

# Eenheden

## 1 Inleiding

In Nederland (en vele andere landen in Europa) worden maten (zoals gewicht, lengte, volume, enzovoorts) weergegeven in het zogenaamde SI-stelsel: het *Système International d'Unités*. Helaas wordt dit stelsel niet altijd eenduidig toegepast en komen we in de praktijk nog oude afwijkende eenheden tegen. Zo is de eenheid paardekracht (Pk) officieel al lang uit de roulatie, maar toch komen we haar in de praktijk tegen. Vandaar eerst wat inzicht in grootheden en eenheden.

Het SI-stelsel gaat uit van het beginsel:

$$\text{grootheid} = \text{getal} * \text{eenheid}$$

Bijvoorbeeld: Groningen ligt op circa 160 km afstand van Apeldoorn.

Hierin vormt het begrip 'afstand' de grootheid; we geven ermee aan dat we een lengte bedoelen. Het 'getal' is in dit voorbeeld 160, terwijl de 'eenheid' km (kilometer) is. Zouden we een andere eenheid gebruiken, bijvoorbeeld de meter, dan verandert ook het getal: 160 km is gelijk aan 160.000 meter. Iedere keer wanneer we een hoeveelheid van een bepaalde grootheid willen aangeven, zullen we zowel die grootheid, het getal als de eenheid moeten vermelden. En die drie staan in een zeker verband met elkaar. Een gewicht kunnen we nu eenmaal niet weergeven in km of meters.

Een tweede voorbeeld: Als ik 120 km/h rijd en ik moet 160 km afleggen, dan doe ik daar één uur en 20 minuten over.

In dit geval is sprake van drie grootheden, namelijk de snelheid (120 km/h), de af te leggen afstand (160 km) en de benodigde tijd (1 uur en 20 minuten). De snelheid wordt uitgedrukt in lengte per tijdseenheid; we kunnen natuurlijk ook zeggen:

$$\begin{aligned} 2.880 & \text{ km/dag, of} \\ 120.000 & \text{ m/h, of} \\ 33,3 & \text{ m/s.} \end{aligned}$$

### Omrekeningen

- $1 \text{ dag} = 24 \text{ uur, dus } 1 \text{ uur} = 1/24 \text{ dag}$

$$\begin{aligned} 120 \frac{\text{km}}{1 \text{ h}} &= \frac{120 \text{ km}}{1/24 \text{ dag}} = 120 * 24 \text{ km/dag} \\ &= 2880 \text{ km/dag} \end{aligned}$$

- $1 \text{ h} = 60 \text{ minuten} = 60 * 60 \text{ s}$

$$\begin{aligned} 120 \frac{\text{km}}{1 \text{ h}} &= \frac{120 \text{ km}}{60 * 60 \text{ s}} = \frac{120.000}{3.600} \text{ m/s} \\ &= 33,3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

De benodigde tijd is in dit voorbeeld uitgesplitst in twee eenheden, namelijk in uren en minuten. Voor het dagelijkse begrip duidelijk genoeg, maar om mee te rekenen erg lastig. We kunnen in dit geval ook zeggen:

$$\begin{aligned} 1,33 & \text{ uur, of} \\ 0,055 & \text{ dag, of} \\ 4.800 & \text{ s} \end{aligned}$$

### Omrekeningen

- $1 h = 60 \text{ minuten}$

$$20 \text{ minuten} = \frac{20}{60} h = 0,33 h$$

$$1 h \text{ en } 20 \text{ minuten} = 1,33 h$$

- $1 \text{ dag} = 24 h$

$$1,33 h = \frac{1,33}{24} \text{ dag} = 0,055 \text{ dag}$$

- $1 h = 60 \text{ minuten} = 60 * 60 s$

$$20 \text{ minuten} = 20 * 60 s$$

$$1 h \text{ en } 20 \text{ minuten} = (60 + 20) * 60 s = 4800 s$$

## 2 Voorvoegsels

In bovengenoemde voorbeelden gebruiken we de eenheid kilometer (km), voor iedereen een bekend begrip. Het woord kilo komen we ook tegen in de eenheid kilogram: het betekent simpelweg dat hier 1000 keer de eenheid bedoeld wordt die op het woord kilo volgt. Dus in het eerste geval 1000 meter en in het tweede geval 1000 gram. Het woord kilo noemen we een voorvoegsel, waarvan bij het benoemen van hoeveelheden veel gebruik wordt gemaakt. Het geeft in dit geval een veelvoud aan van de hoeveelheid. In plaats van een veelvoud kennen we ook een deelvoud: bijvoorbeeld de millimeter. In dit geval staat het woord milli voor 1/1000.

