



# KONFORMITÄTS- UND UMWELT- SIMULATIONSPRÜFUNGEN

Vibrationsprüfungen für einen erfolgreichen Marktzugang

# VIBRATIONSPRÜFUNGEN FÜR EINEN ERFOLGREICHEN MARKTZUGANG

Vibrationsprüfungen im Rahmen von Umweltprüfungen sind nicht selten; sie dienen der Sicherheit und Qualitätskontrolle von Produkten bereits in der Entwicklungsphase.

Auf dem Weg in den Markt müssen neue Produkte diverse Prüfungen bestehen. In der Entwicklungsphase werden diese aus regulatorischen Gründen durchgeführt oder sie dienen der internen Qualitätssicherung. Es handelt sich z. B. um Prüfungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), elektrischen Sicherheit (Safety), Funkprüfungen oder Umwelt-Simulationsprüfungen (Temperatur, Korrosion, Feuchtigkeit etc.). Gerade im Bereich Umwelt trifft man häufig auf sogenannte Vibrationsprüfungen. Hier sind viele verschiedene Szenarien möglich, um die Funktionalität von Produkten zu gewährleisten. Die Testsysteme dazu nennt man Schwingerreger oder schlicht „Shaker“. Die unterschiedlichen Antriebe der Shaker werden genutzt, um bestimmte Standards abzudecken.

IEC 60068-2-6	Schwingen, sinusförmig
IEC 60068-2-64	Breitbandrauschen
IEC 60945	Maritime Navigation / Funk
UN 38.3	Vibration Schock an Li-Ion Batterien
MIL-STD-810	Umweltprüfungen / DEPARTMENT OF DEFENSE

Der Transport gehört zu den ersten Herausforderungen, die ein Produkt beim Inverkehrbringen bestehen muss. Je nach Anforderung wird das Produkt selbst, in seiner Verpackung oder auf einer Palette geprüft. Die entsprechenden Standards sind hier meist niederfrequent; der Prüftisch wird mit einer Sinusschwingung angeregt. Neben den Standards für die Logistik ist der Bereich der Gefahrgüter durch die Bestimmungen der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSEB), See (GGVSee) oder der Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO) geregelt.



Der Sicherheitsaspekt steht bei Vibrationsprüfungen im Fokus und fließt mit in die Qualität eines Produktes ein.

Sollte das Produkt seinen Einsatz im automotiven Umfeld, bei der Schifffahrt, im Flugverkehr oder im Maschinenbau finden, muss nicht nur der Transport überstanden werden, sondern auch die spätere Anwendung muss sicher sein. Für die verschiedenen Bereiche gibt es zum einen entsprechende Prüfstandards, zum anderen setzen Hersteller ihr Know-how ein, um Hausstandards zu entwickeln, die die Einsatzgebiete ihrer Produkte perfekt widerspiegeln.

Speziell in der Automobilindustrie sind die OEMs sehr darauf bedacht, überdimensionierte Bauteile zu vermeiden, um Gewicht und Kosten einzusparen oder die Geräuschentwicklung zu reduzieren. Um diese Bauteile zu verifizieren, unterscheiden sie dabei in ihren Anregungsprofilen (welche Beschleunigung bei welcher Frequenz) oft über 15 verschiedene Einsatzbereiche für das Produkt:

- im Motorraum
- am Motor selbst
- am Getriebe
- in der Tür
- im Kofferraum
- in der Kofferraumklappe
- im Innenraum

Je nach Anforderung werden bei dieser Erprobung gleichzeitig klimatische Bedingungen simuliert. Hierfür wird die Temperatur beispielsweise langsam auf -40°C gefahren, dort mehrere Stunden belassen und danach wieder auf +70°C erhöht. Wenn gewünscht oder laut Standard erforderlich, auch zusätzlich mit einer Regelung der Luftfeuchte. Als Anregungsprofil für den Shaker wird weniger auf einen Sinus zurückgegriffen, sondern auf ein Rauschen (Überlagerung vieler immer wieder zufälliger Sinusanregungen). Durch Messungen an realen Objekten werden Rauschprofile über einen weiten Frequenzbereich (5–2000 HZ) aufgenommen und an den Shakern simuliert. Möchte man untersuchen, ob es durch die Vibrationsbelastung zu Materialschwächungen kommen kann, werden Resonanzanalysen vor und nach den eigentlichen Tests durchgeführt. Anhand dieser lassen sich in der abschließenden Untersuchung Rückschlüsse auf Materialqualität und Belastbarkeit ziehen. Einen guten Einblick für elektronische Komponenten für Straßenfahrzeuge bietet hier die Standardreihe ISO 16750.

Im Bereich der Schifffahrt, der durch die niederfrequente Anregung langsam drehender Motoren oder Propeller geprägt ist, werden Resonanzanalysen zur erweiterten Lebensdauerprüfung herangezogen. Zeigt ein Produkt Resonanzen, werden speziell diese Stellen zusätzlich für längere Zeiträume untersucht. So wird sichergestellt, dass das Produkt auch im Worst-Case-Szenario keinen Ausfall wegen Materialermüdung zeigt.

