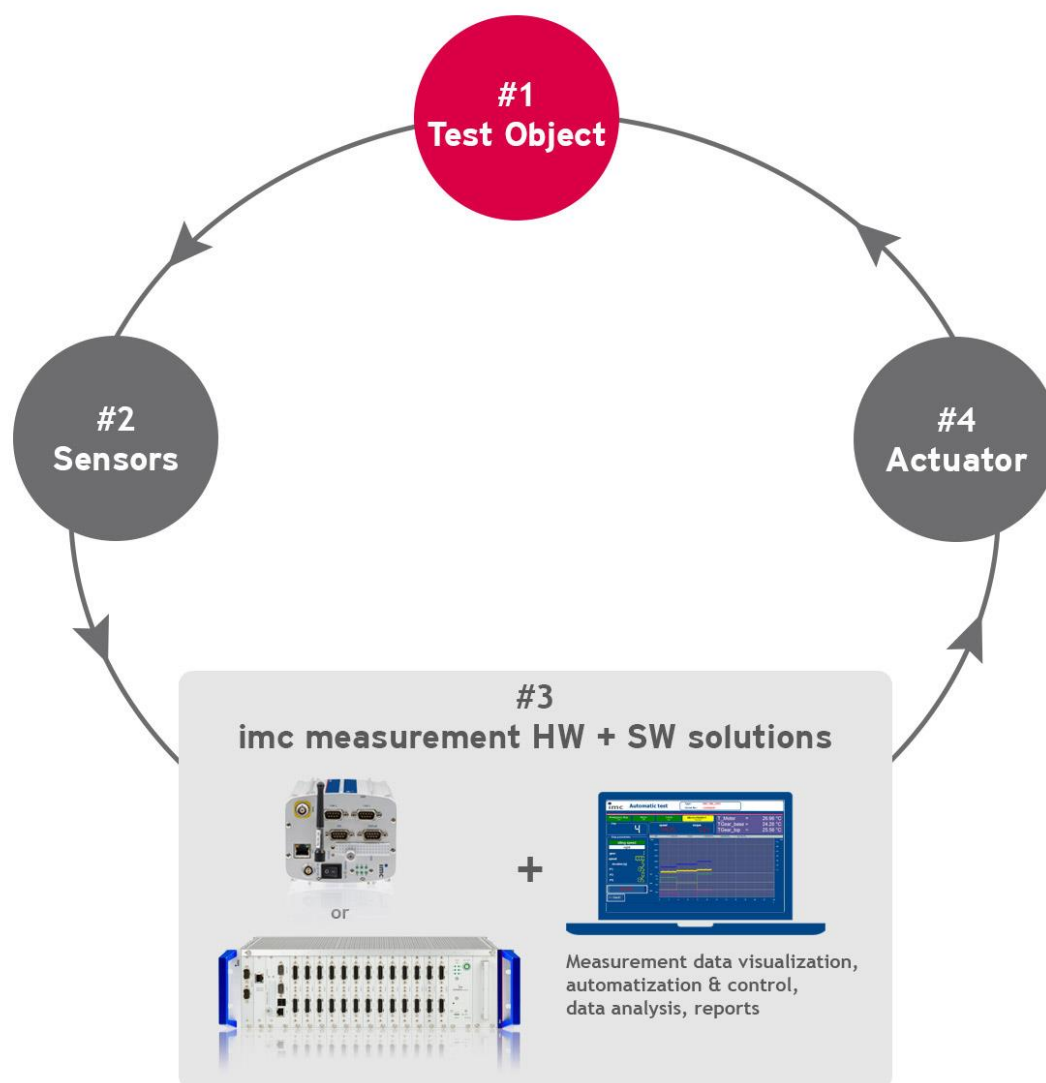


## Integrierte Komponenten-Prüfstände

Fachartikel



**Test-Automatisierung, Echtzeit-Regelung und Messdaten-Analyse  
in einem einzigen integrierten System**

In modernen Fahrzeugen sind eine Vielzahl von elektromechanischen Komponenten verbaut, die heutzutage in einem arbeitsteiligen Prozess von verschiedensten spezialisierten Zulieferern entwickelt und hergestellt werden. Bevor sie als fertige Komponente von den Fahrzeugherstellern in einer Montagelinie verbaut werden, durchlaufen sie bereits beim Zulieferer in der Entwicklungsphase eingehende Funktions- und Belastungstests. Darüber hinaus sichern in der Massenfertigung systematische End-of-Line-Prüfungen die Qualität.

