

# **UNIKAL – ein datenbankgestütztes, universales Kalibriersystem mit LabVIEW und ORACLE**

**Steffen Schmidt<sup>1)</sup> und Thomas Appel<sup>2)</sup>**

**<sup>1)</sup>Volkswagen AG, Wolfsburg**

**<sup>2)</sup>A.M.S. Software GmbH, Quickborn**

## **Kurzfassung**

Für die Entwicklung eines Kraftfahrzeuges sind zuverlässige Meßtechnik und Vertrauen in die Meßwerte unerlässlich. Beides kann nur durch regelmäßiges Kalibrieren der Meßtechnik in einem entsprechend ausgestatteten und anerkannten Kalibrierlaboratorium durchgeführt werden. Es befindet sich in diesem Fall in der Forschung und Entwicklung der Volkswagen AG in Wolfsburg.

Dieses Kalibrierlaboratorium für mechanische, elektrische und thermische Meßgrößen befaßt sich mit der Kalibrierung der Meßgrößen Kraft, Druck, Beschleunigung, Drehmoment, Weg, Winkel, Temperatur, Ladung, Widerstand, Gleich- und Wechselspannung. Zur Kalibrierung jeder einzelnen Meßgröße sind verschiedene Kalibriereinrichtungen vorhanden, die mittels vernetzter Steuerrechner und trotz unterschiedlicher Anforderungen von einer einheitlichen Software betrieben werden sollen. Die Meßergebnisse sind zentral in einer ORACLE-Datenbank abgelegt.

Zur automatischen Steuerung der Kalibriereinrichtungen, Datenerfassung und Datenaufbereitung wurde ein PC-Programm mit LabVIEW unter Windows NT entwickelt, das über GPIB und serielle Schnittstellen mit der Meßtechnik und über Ethernet mit der ORACLE-Datenbank verbunden ist. Ein Betrieb ohne Netzwerkverbindung zur zentralen Datenbank ist gewährleistet.

Es werden neben administrativen Daten auch die Meßbedingungen erfaßt und gespeichert. Die Meßwerte werden aufbereitet und zusammen mit den anderen Angaben zur Kalibrierung in einer lokalen Datenbank und je nach Verfügbarkeit sofort oder später in der zentralen ORACLE-Datenbank gespeichert. Die Prüfmittelüberwachung für das Labor ist in die Software eingebunden. Die Oberfläche ist sowohl bezüglich der angezeigten Informationen als auch der Art der Anzeige (tabellarisch, graphisch) vollständig parametrierbar und kann somit an die Anforderungen aus der Kalibrierung und die Bedürfnisse der Anwender angepaßt werden.

## **Abstract**

Developing a car depends critically on the reliability of the measurement equipment and accuracy of the measured values can only be ensured by periodical calibrations. These calibrations have to be performed in authorized calibration labs, in this case the lab is located in the R&D of Volkswagen AG Wolfsburg.

This lab is concerned with electrical, mechanical and thermic measurements and in particular calibrates quantities like force, pressure, acceleration, torque, distance, angle, temperature, charge, resistance, DC- and AC voltage. A variation of measurement equipment is needed to calibrate each individual quantity. These equipments are controlled by a unique software which runs on PCs in a network and stores the measurement result in a central ORACLE database.

For the automatic control of the calibration equipment, the data acquisition and data evaluation a new LabVIEW program under Windows NT was developed which connects the PC via GPIB and serial interfaces to the measurement devices and via Ethernet to the central database. In addition the program must be able to run without connection to the central database.

Administrative data and measurement conditions are only recorded and stored where'as measured values are evaluated before being stored in a local database. All data are stored immediately or delayed into the central database depending on its availability. The software contains the control of test and measurement equipment for the lab. The user interface can be parametrized to optimize the visualization of information and data according to the needs of the calibration procedure or the specific user.

