

NVH-Datenmanagement

Die Datenflut im Griff mit ASAM-ODS und MDM-Framework

Dr. Dietmar Rapf, science + computing ag, Tübingen;
Christoph Haas, science + computing ag, Tübingen;
Gerwin Mathwig, Daimler AG, Stuttgart;

Kurzfassung

Die Datenmengen in der Erprobung im NVH Umfeld sind durch die Einführung von Messsystemen mit höherer Auflösung, höheren Abtastraten und höherer Anzahl gleichzeitig messbarer Kanäle enorm angestiegen. Die gemessenen Daten müssen auf sicheren Medien gespeichert werden und für verschiedene Verwendungszwecke, auch nach längerer Zeit wieder auffindbar sein. Um dies zu gewährleisten, müssen die Daten mit sogenannten Metainformationen zum Prüfling, zur Messung, zum Prüfstand, zur Messstrecke, zum Messingenieur, usw. angereichert werden.

Im NVH Umfeld wird mit den unterschiedlichsten Arten von Prüflingen gearbeitet, vom Rad über den Motor und verschiedenen Komponenten bis hin zum Fahrzeug. Da zudem die Fragestellungen sehr vielfältig sind, muss für die Speicherung aller Messdaten in einer gemeinsamen Datenbank ein Datenmodell gewählt werden, welches sehr flexibel ist.

Audi hat mit dem MDM Framework ein Softwarepaket auf Basis einer Rich Client Plattform veröffentlicht, welches der Automobilindustrie für die eigene Verwendung und zur Weiterentwicklung frei zur Verfügung steht. Dieses Framework basiert auf einem anpassungsfähigen und standardisierten ASAM-ODS Applikationsmodell, in dem eine große Vielfalt von Messdaten abgebildet werden kann. Das MDM-Framework enthält weiterhin verschiedene Module mit denen immer wiederkehrende Aufgaben, wie Suchen von Daten, Navigation in Daten, ein Berechtigungssystem, ein Auftragsystem, usw. schnell implementiert werden können.

Bei der Daimler AG wurde mit Hilfe des MDM Frameworks eine ASAM-ODS basierte Datenbank aufgebaut, die alle NVH Messdaten aus der Entwicklung aufnehmen kann. Um die enormen Datenmengen zu beherrschen, wurde eine automatische Auslagerung der Daten auf günstige LTO Bänder realisiert. Mit einer MDM basierten Anwendung können die Benutzer die Daten wiederfinden und bei Bedarf in das Online System rücklagern. Durch den modularen Aufbau des MDM Frameworks kann diese Applikation Schritt für Schritt um weitere Funktionalitäten erweitert werden.

Abstract

NVH data grew significantly in the last years due to better resolutions of the measuring systems, higher sampling rates and the ability to simultaneously measure more channels. The challenge is not only to store the data in an infinitely large, secure data store but also to be able to find the data when they are needed. Therefore data need to be enriched with so-called metadata describing the unit under test, the testrig, the measuring track, the measurement, date, people, etc.

In an NVH environment, the unit under test can vary in a wide range, from components to complex systems like motors and cars. The disciplines and the questions that are examined are manifold and the sampled data are too. To store all these data in a single database, one needs to find a data model that is very flexible.

The MDM framework developed and published by AUDI is a software package based on a rich client platform that can be used and further developed in the automobile industry for free. It is based on an adjustable yet standardized ASAM-ODS application model which is capable to store data that vary in a huge range and therefore is predetermined for storing the manifold NVH data. The MDM framework includes modules for searching and browsing data, managing security, managing orders and others for the fast implementation of daily tasks.

For one of our customers, Daimler AG, we implemented an ASAM-ODS database using the MDM data model to store all NVH measurement data in car development. The data are stored on a storage system with an attached tape library onto which data are swapped out to provide an "endless" amount of storage space. We developed an application based on the MDM framework for the engineers to find their data on the basis of metadata in the ASAM-ODS database and to recall their data from the tape store. Due to the use of the MDM framework additional features can be added as needed.

1. Extrem wachsende Datenmengen im NVH-Umfeld

Im Jahr 2006 zeichnete sich ab, dass eine neue Generation von Messsystemen einen deutlichen Anstieg der Datenmengen im NVH-Umfeld nach sich ziehen würde. Mit den neuen A/D Wandlern wurde von 16-bit auf 24-bit Technologie umgestellt. Schon allein dieser Schritt führt zu einem 50 prozentigem Anstieg der Datenmengen.

Schnellere Prozessoren, Bussysteme und Festplatten in den Messsystemen und den Daten aufzeichnenden Rechnern erlauben wesentlich höhere Datenraten. Man ist in der Lage eine höhere Zahl von Signalen synchron aufzuzeichnen, mit einer höheren Abtastfrequenz zu arbeiten und die analogen Daten in 24-bit Technologie zu wandeln. Die Zeitrohdaten müssen nicht direkt während der Messung spektral analysiert und dann verworfen werden, sondern können an den Rechner übertragen und aufgezeichnet werden.

