

Was die Embryologie über den Menschen weiß

von Veronika Blasel

„Zellhaufen“ und „Gewebeklumpen“ oder „ungeborenes Kind“ und „Mensch in einem frühen Entwicklungsstadium“. Der Embryo hat viele Namen und wirft noch mehr Fragen auf. Die fundamentalste — ab wann ist der Mensch ein Mensch? — ist bis heute Gegenstand zahlreicher Diskurse in Politik-, Geistes- und Rechtswissenschaften. Der folgende Beitrag versteht sich als Hilfe zu einer begründeten Meinung. Mit ihm soll gezeigt werden, was die Embryologie alles über den Embryo in Erfahrung gebracht hat und welche Schlüsse daraus zu ziehen sind.

Die häufigsten Thesen zur Datierung des Beginns von menschlichem Leben lauten: Der Mensch existiert ab...

- 1) der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle, bei der ein neues, einmaliges Genom entsteht,
- 2) dem Verlust der Totipotenz der Zellen. Danach ist keine Bildung von eineiigen Zwillingen mehr möglich,
- 3) der Nidation in die Gebärmutter,
- 4) der einsetzenden Gehirnbildung in der 5. Woche,
- 5) den ersten spürbaren Bewegungen des Fötus im Mutterleib in der 16. – 18. Schwangerschaftswoche,
- 6) der Geburt,
- 7) dem – angenommenen – Erwachen des Selbstbewusstseins, wenn das Kind im Alter von 2-3 Jahren zum ersten Mal „ich“ sagt.

Lassen sich diese Thesen durch biologisch-embryologische Argumente untermauern? Oder führen die wissenschaftlichen Befunde auf dem Feld der Embryologie vielmehr dazu, dass einige der oben genannten Thesen sich als derart inkonsistent erweisen, dass sich die Frage, wann der Mensch ein Mensch ist, mit ihnen unmöglich beantworten lässt?

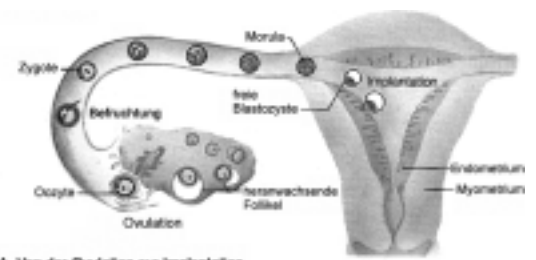
Wie alles anfängt. Der Befruchtungsvorgang beginnt damit, dass sich Spermium und Eizelle aneinanderlagern und endet mit der Verschmelzung der Kerne beider Zellen. 200 bis 300 Millionen Spermien bewegen sich auf die Eizelle zu, die sich auf dem circa 5 Tage dauernden Weg zur Gebärmutter befindet.

Das Spermium, das als erstes dort intakt eintrifft, dockt an einem Eiweißrezeptor an, der die Membran der Eizelle öffnet. So kann das Spermium eindringen. Gleichzeitig werden Mechanismen freigesetzt, die die Eizelle für weitere Spermien undurchdringlich macht. Danach organisiert sich die genetische Information neu. Die Kernmembranen lösen sich auf, väterliche und mütterliche Chromosomen lagern sich aneinander und vereinigen sich zu einem neuen, 46-teiligen Chromosomensatz. Die befruchtete Eizelle enthält somit als eigenen Bauplan eine vollständige Neukombination aus dem Erbgut der Eltern. Schon bei der Befruchtung wird auch das Geschlecht des Kindes. Befruchtet nämlich ein Spermium die Eizelle, das ein X-Chromosom enthält, so entsteht eine XX-Zygote. Aus dieser entwickelt sich ein weiblicher Organismus. Dagegen bildet sich durch die Befruchtung mit einem ein Y-Chromosom enthaltenden Spermium eine XY-Zygote, d. h. ein männlicher Embryo.

