

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei
dynamischen Einwirkungen

Untersuchungsmethoden und
Beurteilungsverfahren der Baudynamik

Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung,
Beurteilung und Minderung

Serviceability of structures under dynamic loads

Methods of analysis and evaluation
in structural dynamics

Secondary airborne sound – basics, prognosis, measurement,
evaluation and reduction measures

VDI 2038

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	4
3 Formelzeichen	5
4 Grundlagen des sekundären Luftschalls	7
4.1 Phänomen und Besonderheiten	7
4.2 Aspekte zur menschlichen Wahrnehmung – Pegeldarstellung, Frequenzbänder	9
4.3 Schnellepegel, Leistungspegel	13
4.4 Kopplung Strukturschwingungen/ Luftschall	14
5 Prognose des sekundären Luftschalls	17
5.1 Abschätzungen	17
5.2 Genauere Berechnungen	19
6 Messung von sekundärem Luftschall	25
7 Bewertung von sekundärem Luftschall	27
7.1 Einwirkungen aus Gewerbebetrieben	27
7.2 Einwirkungen aus Schienenverkehr	28
7.3 Sonstige Einwirkungen	30
8 Maßnahmen zur Reduzierung von sekundärem Luftschall	31
Anhang Statistische Energieanalyse (SEA)	34
A1 Mittelungen in der SEA	34
A2 Beispiel: Schallfeld im Räumen	44
A3 Beispiel: Kopplung zweier Raumvolumina	47
Schrifttum	51
Index deutsch	53



Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Normative references	4
3 Symbols	5
4 Basics of secondary airborne sound	7
4.1 Phenomenon and special aspects	7
4.2 Aspects of human perception-level – level diagram, frequency bands	9
4.3 Velocity level, power level	13
4.4 Coupling of structural vibrations/airborne sound	14
5 Prognosis of secondary airborne sound	17
5.1 Estimates	17
5.2 Higher-precision analyses	19
6 Measurement of secondary airborne sound	25
7 Evaluation of secondary airborne sound	27
7.1 Effects from commercial operations	27
7.2 Effects from rail traffic	28
7.3 Other effects	30
8 Measures for reducing secondary airborne sound	31
Annex Statistical energy analysis (SEA)	34
A1 Averagings in SEA	34
A2 Example: Sound field in rooms	44
A3 Example: Coupling of two room volumes	47
Bibliography	51
Index English	53

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Schwingungstechnik

VDI-Handbuch Schwingungstechnik
VDI-Handbuch Bautechnik – Gebäuderelevante Systeme

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Zur Bewertung der Auswirkungen dynamischer Einwirkungen auf Bauwerke können grundsätzlich unterschiedliche Grenzzustände herangezogen werden. Von den drei Möglichkeiten – Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit – wird in der Richtlinienreihe VDI 2038 ausschließlich die Gebrauchstauglichkeit behandelt und diese wiederum ausschließlich unter dem Aspekt Erschütterungen und sekundärer Luftschall.

Zur Richtlinienreihe VDI 2038 gehören folgende Blätter:

Blatt 1 Grundlagen – Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen

Blatt 2 Schwingungen und Erschütterungen – Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung

Blatt 3 Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2038.

VDI 2038 Blatt 1 erläutert in der Einleitung den Begriff der Gebrauchstauglichkeit und deren Bedeutung sowie die übergeordnete Zielsetzung der Richtlinienreihe einschließlich der Abgrenzung gegenüber benachbarten Themen. In Abschnitt 5 werden die Methoden und Vorgehensweisen der Baudynamik behandelt sowie speziell die Frage, ob bei einem Bauvorhaben ein Fachingenieur für Baudynamik (Fachingenieur für Schwingungsfragen im Bauingenieurwesen) eingeschaltet werden muss, in welcher Bauphase das geschehen sollte und wer der am Bau Beteiligten dafür die Verantwortung trägt. Ferner gibt Abschnitt 5 Hinweise zur Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken und/oder Bauteilen, zum Sicherheitskonzept bei Ge-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

In evaluating the effects of dynamic loads on structures, reference can be made to fundamentally different limit states. Of the three possibilities – load-bearing capacity, durability and serviceability – the series of standards VDI 2038 deals exclusively with serviceability and this in turn exclusively with regard to vibration and secondary airborne sound.