**Tabel 1** geeft de voorvoegsels en hun symbolen.

Veel- of deelvoud	Voorvoegsel	Symbool	Veel- of deelvoud	Voorvoegsel	Symbool
$10^{12}$	tera	T	$10^{-2}$	centi	c
$10^9$	giga	G	$10^{-3}$	milli	m
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^3$	kilo	k	$10^{-9}$	nano	n
$10^2$	hecto	h	$10^{-12}$	pico	p
10	deca	da	$10^{-15}$	femto	f
$10^{-1}$	deci	d	$10^{-18}$	atto	a

Tabel 1 Voorvoegsels voor SI-eenheden

## 3 Grootheden

In de natuurkunde worden vele grootheden gebruikt. Om deze zo simpel mogelijk te kunnen weergeven (met name in formules is het lastig om steeds het gehele begrip te omschrijven), gebruikt men letters. Een grootheid wordt dan weergegeven als een letter, hetgeen we dan 'het symbool' noemen. En naast het westers alfabet, worden ook letters uit het Griekse alfabet gebruikt.

Ook met deze letters wordt helaas nogal verschillend omgegaan. Zo kan in het ene leerboek het symbool E worden gebruikt voor het aangeven van een hoeveelheid energie, in het andere boek wordt daarvoor bijvoorbeeld de letter Q gebruikt. Het is daarom altijd verstandig te kijken of er in een referentielijst een tabel met symbolen is opgenomen.

**Tabel 2** geeft een overzicht van de benamingen en notatie van Griekse letters.

Omschrijving	Hoofdletters	Kleine letters
alfa	A	$\alpha$
bèta	B	$\beta$
gamma	$\Gamma$	$\gamma$
delta	$\Delta$	$\delta$
èpsilon	E	$\epsilon$
zèta	Z	$\zeta$
èta	H	$\eta$
thèta	$\Theta$	$\theta$
iòta	I	$\iota$
kappa	K	$\kappa$
lambda	$\Lambda$	$\lambda$
mu	M	$\mu$
nu	N	$\nu$
xi (ksi)	$\Xi$	$\xi$
omikron	O	$\omicron$
pi	$\Pi$	$\pi$
rhò	P	$\rho$
sigma	$\Sigma$	$\sigma$
tau	T	$\tau$
upsilon	Y	$\upsilon$
fi	$\Phi$	$\phi$
chi	X	$\chi$
psi	$\Psi$	$\psi$
omega	$\Omega$	$\omega$

Tabel 2 De letters van het Griekse alfabet

## 4 Basiseenheden

In de natuurkunde gebruikt men een aantal basiseenheden, waarvan alle andere eenheden zijn afgeleid. Deze zijn opgenomen in **Tabel 3**. Hier gaan wij alleen in op: massa, lengte, tijd en temperatuur.

grootheid	symbool	eenheid	afkorting
massa	m	kilogram	kg
lengte	l	meter	m
tijd	t	seconde	s
temperatuur	T	Kelvin	K
(ook:)	$\Theta$	°Celsius	°C
stroom	I	ampère	A
lichtsterkte	I	candela	Cd
hoeveelheid stof	n	mol	mol

Tabel 3 Basiseenheden SI-stelsel

### 4.1 Massa

Het begrip 'massa' moet niet worden verward met het begrip 'gewicht'. Het gewicht, dit in tegenstelling tot de massa, is afhankelijk van de sterkte van de aantrekkingskracht: op de maan weegt een mens aanzienlijk minder dan op aarde; hij heeft echter dezelfde massa.

