



**Fraunhofer**  
ICT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT

# UMWELTSIMULATION UND PRODUKTQUALIFIKATION



# UMWELTSIMULATION UND PRODUKTQUALIFIKATION

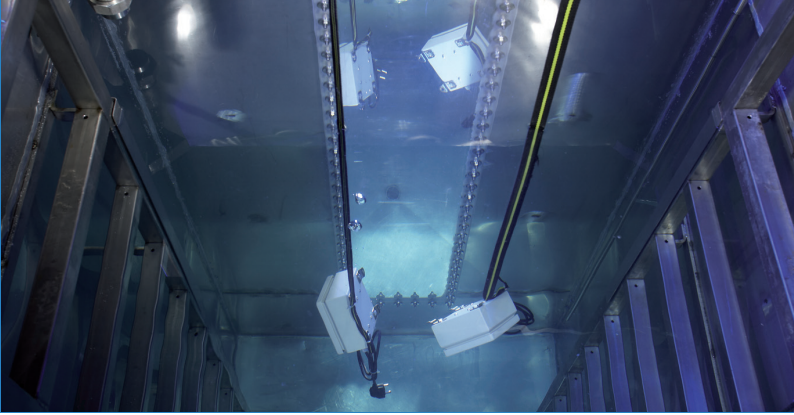
Technische Erzeugnisse unterliegen in ihrem gesamten Lebenszyklus einer Vielzahl von Einflüssen aus ihrer Umgebung. Diese beeinflussen ihre Leistungsfähigkeit und Lebensdauer und damit auch die Rückwirkung auf die Umwelt. Mit Methoden der Umweltsimulation werden Wechselwirkungen zwischen einem Objekt und seiner Umwelt untersucht. Auf der Basis einer ganzheitlichen Betrachtung werden die in der Regel komplex vernetzten Wirkungsketten modellhaft strukturiert und analysiert.

---

## **Umweltsimulationsuntersuchungen befassen sich dabei mit den Auswirkungen der Umwelt auf:**

- Leistungsfähigkeit und Funktionsverhalten
- Langzeitverhalten bzw. Lebensdauer
- Rückwirkung auf die Umwelt

Ziel der Umweltsimulation ist die Aufdeckung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, die Qualifikation von Erzeugnissen für gegebene Umweltbedingungen und die Optimierung im Hinblick auf eine nachhaltige, umweltbezogene Produktentwicklung. Bei Alterungs- und Verwitterungsprozessen und bei Zuverlässigkeitsstudien spielen Fragen der Zeitraffung und der Beschleunigung eine große Rolle. Die Umweltsimulation ist eine ingenieurwissenschaftliche Disziplin, die sehr breit und interdisziplinär angelegt ist.



---

## **Die Vorgehensweise der Umweltsimulation umfasst die Teilschritte:**

- Messen der Umwelteinflüsse
- Simulieren der Umwelteinwirkungen unter kontrollierbaren Randbedingungen
- Beurteilung der Umwelteinwirkungen auf das Objekt
- Mögliche Rückwirkungen auf die Umwelt

Umweltprüfungen werden maßgeschneidert («Test-Tailoring»), um zu gewährleisten, dass ein Erzeugnis ausreichend, aber nicht übertrieben geprüft wird. Wirtschaftliche Überlegungen spielen in der Umweltsimulation eine große Rolle. Der Aufwand für die Umweltqualifikation technischer Erzeugnisse rechnet sich in der Regel durch die höhere Qualität, die größere Zuverlässigkeit und die geringeren Kosten für Rückruf- oder Garantiefälle. Umweltsimulationsuntersuchungen finden auch Eingang in das Life-Cycle-Engineering und das ressourcenschonende Materialmanagement.



