

## Der Lebensraum des Embryo (Wirbeltiere und Mensch) \*)

von

Walter SCHMIDT \*\*)

### The living space of the embryo (Vertebrate and Human)

**Synopsis:** An attempt is made to analyze the living space, the structure and functions of the amniotic fluid compartment on the basis of the phylogenetic development. In this connection, the functional transformation of the yolk sac and allantois is also dealt with.

In particular the processes in the formation of amniotic fluid with the substances it contains must be taken into account when considering the living space of the human embryo. It is known that the amniotic fluid is subject to a permanent turnover; it is completely renewed after about three hours. Both the amniotic membrane and the embryo participate in this.

In the case of the embryo, above all the digestive apparatus, the lungs, the kidneys and probably to a smaller extent the umbilical cord participate in the turnover process with secretory and/or absorptive activity.

The interplay of the three intercalated compartments (maternal tissue, amniotic fluid, fetus) is very complex. The regulation of this system could not yet be explained satisfactorily.

#### 1. Vergleichend-embryologische Betrachtungen zur Entwicklung der Fruchthüllen und des Fruchtwasserkompartimentes:

Nicht nur der adulte Organismus ist an seinen Lebensraum angepaßt, sondern auch der Embryo/Fet. Der frisch geschlüpfte Embryo eines Fisches bewegt sich frei in seinem Milieu. Dem Wasser entnimmt er O<sub>2</sub>. Seine Stoffwechselprodukte gibt er dorthin ab; den Energie- und Baustoffwechsel deckt er bis zur selbständigen Nahrungsaufnahme aus Reservestoffen, die er im Dottersack mit sich führt. Sein Lebensraum ist so gut wie unbegrenzt. Der Embryo des Vogels entwickelt sich dagegen auf dem Land in einem durch eine Kalkschale begrenzten Raum. Damit der Embryo nicht austrocknet und sich ungehindert entfalten kann, mußte ein eigener mit Flüssigkeit gefüllter Raum in der Stammes-

---

\*) Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. Heinz Janetschek zum 70. Geburtstag gewidmet.

\*\*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. W. Schmidt, Institut für Histologie und Embryologie, Müllerstraße 59, A-6020 Innsbruck, Österreich.

geschichte geschaffen werden. Er wird von einer Membran, dem Amnion begrenzt. Die Stoffwechselprodukte, vor allem die schwerlösliche Harnsäure, kann er nicht mehr nach außen abgeben. Er benötigt dafür eine Auffangvorrichtung, die Allantois, die man deshalb auch als embryonalen Harnsack bezeichnet hat. In ihre Wand, die sich der poren-durchsetzten Kalkschale und der Schalenhaut anlegt, wird ein verzweigtes Blutgefäßsystem eingebaut. Es dient dem Gasaustausch, bevor dieser nach dem Schlüpfen von den Lungen übernommen wird. Der Dottersack birgt wie beim Fisch den Dotter als Ausgangsmaterial für den schnell wachsenden Keim. Diese Reservestoffe werden nach ihrer Spaltung über die Dottersackgefäße dem Embryo zugeführt. Eine weitere Membran bildete sich, das Chorion. Es begrenzt nach außen hin das extraembryonale Coelom, das als flüssigkeitsgefüllter Raum die Keimanlage samt Dottersack umgibt. Das Eiklar dient als Wasserreservoir.

Bei den höheren Säugetieren und beim Menschen (Plazentalia, Eutheria) macht der Embryo seine Entwicklung im Uterus durch. In Anpassung an diesen Lebensraum mußten zusätzlich zum Fruchtwasserraum neue Einrichtungen geschaffen werden, die sowohl der Ernährung des Feten, wie auch dem Stoffaustausch zwischen Mutter und Fet dienen. Sie differenzieren sich vor allem aus dem Chorion. Es entwickelte sich in engstem Kontakt mit den Blutgefäßen der Uterusschleimhaut zur Plazenta. Welche verschiedenen Bauformen auch immer entstanden, stets stand im Vordergrund die für den Austausch notwendige Oberflächenvergrößerung durch Bildung von Zotten. Sie werden in der Plazenta des Menschen direkt vom mütterlichen Blut umspült, weshalb man diese Bauform als hämochorial bezeichnet. Der übrige Anteil des Chorions bleibt nach Abbau der angelegten Zotten membranähnlich. Man nennt ihn Chorion laeve. Er bildet einen wesentlichen Anteil der Fruchthüllen (Abb. 1). Das Amnion des Menschen entsteht im Gegensatz zu den Sauropsiden als Schizamnion, d.h. durch Spaltbildung zwischen Trophoblast und Embryoblast. Ganz allgemein kann man auf Grund von histologischen Untersuchungen feststellen, daß das Amnion im Gegensatz zum Chorion in der stammesgeschichtlichen Entwicklung keinen grundsätzlichen Modifikationen unterworfen wurde. Es umschließt beim Menschen wie beim Vogel als innerste Fruchthülle den Fruchtwasserraum.