## Aufgabenstellung

Um zuverlässige Kalibrierungen durchführen zu können, sind unterschiedliche Meßgeräte verschiedener Hersteller notwendig. Die Meßgeräte lassen sich größtenteils über die GPIB-Schnittstelle steuern. Andere Geräte müssen von Hand bedient werden. Der Ablauf einer Kalibrierung ist in Normen und Richtlinien beschrieben. Hinzu kommen die speziellen Anforderungen der Kunden. Die zu erstellende Software muß deshalb eine Vielzahl von Meßgeräten unterstützen und sich automatisch ohne spezielle Aktionen vom Bediener für neue Geräte erweitern lassen. Die administrativen Daten der Kalibrierung (z.B. Angaben zum Kalibrierauftrag, Kalibrierablauf), die Meßbedingungen und die Ergebnisse der Kalibrierung sollen in einer zentralen Oracle-Datenbank gespeichert werden. Um einen Betrieb des Systems ohne Netzwerkanschluß (z.B. außerhalb des Kalibrierlabors) und kurze Antwortzeiten zu gewährleisten, sollen die Daten ebenfalls in einer lokalen Datenbank gespeichert werden. Die beiden Datenbanken müssen hierzu entsprechend abgeglichen werden. Die gespeicherten Werte sollen von anderen System genutzt werden können.

Um den Anforderungen an die Kalibrierung unterschiedlicher Meßgrößen gerecht werden zu können, soll die Darstellung (tabellarisch, grafisch) der Ergebnisse auf dem Bildschirm vom Bediener im laufenden Betrieb verändert werden können. Zusätzlich sollen die Dialoge und Eingabefenster vom Bediener bezüglich ihres Inhaltes konfigurierbar sein. Zur Verkürzung der Kalibrierzeiten soll die gleichzeitige Kalibrierung von acht unterschiedlichen Meßgeräten bzw. Aufnehmern mit einem System ermöglicht werden.