*“De eenheid van massa (kg) is gedefinieerd als de massa van een bepaald stuk materiaal dat zorgvuldig bewaard wordt te Sèvres bij Parijs. Dit is de enige eenheid die nog als een stoffelijk voorwerp wordt gedefinieerd.”*

Hier valt verder op dat de basiseenheid voor massa (de kg) 'van nature' al een voorvoegsel heeft.

#### 4.2 Lengte

Het begrip lengte heeft eigenlijk geen nadere toelichting nodig.

De eenheid (m) wordt op vrij gecompliceerde wijze gedefinieerd.

*“Onder de meter wordt verstaan de afstand afgelegd door licht in een vacuüm gedurende 1/299.792.455 seconde.”*

#### 4.3 Tijd

Ook het begrip tijd is vrij duidelijk. Men heeft uitdrukkelijk de seconde verkozen boven het uur.

Ook hier wordt de eenheid op vrij gecompliceerde wijze gedefinieerd.

*“Onder de seconde wordt verstaan de tijdsduur van 9192631770 perioden van de straling, overeenkomend met de overgang tussen twee hyperfijne niveaus van de grondtoestand van het atoom cesium 133.”*

#### 4.4 Temperatuur

Een mens kan voelen dat van twee hoeveelheden water de ene warmer is dan de andere. In de natuurkunde wordt dit uitgedrukt in temperatuur. Maar let op: *warmte* en *temperatuur* zijn twee verschillende begrippen. Warmte is een vorm van energie (zie hoofdstuk 5.7).

De eenheid van temperatuur is de Kelvin (K). Let erop dat het graadteken (°) ontbreekt, in tegenstelling tot de eenheid °Celsius (°C).

Een temperatuurverschil van 1 K is exact gelijk aan een temperatuurverschil van 1°C (let op: géén spatie tussen getal en eenheid, zoals bij andere eenheden wel het geval is). Het niveau ligt echter anders:

$$0\text{ K} = -273,16^{\circ}\text{C}$$

Voor de omrekening van °C naar K wordt aangehouden:

$$a\text{ }^{\circ}\text{C} = (a + 273)\text{ K}$$

De weergave en het gebruik van temperatuur binnen het SI-stelsel vormt een uitzondering op de normale regels. Correct zou zijn:

- absolute temperatuur:  $T = 293\text{ K}$
- celsiustemperatuur:  $\Theta = 20\text{ K}$ .

Omdat 20 K echter begrepen zou kunnen worden als een absolute temperatuur, moet men hier '20°C' schrijven. Het symbool °C is een soort noodoplossing voor: 'Kelvin (ten opzichte van het nulpunt van de celsiusschaal'.

Een temperatuurverschil kan volgens de regels van het SI-stelsel zonder bezwaar in Kelvin (K) worden uitgedrukt. Over de vraag of dat ook in graad Celsius mag bestaan meerdere opvattingen. We zullen hier daarom aanhouden: °C mag wel als temperatuurniveau, maar niet als temperatuurverschil.

Een exacte definitie van de Kelvin is:

*“Eén Kelvin is de thermodynamische temperatuur die gelijk is aan het 1/273,16 gedeelte van de thermodynamische temperatuur van het tripelpunt van water.”*

#### 4.5 Stroom

Elektrische stroom is het verplaatsen van ladingdragers (elektronen, gaten of ionen) door een geleider of een halfgeleider onder invloed van een potentiaalverschil.

Traditioneel wordt elektrische stroom uitgedrukt als de verplaatsing van positieve lading. Zelfs nu we weten dat elektrische stroom in de meeste gevallen wordt veroorzaakt door het verplaatsen van negatief geladen elektronen (in tegengestelde richting van de stroomzin), blijft de oude definitie van kracht: in een metalen geleider gaat de richting van de stroom dus tegen de bewegingsrichting van de elektronen in.

Elektrische stroom wordt doorgaans weergegeven met de letter *I* (van intensiteit) en kan worden beschreven als verandering van elektrische lading per tijdseenheid. De sterkte van elektrische stroom

wordt gemeten in ampère (symbool: A). De ampère is genoemd naar André-Marie Ampère, een van de hoofdontdekkers van het elektromagnetisme.