Der Dottersack des Menschen enthält im Gegensatz zu den Sauropsiden keine Nährstoffe. Die Ernährung wird ja von der Plazenta übernommen. Funktionslos ist er aber deshalb offensichtlich nicht. Er bleibt der Ort der frühesten Gefäßbildung. Außerdem entstehen in seiner Wand die ersten Blutzellen. Es gibt Anhaltspunkte, daß der Dottersack in der Zeit, bevor die Ernährung ausschließlich durch den Plazentakreislauf erfolgt, als Resorptionsorgan von Stoffen funktioniert. Hiefür spricht, daß die zum extraembryonalen Coelom hin gelegenen Mesothelzellen der Dottersackwand mit zahlreichen Mikrovilli ausgestattet sind. Zwischen ihnen läßt die Zelloberfläche massenhaft Pinocytose-Einsenkungen erkennen. Bekanntlich stehen beide Strukturen mit der Stoffaufnahme in Zusammenhang. Demnach müßte hier auch in der Frühentwicklung des Menschen eine resorptive Tätigkeit stattfinden. Dafür spricht auch folgende Beobachtung: Ist der Embryo geschädigt und geht mit dieser Schädigung eine Hypoplasie oder Schädigung des Dottersackes einher, dann resultiert im extraembryonalen Coelom eine enorme Vermehrung von Glykoproteinen. Es bildet sich das Magma reticulare. Soweit man aus den Bildern eines Fixationsfärbungspräparates Schlüsse ziehen darf, gelangt man zur Ansicht (SCHMIDT und SCHWARZFURTNER, 1981), daß diese Stoffe im Chorion villosum der gesamten Oberfläche produziert werden, dann durch das extraembryonale Coelom mit einem Flüssigkeitsstrom zum Dottersack gelangen, von dem sie resorbiert und durch die Dottersackgefäße (*Vasa omphalomesenterica*) dem Embryo zugeführt werden. Sie stellen eine

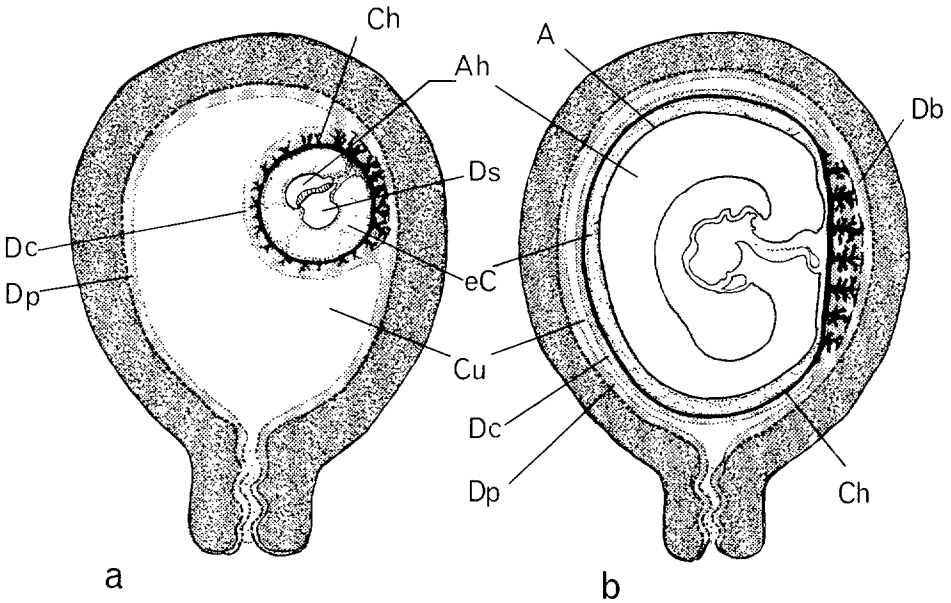


Abb. 1: Entstehung der Eihäute und des Fruchtwasserkompartimentes (Mensch).

- a) Ende des 2. Monats: Das Cavum uteri (Cu) ist noch weit, ebenso das extraembryonale Cöloin (eC).  
b) 3. Monat: Infolge des schnellen Wachstums des Keimes und der damit einsetzenden Fruchtwasser-  
vermehrung wird das extraembryonale Cöloin (eC) verdrängt und die Decidua capsularis (Dc) ver-  
schmilzt mit der Decidua parietalis (Dp). Ah Amnionhöhle mit Fruchtwasser, A Amnion, Ch Chorion  
(massiv schwarz, desgleichen die aus Chorionzotten aufgebaute Plazenta), Ds Dottersack,  
Db Decidua basalis

”Interimsernährung” dar, bis in der 5. Embryonalwoche der Plazentakreislauf voll funk-  
tionstüchtig ist.

