

Urzustand



Guss- oder Schmiedenockenwelle
2,4 kg (100 Prozent Gewicht)

1. Entwicklungspfad – Gebaute Nockenwelle



1. Generation (1999)
1,5 kg (-38 Prozent Gewicht)



2. Generation (2002)
1,2 kg (-50 Prozent Gewicht)



3. Generation (2009)
1,1 kg (-55 Prozent Gewicht)

2. Entwicklungspfad – Monolithische Nockenwelle



1. Generation (2004)
mit Hartmetallbeschichtung
1,4 kg (-42 Prozent Gewicht)



2. Generation (2007)
mit Nitrierung
1,2 kg (-50 Prozent Gewicht)



3. Generation (aktuell)
mit direktem Presshärten
1,0 kg (-59 Prozent Gewicht)

PARTNER

AUDI AG
BMW AG
HTM Härtetechnik und Metallbearbeitung GmbH
ThyssenKrupp Presta Chemnitz GmbH
VOLKSWAGEN AG

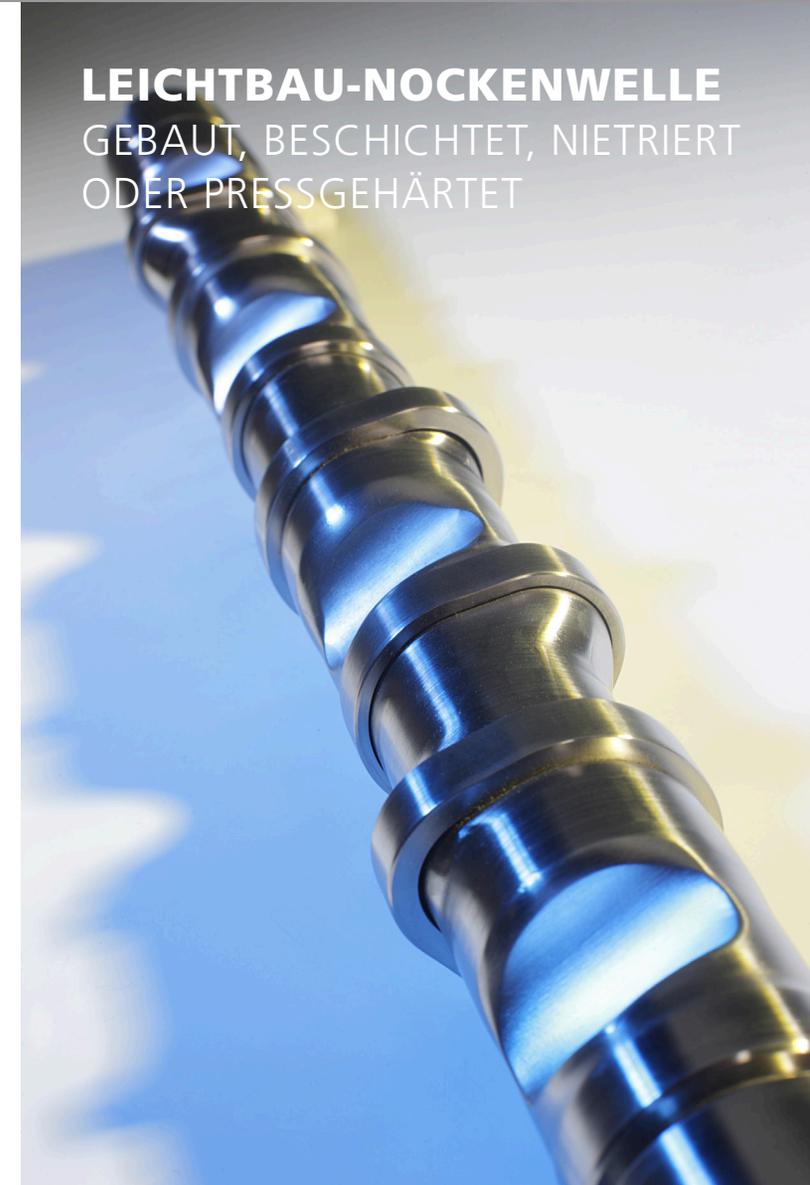
KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz

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

www.iwu.fraunhofer.de

LEICHTBAU-NOCKENWELLE
GEBAUT, BESCHICHTET, NIETRIERT
ODER PRESSGEHÄRTET





Im Motorenbau sind neben der Emissionsreduktion (CO_2 , NO_x und PM) die Kosten- und vor allem die Massereduzierung wesentliche Entwicklungsziele.

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 und sind deshalb hoch belastbar, jedoch sehr schwer. Das Rohschmiedeteil muss zudem einer aufwendigen Nacharbeit unterzogen werden.

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

GEBAUTE NOCKENWELLEN

Diese Nockenwellen entstehen aus einem rohrförmigen Halbzeug und separat geschmiedeten dünnwandigen Nocken. Die Nocken werden form- oder kraftschlüssig auf den Rohr-Grundkörper gefügt. Dieser Nockenwellen-Typ besitzt ein geringeres Gewicht bei geringem Fertigungsaufwand. Im Vergleich zur geschmiedeten Nockenwelle wurden die Fertigungskosten um 30 Prozent reduziert.

MONOLITHISCHE NOCKENWELLEN

Der Einsatz der Innenhochdruck-Umformtechnologie (IHU) bietet ein erhebliches Potential zur Massereduzierung. In Weiterentwicklungen der gebauten Nockenwellen werden die zu fügenden Nocken als Einzelkomponenten eliminiert und statt dessen im Innenhochdruck-Umformprozess aus dem Rohr geformt. Die Prozesskette wird durch den Wegfall der Nockenringfertigung signifikant verkürzt.

Bei der beschichteten Nockenwelle wird die notwendige Verschleißfestigkeit durch eine Hartmetallbeschichtung gewährleistet. Die ca. 0,8 mm dicken Hartmetallschichten mit einer Härte von rund 1000 HV werden durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen aufgebracht. Anschließend werden die Nockenflächen geschliffen.

Bei der nitrierten Nockenwelle wird im Anschluss an den IHU-Prozess eine thermische Oberflächenhärtung durchgeführt. Zur Gewährleistung von Oberflächenhärte, Einhärtetiefe und Umformbarkeit beim IHU-Prozess wird ein höherfester Stahl verwendet. Niedertemperaturverfahren ($< 550 \text{ }^\circ\text{C}$) wie Gas- und Plasma-Nitrieren minimieren den durch die Wärmebehandlung auftretenden Wärmeverzug der IHU-Teile. Diese Nockenwellen-Varianten führen zu einer nochmaligen Gewichtseinsparung. Durch den geringen Fertigungsaufwand ist die Herstellung im Vergleich zur gebauten Nockenwelle 10 Prozent günstiger.

Alle entwickelten Prototypen wurden erfolgreich auf geschleppten und befeuerten Prüfständen erprobt.

AUSBLICK

Derzeit wird am Fraunhofer IWU an der neuesten Generation von Leichtbau-Nockenwellen geforscht. Die Innovation liegt in der Integration der Wärmebehandlung in den Umformprozess. Eine Herausforderung sind die Umformgrade und Verschleißfestigkeiten, die in einem Prozessschritt erreicht werden müssen. Die Kombination von IHU und Presshärten wird eine nochmalige Verkürzung der Prozesskette sowie eine weitere Senkung von Gewicht und Kosten bewirken. Die Vorteile der Warmumformung wie geringe Rückfederung und hohe Formgenauigkeit können zu einer Reduzierung des Schleifaufmaßes führen.