Dadurch wird es möglich nachträglich Hörvergleiche der Zeitrohdaten zu machen und weitere eventuell komplexere Auswertungen im Nachhinein durchzuführen. Vergleichende Auswertungen auch auf den Zeitrohdaten sind möglich. Durch die höheren Abtastraten und die größere Kanalzahl können neue Phänomene oder bekannte Phänomene genauer untersucht werden. Einwirkungen von Komponenten die bisher vernachlässigt werden mussten können in die Analysen einbezogen werden. Diese Vorteile für die NVH-Ingenieure führen zu steigenden Datenmengen.

Gründe für wachsende Datenmengen im NVH:

- Abtastung der Daten mit 24-bit statt 16-bit Technologie
 - Datenqualität steigt
 - Datenmengen wachsen per se um 50%
- Möglichkeit Zeitrohdaten aufzuzeichnen
 - Nachträgliche Hörvergleiche möglich
 - Offline-Auswertungen möglich
 - Zeitrohdaten sind die Massendaten
- Schnellere Messsysteme erlauben
 - Höhere Abtastraten für Einzelkanäle
 - Mehr synchron gemessene Kanäle (Kaskadierungstechnik kommt!)
 - Hochfrequente Untersuchungen
 - Mehr Untersuchungen

Verdopplung des Datenaufkommens in der NVH Entwicklung

Die Analyse des zu erwartenden Datenaufkommens in der NVH-Entwicklung bei der Daimler AG durch die neuen Messsysteme ergab eine prognostizierte Verdoppelung der erwarteten Datenmengen im Jahr 2007 gegenüber 2006. Dies war der Grund für die Daimler AG nach einer generellen zentralen Lösung für die Speicherung der NVH Messdaten zu suchen. Nicht nur der großen Anstieg der Datenmengen sollte berücksichtigt werden, sondern auch die Möglichkeit dargestellt werden, vorhandene und zukünftige Messdaten über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren bereit zu halten.

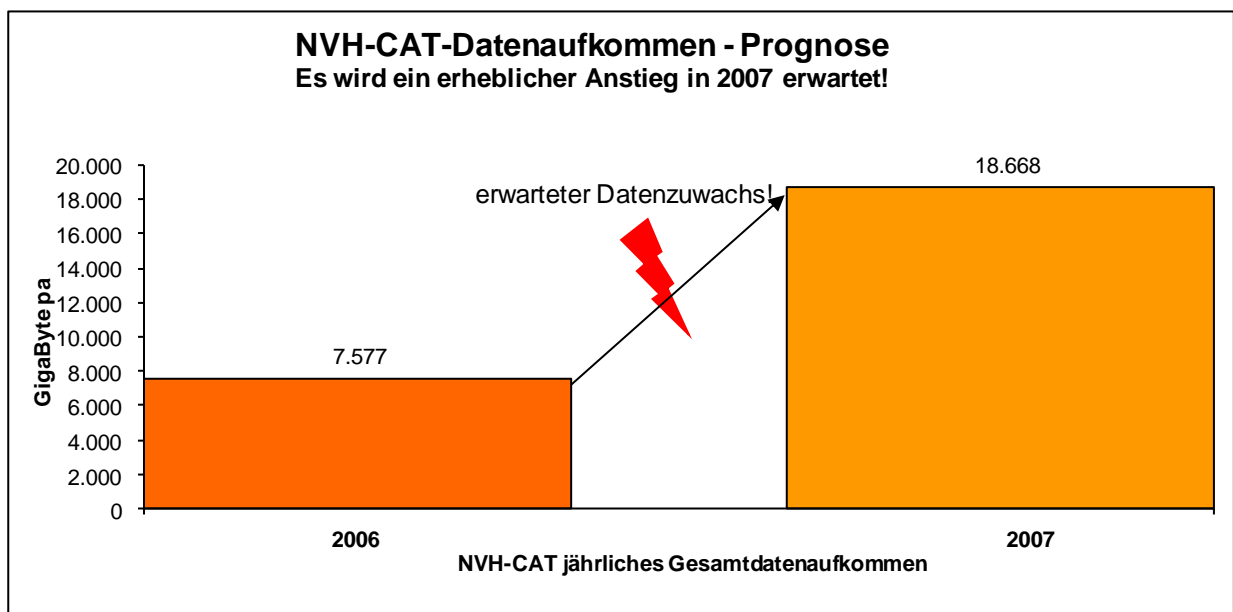


Bild 1: 2006 prognostiziertes CAT-Datenaufkommen im NVH Umfeld

2. Von der Datenspeicherung zum Datenmanagement

Bei kleinen, lokal verwalteten Datenmengen ist es ausreichend die Daten in einem Dateisystem auf der Festplatte des lokalen Rechners abzulegen und durch eine gut gewählte Benennung der einzelnen Dateien die Messungen zu kennzeichnen. Greifen mehrere Personen auf dasselbe Dateisystem zu, legen dort Daten ab und rufen sie wieder auf, sollten die Regeln für die Benennung der Messungen standardisiert sein, um den Aufwand für die Suche nach einer bestimmten Messung gering zu halten.

