

# Qualität der Tachoinformationen aus CAN/OBD-2 im Vergleich zu Sensor-erfassten Drehzahlen

Bernhard Virnich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH, E-Mail: bvirnich@muellerbbm-vas.de

## Einleitung

Bei der Messung an rotierenden Bauteilen oder Motoren wird oft die Ordnungsanalyse eingesetzt. Die Analyse von Ordnungen, Drehschwingungen oder eine Grad-Kurbelwinkel bezogene Darstellung von Messergebnissen sind ohne eine Drehzahlinformation nicht möglich. Dabei ist für die Aussagekraft der Analyseergebnisse die Qualität des Drehzahlsignals von signifikanter Bedeutung.

Drehzahlsignale am Motor können an verschiedenen Stellen abgegriffen werden. Üblich sind Signale von Nockenwelle, Kurbelwelle, Zündfrequenz oder Signale von extra angebrachten Drehzahlgebern oder einer Tachoscheibe. Zunehmend sind im Fahrzeug auch digitale Busse für die Kommunikation verbaut. CAN-Bus und OBD-2-Servicestecker bieten eine weitere Möglichkeit, Drehzahlinformationen zu erhalten. Es werden verschiedene Arten der Drehzahlerfassung vorgestellt und mögliche Auswirkungen auf die Genauigkeit der Ordnungsanalyse erläutert. Dazu wurden reale Messungen mit verschiedenen Methoden an unterschiedlichen Fahrzeugen oder auf Motorprüfständen gemacht und gegenübergestellt.

## Drehzahlsensoren

Die Drehzahl  $n$  ist die Anzahl der Umdrehungen  $U$  eines rotierenden Systems je Zeiteinheit  $t$ , in Minuten angegeben. Wird die Drehzahl durch den Faktor 60 geteilt, erhält man die Drehfrequenz.

$$n = U / t \quad [1/\text{min}] \quad (1)$$

Es gibt eine Vielzahl von Drehzahlsensoren für die unterschiedlichen Einsatzfälle. Aktive Sensoren liefern direkt ein Signal, das eine Drehzahlauswertung ermöglicht, haben aber Nachteile bei der Signalqualität. Passive Sensoren benötigen eine Versorgungsspannung. Eine integrierte Signalaufbereitung liefert meistens ein TTL-Rechtecksignal proportional zur Drehzahl. Es gibt auch Sensoren, die ein DC-Signal proportional zur Drehzahl ausgeben oder ein frequenzmoduliertes Signal.

In der Automobilindustrie werden häufig eingesetzt:

- Induktive Sensoren (einfacher Aufbau, robust)
- Optische Drehzahlsensoren (hohe Winkelauflösung)

Es gibt auch kapazitive Sensoren, die Vorteile bei hohen Temperaturen haben und Geräte, die aus der Restwelligkeit des Bordnetzes eine Drehzahl generieren können.

Moderne Analysesysteme bieten die Möglichkeit, nachträglich eine Drehzahl aus einer signifikanten Ordnung

im Spektrum grafisch zu bestimmen. Aussetzer oder Doppelpulse können geglättet oder herausgerechnet werden.

## Bussysteme

### CANBus

CAN ist die Abkürzung für **C**ontroller-**A**rea-**N**etwork und wurde 1983 von der Firma Bosch eingeführt. Der Bus dient der Vernetzung von Steuergeräten. Er ist als symmetrische Leitungsführung ausgelegt und dadurch unempfindlich gegen Störungen. Über dieses Netzwerk läuft eine Vielzahl von Informationen. Eine Nachricht/Frame besteht aus 7 Kennfeldern. Um das CANBus-Signal interpretieren zu können, muss die Formatierung der Kennfelder bekannt sein. Ein sogenanntes DBC-File beinhaltet diese Daten.

Während der Entwicklungsphase eines Fahrzeugs kann sich das CAN-Protokoll ändern. Fahrzeughersteller sind auch nicht immer bereit, das DBC-File offenzulegen. Beides kann zu Problemen führen.

### OBD-2

OBD-2 ist die Abkürzung für **O**n-**B**oard-**D**iagnose-**I**nterface. Ursprünglich wurde das Diagnose-Interface im Rahmen der CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Reduktion entwickelt. Es ist seit 2005 für PKW und LKW standardisiert. Über die Schnittstelle lassen sich motorrelevante Daten wie Drehzahl, Kühlwassertemperatur, Motorlast, Ansaugdruck etc. auslesen. Der 16-polige Stecker und die Pinbelegung sind genormt.

