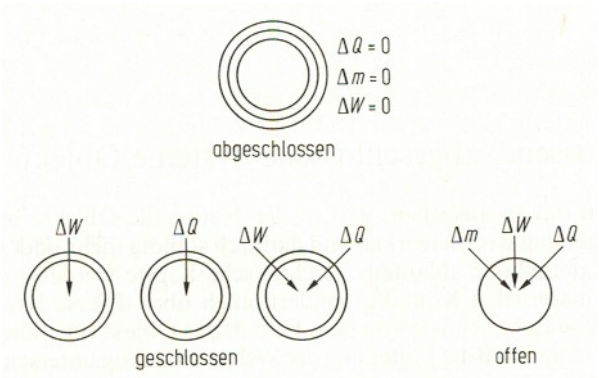
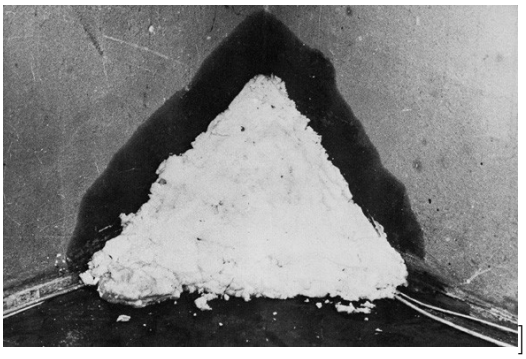
Logikus

0.1 Wärme

0.1.1 Abgeschlossen, geschlossen, offen



(a)



(b)

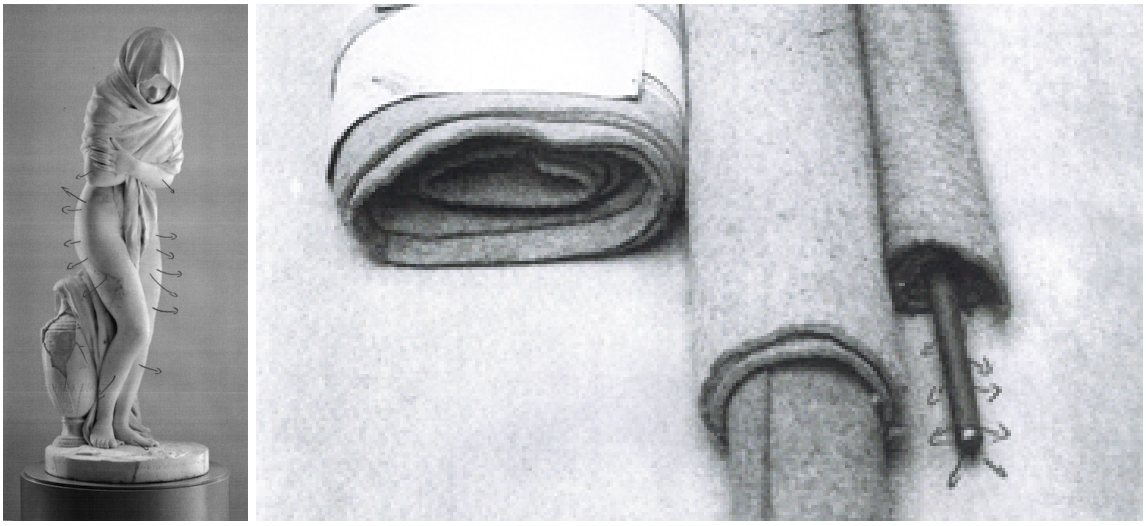
Figure 1: (a) Ein abgeschlossenes, geschlossenes und offenes System.[1] (b) Eine Fettecke

> "Ein abgeschlossenes Objekt ist [...] gegen alle Energie- und Materieflüsse isoliert. Ein geschlossenes System ist gegen Materiefluss, jedoch nicht gegen Energiefluss abgeschirmt. Ein offenes System ist weder gegen Materiefluss, noch gegen Energiefluss abgeschirmt." [1], S. 1016

0.1.2 Wärme und Temperatur

> "Die Erfahrung lehrt Folgendes: Bringt man zwei Körper von verschiedner Temperatur miteinander für längere Zeit in Berührung, so stellt man fest, dass beide schließlich die gleiche Temperatur erlangen [...] Man sagt, die beiden Körper seien im Wärmegleichgewicht (Nullter Hauptsatz der Thermodynamik)"[1]