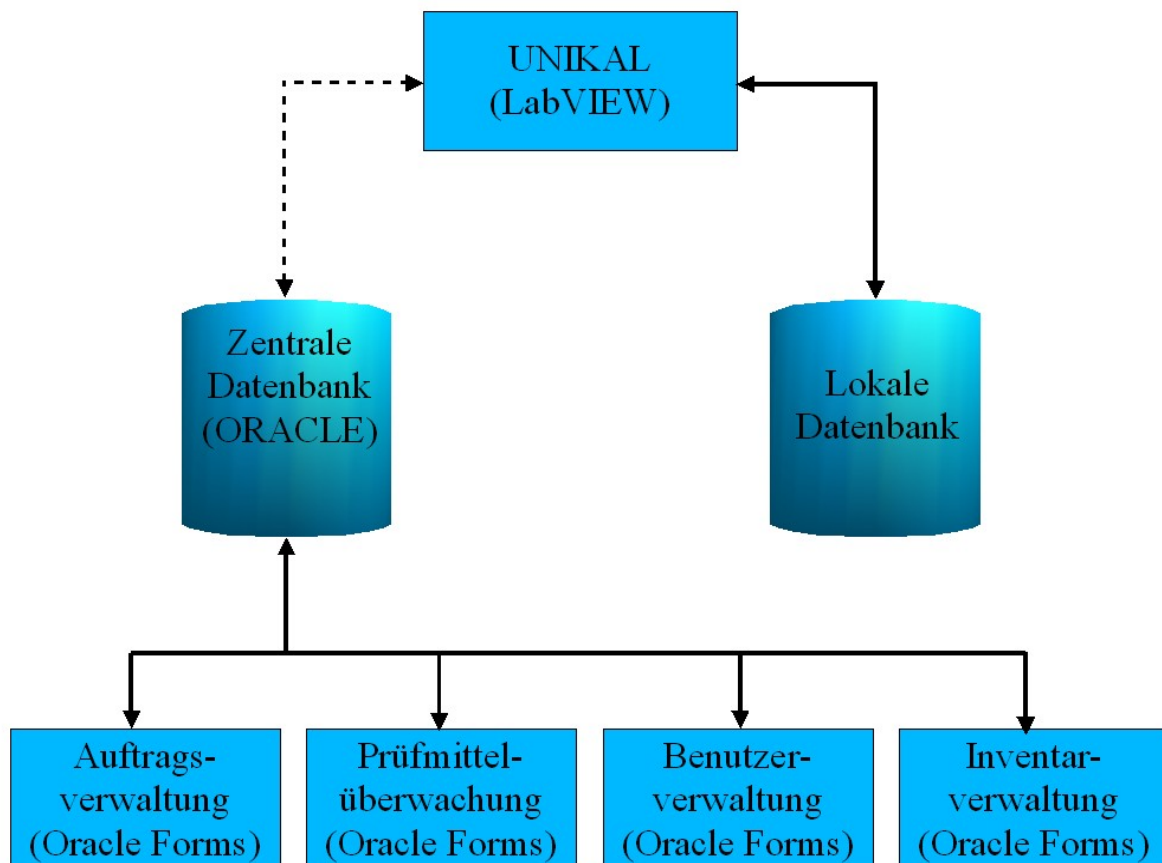


Bild 1: Aufbau des Systems

## Realisierung

Um den Anforderungen an die Erweiterbarkeit der Software zur Steuerung neuer Hardware gerecht werden zu können, wurden „intelligente“, dynamische ladbare und selbstdokumentierende Gerätetreiber entwickelt. So kann der Bediener zu einfaches Kopieren eines neuen Treibers in ein bestimmtes Verzeichnis die Software um die Steuerung eines neuen, beliebigen Meßgerätes

erweitern.

Zur Konfigurierbarkeit der Ergebnisdarstellung wurden PlugIns geschaffen, welche die Ergebnisse entsprechend den Wünschen des Bedieners (tabellarisch, grafisch) anzeigen können. Hierzu müssen die Informationen vorher aufbereitet und ggf. verdichtet werden.