Für den Vergleich kamen folgende Geräte zum Einsatz:

- Kraus Messtechnik, KMT RPM-8000-OBD2 (Gerät zur Umsetzung des OBD-2-Signals in ein TTL-Signal mit 30 Pulsen/Umdrehung)
- Müller-BBM Scandinavia AB, OBD2-CAN-Interface (Drehzahlsignal aus dem OBD-2 wird in ein CAN-Signal mit bekannten DBC-Daten umgesetzt)

Beide Geräte lieferten zuverlässig Drehzahlinformationen. Der Anschluss war einfach und die Handhabung problemlos.

An folgenden Fahrzeugen/Motoren wurde gemessen: Opel Insignia Diesel, Volkswagen Transporter T5, Peugeot 307, Mercedes B-Klasse, Audi A6, BMW Reihen-6-Zylinder; Ford 4-Zylinder 2,0 l. Alle Messungen wurden mit dem PAK-Messsystem durchgeführt

## Gegenüberstellung

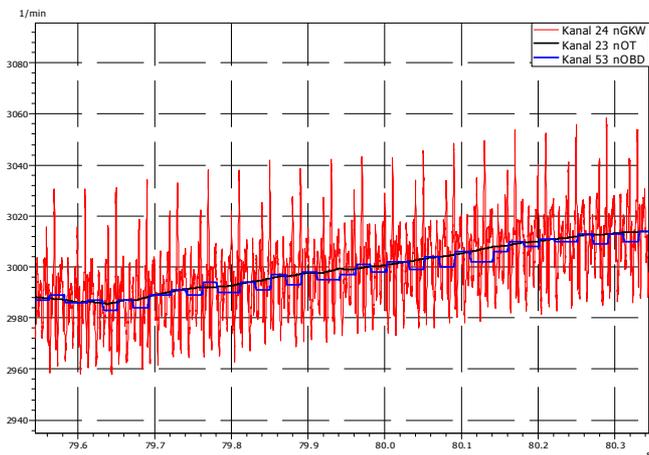
Mit ein Anlass für diesen Beitrag ist eine Messungen aus dem Jahr 2004. Eine damals aufgetretene Abweichung in der Ordnungsanalyse lässt sich durch einen Zeitversatz bei der Drehzahlerfassung erklären. Die Drehzahl wurde aus dem

CAN-Bus ausgelesen und zu Pulsen aufbereitet. Der Versatz im Drehzahlensignal führte zu einer Drift zu höheren Ordnungen hin. Die Abweichung war proportional zur Drehzahländerung.

Bei der Gegenüberstellung liegt ein besonderes Gewicht auf der Bestimmung eines möglichen Fehlers durch den Zeitversatz, der bei digitalen Systemen durch die Signalverarbeitung, FIFO-Effekte und Busbelastung zustande kommt. Dafür wurden Messungen als schneller Hochlauf (Gasstoß) durchgeführt. Der Gasstoß führt zu einer schnellen Änderung der Drehzahl und zeigt Abweichungen sehr gut.

Zuerst wurde an einem optischen Sensor ein analog abgegriffenes Signal mit dem aufbereiteten TTL-Signal verglichen. Es ergab sich keine messtechnisch relevante Verzögerung. Die Messungen mit dem optischen Sensor dienen als Referenz.

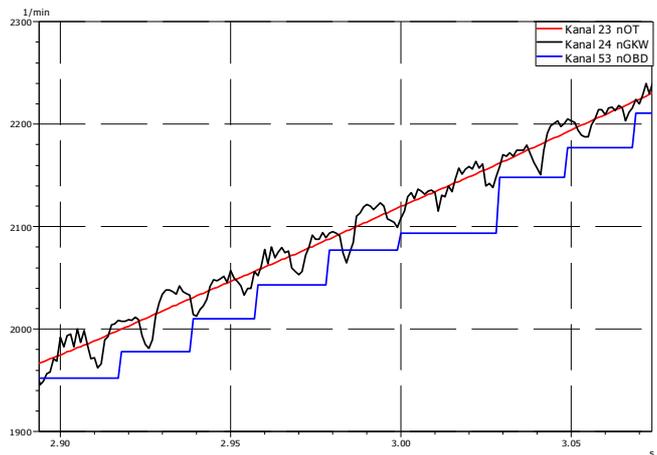
Bei einem langsamen Hochlauf (1 000-4 000 1/min in 120 s) ist bei der Ordnungsanalyse kein Unterschied feststellbar. Es ist egal, ob die Drehzahlinformation von einem Sensor oder einem digitalem Bus stammt.



