine angemessene Platzierung des Cursors verhindern, oder wenn das Ergebnis durch 3D-Störungen beeinträchtigt wird. Weitere Details finden Sie im Abschnitt „Messebene“.





Messen Sie den rechtwinkligen Abstand zwischen einer Linie (definiert durch zwei Punkte) und einem ausgewählten Punkt.

### Anwendungsbeispiele:

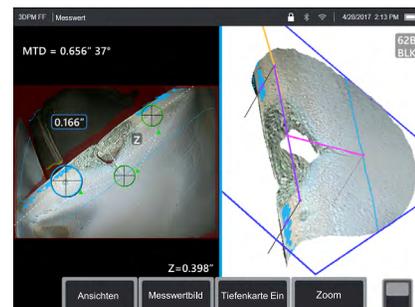
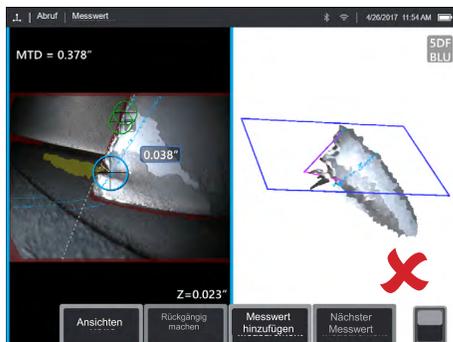
- Beschädigung an Turbinenschaufeln
- Vermessung des fehlenden Eckbereichs mit mehreren Punkt-/Linien-Messungen
- Spalte oder Nutbreite
- Schweißnahtbreite

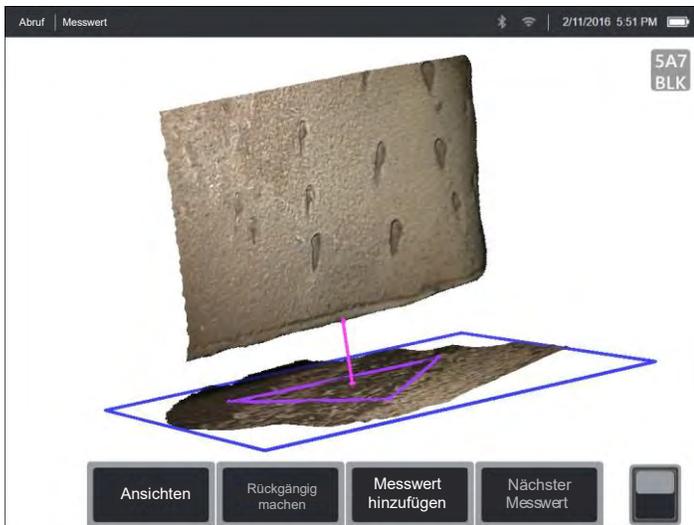
### 3D-Oberflächenmaske:

Wenn in den Einstellungen aktiviert, wird eine blaue Maske Oberflächenpunkte hervorheben, bei denen Ebenen die senkrecht zur geraden 3D-Linie zwischen dem dritten Cursorpunkt und der Referenzlinie liegen die angezeigte Oberflächenmaske kreuzen.

### Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Überprüfen Sie die 3D-Punktwolke, um sicherzustellen, dass die Cursor korrekt positioniert sind.
- Stellen Sie durch Überprüfung der Punktwolke sicher, dass die Referenzlinie in Bezug auf die Bezugskante am Teil nicht gestrichelt ist. Dies ist besonders wichtig wenn beide Referenzlinien-Cursor auf der gleichen Seite und nicht in Richtung des dritten Cursors befinden.
- Stellen Sie außerdem durch Überprüfen der Punktwolke sicher, dass sich der gemessene Abstand nicht auf einer Diagonalen befindet da in diesem Fall das Ergebnis über dem tatsächlichen Abstand liegt.
- Verwenden Sie eine Messebene, wenn die roten Bereiche eine angemessene Platzierung des Cursors verhindern oder wenn das Ergebnis durch 3D-Störungen beeinträchtigt wird. Weitere Details finden Sie im Abschnitt „Messebene“.
- Verwenden Sie eine Messebene, wenn Sie den Abstand zu einer abgerundeten Kante messen um den senkrechten Abstand zur Kante zu bestimmen. Positionieren Sie die Referenzcursor so, dass die hellblaue 3D-Oberflächenmaske entlang der Außenfläche der abgerundeten Kante erscheint.

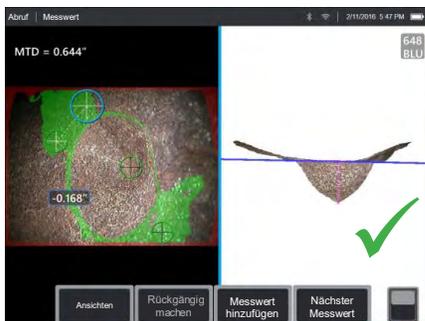
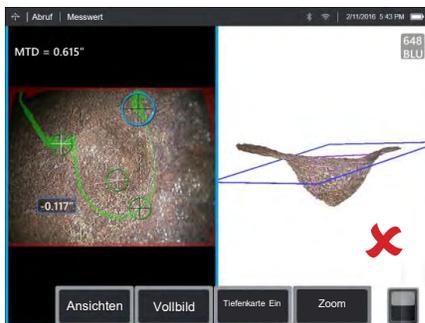




Misst den Abstand von einer Referenzebene (definiert durch drei ausgewählte Punkte) bis zu einem vierten ausgewählten Punkt über oder unter der Ebene.

### Anwendungsbeispiele:

- Spaltmaßmessung an Turbinenschaufeln (Abstand zwischen Schaufel und Gehäuse)
- Vermessung von Korrosionsmulden, Erosion oder FOD-Schaden
- Rohrinnendurchmesser
- Unregelmäßigkeiten von Schweißnähten (Höhe bzw. Tiefe)



### 3D-Oberflächenmaske:

Wenn in den Einstellungen aktiviert, werden Oberflächenpunkte, die sehr nahe an der Referenzebene liegen in grün angezeigt. Oberflächenpunkte die den gleichen Abstand von der Referenzebene haben wie das Messergebnis, werden hellblau angezeigt. Wenn das Ergebnis negativ ist, hebt ein Farbverlauf auch Regionen hervor die tiefer als der Messpunkt liegen, wobei Rot den tiefsten Punkt der Regionen anzeigt.

### Messgenauigkeit:

- Für maximale Messgenauigkeit sollte das Messobjektiv so nah wie möglich an der Anzeige sein.
- Bei der Verwendung der 3D-Phasenmessung liefern nicht lotrechte Ansichten insbesondere bei der Messung von Objekten mit glänzenden Oberflächen die besten Ergebnisse für die Tiefenmessung.
- Die grüne Oberflächenmaske, die sichtbar ist, wenn ein Cursor der Referenzebene aktiv ist, zeigt die Punkte an die sehr nahe an der Bezugsebene liegen. Justieren Sie die Cursor-Positionen um den Grünanteil auf der Referenzfläche zu maximieren. Mit der 3D-Punktwolkenansicht lässt sich auch sicherzustellen, dass die Referenzebene, die durch ein blaues Viereck dargestellt ist, präzise auf die Referenzoberfläche ausgerichtet ist.
- Nach Positionierung des dritten Cursors wird der vierte Cursor häufig bereits automatisch von der Funktion "Tiefenassistent" an der tiefsten Stelle, der höchsten Stelle oder z.B. einer Turbinenschaufelkante in der Nähe platziert. Überprüfen Sie die Position des automatisch positionierten Cursors und korrigieren Sie sie nach Bedarf.
- Aktivieren Sie den Tiefenkartenmodus in der Punktwolkenansicht um die Oberflächenkonturen besser sehen zu können und stellen Sie sicher, dass Sie den gewünschten Punkt, häufig der höchste oder der niedrigste Punkt auf einer Anzeige messen und dass die Anzeige deutlich aus der 3D-Datenstörung heraussteicht.
- Die aus dem Tiefenmesspunkt projizierte Linie sollte in der Nähe oder innerhalb des Dreiecks enden, dass von den Referenzebenen- Cursor gebildet wird, um die auf die Neigung der Ebene zurückzuführende Ungenauigkeit zu minimieren.
- Wenn Sie einen Punkt messen müssen der deutlich außerhalb des Referenzdreiecks liegt, kompensieren Sie dies durch Vergrößerung des Referenzdreiecks (dies gilt nur für flache Oberflächen, nicht für gekrümmte Oberflächen).
- Verwenden Sie eine Messebene wenn Sie den Abstand zwischen Turbinenschaufelkopf und Gehäuse messen. Die roten Bereiche entlang der Schaufelkante verhindern, dass ein vierter Cursor platziert wird, oder dass 3D-Störfaktoren das Ergebnis beeinträchtigen. Weitere Details finden Sie im Abschnitt „Messebene“.



Vermessen von Flächen durch mehrere Punkte.

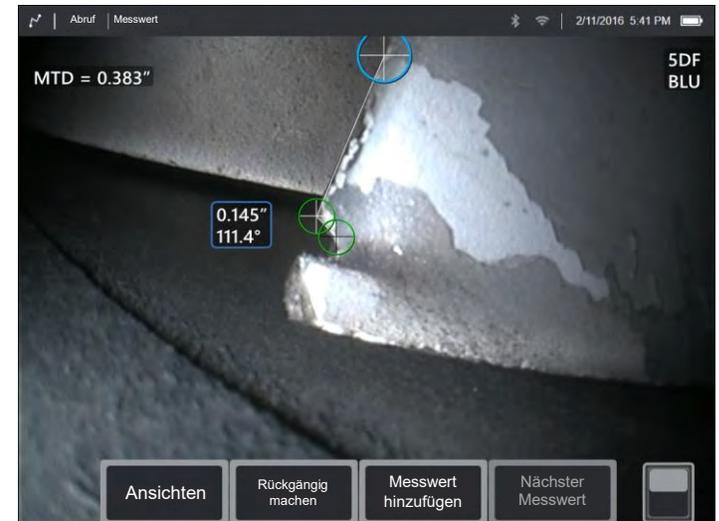
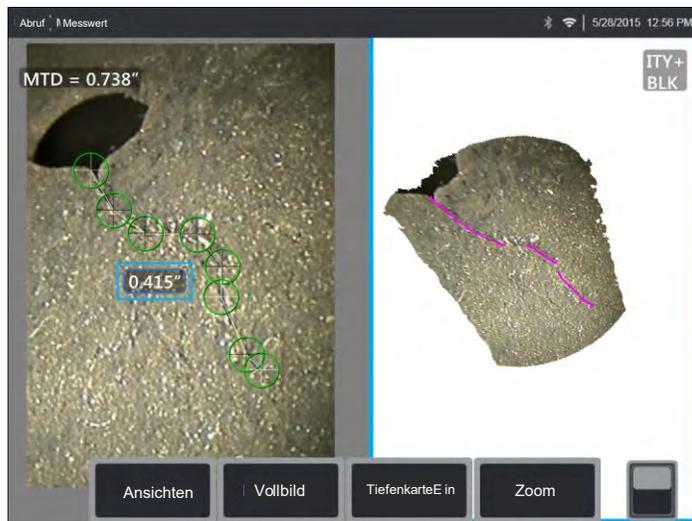
### Anwendungsbeispiele:

- Fehlen von Schaufelmaterial mit Hilfe einer Messebene
- Fehlende Beschichtung an HD-Gasturbinenschaufeln
- Oberflächenbereich des Lochfraßes oder Korrosion
- FOD-Schaden

### Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Überprüfen Sie die Punktwolke, um eine präzise Positionierung des Cursors zu gewährleisten.
- Reduzieren Sie das Fehlerrisiko bei gekrümmten Oberflächen, indem Sie mehrere kleine Flächen messen und die Ergebnisse später miteinander kombinieren.
- Verwendung mit einer Messebene zur Messung der Fläche und der Längen bei fehlenden Turbinenschaufelmaterial. Weitere Details finden Sie im Abschnitt „Messebene“.

