



InnoTesting  
Vibration Workshop  
27<sup>th</sup> February 2020

***Stand AK 68-2 Mechanik,  
Normanforderungen  
Querbeschleunigungen***

Erk Wendenburg

Element Materials Technology  
Friedrich-Wöhler-Straße 1  
12489 Berlin



element<sup>®</sup>

Agenda

Kurzvorstellung Element Berlin

GUS Arbeitskreis 68 – Normenreihe

Querbewegung – Normanforderungen

Querbewegung – Ursachen

Diskussion

# Introduction – Element Materials Technology

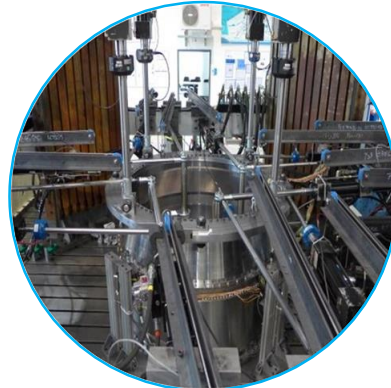


- Element Materials Technology ist einer der größten unabhängigen Anbieter von Prüfungs-, Inspektions- und Zertifizierungsdienstleistungen, mit mehr als 6.800 engagierten Experten an über 185 Standorten in Europa, Amerika, Asien, Afrika, Australien und dem mittleren Osten.
- Wir betreuen zahlreiche Unternehmen aus Branchen, in denen Betriebsausfälle nicht vorkommen dürfen. Die Arbeit für unsere Kunden dient einem Ziel: Gewissheit über die Zuverlässigkeit ihrer Produkte.
- Mit unserer fast 200 Jahre langen Erfahrung und weltweiten Kapazitäten stellen wir sicher, dass die von uns getesteten Werkstoffe und Produkte sicher, von der benötigten Qualität, normgerecht und für die geplante Verwendung geeignet sind.

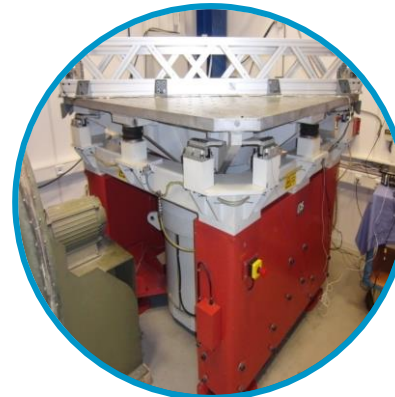
## Leistungen am Standort Berlin



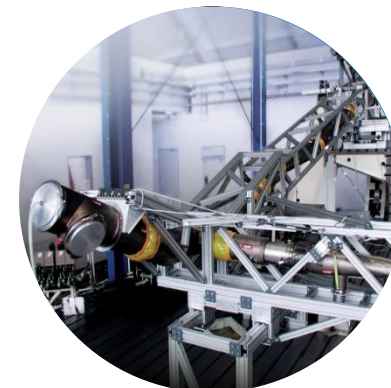
Spin  
Test



Struktur  
Test



Vibration  
Test



Fluid System  
Test



Engineering  
Support



element<sup>®</sup>

Agenda

Kurzvorstellung Element Berlin

GUS Arbeitskreis 68 – Normenreihe

Querbewegung – Normanforderungen

Querbewegung – Ursachen

Diskussion

- Der Arbeitskreis AK 68 wurde 2015 als Nachfolger des AK Environmental Stress Screening ESS gestartet, mit dem Ziel der Interpretation der DIN EN 60068 Reihe.
- 2018 sollte die erste „Mechanik“ Norm DIN EN 60068-2-6 2008-10 Prüfung Fc, Schwingen besprochen werden.  
Auf Grund der immensen Anmeldungen hat die AK Leitung entschieden die Teilnehmerzahl auf die bereits bekannten Teilnehmer zu beschränken!
- Auf der GUS Jahreshauptversammlung 2019 wurde die Möglichkeit eines „Parallel AKs“ besprochen.
- Die konstituierende Sitzung des „AK68 – 2.0 Mechanik“ fand am 13/14. Februar 2020 in Berlin mit 11 Teilnehmern statt.