Für solche Tests kommen Komponenten-Prüfstände zum Einsatz. Zu deren Implementierung und Betrieb ist für die Test-Ingenieure und Systemintegratoren die sorgfältige Wahl der Mess- und Steuerungstechnik und deren Hard- und Software-Werkzeuge von entscheidender Bedeutung. Denn sowohl die Realisierung als auch der Routinebetrieb und regelmäßige Anpassungen an wechselnde Prüfanforderungen müssen effizient und kostengünstig möglich sein.

### **Start-Stop Automatik: Ökologische Lösung dank hochbeanspruchter „Inline-Relais“**

Ein typisches Beispiel für dieses Szenario sind elektrische Starter, die bei vielen aktuellen Fahrzeugmodellen eine intelligente Start-Stop-Automatik realisieren: Diese detektiert vor einer roten Ampel, dass der Motor sich im Leerlauf befindet, kein Gang eingelegt ist und das ABS einen Stillstand signalisiert. Bestätigt das Batterie-Managementsystem ausreichend Energiereserven für einen nächsten Startvorgang, wird der Motor automatisch abgestellt. Springt die Ampel anschließend wieder auf Grün, wird mit dem Betätigen der Kupplung augenblicklich der Anlasser gestartet. Dazu braucht es eine magnetische Kupplung, die

den Starter sehr schnell aktivieren kann, ein sogenanntes „Inline-Relais“. Tatsächlich eine intelligente und ökologische Lösung, die ohne jeden Komfort- oder Zeitverlust auf einfache Weise dazu beitragen kann, unnötige Emissionen zu vermeiden und den Energieverbrauch zu senken.



Bild 2: Stop & Go: Moderne Autos setzen Inline Relais ein um Emissionen und Energieverbrauch zu minimieren – Komponenten-Tests sichern dazu die nötige Qualität und Zuverlässigkeit ab

Bei einer solchen hochbelasteten Komponente wird sofort klar, wie wichtig Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer und sichere Funktionalität unter verschiedensten Betriebs- und Belastungsbedingungen sind. Kriterien, die in systematischen Tests an Komponenten-Prüfständen ermittelt und optimiert werden müssen.

So werden auf Prüfständen z.B. Dauertests unter gezielter Belastung und kontrollierten Umgebungsbedingungen durchgeführt. Dabei werden die Starter-Relais mit einer regelbaren Magnetpulverbremse belastet, die definierte Lastprofile nachbilden kann, wie z.B. typische Einspur-Vorgänge mit Zahn-Zahn oder aber Zahn-Lücke-Stellungen zwischen Starter-Ritzel und Verbrennungsmotor. Messtechnisch erfasst werden u.a. Schubwege, Ströme und Spannungen, Drehzahlen und Temperaturen. Diese werden live analysiert und charakteristische Kenngrößen wie Lösespannung, Abschaltenergien, Relaiserwärmung etc. als Trendverläufe über mitunter wochenlange Testperioden protokolliert.

## Vielfältige und anspruchsvolle Erwartungen an den Prüfstand

Eine große Herausforderung besteht für solche Prüfstände darin, dass nicht nur Messdaten aus verschiedenen Sensoren und Fahrzeugbussen (z.B. CAN-Daten aus ECU-Steuergeräten) erfasst werden müssen, sondern auch die beteiligten Aktuatoren (Schalter, Bremse, Versorgungsspannungen) unter Echtzeitbedingungen gesteuert und geregelt werden müssen.

Das Ganze ist in einen zyklischen Prozess der Testautomatisierung eingebettet, der einerseits Echtzeitbedingungen gehorcht und andererseits mit seinen Ergebnissen und Protokollen an Datenbanksysteme angebunden ist.

Bei solch vielfältigen Anforderungen wird klar, dass zur Realisierung eine integrierte Lösung von großem Vorteil ist. Insbesondere die messtechnische Erfassung des Prüflings sowie

die Echtzeit-Steuerung und Regelung, die auf die gleichen gemessenen Daten angewiesen ist, sollten in einem System vereint sein. So werden unnötige Anpassungen und Schnittstellen vermieden und übersichtliche Strukturen erlauben später jederzeit flexible Anpassungen.