Die Allantois wird beim Menschen nur rudimentär als handschuhfingerförmige Aus-  
stülpung des Dottersackes angelegt. Auch sie hat keine direkten Funktionen mehr, denn  
der Gasaustausch und die Abgabe von Stoffwechsellendprodukten wird von der Plazenta  
übernommen. Doch die Blutgefäße, die Vasa allantoidea erlangen eine neue Bedeutung:  
Sie gewinnen Anschluß an die Plazenta. Nach Ausbildung der Nabelschnur (5. Woche)  
werden sie zu den Nabelschnurgefäßen (Vasa umbilicalia).

## 2. Die Entwicklung des Fruchtwasserkompartimentes beim Menschen:

Nach der Nidation der Blastocyste wird eine nomenklatorische Erweiterung der für  
die Uterusschleimhaut üblichen Begriffe eingeführt: Man spricht jetzt je nach der Lokali-  
sation (Abb. 1) von der Dezidua parietalis, von der Dezidua capsularis für den die Keim-  
anlage bedeckenden und von der Dezidua basalis für den unter dem Chorion villosus ge-  
legenen Abschnitt. Im 2. Embryonalmonat weitet sich die Amnionhöhle beträchtlich aus.  
Das schnelle Wachstum des Feten und die Zunahme des Fruchtwassers führt dazu, daß  
auch das extraembryonale Coelom zunehmend komprimiert wird, das Amnion sich an  
das Chorion anlegt und mit ihm verwächst. Die Volumenzunahme der gesamten Frucht-

blase führt außerdem dazu, daß im 3. - 4. Monat die *Dezidua capsularis* zum Teil zugrunde geht und ihre Reste mit der *Dezidua parietalis* verkleben. Damit ist auch das Uteruslumen obliteriert. Nach Abschluß dieser Vorgänge und nach Ausbildung der Plazenta aus dem *Chorion villosum* haben wir an der abembryonalen Seite der Fruchtblase folgende Schichten der Fruchthüllen (= Eihäute) zu unterscheiden (Abb. 2):

1. Amnionepithel mit Amnionbindegewebe
2. Zwischenschicht
3. Chorionbindegewebe mit Chorionepithel (= Trophoblast).

Die unter 2. aufgeführte Zwischenschicht entsteht aus dem zusammengepreßten Fibrillennetz, das das extraembryonale Coelom durchzog (SCHMIDT und SCHWARZFURTER, 1981). Da nach histologischen Kriterien das Chorionepithel des Menschen wegen der reichlichen Einlagerung von Glykoproteiden zwischen den einzelnen Zellen nicht mehr dem Epithelgewebe zugeordnet werden kann, bevorzugt man heute hierfür den Begriff Trophoblast. Zwischen Trophoblast und Dezidua liegt die feto-maternale Kontaktzone. Hier durchmischen sich die Zellen beider Provenienzen, so daß eine scharfe Grenze fehlt. Das Grenzgebiet nimmt eine wichtige immunologische Stellung ein. Der eigentliche Lebensraum des Feten ist nunmehr die Amnionhöhle mit dem Fruchtwasser, das von den Fruchthüllen begrenzt wird. Sie müssen bei einem paraplastentaren Stofftransport durch-

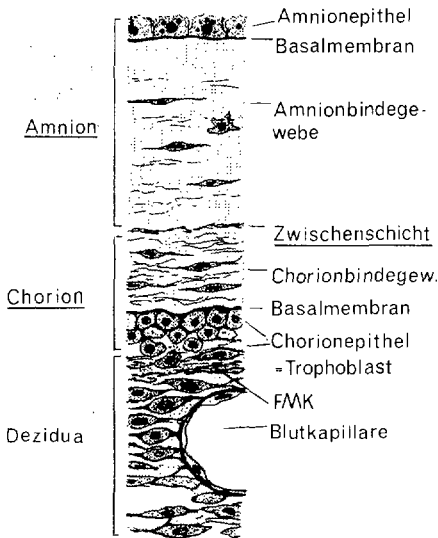


Abb. 2: Schnitt durch die Fruchthüllen; Schichtenfolge am Ende der Schwangerschaft; Fruchtwasserseite oben. FMK feto-maternale Kontaktzone