- Die Teilnehmer haben der Gründung eines eigenen Arbeitskreises zugestimmt

## AK UMWELTPRÜFUNG MECHANIK

- Ziele: Zusammenarbeit mit dem AK68 bei den Themen der mechanischen Prüfung  
Normen Interpretation der weiteren „Mechanischen Prüfnormen“  
Unterstützung bei der Norm Arbeit – Input in Bezug auf Fehler und / oder Unklarheiten  
Ausarbeitung von Ringversuchen  
Leitfaden zur Laborumsetzung (Prüfequipment, Messunsicherheiten)  
Testtailoring  
schriftliche Ausarbeitung der Erkenntnisse
- Derzeit noch kein/e Vorsitzende/r bestätigt
- Nächstes Treffen Sept./Okt. 2020



element<sup>®</sup>

Agenda

Kurzvorstellung Element Berlin

GUS Arbeitskreis 68 – Normenreihe

Querbewegung – Normanforderungen

Querbewegung – Ursachen

Diskussion



# Normanforderungen in Bezug auf Querbeschleunigungen

---

- Die DIN EN 60068-2-6 (Sinus) definiert Grund- und Störbewegungen unterteilt in Quer- und Drehbewegungen
- In der DIN EN 60068-2-64 (Rauschen) wird neben der Grundbewegung nur die Querbewegung limitiert
- Die Mil STD 810-H limitiert ebenfalls die Cross-Axis Motion
- Viele andere Normen verweisen auf die obigen Normen (z.B. DIN EN 61373 )
- Für Schock Test sind keine Begrenzungen der Querbewegungen bekannt
- In der RTCA-DO160G findet die Querbewegung / Cross-Axis Motion keine Erwähnung
- Die Aufzählung ist nicht vollständig!!!

# Normanforderungen in Bezug auf Querbeschleunigungen

- DIN EN 60068-2-6

## 4.1.2.1 Querbewegung

Die maximalen Schwingungswerte an den Kontrollpunkten in jeder Achse senkrecht zur spezifizierten Achse dürfen nicht mehr als 50 % der spezifizierten Werte der Signale bis 500 Hz überschreiten oder 100 % bei Frequenzen oberhalb von 500 Hz. Die Messungen müssen nur den spezifizierten Frequenzbereich abdecken. In speziellen Fällen, z. B. bei kleinen Prüflingen, darf der Wert des Signals der zulässigen Querbewegung auf 25 % begrenzt werden, falls dies in der Einzelbestimmung gefordert wird.

## 4.3 Querbewegung

Falls die Einzelbestimmung es fordert, sollte die Querbewegung in den beiden Querachsen überwacht werden. Dazu kann entweder vor der Prüfdurchführung eine Sinus- oder eine Rauschprüfung mit einer in der Einzelbestimmung vorgegebenen Amplitude durchgeführt werden oder die Überwachung findet während der Prüfung unter Nutzung zusätzlicher Kanäle statt.

Der Wert der spektralen Beschleunigungsdichte an den Kontrollpunkten darf in keiner zur spezifizierten Achse senkrechten Richtung (Querrichtung) den spezifizierten Wert der spektralen Beschleunigungsdichte für Frequenzen über 500 Hz überschreiten. Unter 500 Hz dürfen -3 dB des spezifizierten Werts der spektralen Beschleunigungsdichte nicht überschritten werden. Der Effektivwert der Beschleunigung in Querrichtung darf 50 % des Effektivwerts der Beschleunigung in der spezifizierten Achse nicht überschreiten. Die Einzelbestimmung kann, beispielsweise für kleine Prüflinge, vorgeben, dass die zulässige Querbewegung insoweit begrenzt wird, dass sie -3 dB der Grundbewegung überhaupt nicht überschreitet.

- DIN EN 60068-2-64

**Table 514.8-II. Random Vibration Test Tolerances.**

Cross-axis Motion: ASD measured with the same number of DOF as in the test axis, along the mutually orthogonal directions, in relation to the in-axis specified ASD.	Less than 50% below 500 Hz Less than 100% above 500 Hz Less than the relevant specified ASD for the given cross-axis.
--	---

- Mil STD 810-H

**Table 514.8-III. Sinusoidal Vibration Test Tolerances.**

Cross-axis Motion: Tone levels measured along the mutually orthogonal directions, in relation to the in-axis specified level(s).	Less than 50% below 500 Hz Less than 100% above 500 Hz Less than the relevant specified levels for the given cross-axis.
--	--

# Normanforderungen in Bezug auf Querbeschleunigungen

- DIN EN 60068-2-6  
DIN EN 60068-2-64 (sinngemäß)

## 4.1 Geforderte Kennwerte

Die geforderten Kennwerte gelten für das gesamte Schwingungsprüfsystem, welches einen Leistungsverstärker, einen Schwingungserzeuger, eine Aufspannvorrichtung, den Prüfling und das Regelungssystem umfasst, falls es für die Prüfung beladen ist.