Das modulare Mess-, Steuer- und Regelsystem imc CRONOS erreicht diesen Anspruch, indem die Funktionalität eines Echtzeit-Controllers, wie er oft in Form einer externen SPS eingesetzt wird, als integraler Bestandteil in das Messsystem einbettet ist. Das System lässt sich daher nicht nur mit Modulen wie Messverstärkern, Digital-IO oder Feldbus-Interfaces ausrüsten, sondern auch mit einer Echtzeit-Prozessor-Plattform ausstatten. Sie kann auf alle Messkanäle, digitalen Ein- und Ausgänge, CAN- oder Feldbus-Daten zugreifen und analoge Steuersignale generieren, Sollwertprofile vorgeben und geschlossene Regelkreise wie PID realisieren.

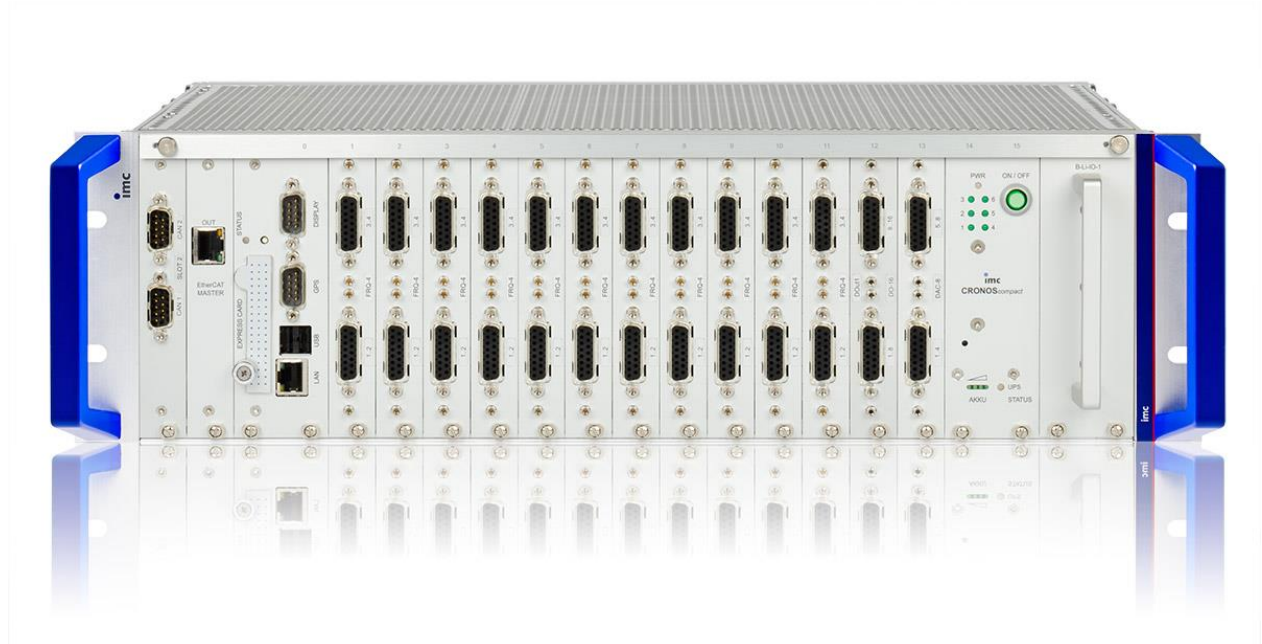


Bild 1: imc CRONOScompact modulares Mess- und Regelsystem in 19" Rack Version

## High-Level Entwurf vs. „Realtime-Execution“

Das Potential dieses integrierten MSR-Systems mit allen nötigen Funktionalitäten wird voll ausgeschöpft, indem auch die dazugehörige Software imc STUDIO eine integrierte Lösung darstellt. Mit minimalem Aufwand ermöglicht die Software auf sehr hohem Abstraktions-Level komplette Lösungen zu realisieren. Dabei kommt keine Programmierung zum Einsatz. Vielmehr bietet imc STUDIO über die Komponente „Automation“ ein grafisch orientiertes Entwurfs-Tool, mit dem die Test-Automatisierung als Zustandsmodell definiert und abgebildet werden kann. Damit lässt sich der Ablauf in übersichtliche Schritte strukturieren, in denen etwa bestimmte Lastprofile kontrolliert und geregelt angefahren und Testphasen anhand von flexibel definierten Bedingungen beendet und gewechselt werden.