# Mehrfachlänge



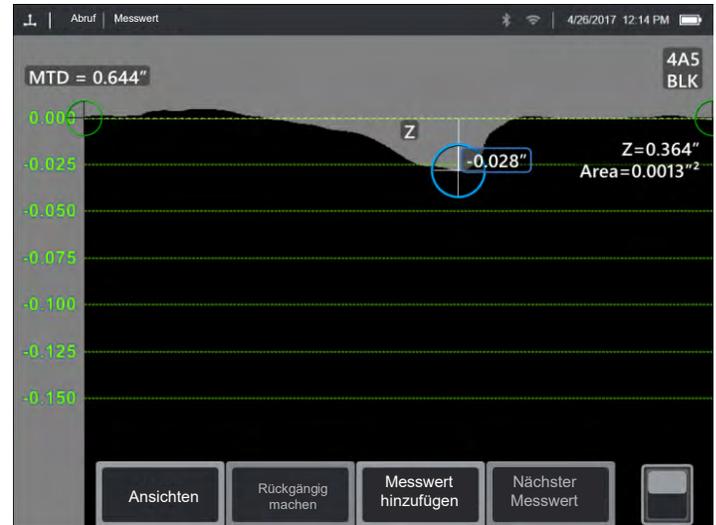
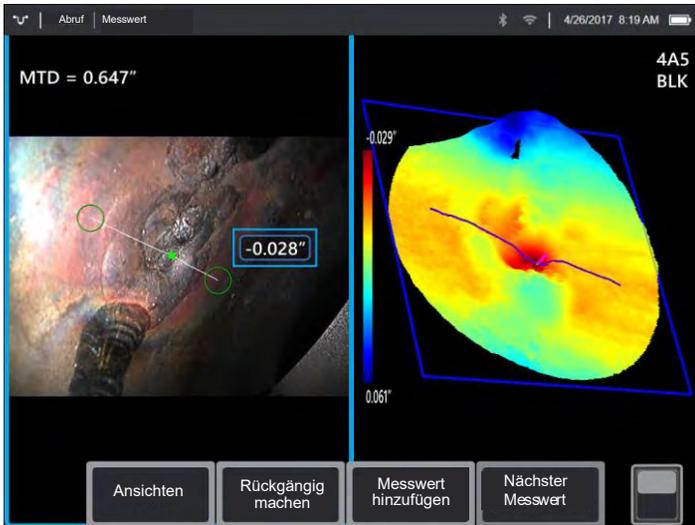
Misst die gesamte Länge entlang eines gekrümmten Bauteils unter Verwendung vieler Cursor, die entlang der Betrachtungspunkte platziert sind. Werden drei Cursor verwendet, gibt er auch den 3D-Winkel zwischen den Liniensegmenten an.

### Anwendungsbeispiele:

- Der gesamte Verlauf eines komplexen Risses
- Gesamtlänge entlang einer gekrümmten Oberfläche

### Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

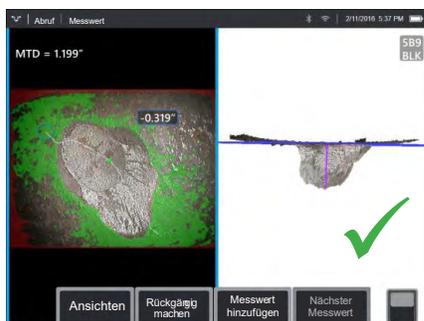
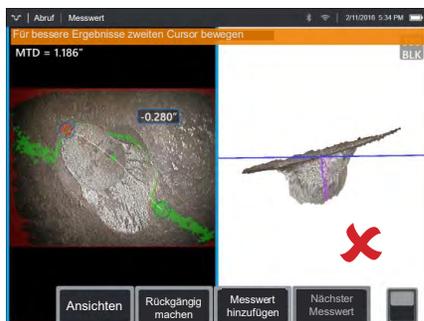
- Überprüfen Sie die Punktwolke, um eine präzise Positionierung des Cursors zu gewährleisten.
- Positionieren Sie die Cursor so weit wie möglich auseinander, während Sie dem Pfad der Anzeige folgen, und minimieren Sie so die Auswirkungen der 3D-Datenstörung auf das Ergebnis.
- Bei der Messung eines Winkels (nur mit Mehrfachlänge mit drei Cursor möglich) lässt sich die Genauigkeit durch eine Messebene verbessern.



Stellt aus jedem Blickwinkel den rechtwinkligen Abstand von einer Bezugsebene entlang einer Linie zwischen zwei ausgewählten Punkten dar und legt automatisch den tiefsten oder höchsten Punkt fest.

## Anwendungsbeispiele:

- Bestimmung der Tiefe von Korrosion bzw. Erosion (Sichtbares Grundmaterial) oder Erosionslöcher
- Tiefe eines FOD-Schadens
- Unregelmäßigkeiten an Schweißnähten (Höhe bzw. Tiefe)
- Schnellbewertung der Oberflächenkonturen



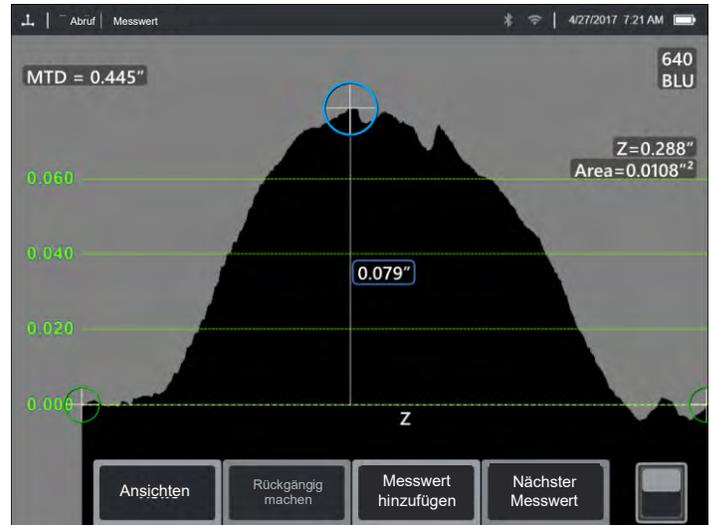
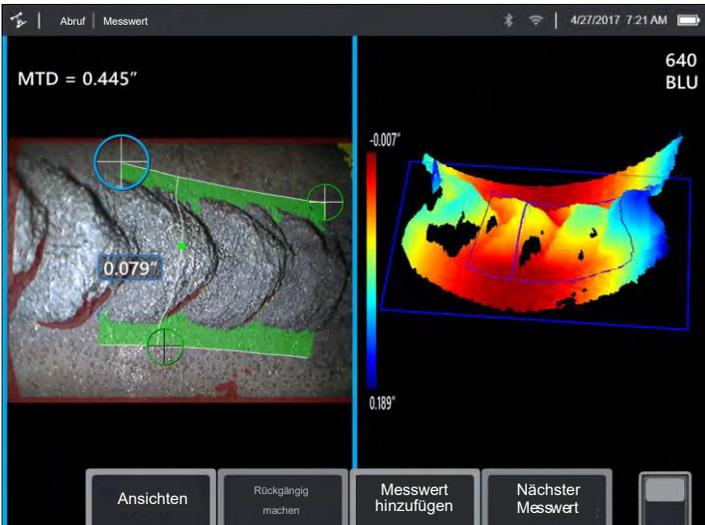
## 3D-Oberflächenmaske:

Wenn in den Einstellungen aktiviert, werden Oberflächenpunkte, die sehr nahe an der Referenzebene liegen, in grün angezeigt. Oberflächenpunkte, die den gleichen Abstand von der Referenzebene haben wie das Messergebnis, werden hellblau angezeigt. Wenn das Ergebnis negativ ist, hebt ein Farbverlauf aus den Regionen hervor, die tiefer als der Messpunkt liegen, wobei Rot den tiefsten Punkt der Regionen anzeigt.

## Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Positionieren Sie das Messobjektiv so nah wie möglich an der Anzeige, um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erreichen.
- Aktivieren Sie den Tiefenkartenmodus in der Punktwolkenansicht, um die Oberflächenkonturen besser sehen zu können, und stellen Sie sicher, dass Sie den gewünschten Punkt häufig der höchste oder der niedrigste Punkt auf einer Anzeige messen und dass die Anzeige deutlich aus der 3D-Datenstörung heraussteicht.
- Die grüne Oberflächenmaske, die sichtbar ist, wenn sich ein Cursor bewegt, zeigt die Punkte an, die sehr nahe an der Bezugsebene liegen. Justieren Sie die Cursor-Positionen, um den Grünanteil auf der Referenzfläche zu maximieren. Mit der 3D-Punktwolkenansicht lässt sich auch sicherstellen, dass die Referenzebene, die durch ein blaues Viereck dargestellt ist, präzise auf die Referenzoberfläche ausgerichtet ist.
- Wenn der Cursor rot erscheint, ist dies ein Hinweis auf eine falsche Platzierung.
- Da die Referenzebene durch Anpassung an alle Oberflächendaten innerhalb des Umfangs beider Cursor festgelegt wird, müssen Sie sicherstellen, dass die beiden Cursor komplett auf der gleichen Ebene positioniert werden: Sie dürfen keine Kante überlagern und sich nicht auf versetzten oder gekrümmten Oberflächen befinden, die zu einem Messfehler führen könnten.
- Bei einer Messung auf einer gekrümmten Oberfläche – zum Beispiel in einem kleinen Rohr – ziehen Sie die Cursor in einer Richtung auseinander, die parallel zur Krümmung verläuft, um sie auf der gleichen Ebene zu halten. In der Punktwolkenansicht sollte die blaue Referenzebene tangierend zur Referenzoberfläche erscheinen.
- Wenn bei Anwendungen der tiefste oder höchste Punkt gesucht werden soll, ist das Profil zur Raumtiefe oder Tiefenmessung im Gegensatz zur Tiefenprofilmessung vorzuziehen, da dabei automatisch der tiefste oder höchste Punkt in einem Bereich ermittelt wird.

# Profil der Raumtiefe



Verteilt eine Reihe von Tiefenprofilflächen auf einem von drei Cursor definierten Bereich, und ermittelt mit der Fläche den höchsten oder niedrigsten Punkt.

## Anwendungsbeispiele:

- Korrosion, Erosion und Lochfraß
- FOD-Schaden
- Unregelmäßigkeit von Schweißnähten (Höhe bzw. Tiefe)



## 3D-Oberflächenmaske:

Jede Tiefenprofilschnitt in der Serie verwendet eine Referenzebene, die aus der Oberflächenorientierung an der Schnittebene bestimmt wird. Dies ermöglicht gekrümmte Oberflächen, wie z.B. Rohrwänden zu folgen. Wenn in den Einstellungen aktiviert, zeigt die 3D-Oberflächenmaske Oberflächenpunkte in der Nähe der einzelnen Schnittreferenzebenen in grün.