*Links:  
Kondenswasserwech-  
selkammer  
(Kesternichkammer)*

---

## **Umwelteinflüsse**

Als Umwelteinflüsse bezeichnet man alle Formen der physikalischen, chemischen oder sonstigen Einwirkung auf das zu untersuchende Objekt. Diese stammen im Allgemeinen aus der unmittelbaren und mittelbaren Umgebung während der Produktion, dem Versand und dem Gebrauch. Dabei ist es aus der Sicht des betroffenen Objekts zunächst unerheblich, ob die einwirkenden Umwelteinflüsse natürlichen Ursprungs, wie zum Beispiel Erdbeben, oder technisch bedingt sind, wie beispielsweise Vibrationen und Stöße beim Transport.



natürliche	Umwelteinflüsse	zivilisatorische
Freiluft-Exposition	Temperatur	Raumklima, Motorraum
Tropen-Klima	Luftfeuchte	Saunen und Bäder
Hoch- und Tiefdruck	Luftdruck	Transportflüge
Meeresklima	Salzwasser (-nebel)	Streusalz
Ozon	Gase	Industriatmosphäre
Niederschläge	Wasser	Waschanlagen
Sand und Staub	Partikel	Partikelemissionen
Erdbeben	Vibration und Stoß	Transporte
Sonne	Bestrahlung	Beleuchtung
Wind	Schall, Körperschall	Lärm
Saurer Regen	Chemische Alterung	Reinigungsmittel
Erdmagnetfeld	Elektromagnetische Feldstärke	Sender, Röntgenquellen
Radon	Radioaktivität	Kernkraftwerke
Pilze, Algen, Biofilme	Biogene Einflüsse	Lebensmittel, Neomycet, Blut, Schweiß
Termiten, Nagetiere	Schädlinge	Neozoen





In speziellen technischen Anlagen werden Umwelteinflüsse an Produkten simuliert und maßgeschneiderte Tests entwickelt.

---

#### **Für die Automobil- und Baubranche:**

- Korrosion
  - Schadgas
  - Salznebel und Schwallwasser
- 

#### **Für Transport und Verkehr:**

- Vibration
  - Mechanischer Schock
  - Druck
  - Druckwechsel
  - Klima
  - Temperatur
  - Temperaturschock
- 

#### **Für die Elektronikbranche:**

- Staub
  - Wasser
  - IP Schutzart
- 

#### **Für die Materialforschung:**

- Chemische Beständigkeit
- UV-Beständigkeit
- Alterung

# MASSGESCHNEIDERTE UMWELTQUALIFIKATION TEST TAILORING

Ökonomische Überlegungen spielen bei der Umweltsimulation eine bedeutende Rolle. Maßgeschneiderte Umwelttests garantieren eine ausreichende Prüfung der Bauteile, jedoch ohne diese übermäßig zu belasten. Test Tailoring erfordert wissenschaftlich fundiertes Know-how, um eine vernünftige Gesamtqualifikation auf Basis der verschiedenen Einzelergebnisse zu erstellen. Industrielle Versuchspraktiken und angewandte Forschung arbeiten dabei eng zusammen.

---

## **Nachhaltige Produkte**

Umweltsimulation verbindet Ökonomie und Ökologie, Umweltschutz und Produktqualität durch die Anwendung technischen Wissens auf ökologische Problemfelder. Die lange Lebensdauer eines Produkts entspricht den Wünschen des Konsumenten und schont Ressourcen, verringert Abfall und spart Energie.





---

## Vorteile der Umweltsimulation

- Kontrollierbare Bedingungen
- Reproduzierbarkeit
- Kompatibilität
- Zeitersparnis
- Sicherheit durch Labortests vor dem realen Einsatz
- Qualifizierung von Komponenten vor der Systemintegration
- Frühzeitige Entscheidungshilfe im Entwicklungsprozess eines Produkts

## UNSER ANGEBOT

- Entwicklung maßgeschneiderter Prüfprogramme
- Bestimmung und Datenerfassung von relevanten Umweltbedingungen
- Umwelttests
- Beurteilung der Wirkungen auf die Materialien und Produkte
- Nachuntersuchungen (chemisch-analytisch, mechanisch, mikroskopisch und morphologisch, foto- und farbmetrisch, REM, LSM, TEM)

# KORROSIONSUNTERSUCHUNGEN MIT

## SCHADGASEN SALZSPRÜHNEBEL OZON

In unseren Korrosionsprüfanlagen können Tests zur Funktionsuntersuchung und Abschätzung der Lebensdauer von Produkten durchgeführt werden. Dazu gehören Salznebel-, Kondenswasserwechseltests sowie Schadgastests mit mehreren Komponenten, SO<sub>2</sub>-Kesternichtest und Ozonprüfungen.