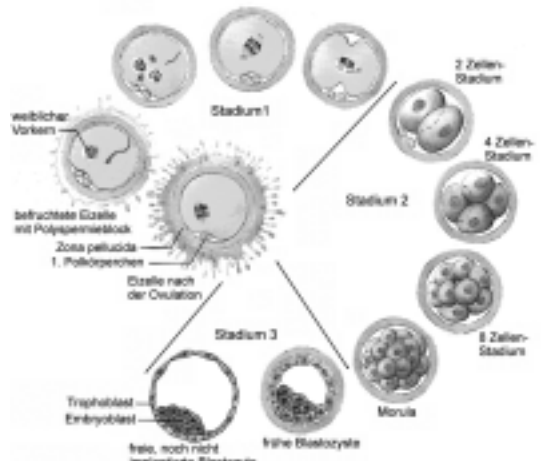
Mit der Kernverschmelzung ist die Befruchtung abgeschlossen. Die befruchtete Eizelle heißt „Zygote“ und ist etwa 0,15 mm groß. Innerhalb der nächsten zwei bis drei Tage finden im Abstand von je 20 Stunden mehrere Zellteilungen statt, wobei die Zellen zunächst nicht wachsen, sondern bei jeder Teilung kleiner werden. Wenn die Zygote etwa 16 Zellen

besitzt, verformt sie sich zur hügeligen Morula, die ihren Namen von der ähnlich aussehenden Maulbeere bekommen hat. 0,2 mm ist die Morula in etwa groß, die meist am dritten Tag die Gebärmutter erreicht. In der Gebärmutter angekommen, beginnen sich die Zellen nach außen zu bewegen. Die Morula höhlt sich aus und heißt nun Blastozyste. In ihr teilen sich die Zellen in zwei Gruppen. Die eine bildet den innen liegenden Embryoblasten, die andere den Trophoblasten, die Kugelhülle, die für Einnistung und Versorgung des Embryos zuständig ist.

So entwickelt, steht am fünften Tag die Einnistung in die Gebärmutter bevor. Der Trophoblast stellt dazu Enzyme her, die die Gebärmutterschleimhaut aufweichen. So kann die Blastozyste eindringen und sich dann festsetzen. Die Einnistungsstelle



A. Von der Ovulation zur Implantation



B. Die Entwicklung der Eizelle zur Blastozyste

wird von der Gebärmutter mit neuen Blutgefäßen umgeben. Kurze Zeit später beginnt die Anlage der Plazenta, die als gemeinsames Organ von Mutter und Embryo dessen Versorgung übernimmt. In der Plazenta werden alle Hormone gebildet, die für die Schwangerschaft benötigt werden. Dort befindet sich auch der Dottersack, der dem Embryo selbstproduzierte Blutstammzellen zuführt. Etwa eine Woche nach der Befruchtung ist die Plazenta das erste Mal in der Lage, dem Embryo Nährstoffe und Sauerstoff zuzuleiten, so dass sich die inneren Zellen nun schnell teilen und wachsen.

ber, Lunge, Magen, Darm und Nieren beginnen sich zu bilden. Zu diesem Zeitpunkt erfährt die Mutter durch Ausbleiben der Regelblutung, dass sie schwanger ist.

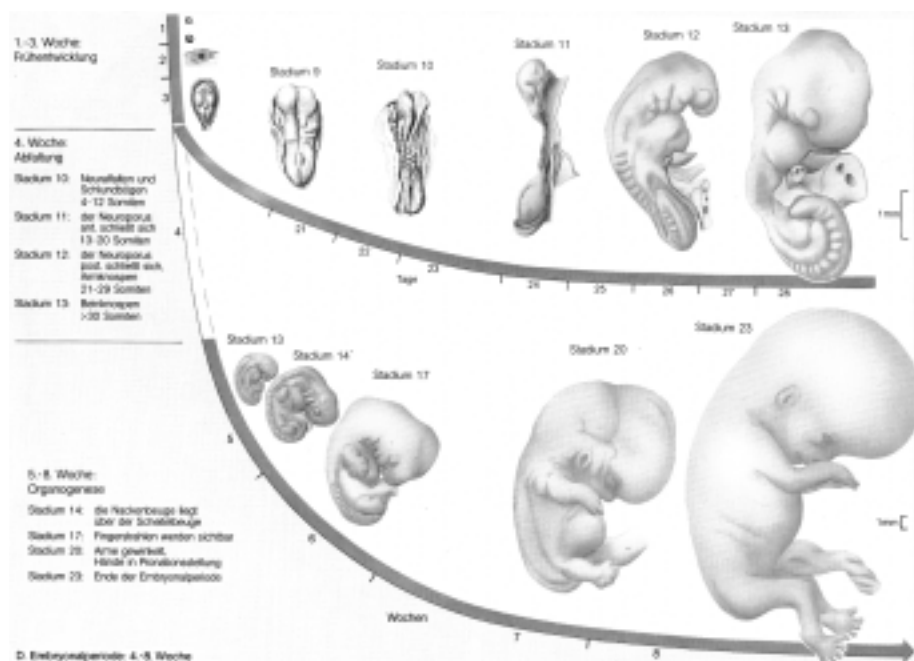
Am Ende der dritten Woche sind alle Organsysteme angelegt. Auch bildet sich langsam die erste Anlage zum Gehirn heraus, das von der vierten bis zur achten Woche rapide wachsen wird. Die Nervenzellen haben kleine Andeutungen von Auswüchsen. Arme und Beine werden erkennbar, die Ohren sichtbar, der Mund öffnet sich und die Zunge beginnt sich zu

