



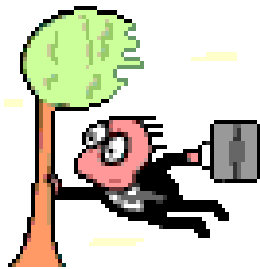
UMWELTSIMULATION

SGS CENTER FOR QUALITY ENGINEERING

WHEN YOU NEED TO BE SURE

SGS

- Einleitung
- Produktentwicklung, Qualität
- Umweltsimulation
- Umwelteinflüsse
- Test- und Erprobungsverfahren
 - IEC 60721 / IEC 60068
 - ISO 16750
 - MIL-STD 810



- Automotive → große Stückzahlen und hohes Risiko
- Luft und- Raumfahrt → Hohes Image und hohes Risiko
- Nukleartechnik → Hohe Zuverlässigkeit, Gefahr für Umwelt
- Verteidigung → Gefahr für Umwelt und lange Nutzungsdauer
- Elektronikartikel (Supermarktketten) → Hohes Image kurzzeitiges Angebot
- Consumer Bereich → Gilt für alle Produkte und Lebensbereiche

- **Entwicklung, Entstehung des Produktes**
 - Erfahrung
 - Simulationsmethoden : Numerische Verfahren und / oder Versuche ...
- **Wann ist das Produkt „fertig“ bzw. abgeschlossen?**
 - Vergleich zwischen Spezifikation und tatsächlicher Charakteristik
 - Überwachung der Designänderungen
- **Produkte sollten auf spätere Nutzung überprüft werden**
- **Produktmängel werden meist vom Kunden gefunden**
 - Kundenunzufriedenheit → Umsatzverluste
 - Produkthaftung → Schadensersatz
 - Gewährleistung → Kosten
 - Schlechtes Image → Negative Internet-Bewertungen

Test- und Erprobungsverfahren

Sicherstellung der Anforderungen – Qualität

- Skala wie ein Produkt den bestehenden Anforderungen tatsächlich entspricht
 - Hohe Qualität bedeutet nicht das absolut beste Produkt zu entwickeln
 - Qualitativ gutes Produkt (Smart/S-Klasse)
 - Geringe Streuung oder Bandbreite
- Qualität kann man nicht nur durch Messen und Prüfen erzielen
- Alle Entwicklungsphasen müssen die Qualitätsziele im Focus haben
- Qualität muss über den gesamten Fertigungszeitraum aufrecht und konstant erhalten werden

- **Entwicklung, Fertigung und Service überwachen**
 - Qualitätsmanagementsystem
 - Qualitätsmanagement-Handbuch
 - Prozesse müssen durchgängig sein
- **Lieferanten müssen ebenfalls beobachtet werden**
- **Abnahme bzw. Qualifikationstests**
 - Abnahmekriterien müssen eindeutig definiert sein
 - Erstmaligen Freigabe
 - Änderungen im Fertigungsprozess
 - „Golden-Sample“-Problem → geeignete Stichprobe
 - Tests müssen reproduzierbar sein
- **Regelmäßige Überwachung**
 - Fertigung
 - Einkauf und Lieferanten



- **Alle technischen Erzeugnisse als auch Lebewesen unterliegen Umgebungseinflüssen**
- **Umweltsimulation:**
 - Leistungsfähigkeit und dem Funktionsverhalten
 - Langzeitverhalten bzw. Lebensdauer
 - Rückwirkung auf die Umwelt
- **Ziele der Umweltsimulation**
 - Ermittlung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge
 - Qualifikation von Erzeugnissen für gegebene Umweltbedingungen
 - Optimierung der umweltbezogenen Produktentwicklung
 - Ermittlung von Testprozeduren für künstliche Alterung (Zeitraffung)
- **Vorgehensweise**
 - Messung der Umwelteinflüsse und Simulation der Umweltbedingungen
 - Beurteilung der Wirkung auf den Prüfling durch die Umwelt