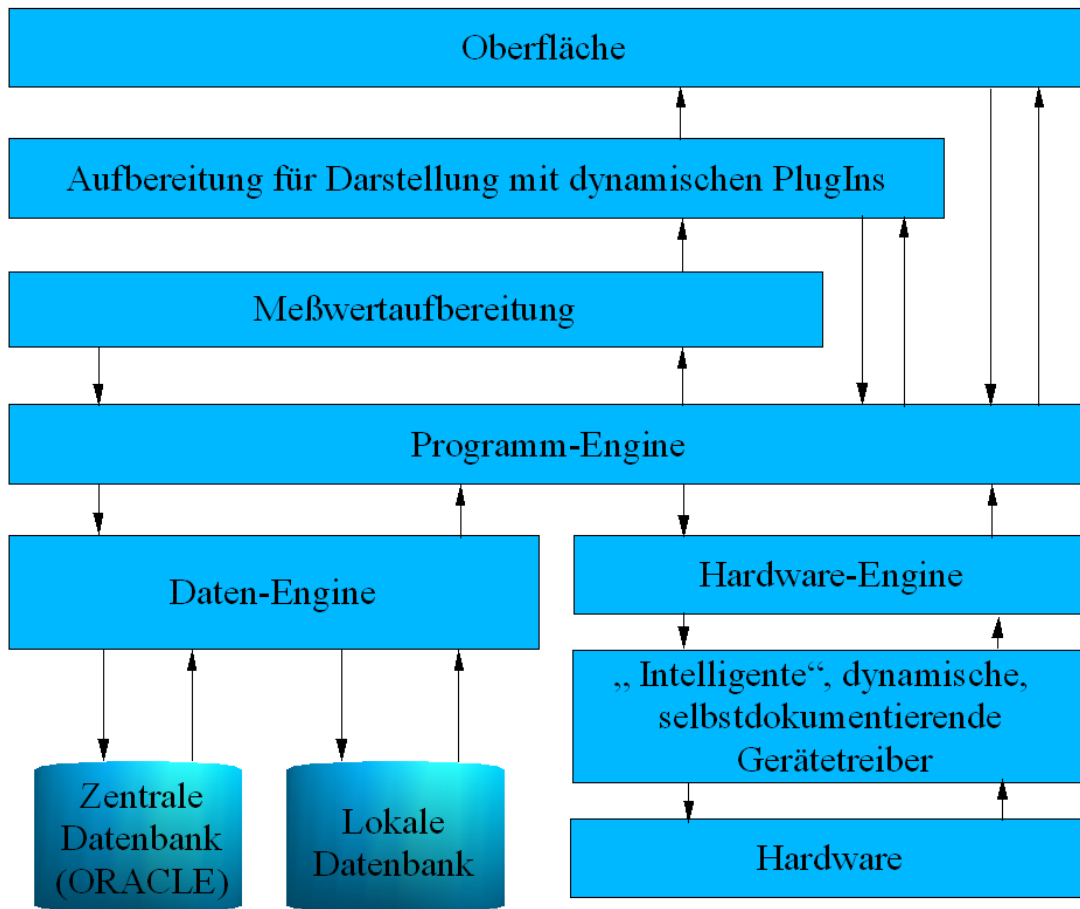


Bild 2: schematischer Aufbau von UNIKAL

## Der Aufbau von UNIKAL

Das UNIKAL-System besteht aus mehreren Ebenen. Als Basis dienen die zentrale Oracle-Datenbank, die lokale Datenbank sowie die Hardware, welche aus Meßgeräten, Aufnehmern und DAQ-Karten mit den entsprechenden Schnittstellen besteht.

### *„Intelligente“, dynamische, selbstdokumentierende Gerätetreiber*

Die Grundlage für die Treiber bildet die Idee, die physisch vorhandenen Geräte jeweils in mehrere logische Geräte (z.B. anhand ihrer Funktionalität oder ihres Meßbereiches) aufzuteilen. Die Gerätetreiber werden dann für die jeweiligen logischen Geräte entwickelt und dynamisch an das Hauptprogramm angebunden. Die Gerätetreiber enthalten dezentral die Dokumentation über ihre Eigenschaften (z.B. die möglichen Einstellungen des Gerätes). Die Dokumentation wird von der Programm-Engine (Hauptprogramm) abgefragt und die Oberflächen automatisch angepaßt. Alle Treiber verfügen über eine einheitliche Standard-Schnittstelle und werden gleich behandelt. Desweiteren besitzen die Treiber die Möglichkeit, Berechnungen durchzuführen oder Meßwerte in geeigneter Form aufzubereiten.

### *Hardware-Engine*

Dieser Programmteil sorgt für den Aufruf des richtigen Gerätetreibers und die Aufbereitung der Informationen, welche der Gerätetreiber benötigt und welche er zurückgibt.

### *Daten-Engine*

Die Daten-Engine erledigt sämtliche anfallende Datenbankoperationen (Lesen, Einfügen, Aktualisieren, Löschen) mit der lokalen und der zentralen Datenbank. Durch die Kapselung der Datenbankfunktionalität sind Änderungen und Erweiterungen sehr leicht möglich.

### *Programm-Engine*

Die Programm-Engine ist das Software-Herz des UNIKAL-Systems. Alle Anforderungen und Aktionen laufen über diesen Programmteil. Er sorgt dafür, daß alle Komponenten richtig miteinander arbeiten und Informationen austauschen können.

### *Meßwertaufbereitung*

Die Meßwertaufbereitung ist in der Lage, die erhaltene Informationen (z.B. Meßwerte) zu verdichten, Umrechnungen in andere physikalische Einheiten (mit Plausibilitätskontrolle) und Bewertungen der Meßwerte vorzunehmen.

