

DIN EN ISO 6721-1

ICS 83.080.01

Ersatz für
DIN EN ISO 6721-1:2011-08

**Kunststoffe –
Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften –
Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 6721-1:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 6721-1:2019**

Plastics –
Determination of dynamic mechanical properties –
Part 1: General principles (ISO 6721-1:2019);
German version EN ISO 6721-1:2019

Plastiques –
Détermination des propriétés mécaniques dynamiques –
Partie 1: Principes généraux (ISO 6721-1:2019);
Version allemande EN ISO 6721-1:2019

Gesamtumfang 34 Seiten

DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)
DIN-Normenausschuss Elastomer-Technik (NET)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6721-1:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-03 AA „Physikalische, rheologische und analytische Prüfungen“ im DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK).

DIN EN ISO 6721 besteht unter dem allgemeinen Titel *Kunststoffe — Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Grundlagen
- Teil 2: Torsionspendel-Verfahren
- Teil 3: Biegeschwingung; Resonanzkurven-Verfahren

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 293	siehe	DIN EN ISO 293
ISO 294 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 294 (alle Teile)
ISO 295	siehe	DIN EN ISO 295
ISO 472	siehe	DIN EN ISO 472
ISO 2818	siehe	DIN EN ISO 2818
ISO 4593	siehe	DIN ISO 4593
ISO 6721-2	siehe	DIN EN ISO 6721-2
ISO 6721-3	siehe	DIN EN ISO 6721-3

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6721-1:2011-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) Korrektur von Bild 1;
- c) 5.3 Temperierkammer aktualisiert;
- d) Fehlergrenzen in 5.6 und 9.2 sowohl in absoluten als auch prozentualen Werten angegeben;
- e) Norm redaktionell angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN 53445-1: 1959-09
DIN 53445: 1965-11, 1986-08
DIN 53520: 1969-01
DIN 53440-1: 1973-04, 1984-01
DIN 53440-2: 1973-04, 1984-01
DIN 53440-3: 1973-04, 1984-01
DIN EN ISO 6721-1: 1996-12, 2003-01, 2011-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 293, *Kunststoffe — Formgepresste Probekörper aus Thermoplasten*

DIN EN ISO 294 (alle Teile), *Kunststoffe — Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten*

DIN EN ISO 295, *Kunststoffe — Pressen von Probekörpern aus duroplastischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 472, *Kunststoffe — Fachwörterverzeichnis*

DIN EN ISO 2818, *Kunststoffe — Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung*

DIN EN ISO 6721-2, *Kunststoffe — Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften — Teil 2: Torsionspendel-Verfahren*

DIN EN ISO 6721-3, *Kunststoffe — Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften — Teil 3: Biegeschwingung; Resonanzkurven-Verfahren*

DIN ISO 4593, *Prüfung von Kunststoff-Folien — Bestimmung der Dicke durch mechanische Abtastung*

Deutsche Fassung
Kunststoffe —
Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften —
Teil 1: Allgemeine Grundlagen
(ISO 6721-1:2019)

Plastics —
Determination of dynamic mechanical properties —
Part 1: General principles
(ISO 6721-1:2019)

Plastiques —
Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —
Partie 1: Principes généraux
(ISO 6721-1:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Juni 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	14
5 Prüfeinrichtung	18
5.1 Typ	18
5.2 Mechanische Teile, elektronische Einrichtung und Aufzeichnungssysteme	18
5.3 Temperierkammer	18
5.4 Gaszufuhr	18
5.5 Gerät zur Messung der Temperatur	18
5.6 Gerät zur Messung der Probekörpermaße	18
6 Probekörper	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Form und Maße	19
6.3 Herstellung	19
7 Anzahl der Probekörper	19
8 Konditionierung	19
9 Durchführung	19
9.1 Prüfklima	19
9.2 Messung des Probekörperquerschnitts	20
9.3 Einbau des Probekörpers	20
9.4 Änderung der Temperatur	20
9.5 Änderung der Frequenz	20
9.6 Änderung der dynamischen Dehnungsamplitude	21
10 Auswertung	21
11 Präzision	21
12 Prüfbericht	22
Anhang A (informativ) Resonanzkurven	23
Anhang B (informativ) Abweichungen vom linearen Verhalten	29
Literaturhinweise	30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 6721-1:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 6721-1:2011.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 6721-1:2019 wurde von CEN als EN ISO 6721-1:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 5, *Physical-chemical properties*, erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 6721-1:2011), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet;
- normative Verweisungen wurden in undatierte geändert und als Referenzen in die Tabellen 4 und 5 aufgenommen