Umwelteinflußgrößen
sind physikalische,
chemische oder
biologische Um-
gebungsbedingungen
außerhalb des Prüfling
bzw. Gerät/Systems

Umwelteinflüsse		
Natürliche		Zivilatorische
Freiluft	<i>Temperatur</i>	Raumklima, Motorraum
Tropenklima	<i>Luftfeuchte</i>	Saunen und Bäder
Hoch- und Tiefdruck	<i>Luftdruck</i>	Transportflüge
Meeresklima	<i>Salzwasser (-nebel)</i>	Streusalz
Ozon	<i>Gase</i>	Industriatmosphäre
Niederschläge	<i>Wasser</i>	Waschanlagen
Sand und Staub	<i>Partikel</i>	Partikelemission
Erdbeben	<i>Vibration und Stöße</i>	Transporte
Sonne	<i>Bestrahlung</i>	Beleuchtung
Wind	<i>Schall und Körperschall</i>	Lärm
Pilze, Schimmel, Algen	<i>Chemische Alterung, biogener Bewuchs</i>	„Saurer Regen“, Reiniger
Erdmagnetfeld	<i>Elektromagnetische Feldstärke</i>	Sender, Röntgenquellen
Radon	<i>Radioaktivität</i>	Kernkraftwerke

Umweltsimulation

Hauptwirkungen von Umwelteinflüsse I

Umweltbedingung	Hauptwirkung	Typische Schäden
Hohe Temperatur	Wärmealterung: Oxidationen, Rißbildung, Chemische Reaktionen Erweichen, Schmelzen, Sublimation, Verdampfen, Ausdehnung	Versagen der Isolation Mechanisches Versagen Verstärkte mechanische Beanspruchung Verstärkter Verschleiß infolge von Ausdehnung oder Minderung der Schmierung
Niedrige Temperatur	Versprödung Eisbildung Viskositätserhöhung und Erstarren Minderung der Mechanischen Widerstandsfähigkeit Schrumpfung	Versagen der Isolation Risse, Mechanisches Versagen Verstärkte mechanische Beanspruchung Verstärkter Verschleiß infolge von Ausdehnung oder Minderung der Schmierung
Hohe relative Luftfeuchtigkeit	Feuchte-Absorption oder Aufquellen Minderung der mechanischen Festigkeit Chemische Reaktionen: •Korrosion •Elektrolyse Minderung der Isolationsfähigkeit	Werkstoffzerstörung Versagen der Isolation Mechanisches Versagen
Niedrige Luftfeuchtigkeit	Austrocknung Versprödung Minderung der mechanischen Widerstandsfähigkeit Schrumpfen Verschleißerhöhung zwischen bewegten Kontakten	Mechanisches Versagen Risse

Umweltsimulation

Hauptwirkungen von Umwelteinflüsse II

Umweltbedingung	Hauptwirkung	Typische Schäden
Hoher Druck	Zusammendrücken Vertrocknung	Mechanisches Versagen Undichtigkeiten (Versagen der Dichtungen)
Niedriger Druck	Ausdehnung Verminderte elektrische Durchschlagfestigkeit der Luft Glimmentladungen und Ozonbildung Verminderte Kühlung	Mechanisches Versagen Undichtigkeiten (Versagen der Dichtungen) Elektrischer Überschlag Überhitzung
Rascher Temperaturwechsel	Temperaturschock Auswirkung unterschiedlicher Erwärmung	Mechanisches Versagen Rißbildung Schädigung von Abdichtungen
Sand und Staub	Abrieb, Festfressen Verschmutzung Verminderte Wärmeleitfähigkeit Elektrostatische Aufladung	Erhöhter Verschleiß Elektrisches Versagen Mechanisches Versagen Überhitzung
Korrosive Atmosphären	Chemische Reaktionen: • Korrosion und Elektrolyse Oberflächenschädigung Leitfähigkeitserhöhung Widerstandserhöhung bei elektrischen Kontakten	Erhöhter Verschleiß Mechanisches Versagen Elektrisches Versagen
Wind	Stau und Sog Ermüdung Materialablagerungen Verstopfung Abrieb Schwingungsanregung	Zusammenbruch Mechanisches Versagen Siehe: • „Sand und Staub“ • „Korrosive Atmosphären“

