

Unsere heutige Vorstellung von der Membran: Das Flüssig-Mosaik-Modell, TO



SEYMOUR JONATHAN SINGER und GARTH NICOLSON entwickelten aus den Beobachtungen mehrerer Versuche ihr **Flüssig-Mosaik-Modell** von der Zellmembran.

1.1 Beschriften Sie anhand des Textes (beide Seiten!) die Abbildung.

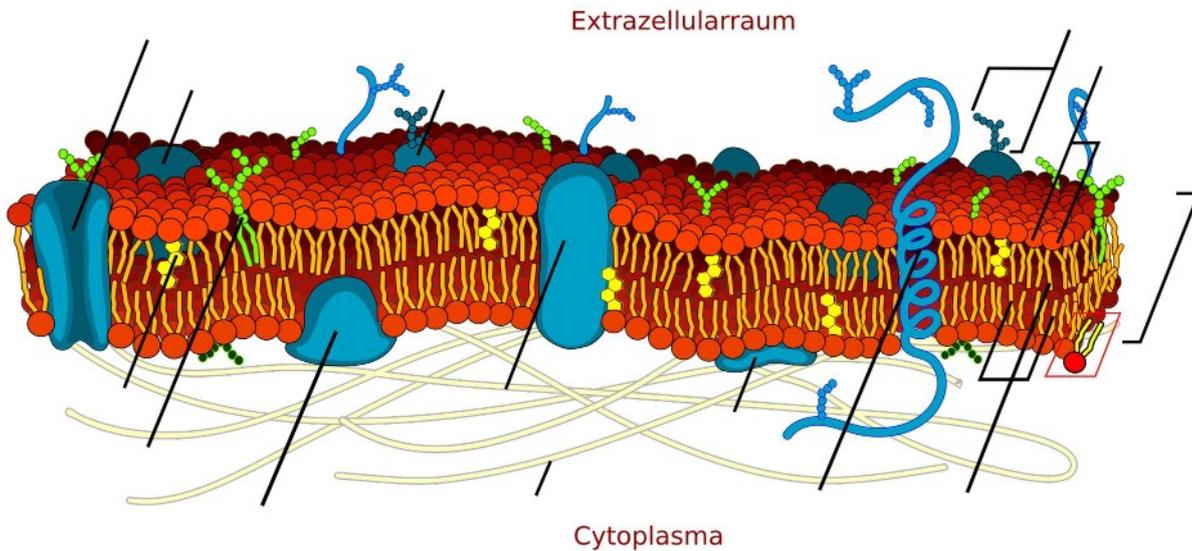


Abb. 1.1: Ein Blick in die Biomembran. (Quelle: commons.wikimedia.org. verändert)

Die Kernaussage lautet, dass sich die zweilagige Schicht (bilayer) aus Phospholipidmolekülen (PL-Molekülen) besteht. Als einfaches Modell betrachtet, bestehen sie jeweils aus zwei hydrophoben Schwänzen und einem hydrophilen Kopf. Die PL-Schicht verhält sich ähnlich einer *zwei-dimensionalen Lösung*: Die PL-Moleküle und die anderen Bestandteile sind innerhalb der Schicht hochgradig seitlich beweglich! Darauf deutet auch die Bezeichnung **Flüssig-Mosaik-Modell** hin. Wie bei Flüssigkeiten zu erwarten, kann man experimentell zeigen, dass die Molekülbeweglichkeit mit steigender Temperatur zunimmt. Die Viskosität der Membran, also deren Zähflüssigkeit, kann durch einen höheren Anteil an **Cholesterolemolekülen** (vgl. Abb. 1.2) durch die Zelle angepasst werden. Als lipophiler Naturstoff gehört auch *Cholesterol* zu den Lipiden. Es fügt

sich deshalb gut in die lipophilen Bereiche der Membran ein.

Die PL-Moleküle können mit geringerer Beweglichkeit auch auf die andere Seite der Doppelschicht wechseln (**flip-flop-Mechanismus**).

In den Membranen finden sich auch **Glykolipide**. Das sind Lipide, die neben den hydrophoben Anteilen auch einen Kohlenhydratrest (vgl. Abb. 1.3) besitzen. Mit ihren lipophilen Bereichen sind sie in der Doppelschicht verankert, die hydrophilen **Kohlenhydrat-Reste** ragen in das Cytoplasma bzw. in den Extrazellularraum.

Analog den *Glykolipiden*, gibt es auch **Glykoproteine**, die aus einem proteinären und einem Kohlenhydratanteil bestehen. Sie sind über den proteinären Anteil im *Bilayer* verankert.

1.2 Woran erkennt man, dass Kohlenhydrat-Reste hydrophil bzw. lipophob sind?

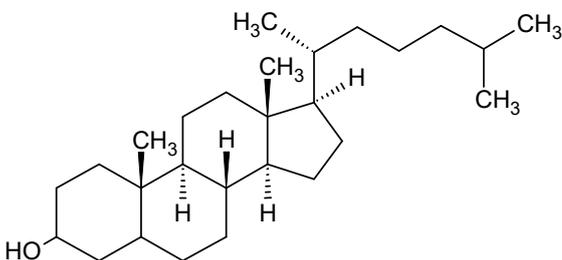


Abb. 1.2 Skelettformel von *Cholesterol* (Quelle: e.W.)