### 4.2.2.4 Cross axis accelerations.

In a single axis vibration test, cross axis vibration acceleration in two axes mutually orthogonal and orthogonal to the drive axis should be less than or equal to the values specified in Table 514.8-II for the cross axis of concern. If measured cross axis vibration accelerations exceed these values, the source of the vibration should be identified and addressed. The following common sources of cross axis vibration should be considered:

- a. Test fixture resonance. Prior to test, a test fixture survey should be conducted to ensure that the structural characteristics of the test fixture do not introduce uncontrollable resonances into the test setup. The survey may be experimental or analytical. If problematic resonances are identified, modifications should be made to the test fixture to shift the resonance beyond the frequency range of the test or to dampen the resonance in order to minimize the effect on the test.
- b. Test article resonance. Cross axis resonances of the test article may be characteristic of the test article structure and not necessarily a product of test fixture or restraint. As long as the test item is secured in a manner consistent with the environment being tested, and the test fixture is not introducing unrealistic resonance, the following options should be considered in limiting the cross axis vibration:
  - (1) Response Limit - A limit spectrum may be applied to the cross axis response of the test article in order to effectively notch the control spectrum in the drive axis. This limit spectrum should be defined in terms of the test profile for the cross axis of concern. For example, if the transverse response to vertical axis test is excessive, the transverse response should be limited to some factor of the corresponding transverse profile. In a random vibration test, the cross axis resonances are often narrow frequency bands, the notching may be within acceptable tolerances.
  - (2) Multi-axis Test - If the test article structure is such that the cross axis vibration response to a single axis vibration test is beyond acceptable levels, it may be necessary to conduct the test as a multi-axis in order to simultaneously control multiple axes of vibration to the required test profiles. Method 527.1 discusses the technical details associated with multi-axis vibration testing.

- Mil STD 810-H

# Normanforderungen in Bezug auf Querbeschleunigungen

- DIN EN 60068-2-6  
DIN EN 60068-2-64 (sinngemäß)

## A.2.4 Drehbewegung (siehe 4.1.2.2)

Große oder schwere Prüflinge können auf die sinusförmige Anregung mit Umkippmomenten reagieren, entweder weil die Trägheitskraft der starren Masse exzentrisch zur Anregungsachse des Schwingtisches liegt oder wegen der Verteilung der Trägheitskräfte der Schwingungsformen bei den jeweiligen Eigenfrequenzen. Diese Umkippmomente können Drehbewegungen um jede Achse verursachen, die in irgendeiner Fläche orthogonal zur Grundbewegung liegen und daraus folgend einige zusätzliche Beanspruchungen im Prüfling verursachen. Dies könnte zu unrealistisch hoher Beanspruchung führen. Deshalb kann es angebracht sein, die Drehbewegungen zu verringern oder zumindest ihre Größe zu kennen. Die Eigenfrequenzen und dazugehörigen Schwingungsformen des Prüflings sind vor der Prüfung üblicherweise unbekannt und allgemeine Annahmen, die diese Parameter betreffen, sind sehr schwer zu treffen.

- Mil STD 810-H

- a. Test fixture resonance. Prior to test, a test fixture survey should be conducted to ensure that the structural characteristics of the test fixture do not introduce uncontrollable resonances into the test setup. The survey may be experimental or analytical. If problematic resonances are identified, modifications should be made to the test fixture to shift the resonance beyond the frequency range of the test or to dampen the resonance in order to minimize the effect on the test.
- b. Test article resonance. Cross axis resonances of the test article may be characteristic of the test article structure and not necessarily a product of test fixture or restraint. As long as the test item is secured in a manner consistent with the environment being tested, and the test fixture is not introducing unrealistic resonance, the following options should be considered in limiting the cross axis vibration:
  - (1) Response Limit - A limit spectrum may be applied to the cross axis response of the test article in order to effectively notch the control spectrum in the drive axis. This limit spectrum should be defined in terms of the test profile for the cross axis of concern. For example, if the transverse response to vertical axis test is excessive, the transverse response should be limited to some factor of the corresponding transverse profile. In a random vibration test, the cross axis resonances are often narrow frequency bands, the notching may be within acceptable tolerances.
  - (2) Multi-axis Test - If the test article structure is such that the cross axis vibration response to a single axis vibration test is beyond acceptable levels, it may be necessary to conduct the test as a multi-axis in order to simultaneously control multiple axes of vibration to the required test profiles. Method 527.1 discusses the technical details associated with multi-axis vibration testing.