Die Thermodynamik unterscheidet zwischen intensiven und extensiven Zustandsgrößen. Eine extensive Zustandsgrösse ist die Wärme Q. Führt man zwei Teilsysteme 1 und 2 mit



(a) (b)

Figure 2: Ästhetischer Wärmefluss bei Houdon: "Der Winter" und im "Block Beuys"

Q_1 und Q_2 als deren Wärmemengen zusammen, so ist Q des gesamten Systems

$$Q = Q_1 + Q_2 \tag{1}$$

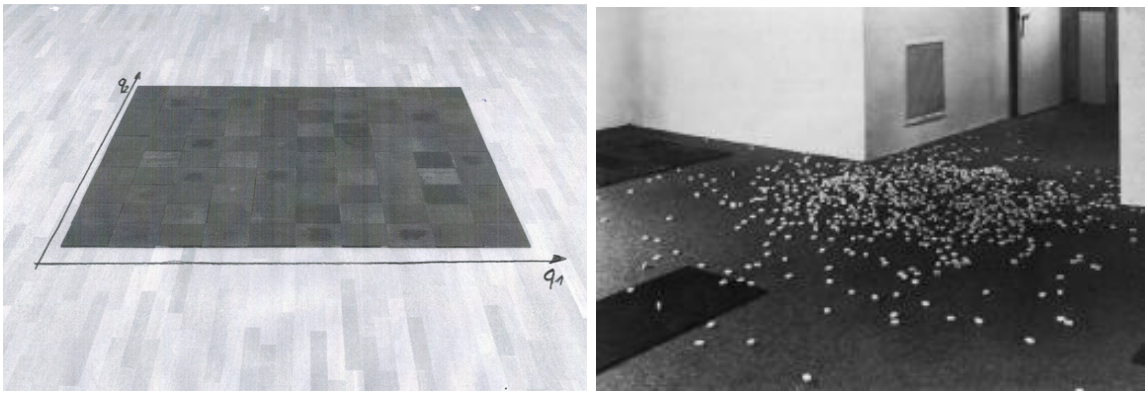
Eine intensive Zustandsgrösse ist die Temperatur T. Für die Temperatur T des aus 1 und 2 zusammengeführten Systems ergibt sich

$$T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} T_1 + \frac{m_2}{m_1 + m_2} T_2 \tag{2}$$

wobei $m_{1,2}$ die Masse der Teilsysteme ist. Die Wärme Q fließt so lange, bis die beiden Teilsysteme oder das System und seine Umgebung die gleiche Temperatur T angenommen haben.

0.1.3 Leben aus thermodynamischer Sicht

> "Organismen besitzten eine doppelte Ordnung: die Ordnung der Struktur und die Ordnung der Prozesse, die zur Erhaltung und Vermehrung dieser Struktur notwendig sind. Sie leben jedoch in einer viel weniger organisierten Umgebung. Ohne die geeigneten Funktionen würden sie dem thermodynamischen Trend der Durchmischung unterliegen, was ja auch schließlich das Schicksal jedes einzelnen Lebewesens ist." [1], S.1180



(a) (b)

Figure 3: Carl André: (a) "Copper-Magnesium-Alloy Square" (b) "Scatter Piece"

0.2 Statistik

> "The state of the system at a given instant will be defined by the values at that instant of the s coordinates q_i and the s corresponding velocities $\dot{q}_i$"[2]

Carl André: "Copper-Magnesium-Alloy Square" (Abb. 3a) besteht aus 50 alternierend, rechteckig ausgelegten Kupfer- und Magnesium-Aluminiumplatten. Die Arbeit hat die Dimension 200×200 cm, die Elemente c_{ij} (Kupfer) und m_{ij} (Magnesium-Aluminium) haben jeweils die Dimension 20×20 cm. Als Folge:

$$\begin{aligned} (c_{\mathrm{ij}})_{\mathrm{i,j}=1,\ldots,5} &= \big((\mathrm{i}-\mathrm{j} \bmod 2)\cdot 40 \text{ cm}, \mathrm{j}\cdot 20 \text{ cm}\big) \\ (m_{\mathrm{ij}})_{\mathrm{i,j}=1,\ldots,5} &= \big((\mathrm{i}-(\mathrm{j}+1) \bmod 2)\cdot 40 \text{ cm}, \mathrm{j}\cdot 20 \text{ cm}\big) \end{aligned} \tag{3}$$