De ampère wordt sinds 1946 als volgt gedefinieerd:

*"Eén ampère is de constante elektrische stroom, die, wanneer deze loopt door twee parallelle geleiders van oneindige lengte en met een verwaarloosbare diameter, op 1 meter van elkaar geplaatst in vacuüm, een Lorentzkracht tussen deze geleiders produceert van  $2 \times 10^{-7}$  Newton per meter lengte."*

#### 4.6 Lichtsterkte

De candela (symbool cd) is de eenheid van lichtsterkte. Eén candela komt ongeveer overeen met de lichtsterkte van een gewone kaars. Deze betekenis heeft een historische oorsprong. 'Candela' betekent trouwens 'kaars' in het Latijn.

Enkele andere voorbeelden om te vergelijken: de lichtsterkte van een gewone zaklamp is ongeveer 1 candela, een gloeilamp van 100 watt heeft een lichtsterkte van circa 100 candela.

De officiële definitie luidt als volgt:

*"De candela is de lichtsterkte, in een gegeven richting, van een bron die een monochromatische straling met een frequentie van  $540 \times 10^{12}$  Hz uitzendt en waarvan de stralingssterkte in die richting  $1/683$  watt per steradiaal is."*

#### 4.7 Hoeveelheid stof

De eenheid voor hoeveelheid stof is de mol (meervoud: molen). Een mol is de hoeveelheid stof (materie) van een systeem dat evenveel deeltjes bevat als er atomen zijn in 12 gram koolstof-12.

Net als een dozijn (12) of een gros (144) is een mol een aanduiding voor een aantal. Het aantal deeltjes dat in één mol gaat, is gelijk aan  $N_A$  mol, waarin  $N_A$  de constante van Avogadro is. Deze is ongeveer gelijk aan  $6,0221 \times 10^{23}$  per mol.

Zo bevat 1 mol water  $6,0221 \times 10^{23}$  watermoleculen. En één mol natriumchloride (NaCl) bevat één mol natriumionen en één mol chloride-ionen.

## 5 Afgeleide eenheden

De zeven basisgrootheden zijn vooralsnog voldoende om alle andere voor ons interessante begrippen en eenheden af te leiden. Zo ontstaat een oppervlakte (A) als het product van twee lengten; de eenheid is dus  $m^2$ . De eenheid van volume, V, het product van drie lengten, is  $m^3$ .

### 5.1 Snelheid

De snelheid (v) wordt gevonden door de afgelegde weg te delen door de benodigde tijd. De eenheid van snelheid is dus de eenheid van lengte (m) gedeeld door de eenheid van tijd (s): m/s.

$$v = m/s$$

### 5.2 Versnelling

De versnelling (a) is de verandering van de snelheid per eenheid van tijd. Dus is: eenheid van versnelling = eenheid van snelheid (m/s) gedeeld door eenheid van tijd (s) =  $(m/s)/s = m/s^2$ .

Denk hierbij bijvoorbeeld aan het optrekken van een auto: het gaat dan om de toename van de snelheid per tijdseenheid.

$$a = m/s^2$$

### 5.3 Kracht

Om de auto in bovenstaand voorbeeld te laten optrekken, is een zekere kracht nodig. Hoe groter de versnelling is die kan worden opgebracht en hoe groter de massa van die auto is, des te meer kracht er nodig is. Dit betekent dat kracht het produkt is van versnelling (a) en de massa; in formule:

$$F = m * a$$

Aan deze eenheid heeft men de naam Newton (1642-1729) verbonden:

$$1 N = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$$

De oude eenheid van kracht was de kilogramforce (kgf), slordig ook wel de kilogram genoemd. Dat vaak verwarring met de eenheid van massa ontstond, is dan ook niet verwonderlijk. Het verband tussen de oude en de nieuwe eenheid van kracht is:

$$1 \text{ kgf} = 9,81 N = 9,81 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$$

$$G = 1 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9,81 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 9,81 N$$

Let op dat het gewicht (G) een bepaald soort kracht is, namelijk de aantrekkingskracht. Ook het gewicht van een voorwerp moet dus in Newton worden uitgedrukt.