element<sup>®</sup>

Agenda

Kurzvorstellung Element Berlin

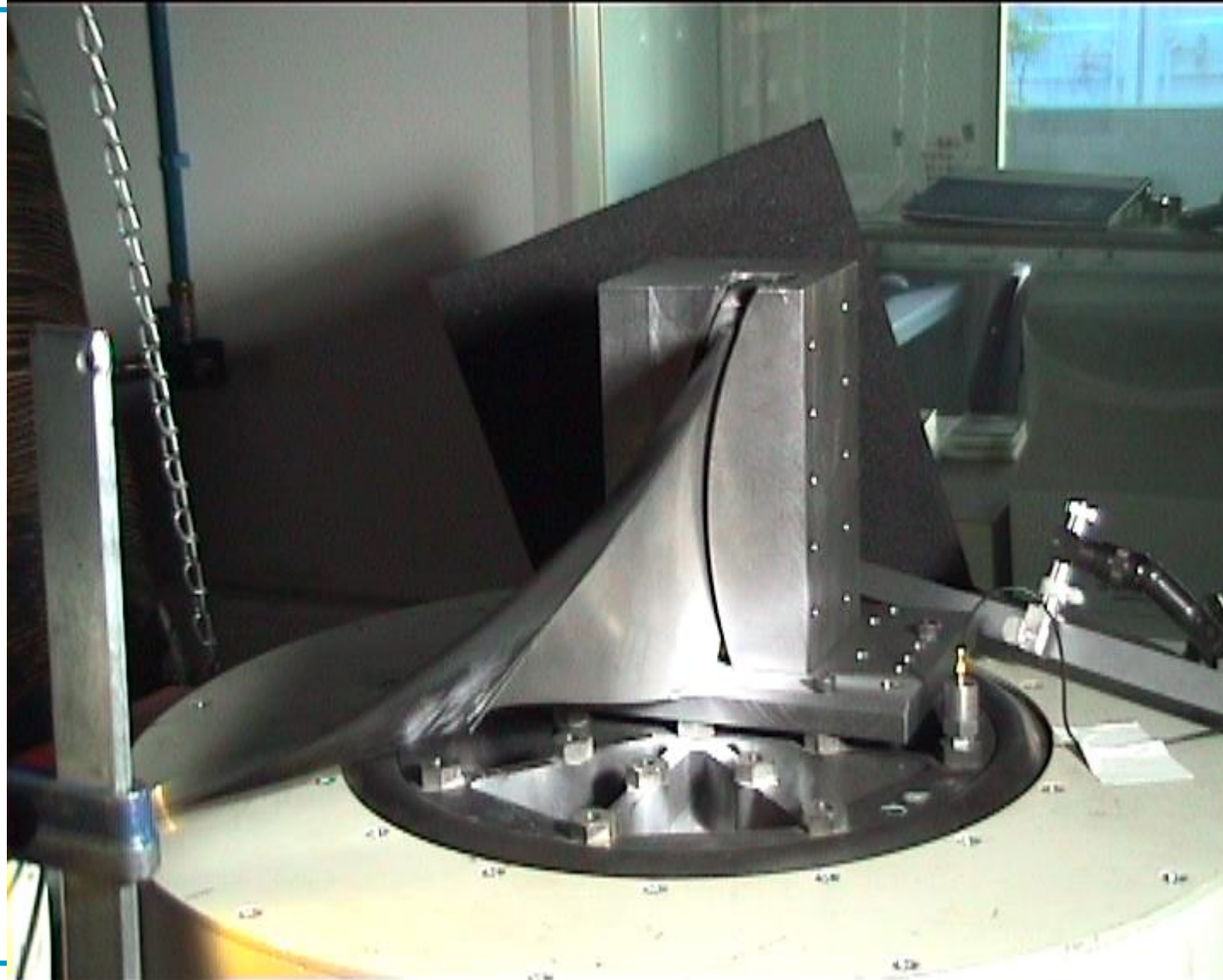
GUS Arbeitskreis 68 – Normenreihe

Querbewegung – Normanforderungen

Querbewegung – Ursachen

Diskussion

# Ursachen für Querbeschleunigungen



# Ursachen für Querschleunigungen

---

- 1. Shaker Aufbau und mechanische Führung
- 2. Montage Adaption / Prüfling auf Shaker und Rückwirkung auf mechanische Führung
  - LDS Engineering Bulletin No. 78.11.01
- 3. Schwingverhalten der Adaption
- 4. Schwingverhalten des Prüflings



Questions & Answers