The series of standards VDI 2038 consists of the following parts:

Part 1 Basics – methods, procedures and loads

Part 2 Shock and vibration – prognosis, measurement, evaluation and reduction measures

Part 3 Secondary airborne sound – basics, prognosis, measurement, evaluation and reduction measures

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/2038.

The introduction to VDI 2038 Part 1 explains the term “serviceability” and its importance as well as the higher-level objectives of the series of standards VDI 2038, including demarcation with respect to neighbouring subject areas. Section 5 deals with the methods and procedures of structural dynamics, looking in particular at the question of whether a specialist engineer for structural dynamics (an engineer specializing in vibration-related aspects of construction engineering) needs to be brought into the building project; if so, at what stage this should happen and which person of those involved in the project is responsible for this. In addition, Section 5 provides information about the vibration susceptibility of structures or compo-

brauchstauglichkeit sowie zur Prognosesicherheit (Anhang). In Abschnitt 6 und Abschnitt 7 werden dann die dynamischen Einwirkungen angesprochen. Für Fragen der Gebrauchstauglichkeit relevante Einwirkungen werden soweit wie möglich quantitativ angegeben.

VDI 2038 Blatt 2 enthält die Verfahren zur rechnerischen Prognose sowie zur messtechnischen Ermittlung von Schwingungen und Erschütterungen und Hinweise auf Methoden, Kriterien und Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke, Menschen und empfindliche Geräte. Ferner werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Erschütterungsminderung an der Quelle, auf dem Übertragungsweg und am Empfänger behandelt. Die theoretischen Grundlagen sind in Anhang A bis Anhang C zusammengestellt.

Das vorliegende Blatt 3 behandelt die über Erschütterungen im engeren Sinne hinausgehenden Aspekte des sekundären Luftschalls.

Anmerkung: Mechanische Schwingungen fester Körper werden in der Physik häufig als Körperschall bezeichnet. Daher werden auch in der Akustik vielfach die Schwingungen von Bauteilen als Körperschall bezeichnet. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff „Körperschall“ jedoch häufig dann verwendet, wenn eigentlich der abgestrahlte (sekundäre) Luftschall gemeint ist (z.B. Schlagbohrer in Massivbauten). Wegen dieser Gefahr des Missverständnisses wird in dieser Richtlinie der Begriff „Körperschall“ nur ergänzend (z.B. in Klammern) verwendet, und es wird auf den abgestrahlten Luftschall, der als „sekundärer Luftschall“ bezeichnet wird, fokussiert. Im Gegensatz zum „primären Luftschall“, der direkt von der Schallquelle abgestrahlt wird, entsteht „sekundärer Luftschall“ durch Schwingungs-(Körperschall-) Übertragung in Strukturen, z.B. Erdreich, Fundamente, Wände und Decken, die dann sekundären Luftschall abstrahlen.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinienreihe VDI 2038 behandelt Einwirkungen, die aufgrund ihrer zeitlichen Änderung zu Schwingungen von Strukturen führen und dadurch Störungen an Bauwerken, Bauteilen, Maschinen und Geräten oder Belästigungen von Menschen hervorrufen können, sei es direkt oder – bei Geräten und Menschen – auch indirekt über den sekundären Luftschall. Dabei werden explizit nur solche Einwirkungen behandelt, die für die Gebrauchstauglichkeit relevant sind. Alle Abgrenzungen zu benachbarten Themen enthält VDI 2038 Blatt 1. Blatt 2 behandelt in Fortsetzung von Blatt 1 alle Gebrauchstauglichkeitsfragen hinsichtlich Schwingungen und Erschütterungen. Die vorliegende Richtlinie behandelt den von schwingenden Bauteilen abgestrahlten Luftschall, den sogenannten sekundären Luftschall. Sie erläutert die physikalischen Phänomene sowie Möglichkeiten zu deren Prognose, Messung, Bewertung und Minderung.

nents, about the safety concept in serviceability as well as about the reliability of prognosis (Annex). Section 6 and Section 7 then address dynamic loads and those relevant to questions of serviceability are specified quantitatively as far as possible.

