

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 75	S. 245 – 248	Innsbruck, Okt. 1988
---------------------------------	---------	--------------	----------------------

Darstellung von Compartmentmodellen mit Computergraphiken

von

Mario BLUMTHALER und Walter AMBACH *)

(Institut für Medizinische Physik der Universität Innsbruck)

Presentation of compartment systems by computer graphs

Synopsis: The application of compartment systems to medicine is explained by the example of alcohol concentration in blood after alcohol consumption. The time course of concentration in blood depending on the subdivision of a dose of pharmacon into parts is particularly pointed out.

1. Einleitung:

Compartmentmodelle spielen in verschiedenen Disziplinen der Medizin eine wichtige Rolle (DYSON, 1981). Sie vermitteln eine anschauliche Vorstellung von Austauschprozessen im Körper. Es erscheint daher sinnvoll, Compartmentmodelle in der Ausbildung häufig zu verwenden. Mit Computergraphiken können Compartmentmodelle besonders gut veranschaulicht werden, wobei vor allem der Einfluß von Parametern auf den zeitlichen Ablauf der Vorgänge von Interesse ist. Bekannte Beispiele dafür sind die organspezifische Aufnahme eines radioaktiven Tracers, die Ausscheidung harnpflichtiger Stoffe durch die Niere und die Änderung von medikamentösen Konzentrationen in verschiedenen Bereichen. Compartments können in diesem Zusammenhang Bereiche im Körper sein, die gleiche Konzentrationen aufweisen.

2. Beispiel Blutalkohol:

Für Studienanfänger ist es wichtig, daß durch ein geeignetes Beispiel das Verständnis stimuliert wird. Das Beispiel Blutalkohol ist dafür gut geeignet, weil es als ein 2-Compartmentssystem behandelt werden kann und mathematisch einfach zu formulieren ist. Folgende Annahmen wurden gesetzt (Abb. 1):

Compartment 1 (Darm)

Einbau: Einmalige pulsformige Eingabe der Alkoholmasse m_0

Abbau: Exponentielle Abgabe an Compartment 2 nach

$$dm_1 = -m_1 f dt \quad \text{mit} \quad m_1(t) = m_0 e^{-ft}$$

m_1 ist die Alkoholmasse im Compartment 1 und f der Resorptionskoeffizient.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. phil. M. Blumthaler und Univ.-Prof. Dr. phil. W. Ambach, Institut für Medizinische Physik, Müllerstraße 44, A-6020 Innsbruck, Österreich.

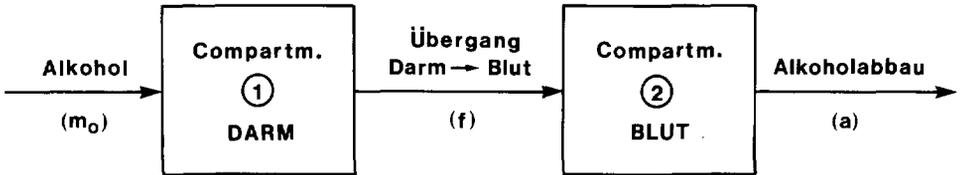


Abb. 1: Schema zum 2-Compartmentmodell für den Blutalkohol. m_0 = aufgenommene Alkoholmasse (g), f = Resorptionskoeffizient (h^{-1}), a = Abbaukoeffizient (h^{-1}).

Compartment 2 (Blut)

Einbau: Aufnahme der von Compartment 1 ausgeschiedenen Alkoholmasse nach

$$dm_2 = +m_1 dt \quad \text{mit} \quad m_1(t) = m_0 e^{-ft}$$

m_2 ist die Alkoholmasse im Compartment 2.

Abbau: Zeitlich linearer Abbau nach

$$dm_2 = -adt$$

a ist der Abbaukoeffizient.

Daraus resultiert der zeitliche Konzentrationsverlauf $c_2(t)$ im Compartment 2

$$c_2(t) = c_0(1 - e^{-ft}) - at$$

für $c_2 > 0$ und $c_2 = m_2/m^*$, wobei m^* die Körpermasse ist. Die Konzentration im Compartment 2 (c_2) kann als "Blutalkohol" interpretiert werden.