---

### Schadgasuntersuchungen

Gase: Zum Beispiel Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Chlor, Stickoxide, Ozon und Mischungen daraus

- Prüfraumgrößen: 70 bis 980 l
- Temperatur: 25 °C
- Feuchte: 75 %
- Andere Temperaturen und Feuchten auf Anfrage

---

### Salzsprühnebeltests

Salze: Natriumchlorid, andere auf Anfrage

Zusätze: Zum Beispiel Essigsäure, Kalziumchlorid, Kupferchlorid

- Temperatur bis 60 °C
- Prüfraumvolumen: 1 000 bzw. 2 000 l
- Kondenswasser und/oder geregelte Feuchte
- Meerwasser
- Tests nach CASS, ESS, SWAAT, Nissan



---

## Ozonbeständigkeit

Materialien können sowohl mit als auch ohne mechanische Belastung untersucht werden.

- Prüfrauminhalt: 580 l
- Ozon bis 1 000 ppm
- Temperatur bis 70 °C
- Feuchte: 15 bis 90 %

## UNSER ANGEBOT

- Schadgastests
- Salznebeltests
- Ozontests
- Beurteilung der Wirkungen auf die Materialien und Produkte
- Nachuntersuchungen (chemisch-analytisch, mechanisch, mikroskopisch und morphologisch, foto- und farbmetrisch, REM, LSM, TEM)


# CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

Um Aussagen über die Einsatzmöglichkeiten, die Lebensdauer und Funktion eines Materials oder Produkts in einem technischen Umfeld und bei Kontakt mit Medien treffen zu können, ist die Prüfung zur chemischen Beständigkeit erforderlich.

---

## **Besonderes Know-how**

Neben den verschiedenen Möglichkeiten der Flüssigkeitsaufbringung auf die Oberfläche, wie Immersion, Wiping, Brushing, Painting und Dipping, steht für das Spraying ein Sprühautomat zur Verfügung, der es ermöglicht die Tröpfchengröße und somit immer reproduzierbaren Flüssigkeitsauftrag einzustellen.



*Angriff von Batterie-  
säure auf blanken  
Stahl*

## UNSER ANGEBOT

Wir unterstützen Sie bei der Erarbeitung, Entwicklung sowie bei der Durchführung von Prüfungen zur chemischen Beständigkeit. Ebenfalls beraten wir Sie bei deren Auswertung und leisten Hilfeleistung bei der Interpretation der Prüfergebnisse.

- Ausarbeitung individueller/neuer Prüfprogramme
- Korrosion von Metallen und Legierungen
- Spannungsrisskorrosion
- Chemische Anforderungen an Elektrik-/Elektronik-Geräte/Baugruppen
- Beständigkeit gegen Elektrolyte


# KLIMA TEMPERATUR TEMPERATURSCHOCK

Entsprechend dem erwarteten Einsatzort oder dem Lebenszyklus eines technischen Produktes können die einwirkenden klimatischen Bedingungen abgeschätzt werden. Klimadaten werden zusammengefasst für unterschiedliche Freiluftklimata (die natürlich vorkommen) und Raumklimamodelle (die überwiegend von Menschen durch verschiedene Nutzungen in Gebäuden definiert wurden). Werden Produkte weltweit eingesetzt, setzen sich die Belastungspegel aus den Worst-Case-Bedingungen der verschiedenen Klimamodelle zusammen. Dies ist z. B. für Baugruppen in der Automobilindustrie notwendig.