nimmt das ungeborene Kind nachweislich bereits erste Informationen aus seiner Umgebung auf: etwa die Lage in der Gebärmutter, den Druck auf den Körper oder Temperaturunterschiede. Die Gehirnströme sind mit einem Elektroenzephalogramm messbar. Das Skelett ist in Knorpeln vorhanden, die Bildung der Muskulatur ist weit fortgeschritten. Jede Minute bilden sich etwa 100.000 neue Nervenzellen. In der sechsten Woche ist der Embryo etwa 1,5 cm groß.

In der 8. Woche, also mit dem Ende der Embryonalzeit, sind alle Organe vorhanden. Das Kind braucht nur noch Zeit und Nahrung, um zu wachsen und zu reifen. Im Kiefer bilden sich Knospen für die Milchzähne, die Zehenstrahlen und die Brustwarzen werden sichtbar. Die Grundlage des Sehens ist gelegt, indem die Netzhaut der Augen mit dem Gehirn verbunden ist. Der Gleichgewichtssinn im Ohr ist bereits vorhanden und auch der Tropfen Urin wird durch die Nieren ausgeschieden.

Seinen unverwechselbaren Fingerabdruck erhält das Kind in der 8. Woche. Auf der Handinnenfläche entsteht die zarte Zeichnung von Handlinien. Das Ungeborene macht Atembewegungen und kann schon schlucken, wenn es das Fruchtwasser trinkt. Die Knorpel beginnen sich zu verdichten und wandeln sich in Knochen um. Dieser Prozess wird sich bis zum Alter von zwei Jahren hinziehen, wenn zuletzt die Fontanellen (Schädeldach) in Knochen umgewandelt werden. Ihre endgültige Form werden die 210 Knochen des Skeletts aber erst viel später, nämlich beim Übergang ins Erwachsenenalter, erreichen. Das ungeborene Kind beginnt, Arme und Beine zu bewegen.

In der 9. Woche schon versucht es zu greifen und eine Faust zu machen, wenn seine Handfläche berührt wird. Das Kind dreht den Kopf, der noch fast die Hälfte der gesamten Körpergröße ausmacht, weg, um Störungen zu vermeiden. Zarte Fingernägel zeigen sich an den Fingern. Werden die Wangen oder Lippen berührt, zuckt das Ungeborene, als wolle es lächeln. Mit einer Größe von 6 cm ist der Fötus in der 10. Woche 60.000 mal so groß wie das Ei, aus dem er stammt. Das Kind kann schon am Daumen lutschen und kleine Purzelbäume schlagen. Nach der Hand und der Fußsohle wird nun nachfolgend der ganze Körper berührungsempfindlich. Ab der 11. Woche trinkt das Kind regelmäßig Fruchtwasser, um es anschließend über die Nieren wieder auszuscheiden.



In der zweiten Woche entwickelt der Embryo eine innere und eine äußere Scheibe, die beiden ersten Keimblätter. In dem Zwischenraum der beiden Schichten bildet sich das dritte Keimblatt. Jede Schicht enthält Anlagen für diverse Organsysteme: Das äußere Keimblatt, das Ektoderm, bildet die Sinnesorgane mit dem Nervensystem und die Haut. Aus dem mittleren Keimblatt, dem Mesoderm, geht vor allem die Muskulatur hervor. Aus dem inneren Keimblatt, dem Entoderm, entstehen die inneren Organe. Bis zum 19. Tag wächst der Embryo auf etwa 2,5 mm.