Setzt man sich zum Ziel eine zentrale Datenablage für einen ganzen Bereich zu schaffen in der man die Daten über längere Zeiträume aufbewahren und zur Verfügung stellen will, ist die Einführung eines Datenmanagementsystems obligatorisch.

Der ureigene Zweck eines Datenmanagementsystems ist das Wiederfinden von Daten. Um dies gewährleisten zu können, muss eine Randbedingung gegeben sein:

Die Daten müssen vollständig beschrieben sein.

Neben der Speicherung der Messdaten, den eigentlichen Daten, müssen beschreibende Daten mitgespeichert werden. Diese Daten beinhalten Informationen darüber, welches Objekt, von wem, auf welche Weise, wann, wo, warum, mit welchen Mitteln, ... vermessen wurde. Die zentralen beschreibenden Daten beziehen sich auf drei Kategorien:

- Prüfling
- Prüfmittel
- Prüfverfahren

Zudem müssen für den Arbeitsablauf wichtige Projektdaten festgehalten werden.

3. Standardisierung der CAT-Datenablage im ASAM ODS

Der ASAM e.V., die „Association for Standardisation of Automation and Measuring Systems“, wurde 1991 von den deutschen Automobilherstellern gegründet, um Standards zur Automatisierung und Messdatenerfassung im Automobilbereich zu schaffen. Dadurch sollte die Entwicklung, die Integration und der Austausch von Anwendungen und Daten vereinfacht werden. Der ASAM e.V. [1] definiert und pflegt verschiedene Standards in der Automobilindustrie [Bild 2].

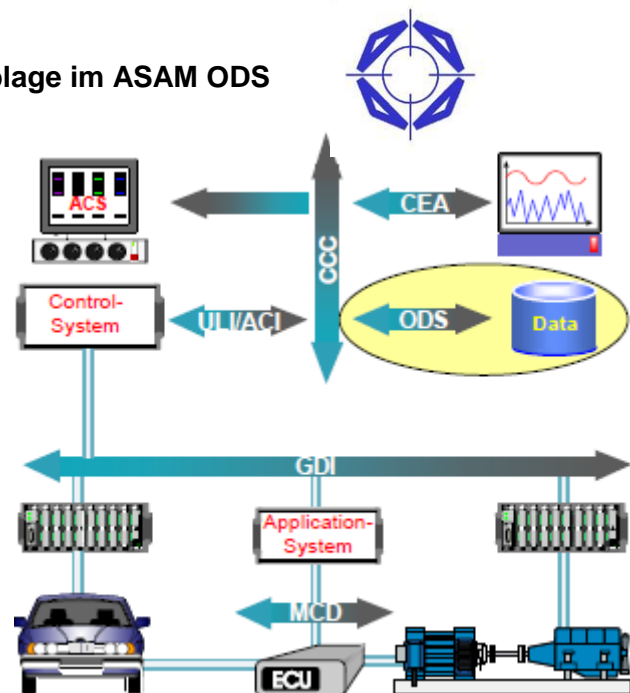


Bild 2: ASAM e.V. Logo. ASAM Standards in einer beispielhaften Testumgebung

ASAM ODS – Open Data Services

Der ASAM ODS Standard befasst sich mit der Speicherung von Messdaten. Er beschreibt Schnittstellen für den Zugriff, die Interpretation und den Austausch von Messdaten. Er enthält ein Basis-Datenmodell, verschiedene Applikationsschnittstellen, ein Datenmodell für die physikalische Speicherung der Daten in einer relationalen Datenbank, ein textbasiertes Transportformat (ATF/XML) sowie verschiedene Applikationsmodelle für gängige CAT-Fachlichkeiten, unter anderem für den NVH Bereich. In ASAM ODS wird der Datenzugriff der Applikation von der physikalischen Datenablage abstrahiert und eine Struktur vorgegeben,

wie CAT Daten abzulegen sind. Die oben genannten 3 Kategorien findet man in den Basis Elementen des Datenmodells von ASAM ODS wieder.