### *Aufbereitung für Darstellung mit dynamischen PlugIns*

Diese Programmebene ist zweifellos die interessanteste. Sie erhält die darzustellenden Informationen (z.B. Meßwerte) über ein Standard-Schnittstelle und bereitet sie für die Anzeige auf. Als mögliche Anzeigen stehen verschiedene Tabellen Grafiken mit unterschiedlichen Informationsgehalten zur Verfügung. Wahlweise kann zwischen einer Einkanal und einer Mehrkanal-Anzeige (für mehrere gleichzeitige Kalibrierung) umgeschaltet werden. Zusätzlich können bestimmte Informationen (z.B. Bemerkungen) aktiv vom Bediener verändert oder beeinflusst werden.

### *Oberfläche*

Die Oberfläche dient der Darstellung der Informationen sowie der Interaktion mit dem Bediener (z.B. durch Menüs oder Schaltflächen). Anforderungen des Bedieners werden an die Programm-Engine weitergeleitet und dort verarbeitet.

## **Die Software**

Die Oberfläche der UNIKAL Software besteht aus vier Bereichen. Im oberen Bereich stehen allgemeiner Angaben wie die zu kalibrierende Meßgröße, Datum, Uhrzeit und wichtige Meldungen des Programmes. Im zweiten Bereich befinden sich die Anzeigen für das Gebrauchs- oder Bezugsnormale. Der Sollwert gibt dabei den nächsten einzustellenden Meßwert an, der Istwert stellt den augenblicklichen Meßwert dar. Die Istwertanzeige wird laufend aktualisiert und einheitenrichtig angezeigt, d.h. daß z.B. elektrisch gemessene Signale in Drücke umgerechnet und angezeigt werden. Unter der Anzeige des Normals befindet sich die Anzeige für die Nebengröße. Bei jeder Kalibrierung kann eine Nebengröße (parasitäre Größe) beeinflusst und gemessen werden (z.B. Temperatur). Auch hier gibt es wiederum eine Soll- und eine Istwertanzeige. Rechts daneben befinden sich die Anzeigen für den jeweils letzten Meßwert je Kalibriergegenstandskanal. Der Kalibriergegenstand ist das Meßgerät oder der Aufnehmer, welche kalibriert werden sollen. Jeder Kanal stellt die Kalibrierung eines anderen Kalibriergegenstandes dar, so daß im unten gezeigten Bild acht Kalibrierungen gleichzeitig stattfinden. Als Anzeige wurde hier die Einzelanzeige als Zahlenwert gewählt. Durch Klicken auf die jeweiligen Kanal-Schaltflächen erhält man eine tabellarische und grafische Übersicht über alle bisher bei der Kalibrierung gewonnenen Meßwerte.

Im dritten Bereich befindet sich eine Statusanzeige, welche alle Programm Meldungen während der gesamten Laufzeit enthält.