VDI 2038 Part 2 covers the procedures used in theoretical prognosis and in determining shock and vibration by experimental methods and includes information about methods, criteria and reference values relevant to assessing the effects of vibration on structures, individuals and sensitive equipment. This part also examines the various possibilities available for reducing vibrations at source, on the transmission path and at the receiver. The theoretical principles are dealt with in Annex A to Annex C.

The present Part 3 of the standard deals with those aspects of secondary airborne sound which go beyond vibration in the narrower sense.

Note: In physics the mechanical vibrations of solid bodies are frequently referred to as solid-borne sound. For this reason the vibrations of structural parts are often referred to as solid-borne sound in acoustics as well. In general usage the term “solid-borne sound” is however frequently used when it is in fact the re-radiated (secondary) airborne sound which is meant (for example, percussion drills in solid constructions). On account of this risk of misunderstanding, the term “solid-borne sound” will only be used supplementarily (in parentheses, for example); the focus of interest is on the re-radiated airborne sound, which is referred to as “secondary airborne sound”. In contrast to “primary airborne sound”, which is radiated directly from the sound source, “secondary airborne sound” is created by vibration (solid-borne sound) transmission within structures, such as, for example, the soil, foundations, walls and floors, which then re-radiate secondary airborne sound.

1 Scope

The series of standards VDI 2038 is concerned with loads which are time-dependent and thus can lead to vibrations in structures and thereby cause problems in buildings, components, machines and equipment or result in annoyance to individuals, either directly or – in the case of individuals and items of equipment – indirectly via emitted secondary airborne sound. However only those loads relevant to serviceability are treated explicitly. Demarcations with respect to neighbouring subject areas will be found in VDI 2038 Part 1. Part 2, as a continuation of Part 1, examines all questions of serviceability as regards shock and vibration. The present part of the standard deals with the airborne sound emitted by vibrating structural parts, that is, so-called secondary airborne sound. It explains the physical phenomena and describes methods for its prognosis, measurement, evaluation and reduction.

Anmerkung: Für Teilaspekte, die über den Rahmen dieser Richtlinie hinausgehen, ist ausgewähltes weiterführendes Schrifttum angegeben.

Note: For subordinate aspects which go beyond the remit of this standard a selected bibliography is provided.

2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) vom Dezember 1999, Bundesamt für Umwelt, Land und Landschaft (BUWAL, Schweiz),

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 26. September 2002 (BGBl I, 2002, Nr. 71, S. 3830–3855)

Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl I, 1990, Nr. 27, S. 1036–1052)

Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997 (BGBl I, 1997, Nr. 8, S. 172–173)

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI, 1998, Nr. 26, S. 503–515)

DB 800.2501 Allgemeine Bestimmungen, Grundlagen

DB 800.2502 Messung und Prognose

DB 800.2503 Beurteilung von Einwirkungen aus dem Bahnbetrieb

DB 800.2504 Schutzmaßnahmen

DB 800.2505 Erschütterungen durch Baumaßnahmen

DIN 4109/A1:2001-01 Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise; Änderung A1 (Sound insulation in buildings; Requirements and verifications; Amendment A1)

DIN 4109-1:2006-10 (Entwurf / Draft) Schallschutz im Hochbau; Teil 1: Anforderungen (Sound insulation in buildings; Part 1: Requirements)

DIN 18005-1:2002-07 Schallschutz im Städtebau; Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung

(Noise abatement in town planning; Part 1: Fundamentals and directions for planning)

DIN 18005-1 Beiblatt 1:1987-05 Schallschutz im Städtebau; Berechnungsverfahren; Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung (Noise abatement in town planning; calculation methods; acoustic orientation values in town planning)