**Abbildung 1:** Langsamer Hochlauf. Die rote Kurve zeigt ein Tachosignal mit 720 Pulsen/Umdrehung. Gut zu erkennen ist die Drehgleichförmigkeit von ca. 70 1/min. Die schwarze Kurve zeigt die Drehzahl eines Sensors, der einen Puls je Umdrehung liefert. Blau dargestellt ist das Signal vom OBD-2. Es liegt nahe bei der schwarzen Kurve. Erkennbar ist eine Stufung, die typisch für Drehzahlen aus OBD-2 und CANBus ist.

Es wurden mehrere Fahrzeuge untersucht. Es scheint je nach Fahrzeug oder Motor eine unterschiedliche Qualität des Drehzahlensignals aus der OBD-2- bzw. CANBus-Schnittstelle zu geben. Typisch war ein Zeitversatz von 30-50 ms. Die Wiederholrate lag bei 1-2 Drehzahlinformationen je Umdrehung. Bei einem Fahrzeug gab es Ausreißer. Hier betrug der Zeitversatz aus dem OBD-2 bis zu 400 ms und nur alle 3-6 Umdrehungen kam ein Update der Drehzahlinformation.

Beim schnellen Hochlauf durch einen Gasstoß in Abb. 2 ist deutlich zu erkennen, dass das Signal aus dem OBD-2-Interface versetzt kommt. Ein Zeitversatz bedeutet, dass zum Zeitpunkt der Analyse eine „alte“ Drehzahlinformation vorliegt. Weicht diese stark vom aktuellen Wert ab, ist der Fehler groß. Je langsamer die Drehzahländerung ist, desto geringer ist der mögliche Fehler.

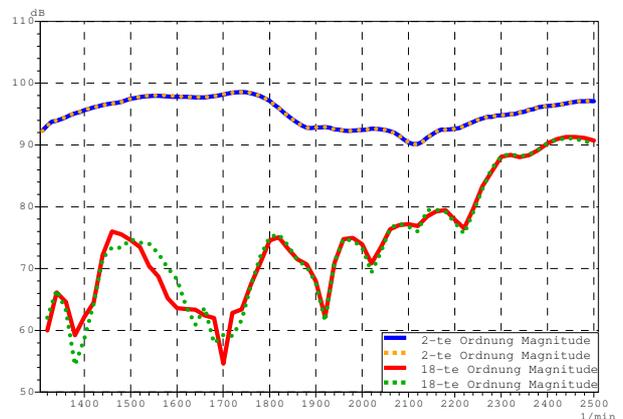


**Abbildung 2:** Schneller Hochlauf, Legende wie in Abb. 1. Der Zeitversatz der Drehzahl aus dem OBD-2 ist nicht konstant und beträgt in dem Beispiel bis zu 45 ms

### Zusammenfassung

Niedrige Drehzahlen sind von einer fehlerhaften Drehzahlinformation stärker betroffen als hohe. Ist der Drehzahlfehler beispielsweise 50 1/min, so beträgt bei einer Drehzahl von 1 000 1/min die relative Abweichung 5 %, bei 5 000 1/min nur noch 1 %.

Ein Versatz wirkt sich auf höhere Ordnungen stärker aus als auf niedrige. Ist z. B. die Ordnungsaufösung mit 0,2 Ordnungen gewählt, so beträgt die relative Analysebandbreite bei der 2. Ordnung unkritische 10 %, bei der 20. Ordnung aber nur noch 1 %. Ein Drehzahlversatz, der größer ist, macht sich dann bemerkbar.



**Abbildung 3:** Schneller Hochlauf mit einer Drehzahländerung von 1 000 min<sup>-1</sup> innerhalb von 3 s. Vergleich der zweiten Ordnung (blau/orange) und 18. Ordnung (rot/grün). Analyse der Magnitude auf Basis des optischen Sensors (durchgezogene Linie) verglichen mit Drehzahl aus OBD-2 (gepunktete Linie). Die 18. Ordnung zeigt Unterschiede bei niedrigen Drehzahlen

Schlussfolgerung:

- Das OBD-2-Diagnose-Interface und der CANBus liefern eine Drehzahl mit einem Zeitversatz. Dieser kann unterschiedlich groß sein.
- Je schneller ein Hochlauf erfolgt, desto eher müssen evt. Fehler bei niedrigen Drehzahlen und bei höheren Ordnungen einkalkuliert werden.