Für die Computergraphik kann das Körpergewicht (kg) und die Resorptionseigenschaft (schnell, langsam) gewählt werden. Das Körpergewicht beeinflusst deutlich die auftretende Maximalkonzentration, die Resorptionseigenschaft nur geringfügig den zeitlichen Konzentrationsverlauf (Abb. 2). Die Abfragefolge im Programm lautet:

- Körpergewicht? (kg)
- Resorption? (schnell = ja, langsam = nein)
- Schnäpse? Wieviele? Zeit?
- Bier? Wieviele? Zeit?
- Wein? Wieviele? Zeit?

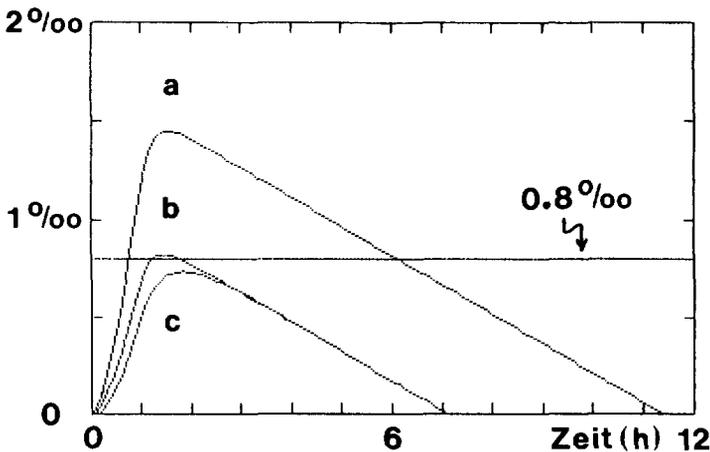


Abb. 2: Computergrafik für den Zeitverlauf des Blutalkohols bei einem Konsum von 3 Bier in 1 Stunde. In allen 3 Fällen beträgt der Alkoholkonsum 60 g. a) Körpermasse 50 kg, schnelle Resorption, b) Körpermasse 80 kg, schnelle Resorption, c) Körpermasse 80 kg, langsame Resorption.

Als Zahlenwerte wurden angenommen:

1 Schnaps = 0,04 lt \cong 13 g Alkohol; wird in 2 Schluck konsumiert

1 Bier = 0,50 lt \cong 20 g Alkohol; wird in 5 Schluck konsumiert

1 Wein = 0,25 lt \cong 24 g Alkohol; wird in 6 Schluck konsumiert.

Die Zahl der Schlucke wird in der angegebenen Zeit gleichmäßig in der Reihenfolge der Abfrage aufgeteilt. Für die Abbaurrate wurde 0,15 ‰ pro Stunde angesetzt. Für schnelle Resorption gilt $f = 4,6 \text{ h}^{-1}$, für langsame Resorption $f = 2,3 \text{ h}^{-1}$.

Abb. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf des Blutalkohols bei einem angenommenen "Trinkgelage" und bei einem Alkoholkonsum, bei dem der Blutalkohol mit 0,8 ‰ annähernd konstant bleibt. Der zeitliche Verlauf ist stark unterschiedlich, obwohl etwa gleiche Alkoholmengen konsumiert werden (Abb. 3).