---

## **Für Forschungsarbeiten und entwicklungsbegleitende Prüfungen stehen verschiedene Anlagen zur Verfügung**

- Neun Klimakammern von 300 l bis 25 m<sup>3</sup>  
Untere Temperaturgrenze: -80 °C oder -40 °C  
Obere Temperaturgrenze: +180 °C  
Feuchte: 10 bis 98 %
- Elf Temperierkammern von 50 l bis 16,6 m<sup>3</sup>  
Temperaturen: -45 °C bis 300 °C  
Ex-geschützt: RT bis 80 °C
- Temperaturschock Luft-Wasser (Schwallwasser)  
Lufttemperatur bis 180 °C  
Wassertemperatur: 0 °C bis 4 °C



Begehbare Klima-  
kammer 25 m<sup>3</sup> mit  
Sonnensimulation

- Temperaturschock Luft-Luft  
Untere Temperatur: -80 °C  
Obere Temperatur: +220 °C / +180 °C  
Volumen: 120 l / 600 l  
Umlagerdauer: <10 s
- Temperaturschock Flüssig-Flüssig auf Anfrage

## UNSER ANGEBOT

Durchführung von

- Temperaturschocktests
- konstante/zyklische Klimaprüfungen
- Wärme-/Kältelagerungen
- Schwallwasserprüfungen

Untersuchung der

- Tropentauglichkeit
- Korrosionsbeständigkeit

# IP-SCHUTZART DRUCK UNTERDRUCKTESTS

Zur Prüfung der Gehäusedichtigkeit, Staub- oder Wasserresistenz von Produkten kommen verschiedenste Testverfahren zum Einsatz. Das Fraunhofer ICT verfügt über eine große Vielfalt von Anlagen und Aufbauten mit teilweise automatisierten und programmierten Belastungsprofilen. Eine häufige Fragestellung ist auch die Ermittlung der benötigten Schutzart für ein Bauteil.

---

## Als Stäube können unter anderem folgende standardisierte Materialien eingesetzt werden

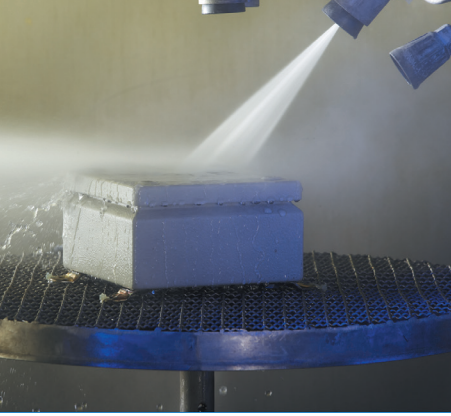
- Talkum (IP5X, IP6X)
- Portlandzement / Flugasche (IP5KX, IP6KX)
- Arizonastaub (IP5KX, IP6KX)
- Kanto-Lehm nach JIS
- Andere Stäube sind auf Anfrage möglich

---

## Tests mit Wasser

- Tropfwasser (IPX1, IPX2)
- Sprühwasser (IPX3)
- Spritzwasser (IPX4, IPX4K)
- Strahlwasser (IPX5, IPX6, IPX6K)
- Tauchen (IPX7, IPX8)
- Hochdruck- / Dampfstrahlreinigung (IPX9K)





---

## Druck

Die Testdurchführung ist hier mit Konstantdrücken, Druckrampen und Druckwechsel möglich. Anwendungen sind neben den Funktionstests auch Dichtheitstests an Bauteilen.

- Druckbereich: 0,1 bis 0,6 bar (Absolutdruck)
- Temperaturbereich: RT bis +80 °C
- Auch Ex-geschützt durchführbar

---

## Unterdruck

Diese Tests dienen sowohl der Dichtheitsprüfung als auch der Transportsimulation bei Flügen ohne Druckausgleich.

- Temperatur: -55 °C bis +80 °C
- Absolutdruck: 250 mbar (10 000 m Flughöhe)

# UNSER ANGEBOT

Es können folgende Tests durchgeführt werden

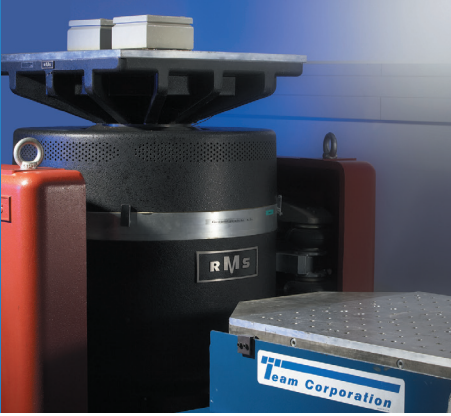
- Tropfwasser, Sprühwasser, Spritzwasser, Strahlwasser
- Dampfstrahlprüfung
- Tauchtests
- konstante/zyklische Staubprüfung
- Fremdkörperschutz /Berührungsschutz

# VIBRATION UND MECHANISCHER SCHOCK

Schwingungs- und Stoßprüfungen mit den Belastungsarten Sinus, Rauschen und Schock in Kombination mit Temperatur und Feuchte dienen der Transportsimulation, Verpackungsoptimierung und der Ermittlung von Festigkeit/Beständigkeit.

