Im Log. sollte eine dimensionslose Größe stehen: renormiere die Zustandssumme Vorfaktor $(h)^{-3}$, wobei h die Dimension $[m]\cdot[g\frac{m}{s}]$ einer Wirkung (Arbeit × Zeit) hat. (Später wird das mit dem Planckschen Wirkungsquantum identifiziert ... ein Grund, die Thermodyn. nach der Quantenmechanik zu lesen)

ideales Gas: $U = (\frac{3}{2}kT)N$
(einatomig)

$$\sigma = \frac{1}{h^{3N}}\int d^3x\, d^3p\, e^{-\left(\sum_{k=1} \frac{p_k^2/2m}{kT}\right)}$$

$$= V\,(2\pi mkT)^{+3/2}\,\frac{1}{h^3}$$

$$\sim \boxed{S = \tfrac{3}{2}kN + kN\ln\left(V(2\pi mkT)^{3/2}/h^3\right)}$$

(oft fügt man noch (→ Nolting..) wegen der sog. "Homogenitätsrelation") einen Term $-k\ln N!$ hinzu; (*fn)
Bem... Startpunkt ist oft das $(3N+3N)$ dimensionale Phasenraumintegral für N Teilchen, wobei dann obige Kombinatorik später hineinkommt.)

mit $kN = knL_{ord.} = nR$ erhalten wir tatsächlich den in der klass. Thermodynamik abgeleiteten Ausdruck für S.

(*) $S(\lambda V, \lambda N, T) = \lambda S(V, N, T)$ (→ Additivität)
$(\ln N! \sim N\ln N)$