Umweltsimulation

Hauptwirkungen von Umwelteinflüsse III

Umweltbedingung	Hauptwirkung	Typische Schäden
Regen	Wasserabsorption Temperaturschock Erosion Korrosion	Elektrisches Versagen Rißbildung, Undichtigkeiten Oberflächenschädigung
Sonneneinstrahlung	Chemische, physikalische und photochemische Reaktionen: • Oberflächenschädigung • Versprödung • Verfärbung, Ozonbildung • Erwärmung • Unterschiedliche Erwärmung und mechanische Beanspruchung	Versagen der Isolation Siehe „Hohe Temperatur“
Hagel	Verschleiß Temperaturschock Mechanische Verformung	Zusammenbruch Oberflächenschädigung
Schnee und Eis	Mechanische Belastung Wasserabsorption Temperaturschock	Zusammenbruch Siehe „Regen und Schnee“
Ozon	Beschleunigte Oxidation Versprödung (insbesondere Gummi) Verminderte dielektrische Festigkeit der Luft	Elektrisches Versagen Haarrißbildung Reißen
Gleichförmige Beschleunigung Schwingungen / Stöße	Mechanische Beanspruchung Ermüdung Resonanzbildung	Mechanisches Versagen Verstärkter Verschleiß beweglicher Teile Zusammenbruch

Test- und Erprobungsverfahren

Ermittlung des geeigneten Testablauf

- **Gesetzliche Vorgaben**
 - Produktsicherheit
- **Marktübliche oder Hersteller Vorgaben**
 - Kennzeichnungen (GS, Labels ...)
 - Werksnormen, Lieferbedingungen
- **Anforderungen sind oft nicht bekannt**
 - „Wo“, „Wie“, „Wann“, „Wie oft“ und „Wie lange“
wird das Gerät gelagert, transportiert und genutzt?
 - Wie wird das Gerät genutzt?
 - Einsatzumgebung
 - Nutzungsdauer (Lebensdauer)
 - Bedienerqualifikation
 - Wie lange muss /soll die Funktion sichergestellt sein
- **Test- und Prüfstrategie festlegen**
 - Nur sinnvolle Tests durchführen



- **Festlegung des Test bzw. Qualifizierungsablaufes**
 - Anforderungen sind offen bzw. noch nicht definiert
 - Anforderung sind in einem Standard bzw. Vorschrift festgelegt
- **Anforderungen sind noch nicht definiert**
 - IEC 60721-4-x → Umwelteinflüsse
 - IEC 60068-2-x → Testdurchführung
- **Funktionsverhalten muss definiert werden**
 - Spezielle Tests für Handhabung
 - „Jeanstaschen-Test“ bei Mobil-Telefonen
 - Falltests etc.
 - Spezielle Umweltbedingungen
 - Spezielle Schockbeanspruchungen etc.
- **Eigene Festlegungen basierend Literatur und Erfahrungen**



■ Anforderungen sind bekannt und definiert

- Telekommunikation
 - ETSI 300019-2-x → Funktionseigenschaften werden berücksichtigt
 - IEC 60068-2-x → Testdurchführung
- Automotive
 - ISO 16750 → Funktionseigenschaften werden berücksichtigt
 - IEC 60068-2-x → Testdurchführung
- Militärbereich
 - MIL-STD 810 → Testdurchführung
- Luftfahrt
 - RTCA DO 160 → Testdurchführung & Funktionseigenschaften
- Seeschifffahrt
 - IEC 60945 → Funktionseigenschaften werden berücksichtigt
 - IEC 60068-2-x → Testdurchführung
- Sonstige Produktvorschriften oder Werksnormen etc.