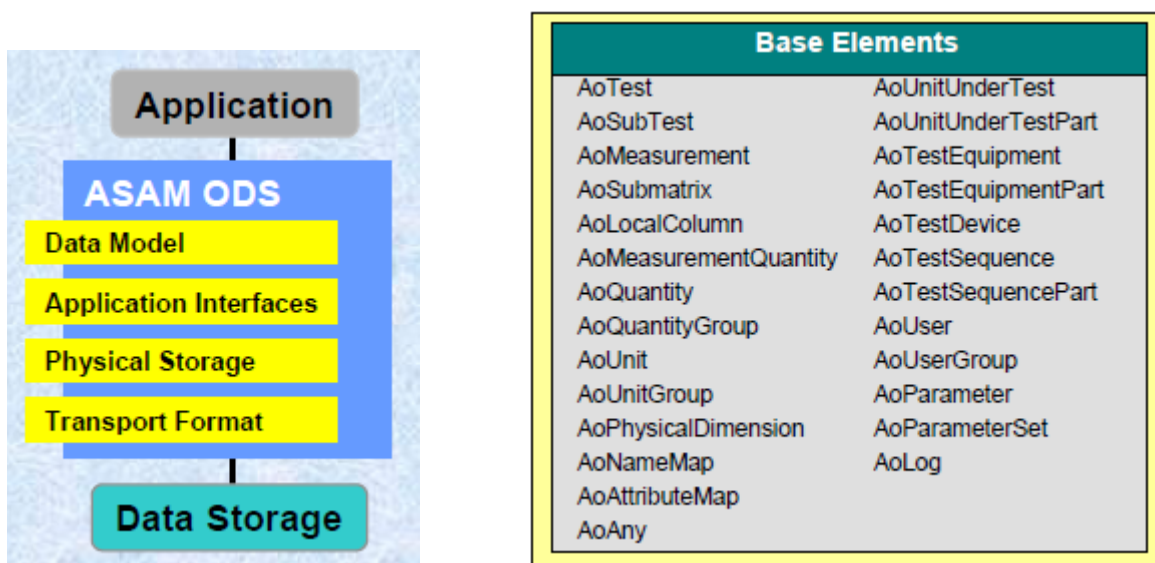


Bild 3: Standardisierte Module in ASAM ODS und Basis Elemente des ODS Basismodell

Der ASAM ODS Standard ist muss von den verschiedenen Anwendern implementiert werden. Für jede Applikation muss ein Applikationsdatenmodell erstellt werden, für welches die Elemente des Basismodells kombiniert werden. Die Informationen, die die Messung beschreiben werden strukturiert und dadurch die Zugriffe auf die Daten optimiert.

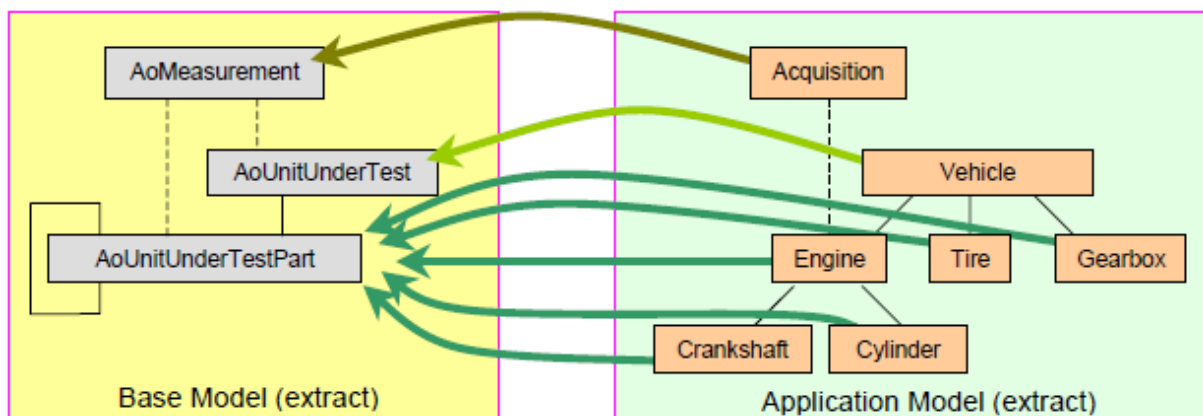


Bild 4: Beispiel von Elementen des Applikationsmodells auf das ODS Basismodell

Praktische Nachteile des allgemein definierten ASAM ODS Standards:

- Allgemeine Definition mit viel Interpretationsspielraum
- Applikations-Datenmodell für jedes Umfeld nötig
- Abhängig von Prüfling, Prüfstand, Messstrecke, Messaufgabe, ...
- Unflexibel in der Handhabung, viel Anpassungsaufwand
- Vieles muss für jede Applikation neu festgelegt werden

4. MDM – Measurement Data Management

Eine konsequente Weiterführung des ASAM ODS Gedankens der Vereinheitlichung und der Vereinfachung der Datenablage und des Datenaustausches führt zu einem einheitlichen, generischen Applikationsmodell für alle Applikationen und für alle Prüflinge. Dadurch wird es möglich Daten verschiedener Applikationen, verschiedener Prüflinge, Prüfmittel und Prüfverfahren miteinander zu vergleichen, sofern dies inhaltlich sinnvoll ist. Voraussetzung ist eine einheitliche Benennung der Einheiten, der physikalischen Größen und der Messgrößen sowie eine einheitliche Beschreibung der Messungen.