0.2.1 Entropie

> "If a closed system is at some instant in a non-equilibrium macroscopic state, the most probable consequence at later instants is a steady increase in the entropy of the system"[2]

$$S = lnW - \lambda_n A_n = \mathrm{MAX} \tag{4}$$

Carl André "Scatter Piece" (Abb. 3b) besteht aus vielen Plastikwürfeln, die aus einer bestimmten Höhe aus einem Stoffbeutel geschüttet wurden. $S(p_i) = \mathrm{MAX}$. Die Randbedingungen A_n: Fallhöhe der Würfel, die Wände.

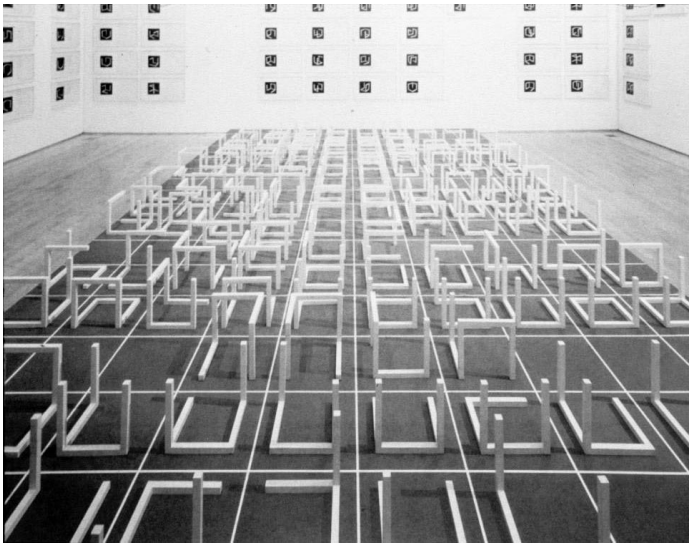


Figure 4: Sol Le Witt: "Variations on incomplete open cubes"

0.2.2 Zustandssummen

Alle thermodynamischen Zustandsgrößen lassen sich von der Zustandssumme Z_i ableiten. Sie ist die Summe aller möglichen Zustaände eines Systems. Ein System, welches sich aus n Untersystemen zusammensetzt, wird durch die Zustandssumme $Z = \prod_i Z_i$ beschrieben.

0.2.3 Folgend

"Irreversible Progression auf einem geschlossenen System aus 15 Untersystemen"