- Klassifizierung von Umweltbedingungen → IEC 60721-1
- Natürliche Einflüsse → IEC 60721-2-x

Natürliche Einflüsse	IEC 60721	Teil
Temperatur und Luftfeuchte		-1
Niederschlag und Wind		-2
Luftdruck		-3
Sonnenstrahlung		-4
Staub, Sand und Salz		-5
Seismische Einflüsse		-6
Flora und Fauna		-7





- Klassen und Einflußgrößen → IEC 60721-3-x**

Einflußgrößen	Klasse
Langzeitlagerung	1xx
Transport	2xx
Ortfester Einsatz, wettergeschützt	3xx
Ortfester Einsatz, nicht wettergeschützt	4xx
Einsatz in und an Landfahrzeugen	5xx
Einsatz auf Schiffen	6xx
Ortsveränderlicher Einsatz	7xx

- Interpretation der Anforderungen → IEC 60721-4**
Anleitung für die Zuordnung und Überführung der
Umweltanforderungen in Umwelttest nach der IEC 60068

■ **Klimatische Umweltbedingungen [K]**

- Kälte und Wärme
- Luftfeuchte
- Druck
- Bewegung des umgebenden Mediums
- Niederschlag
- Strahlung
- Nässe
- Betauung
- Eis- und Reifbildung

■ **Weitere klimatische Umweltbedingungen [Z]**

- Luftdruck
- Wärmestrahlung
- Luftbewegung
- Wasser (außer Regen)

■ **Biologische Umweltfaktoren[B]**

- Flora
- Fauna

■ **Mechanische aktive Stoffe [S]**

- Sand und Staub
- Schlamm
- Ruß

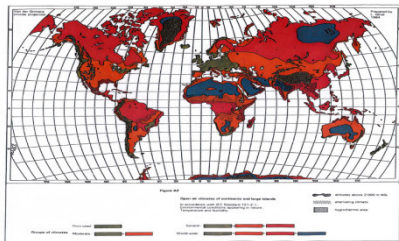
■ Chemisch aktive Stoffe [C]

- Meersalz
- Auftausalz
- Schwefeldioxid
- Schwefelwasserstoff
- Stickoxide
- Ozon
- Ammoniak
- Chlor
- Chlorwasserstoff
- Fluorwasserstoff
- Organische Kohlenwasserstoffe

■ Mechanische Umweltbedingungen [M]

- Schwingungen und Stöße
- Frei Fallen
- Aufprall von Fremdkörpern
- Dynamische Winkelbewegung
- Winkelabweichung
- Gleichmäßige Beschleunigung
- Statische Last
- Umstürzen

Test- und Erprobungsverfahren IEC 60721 – Bestimmung des Testablaufes I



- **Projekt:** **Elektronikgerät wird stationär im Außeneinsatz genutzt**
- **1. Schritt:** **Festlegung der Betriebsbedingungen**
Ortfester Einsatz,
nicht wettergeschützt [-4]
- **2. Schritt :** **Festlegung der Umweltbedingungen**
IEC 60721-3-4 (Schärfegrad)

**Schärfegrad wird aus den Angaben
abgeleitet (Umgebungstemperatur ...)**

Test- und Erprobungsverfahren

IEC 60721 – Bestimmung des Testablaufes II

	Umwelteinflüsse	Klasse										Umgebung
K	Klimatische Umgebungsbedingungen	4K1	4K2	4K3	4K4	4K4H	4K4L					Umgebungstemperaturen -33°C bis +40 °C
Z	Weitere Klimatische Umweltbedingungen	4Z1	4Z2	4Z3	4Z4	4Z5	4Z6	4Z7	4Z8	4Z9	4Z10	20m/s Luftgeschwindigkeit Niedriger Luftdruck 840hPa
B	Biologische Umweltfaktoren	4B1	4B2									Schimmelwachstum, Nagetiere
C	Chemisch aktive Stoffe	4C1	4C2	4C3	4C4							Salznebel, Schwefeldioxid
S	Mechanische aktive Stoffe	4S1	4S2	4S3	4S4							Staubbelastung: „Sand in Luft“ 300mg/m ³
M	Mechanische Umweltbedingungen	4M1	4M2	4M3	4M4	4M5	4M6	4M7	4M8			3,0mm Amplitude 2-9 Hz, 0,5g 9-200Hz