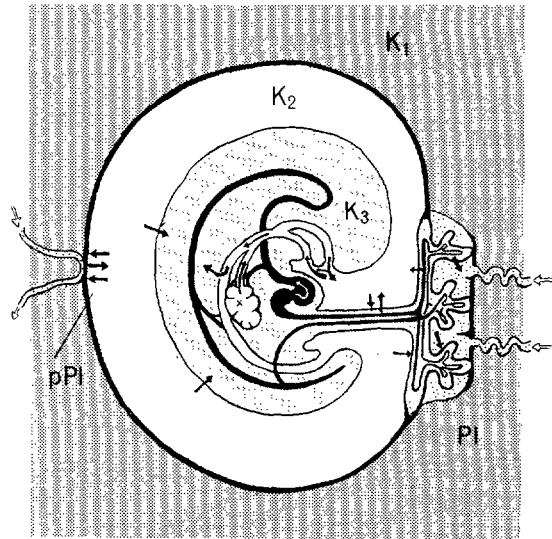


Abb. 3: Schema der Kompartimentierung und des Fruchtwasseraustausches.  $K_1$  Kompartiment der Mutter,  $K_2$  Fruchtwasserkompartiment,  $K_3$  Kompartiment des Embryo/Fet. Mütterliches Blut grob punktiert, kindliches Blut (einschließlich Gefäßsystem) massiv schwarz; Strömungsrichtung helle Pfeile. Pl Plazentarer Austausch, pPl paraplastentarer Austausch über das Fruchtwasser. Massiv schwarze Pfeile symbolisieren die Richtung des Fruchtwasseraustausches, x Anlage der Lunge.

messen werden. Der mit Fruchtwasser gefüllte Raum wird vor allem vom Kliniker als Fruchtwasserkompartiment (Abb. 3,  $K_2$ ) bezeichnet. Es wird von der Nabelschnur wie von einer Pipeline durchquert. Über ihre Blutgefäße werden von der plazentaren Austauschfläche aus dem mütterlichen Kompartiment (Abb. 3,  $K_1$ ) Bau- und Nährstoffe, sowie  $O_2$  direkt in das Kompartiment des Kindes ( $K_3$ ) transportiert oder in gegenläufiger Richtung Stoffwechselprodukte zum Austausch abtransportiert. Erwähnenswert ist für die folgenden Ausführungen, daß für den paraplazentaren Austausch nur die dezidualen Blutgefäße zur Verfügung stehen. Die Fruchthüllen selbst sind gefäßlos.

### 3. Herkunft des Fruchtwassers und Auseinandersetzung des Feten mit dem Fruchtwasser beim Menschen (2. Schwangerschaftshälfte):

Während in frühembryonaler Zeit das Fruchtwasser mit hinreichender Sicherheit nur vom Amnionepithel sezerniert wird, ist in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft seine Herkunft eine oft diskutierte Frage, die aber keinesfalls zur Zufriedenheit geklärt ist. Sicherlich sind mehrere Prozesse daran beteiligt. Die Fruchtwassermenge beträgt im 9. Lunarmonat im Mittel 1000 ml. Sie nimmt dann kontinuierlich ab, so daß sie sich zur Zeit der Geburt auf ungefähr 800 ml beläuft. Auf Grund von Untersuchungen mit Tracerstoffen unterliegt das Fruchtwasser einem ständigen Austauschprozeß (VOSBURGH et al. (1948) und PLENTL (1966)). Nach ungefähr 3 Stunden ist die gesamte Menge erneuert (FLEXNER et al., 1948), dabei müssen Produktion und Resorption sich im Gleichgewicht befinden. An dieser Stelle ist zu überlegen, welche Gebilde und Strukturen des Fruchtwasserkompartimentes hierfür in Betracht kommen können:

- a) für die Produktion: Die Fruchthüllen, die Nabelschnur und das plazentare Amnion, die fetalen Nieren und die fetalen Lungen;
- b) für die Resorption: Die Fruchthüllen, die Nabelschnur und das plazentare Amnion, die Epidermis des Feten, der fetale Verdauungsapparat und die fetalen Lungen.

Die Untersuchungen mit Tracersubstanzen sprachen auch dafür, daß ungefähr 40 % des Fruchtwassers über den Feten ausgetauscht werden. Damit bleiben 60 %, die ihren Weg über die Fruchthüllen nehmen müssen.

Die Einzelnen für die Produktion oder Resorption von Fruchtwasser in Frage kommenden Strukturen sollen im Hinblick auf ihre Funktion im folgenden diskutiert werden:

1. **Fruchthüllen:** Schon seit geraumer Zeit stellt sich die Frage, sind die Fruchthüllen nur eine membranöse Begrenzung oder nehmen sie unabhängig vom Primat der Plazenta als Austauschorgan auch unmittelbar Einfluß auf den Lebensraum des Feten. Hierzu existiert eine große Zahl von Untersuchungen, unter anderem Diffusionsversuche in vitro (HÜTER et al., 1972). Diese hatten folgendes Ergebnis: die Fruchthüllen sind in beiden Richtungen in gleicher Weise permeabel; eine ins Gewicht fallende bevorzugte Richtung ist nicht erkennbar. Weiterhin werden licht- und elektronenmikroskopische und cytochemische Untersuchungen vorgenommen (BOURNE, 1962; SCHMIDT, 1965; THOMAS, 1965 und LISTER, 1968), um ein morphologisches Korrelat für die zur Diskussion stehenden Wege aufzudecken. Die Ergebnisse, wie z.B. das Auftreten eines endoplasmatischen Reticulums und anderer Strukturen, ist auf Abb. 4 zusammengestellt. Auf die auffälligen paraplasmatischen Lipidtröpfchen sei kurz hingewiesen. Von Bedeutung sind außerdem die von Fall zu Fall sehr unterschiedlich weiten Interzellularräume. Ohne zunächst erkennbaren Grund sind sie in einigen Bereichen des Amnions schmal, in geringer Entfernung davon auffallend