Das MDM Framework wurde bei Audi entwickelt, um in unterschiedlichen Fachlichkeiten schneller und kostengünstiger Datenmanagement Tools einführen zu können. Es enthält neben einem generischen Applikationsmodell eine Sammlung von Komponenten für typische Aufgaben im CAT-Umfeld. Es basiert auf dem ASAM ODS Standard Version 5.1. Das MDM Framework ist von Audi für den freien Gebrauch und die Weiterentwicklung durch die Automobilindustrie und Zulieferer frei gegeben. Es ist eine Art „Open Source“ Projekt, das von der MDM Community weiterentwickelt und gepflegt wird [2].

Was ist das MDM Framework?

- Ein generisches ASAM ODS Applikationsmodell
- Eine Basis für Client Applikationen
- Eine Entwicklungsschnittstelle (API)
- Eine Sammlung optional nutzbarer Systemkomponenten
- Eine Methodensammlung für die
 - Abbildung von CAT-Prozessen
 - Applikationsentwicklung und Applikationsintegration
 - Organisation der Ablage von Messdaten
 - Entwicklung und automatische Generierung von Datenbank Schemata
 - Modellierung von Messabläufen
 - Umsetzung von Rollen- und Zugriffskonzepten



Bild 5: MDM Logo.

5. NVH-Datenmanagement

Die Entscheidung für die Einführung eines Datenmanagementsystems und die Entscheidung für eine Umsetzung auf Basis des MDM Frameworks wurde im Herbst 2006 getroffen. Folgende Ziele wurden bei der Einführung eines NVH-Datenmanagementsystems verfolgt:

- Zentrale Datenablage für alle NVH-Daten
 - Gemeinsamer Datenpool für alle NVH Entwickler
 - Sichere Datenhaltung (Backup)
 - Auslagerung zentral gelöst („Unendlich“ Platz)
- Nachhaltigkeit der Zugriffe
 - Auf lange Sicht keine Abhängigkeit von Tools bzw. proprietären Formaten
 - Flexibler Umgang mit der aktuellen Tool- und Prozessvielfalt
 - Keine Abhängigkeit von speziellen Software-Dienstleistern
- Paketierung der Messdaten und ihrer beschreibenden Daten
 - Verbesserte Absicherung der Datenbasis durch Dokumentation
 - Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen im Entwicklungsprozess

Das Fachgebiet NVH ist ein sehr breit gefächertes Gebiet in dem sämtliche Phänomene die mit Vibrationen, Geräuschen oder Steifigkeiten zu tun haben untersucht werden. Des Weiteren zählt der gesamte Bereich der Aerodynamik und Aeroakustik dazu. Hieraus ergibt sich nicht nur eine Vielzahl von Fragestellungen, sondern auch eine große Bandbreite in den Prüflingen und den eingesetzten Prüfverfahren. Das MDM Framework ist für diese Anforderungen besonders geeignet, da es durch sein generisches Applikationsmodell die Möglichkeit bietet, Daten aller Disziplinen des NVH aufzunehmen. Das Applikationsmodell kann stetig den Erfordernissen angepasst werden.

6. ARMADA – Administration of Result, Meta and Archive Data

Für die NVH Entwicklung bei der Daimler AG entwickelte die science + computing ag auf Basis des MDM Framework Version 3.2 eine Applikation für das NVH Datenmanagement. Es handelt sich dabei um eine Fat-Client Lösung die auf allen Clients installiert werden muss. Durch die Verwendung des MDM Frameworks waren Funktionalitäten wie das Suchen und Finden von Daten und das Navigieren in den Datenstrukturen praktisch sofort verfügbar. Spezielle Anpassung und Weiterentwicklungen mussten durchgeführt werden, um eine Auslagerungs- und Rücklagerungsfunktion zu implementieren.

Navigieren in den Messdaten

Ein mitgeliefertes Modul des MDM Frameworks erlaubt die Navigation in den Messdaten, eine Funktion wie man sie z.B. vom Date Explorer bei Windows Systemen kennt. Im Navigator kann man sich durch die Darstellung bewegen indem man Unterbäume auf und zu klappt. Inhalte der ausgewählten Objekte können betrachtet werden.