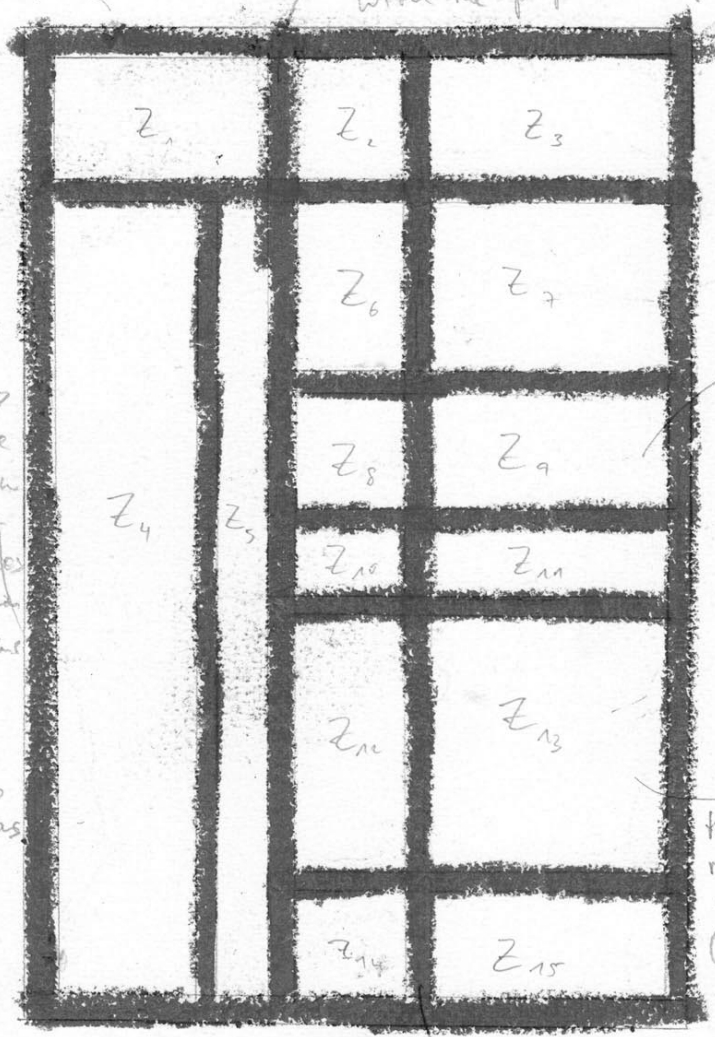
References

[1] Bergmann ∘ Schäfer. *Mechanik, Relativität, Wärme*, pages 985 – 1315. de Gruyter, 1998.

[2] Landau and Lifschitz. *Statistical Physics*. 1951.

The entropy of the closed system is $S = \sum_i S_i$.

Between the subsystems, there are barriers blocking an exchange considered with the properties X of the system.



The property X of the closed system is the sum of all values of X_i within the subsystems $X = \sum X_i$.

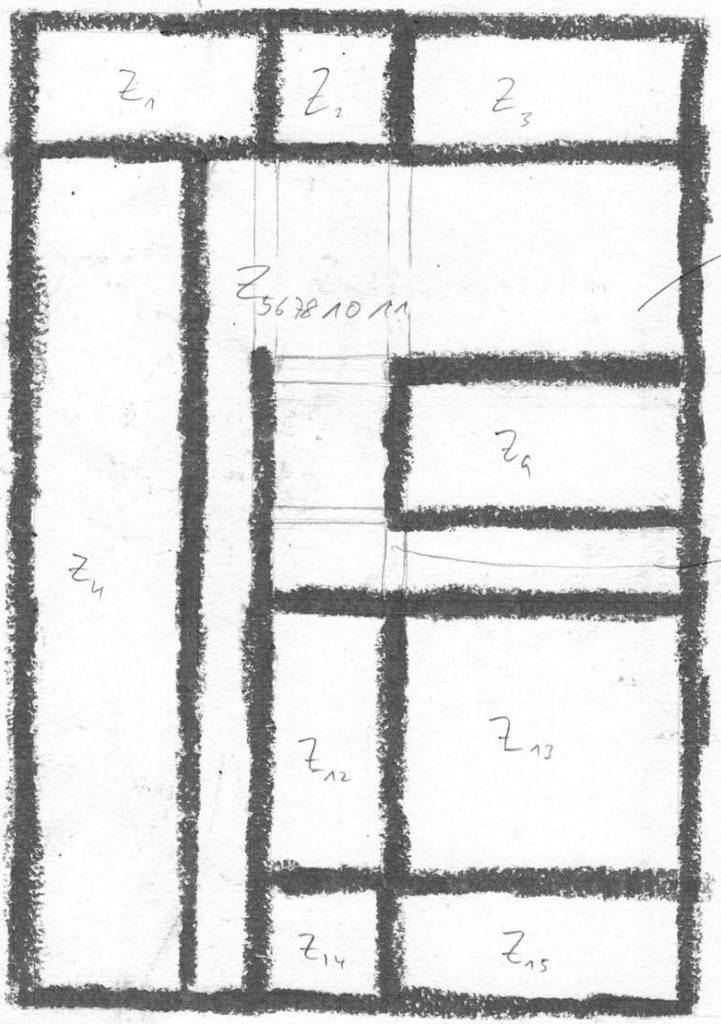
X is invariant to all interactions within the system, its conserved.

Within a subsystem, the property X_q assumes some value such that the entropy S_q is at maximum.

If well isolated, the subsystems relax to their ground state (equilibrium)

The closed system is divided in 15 subsystems, that can, if well isolated, be described as a closed system $Z = \prod_i Z_i$

The barriers can be opened specifically to the different properties of the system.



$$Z_{5678\,10\,11} = \int dx\, e^{-\beta H(x)}, \quad S_{5678\,10\,11} = \ln Z = MAX$$

$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11} = X_{5678\,10\,11}$$ so,

desf $S_{5678\,10\,11}$ MAX, $\rightarrow$ $\boxed{\xi_5 = \xi_6 = \xi_7 = \xi_8 = \xi_{10} = \xi_{11}}$