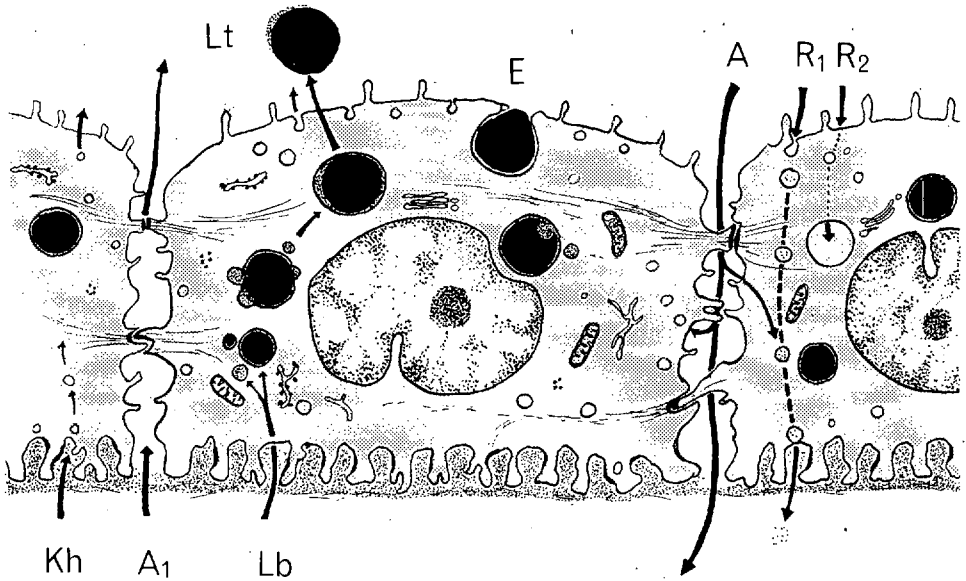


Abb. 4: Schnitt durch das Amnionepithel nach elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Die Abbildung zeigt die Passage von Flüssigkeit und Stoffen (Pfeilrichtungen). R<sub>1</sub> Resorption durch Pinocytose. Hieran kann sich ein cytopemptischer transzellulärer Transport anschließen. R<sub>2</sub> Resorption durch Diffusion. A Transepithelialer Transport im Interzellularraum. Vermutlich können auch vom Interzellularraum aus Stoffe durch den unter R<sub>2</sub> genannten Mechanismus weitergeleitet werden. Abgabe von Lipidtröpfchen (Lt) durch Exocytose (E). Möglicherweise erfolgt durch den Interzellularraum auch eine Flüssigkeits- und Stoffabgabe ins Fruchtwasser (A<sub>1</sub>). Die Bausteine für die Lipide (Lb), für Proteine und für Kohlenhydrate (Kh) treten an der Zellbasis ein.

weit. In die Räume ragen von der seitlichen Zellwand zahlreiche Mikrovilli, also resorptiv tätige Strukturen.

Im Hinblick auf unsere Fragestellung, in welcher Weise sich die Fruchthüllen am Austausch des Fruchtwassers und an der Einflußnahme auf die Zusammensetzung des Fruchtwassers beteiligen, läßt sich die Unterteilung vornehmen.

- a) Was spricht für eine sekretorische Leistung? Im Fruchtwasser sind zahlreiche Stoffe enthalten wie Lipide, Lipidtröpfchen, Mukopolysaccharide, Proteine, Hormone, Enzyme, die sich auch im Amnionepithel und in den übrigen Schichten der Fruchthüllen nachweisen lassen. Einige werden offenbar in den Eihäuten gebildet. Es liegt nahe, anzunehmen, daß sie oder ihre Bausteine mit einem Flüssigkeitsstrom vom mütterlichen Gefäßsystem der Dezidua durch die Membranen und Zellschichten hindurch teils nach Umbau bis ins Amnionepithel gelangten und von hier aus ins Fruchtwasser ausgeschieden werden. Hierzu gehören auch Lipidtröpfchen (Triglyzeride und Phospholipide). Wir sind der Ansicht, daß ein Teil der im Fruchtwasser nachweisbaren Lipide amniogener Herkunft sind (SCHMIDT und KLIMA, 1980). Ein gleicher Weg durch die Fruchthüllen ist auch für manche Medikamente, die der Mutter verabreicht wurden, beschrieben. Das morphologische Substrat für die Fruchtwasserbildung wurde jedoch bisher nicht gefunden, wenn man nicht die zahlreichen kleinen Vesikel im Cytoplasma

der Amnionepithelzellen dafür in Anspruch nehmen möchte. Alle hier geschilderten Vorgänge sind eine aktive Zelleistung – keine Diffusion. Die Frage, ob auch durch den Interzellularräum hindurch sekretorische Prozesse ablaufen, ist mehrfach bejaht worden (BOURNE, 1962; THOMAS, 1965; FRANKE und ESTEL, 1978).

