



1



2



3

1 Gebaute IHU-Nockenwelle

1. Generation

2 Gebaute IHU-Nockenwelle

2. Generation

3 Beschichtete monolithische  
IHU-Nockenwelle

## LEICHTBAUNOCKENWELLE – GEBAUT, BESCHICHTET, NITRIERT ODER PRESSGEHÄRTET

Im weltweiten Motorenbau sind neben der Emissionsreduktion (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und PM) die Kosten- und vor allem die Massenreduzierung wesentliche Entwicklungsschwerpunkte.

Die Nockenwelle steuert die Ein- und Auslassventile eines Verbrennungsmotors, die für den Ladungswechsel im jeweiligen Zylinder erforderlich sind. Die Nocken müssen daher eine hohe Oberflächengenauigkeit besitzen und sehr verschleißfest sein. Traditionell werden Nockenwellen aus Vollmaterial geschmiedet oder gegossen. Sie sind hoch belastbar, jedoch sehr schwer. Das Rohschmiedeteil muss zudem einer aufwendigen Nacharbeit unterzogen werden.

Am Fraunhofer IWU werden Verfahren entwickelt, um Nockenwellen leichter und den Herstellungsprozess kostengünstiger zu gestalten. Mit der Abkehr vom bisherigen Nockenwellendesign entstanden gebaute und monolithische Nockenwellen.

Gebaute Nockenwellen zeichnen sich durch ein rohrförmiges Halbzeug und separat gefertigte Nocken aus. Die Nocken werden mit geringem Fertigungsaufwand form- oder kraftschlüssig auf den Rohr-Grundkörper gefügt.

Der Einsatz der Innenhochdruck-Umformtechnologie bietet wesentliches Potential zur Massenreduzierung. In innovativen Weiterentwicklungen der gebauten Nockenwellen werden die zu fügenden Nocken als Einzelkomponenten eliminiert und im Innenhochdruck-Umformprozess aus dem Rohr geformt (monolithische Nockenwellen).

Die entwickelten Lösungen sind durch die Beibehaltung der wesentlichen Konstruktionsschnittstellen zur Motorperipherie und der Funktionsanforderungen mit dem heutigen Serienfertigungsstand kompatibel, das heißt austauschbar.

### Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

### Abteilung Wirkmedienumformung und Werkzeugkonzepte

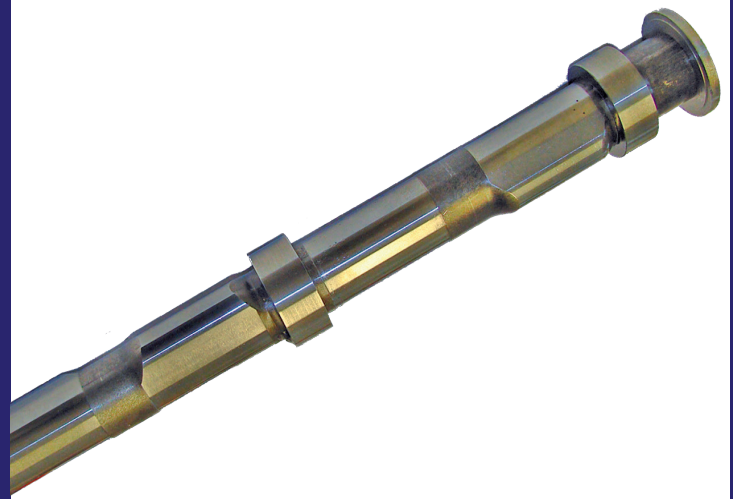
Dipl.-Ing. Markus Werner  
Telefon +49 371 5397-1863  
markus.werner@iwu.fraunhofer.de

[www.iwu.fraunhofer.de](http://www.iwu.fraunhofer.de)





4



5

### Lösung: Gebaute Nockenwelle

#### Entwicklung:

- Fügen von dünnwandigen und schmiederohen Nocken in einem Fügeprozess
- Technologieentwicklung für Anbauteile und Schrauberfreigang

#### Ergebnis:

- Erfolgreich auf befeuerten Prüfstand erprobt und in Serienproduktion überführt
- Gewichtseinsparung von 40 Prozent je Nockenwelle zu geschmiedet
- Reduzierung der Fertigungskosten von 30 Prozent je Nockenwelle zu geschmiedet

### Lösung: Beschichtete Nockenwelle

#### Entwicklung:

- FEM-Simulation (Ermittlung der optimalen Nockenkontur, Simulation des IHU-Prozesses)
- Optimierung des Umformprozesses
- Schichtentwicklung (Material- und Verfahrensauswahl, statische/dynamische Tests)
- Beschichten der Nocken (Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Hartmetallschichten: ca. 1000 HV, Dicke ca. 0,8 mm)
- Schleifbearbeitung der Nockenflächen

#### Ergebnis:

- Erfolgreich auf geschlepptem Prüfstand erprobt
- Gewichtseinsparung von 45 Prozent je Nockenwelle zu gebaut
- Signifikante Prozesskettenverkürzung durch Entfall der Nockenringherstellung

### Lösung: Nitrierte Nockenwelle

#### Entwicklung:

- FEM-Simulation (Ermittlung der optimalen Nockenkontur, Simulation des IHU-Prozesses)
- Verfahrensgerecht gestaltete Nockenkontur (Doppelnocken)
- Verschleißschutz durch thermische Oberflächenbehandlung nach IHU
- Realisierung der Nockenwellen im ein- bzw. mehrstufigen IHU-Prozess

#### Ergebnis:

- Erfolgreich auf geschlepptem Prüfstand erprobt
- Signifikante Prozesskettenverkürzung durch Entfall der Nockenringherstellung
- Gewichtseinsparung von 50 Prozent je Nockenwelle zu geschmiedet
- Reduzierung der Fertigungskosten von 10 Prozent zu gebaut

### Lösung: Pressgehärtete Nockenwelle

#### Aktuelle Entwicklung:

- Technologieentwicklung zur Integration der Nockenwärmebehandlung in den IHU-Umformprozess
- FEM-Simulation (Ermittlung des Wärmehaushaltes im Prozess, Simulation des IHU-Prozesses)
- Auswahl eines optimalen Halbzeug-Werkstoffes zur Einstellung der erforderlichen Verschleißfestigkeit
- Konstruktion eines temperierten IHU-Werkzeuges für das wirkmedienbasierte Presshärten

#### Ergebnis:

- Erste Prototypen erfolgreich hergestellt und in Dauerschleppversuchen erprobt
- Reduzierung des Schleifaufmaßes möglich
- Signifikante Prozesskettenverkürzung durch Entfall der Nockenringherstellung
- Gewichtseinsparung von 60 Prozent je Nockenwelle zu geschmiedet
- Reduzierung der Fertigungskosten von 20 Prozent zu gebaut

4 Nitrierte monolithische IHU-Nockenwelle

5 Pressgehärtete monolithische IHU-Nockenwelle