DIN 45630-1:1971-12 Grundlagen der Schallmessung, physikalische und subjektive Größen von Schall (Physical and subjective magnitudes of sound)

DIN 45645-1:1996-07 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (Determination of rating levels from measurement data; Part 1: Noise immission in the neighbourhood)

DIN 45645-2:2012-09 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Teil 2: Ermittlung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz bei Tätigkeiten unterhalb des Pegelbereiches der Gehörfähigung (Determination of rating levels from measurement data; Part 2: Determination of the noise rating level for occupational activities at the work place for the level range underneath the given risk of hearing damage)

DIN 45661:2012-08 Schwingungsmesseinrichtungen; Begriffe (Vibration measuring instrumentation; Vocabulary)

DIN 45680:1997-03 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (Measurement and assessment of low-frequency noise immissions in the neighbourhood)

DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft; Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen (Measurement and assessment of low-frequency noise immissions in the neighbourhood; Guidelines for the assessment for industrial plants)

DIN EN 61260:2003-03 Elektroakustik; Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven (IEC 61260:1995 + A1:2001); Deutsche Fassung EN 61260:1995 + A1:2001 (Electroacoustics; Octave-band and fractional-octave-band filters (IEC 61260:1995 + A1:2001); German version EN 61260:1995 + A1:2001).

DIN EN 61672-1:2003-10 Elektroakustik; Schallpegelmessung; Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003 (Electroacoustics; Sound level meters; Part 1: Specifications (IEC 61672-1:2002); German version EN 61672-1:2003)

DIN EN 61672-2:2004-08 Elektroakustik; Schallpegelmessung; Teil 2: Baumusterprüfungen (IEC 61672-2:2003); Deutsche Fassung EN 61672-2:2003 (Electroacoustics; Sound level meters; Part 2: Pattern evaluation tests (IEC 61672-2:2003); German version EN 61672-2:2003)

DIN EN ISO 10140 Akustik; Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand (ISO 10140); Deutsche Fassung EN ISO 10140 (Acoustics; Laboratory measurement of sound insulation of building elements)

DIN EN ISO 11690-1:1997-02 Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11690-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11690-1:1996 (Acoustics; Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery; Part 1: Noise control strategies (ISO 11690-1:1996); German version EN ISO 11690-1:1996)

DIN EN ISO 16032:2004-12 Akustik; Messung des Schalldruckpegels von haustechnischen Anlagen in Gebäuden; Standardverfahren (ISO 16032:2004); Deutsche Fassung EN ISO 16032:2004 (Acoustics; Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings; Engineering method (ISO 16032:2004); German version EN ISO 16032:2004)

DIN ISO 226:2006-04 Akustik; Normalkurven gleicher Lautstärkepegel (ISO 226:2003) (Acoustics; Normal equal-loudness-level contours (ISO 226:2003))

OENORM S 5021:2010-04 Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und -ordnung (Basic acoustical principles for town, regional and physical planning)

OENORM S 9012:2010-02 Beurteilung der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden; Schwingungen und sekundärer Luftschall (Evaluation of human exposure in buildings to vibration immissions by land-based traffic; Vibrations and structure-borne noise)

VDI 2719:1987-08 Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen (Sound isolation of windows and their auxiliary equipment)

VDI 2038 Blatt 1:2012-06 Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen; Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik; Grundlagen; Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen (Serviceability of structures under dynamic loads; Methods of analysis and evaluation in structural dynamics; Basics, methods, procedures and loads)

VDI 2038 Blatt 2:2013-01 Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen; Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik; Schwingungen und Erschütterungen; Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung (Serviceability of structures under dynamic loads; Methods of analysis and evaluation in structural dynamics; Shock and vibration; prognosis, measurement, evaluation and reduction measures)

3 Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

3 Symbols

The following abbreviations are used throughout this standard:

Formelzeichen / Symbol	Benennung	Term	Einheit / Unit
$\bar{A}$	äquivalente Absorptionsfläche	equivalent absorption area	m ²
c_p	Schallgeschwindigkeit in der Luft	velocity of sound in air	m/s
c_B	Biegewellengeschwindigkeit	bending wave velocity	m/s
d	Dämpfungskoeffizient für viskose Dämpfer	damping coefficient for viscous dampers	N·s/m
d_D	Deckendicke	floor thickness	m
E	Elastizitätsmodul	modulus of elasticity	N/m ²
E_j	Energie der j -ten Mode innerhalb einer Bandbreite	energy of the j -th mode within a bandwidth	N·m

Formelzeichen / Symbol	Benennung	Term	Einheit / Unit
E_{kj}	Energie der j -ten Mode im k -ten Subsystem innerhalb einer Bandbreite	energy of the j -th mode in the k -th subsystem within a bandwidth	N·m
F	einwirkende Kraft	applied force	N
f	Frequenz	frequency	Hz
f_0	Eigenfrequenz des ungedämpften Einfreiheitsgrad-Schwingers	natural frequency of the undamped single-degree-of-freedom system	Hz
f_{0j}	ungedämpfte Eigenfrequenz der j -ten Mode	undamped natural frequency of the j -th mode	Hz
f_a	Anregungsfrequenz	excitation frequency	Hz
f_m	Mittenfrequenz	centre frequency	Hz
f_{go}	obere Grenzdurchlassfrequenz	upper pass band cut-off frequency	Hz
f_{gu}	untere Grenzdurchlassfrequenz	lower pass band cut-off frequency	Hz
f_g	Koinzidenzgrenzfrequenz	coincidence frequency	Hz
Δf	Frequenz-Bandbreite	frequency bandwidth	Hz
g	Erdbeschleunigung	acceleration due to gravity	m/s ²
k	Federsteifigkeit	spring stiffness	N/m
L_{eq}	energieäquivalenter Dauerschallpegel	energy averaged sound level	dB
L_p	Schalldruckpegel	sound pressure level	dB
L_W	Schallleistungspegel	sound power level	dB
L_v	Pegel der Schwinggeschwindigkeit	level of vibration velocity	dB
l	Spannweite	span	m
m	Masse	mass	kg
m_j	modale Masse der j -ten Mode (Eigenschwingung)	modal mass of the j -th mode (natural vibration)	kg·m ²
ΔN	Anzahl der Moden innerhalb einer Bandbreite	number of modes within a bandwidth	–
ΔN_k	Anzahl der Moden im k -ten Subsystem innerhalb einer Bandbreite	number of modes in the k -th subsystem within a bandwidth	–
n	Anzahl	number	–
P	abgestrahlte Schallleistung	emitted sound power	W
P_0	Bezugswert der Schallleistung	reference value of the sound power	W
$\bar{P}$	zeitlicher (linearer) Mittelwert der abgestrahlten Schallleistung	temporal (linear) mean value of the emitted sound power	W
$P_{\Delta f}$	Leistungseintrag innerhalb einer Bandbreite	power input within a bandwidth	W
$P_{kj\Delta f}$	Leistungsfluss vom k -ten zum j -ten Subsystem innerhalb einer Bandbreite	power flow from the k -th to the j -th subsystem within a bandwidth	W
$P_{diss\Delta f}$	über Dämpfung dissipierte Leistung innerhalb einer Bandbreite	power dissipated via damping within a bandwidth	W
$P_{k\Delta f}$	Leistungseintrag in das k -te Subsystem innerhalb einer Bandbreite	power input into the k -th subsystem within a bandwidth	W
p	Schalldruck	sound pressure	Pa
p_{eff}	Effektivwert des Schalldrucks	root-mean-square of the sound pressure	Pa
p_0	Bezugsschalldruck	reference sound pressure	Pa
S	Fläche	area	m ²
S_j	Fläche des j -ten Subsystems	area of the j -th subsystem	m ²
T	Mittelungsintervall	averaging time interval	s
T_{60}	Nachhallzeit	reverberation time	s