#### 5.4 Druk

De druk (of spanning) (p) is gedefinieerd als de kracht per eenheid van oppervlakte. De eenheid van druk is dus de N/m<sup>2</sup>. Men heeft aan deze eenheid de naam van de Fransman Pascal (1623-1662) verbonden.

$$1 \text{ pascal (Pa)} = 1 N / \text{m}^2 = 1 \text{ kg} / (\text{m} \cdot \text{s}^2)$$

#### 5.5 Arbeid

Om eerder genoemde auto te laten optrekken, maar ook om hem daarna in beweging te houden, is een hoeveelheid arbeid verricht. Hoe meer kracht daarvoor nodig is en hoe groter de afstand waarover die kracht moet worden geleverd, des te meer arbeid is geleverd. Arbeid is dan ook het resultaat van kracht, vermenigvuldigd met de afgelegde weg.

In formule:

$$\text{arbeid} = \text{kracht} * \text{weg} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 * \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

Aan deze eenheid is de naam van de natuurkundige Joule (1818-1889) verbonden:

$$1 J = 1 N * m = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

#### 5.6 Vermogen

Het vermogen (P) is de per tijdseenheid geproduceerde of gebruikte arbeid. Dat de eenheid J/s is, is duidelijk. Deze eenheid wordt meestal watt (W) genoemd, naar de natuurkundige Watt (1736-1819), dus:

$$1 W = 1 J / \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^3$$

$$\text{vermogen} = \frac{\text{arbeid}}{\text{tijd}} = \frac{N \cdot m}{s} = \frac{J}{s}$$

Voor de verouderde eenheid Pk (paardekracht) geldt de volgende omrekenfactor:

$$1 Pk = 735,48 W$$

In de praktijk wordt gerekend met 750 W.

## 5.7 Energie

Er bestaan vele soorten energie: mechanische energie (= arbeid), elektrische energie, chemische energie, energie van beweging (kinetische energie), energie van plaats (potentiële energie) enzovoort. Ook warmte is een vorm van energie.

In het verleden waren verschillende eenheden voor verschillende vormen van energie in gebruik. De mechanische energie werd gegeven in kilogrammeters, elektrische energie in kilowattuur (kWh) en warmte in kilocalorieën (kcal.).

Volgens de nieuwe richtlijnen mag alleen de joule (J) gebruikt worden.

De volgende omrekening geldt:

$$1 \text{ kcal} = 4,19 * 10^3 \text{ J} = 4,19 \text{ kJ}$$

Toch wordt voor de elektrische energie nog steeds de eenheid kWh gebruikt. Deze eenheid is nu 'simpel' om te rekenen in joule:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1000 \text{ W.h} = 1000 * 3600 \text{ W.s} \text{ (1 uur = 3600 s)} \\ &= 1000 * 3600 \text{ J/s} * \text{s} \\ &= 3.600.000 \text{ J} \\ &= 3,6 \text{ MJ (megajoule)} \end{aligned}$$

## 6 Tot slot

Teneinde na te gaan in hoeverre bepaalde formules correct zijn, is het nuttig na te gaan of de eenheden links en rechts van het gelijkteken dezelfde zijn. Is dit niet het geval, dan kan de relatie niet juist zijn. Is wel aan deze voorwaarde voldaan, dan bestaat natuurlijk nog geen zekerheid dat de betrekking wel correct is.

In onderstaande tabellen is een overzicht opgenomen van veel gehanteerde grootheden, hun eenheden volgens het SI-stelsel en de gebruikelijke symbolen.