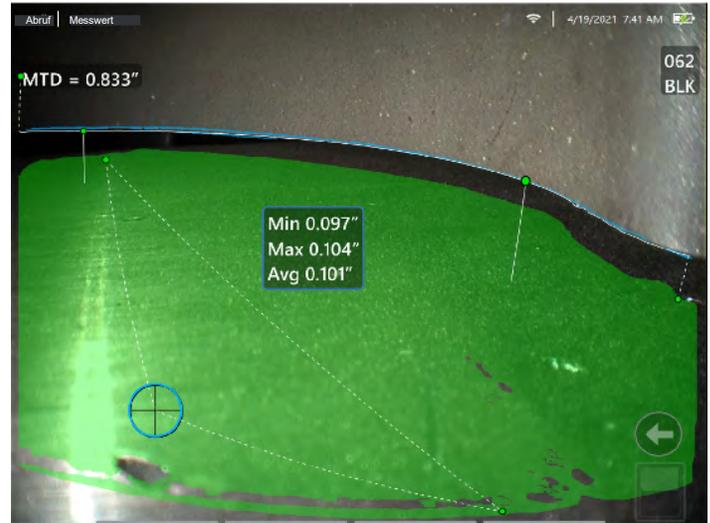
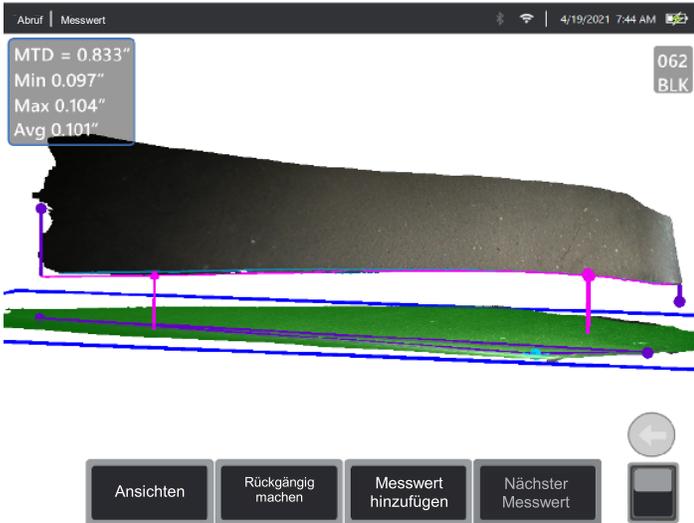
## Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Positionieren Sie das Messobjektiv so nah wie möglich an der Anzeige.

- Verwendung Referenzoberflächen, die flach sind oder eine Krümmung in nur einer Richtung haben, wie zum Beispiel der gerade Abschnitt eines Rohrs. Nicht auf Oberflächen mit komplexen Krümmungen - wie zum Beispiel bei einem Rohr-Kniestück oder einem Turbinenschauelfuß - verwenden.
- Bei der Messung auf einer gekrümmten Oberfläche müssen Sie den Cursor so positionieren, dass die Referenzprofillinien gekrümmt sind. Falls Sie Zweifel in Bezug auf die korrekte Ausrichtung haben, sollten Sie die Messung zunächst auf einem Muster mit der gleichen Form ausprobieren. Bei korrekter Positionierung der Cursor müssten Sie ein Ergebnis im Bereich von 0 erhalten, und der größte Teil der Fläche müsste grün dargestellt sein. Siehe nachfolgende Bilder
- Wenn nur eine kleine grüne Linie der 3D-Oberflächenmaske in der Nähe der beiden Referenzprofillinien angezeigt wird, sind die Cursor wahrscheinlich falsch auf einer gekrümmten Oberfläche positioniert.
- Die grüne Oberflächenmaske, die beim Bewegen der Cursor sichtbar ist, weist auf Punkte hin, die sehr nah an den Referenzebenen der Tiefenprofilscheiben liegen. Wenn Sie in der Nähe der beiden Referenzprofillinien nur eine kleine grüne Linie haben, positionieren Sie die Linien wahrscheinlich falsch auf einer gekrümmten Oberfläche. Siehe nachfolgende Bilder
- Die Referenzprofillinien folgen der Oberflächenkrümmung und dienen dazu, die Referenzebenen für die Profilscheiben zu ermitteln. Die Punkte müssen so positioniert werden, dass sich die Referenzprofillinien komplett auf der Referenzoberfläche befinden.
- Vergewissern Sie sich mit Hilfe der 3D-Punktwolke, dass die Referenzebene für die Ergebnisscheibe, die mit einem blauen Viereck dargestellt wird, an der Position der Ergebnisscheibe präzise auf die Referenzoberfläche ausgerichtet ist.
- Mit den ersten beiden Punkten wird die Referenzprofillinie definiert. Der dritte Cursor legt den Abstand zwischen der zweiten Referenzprofillinie und der ersten Linie fest. Das System ermittelt die Endpunkte der zweiten Referenzprofillinie, um die Krümmung der Oberfläche entlang der ersten Linie anzupassen. Wenn Sie Schwierigkeiten haben, die zweite Referenzprofillinie an der gewünschten Stelle zu positionieren, haben Sie die Messung in Bezug auf die Oberflächenkrümmung wahrscheinlich nicht korrekt eingerichtet.
- Die Ansicht Tiefenprofil kann verwendet werden, um die Oberflächenkonturen entlang der identifizierten Profilscheibe zu visualisieren



# Abstandsmessung Turbinenschaukelkopf



Identifiziert automatisch die Schaufel und das Gehäuse, bildet die Kante der Schaufel ab und bestimmt den minimalen, maximalen und durchschnittlichen Abstand innerhalb des abgebildeten Schaufelkantenbereichs.

## Anwendungsbeispiele:

- Qualitätssicherung in der Turbinenproduktion
- Überprüfung des Wirkungsgrads von Verdichtern und Turbinen
- Bewertung der Ovalität des Turbinengehäuses

## 3D-Oberflächenmaske:

Wenn sie in den Einstellungen aktiviert ist, zeigt die 3D-Oberflächenmaske Linienpunkte in der Nähe der Referenzebene in grün und Punkte, die von der Referenzebene entweder um den minimalen oder maximalen Ergebnisabstand versetzt sind, in hellblau an.

## Empfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

### Technologie-Auswahl

- Es können sowohl 3DPM als auch 3D-Stereo verwendet werden.
- Das 105° FOV der 3D Phasenmessung ermöglicht es, eine größere Fläche (z.B. Schaufelkopf) aus einer gegebenen Entfernung zu betrachten und zu messen als mit 3D Stereo.
- 3D-Stereo kann bei Verdichtern mit reflektierenden Schaufelmaterial und Gehäuseeinbauten bessere Ergebnisse liefern als 3DPM.
- Bei 3DPM kann eine nicht senkrechte Betrachtung der Schaufel die Datenqualität verbessern, indem Reflexionen und Spiegelungen von der Schaufel und dem Gehäuse von der Kamera abgelenkt werden.
- Das grüne Messobjektiv XL4TM61105SF ist möglicherweise nicht in der Lage 3D- Daten auf dem Liner zu erzeugen, wenn es eingesetzt wird.

### Einstellungen

- Positionieren Sie die Sondenspitze so nah wie möglich an der Schaufel, wobei der interessierende Bereich der Schaufelkopfs im Blickfeld bleibt.
- Positionieren Sie die Sondenspitze mit der Optik nahe am Gehäuse um eine klare Sicht auf den Schaufelkopf und den Spalt zu erhalten.
- Stellen Sie die Ansicht so ein, dass keine anderen Kanten in der Nähe des Schaufelkopfs im Bild zu sehen sind, da diese die Fähigkeit des Systems, die Schaufelkante genau abzubilden beeinträchtigen können.
- Wenn möglich passen Sie die Ausrichtung der Sonde an, um einen sichtbaren dunklen Schatten auf der Gehäusesseite der Schaufelkante zu erzeugen, der bei der Abbildung der

Schaufelkante hilft. Wenn Sie die Sodenspitze so drehen, dass sich die Optik zwischen dem Lichtaustritt und dem Gehäuse befindet, kann dieser Schatten erzeugt werden.

- Bei stark reflektierenden Verdichterschaukeln verwenden Sie die Restlichtverstärkung und/oder die Helligkeit, um die Sichtbarkeit des Schaufelkopfes mit minimaler Blendung in Kantennähe zu optimieren.

### Prüfen der Referenzebene

- Die 3D-Oberflächenmaske sollte den größten Teil des Gehäuses in der Nähe des Schaufelkopfes grün anzeigen.
- Das blaue Rechteck sollte mit dem Gehäuse in der Punktwolkenansicht übereinstimmen.
- Prüfen Sie die 3D Gehäuse Daten in der Punktwolkenansicht. Wenn große Anomalien vorhanden sind, passen Sie die Sondenposition für eine Ansicht an, die weniger senkrecht zur Schaufel steht. Andernfalls passen Sie die 3 Gehäuse-Cursor-Positionen manuell an, um die Abdeckung der grünen Maske zu maximieren und die Ausrichtung des blauen Rechtecks zu verbessern.

### Prüfen der Zuordnung der Daten der Schaufelkanten

- Stellen Sie sicher, dass die Schaufelkantenlinie genau der Schaufelkante im 2D-Bild folgt.
- Aktivieren Sie den Min- und Max-Cursor und überprüfen Sie im Zoom-Fenster, ob sie genau auf der Schaufelkante positioniert sind
- Prüfen Sie die Punktwolke auf Datenqualität an der Schaufel in der Nähe des Kopfes. Wenn signifikante Anomalien vorliegen, passen Sie die Einrichtung an und nehmen Sie ein neues Bild auf.
- Stellen Sie sicher, dass die Schaufelkrümmung von der Schaufelkantenlinie in der Punktwolkenansicht verfolgt wird.
- Schließen Sie Bereiche in der Nähe der Enden der abgebildeten Kante, die durch 3D-Rauschen, fehlende Ecken u.a. beeinträchtigt sind von der Analyse aus indem Sie einen der beiden Begrenzungscursor von den Kanten weg bewegen.
- Der Algorithmus wendet eine Anpassung und Filterung an, um die Auswirkungen von kleinen Lücken oder Rauschen in den 3D-Schaufelkanten zu reduzieren. Dies kann dazu führen, dass die Schaufelkantenlinie in der Punktwolkenansicht, in der die Lücken oder das Rauschen vorhanden sind, leicht von den Schaufelkantenkanten versetzt ist.



