

# Laservermessungstechnik in der Windkraftindustrie



Die Status Pro GmbH hat ein neuartiges System zur Vermessung von Geometrien in der Windkraftindustrie fertig gestellt. Ziel der Entwicklung war ein einfach zu bedienendes aber hochpräzises Messinstrument zu entwickeln, das dem Anwender eine schnelle Messung mit aussagekräftigen Werten liefert.



Das Ergebnis ist ein universelles Messsystem mit vielen Einsatzmöglichkeiten.

## Aufbau des Systems



**R310 BT**



**DU310**



**T330 Laser**

Der Laser T330 besteht aus einem stabilen Gehäuse in dem ein beweglicher Laserkopf sitzt. Der Laserkopf kann bei Bedarf über den Empfänger R310 automatisiert per Infrarot gesteuert werden. Das bedeutet, dass sich die Laserebene selbstständig einrichtet!

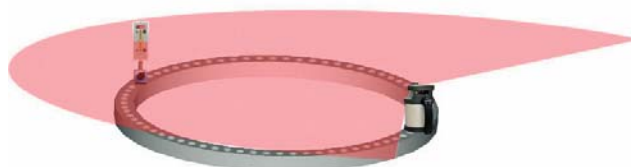
Der Empfänger R310 zeigt den Auftreffpunkt der Laserebene im Display an und überträgt das Ergebnis per Bluetooth an die Auswerteeinheit. Hierbei steht ein Messbereich von 80mm zur Verfügung. Durch die Bluetooth Anbindung gehören störende Kabel der Vergangenheit an. Die Empfänger sind auf Wunsch auch mit einem leichten Kunststoffgehäuse lieferbar. Weiterhin sind alle Komponenten über Batterien, Akkus oder am Netz betreibbar. Für den Aufbau stehen verschiedene Befestigungsmöglichkeiten zur Verfügung. Einen Eindruck von den Möglichkeiten des Systems zeigt der Film unter <http://www.statuspro.com/index.php?catid=106>.

## Flanschvermessung mittels Laser

Flansche stellen Verbindungselemente dar, die hinreichend genau gearbeitet sein müssen, damit die Dichtigkeiten gewährleistet sind und es zu keinen übermäßigen Spannungen kommt. Speziell im Bereich des Turmbaues ist eine exakte Geometrie aufgrund des Herstellungsverfahrens nur schwer zu erreichen. Bei Arbeiten an den Segmenten entstehen Spannungen und Verformungen durch Schweißarbeiten oder durch die Lagerung. Eine Vermessung der Flansche dient der Sicherstellung des Betriebes auf lange Zeit.

In den Anfängen wurde daher versucht, mittels Richtscheit und Fühlerlehren die Ebenheit zu prüfen. Bei großen Durchmessern zeigten sich natürlich schnell die Grenzen dieser Technik und es wurden andere Lösungen gesucht. Da die Messungen mittels Richtscheit immer nur in Segmenten des Kreises gemessen wurden, gab es Protokolle über die sogenannte „Kurzweiligkeit“.

Durch die Laservermessungstechnik (Rotationslaser) war es nun erstmals möglich, eine Referenzebene abzubilden und den Flansch im Bezug zu dieser Ebene zu vermessen. Hierzu wird der Laser am oder vor dem Flansch befestigt und der rotierende Laserstrahl bewegt sich wie eine Scheibe über dem Flansch. Mit dem Empfänger R310 wird nun der Abstand der Laserebene zum eigentlichen Flansch an vielen Punkten gemessen.



**Hierbei können verschiedene Verfahren eingesetzt werden:**

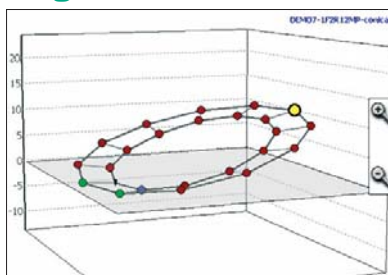
1. Laserebene wird parallel zu 3 beliebigen Punkten am Flansch ausgerichtet
  - Dieses Verfahren dauert lange und das Ergebnis ist von den gewählten Punkten abhängig
2. Die Laserebene bildet einen Winkel mit dem Flansch
  - Dieses Verfahren ist wesentlich schneller, bedingt aber eine Berechnung der entstehenden Werte. Bei modernen Systemen wird dies vor Ort durchgeführt, bei älteren über eine Berechnung auf einem separaten PC.

**Aufbau der Messung**

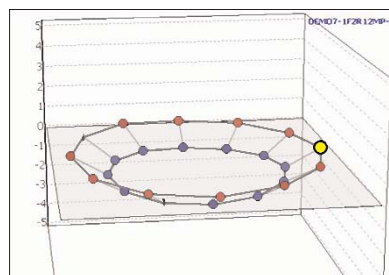
Status Pro versucht die Messtechnik für den Anwender so einfach wie möglich und die Messung so schnell und exakt wie möglich zu gestalten. Deshalb wird im Regelfall nur die 2. Methode eingesetzt und eine Berechnung der Ebene vor Ort durch die Auswerteeinheit durchgeführt. Hierzu wird der Sensor an allen zu vermessenden Punkten aufgesetzt (freie Reihenfolge) und gemessen. Die Vermessung eines Flansches mit 104 Messpunkten dauert mit Systemaufbau weniger als 25 Minuten. Als Ergebnis ergibt sich dann während der Messung eine Grafik in 3D oder 2D - je nach Präferenz der Bedieners - über die eine sofortige Auswertung möglich ist.