Grootheid/Coëfficiënt (westers alfabet)		Eenheid	
symbool	naam	symbool	naam
a	versnelling	m/s <sup>2</sup>	meter per seconde kwadraat
a	temperatuurvereffeningscoëfficiënt	m <sup>2</sup> /s	meterkwadraat per seconde
A	oppervlak(te)	m <sup>2</sup>	vierkante meter
b	breedte	m	meter
B	barometerstand (atmosferische druk)	Pa	Pascal
B	belasting verwarmingsketel	W	Watt
c	snelheid (licht, geluid)	m/s	meter per seconde
c <sub>v</sub>	soortelijke warmte bij constant volume	J/(kg.K)	Joule per kilogram.Kelvin
c <sub>p</sub>	soortelijke warmte bij constante druk	J/(kg.K)	Joule per kilogram.Kelvin
C	warmtecapaciteit	J/K	Joule per Kelvin
C	capaciteit	F	Farad
d	relatieve (massa)dichtheid	-	dimensie één
d	vaste lengtemaat, dikte	m	meter
D	Krischer-waarde	W/(m <sup>2</sup> .K)	Watt per vierkante meter.Kelvin
D	middellijn	m	meter
D <sub>i</sub>	inwendige middellijn	m	meter
D <sub>u</sub>	uitwendige middellijn	m	meter
E	Energie	J	Joule
e	grondtal van de natuurlijke logaritmen	-	dimensie één
E	verlichtingssterkte	lx	lux
E	bestralingssterkte	W/m <sup>2</sup>	Watt per vierkante meter
E	elektromotorische kracht	V	Volt
E	elektrische veldsterkte	N/C	Newton per Coulomb
E	elasticiteitsmodulus	Pa	Pascal

Grootheid/Coëfficiënt (westers alfabet)		Eenheid	
symbool	naam	symbool	naam
f	frequentie	Hz	Hertz
f	vormfactor	-	dimensie één
F	kracht	N	Newton
g	sterkte van het zwaarteveld versnelling van de vrije val; genormeerd: 9,80655 (9,81) m/s <sup>2</sup>	N/kg m/s <sup>2</sup>	Newton per kilogram meter per seconde kwadraat
G	geleiding	S	Siemens
G	gewicht	N	Newton
G <sub>d</sub>	graaddagen	K.d	Kelvin.dag
G <sub>h</sub>	graaduren	K.h	Kelvin.uur
h	hoogte	m	meter
h	soortelijke enthalpie	J/kg	Joule per kilogram
H	belichting	lx.s	lux.seconde
H	enthalpie	J	Joule
H	magnetische veldsterkte	A/m	Ampère per meter
H <sub>s</sub>	calorische bovenwaarde of verbrandingswaarde	J/kg;J/m <sup>3</sup>	Joule per kilogram; Joule per kubieke meter
H <sub>i</sub>	calorische onderwaarde of stookwaarde	J/kg;J/m <sup>3</sup>	Joule per kilogram; Joule per kubieke meter
I	(elektrische) stroom	A	Ampère
I	geluidsintensiteit	W/m <sup>2</sup>	Watt per vierkante meter
I	lichtsterkte	Cd	Candela
I <sub>clo</sub>	kledingweerstand	clo	(0,155 m <sup>2</sup> .K/W)
J	stroomdichtheid	A/m <sup>2</sup>	Ampère per vierkante meter
k	warmdoorgangscoefficient van warmtewisselaars	W/(m <sup>2</sup> .K)	Watt per meterkwadraat.Kelvin
k	wandruwheid	m	meter
l	lengte	m	meter
L	elektrische zelfinductie	H	Henry
L	luminantie	Cd/m <sup>2</sup>	Candela per vierkante meter
L <sub>p</sub>	geluidsdrukkniveau	dB	decibel
L	geluidsintensiteitsniveau	dB	decibel
L <sub>w</sub>	geluidsvermogeniveau	dB	decibel
m	massa	kg	kilogram
M	moment van een kracht	N.m	Newton.meter
M	molaire massa	kg/mol	kilogram per mol
M <sub>r</sub>	relatieve molecuulmassa	-	dimensie één
n	ventilatievoud	(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>3</sup>	kubieke meter lucht per uur per kubieke meter ruimte-inhoud
n	toerental, rotatiefrequentie	s <sup>-1</sup>	Hertz
n	aantal per tijdseenheid	s <sup>-1</sup>	per seconde
n	hoeveelheid stof	mol	mol
n	brekingsindex (straling)	-	dimensie één
N	aantal windingen, moleculen	-	dimensie één
N	aantal uren	-	dimensie één
P	druk; momentane geluiddruk	Pa	Pascal; Newton per vierkante meter
Δp	drukverschil, drukverlies	Pa	Pascal
p	partiële druk van de waterdamp in vochtige lucht	Pa	Pascal
p <sub>s</sub>	partiële druk van de waterdamp in vochtige lucht bij verzadiging	Pa	Pascal
P <sub>dyn</sub>	snelheids-, dynamische, stuwdruk	Pa	Pascal
Ph	hydrostatische, hoogtedruk	Pa	Pascal
P <sub>s</sub>	statische druk	Pa	Pascal
P	vermogen	W	Watt
q	warmtestroomdichtheid	W/m <sup>2</sup>	watt per vierkante meter
q <sub>m</sub>	massastroom	kg/s	kilogram per seconde
q <sub>v</sub>	volumestroom	m <sup>3</sup> /s	kubieke meter per seconde