Dies kann z.B. das Einschwingen von Parametern auf vorgebbare Toleranzgrenzen sein oder auch komplexere Bedingungen, wie live errechnete Analyseergebnisse einbeziehen, wobei auch dedizierte „Zeit-Fenster“ für die entsprechenden Auswertungen vorgeben werden können. Dieser sequentielle und Schleifen-orientierte Ablauf wird komplettiert durch eine stets aktive Hintergrund-Überwachung. Relevante Größen können dadurch kontinuierlich auf Ausnahme- und Fehlerbedingungen geprüft und entsprechende Prozeduren zur unmittelbaren Reaktion darauf hinterlegt werden.

Entscheidend ist bei diesem Konzept, dass der Entwurf dabei zwar komfortabel auf dem PC erfolgt, die resultierenden Abläufe jedoch sicher im Gerät auf einer dedizierten Prozessorplattform ausgeführt werden, für die automatisch der entsprechende Echtzeitfähige Code generiert wird.

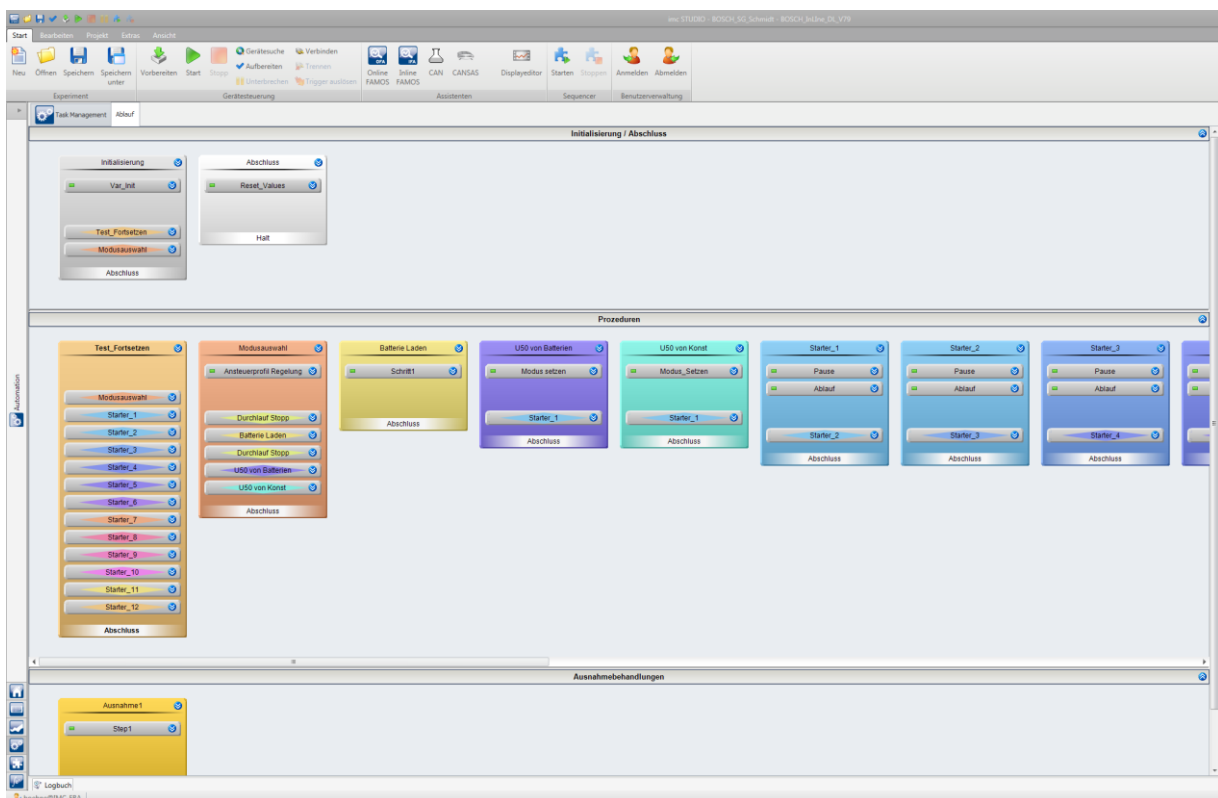


Bild 2: imc STUDIO Automation: Graphische Darstellung der Test-Automatisierung – Einfach anpass- und erweiterbar