# Abstandsmessung Turbinenschaufelkopf-Hinweise

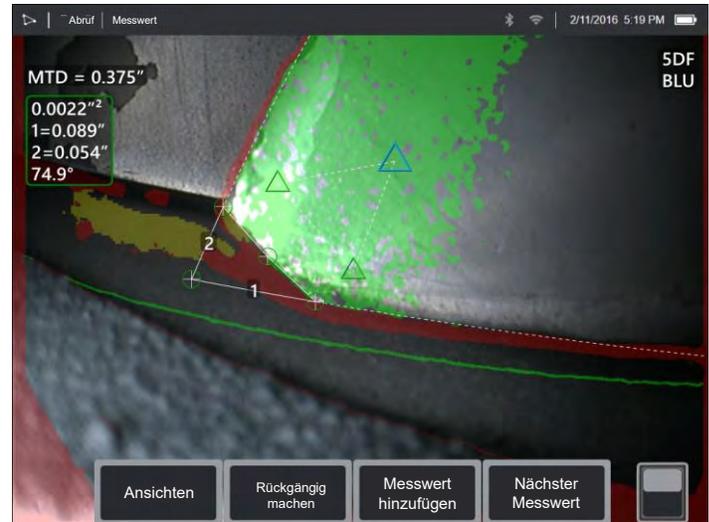
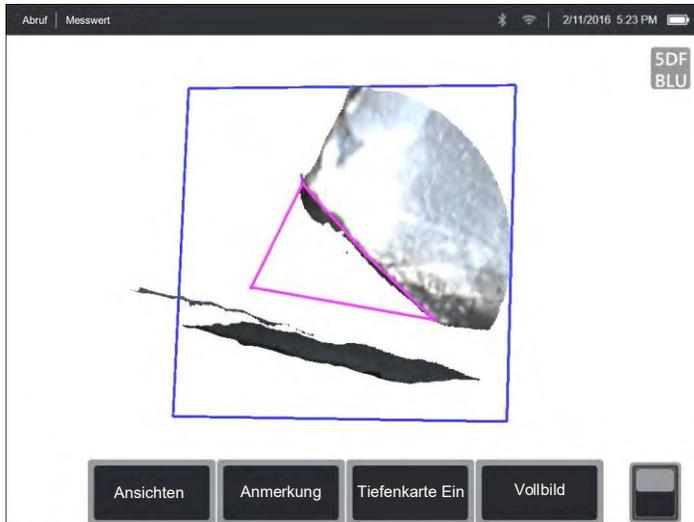
## Hinweise zur Funktionalität

- Die Schaufel und das Deckband können eine beliebige Ausrichtung im Bild haben.
- Nicht für die Verwendung mit Wabenauskleidungen, Turbinenschaufeln mit Außenmänteln oder Schaufeln, die konstruktionsbedingt oder aufgrund von Reibung eine unregelmäßige Schaufelkopfgeometrie aufweisen.
- Der Abstand wird von einer Referenzebene aus gemessen die aus den Drei Messpunkten der Referenzebene bestimmt wird. Diese Punkte können manuell neu positioniert werden.
- Der Algorithmus bildet die Schaufelkante anhand des "normalen" 2D-Bildes ab (HDR-Bilder werden nicht verwendet). 3DPM-Musterbilder können auch verwendet werden, wenn der Kantenkontrast im normalen 2D-Bild gering ist.
- Für ein erfolgreiches Kartieren müssen die Pixel in der Nähe der Schaufelkante heller sein als die direkt an der Schaufelkante.
- Der Max.-Messpunkt unterscheidet sich optisch vom Min.-Messpunkt durch eine größere inaktive Cursorgröße.
- Die Min.- und Max.-Cursor können nicht manuell neu positioniert werden.
- Die beiden Begrenzungscursor, einer an jedem Ende der abgebildeten Schaufelkante, können verschoben werden, um Endbereiche von der Min/Max/Mittelwert-Analyse auszuschließen.
- Berühren Sie einen beliebigen Cursor lange, um alle 3 Cursor auf ihre automatisch gewählten Positionen zurückzusetzen.
- Berühren Sie einen der beiden Begrenzungscursor lange, um ihn an seine automatisch gewählte Position zurückzubringen.
- Verwenden Sie die Funktion "Auto Repeat" (Automatische Wiederholung), um die Effizienz bei sich wiederholenden Messungen des Abstandes des Schaufelkopfs zu verbessern.

## Hinweis Systemprüfungen:

Das System sucht nach mehreren allgemeinen Problemen, die die Genauigkeit beeinträchtigen können.

- Die Qualität der 3D-Daten des Deckbandes kann die Genauigkeit beeinträchtigen: Die Referenzebene ist möglicherweise aufgrund von übermäßigem 3D-Rauschen, großen Lücken in den 3D-Daten oder unzureichender Sichtbarkeit des Gehäuses in der Ansicht nicht genau auf das Gehäuse und in der Nähe des Schaufelkopfes ausgerichtet.
- Die Qualität der Schaufel-3D-Daten kann die Genauigkeit beeinträchtigen. Übermäßiges 3D-Rauschen oder große Lücken in den 3D-Daten bestehen in der Nähe der Schaufelkante
- Gehen Sie näher an das Objekt heran oder bewegen Sie die Cursor für bessere Ergebnisse. Das System ist möglicherweise nicht in der Lage einen Spalt der angegebenen Größe vom aktuellen Abstand zwischen Schaufelkopf Gehäuse genau zu messen.
- Um die Genauigkeit zu verbessern, nehmen Sie das Bild mit dem Messobjektiv näher am Deckband auf. Durch die Betrachtungsperspektive kann die wahre Schaufelkante möglicherweise nicht genau abgebildet und gemessen werden.



Eine Messhilfe, die in Verbindung mit sonstigen Messtypen verwendet wird, um die Platzierung der Cursor in nicht vorhandenen Messbereichen zu ermöglichen, wo keine 3D-Daten vorhanden sind, oder wo Störungen der 3D-Daten existieren, kann die Messgenauigkeit beeinträchtigen.

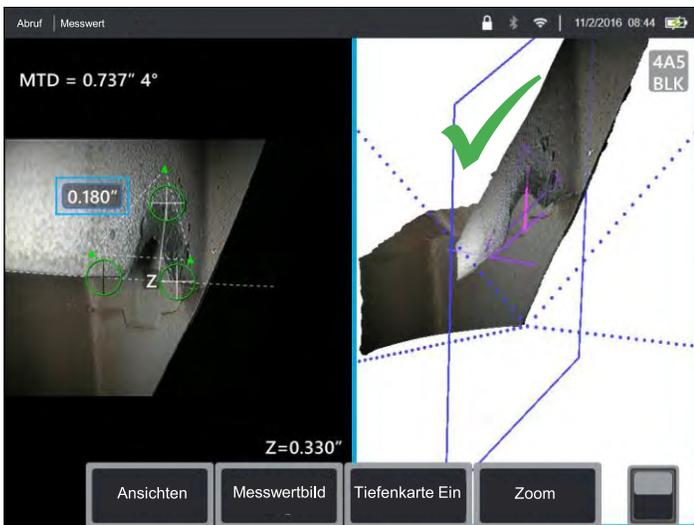
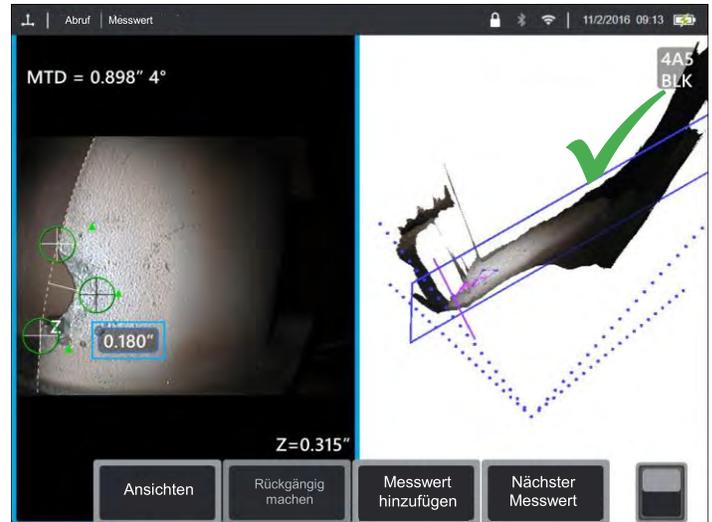
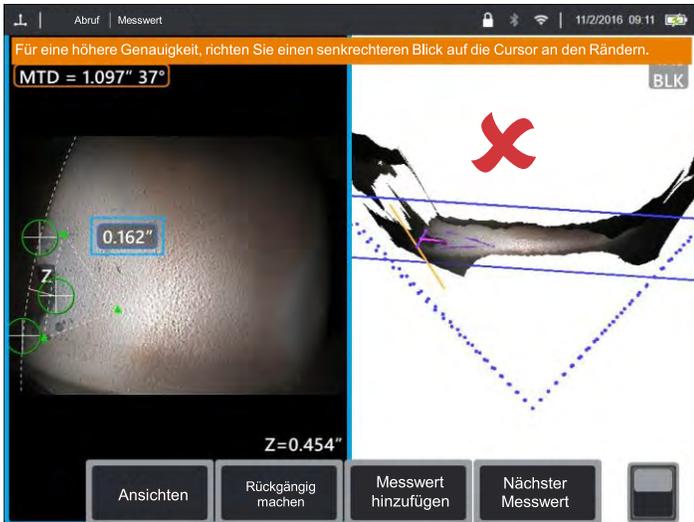
## Anwendungsbeispiele:

- In Verbindung mit der Flächenmessung bei fehlendem Schaufelmaterial
- Mit Punkt-/Linien-Messung für Beschädigung an der Turbinenschaufelkante
- Mit Tiefe für Abstände zwischen Turbinenschaufelkopf und Gehäuse
- Mit Längen- oder Punkt-/Linien-Messung für kleine Eigenschaften, wenn der Abstand nicht weiter verkürzt werden kann
- Mit Fläche und Tiefenprofil bei der Messung einer Ansammlung von Fehlern (z.B. offene Poren) auf einer flachen Oberfläche
- Mit Tiefenprofil, wenn die Cursor auf einer flachen Referenzfläche nicht vollständig positioniert werden kann

## Auswirkung einer Messebene auf sonstige Messtypen:

- Länge, Punkt-/Linie, Mehrfachlänge und Fläche: Alle Cursor werden auf die Messebene projiziert und das Ergebnis wird unter Verwendung der projizierten Positionen auf der Ebene berechnet
- Tiefe: Für die ersten drei Cursor werden wie bei einer normalen Tiefenmessung individuelle Oberflächenpunkte ausgewählt. Nur der vierte Cursor wird auf die Messebene projiziert.
- Tiefenprofil: Die Messebene wird als Referenzebene verwendet; die Tiefenprofil-Cursor können daher Kanten überlappen oder sich in roten Bereichen befinden. Das Ergebnis ist die Höhe oder Tiefe von der Messebene. Nur mit flachen Referenzoberflächen verwenden.
- Profil der Raumtiefe: Beide Referenzlinien werden auf der Messebene positioniert und können so durch rote Bereiche oder Oberflächen-Fehler verlaufen, ohne die zwischen den Referenzlinien erstellten Profile zu beeinträchtigen. Das Ergebnis ist die Höhe oder Tiefe von der Messebene. Nur mit flachen Referenz-Oberflächen verwenden.
- Bei einem Bild kann nur eine Messebene verwendet werden.
- Eine vorhandene Messebene wird bei allen anderen Messungen verwendet; die Reihenfolge der Positionierung spielt dabei keine Rolle.