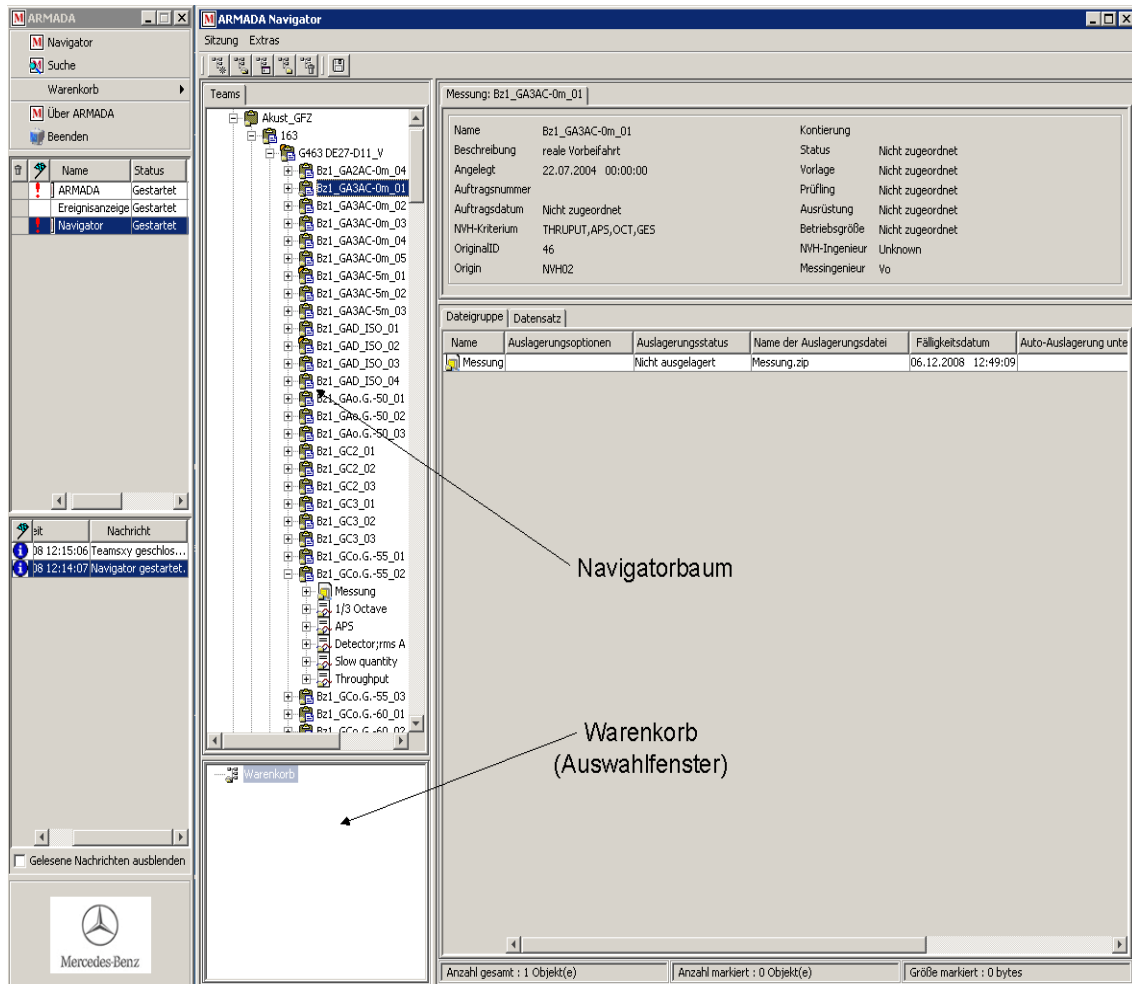


Bild 6: ARMADA. Links Basisfenster mit Menü und Nachrichten, rechts Navigatorfenster mit Baumdarstellung, Warenkorb und Darstellung der Detailinformationen

Der Navigator erlaubt nahezu beliebige Darstellungen der in der Datenbank gespeicherten Informationen in einer Baumstruktur.

- Baumstruktur der Prüflinge (z.B.: nach Baureihen sortiert)
- Teamspezifische Strukturen (z.B.: nach Verantwortlichkeiten im Team)
- Aufgabenzentrierte Darstellungen
- Prüfstandzentrierte Darstellungen
- Vom Ingenieur selbst definierte Darstellungen

Warenkorb

Der Warenkorb ist ein zentrales Konzept des MDM Frameworks. Im Warenkorb sammelt man Objekte auf die man bestimmte Funktionen anwenden will. Im Falle von ARMADA wird der Warenkorb vor allem dazu genutzt, Auslagerungen und Rücklagerungen von Daten zu veranlassen.