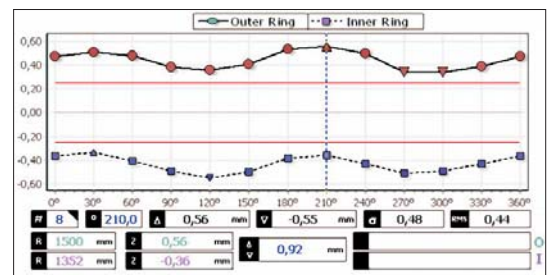
**Ergebnis**



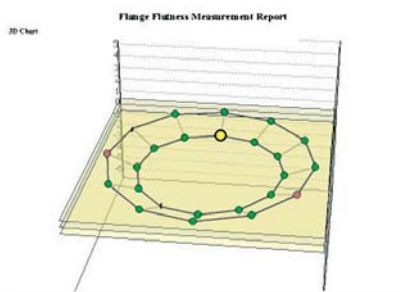
Rohdaten



Gleiche Messung mit Ausgleichsebene



Ansicht in 2D

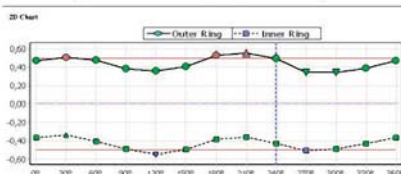


**Flange Flatness Measurement Report**

Unit: mm    Tolerance: 0,30    Flatness: DIN 9137-1F2R 120P-coaxial

Nr	Pos	Outer	Inner	Taper [mm]	Tilt [mrad]	Temp [C]	Name
1	0,0	0,48	-0,37	0,842	5,689	26,1	
2	30,0	0,51	-0,33	0,842	5,689	26,5	
3	60,0	0,48	-0,41	0,892	6,027	26,7	
4	90,0	0,39	-0,49	0,877	5,926	26,8	
5	120,0	0,30	-0,55	0,909	6,142	26,9	
6	150,0	0,41	-0,50	0,904	6,108	27,1	
7	180,0	0,53	-0,39	0,918	6,201	27,3	
8	210,0	0,56	-0,36	0,918	6,203	27,6	
9	240,0	0,50	-0,43	0,929	6,277	27,9	
10	270,0	0,34	-0,51	0,855	5,777	24,4	
11	300,0	0,34	-0,49	0,824	5,615	24,7	
12	330,0	0,39	-0,43	0,819	5,534	26,2	

Diameter	Max	Min	Peak-Peak	Average	Flatness RMS	Std. Dev.
OUTER	0,56	0,34	0,22	0,39	0,07	0,08
INNER	-0,33	-0,55	0,22	-0,40	0,06	0,07
ALL	0,56	-0,55	1,11	0,39	0,14	0,08



Ein übersichtliches Protokoll wird automatisch als PDF erstellt. Auf Wunsch können auch die Daten als Excel-file geöffnet und in vorhandene Protokolle kopiert werden. Somit ist die Auswertung in jede Richtung offen.

Falls es bei einem Messpunkt zu einer Fehlmessung (z.B. ein Grat) kommt, kann der einzelne Messpunkt erneut gemessen werden.

## Parallelitätsmessung

Ein weiteres Highlight ist die mögliche Erweiterbarkeit zu einem Parallelitätsmesssystem. Mit einem weiteren Sensor kann so die Parallelität von zwei Flanschen an einem Turmsegment zueinander vermessen werden.

Somit kann die Parallelität beider Seiten direkt miteinander verglichen und dokumentiert werden.

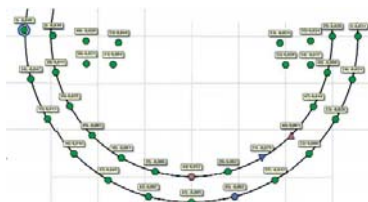


## Fundamentvermessung

Neben den „reinen Flanschvermessungen“ können mit dem System auch Vermessungen der Fundamente durchgeführt werden. Durch die integrierte automatische Nivellierfunktion des Lasers ( $<0,025\text{mm/m}$ ) lässt sich der Laser auf Knopfdruck horizontal ausrichten. Nun muss lediglich mit dem Empfänger R310 die Höhe aller Punkte verglichen werden. Über die direkte Anzeige der Werte am Display wird hier nicht mal ein PC benötigt! Umständliche Messungen mit Wasserwaagen und langen Richtscheiten gehören somit der Vergangenheit an!

## Nabenvermessung

Auch die Naben und Flügelansätze können auf die gleiche Art vermessen werden. Bevor es zu Spannungen im Material kommt können hier die Auflagen verglichen und gegebenenfalls nachgearbeitet werden.



(Hier das Beispiel eines Kopfes)

## Head Assembly

Auch komplexe Gebilde können dank der einfach zu bedienenden Software schnell vermessen werden.

## Grundrahmenvermessung

Grundrahmen sind Schweißkonstruktionen und unterliegen während der Fertigung häufig einem Verzug. Auch hier können Anlageflächen und Aufstandsflächen (z.B. Flanschflächen und Generatorkauflage) einfach und schnell vermessen und dokumentiert werden. Vorteil ist auch hier ein verspannungsfreier Aufbau, der eine lange Haltbarkeit der Anlage garantiert.