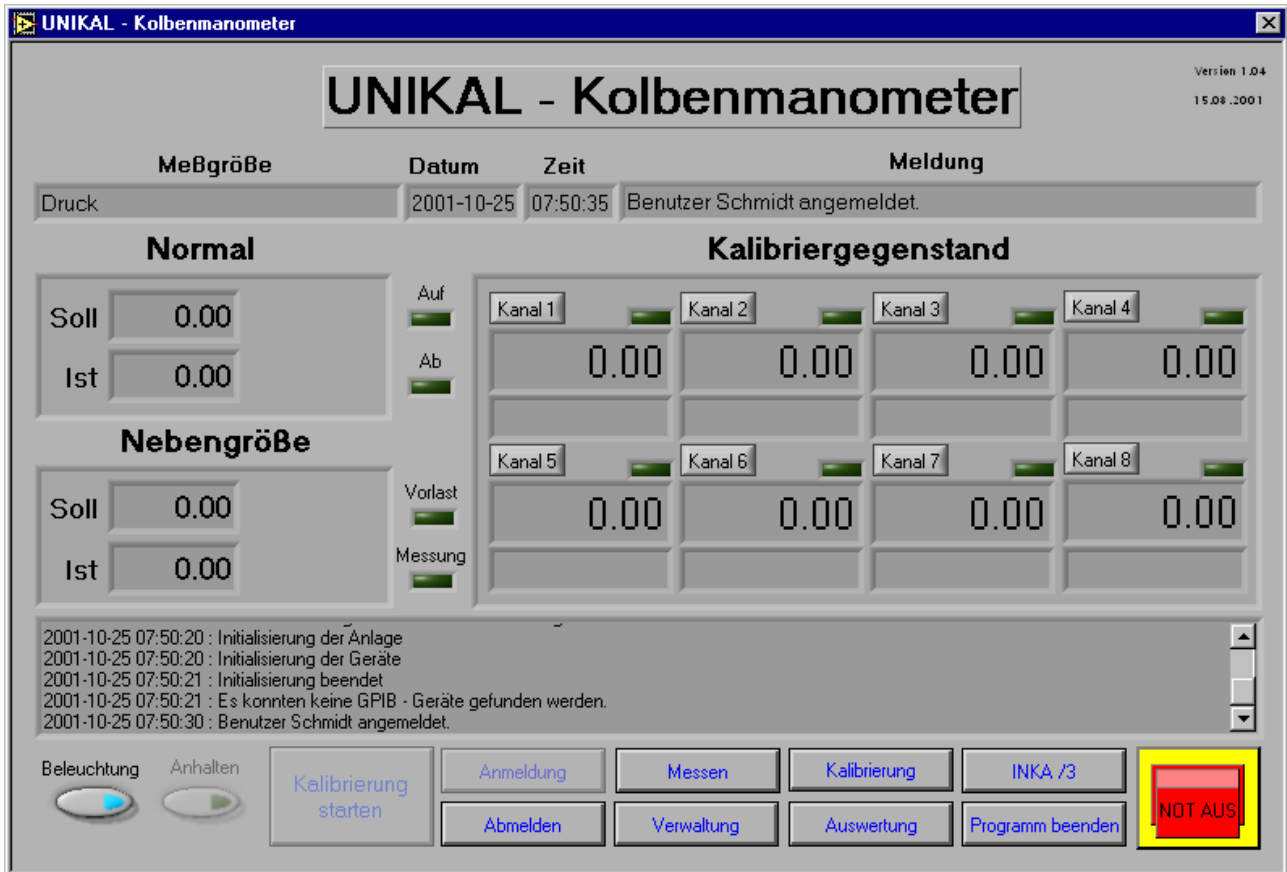


Bild 3: Bedienoberfläche

Im unteren Bereich wird über die entsprechende Schaltfläche die gewünschte Funktion ausgewählt.

## Funktionen der UNIKAL-Software

### *Erfassung der administrativen Daten*

Zu jeder Kalibrierung gehören eine Vielzahl an administrativen Daten. Dazu gehören die Kalibriernummer (Nummer, unter welcher der Kalibrierauftrag registriert wurde), der Auftraggeber sowie die zur Kalibrierung verwendeten Meßgeräte und Aufnehmer. Die Daten werden erfaßt, auf Plausibilität geprüft und in der Datenbank gespeichert.