- b) Was spricht für eine resorptive Leistung? Vitalfarbstoffe, die im Tierversuch ins Fruchtwasser injiziert wurden oder das Mekonium (als biologischer Vitalfarbstoff beim Menschen) finden sich nachweislich in den weiten Interzellularräumen des Amnionepithels und gelangen von hier aus schnell in das Amnionbindegewebe (SCHMIDT et al., 1982), wo sie von Makrophagen abgefangen werden. Außerdem trägt die Oberfläche der Amnionepithelzellen zwischen pinocytotischen Einsenkungen Mikrovilli, also Strukturen, die allgemein mit Aufnahmemechanismen in Zusammenhang gebracht werden. Nicht nur wir, sondern auch andere Untersucher sind der Ansicht, daß mit Sicherheit durch die Interzellularräume Fruchtwasser abtransportiert wird. Im Tierversuch (BAUTZMANN et al., 1960) ist auch der transzelluläre Weg nachgewiesen – noch nicht beim Menschen.

Die Schwierigkeit in der Interpretation der Befunde ist unverkennbar: Einerseits sind wir gezwungen, auf Grund von Ergebnissen anzunehmen, daß ein Transport zum Amnionepithel hin erfolgt und dort die Flüssigkeit samt gelösten Stoffen oder auch nur diese allein abgegeben werden. Andererseits registrieren wir nicht minder fundierte Beobachtungen, die auf einen entgegengesetzten Flüssigkeitsstrom schließen lassen. Die Diffusionsstrecke geht in jedem Fall durch ein mit Mukosubstanzen durchtränktes Filzwerk von kollagenen Fibrillen. Es ist nicht vorstellbar, daß in einem solchen Substrat gleichzeitig zwei gegenläufige Diffusionswege nebeneinander bestehen. Eine Teilerklärung dieses Paradoxons glauben wir mit folgender Arbeitshypothese geben zu können: In den Amnionepithelzellen wurde ein ausgeprägtes Cytoskelet nachgewiesen, das auf die Weite des Interzellularraumes Einfluß nehmen kann (FRANKE und ESTEL, 1978). Es spricht sehr viel dafür, daß durch Öffnen oder Schließen der Interzellularräume eine Regulation der Durchflußgröße oder sogar ein Stopp bei Umkehr der Diffusionsrichtung herbeigeführt werden kann. Auch halten wir es auf Grund unserer Beobachtungen für wahrscheinlich, daß die Amnionepithelzelle aus dem Interzellularräum Fruchtwasser aufnimmt, durchschleust und an ihrer Oberfläche wieder sezerniert. Für die Funktion der Fruchthüllen könnte folgende Beobachtung von Bedeutung sein: Im Amnionepithel scheinen auf Grund von cytochemischen Untersuchungen (SCHMIDT, 1965) größere Gruppen von Epithelzellen zu Funktionseinheiten zusammengefaßt zu sein. Zur Zeit wird diskutiert, ob nicht das Hormon Lactotropin auf die Regulation des Fruchtwasserwechsels Einfluß nehme. Möglicherweise greift es in den hier skizzierten Regulationsmechanismus ein.

2. **E p i d e r m i s**: Nach Einsetzen des Verhornungsprozesses ist nach Ansicht aller Untersucher die Epidermis für den Fruchtwasseraustausch ohne Bedeutung, während in frühembryonaler Zeit Stoffe aktiv und passiv durchgeschleust werden.
3. **D i e N a b e l s c h n u r** mit ihren Blutgefäßen ist, wie Durchströmungsversuche *in vitro* zeigten, nach beiden Richtungen permeabel. Wie sich allerdings die Nabelschnur und das placentare Amnion innerhalb des Systems verhalten, ist experimentell noch nicht geklärt.
4. **I n t e s t i n a l t r a k t**: Die Resorption von Fruchtwasser durch das Verdauungsrohr ist durch die Installation des Röntgenkontrastmittels Thorotrast in die Amnionhöhle (EHRHARDT, 1941) und durch den histologischen Nachweis von Formbe-

standteilen des Fruchtwassers im Magen und Darm des Feten (SCHMIDT, 1967) gesichert. Bei dem Kontrastmittelvesuch kommt es infolge einer Flüssigkeitsresorption zu einer massiven Anreicherung zunächst im Magen, dann im Dünndarm und schließlich im Enddarm. Wenn auch allgemein diese Vorgänge als "Schluckbewegungen" bezeichnet werden, so trifft dieser Vergleich nicht ganz zu. Es handelt sich vielmehr um einen Sog, der nur durch Resorption von Fruchtwasser über das Dünndarmepithel entstehen kann. Wahrscheinlich wird beim Fruchtwasseraustausch der größte Anteil auf dem Weg über den Verdauungskanal abgeführt.