## Den Test-Ingenieur aus dem „Sumpf“ der Low-Level Programmierung retten

Damit bleibt dem verantwortlichen Ingenieur erspart, sich mit der Programmieretechnik auf niedrigem Niveau auseinanderzusetzen. Er kann sich voll auf seine Kernkompetenz konzentrieren: die Expertise über das zu testende Produkt, den Testablauf und die Interpretation der Ergebnisse.

Besonders effizient ist es, wenn solche Modifikationen das spätere Bedienpersonal selbst

übernehmen kann. Eine flexible Bedienoberfläche, die sich leicht anpassen lässt, vermeidet, dass für die oft marginalen Erweiterungen stets der Prüfstands-Entwickler oder gar externe Dienstleister in Anspruch genommen werden müssen. imc STUDIO unterstützt diesen Ansatz, indem nicht nur die Ablaufsteuerung, sondern auch die Bedienoberfläche komfortabel durch einfaches Drag& Drop von Standard-Komponenten erstellt wird. Die Funktionen der Bedienelemente werden anschließend nur noch am jeweiligen Element z.B. eingestellt, z.B. mit komfortablen Drop-Down Menüs.

**Globale Ansteuerung:**  
 Ansteuerprofil Start/Stop Var. 2 oder KeyStart : **Zyklen: 9** ⬇  
 Ansteuerprofil Start/Stop Var. 1 : **Zyklen: 1** ⬇  
 Pause vor Start: **1000 ms** ⬇  
 Pause nach Start: **2000 ms** ⬇

**Für Start/Stop Var. 2 + KeyStart**

	Starter 1	Starter 2	Starter 3	Starter 4	Starter 5	Starter 6	Starter 7	Starter 8	Starter 9	Starter 10	Starter 11	Starter 12
EW ON nach:	12	12	12	12	16	16	16	16	20	20	20	20
EW ON Dauer:	80	80	80	80	80	80	80	80	100	100	100	100
SW ON nach:	30	30	30	30	40	40	40	40	45	45	45	45
SW ON Dauer:	70	70	70	70	80	80	80	80	70	70	70	70

alle Werte in ms!

**Zusätzlich für Start/Stop Var. 1**

	Starter 1	Starter 2	Starter 3	Starter 4	Starter 5	Starter 6	Starter 7	Starter 8	Starter 9	Starter 10	Starter 11	Starter 12
SW ON bei:	10	10	10	10	12	12	12	12	15	15	15	15
SW ON Dauer:	25	25	25	25	30	30	30	30	34	34	34	34

alle Werte in ms!

Ablaufparameter laden      Ablaufparameter speichern unter      weiter

Bild 3: Benutzer-Oberfläche (GUI) zur Definition der Test- und Sequenzparameter -individuell für jeden Starter

Zu den Standard-Funktionen dieses Baukastens gehört natürlich auch die Anbindung an externe SQL-Datenbanken, Datenexport in verschiedensten Formaten und der Import etwa von Parameterlisten in Excel-Formaten, mit denen Prüfabläufe flexibel modifiziert werden können.

Funktionalität, die über die umfangreichen Standard-Komponenten hinausgeht, kann jederzeit über eine integrierte Scripting-Umgebung ergänzt werden. Diese stellt z.B. auch Funktionen zur Verfügung, um mit einfachen Mitteln weitere externe Hardware einzubinden wie z.B. Klimakammern, Labormessgeräte oder sonstige Infrastruktur am Prüfstand.