Grootheid/Coëfficiënt (westers alfabet)		Eenheid	
symbool	naam	symbool	naam
Q	hoeveelheid warmte: stralingsenergie	J	Joule
Q	hoeveelheid licht	lm.s	lumen.seconde
Q	lading	C	Coulomb
r	kromtestraal (van een gebogen oppervlak)	m	meter
R	universele gasconstante	J/(kmol.K)	Joule per kilomol.Kelvin
R <sub>s</sub>	specifieke gasconstante	J/(kg.K)	Joule per kilogram.Kelvin
R	stromingsweerstand per strekkende meter pijplengte	Pa/m	Pascal per meter
R	(elektrische) weerstand	Ω	ohm
R	warmteweerstand	m <sup>2</sup> .K/W	meterkwadraat.Kelvin per Watt
R <sub>c</sub>	warmteweerstand constructie	m <sup>2</sup> .K/W	meterkwadraat.Kelvin per Watt
R <sub>e</sub>	warmteovergangswaerstand buiten (exterieur)	m <sup>2</sup> .K/W	meterkwadraat.Kelvin per Watt
R <sub>i</sub>	warmteovergangswaerstand binnen (interieur)	m <sup>2</sup> .K/W	meterkwadraat.Kelvin per Watt
R <sub>i</sub>	warmteweerstand lucht op lucht (weg)lengte	m <sup>2</sup> .K/W	meterkwadraat.Kelvin per Watt
s	soortelijke entropie	J/(kg.K)	Joule per kilogram.Kelvin
S	entropie	J/K	Joule per Kelvin
t	tijd	s	seconde
T	periode(duur), trillingstijd	s	seconde
T	absolute temperatuur	K	Kelvin
T	celsiustemperatuur	°C	graden Celsius
ΔT	temperatuurverschil	K	Kelvin
ΔT <sub>o</sub>	overtemperatuur	K	Kelvin
U	(elektrische) spanning	V	Volt
U	warmtedoorgangscoefficient van bouwkundige constructies	W/(m <sup>2</sup> .K)	Watt per vierkante meter.Kelvin
v	snelheid	m/s	meter per seconde
v	gemiddelde snelheid	m/s	meter per seconde
V	volume	m <sup>3</sup>	kubieke meter
V <sub>m</sub>	molair volume	m <sup>3</sup> /mol	kubieke meter per mol
x	(variabele) lengtemaat	m	meter
x	absolute vochtigheid van vochtige lucht	kg/kg	kilogram per kilogram
x <sub>s</sub>	absolute vochtigheid van verzadigde vochtige lucht	kg/kg	kilogram per kilogram
Z	drukverlies door plaatselijke weerstanden	Pa	Pascal
Z	impedantie	Ω	Ohm

Tabel 4 Overzicht van grootheden, eenheden en gebruikelijke symbolen (westers alfabet)