Test- und Erprobungsverfahren

IEC 60721 – Bestimmung des Testablaufes III

- **3. Schritt : Erforderlichen Tests nach der IEC 60068-2 ermitteln (Basis ist IEC 60721-4-4)**
 - **Klimatische Umweltbeeinflussung : Klasse 4K2**
 - IEC 60068-2-2: Dry Heat Test Ab/Ad, +40 °C, 16h
 - IEC 60068-2-1: Cold Test Ab/Ad, -40 °C, 16h
 - IEC 60068-2-56: Damp heat, +30 °C, 93% RH, 96h
 - **Mechanische Umweltbeeinflussung: Klasse 4M2**
 - IEC 60068-2-6: Stationary vibration sinusiodal“, Test Fc, 1-150Hz, 0,75mm, 0,2g, 3 Axis (x,y&z), 5 Sweeps
 - IEC 60068-2-27: „Shock“ → Test wird nicht durchgeführt
- **Beanspruchungen aus der Nutzung werden nicht berücksichtigt**
 - **Gebrauchstests müssen zusätzlich durchgeführt werden**

- **Umfasst die Durchführung von Umwelttests**
- **Allgemeine Festlegungen** → Teil 1
 - Umgebungsbedingungen
 - Testreihenfolge
- **Beschreibung der Einzelprüfungen** → Teil 2
 - Durchführung der Prüfungen
- **Leitfäden für die Prüfungsdurchführung** → Teil 3
- **Leitfäden für Ersteller von Spezifikationen** → Teil 4



Test- und Erprobungsverfahren

Testdurchführung – IEC 60068 - Part I

Methode	Titel
IEC 60068-2-1	Test A: Cold
IEC 60068-2-2	Test B: Dry heat
IEC 60068-2-5	Test Sa: Simulated solar radiation at ground level
IEC 60068-2-6	Test Fc: Vibration (sinusoidal)
IEC 60068-2-7	Test Ga: Acceleration, steady state
IEC 60068-2-9	Guidance for solar radiation testing
IEC 60068-2-10	Test J: Mould growth
IEC 60068-2-11	Test Ka: Salt mist
IEC 60068-2-13	Test M: Low air pressure
IEC 60068-2-14	Test N: Change of temperature

Methode	Titel
IEC 60068-2-17	Test Q: Sealing
IEC 60068-2-18	Test R and guidance: Water
IEC 60068-2-20	Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)
IEC 60068-2-21	Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices
IEC 60068-2-27	Test Ea and guidance: Shock
IEC 60068-2-30	Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)
IEC 60068-2-31	Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens
IEC 60068-2-38	Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test
IEC 60068-2-39	Test Z/AMD: Combined sequential cold, low air pressure, and damp heat test
IEC 60068-2-40	Test Z/AM: Combined cold/low air pressure tests

Test- und Erprobungsverfahren

Testdurchführung – IEC 60068 - Part I

Methode	Titel
IEC 60068-2-41	Test Z/BM: Combined dry heat/low air pressure tests
IEC 60068-2-42	Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections
IEC 60068-2-43	Test Kd: Hydrogen sulphide test for contacts and connections
IEC 60068-2-44	Test T: Soldering
IEC 60068-2-45	Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents
IEC 60068-2-46	Test Kd: Hydrogen sulphide test for contacts and connections
IEC 60068-2-47	Test - Mounting of specimens for vibration, impact and similar dynamic tests
IEC 60068-2-49	Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections

Methode	Titel
IEC 60068-2-50	Tests Z/AFc: Combined cold/vibration (sinusoidal) tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens
IEC 60068-2-51	Tests Z/BFc: Combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens
IEC 60068-2-52	Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium, chloride solution)
IEC 60068-2-53	Tests Z/AFc and Z/BFc: Combined temperature (cold and dry heat) and vibration (sinusoidal) tests
IEC 60068-2-54	Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method
IEC 60068-2-55	Test Ee and guidance: Bounce
IEC 60068-2-57	Test Ff: Vibration - Time-history method
IEC 60068-2-58	Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)

Test- und Erprobungsverfahren

Testdurchführung – IEC 60068 - Part II

Methode	Titel
IEC 60068-2-59	Test Fe: Vibration - Sine-beat method
IEC 60068-2-60	Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test
IEC 60068-2-61	Test Z/ABDM: Climatic sequence
IEC 60068-2-64	Test Fh: Vibration, broadband random and guidance
IEC 60068-2-65	Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)
IEC 60068-2-67	Test Cy: Damp heat, steady state, accelerated test primarily intended for components
IEC 60068-2-68	Test L: Dust and sand
IEC 60068-2-69	Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method

Methode	Titel
IEC 60068-2-70	Test Xb: Abrasion of marking and letterings caused by rubbing of fingers and hands
IEC 60068-2-74	Test Xc: Fluid contamination
IEC 60068-2-76	Test Eh: Hammer tests
IEC 60068-2-77	Test 77: Body strength and impact shock
IEC 60068-2-78	Test Cab: Damp heat, steady state
IEC 60068-2-80	Test Fi: Vibration - Mixed mode
IEC 60068-2-81	Test Ei: Shock - Shock response spectrum synthesis
IEC 60068-2-82	Test XW1: Whisker test methods for electronic and electric components

■ Umgebungseinflüsse

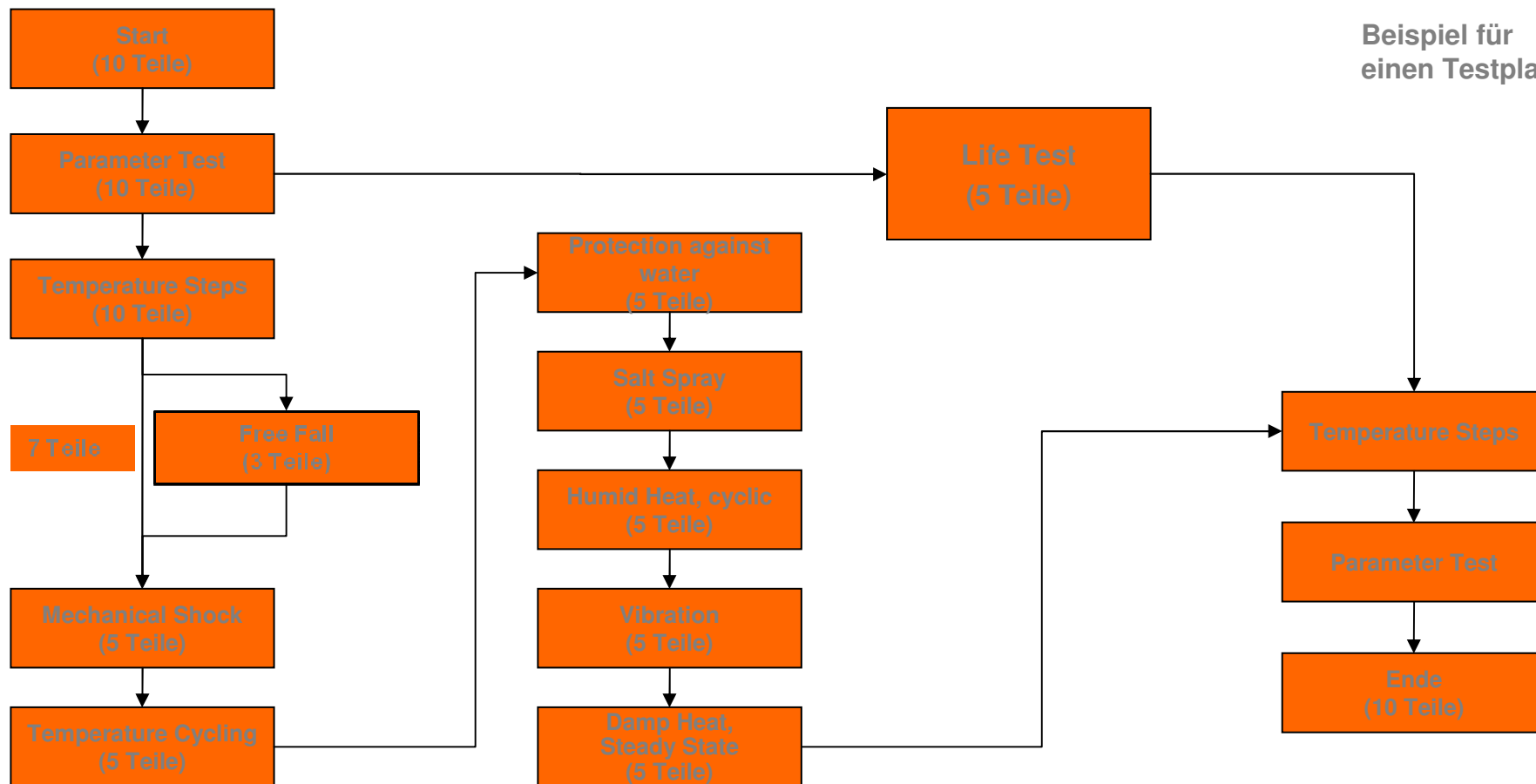
- Weitweiten klimatischen Anforderungen
- Fahrzeugtyp
- Fahrzeugnutzung und Betriebsbedingungen
- Equipment Life Cycle
- Fahrzeugspannung
- Befestigungsposition im Fahrzeug