In der dritten Woche besitzt das ungeborene Kind ein s-förmiges Herz, das zu schlagen beginnt. Es ist noch nicht in Vorhöfe und Kammern unterteilt, schlägt ungefähr doppelt so schnell wie das der Mutter und kann so die Blutzirkulation vom Embryo bis zur Plazenta und zurück selber antreiben. Die inneren Organe, Le-

entwickeln. Auch bilden sich Ansätze der Augen heraus und erste Anzeichen einer Hautfläche bedecken den Embryo.

Zwischen dem Embryo und der Plazenta hat sich eine Nabelschnur herausgebildet, die hauptsächlich aus einem großen Blutgefäß besteht, das das Ungeborene mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt sowie aus zwei kleineren Blutgefäßen, die das sauerstoffarme Blut sowie die Schlackenprodukte an die Plazenta zurückführen. Die Plazenta ist wiederum mit dem Gewebe der Gebärmutter verzahnt und vollzieht diesen Austausch durch das Blutkapillarsystem des Gewebes.

In der 5. Woche können die Herztöne schon mit einem Elektro-Kardiogramm gehört werden. Luftröhre und Bauchspeicheldrüse werden sichtbar. Das Gesicht des Kindes ist jetzt deutlich als menschliches Antlitz erkennbar. Kurze Zeit später

Kurz vor dem dritten Monat können Knochenmark, Leber und Milz die Produktion der Blutstammzellen selber durchführen.

In der 12. Woche (hier endet die Frist für die in Deutschland geltende Abtreibungsregelung) sind sämtliche inneren Organe voll funktionsfähig. Das Kind schluckt, atmet, verdaut und uriniert. Es reagiert auf Lärm, es schläft, wenn seine Mutter schläft. Auf dem Kopf wachsen die ersten Haare.

Im dritten Monat schließen sich die Augenlider des Ungeborenen und öffnen sich erst wieder im 7. Monat, wenn das Auge bereits lichtempfindlich ist und Wimpern besitzt. Der Geschmacksinn ist

sucht eine bevorzugte Schlafposition. Es beginnt die Phase des schnellsten Gehirnwachstums, die bis zum fünften Lebensjahr des Kindes anhalten wird. Kinder, die im 6. Monat geboren werden, haben mit intensiv-medizinischer Versorgung Chancen, zu überleben.

In der 24. bis 27. Woche lässt sich anhand des Hirnstrommusters beweisen, dass das Seh- und Hörzentrum aktiv ist. Die Gefäße der Lungen bilden sich, um das Kind auf das Leben an der Luft vorzubereiten. Der Fötus ist jetzt außerhalb des Mutterleibes lebensfähig, weil sein Atemsystem funktioniert. Die Wirbelsäule ist komplett und die Augen öffnen sich. In der 27. Woche erreichen die Hirnstrommuster Geburtsreife. Das Kind dreht sich, so dass es mit dem Kopf nach unten liegt. Es ist jetzt bereits gut 37 cm lang. Die regelmäßige Atmung und die Kontrolle der Körpertemperatur werden nun vom Gehirn übernommen.

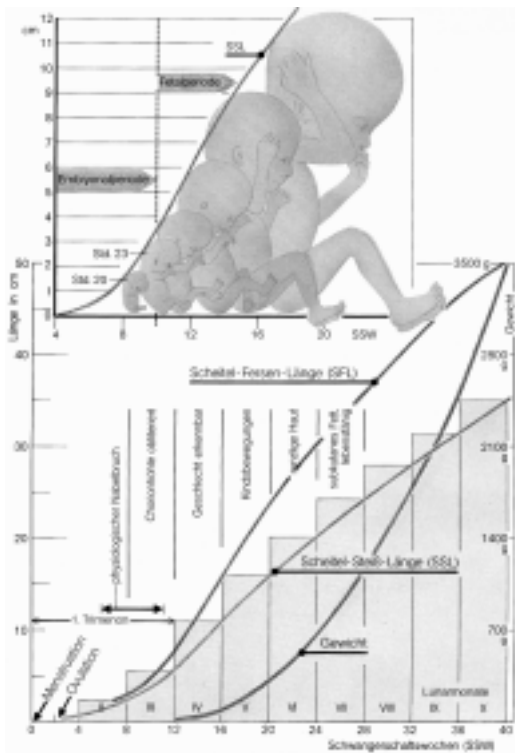
Ab der 30. Woche werden unzählige Verbindungen zwischen Nervenzellen des Gehirns hergestellt. Die Iris des Auges nimmt Farbe an, die Pupille reagiert auf Helligkeitsunterschiede. In der Gebärmutter wird es jetzt so eng für das Kind, dass es die typische „Fötalposition“ einnimmt. Ab der 32. Woche sind die Augen beim Wachsein offen und schließen sich im Schlaf. Langsam bildet sich auch das Immunsystem des Kindes aus.