# EVA-Messebenenwarnungen



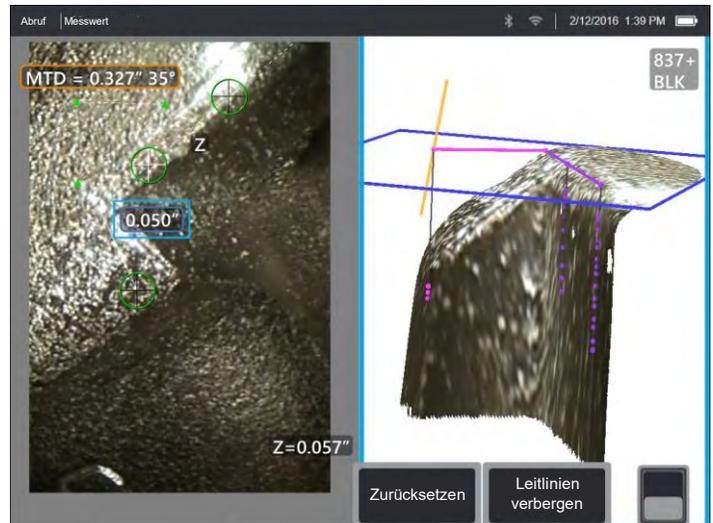
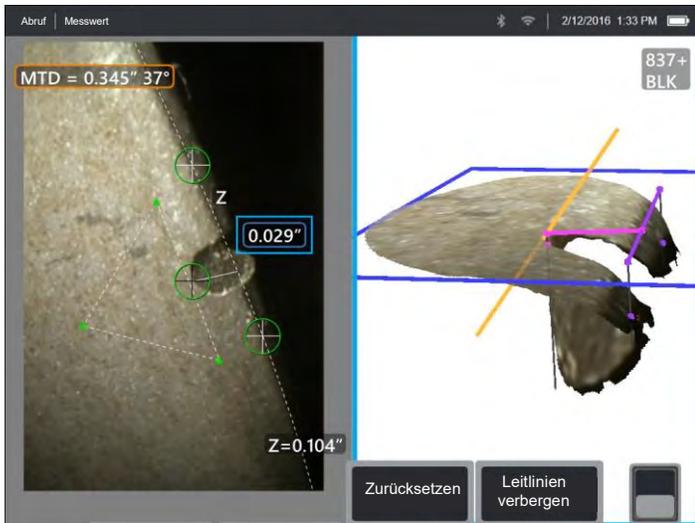
## Eine Anmerkung zum Kanten-Sichtwinkel (EVA):

- Es handelt sich dabei um den Winkel zwischen der Messebene und einer Kanten-Sichtebene, die von zwei 3D-Koordinaten auf der Kante und dem Ursprung des Sichtfelds festgelegt wird, wo die vier gestrichelten 3D-Perspektivlinien in der
- Vollbild-Punktwolke zusammenlaufen. Um dieses Prinzip besser zu verstehen, öffnen Sie die Vorderseite eines gebundenen Buches, und positionieren Sie die Kante des Covers nah an Ihrem Auge. Das Cover stellt die Kanten-Sichtebene dar, die erste Seite ist die Messebene, und die Verbindung dazwischen stellt die Kante der Oberfläche dar, während der Winkel dazwischen den EVA darstellt.
- Wenn man die Cursor entlang eines Lineals bewegt, hat dies nur geringe Auswirkungen auf den EVA, da sich die Kanten-Sichtebene nicht ändert.
- Der EVA hängt von der Position der Kante auf dem Bild ab. Das obere Bild links zeigt einen schlechten EVA, wenn in der Nähe der linken Seite mit einer rechtwinkligen Sicht auf die Mitte gemessen wird. Auf dem rechten Bild ist eine wesentlich bessere Perspektive an der Teilkante dargestellt, was sich im niedrigen EVA widerspiegelt.
- Das Drehen eines Seitsichtobjektivs in einer festen Position hat nur geringe Auswirkungen auf den EVA. Im Allgemeinen ist eine Bewegung des anvisierten Objekts oder eine Umsetzung des Objektivs erforderlich.
- Das Erreichen eines niedrigen EVA verlangt - wie auf dem unteren linken Bild dargestellt - keine rechtwinklige Ansicht des Teils. Wie bei dem Vergleich mit dem Buch können Sie das Buch auch neigen und bewegen und dabei einen Winkel von 90° zwischen Cover und erster Seite aufrechterhalten.
- Wenn die Kante, an der die Messung durchgeführt wird, relativ zur gemessenen Abmessung einen kleinen Kantenradius aufweist, lassen sich - auch wenn eine EVA-Warnung aktiv ist - präzise Ergebnisse erzielen, sofern die Kante in Richtung der Sensorspitze verläuft. Bei Kanten, die in entgegengesetzter Richtung zum Messobjektiv verlaufen, sollten Sie Messungen mit hohen EVA-Werten vermeiden.
- Beachten Sie den Abschnitt „Messebenen-Führungslinien“ zur Messung von abgerundeten Kanten mit hohen EVA-Werten.

Wird eine Messebene mit Punkt-/Linien-, Flächen- oder Tiefenmessung verwendet, um in der Nähe einer Kante zu messen, kann die Perspektive - insbesondere bei einer Kante mit einem erheblichen Radius - die Genauigkeit beeinträchtigen. Damit der Benutzer eine möglichst hohe Genauigkeit erreicht, zeigt das System neben dem MTD einen Wert für den Rand.

Kanten-Sichtwinkel (EVA) und in den Punktwolken-Ansichten einen Kanten-Sichtwinkel Linie (EVA Linie) an. Der ideale EVA-Winkel von 0° ist vorhanden, wenn die EVA-Linie rechtwinklig zur Messebene verläuft. Bei der Messung in der Nähe einer abgerundeten Kante erhöht sich die Messabweichung im Allgemeinen parallel zum EVA-Anstieg. Wenn der EVA ein oberes Limit (25° für Punkt-/Linie, 35° für Fläche und Tiefe) überschreitet, während die Cursor in der Nähe einer Kante positioniert sind, zeigt das System eine Warnmeldung an. Außerdem blinkt eine orangefarbene Kontur von MTD und EVA, und die EVA-Linie wird orange dargestellt. Um den EVA zu reduzieren, überprüfen Sie die Vollbild-Punktwolke, in der die vier gestrichelten 3D-Perspektivlinien die Ecken des Sichtfeldes angeben, und prüfen Sie, wie die relativen Positionen des Messobjektivs und des Objekts angepasst werden müssen, damit die EVA-Linie rechtwinklig zur Messebene verläuft, die durch ein massives Rechteck dargestellt ist. Erfassen Sie ein neues Bild mit den angepassten Positionen, und wiederholen Sie die Messung.

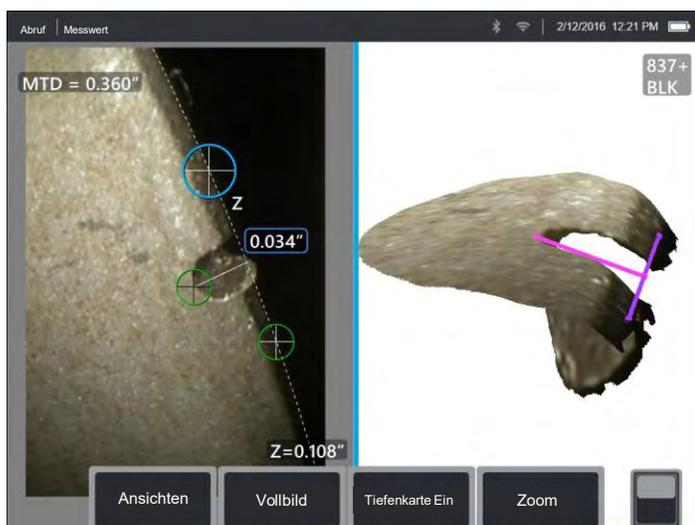
# Messebenen-Führungslinien



Die Führungslinien erscheinen in den Punktwolkenansichten, wenn eine Messebene mit Längen-, Punkt-/Linien-, Mehrfachlänge- oder Flächenmessung verwendet wird. Sie erscheinen als schwarze Linien, die rechtwinkelig zur Messebene verlaufen und sich von den Cursor-Positionen auf der Messebene zu den Oberflächenpunkten direkt über oder unter den Cursor-Positionen erstrecken. Kreisbahnen erscheinen, wenn die Führungslinien die Oberfläche schneiden.

## Anwendungsbeispiele:

- Kantenschaden an abgerundeten Turbinenschaufelkanten
- Spaltmaßmessung
- Schätzungen des Kantenradius
- Spaltbreite
- Alle Abmessungen auf der Ebene zwischen Punkten, welche sich nicht auf der gleichen Ebene befinden



Konventionelle Messung auf einer Diagonalen

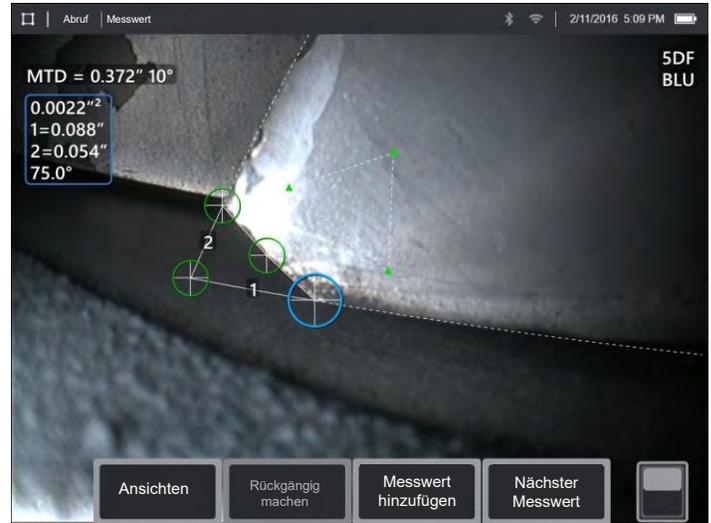
## Verfahrensempfehlungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit:

- Justieren Sie die Cursor-Positionen im 2D-Bild, bis die Führungslinien und die Oberflächenbereiche an den gewünschten Standorten der Oberfläche erscheinen.
- Verwenden Sie sie bei der Messung von abgerundeten Kanten, und eine Messung auf gleicher Ebene, wie er bei Verwendung eines optischen Vergleichs wünschenswerterweise entsteht. Die herkömmliche Punkt-/Linienmessung eines Anhaltspunktes für eine Vorderflanke im Bild unten links befindet sich auf einer Diagonalen, so dass im Vergleich zu einem optischen Vergleich ein größeres Ergebnis entsteht. Die gleiche Anzeige wird in dem Bild links oben mit einer Messebene und Führungslinien gemessen, um den Winkel zu entfernen.
- Kann nicht zuverlässig verwendet werden, wenn der EVA größer ist als ca. 10°, und die abgerundete Kante nicht auf die Sondenspitze ausgerichtet ist.
- Eine Verwendung ist nicht möglich, wenn sich die 3D-Daten nicht über die gesamte Kantenlänge der Oberfläche erstrecken.
- Es sollte bei der Positionierung des Cursors auf abgerundeten Ecken verwendet werden, die in Richtung der Sensorspitze ausgerichtet sind, insbesondere bei einem EVA über ca. 15°. Die abgerundete Kante liegt außerhalb der Messebene. Sofern es sich nicht um einen niedrigen EVA handelt, können die Cursor bei dem 2D-Bild nicht korrekt positioniert werden. Dies trifft insbesondere bei höheren EVA-Werten zu, die Warnungen gemäß Darstellung in den beiden obigen Bildern erzeugen.