■ Gliederung

- Part 1: Definitions
- Part 2: Electrical Loads
- Part 3: Mechanical Loads
- Part 4: Climatic Loads
- Part 5: Chemical Loads
- Degree of Protection (IP-Codes)



Beispiel für
einen Testplan





- **Schwerpunkt ist die Entwicklung und Test von Militärsystemen**
 - GAM EG – Frankreich
 - ACETP – NATO
 - DEF-STAN – UK
- **Umfangreiche Dokumentation der Umgebungsbedingungen**
- **Große Anzahl von Dokumente sind erforderlich, um einen Testplan vollständig zu generieren**
- **Tests sind sehr detailliert beschrieben**
- **Anforderungen sind sehr hoch und spezifisch für Militäranwendungen**
- **Tests lassen sich nur bedingt auf andere Produkte übertragen**



Test- und Erprobungsverfahren MIL-STD 810 – Testübersicht

Methode	Titel
500	Low Pressure (Altitude)
501	High Temperature
502	Low Temperature
503	Temperature Shock
504	Contamination by Fluids
505	Solar Radiation (Sunshine)
506	Rain
507	Humidity
508	Fungus
509	Salt Fog
510	Sand and Dust
511	Explosive Atmosphere
512	Immersion
513	Acceleration
514	Vibration

Methode	Titel
515	Acoustic Noise
516	Shock
517	Pyroshock
518	Acidic Atmosphere
519	Gunfire Shock
520	Temperature, Humidity, Vibration, and Altitude
521	Icing/Freezing Rain
522	Ballistic Shock
523	Vibro-Acoustic/Temperature
524	Freeze-Thaw
525	Time Waveform Replication
526	Rail Impact
527	Multi-Exciter Testing
528	Mechanical Vibrations of Shipboard Materiel (Type I–Environmental and Type II – Internally)



SGS

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

SGS Germany GmbH
Udo Alt

Hofmannstr. 50
D-81359 München
Telefon: +49(0) 89 787475 310

Internet: www.sgs-cqe.de
E-Mail: udo.alt@sgs.com