Der Körper hat in der 36. Woche die typisch rundliche Babyform angenommen, die Haut ist rosig und glatt. Während der letzten Wochen lagern sich jeden Tag ca. 14 g Fettgewebe ein. Mit 70 komplexen Reflexen ist das Kind in der 38. Woche geburtsreif. Es ist etwa 50 cm groß und hat über 300 Knochen, von denen durch die Verschmelzung bis zum Erwachsenenalter nur gut 200 übrig bleiben werden. Aus der Zygote sind durch Zellteilung etwa 200 Millionen Zellen entstanden.

Die vorgeburtliche Entwicklung ist unbestreitbar eine kontinuierliche. Biologisch betrachtet lässt sie sich zwar in einzelne Stadien einteilen, jedoch lassen sich keinerlei Brüche ausmachen. Trotzdem ist es vielen suspekt, einem nur wenige

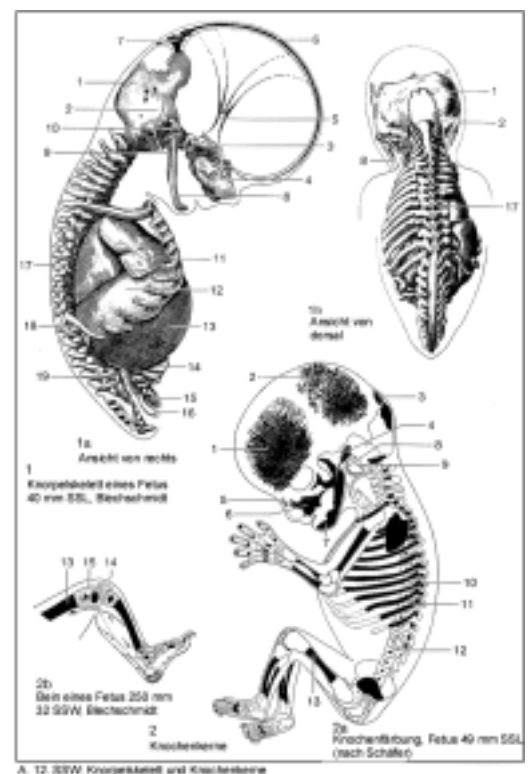
Stunden oder Tage alten Embryo Menschenwürde zuzugestehen, wie u.a. die Diskussion um die verbrauchende Embryonenforschung zeigt. „Wir haben Schwierigkeiten, Stellung zu dem zu beziehen, was als früher Embryo bezeichnet wird, einem Etwas, das noch wenig Form besitzt, kein Gesicht, keine menschliche Gestalt hat, uns daher visuell wenig anspricht, sich noch nicht selbst bewegt, nicht sichtbar auf Reize reagiert“, erklärt der Essener Stammzellforscher und Embryologe Hans-Werner Denker auf Nachfrage des LebensForums. „Dieses Etwas ist voll von Potenz, ein potentielles Wesen, aber das ist eine abstrakte Qualität, der die Anschaulichkeit fehlt. Die Ethik des Umgangs mit Abstrakta ist immer schwierig und überfordert uns.“ Doch Denker ist der Überzeugung, „dass die Zuschreibung von Menschenwürde schon mit dem Zeitpunkt der Bildung der Zygote beginnen muss.“ Die Menschenwürde sei ein so hoch angesiedeltes und geschütztes Gut, dass sie sich jeder Abwägung entziehe.

