

# Thermodynamische Daten

anorganische Verbindungen	Zu-stand	$\Delta_f H_m^\circ$	$\Delta_f G_m^\circ$	$S_m^\circ$
		$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
Ag	s	0	0	43
Ag <sup>+</sup>	aq	106	77	73
AgCl	s	-127	-110	96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	s	-1676		
Br <sub>2</sub>	g	31	3	245
Br <sub>2</sub>	l	0	0	152
Br <sup>-</sup>	aq	-122		
C	g	717	671	158
C (Graphit)	S	0	0	6
C (Diamant)	s	2	3	2
CO	g	-111	-137	197
CO <sub>2</sub>	g	-393	-394	213
Ca <sup>2+</sup>	aq	-543	-554	-53
CaCO <sub>3</sub>	s	-1207	-1129	93
CaCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	s	-2607		
CaO	s	-635	-604	40
CaSO <sub>4</sub>	s	-1434	-1322	107
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	s	-2033	-1797	194
Cl <sub>2</sub>	g	0	0	223
Cl	g	121	105	165
Cl <sup>-</sup>	g	-244		
Cl <sup>-</sup>	aq	-167	-131	57
Cu	s	0	0	33
Cu <sup>2+</sup>	aq	65	66	-100
CuS	s	-53	-54	66
CuSO <sub>4</sub>	s	-771	-662	109
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	s	-2280	-1880	300
CuO	s	-157		
FeS	s	-100		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	s	-824		
H	g	218	203	115
H <sup>+</sup>	aq	0	0	0
H <sub>2</sub>	g	0	0	130
HF	g	-271	-273	174
HCl	g	-92	-95	187
HCl	aq	-167	-131	56
HBr	g	-36	-53	199
HI	g	26	2	206
H <sub>2</sub> O	g	-242	-229	189
H <sub>2</sub> O	l	-286	-237	70
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	l	-188	-120	109
H <sub>2</sub> S	g	-21	-34	206
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	l	-814	-690	157
H <sub>2</sub> Se	g	30	16	219
H <sub>2</sub> Te	g	100		
I <sub>2</sub>	g	62	19	261
I <sub>2</sub>	s	0	0	116
K	g	90	61	160
K <sup>+</sup>	aq	-251	-282	101
KCl	s	-436	-408	83
Mg	s	0	0	33
Mg <sup>2+</sup>	aq	-467	-455	-138
MgCl <sub>2</sub>	s	-642	-592	90
MgO	s	-601	-570	27
MgSO <sub>4</sub>	s	-1288	-1171	92
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	s	-3388	-2872	372
N <sub>2</sub>	g			191
NH <sub>3</sub>	g	-46	-16	192
NH <sub>3</sub>	aq	-81		110
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	aq	-132	-79	113
NH <sub>4</sub> Cl	s	-314	-203	95
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	s	-366	-184	151
N <sub>2</sub> O	g	82	104*	220
NO	g	90	87	211
NO <sub>2</sub>	g	33	51	240
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	aq	-207	-111	146
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	g	9		
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	g	95		
Na	s			51
Na	g	109	78	154
Na <sup>+</sup>	g	64		
Na <sup>+</sup>	aq	-240	-262	60
NaCl	s	-411	-384	72
NaOH	s	-427	-381	64
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	s	-1384	-1267	149
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	s	-4324	-3644	593
O <sub>2</sub>	g	0	0	204
O <sub>3</sub>	g	143	163	239