Neben den Funktionsuntersuchungen werden Schwingprüfungen auch zur Abschätzung der Lebensdauer eines Bauteils durchgeführt und sind daher den Betriebsfestigkeitsuntersuchungen vergleichbar, wobei in der Regel die Eigenfrequenzen sich in viel höheren Frequenzbereichen befinden. In kombinierten Versuchen z. B. mit gleichzeitigem Temperatur- und Feuchtewechsel bei rauschförmiger Anregung werden praktisch alle infrage kommenden Bauteilschwingungen angeregt, die zum Versagen eines Bauteils führen können. Da vor dem Versagen eines Bauteils oft eine Erwärmung durch die Einkopplung der mechanischen Energie erfolgt, kann mit Infrarotkameras die lokale Bauteilerwärmung beim Versuch untersucht und so Schwachstellen im Design frühzeitig erkannt werden.

Neben den periodischen oder stochastischen Signalen bei der Vibrationsbelastung treten auch Einzelereignisse wie mechanischer Schock auf. Diese können sowohl bei der Herstellung, dem Transport oder dem Einsatz eines Teils auftreten. Oft reicht ein einziges mechanisches Schockereignis aus, ein Bauteil zu zerstören (z. B. beim Fall aus der Hand). Betroffen sind praktisch alle elektronischen Geräte wie Laptops, Handys, Steuergeräte und deren Komponenten wie Batterien oder Brennstoffzellen oder Airbagkomponenten.



---

## Vibration

- Kraft: 2,1 bis 11,7 kN
- Amplitude:  $\pm 12,7$  mm
- Temperierung: nur bei 2,1 kN
- Gleittisch zur Untersuchung in mehreren Achsen

---

## Schock

- Schockform: Halbsinus, Rechteck, Trapez
- max. Beschleunigung: 10 000 g
- Schockdauer: 1 bis 60 ms

# UNSER ANGEBOT

Am Institut sind verschiedene Einrichtungen vorhanden um Produkte gegenüber mechanischen Einflüssen zu qualifizieren.

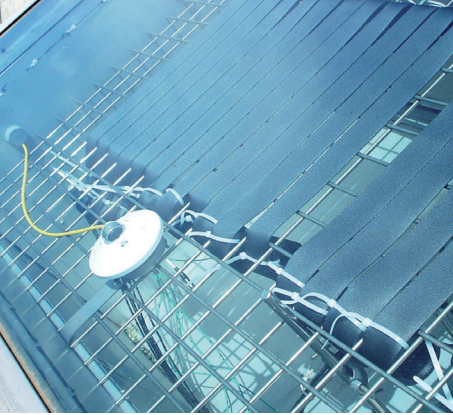
# SONNENSIMULATION

# UV-BESTÄNDIGKEIT

# FREIBEWITTERUNG

Der beschleunigten Photostabilitätsprüfung von Kunststoffen oder Konsumgütern kommt eine immer höhere Bedeutung zu, da der Anteil der Kunststoffe z. B. in transparenten Kunststoffverpackungen in den letzten Jahren stetig zunahm und der Trend in vielen Regionen der Welt weiterhin anhält.