Grootheid/Coëfficiënt (Grieks alfabet)		Eenheid	
symbool	naam	symbool	naam
$\alpha$	absorptiecoëfficiënt	-	dimensie één
$\alpha, \beta$	hoek	rad	radiaal
$\alpha$	lineaire uitzettingscoëfficiënt	$K^{-1}$	per Kelvin
$\alpha$	warmteoverdrachtcoëfficiënt	$W/(m^2.K)$	Watt per vierkante meter.Kelvin
$\alpha_c$	warmteoverdrachtcoëfficiënt voor convectie	$W/(m^2.K)$	Watt per vierkante meter.Kelvin
$\alpha_e$	warmteoverdrachtcoëfficiënt buiten	$W/(m^2.K)$	Watt per vierkante meter.Kelvin
$\alpha_i$	warmteoverdrachtcoëfficiënt binnen	$W/(m^2.K)$	Watt per vierkante meter.Kelvin
$\alpha_s$	warmteoverdrachtcoëfficiënt voor straling	$W/(m^2.K)$	Watt per vierkante meter.Kelvin
$\delta$	dikte van de 'laminaire' grenslaag bij turbulente stroming	m	meter
$\Delta$	symbool waarmee een 'verandering' (operator) van een grootheid wordt aangegeven		
$\varepsilon$	emissiecoëfficiënt voor straling van een oppervlak	-	dimensie één
$\varepsilon$	relatieve wandruwheid	-	dimensie één
$\zeta$	weerstandcoëfficiënt voor stroming door een plaatselijke weerstand (afsluiter, e.d.)	-	dimensie één
$\eta$	dynamische viscositeit	Pa.s	Pascal.seconde
$\eta$	rendement	-	dimensie één
$\gamma$	golflengte	m	meter
$\gamma$	weerstandsfactor voor wrijving	-	dimensie één
$\gamma$	warmtegeleidingscoëfficiënt	$W/(m.K)$	Watt per meter.Kelvin
$\gamma$	kubieke uitzettingscoëfficiënt	$K^{-1}$	per Kelvin
$\nu$	kinematische viscositeit	$m^2/s$	meterkwadraat per seconde
$\pi$	verhouding tussen omtrek en diameter van een cirkel	-	dimensie één
$\rho$	(massa)dichtheid	$kg/m^3$	kilogram per kubieke meter
$\rho$	reflectiecoëfficiënt (straling)	-	dimensie één
$\rho$	soortelijke weerstand	$\Omega.m$	Ohm.meter
$\sigma$	stralingsconstante van Stefan Boltzmann	$W/(m^2.K^4)$	Watt per vierkante meter.Kelvin tot de vierde
$\Sigma$	som(matie)teken		(operator)
$\tau$	tijdconstante	s	seconde
$\tau$	transmissiecoëfficiënt	-	dimensie één
$\varphi$	relatieve vochtigheid	-	dimensie één
$\varphi$	faseverschuiving	rad	radiaal
$\Phi$	lichtstroom	lm	lumen
$\Phi$	warmtestroom	W	Watt
$\psi$	vochtigheidsgraad	-	dimensie één
$\psi$	elektrische flux	C	Coulomb
$\omega$	hoeksnelheid	rad/s	radiaal per seconde
$\Omega$	ruimtehoek	sr	sterradiaal

Tabel 5 Overzicht van grootheden, eenheden en gebruikelijke symbolen (Grieks alfabet)

Lijst van toegestane niet SI-eenheden			
energie	kilowattuur	kWh	1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ J
tijd	minuut	min	1 min = 60 s
	uur	h	1 h = 60 min
	dag	d	1 d = 24 h
vlakke	graad	°	1° = $(/180)$ rad

---

Lijst van toegestane niet SI-eenheden

hoek	minuut	'	$1' = (1/60)^\circ$
	seconde	"	$1'' = (1/60)'$
volume	liter	l (of L)	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$
massa	ton	t	$1 \text{ t} = 10 \text{ kg}$
druk in	bar	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
medium			
toerental	omw/min	$\text{min}^{-1}$	$1 \text{ min}^{-1} = (1/60)\text{s}^{-1}$

---

Tabel 6 Niet officiële maar wel vaak gebruikte eenheden