anorganische Verbindungen	Zu-stand	$\Delta_f H_m^\circ$	$\Delta_f G_m^\circ$	$S_m^\circ$
		$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$
OH <sup>-</sup>	aq	-230	-157	-11
S (rhombisch)	s	0	0	32
SO <sub>2</sub>	g	-297	-300	248
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	aq	-909	-745	20
Se	g	227	187	177
Se	s	0	0	42
Te	g	197	157	183
Te	s	0	0	50
Zn	s	0	0	42
Zn <sup>2+</sup>	aq	-154	-147	-112
ZnO	s	-350		
organische Verbindungen				
Methan	g	-75	-51	186
Ethan	g	-85	-33	230
Propan	g	-104	-24	270
Butan	g	-126	-17	310
Pentan	g	-146	-8	349
Pentan	l	-183		
Hexan	l	-199	8	428
Octan	g	-208	16	467
Nonan	g	-229	25	506
Nonan	l	-275		
Ethen	g	52	68	229
(Ethylen)				
Ethin (Acetylen)	g	227	209	201
Benzol	g	83	130	269
Benzol	l	49	125	173
Cyclohexen	g	-5	107	311
Cyclohexen	l	-39		
Cyclohexa-1,3-dien	g	108		
Brommethan	g	-38	-28	246
Chlormethan	g	-86	-63	235
Fluormethan	g	-234	-210	223
Iodmethan	g	14	16	254
1,2-Dibromethan	g	-39	-11	330
1,2-Dibromethan	l	-81		
Methanol	g	-201	-163	240
Methanol	l	-239		
Ethanol	g	-235	-168	283
Ethanol	l	-277		
Methanal (Formaldehyd)	g	-116	-110	219
Ethanal (Acetaldehyd)	g	-166	-133	264
Propanon (Aceton)	g	-218	-153	295
Methansäure (Ameisensäure)	g	-379	-351	249
Ethansäure (Essigsäure)	g	-435	-377	283
Stearinsäure (Octadecansäure)	s	-949		
Harnstoff	s	-333		105
Glycin	s	-529	-369	104
Glucose	s	-1260		289
Glucose	aq			264

$\Delta_f H_m^\circ$ : molare Standard-Bildungsenthalpie (25 °C)  
 $\Delta_f G_m^\circ$ : molare freie Standard-Bildungsenthalpie (25 °C)  
 $S_m^\circ$ : molare Standard-Entropie (25 °C)

## Bindungsenthalpien in kJ/mol-Bindungen

Einfachbindungen				
	C	H	O	N
C	347	413	357	293
H	415	437	465	391
O	358	463	152	201
N	305	392	201	163
F	462	567	193	278
Cl	336	432	208	192
Br	290	365	234	
I	231	298	234	
P	264	323	335	
S	272	367		
Si	285	318	451	

Mehrfachbindungen		
C = C 612	N = N 418	C ≡ C 838
C = O 748	S = C 536	C ≡ N 891
C = O 806 in CO <sub>2</sub>		

Bindungsenthalpien von zweiatomigen Molekülen		
H-F 567	F-F 155	C-F 489
H-Cl 432	Cl-Cl 248	C-Cl 339
H-Br 365	Br-Br 193	C-Br 285
H-I 298	I-I 151	C-I 218
H-H 437		
NO 634	N ≡ N 949	O = O 500
	C ≡ O 1075	

### Gitterenthalpien einiger Ionenverbindungen in kJ/mol

	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>
Li <sup>+</sup>	1034	845	808	753
Na <sup>+</sup>	917	778	741	695
K <sup>+</sup>	812	707	678	640
Rb <sup>+</sup>	774	678	653	615
Cs <sup>+</sup>	728	649	624	590

### Hydratisierungsenthalpien einiger Ionen in kJ/mol

Li <sup>+</sup> (aq) -508	Mg <sup>2+</sup> (aq) -1908	F <sup>-</sup> (aq) -551
Na <sup>+</sup> (aq) -398	Ca <sup>2+</sup> (aq) -1578	Cl <sup>-</sup> (aq) -376
K <sup>+</sup> (aq) -314	Sr <sup>2+</sup> (aq) -1431	Br <sup>-</sup> (aq) -342
Rb <sup>+</sup> (aq) -289	Ba <sup>2+</sup> (aq) -1289	I <sup>-</sup> (aq) -298

### Aggregatzustandsänderungen und Wärmekapazität bei Wasser in J/g

Schmelzenthalpie:	334 J/g
H <sub>2</sub> O (l, 0°C) → H <sub>2</sub> O (l, 100°C):	418 J/g
Verdampfungsenthalpie:	2259 J/g