### *Festlegung des Kalibrierablaufes*

Über den möglichen Ablauf einer Kalibrierung gibt es verschiedene Richtlinien und Normen. In unregelmäßigen Abständen werden bestehende Regelwerke geändert oder neue formuliert. Deshalb kann der Ablauf einer Kalibrierung völlig frei festgelegt und unter einem Namen (z.B. der Richtlinie) in der Datenbank gespeichert und bei einer Vielzahl von Kalibrierungen verwendet werden. Ein Kalibrierablauf besteht aus 1 bis n Meßreihen welche wiederum aus 1 bis m Kalibrierstufen bestehen. Zu jeder Kalibriestufe kann festgelegt werden, wie lange das Programm nach Erreichen des Wertes bis zur Datenaufnahme warten soll. Die Wartezeit dient dazu, parasitäre Einflüsse (z.B. Kompressionswärme nach Erhöhung des Druckes) zu beseitigen. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, eine Meßreihe vorwärts, rückwärts oder vor- und rückwärts druchlaufen zu lassen.

### *Meßwerterfassung*

Die Meßwerterfassung erfolgt automatisch oder halbautomatisch entsprechend dem verwendeten Gerätetreiber. Sämtliche Funktionen zur Meßwerterfassung sind in der Treiber integriert, so daß eine optimale Abstimmung auf das entsprechende Meßgeräte erfolgen kann, z.B. die Nachbildung

der Geräteansicht bei einer Handeingabe, um dem Bediener die Arbeit zu erleichtern.

### Meßwertanzeige, -speicherung und -auswertung

Die Darstellung der Meßwerte zusammen mit den Toleranzgrenzen stellt ein wichtiges Hilfsmittel für den Bediener bei der Beurteilung der Meßwerte dar. Nach dem Ende der Kalibrierung hat der Bediener die Möglichkeit, Bemerkungen zu jedem Meßwert anzugeben, die Meßwerte zu sortieren oder sie in einer geeigneten Form aufbereiten zu lassen. Zudem könne mit Superuser-Rechten einzelne Meßwerte gelöscht werden. Dies kann z.B. dann notwendig werden, wenn der Kalibrierer während der Messung eine kurzfristige Störung beobachtet, die Einfluß auf das Ergebnis hat. Natürlich kann auch die gesamte Kalibrierung verworfen und erneut durchgeführt werden. Die Meßwerte werden in der lokalen Datenbank gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt in die zentrale Datenbank übertragen.

### Konfiguration

Neben den üblichen Konfigurationseinstellungen (z.B. Pfadangaben) können in UNIKAL sehr viele weitere Einstellungen getroffen werden. Dazu gehören die auf der Oberfläche benötigten Informationen ebenso wie deren Erscheinungsbild.