# Beispiele für eine Messebene

## Fehlendes Schaufelmaterial:

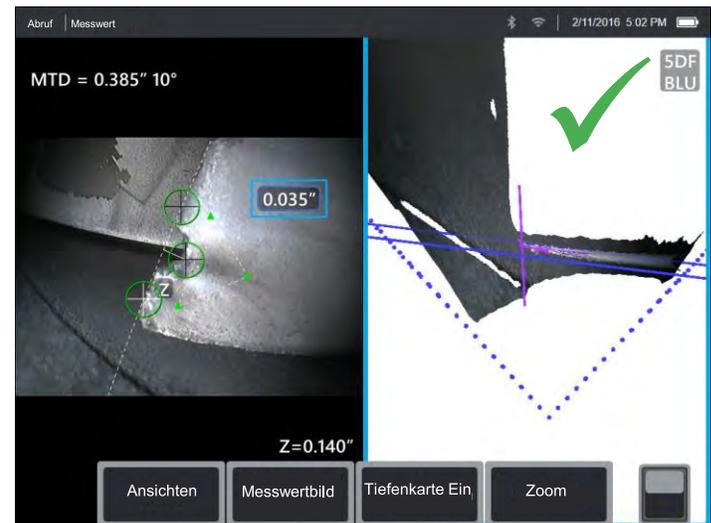
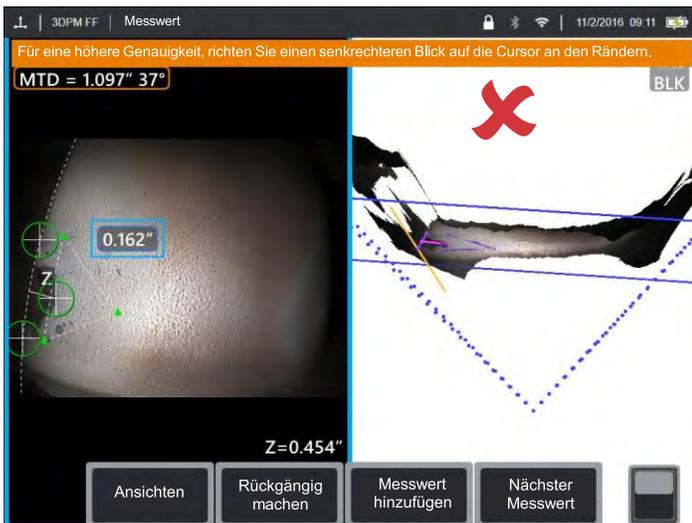
- Verwenden Sie eine Messebene mit Fläche.
- Positionieren Sie die Sondenspitze in Übereinstimmung mit den Empfehlungen im Abschnitt „EVA-Warnungen für Messebenen“.
- Platzieren Sie die Messebene auf der Stirnfläche der Schaufel in der Nähe des fehlenden Materials.
- Platzieren Sie eine Flächenmessung, bei der sich ein Cursor auf jeder verbleibenden Ecke befindet, ein Cursor in dem Bereich, in der die Ecke sein müsste und nach Bedarf weitere Cursor um dem fehlenden Material zu folgen.
- Justieren Sie die Cursor nach Drücken auf „Fertig“, so dass die erweiterten Linien auf die Schaufelkanten in der Nähe des fehlenden Materials ausgerichtet sind.
- Der fehlende Bereich, die fehlenden Kantenabmessungen und der Winkel der Ecke werden bereitgestellt, so dass keine zusätzlichen Messungen erforderlich sind



## Anzeichen der Turbinenschaufelkante:

- Verwenden Sie eine Messebene mit Punkt-/Linie, wenn die 3D-Daten entlang der Schaufelkante fehlen oder gestört sind.
- Positionieren Sie die Sondenspitze in Übereinstimmung mit den Empfehlungen im Abschnitt „EVA-Warnungen für Messebenen“.
- Platzieren Sie die Messebene auf der Stirnfläche der Schaufel in der Nähe der Anzeige.

- Führen Sie eine Punkt-/Linienmessung durch, bei der die ersten beiden Cursor auf der Kante der Schaufel und der dritte Cursor an der inneren Kante des Anhaltspunktes positioniert werden.
- Der Kanten-Sichtwinkel (EVA) erscheint neben dem MTD. Je niedriger der Kanten-Sichtwinkel, desto größer ist die Genauigkeit, insbesondere bei Messungen an einer abgerundeten Anströmkante. Versuchen Sie einen EVA von maximal 15° zu erreichen.



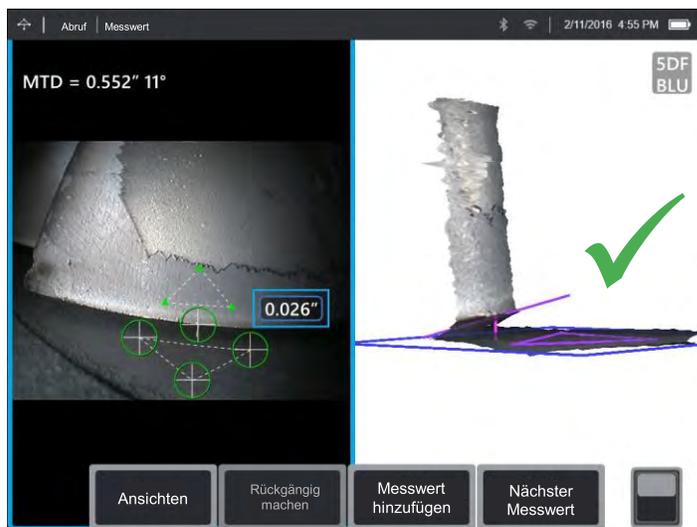
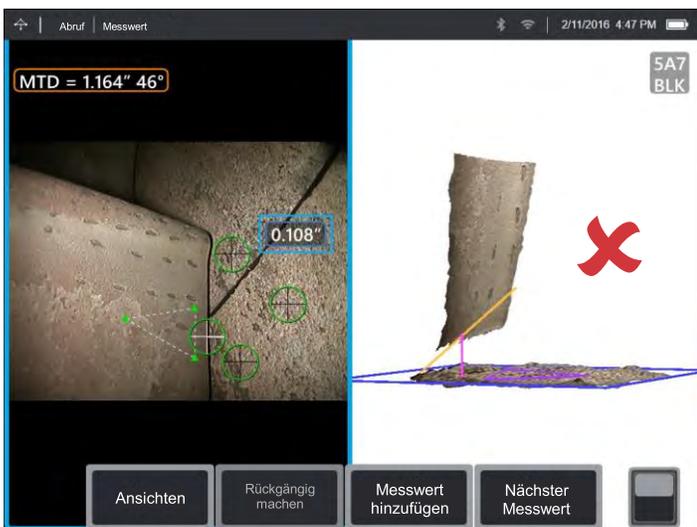
# Beispiele für eine Messebene

## Abstände der Spaltmaßmessung:

- Verwenden Sie eine Messebene mit Tiefe, wenn die 3D-Daten an der Schaufelkante fehlen oder gestört sind oder nach unten oder zurück zum Gehäuse gezogen wurden (wie auf dem Bild unten rechts).
- Positionieren Sie die Sondenspitze tief an dem Gehäuse, damit Sie sie unter die Turbinenschaufel sehen können. Das folgende linke Bild wurde zu weit über dem Gehäuse erfasst, so wie es der Kantenwinkel (EVA) von 46° anzeigt.
- Platzieren Sie die Messebene auf der Stirnfläche der Schaufel in der Nähe des gewünschten Messpunktes. Ein zu großer Abstand

zwischen den Punkten in der Nähe der Schaufelkante kann bedingt durch die Krümmung der Schaufel zu einer erhöhten Fehlerwahrscheinlichkeit führen.

- Platzieren Sie die ersten drei Tiefen-Cursor auf dem Gehäuse.
- Positionieren Sie den vierten Tiefen-Cursor im 2D-Bild an der Schaufelkante. Dieser Cursor wird auf die Messebene projiziert, daher könnte er bedingt durch fehlende oder gestörte 3D-Daten geringfügig in der Punktwolke außerhalb der Kante erscheinen.



Es wird empfohlen, 0,125 mm (0,005") als minimale Fehlergröße für die Messung zu betrachten. Unter idealen Bedingungen ist eine allgemeine Richtlinie, die bei der Messung dieser kleineren Elemente zu berücksichtigen ist, dass die Real3D-Phasen- und Real3D-Stereo-Messung in der Regel Fehler im Bereich von +/- 0,05 mm (+/- 0,002") oder besser sowohl bei Längen- als auch bei Tiefenmessungen erreichen kann.

**Achtung!** Dies bedeutet nicht, dass Sie in der Lage sein werden diese Ergebnisse für alle versuchten Messungen zu erzielen. Eine Gage R&R-Studie bestimmt die erwarteten Ergebnisse für alle gegebenen Messanforderungen unter Verwendung einer VideoProbe.

Die idealen Bedingungen variieren je nach Messtechnik wie unten beschrieben.

## Zur präzisen Messung mit dem Videoendoskop ist folgendes zu beachten:

- Ein gut ausgebildeter Prüfer
- Eine ordnungsgemäß kalibrierte und gepflegte Ausrüstung
- Auswahl der für die Anwendung optimalen Messtechnik
- Korrekte Positionierung des Messobjektivs und Einrichtung der Messung
- Analyse der Datenqualität und Genauigkeit bei der Positionierung des Cursors
- Minimale oder keine Reflexionen und Schatten von strukturiertem Licht
- Kein Umgebungslicht während der Messung
- Zu beachten ist, dass bei besonders kleinen und tiefen Konturen des Objektes (z.B. kleine Nut) die Ausleuchtung auf dem Grund nur bedingt möglich ist und demzufolge auch kein strukturiertes Lichtmuster erstellt werden kann. Als Folgeerscheinung können keine genauen 3D Daten erstellt werden.

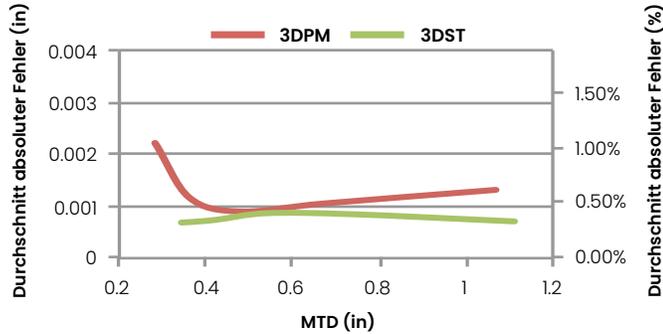
## Real3D Stereo und Stereo Messung bei idealen Bedingungen

- Messung durch einen geschulten und qualifizierten Prüfer
- Saubere und kalibrierte Messobjektive und das Kameragrundobjektiv
- Kamera so nah als möglich an der Unregelmäßigkeit positionieren und den Fixfokusbereich des Objektivs dabei beachten (keine Unschärfe)
- Messung auf kontrastreichen Oberflächen
- Keine Blendung auf der Unregelmäßigkeit
- Differenzierung des Pixelmusters um die Indikation

# Daten der Messgenauigkeit

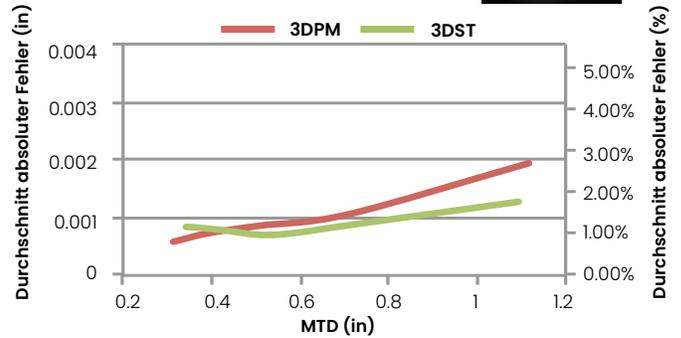
Die Messgenauigkeitskurven auf den Seiten 19 -20 wurden anhand der von ausgebildeten externen Bedienern stammenden Testergebnisse unter Verwendung eines 3DPM eines Mentor Visual IQ und unter kontrollierten Bedingungen mit einem Testblock mit matter Oberfläche erstellt. Sie lassen sich unter Idealbedingungen als Systemleistung interpretieren. Die tatsächlichen Ergebnisse können je nach Anwendung, Oberflächenbeschaffenheit, Zustand der Anlage und Fachkenntnisse des Benutzers variieren.