Finden von Messdaten

Der Navigator ist hilfreich um sich in bekannten Datenstrukturen zu bewegen. Für das Finden von Daten, deren genauen Ablageort in einer Datenstruktur man nicht kennt, stellt das MDM eine Suchfunktion zur Verfügung. Hier kann man nach allen beschreibenden Daten einer Messung suchen.

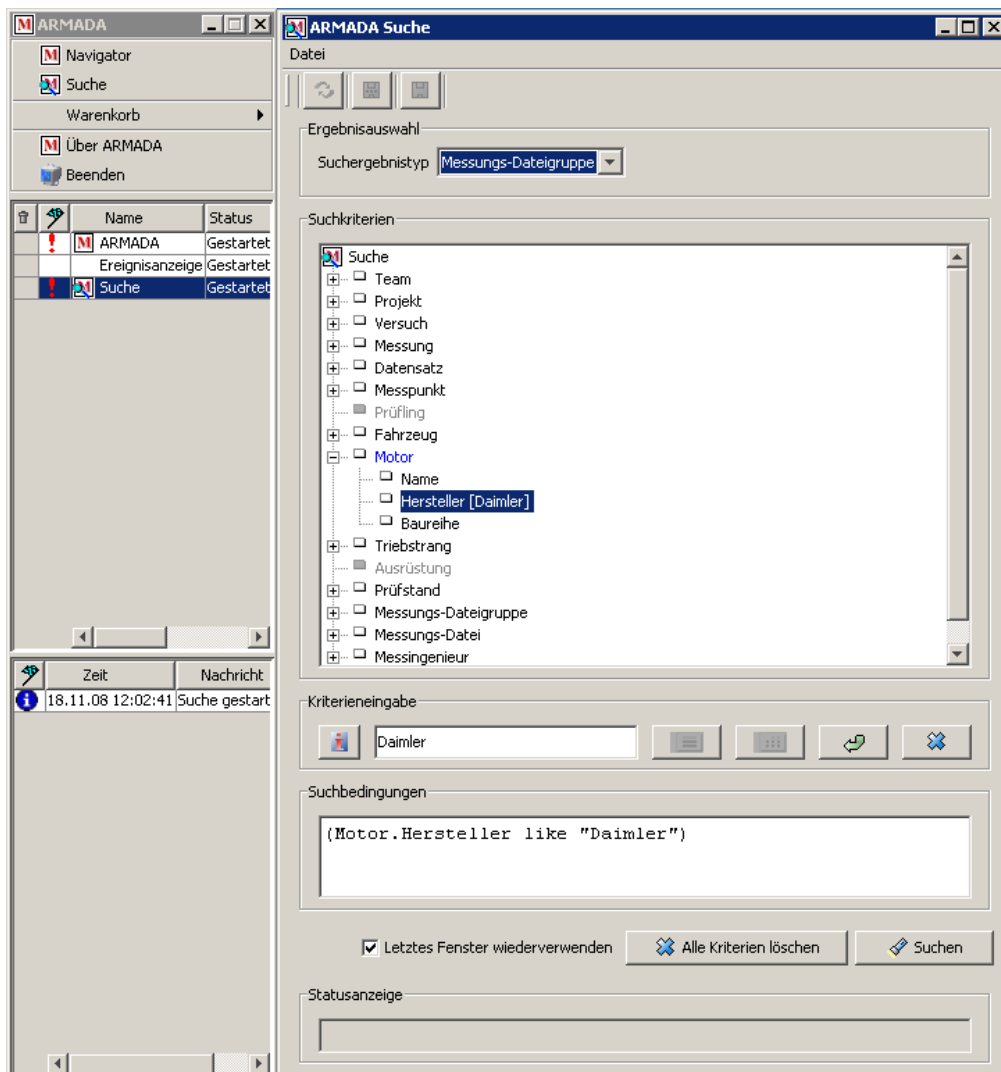


Bild 7: ARMADA mit geöffneter Suche

Die Suche ermöglicht:

- Die Kombination mehrerer Bedingungen
- Strukturübergreifendes Suchen
- Übergabe der Ergebnisse an den Warenkorb
- Übergabe der Ergebnisse an selbst definierte Container
- Abspeichern der Ergebnisse

Auslagerung und Rücklagerung

Zentraler Punkt des ARMADA Systems und eine zusätzliche Funktionalität die im MDM Framework nicht enthalten ist, ist die Auslagerung der Messdaten auf billigere Bandmedien und die bedarfsgesteuerte Rücklagerung. Die Auslagerung der Messdaten geschieht auf Messungsebene. Es werden immer komplette Messungen mit allen beigelegten Daten, wie z.B. Bilder oder Messprotokolle ausgelagert. Dazu werden alle Dateien die sich in einem Messungsverzeichnis befinden in einer ZIP-Datei verpackt und auf einem temporären Laufwerk abgelegt, von wo aus sie von dem Archivierungssystem auf Band geschrieben werden. Am Originalort bleibt der Pfad bestehen und eine Datei, die den Messprogrammen signalisiert, dass hier eine Messung eines bestimmten Typs existiert hat und ausgelagert wurde.