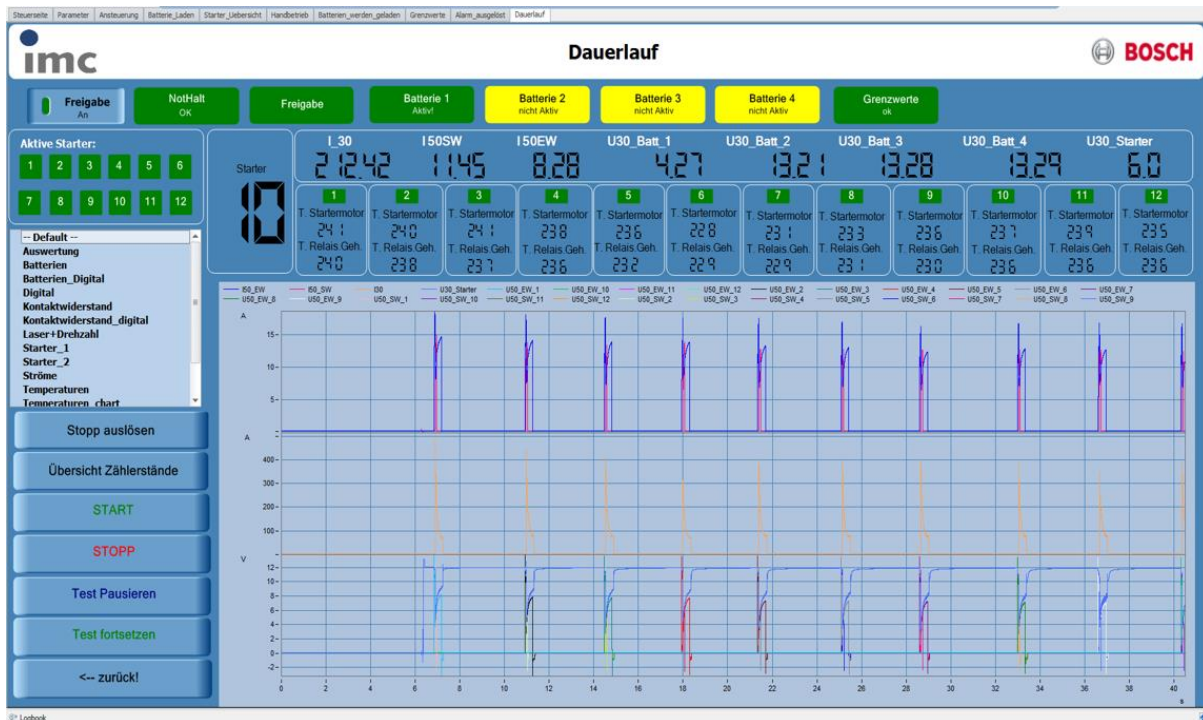


Bild 4: Kontroll-Display mit den Ergebnissen des aktuellen Dauer-Belastungstests

## Cost of ownership: alle Faktoren im Lebenszyklus des Prüfstands zählen

Für die Produktivität eines Komponenten-Prüfstands zählen vor allem folgende Faktoren, die durch eine integrierte Lösung befördert werden:

- Effiziente und leistungsfähige Hardware, die schnelle Regelkreise und damit kurze Testzyklen und hohen Durchsatz erlaubt.
- Gut strukturierte und einfach beherrschbare Entwurfswerkzeuge, die die Implementierung erleichtern und eine spätere selbstständige Pflege und Erweiterungen ermöglichen. Gerade dieser Aspekt bestimmt in der Praxis maßgeblich die Gesamtkosten von Projekten im Prüfstandsbereich.

Die Möglichkeit einfacher Anpassungen auf Ebene von Bediener und Prüflingenieur, auch ohne Einbeziehung der Programmierabteilung oder gar externer Dienstleister, ist oft ein wichtiger Schlüssel zu nachhaltigen Lösungen!

- Leicht handhabbare GUIs mit Benutzerführung, die einen einfachen und sicheren Betrieb durch das Betriebspersonal gewährleistet und damit hohe Standzeiten.
- Umfassende Analysen und dokumentierte Reports, die den nachträglichen Aufwand bei der Evaluierung der Ergebnisse minimieren.

**Autor:**

Dipl.-Ing. Martin Riedel  
imc Meßsysteme, Berlin.

## Weitere Informationen erhalten Sie unter:

### imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5  
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0  
Fax: +49 (0)30-46 31 576  
E-Mail: [hotline@imc-tm.de](mailto:hotline@imc-tm.de)  
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu

gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfügung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



### Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichen und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage [www.imc-tm.de](http://www.imc-tm.de) genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: [marketing@imc-tm.de](mailto:marketing@imc-tm.de). Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.