### Ausblick

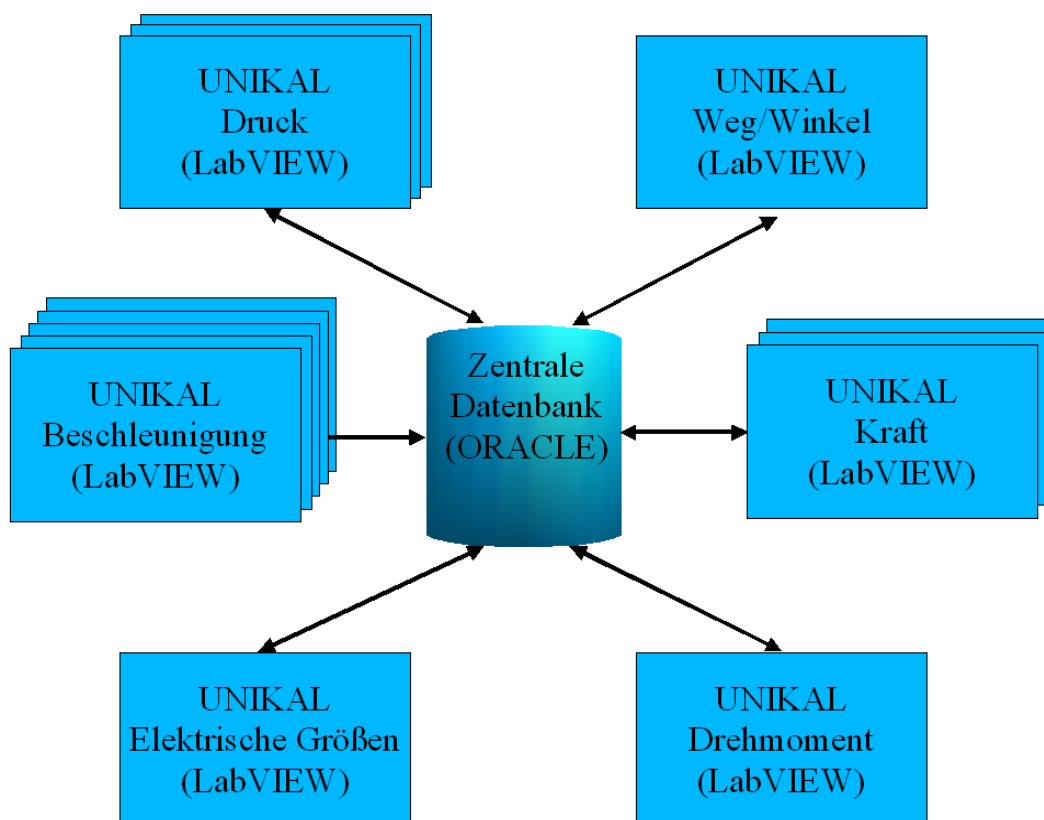


Bild 4: Einsatz in verschiedenen Kalibriersystemen

Das Pilotsystem für den Einsatz der UNIKAL-Software war die Druckkalibrierung mit Hilfe von Kolbenmanometern. Nach dem erfolgreichen Abschluß und den positiven Erfahrungen mit dem System, wurde der Einsatz auf andere Kalibriersysteme ausgeweitet. Dank des modularen Aufbaus und der sehr hohen Konfigurierbarkeit der Software läßt sich diese ohne Änderungen auch in anderen Systemen einsetzen. Beim Einsatz bisher noch nicht verwendeter Hardware wären als einzige Arbeiten neue Gerätetreiber zu erstellen, die dann wieder in allen Kalibriersystemen zur

Verfügung stehen. Durch eine eventuell notwendige einmalige Neukonfiguration von UNIKAL hat der Bediener die Möglichkeit, die Software vollständig an die Erfordernisse seines Kalibriersystems anzupassen.

### **Zusammenfassung**

Der modulare Aufbau der Software und ihre vollständige Konfigurierbarkeit ermöglichen den Einsatz in unterschiedlichen Kalibriersystemen. Hierbei kommen die vielfältigen Möglichkeiten, die LabVIEW bietet, zum Tragen. Die Plattformunabhängigkeit von LabVIEW und dessen Verfügbarkeit für verschiedene Betriebssysteme, hat uns diesen Schritt ermöglicht, da in den Kalibriersystemen unterschiedliche Betriebssysteme zum Einsatz kommen. Im Kalibrierlaboratorium der Volkswagen AG werden schrittweise alle Kalibriersysteme auf die neue Software umgestellt. Das ermöglicht eine einheitliche Benutzeroberfläche an allen Systemen und verringert den Wartungsaufwand enorm, da nur eine Software gewartet werden muß. Die Akzeptanz wird durch die Mitsprache der Bediener bei der Softwareentwicklung deutlich verbessert.

### **Autorenhinweis**

Dipl.-Inf. Steffen Schmidt  
Volkswagen AG  
Brieffach 1782  
38436 Wolfsburg  
Tel.: 05361-9-76588  
Fax: 05361-9-76528  
E-Mail: [steffen.schmidt@volkswagen.de](mailto:steffen.schmidt@volkswagen.de)

Dipl.-Ing. Thomas Appel  
A.M.S. Software GmbH  
Pascalkehre 13  
25451 Quickborn  
Tel.: 04106-7998-44  
Fax: 04106-7998-22  
E-Mail: [ta@ams-soft.de](mailto:ta@ams-soft.de)