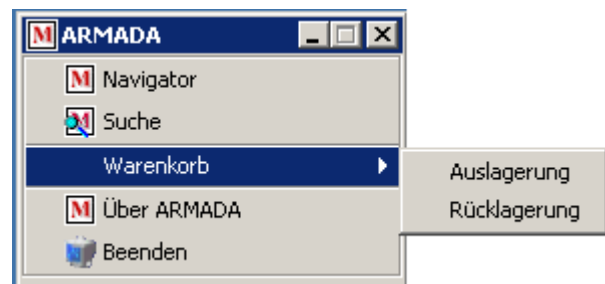


Bild 8: ARMADA Auslagerung und Rücklagerung

Manuelle und automatische Auslagerung

Die Auslagerung kann vom Benutzer manuell auf allen drei Ebenen eines Projektes (Projekt, Versuchsreihe, Messung) durchgeführt werden. Dazu werden die auszulagernden Objekte in den Warenkorb geschoben und auf den Warenkorb die Funktion „Auslagerung“ angewandt. Zusätzlich ist auf Datenbankebene ein Automatismus realisiert, der nach verschiedenen Kriterien die Auslagerung von Messungen automatisch durchführt. Ein Kriterium ist das Alter der Messdaten. Spezifisch für bestimmte Bereiche wird festgelegt, nach welcher Zeit die Messdaten automatisch ausgelagert werden sollen. Ein anderes Kriterium ist der Füllstand eines einzelnen Laufwerks. Hier kann festgelegt werden bei welchem Füllstand die jeweils ältesten Messungen ausgelagert werden, um einen definierten freien Speicherplatz zu erreichen. Diese Kriterien kann man auch kombinieren.

Der Auslagerungszustand eines Projektes wird auf allen drei Ebenen eines Projektes (Projekt, Versuchsreihe, Messung) durch ein entsprechendes Icon im Navigator oder im Suchergebnis angezeigt. Hierbei wird auch angezeigt, wenn Versuchsreihen oder Projekte nur teilweise ausgelagert sind. Die beschreibenden Daten zu einer Messung bleiben immer in der Datenbank, da diese Informationen für die Suche benötigt werden.

Manuelle Rücklagerung

Die Rücklagerung erfolgt immer manuell und kann vom Benutzer ebenfalls auf allen drei Ebenen eines Projektes (Projekt, Versuchsreihe, Messung) durchgeführt werden. Auch die Rücklagerung wird auf alle Elemente des Warenkorbes angewandt. Wendet der Benutzer diese Funktion auf viele Objekte im Warenkorb an, muss er mit einer weiteren Abfrage bestätigen, dass er genau diese Aktion durchführen will. Messungen die rückgelagert wurden werden für eine definierte Dauer von der Auslagerung ausgeschlossen.

Die Rücklagerung ist wie die Auslagerung asynchron. Der Benutzer fordert die Rücklagerung an, im Hintergrund werden die Messdaten vom Band geholt und in das Originalverzeichnis entpackt. Damit der Benutzer den Stand seiner Aus- und Rücklagerungen überprüfen kann, werden in der Nachrichtenbox im Hauptfenster Informationen über erfolgreiche oder fehlgeschlagene Aktionen angezeigt.

7. Zukunft NVH Datenmanagement

Durch die Verwendung des MDM Frameworks kann das NVH Datenmanagement um weitere Funktionalitäten erweitert werden, die im MDM Framework schon realisiert sind. Freigaben und Zugriffsrechte sowie die Hinterlegung von Prozessen in Workflows gehören hierzu. Des Weiteren sind Kopplungen zu anderen System geplant und der direkte Zugriff auf die MDM Datenbank aus Mess- und Auswertapplikationen heraus.

Voraussetzung für Erweiterungen ist die Migration von ARMADA auf das MDM Framework Version 4.2, welche am 12.5.2009 veröffentlicht wurde. Diese Version basiert auf dem Eclipse Framework zur Softwareentwicklung, welches von vielen prominenten Firmen als strategische Plattform weiterentwickelt wird [3]. In der neuen Version 4.2 ist das MDM Framework noch flexibler erweiterbar durch die Verwendung der Plugin Technologie.

8. Literaturangaben

[1] <http://www.asam.net>

[2] <https://www.mdm-community.org>

[3] <http://www.eclipse.org/membership/showMembersWithTag.php?TagID=strategic>