Längenfehler im Gegensatz zu MTD  
Gemittelter Sichtwinkel über 0° bis 50°  
0,21" (5,33 mm) Längen -Funktion



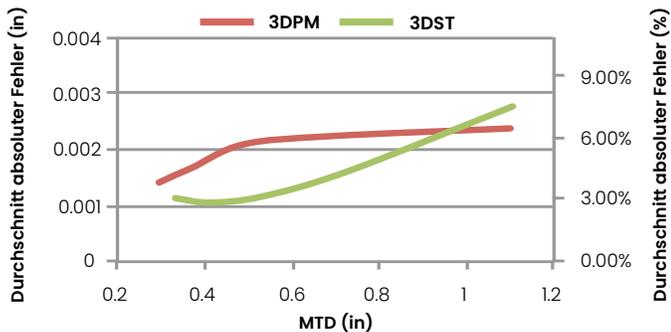
Genauigkeitskurve für Längenmessung eines Risses.

Punktlinienfehler im Gegensatz zu MTD  
Gemittelter Sichtwinkel über 0° bis 50°  
0,071" (1,803 mm) Kantenfehler-Funktion

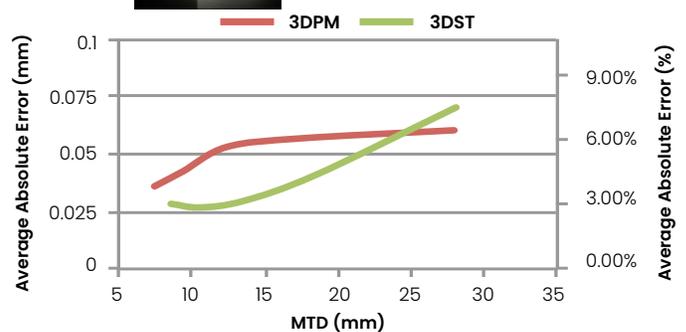


Genauigkeitskurve für Punkt-Linien-Messung einer Unregelmäßigkeit an einer Turbinenschaukel.

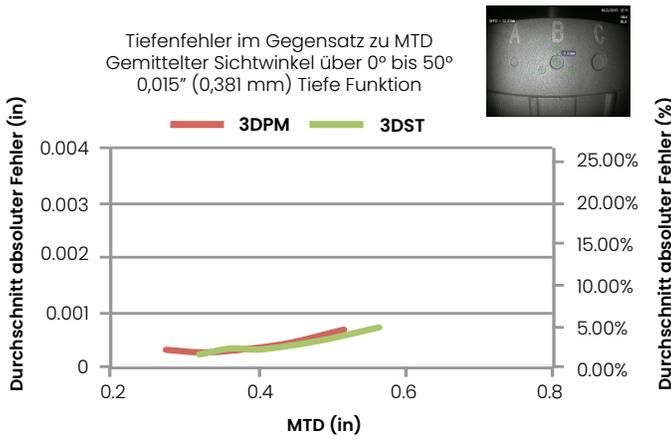
Punktlinienfehler im Gegensatz zu MTD  
Gemittelter Sichtwinkel über 0° bis 50°  
0,037" (0,94 mm)  
Fehlende Kantenfunktion



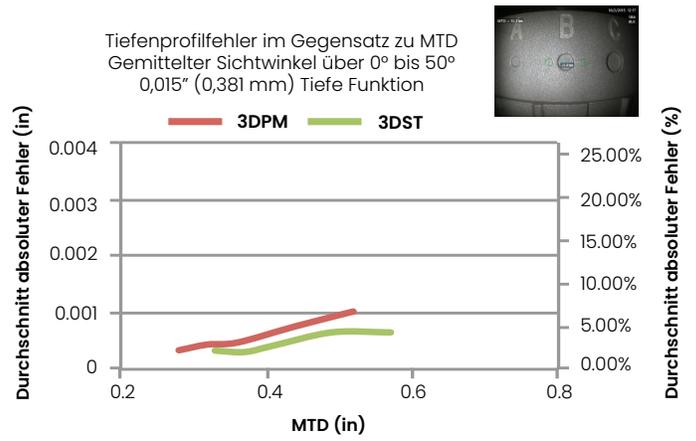
Genauigkeitskurve für Punkt-Linien-Messung bei fehlendem Material



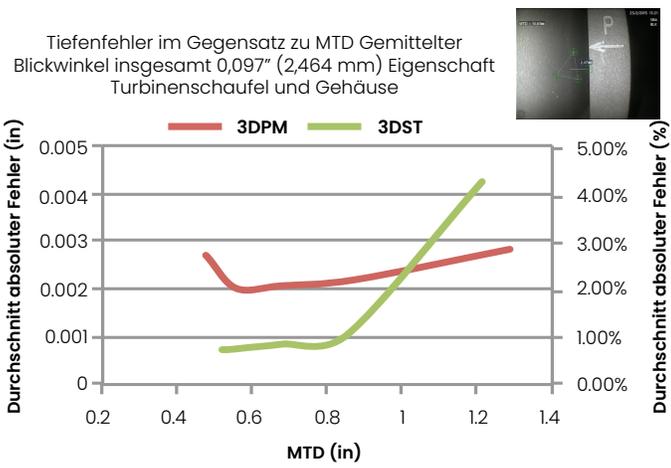
Hinweis: Messebenen wurden bei diesem Test nicht verwendet, würden aber wahrscheinlich die Ergebnisse bei einigen Punkten verbessern.



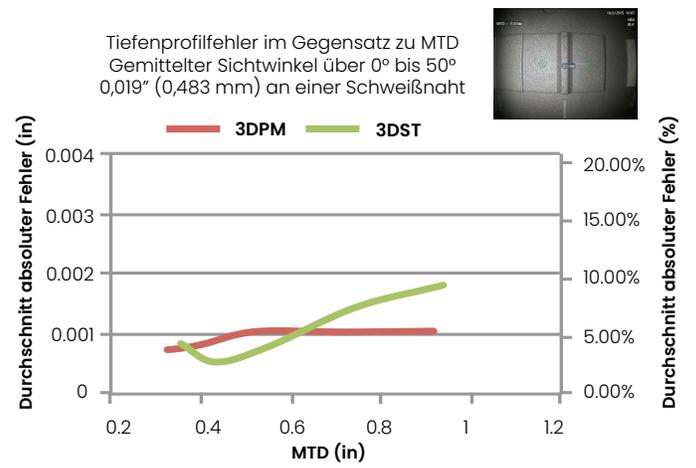
Genauigkeitskurve zur Tiefenmessung einer Unregelmäßigkeit



Genauigkeitskurve zur Tiefenprofilmessung einer Unregelmäßigkeit.



Genauigkeitskurve zur Abstandsmessung zwischen Turbinenschaufel und Gehäuse



Genauigkeitskurve zur Tiefenprofilmessung an einer Schweißnaht

# Spezifikationen

Spezifikationen der Messobjektive und Teilenummern für Mentor Visual IQ

## Mentor Visual IQ 4,0 mm Messobjektive

3D Stereomessung und Stereomessung

Art.-Nr.	Farbe	FOV (Grad)	DOF mm	DOF (Zoll)
TM405555FG (Direksicht)	Schwarz	55/55	5-inf	(0,20-inf)
TM405555SG (Seitsicht)	Blau	55/55	4-inf	(0,16-inf)

## Mentor Visual IQ 6,1mm Messobjektive

3D Phasenmessung

XL4TM61105FG (Direksicht)	Schwarz	105	8-250	(0,31-9,84)
XL4TM61105SG (Seitsicht)	Blau	105	7-250	(0,27-9,84)
XL4TM61105FN-8651 (Direksicht)	Orange	105	3-120	(0,12-4,72)
XL4TM61105SF (Seitsicht)	Grün	105	15-inf	(0,59-inf)

3D Stereomessung und Stereomessung

XLG3TM616060FG (Direksicht)	Schwarz	60/60	4-80	(0,16-3,15)
XLG3TM615050SG (Seitsicht)	Blau	50/50	2-50	(0,8-1,97)

## Mentor Visual IQ 6,2 mm Messobjektive

3D Stereomessung und Stereomessung

PXTM6260FG (Direksicht)	Schwarz	60/60	4-80	(0,16-3,15)
PXTM6260SG (Seitsicht)	Blau	60/60	4-80	(0,16-3,15)

## Mentor Visual IQ 8,4mm Messobjektive

3D Stereomessung und Stereomessung

XLG3TM846060FG (Direksicht)	Schwarz	60/60	4-50	(0,16-1,97)
XLG3TM846060SG (Seitsicht)	Blau	60/60	4-50	(0,16-1,97)

*Stereo und 3D-Stereo verwenden das gleiche Messobjektiv*

## Software für Messfunktionen (Artikelnummern)

<b>3D Stereo-Messung</b>	<b>MVIQ-3DST</b>
<b>3D-Phasenmessung</b>	<b>MVIQ-3DPM</b>
<b>Stereo-Messung</b>	<b>MVIQ-ST</b>
<b>Projizierte Ebenenmessung</b>	<b>MVIQ-PPM</b>
<b>Profil der Raumtiefe</b>	<b>MVIQ-ADP</b>
<b>Bildverbesserungssoftware</b>	<b>MVIQ-POD</b>
<b>Abstandsmessung Turbinenschaufel</b>	<b>MVIQ-BTC</b>
<b>Restlichtverstärkung</b>	<b>MVIQ-DARKBOOST</b>

## Upgrade

UG-3DST
UG-3DPM
UG-ST
UG-PPM
UG-ADP
UG-POD
UG-BTC
UG-MVIQ-DARKBOOST

# Glossar

**3D-Perspektivlinien** – Mit Hilfe der blauen gestrichelten Linien, die in der Vollbild-Punktwolke die vier Ecken des Objektivfelds darstellen, kann der Benutzer die Ausrichtung der Sondenspitze im Verhältnis zu einer Oberfläche besser verstehen und dementsprechend optimieren. Sie können im Menü "Einstellungen" ein- oder ausgeblendet werden.

**3D-Phasenmessung** – Eine Messtechnik, bei der Linienmuster von mehreren LEDs auf ein Objekt projiziert werden. Die Messungen werden auf dem Prinzip der Phasenverschiebungsanalyse in Verbindung mit eigener Verarbeitungstechnologie berechnet.

**3D-Punktwolke** – Eine graphische 3D-Darstellung der zu prüfenden Oberfläche, bei der Linien und Kreise hinzugefügt werden um die auf dieser Oberfläche durchgeführten Messungen darzustellen. Die 3D-Punktwolke lässt sich drehen und aus mehreren Winkeln und Perspektiven ansehen. Der Prüfer kann so die Einstellung seiner Messung und die Positionierungspunkte überprüfen.

**Anleitung für 3DPM-Entfernungsanzeige** – Bei der Ansicht eines Live-Videos einem 3DPM Messobjektiv erscheint eine optische Hilfe, um die Fähigkeit des Systems anzuzeigen, mit den LEDs des Messobjektivs für eine ausreichende Helligkeit zu sorgen und so eine qualitativ hochwertige Aufnahme zu gewährleisten. Wird die Anzahl der Schattenlinien durch Annäherung an das Objekt erhöht, erhöht sich auch die 3D-Datenqualität und die Messgenauigkeit.

**3D-Stereomessung** – Verwendet die gleichen optischen Prinzipien wie die Stereomessung, und kombiniert sie mit der Fähigkeit, eine 3D-Punktwolken Darstellung der Messdaten zu erstellen, zu bearbeiten und analysieren zu können.