Besonderes Augenmerk wird im Bereich Flugverkehr auf Vibration und Schockprüfungen gelegt. Hier fand sich in den 1940er und 50er Jahren auch der Ursprung der Vibrationsprüfungen. Flugzeuge müssen im gleichen Maße steif und flexibel sein, zudem Turbulenzen trotzen und einem geplanten Dienstalter von über 25 Jahren gerecht werden. Der Umstieg von Kolbenmotoren hin zu Turbinen brachte eine Reihe neuer Testprofile mit sich. Um möglichst realitätsnah prüfen zu können, kommen Kombinationen aus Sinusanregungen und Rauschen zum Einsatz. So werden generelle Belastungen aus dem Flugbetrieb

(Breitbandrauschen) mit speziellen Belastungen durch den Antrieb (Sinus) abgedeckt. Unfälle (Abriss einer Turbinenschaufel, Propellerbruch) werden dabei gesondert betrachtet. Gerade im Antriebsbereich kann es bei einem Schaden schnell zu Unwuchten kommen, die sich auf das gesamte System auswirken.



### Elektrodynamisch vs. Induct-A-Ring

Der konventionelle Antrieb eines Shakers funktioniert elektrodynamisch. Sein prinzipieller Aufbau gleicht dem eines Lautsprechers. Eine Schwingspule wird in einem magnetischen Feld mithilfe eines Audioverstärkers in Vibration versetzt. Fließt ein Signal durch die Schwingspule, bewegt sich diese aufgrund der elektrischen Wechselwirkung innerhalb des statischen Magnetfelds nach außen. Je nach Anwendungsgebiet kann das äußere Magnetfeld von einem Festkörper oder durch eine Spule generiert werden. Die Schwingspule selbst kann luft- oder wassergekühlt sein. Nachteil des konventionellen Antriebs: Alle Komponenten sind den Prüfprofilen ausgesetzt, müssen also mitbewegt werden. Dies führt zu Materialermüdung, Wegbegrenzung und einer Einschränkung der Gesamtleistung.

Aus den USA kam in den 1970er Jahren eine neue Technologie, die nicht mehr auf die konventionellen Schwingspulen mit ihren Nachteilen setzt. Die Lösung ist, die Schwingspule auf einen einzelnen Ring aus geschmiedetem Aluminium zu reduzieren und von außen über Spulen einen Wechselstrom zu induzieren, der letztendlich für die Bewegung verantwortlich ist. In der Herstellung ist dies gegenüber konventionellen Antrieben teurer, hat aber wesentliche Vorteile. Unter anderem haben diese Antriebe ein geringeres Eigengewicht, was höhere Prüfungsgewichte ermöglicht. Der Shaker hat zudem weniger bewegliche Teile, die verschleifen. Er kann bei hohen Temperaturen bis 250 °C betrieben werden, während konventionelle Shaker hier bei ca. 120 °C an ihre Grenze kommen. Letztlich bietet der Shaker durch die Entwicklung der Induct-A-Ring-Technologie eine viel höhere Schockleistung.

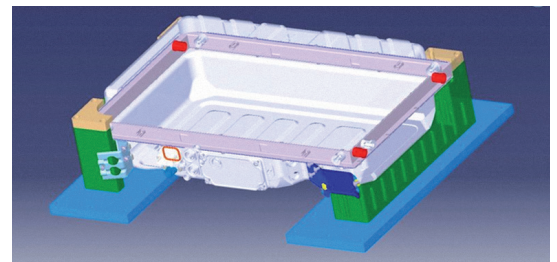
### Vibrationsprofile nach gängigen Standards oder Kundenwunsch

Wenn nicht ein Standard angewandt werden soll, dann beschreibt ein kundenseitiges Lastenheft das Vibrationsprofil, dem ein Produkt beim

Transport oder beim bestimmungsgemäßen Einsatz ausgesetzt ist. Es soll damit sichergestellt werden, dass es zu keiner Gefährdung oder frühzeitigem Ausfall des Produkts kommt.

Im Prüfumfang können die folgenden Profile enthalten sein:

- Sinus
- Multisinus
- Rauschen
- Sinus mit Rauschen
- Rauschen mit Rauschen
- Schock
- Schock Antwort Spektrum