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 6721 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die in den ersten neun Teilen von ISO 6721 festgelegten Verfahren können zur Bestimmung von Speicher- und Verlustmoduln von Kunststoffen bei unterschiedlichen Temperaturen oder Frequenzen angewendet werden, indem die Probekörpertemperatur oder die Schwingfrequenz verändert werden. Aufzeichnungen der Speicher- oder Verlustmoduln oder von beiden lassen auf die viskoelastischen Merkmale des Probekörpers schließen. Bereiche schneller Änderungen in den viskoelastischen Eigenschaften bei bestimmten Temperaturen oder Frequenzen weisen gewöhnlich auf Übergangsbereiche hin. Weiterhin kann von den Temperatur- und Frequenzabhängigkeiten des Verlustmoduls auf die Schall- und Schwingungsdämpfung von Polymeren oder von Metall-Polymersystemen geschlossen werden.

Offenbare Unstimmigkeiten können bei Ergebnissen auftreten, die unter verschiedenen experimentellen Bedingungen erhalten wurden. Wenn bei unveränderter Wiedergabe der ermittelten Daten die Bedingungen, unter denen sie erhalten wurden, vollständig angegeben werden (wie in den verschiedenen Teilen von ISO 6721 beschrieben), wird damit ermöglicht, beobachtete scheinbare Unterschiede miteinander in Einklang zu bringen.

Die Definitionen der komplexen Moduln gelten exakt nur für sinusförmige Schwingungen mit konstanter Amplitude und konstanter Frequenz während jeder Messung. Andererseits sind Messungen kleiner Phasenwinkel zwischen Spannung und Verformung unter den angegebenen Bedingungen mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Da diese Schwierigkeiten bei einigen Verfahren, die auf frei abklingenden Schwingungen und/oder in Resonanznähe veränderter Frequenz beruhen, nicht auftreten, werden diese Verfahren häufig angewendet (siehe ISO 6721-2 und ISO 6721-3). In diesen Fällen sind einige der Gleichungen, die die viskoelastischen Eigenschaften definieren, nur näherungsweise gültig.

1 Anwendungsbereich

Die verschiedenen Teile von ISO 6721 legen Verfahren zur Bestimmung der dynamisch-mechanischen Eigenschaften von steifen Kunststoffen im Bereich des linear-viskoelastischen Verhaltens fest. Dieses Dokument spezifiziert die Definitionen und beschreibt die allgemeinen Prinzipien, einschließlich aller Gesichtspunkte, die die einzelnen, in den folgenden Teilen beschriebenen Prüfverfahren gemeinsam haben.

Unterschiedliche Deformationsarten können Ergebnisse hervorrufen, die nicht direkt vergleichbar sind. Zum Beispiel ergeben Zugschwingungen Spannungen, die über die gesamte Dicke des Probekörpers gleichförmig sind, während Biege-Messungen bevorzugt durch die Eigenschaften von Oberflächen-Gebieten des Probekörpers beeinflusst sind.