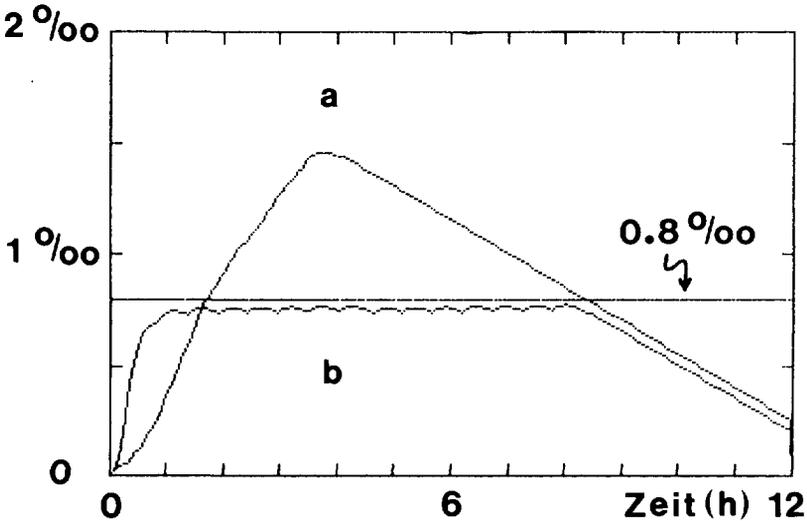


Abb. 3: Computergrafik für den Zeitverlauf des Blutalkohols a) "Trinkgelage" (Alkoholkonsum 108 g in 3,5 Stunden): 1 Schnaps in 0,5 Stunden – 2 Bier in 1 Stunde – 2 Wein in 2 Stunden – Körpermasse 70 kg, schnelle Resorption. b) "Mäßiges Trinken" (Alkoholkonsum 98 g in 8,25 Stunden): 3 Schnäpse in 0,25 Stunden – 3 Bier in 8 Stunden – Körpermasse 70 kg, schnelle Resorption.

3. Beispiel Medikamentengabe:

Die Konzentration eines Pharmakons in einem Compartment soll zwischen der "minimal therapeutisch wirksamen Konzentration" und der "minimal toxisch wirksamen Konzentration" liegen (FORTH et al., 1980). Für die Konzentration, die durch die Medikamentengabe erreicht wird, ist neben der Gesamtdosis auch die zeitliche Aufteilung in Teildosen von entscheidender Bedeutung (KUSCHINSKY und LÜLLMANN, 1981).

Eine Tagesdosis wird in einem Fall in 3 Portionen eingenommen (morgens, mittags, abends), im zweiten Fall in 12 Portionen (1 Portion stündlich über 12 Stunden). Der Einfachheit wegen wird dasselbe Compartmentsystem wie in Abschnitt 2 angenommen. Im Ergebnis ist bemerkenswert, daß sich für beide Fälle große Unterschiede in den Konzentrationen ergeben (Abb. 4). Dieses Beispiel ist auch im Zusammenhang mit Diätvorschriften von Interesse. Die Aufteilung von Kohlenhydraten auf viele Portionen im Tagesverlauf ist bei Diabetes mellitus wichtig.

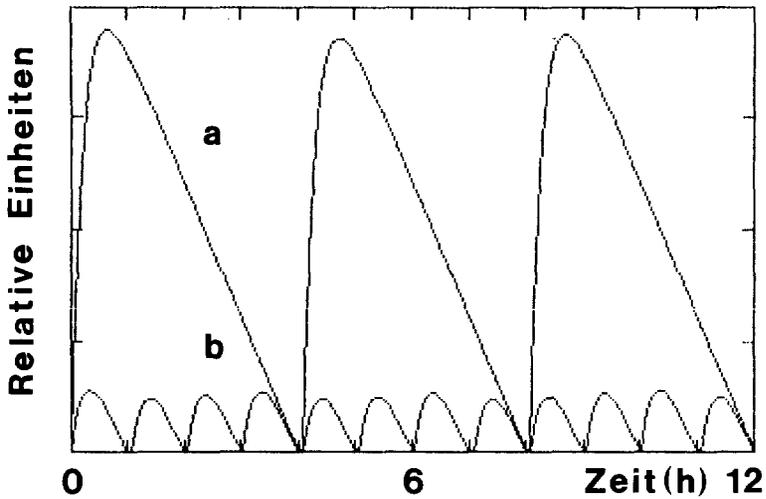


Abb. 4: Computergrafik für den Zeitverlauf der Konzentration eines Medikamentes. a) Tagesdosis wird in 3 Portionen aufgenommen, b) Tagesdosis wird in 12 Portionen aufgenommen.

Zusammenfassung:

Am Beispiel Blutalkohol wird die Anwendung von Compartment-Systemen in der Medizin erläutert. Insbesondere wird auf den zeitlichen Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit von der Aufteilung einer Medikamentendosis in Teildosen eingegangen.

Literatur:

- DYSON, N.A. (1981): An Introduction to Nuclear Physics with Application in Medicine and Biology. – John Wiley & Sons, New York, Brisbane, Chichester, Toronto.
- FORTH, W., D. HENSCHLER und W. RUMMLER (1980): Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. – 3. Auflage, Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich.
- KUSCHINSKY G. und H. LÜLLMANN (1981): Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie. – 9. Auflage, Georg Thieme, Stuttgart, New York.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Ambach Walter, Blumthaler Mario

Artikel/Article: [Darstellung von Compartmentmodellen mit Computergraphiken. 245-248](#)