**Aktiver Cursor** – Der aktuell verwendete Cursor, angezeigt durch einen blauen Kreis.

**Unterstützende Nachricht** – „Optimale Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn sich die Referenzcursor auf der gleichen Ebene befinden“ – Bei der Tiefenprofilmessung ist dies der Hinweis darauf, dass sich die Referenzcursor nicht auf der gleichen Ebene befinden.

**Unterstützende Nachricht** – „Bewegen Sie sich näher an das Ziel oder verlagern Sie die Cursor, um bessere Ergebnisse zu erzielen“ – Weist darauf hin, dass der aktuelle Abstand zwischen Sondenspitze und Objekt zu groß ist, um eine zuverlässige Messung liefern zu können. Abhilfe lässt sich schaffen, indem man die Sondenspitze näher an das Objekt verlagert oder einen größeren Messbereich auswählt.

**Auto-Repeat** – Führt wiederholte Messungen auf Knopfdruck durch (z. B. Spaltmaßmessung am Turbinenschaufelkopf).

**CSV** – Kommagetrennter Wert, wird zum Datenexport der Punktwolken datei verwendet. Kann in einem CAD-System geöffnet werden.

**Restlichtverstärkung** – ist eine Funktion zur Live-Videoverarbeitung, die dunklere Bereiche in Szenen mit hellen

Vordergrundflächen oder Blendeffekten digital aufhellt, ohne dass der Kontrast gleichmäßigerer Szenen überbelichtet oder verschlechtert wird.

**Tiefen-Assistent** – Eine Funktion, bei der das System die Oberflächendaten in der Nähe der ersten drei Cursor einer Tiefenmessung sucht und den vierten Cursor automatisch an der tiefsten oder höchsten Stelle oder an einer Position am Objekt platziert und somit dem Benutzer den Zeitaufwand erspart, um diese Punkte manuell zu setzen.

**Tiefenkarte** – Der 3D-Punktwolkenansichtsmodus, in dem entweder der Abstand zwischen Messobjektiv und Objekt (Vollbild) oder den Abstand zur Mess-Referenzebene (Messbild) zeigt, ist farblich dargestellt, um die 3D-Störungen und die Oberflächenkonturen zu sehen.

**Tiefenprofilansicht** – Alternative 2D-Ansicht des Tiefenprofils entlang einer ausgewählten Tiefenprofilinie.

**Kanten-Sichtwinkel (EVA)** – Erscheint neben dem MTD und unterstützt den Benutzer, die Eignung der Perspektive abzuschätzen, wenn er in der Nähe einer Oberflächenkante eine Punkt-/Linien-, Tiefen- oder Flächenmessung unter Verwendung einer Messebene durchführt.

**Kanten-Sichtwinkellinie (EVA-Linie)** – Die in der Punktwolke dargestellte Linie zeigt an, wo der EVA ermittelt wird. Der EVA-Winkel ist 0°, wenn die EVA-Linie rechtwinkelig zur Messebene verläuft.

**FOD** – Fremdkörperschaden.

**Vollbildpunktwolke** – Zeigt alle Messungen und Oberflächendaten. Die Tiefenkarte zeigt den Abstand zwischen dem Messobjektiv und der Oberfläche an.

**Führungslinien** – Die bei Verwendung der Messebene mit Längen-, Punkt-/Linien-, Mehrfachlänge- oder Flächenmessung in den Punktwolkenansichten dargestellten Linien unterstützen den Benutzer bei der Positionierung der Cursor und der Ausrichtung auf Oberflächenpunkte, die sich außerhalb der Oberfläche befinden.

**Bildhelligkeit** – in Bezug auf ein Videoendoskop ist eine Kombination aus mehreren Komponenten, nicht nur aus dem verfügbaren Licht

- Bei Live-Video stellt der Bildhelligkeitsregler den Helligkeitssollwert für die automatische Verstärkungs- und Belichtungssteuerung der Kamera ein
- Bei Standbildern addiert oder subtrahiert der Bildhelligkeitsregler digital einen Offset zu den RGB-Werten des Bildes

**InspectionWorks Connect** – Inspektion im Echtzeitbild via Internet ermöglicht die Übertragung, Betrachtung und Kommentierung von Inspektionsvideos außerhalb des Inspektionsortes. Kann direkt auf dem Mentor iQ Handgerät aktiviert werden.

**Inaktiver Cursor** – Derzeit nicht ausgewählte Cursor, angezeigt durch einen grünen Kreis.

**Inspection Manager** – PC-basiertes Nachvermessungs-Werkzeug für Inspektionsbilder.

**Messbild-Punkt看ke** – Zeigt nur die aktive Messung und die Oberflächendaten in dessen Nachbarschaft an. Die Tiefenkarte zeigt den rechtwinkeligen Abstand zwischen den Oberflächenpunkten und der Referenzebene der Messung an.

**Fehlendes Material** – entsteht durch Materialermüdung bzw. Fremdkörper ( z.B. abgebrochener Zahn eines Zahnrades im Getriebe oder fehlendes Material an einer Schaufel (z.B. Verdichter oder Turbine).

**MTD** – Maximale Entfernung. Gibt zu einer bestimmten Messung den Abstand des am weitesten entfernten Cursor-Punktes zum Chip der Sonde an.

**Störungen in der Punkt看ke** – Störsignale in den 3D-Daten, die für die tatsächliche Oberflächegeometrie nicht repräsentativ sind. Die Störung wird in der Regel vermindert, wenn man die Sondenspitze näher zur Zieloberfläche bewegt oder den Winkel ändert umso Reflektionen zu vermeiden.

**Orangefarbene Außenlinie der Messergebnisse und MTD-Wert** – Gibt an, dass die Messung bei dem aktuellen Abstand zwischen Sondenspitze und Ziel zu groß und somit nicht zuverlässig ist. Abhilfe lässt sich schaffen, indem man die Sondenspitze näher an das zu vermessende Objekt bringt.

**Entdeckungswahrscheinlichkeit (Probability of Detection, POD)** – "POD ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler eines bestimmten Typs durch eine bestimmte Technik entdeckt wird, vorausgesetzt, der Fehler ist im Material vorhanden." Bill Prosser, NASA

Sie fragen sich vielleicht: "Was ist der POD von Waygate Technologies auf der Mentor Visual iQ (MVIQ) VideoProbe™? Und wie wird es mir bei Inspektionen und Indikationsanalysen helfen?"

Im Wesentlichen ist POD eine Kombination von Technologien, die die Umwandlung eines Weißlichtbildes in ein Bild ermöglichen, das die Beurteilung des Zustands der visuellen Oberfläche erleichtert, zusätzliche Informationen über den Zustand einer Oberfläche liefert und wenn eine Indikation oder ein "Fehler" entdeckt wird, stehen diese Werkzeuge zur Verfügung, um eine größere Präzision und Genauigkeit zu erreichen, wenn Real3D™ Phase und Real3D Stereo Measurement eingesetzt werden – beide liefern eine XYZ-bewegliche Punkt看ke für die Analyse.

**Profilscheiben** – Pfade entlang der Oberfläche zwischen den Referenzprofilinien in einer Bereichstiefenprofilmessung, die den rechtwinkeligen Abstand zwischen den Oberflächenpunkten und der Referenz-Oberfläche abbilden.

**Projizierte Ebenenmessung** – Die Verwendung einer Messebene in Verbindung mit einem anderen Messtyp, um die Ebene einer Oberfläche über das gesamte Bild hochzurechnen und auf dieser Ebene zu messen.

**Rot ausgefüllter Cursor auf Tiefenprofil** – Weist darauf hin, dass sich der Cursor nicht auf einer flachen Oberfläche oder nicht auf der gleichen Ebene befindet. Für eine präzise Messung muss der Cursor neu positioniert werden.

**Rote Maske auf dem Bild** – Weist darauf hin, dass die Oberflächendaten in diesem Bereich nicht für eine Messung verfügbar sind. Durch die Annäherung oder die Einstellung der Sichtachse lässt sich ggf. der rot markierte Bereich reduzieren.

**Referenzlinie** – Die ersten beiden Cursor, die bei einer Punkt-/Linienmessung auf unveränderten Oberflächenpunkten platziert werden, definieren eine gerade Referenzlinie im 3D-Raum, von dem der Abstand zum dritten Cursor-Punkt gemessen wird.

**Referenzebene** – Die Ebene, die von mindestens drei Punkten auf einer Referenzfläche definiert wird und von der der rechtwinkelige Abstand zu anderen Oberflächenpunkten berechnet wird. Ein blaues Viereck gibt die Position der Referenzebene in der 3D-Punkt看kenansicht des Messbildes an.

**Hinweis** – Eine Referenzebene wird als flach berechnet, selbst wenn die Oberfläche, auf der sich die Ebene befindet nicht flach ist. Dies ist eine potenzielle Fehlerquelle.

**Referenzprofilinie** – Bereichstiefenprofilinien, die durch die Messpunkte festgelegt wurden und den Oberflächenkonturen folgen. Sie werden verwendet um die Bereichs- und Referenzebenen für die Profilscheiben zu ermitteln.

**Referenz-Oberfläche** – Unveränderte Teil-Oberfläche, die als Referenz für verschiedene Messungen verwendet werden kann.

**Ergebnis-Scheibe** – Die Profilscheibe des Flächentiefenprofils, die den höchsten oder tiefsten Punkt enthält und auf dem Bild und in der Punkt看ke dargestellt wird.

**Oberflächenmaske** – Zeigt Oberflächenpunkte, die sehr nah an der Mess-Referenzebene liegen. Sie werden in grüner Farbe angezeigt, damit der Benutzer präzise Referenzebenen sowie Tiefen-, Tiefenprofil- und Flächentiefenprofilmessungen leichter erstellen kann.

**Gelbe Maske auf dem Bild** – Bei der 3D-Phasenmessung weist dies auf Oberflächendaten hin, die für eine Messung eine geringe Qualität aufweisen. Es besteht das Risiko einer verminderten Genauigkeit, insbesondere bei Tiefen oder kleinen Messbereichen. Bereiche mit gelber Markierung werden häufig durch Oberflächen-Reflektionen verursacht. Eine Änderung der Ausrichtung der Sonde, durch die diese Reflektionen nicht mehr auf das Messobjektiv projiziert werden kann die Qualität der Daten verbessern, so dass Bereiche mit gelber Maskierung verringert oder beseitigt werden.

### **3DPM-Speicherformat** –

- PMap – Die ursprünglichen projizierten Musterbilder werden in die gespeicherte Bilddatei eingebettet und vollständig neu verarbeitet, um neue 3D-Daten zu erzeugen, wenn eine erneute Messung mit dem abgerufenen Bild durchgeführt wird. Wird im Allgemeinen für Entwicklungs- und Fehlerbehebungszwecke verwendet.
- ZMap – Die berechneten 3D-Oberflächendaten werden in die gespeicherte Bilddatei eingebettet und verwendet, wenn eine erneute Messung am abgerufenen Bild durchgeführt wird. Ergibt kleinere Dateien als PMap und wird für die meisten Anwender empfohlen.

**Waygate Technologies**

721 Visions Drive  
Skaneateles, NY 13152  
315-554-2000

**waygate-tech.com**

\*Bedeutet eine Marke von Baker Hughes. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Hersteller.

Copyright 2023 Baker Hughes Company. All rights reserved.

BHCS31907B-DE

(05/2023)

**Baker Hughes** 

[waygate-tech.com](https://waygate-tech.com)