Der Ansatz zur Entwicklung geeigneter Prüfverfahren geht zunächst von den tatsächlichen Beanspruchungsfaktoren der Kunststoffe aus. Die wichtigsten Umwelteinflüsse hierbei sind Strahlung, Sauerstoff und Temperatur. Die einzelnen Stressfaktoren werden im Hinblick auf ihre Größe im jeweiligen Lebenszyklusabschnitt untersucht und daraus Anforderungen an die Prüfmethodik abgeleitet. Wird zum Beispiel die Erwärmung durch Sonnenstrahlung für den Alterungsmechanismus gebraucht, so kommt eher eine Sonnensimulation mit Xenon-Strahlern (Xenontest) für die Untersuchung in Frage, benötigt man eher UV-Strahlung bei geringer Probentemperatur oder höheren Feuchten, dann ist eher ein UV-Bewitterungsgerät die richtige Wahl.



*Instrument Panel/  
Door Panel Box zur  
Bewitterung unter  
Glas*

---

## **Anlagen zur Sonnensimulation und zur Untersuchung der UV-Beständigkeit**

- Begehbare Klimakammer mit Sonnensimulatoren
- Xenontest-Gerät Beta
- UV-Bestrahlungsgerät UVA-Sol 400
- Freibewitterung
- Instrument Panel / Door Panel Box
- Bewitterung unter Glas
- Kombination Sonne / Schadgas

## **UNSER ANGEBOT**

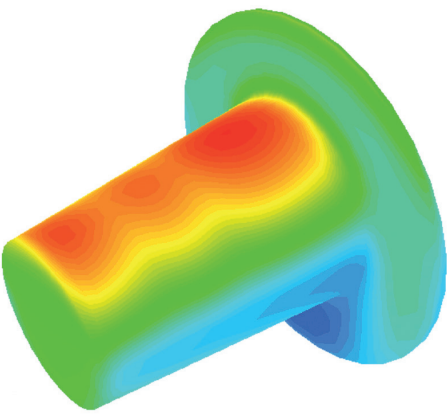
Durchführung von Alterungstests nach Norm und nach Fragestellung.

# VIRTUELLE

# PRODUKTQUALIFIKATION

Die Exposition von Materialien und Bauteilen im Freien erlaubt die ganzheitliche Untersuchung aller Umwelteinflüsse auf Werkstoffe. Aus Langzeitversuchen über mindestens 1 Jahr kann die Jahresdosis der Umweltbelastung und die daraus resultierende Materialveränderung ermittelt werden. Mit Hilfe der Materialauswertung zu unterschiedlichen Expositionszeiten kann zu den verschiedenen Belastungen (Dosis) die entsprechende Wirkung ermittelt werden. Die so ermittelten Dosis-Wirkungsbeziehungen können in Simulationsprogrammen zur Extrapolation des Bauteilverhaltens und der Materialeigenschaften verwendet werden.

Sind die Dosis-Wirkungsbeziehungen bereits bekannt und vorhanden können mit Simulationstools auch die Umweltbelastungen an einem Bauteil berechnet und daraus die Materialalterung abgeleitet werden. Dadurch sind komplett virtuelle Produktqualifikationen möglich.



*Temperaturverteilung an einem Polymerbauteil unter Sonnenbestrahlung*

## **UNSER ANGEBOT**

Das Fraunhofer ICT hat eigene Expositionsflächen zur Auslagerung von Bauteilen und arbeitet mit anderen Instituten und Dienstleistern eng zusammen. Zur Auswertung der Materialeigenschaftsveränderungen stehen viele analytische und optische Methoden zur Verfügung. Auch mechanische Kennwerte an Kunststoffen oder elektrische Messgrößen können ermittelt werden.

Zusammen mit unseren strategischen Partnern führen wir virtuelle Produktqualifikationen auch als Dienstleistung in Ihrem Auftrag durch.

**Fraunhofer-Institut für  
Chemische Technologie ICT**

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

**Ansprechpartner**

**Umweltsimulation und Produktqualifikation**

Dr. Thomas Reichert

Telefon +49 7 21 46 40-462

Telefax +49 7 21 46 40-430

[thomas.reichert@ict.fraunhofer.de](mailto:thomas.reichert@ict.fraunhofer.de)

**Dienstleistungszentrum Umweltsimulation**

Marco Markert-Kolompar

Telefon +49 7 21 46 40-619

Telefax +49 7 21 46 40-430

[marco.markert-kolompar@ict.fraunhofer.de](mailto:marco.markert-kolompar@ict.fraunhofer.de)