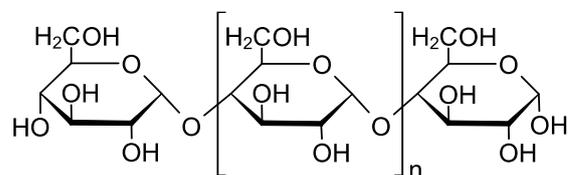


Abb. 1.3: Ausschnitt aus einem Kohlenhydrat (hier: Amylose): Charakteristisch sind die aneinander gebundenen ringförmigen Zuckermoleküle. (Quelle: wikipedia.de, Autor: Roland Mattern)

Auf der Cytoplasmaseite finden sich zahlreiche Strukturen des **Cytoskeletts**, einem proteinären Netzwerk. Es ist verantwortlich für die mechanische Stabilisierung der Zelle und ihre äußere Form, für aktive Bewegungen der Zelle als Ganzes, sowie für Bewegungen und Transporte innerhalb der Zelle. Strukturen des Cytoskeletts können in die Doppelschicht hineinragen und dort verankert sein. Um einen festen Halt in der Schicht zu haben, sind diese Bereiche häufig als **Proteinhelix** ausgebildet, also schraubenartig gebaut.

Die größte Vielfalt an Membranbausteine zeigen die Proteine. Je nach Zusammensetzung und räumlichen Bau der Proteinmoleküle, können Oberflächenbereiche lipophil oder eher hydrophil sein. Die Oberflächenbereiche, die mit den Fettsäureresten der PL-Moleküle im Oberflächenkontakt stehen, sind tendenziell lipophil.

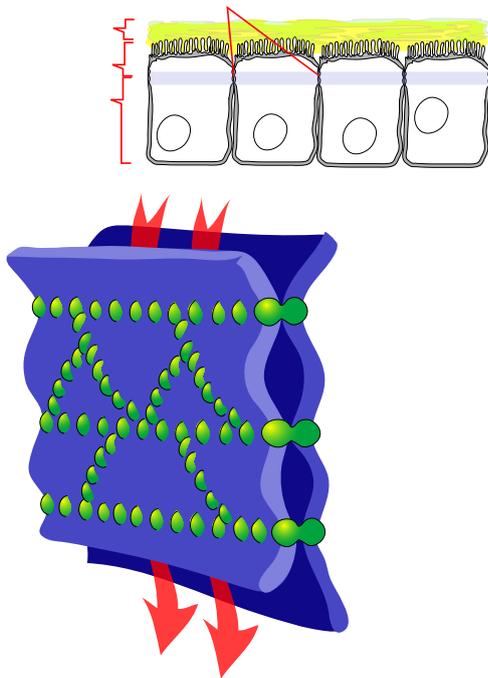
Diejenigen Proteinoberflächenbereiche die wässrigen Gelen Flüssigkeiten zugewandt sind, sind eher hydrophil.

Transmembranproteine sind so groß, dass sie durch den gesamten Bilayer ragen. Einige von ihnen bilden dabei

beispielsweise **Proteinkanäle**, durch die die Zelle kleinste hydrophile Moleküle und Ionen (z.B. SO_4^{2-} oder Na^+) hindurch schleusen kann.

Eingelagerte Proteine ragen etwas in die Schicht hinein, **angelagerte Proteine** liegen nur den hydrophilen Köpfen auf.

Die Bedeutung der ein- und angelagerten Proteine und der Lipo- und Glykoproteine ist sehr vielseitig. Viele der Proteine die in den Extrazellularraum ragen, sind Rezeptoren, an denen Wirkstoffmoleküle (z.B. Hormonmoleküle) binden können. Das Binden eines solchen Signalmoleküls bewirkt eine räumliche Veränderung des Proteins, die dazu führen kann, dass die Zelle biologisch aktiviert wird. Ein extrazelluläres Signal wird also zu einer Zellantwort. So kann das Binden eines Wirkstoffmoleküls an ein Membranprotein dazu führen, dass sich bestimmte proteinäre Ionenkanäle öffnen. Bindet ein intrazellulärer Stoff an ein Membranprotein auf der Innenseite, so kann beispielsweise auch eine Exocytose stimuliert werden.



1.3 Die Blut-Hirn-Schranke ist eine physiologische Barriere zwischen den Flüssigkeitsräumen des Blutkreislaufs und dem Zentralnervensystem. Sie schützt das Gehirn vor im Blut zirkulierenden Krankheitserregern, Toxinen und Botenstoffen. Sie stellt einen hochselektiven Filter dar, über den die vom Gehirn benötigten Nährstoffe zugeführt und die entstandenen Stoffwechselprodukte abgeführt werden. Folgende Abbildung zeigt die cytologische Grundlage der Bluthirnschranke.

Klären Sie mithilfe Ihres Schulbuchs oder einer Websuche, welche Strukturen dargestellt sind.

.....
.....
.....
.....
.....

Abb. 1.4 Blut-Hirn-Schranke. (Quelle: wikicommons. Autor: LadyofHats)

Diffusion durch die Blut-Hirn-Schranke

Abb. 1.5 (siehe rechts): Kleine Moleküle mit lipophilen Eigenschaften, bspw. Ethanolmoleküle, können aus den Blutkapillaren direkt durch Zellmembranen diffundieren und so die Blut-Hirn-Schranke umgehen. Mit jedem Schluck Alkohol sterben hunderte bis tausende Nervenzellen ab, ohne ersetzt werden zu können, denn ausgereifte Nervenzellen teilen sich nicht mehr. Q der Abb.

wikicommons. A: Armin Kübelbeck