5. Von besonders aktuellem Interesse sind die **L u n g e n** des Feten. Untersuchungen nach Injektion von Thorotrast oder von radioaktiv markierten Erythrocyten (DUENHOELTER and PRITCHARD, 1976) ins Fruchtwasser zeigten, daß die Marker in einem zwar geringeren Ausmaß als im Darm, jedoch stets in der Lunge wieder gefunden wurden. Ebenso lassen sich auch Bestandteile des Fruchtwassers (z.B. Epidermiszellen) in den Bronchialverzweigungen histologisch nachweisen. Dieser Befund spricht eindeutig für eine resorptive Leistung. Dagegen wurde eingewendet, daß Stoffe, die in der Lunge produziert werden, wie der an die Lamellenkörperchen gebundene Surfactant, auch im Fruchtwasser nachweisbar sei und dies spräche für eine sekretorische Leistung. Die Flüssigkeitssekretion wurde am Feten von Versuchstieren (Schaf) experimentell unter (wie wir meinen) nicht ganz physiologischen Bedingungen bestätigt (SETNIKAR et al., 1969). Hier stehen also wieder zwei wider sprechende Funktionen zur Diskussion. Eine teilweise einleuchtende Erklärung könnte die Beobachtung sein, daß der Fet ausgedehnte rhythmische Torax-Bauchmuskulbewegungen ausführt, die als intrauterine "Atembewegungen" in die Literatur eingingen (REIFFERSCHIED, 1911). Sie betragen durchschnittlich 40 - 70 Kontraktionen/Minute. Stellt man sich das Ganze in einem in sich geschlossenen Fruchtwasserkompartiment vor, so könnten diese "Atembewegungen" nur mit einer Hin- und Herschiebung von Flüssigkeit im Atemtrakt einhergehen. Durch eine Flüssigkeitsproduktion in der Lunge könnte sich die Flüssigkeitssäule im toten Raum allmählich rachenwärts verlagern. An der Überkreuzung von Atmungs- und Verdauungskanal im Pharynx unterliegt sie wieder dem Sog des Verdauungsrohres. Selbst diese Interpretation der Vorgänge kann das Phänomen nicht restlos klären, denn es muß, ohne daß man Anzeichen dafür bisher gefunden hätte, zeitweise zu einer Umkehr des Exfluxes kommen. Mit einem Influx müßte Fruchtwasser mit seinen Bestandteilen in die Lunge gesaugt werden. Wie einige Untersucher annehmen, ist dieser Influx, der mit einer Fruchtwasserinspiration identisch ist, kein pathologischer, sondern ein physiologischer Vorgang (DUENHOELTER and PRITCHARD, 1976; CAMERER, 1938).
6. Die **N i e r e n** des Feten werden gleichfalls für die Fruchtwasserproduktion in Anspruch genommen, denn stets findet man die Blase mit Harn gefüllt und der Harnstoffgehalt des Fruchtwassers rührt sicher zum Teil vom fetalen Harn her, auch wenn eine nicht genau erfaßbare Menge Harnstoff aus dem mütterlichen Blut ins Fruchtwasserkompartiment diffundieren kann. Die Bedeutung der Harnwege für die Nachlieferung beim Fruchtwasserwechsel wurde u.E. überschätzt. Sie soll bei 420 ml/24 Stunden liegen (WLADIMONOFF and CAMPBELL, 1974).

In dem vorliegenden Essay sollte gezeigt werden, wie sich ein in der Stammesgeschichte als Anpassungs- und Überlebenskonstruktion entwickeltes System in seinem derzeitigen Zustand beim Menschen in einer noch vor wenigen Jahren nicht geahnten Komplexität darstellt. Die Durchsicht der einschlägigen Literatur beweist, wie viele Befunde bereits früher erhoben wurden, isoliert dastanden und wieder in Vergessenheit gerieten.



Sie mit eigenen Befunden in ein logisches Gedankengebäude vom Fruchthüllen-Fruchtwasser-Kompartiment, das im Sinne eines biologischen Systems funktioniert, zu integrieren, ist noch keinesfalls restlos gelungen. Unsere Untersuchungen haben jedoch, wie wir meinen, einen kleinen Beitrag dazu geliefert.