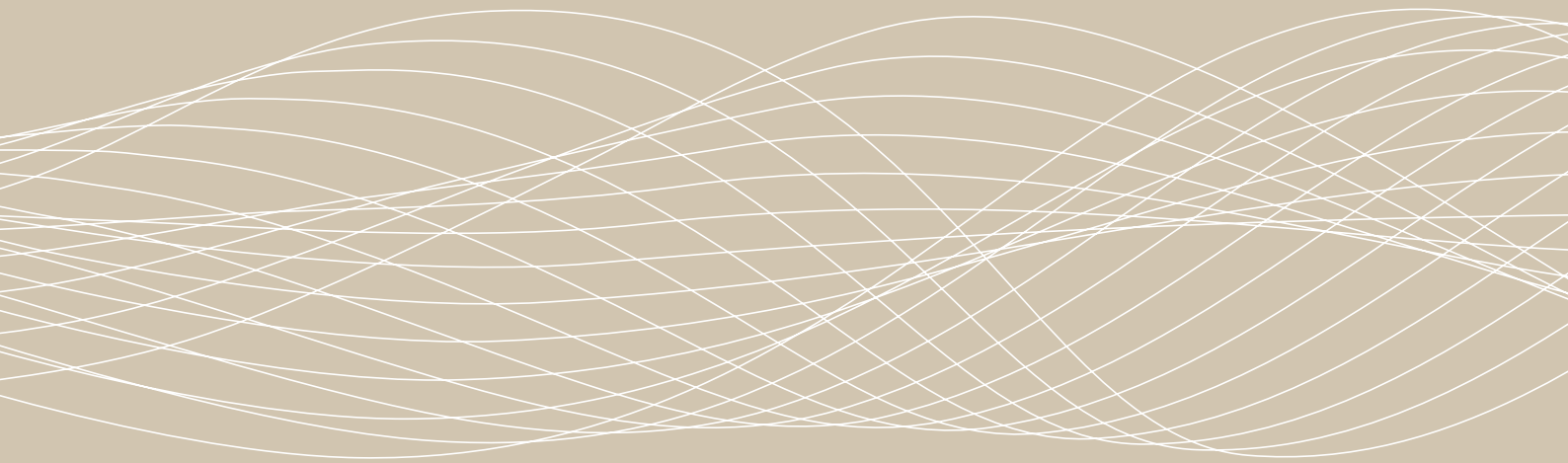
Steht für das Produkt keine Halterung (Fixtur) zur Anbindung an den Shaker zur Verfügung, besteht die Möglichkeit, eine optimal auf die Prüfung abgestimmte Fixtur zu planen und zu konstruieren. Dabei werden anhand von CAD-Zeichnungen des Produkts formschlüssige Fixturen konstruiert, die eine gute Krafteinleitung in das Produkt ermöglichen und resonanzfrei arbeiten. Hierbei gilt, je größer die Aufspannfläche, desto höher die Anzahl an Prüflingen, die den Test durchlaufen können. So wird viel Testzeit und Aufwand gespart, was durchaus den Mehraufwand einer speziellen Fixtur wettmachen kann.

### Shaker-Prüfungen für Produkte aller Art

Die Einsatzgebiete von Shaker-Prüfungen sind vielfältig und beschränken sich nicht nur auf die genannten Branchen des Transportwesens. Diverse andere Produkte aus unterschiedlichsten Branchen können einem Testprozess mit dem Shaker unterzogen werden. Hier sind vor allem alle Arten von Batterien (Zellen, Module oder ganze Batteriesysteme), Consumerprodukte (Powertools, Multimediaprodukte) oder Fortbewegungsmittel mit eingebauten Batterien (z. B. Pedelecs oder E-Bikes) zu nennen.

Weitere Bereiche, die von den Shaker-Tests profitieren und Produkte sicherer und besser machen können, sind Radarsysteme, Geräte der Medizintechnik, Optik/Lasersysteme, Produkte mit Ventiltechnik, Speichertechnik oder Steuergeräte. Alle Produkte sind unter Umständen erschwerten Bedingungen bei Transport oder Einsatz ausgesetzt. Bestandene Vibrationstests, auch außerhalb der vorgeschriebenen Rahmen, erhöhen in jedem Fall die Qualität eines Produkts.

Der Einsatz von Vibrationstests ist für diverse Produktarten von Bedeutung und besitzt nicht nur einen regulatorischen Hintergrund. Interne Qualitätskontrolle und die Überprüfung eigener Standards sind ebenfalls Gründe für die Durchführung der Prüfungen.



# ÜBER DIE CETECOM

Neben dem Testen von global etablierten Standards wie GSM, WCDMA, LTE, CDMA, Bluetooth, Wi-Fi und NFC, an deren Spezifikationen die CETECOM mitgewirkt hat, bietet die CETECOM auch eine Vielzahl an Beratungs- und Testleistungen für Mobile Software Applications, OTA Antenna Testing, SAR, EMV, Akustik, Batterien und Feldversuche an. Darüber hinaus unterstützt die CETECOM mit Beratungs- und Testleistungen im Bereich Internet of Things/M2M, insbesondere in den Feldern Connected Car und Smart Energy mit Fokus auf Kommunikations- und IT-Sicherheitsaspekten. Auch bei der Entwicklung von neuen globalen Test-Standards und Spezifikationen arbeitet die CETECOM regelmäßig mit.

Die CETECOM ist gleichzeitig Mitglied im BVES und bietet umfangreiche Dienstleistungen in den Bereichen der Batterie- und Umwelttests an. Das Batterie- und Umweltlabor ist mit drei Shakern ausgestattet (ein LDS Shaker; zwei Unholtz Dickie Shaker) und wird den diversen Testprofilen durch den zusätzlichen Einsatz eines großen Klimaschranks mit seiner verfahrbaren Klimahaube für Temperaturprüfungen gerecht. Auch auf eine hauseigene Crashbahn kann zurückgegriffen werden.