Eigenschaftswerte aus Biegeprüfungen sind nur mit solchen aus Zugprüfungen vergleichbar in Spannungsbereichen, in denen die Spannungs-Dehnungs-Beziehung linear ist, und für Probekörper mit homogener Struktur.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 4593, *Plastics — Film and sheeting — Determination of thickness by mechanical scanning*

ISO 6721-2, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 2: Torsion-pendulum method*

ISO 6721-3, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 3: Flexural vibration — Resonance-curve method*

ISO 6721-4, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 4: Tensile vibration — Non-resonance method*

ISO 6721-5, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 5: Flexural vibration — Non-resonance method*

ISO 6721-6, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 6: Shear vibration — Non-resonance method*

ISO 6721-7, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 7: Torsional vibration — Non-resonance method*

ISO 6721-8, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 8: Longitudinal and shear vibration — Wave-propagation method*

ISO 6721-9, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 9: Tensile vibration — Sonic-pulse propagation method*

ISO 6721-10, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 10: Complex shear viscosity using a parallel-plate oscillatory rheometer*

ISO 6721-12, *Plastics — Determination of dynamic mechanical properties — Part 12: Compressive vibration — Non-resonance method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

ANMERKUNG Einige der hier definierten Benennungen sind auch in ISO 472 definiert. Die hier aufgeführten Definitionen sind nicht absolut identisch mit denen in ISO 472, jedoch detaillierter.

3.1

komplexer Modul

M^*

Verhältnis aus dynamischer Spannung, gegeben durch $\sigma(t) = \sigma_A \exp(i2\pi ft)$, und dynamischer Verformung, gegeben durch $\varepsilon(t) = \varepsilon_A \exp[i(2\pi ft - \delta)]$, eines viskoelastischen Materials, das einer sinusförmigen Schwingung ausgesetzt ist, wobei σ_A und ε_A die Spannungs- und Dehnungsamplituden sind, f die Frequenz, δ der Phasenwinkel zwischen Spannung und Dehnung und t die Zeit ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Er wird angegeben in Pascal (Pa).

Anmerkung 2 zum Begriff: Der *Phasenwinkel* (3.5), δ , ist in Bild 1 dargestellt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Abhängig von der Verformungsart kann der komplexe Modul von unterschiedlichem Typ sein: E^* , G^* , K^* oder L^* (siehe Tabelle 3).

$$M^* = M' + iM''$$

Dabei ist $i = (-1)^{1/2} = \sqrt{-1}$ und M' und M'' sind wie in 3.2 bzw. 3.3 definiert.

Für Beziehungen zwischen den komplexen Moduln siehe Tabelle 1.

Anmerkung 4 zum Begriff: Bei isotropen viskoelastischen Materialien sind nur zwei der elastischen Parameter G^* , E^* , K^* , L^* und μ^* voneinander unabhängig (wobei μ^* die komplexe Poisson-Zahl ist, nach $\mu^* = \mu' + i\mu''$).

Anmerkung 5 zum Begriff: Der kritischste Term, der die Poisson-Zahl μ enthält, ist der „Volumenterm“ $1 - 2\mu$, der Werte zwischen 0 und 0,4 für μ zwischen 0,5 und 0,3 hat. Die Beziehungen in Tabelle 1, die den „Volumenterm“ $1 - 2\mu$ enthalten, können nur angewendet werden, wenn dieser Term mit genügender Genauigkeit bekannt ist.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, kann der „Volumenterm“ $1 - 2\mu$ mit einigem Vertrauen nur aus der Kenntnis des Kompressionsmoduls K oder dem einachsigen Dehnmodul L und entweder E oder G abgeschätzt werden. Dies beruht darauf, dass bei K - und L -Messungen Deformationen mit relativ hohem Anteil von Volumen-Dehnung auftreten.

Anmerkung 6 zum Begriff: Bisher wurden keine Messungen des dynamisch-mechanischen Kompressionsmoduls K und nur eine geringe Anzahl von Ergebnissen, die sich auf Relaxationsexperimente beziehen, bei denen $K(t)$ gemessen wurde, in der Literatur beschrieben.