#### Literaturverzeichnis:

- BAUTZMANN, H., SCHMIDT, W. and LEMBURG, P. (1960): Experimental electron- and light-microscopical studies on the function of the amnionapparatus of the chick, the cat and man. — *Anat. Anz.*, **108**: 305 - 310.
- BOURNE, G. (1962): The human amnion and chorion. — Lloyd - Luke, London, pp.
- CAMERER, J. (1938): Beiträge zur Frage der Fruchtwasserrespiration. — *Ztsch. gerichtl. Med.*, **29**: 333 - 346.
- DUENHOELTER, J.H. and PRITCHARD, J.A. (1976): Fetal respiration: Quantitative measurements of amniotic fluid inspired near term by human and rhesus fetuses. — *Am. J. Obstet. Gynecol.*, **125**: 306 - 309.
- EHRHARDT, K. (1941): Weitere Erfahrungen mit meiner Methode der intraamnialen Thoriuminjektion (fetale Organographie). — *Zbl. Gynäk.*, **65**: 114 - 120.
- FLEXNER, L.B., COWIE, D.B., HELLMANN, L.M., WILDE, W.S. and VOSBURGH, G.J. (1948): The permeability of the human placenta to sodium in normal and abnormal pregnancies and the supply of sodium to the human fetus as determined with radioactive sodium. — *Amer. J. Obstet. Gynec.*, **55**: 469.
- FRANKE, H. und ESTEL, Ch. (1978): Untersuchungen über die Ultrastruktur und Permeabilität des Amnions unter besonderer Berücksichtigung mikrofilamentärer und mikrotubulärer Strukturen. — *Arch. Gynäk.*, **225**: 319 - 338.
- HÜTER, J., DREHER, E. und MÜLLER, V. (1972): Chorioamniotal Transfer zwischen Gravida und Fetus. — *Geburtshilfe u. Frauenheilkunde*, **32**: 169 - 175.
- LISTER, U. (1968): Ultrastructure of the human amnion, chorion and fetal skin. — *J. Obstet. Gynec. Brit. Cwlth.*, **75**: 327 - 341.
- PLENTL, A.A. (1966): Formation and circulation of amniotic fluid. — *Clin. Obstet. Gynec.*, **9**: 427-439.
- REIFFERSCHIED, K. (1911): Über intrauterine im Rhythmus der Atmung erfolgende Muskelbewegungen des Fötus. — *Pflügers Archiv*, **140**: 1 - 16.
- SCHMIDT, W. (1965): Über den paraplacentaren, fruchtwassergebundenen Stofftransport beim Menschen. I. Histochemische Untersuchung der in den Eihäuten angereicherten Stoffe. — *Ztsch. Anat. Entwickl.-Gesch.*, **124**: 321 - 334.
- (1967): Über den paraplacentaren, fruchtwassergebundenen Stofftransport beim Menschen. II. Nachweis der vom Amnion abgegebenen Lipide im Fruchtwasser und im Dünndarm des Keimes. — *Ztsch. Anat. Entwickl.-Gesch.*, **126**: 276 - 288.
- SCHMIDT, W. und KLIMA, G. (1980): Funktion des Amnions im Kompartiment Fruchtwasser/Fet. — *Ztsch. Geburtsh. Perinat.*, **184**: 248 - 254.
- SCHMIDT, W. und SCHWARZFURTNER, H. (1981): Beitrag zur Kenntnis des Magma reticulare. — *Anat. Anz.*, **149**: 1 - 10.
- SCHMIDT, W., PFALLER, K. und KLIMA, G. (1982): 2. Chorion und Dezidua. — *Zbl. Gynäk.*, **104**: 1137 - 1148.
- SCHMIDT, W., PFALLER, K. und SCHWARZFURTNER, H. (1982): Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Eihäuten des Menschen, 1. Amnion und Zwischenschicht. — *Zbl. Gynäk.*, **104**: 385 - 396.
- SETNIKAR, J., AGOSTINI, E. and TAGLETTI, A. (1969): The fetal lung, a source of amniotic fluid. — *Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.)*, **101**: 842 - 845.
- THOMAS, C.E. (1965): The ultrastructure of human amnion epithelium. — *J. Ultrastructure Res.*, **13**: 65 - 84.
- VOSBURGH, G.J., FLEXNER, L.B., COWIE, D.B., HELMAN, L., PROCTOR, N.K. and WILDE, W.S. (1948): The rate of reneval in woman of the water and sodium of the amniotic fluids as determined by tracer techniques. — *Amer. J. Obstet. Gynec.*, **56**: 1156 - 1159.
- WLADIMONOFF, J.W. and CAMPBELL, S. (1974): Fetal urine production rates in normal and complicated pregnancies. — *Lancet*, **1**: 151 - 154.

Weitere Literatur beim Verfasser.