Ebenso wie Denker warnen viele Forscher und nicht zuletzt auch Psychologen immer wieder davor, das menschliche Leben in seinem Anfangsstadium verfügbar zu machen. So betont der Hamburger Psychologe Michael Wunder, Mitglied der Bundestag-Enquete-Kommission „Ethik und Recht der modernen Medizin“, es sei „äußerst gefährlich“, die Position aufzu-



voll ausgereift, der Gleichgewichtssinn vervollkommenet sich. Das Gehör entwickelt sich und das Herz pumpt etwa 30 Liter Blut am Tag. Etwa ab dem vierten Monat kann der Fötus hören. Melodien, die er im Mutterleib gehört hat, wird er nach der Geburt wiedererkennen können. Um die Haut des Kindes vor dem Fruchtwasser zu schützen, hat sich eine weißliche Fettschicht ausgebildet.

Im 5. Monat werden seine Bewegungen, die inzwischen auch von der Mutter wahrgenommen werden können, bewusster und koordinierter – ein Zeichen dafür, dass seine Nervenbahnen begonnen haben, sich zu verbinden. Ein Schlaf-Wach-Rhythmus bildet sich aus, das Kind



A. 12. SSW Kopfgebilde und Knochenkerne

Grafiken Seiten 47: Ulrich Drews

geben, „dass ein Embryo von Anfang an Mensch ist“. Konzepte einer abgestuften Menschenwürde seien nicht schlüssig. Die Folge sei, dass „je nach Forschungsbedarf immer ältere Embryos zu Noch-Nicht-Menschen“ degradiert würden.

In den letzten Jahren haben sich die Untersuchungsmöglichkeiten an Ungeborenen stark verbessert. Durch modernste Verfahren ist es möglich, Einblick in die Entwicklung verschiedenster Stadien und Bereiche zu nehmen. Dabei scheinen die neuen Erkenntnisse oft nur das zu bestätigen, was schon vor Jahren gelehrt wurde. Ulrich Drews, Embryologe und

Autor des 1993 erschienen und jeden Medizinstudenten durchs Studium begleitenden „Taschenatlas der Embryologie“ macht gegenüber dem LebensForum klar, dass die embryonale Forschung auch in anderer Hinsicht zu einem begründeten Schutz des Embryos führen kann. „Die weitgehende Analyse des Genoms von Eukaryonten, darunter auch des Genoms des Menschen, hat gezeigt, dass die Prinzipien der Entwicklung, die in der experimentellen Embryologie erarbeitet werden, auf die Spezies Mensch übertragen werden können. Das im Taschenatlas entwickelte Konzept der Prinzipien der Entwicklung hat an Aktualität gewonnen.

Dies macht Experimente mit menschlichen Embryonen oder Eingriffe in die menschliche Keimbahn vollkommen überflüssig“, so Drews. Als einen Bereich, der in der vorgeburtlichen Entwicklung noch im dunkeln liegt, nennt der Embryologe folgenden: „Noch nicht bekannt ist der Mechanismus der schrittweisen Determination durch Methylierung der DNS und Methylierung und Acetylierung der Histone.“ Anders ausgedrückt: Noch ist nicht in alle Einzelheiten geklärt, wie auf molekularer Ebene die Struktur der DNS so verändert wird, dass die Zelle „weiß“, zu was sie sich entwickeln soll. Doch auch auf Gebieten, die Laien leichter zugänglich erscheinen, werden immer wieder Entdeckungen gemacht, die es erforderlich machen, lange als Tatsachen Angenommenes über Bord zu werfen.

So überraschte etwa vor einigen Wochen Susan Greenfield, Oxford-Professorin und wohl führende Hirnforscherin Großbritanniens, mit der These, dass ungeborene Kinder schon lange vor der 25. Woche ein Bewusstsein entwickeln könnten. Nicht immer werden aus solchen Erkenntnissen freilich die richtigen Schlüsse gezogen. So gießt Greenfields These auch Öl auf das Feuer der Forscher und Mediziner, die schon seit langem fordern, Kinder bei Abtreibungen jenseits der 17. Woche zu narkotisieren, als wäre damit allein der Humanität schon Genüge getan.

Schon 1984 schrieb der hochangesehene Embryologe Erich Blechschmidt, „dass mit der Befruchtung das Wesen des Menschen in seiner individuellen Eigenart gegeben ist und als Voraussetzung der Ontogenese betrachtet werden muß. Denn entwickeln kann sich nur, was dem Wesen nach bereits existiert. Anders ausgedrückt: Der Mensch entwickelt sich als Mensch und nicht zum Menschen.“ Seine bislang unwiderlegten und methodisch ausschließlich naturwissenschaftlichen Betrachtungen sind die einzigen, die in sich konsistent erscheinen.

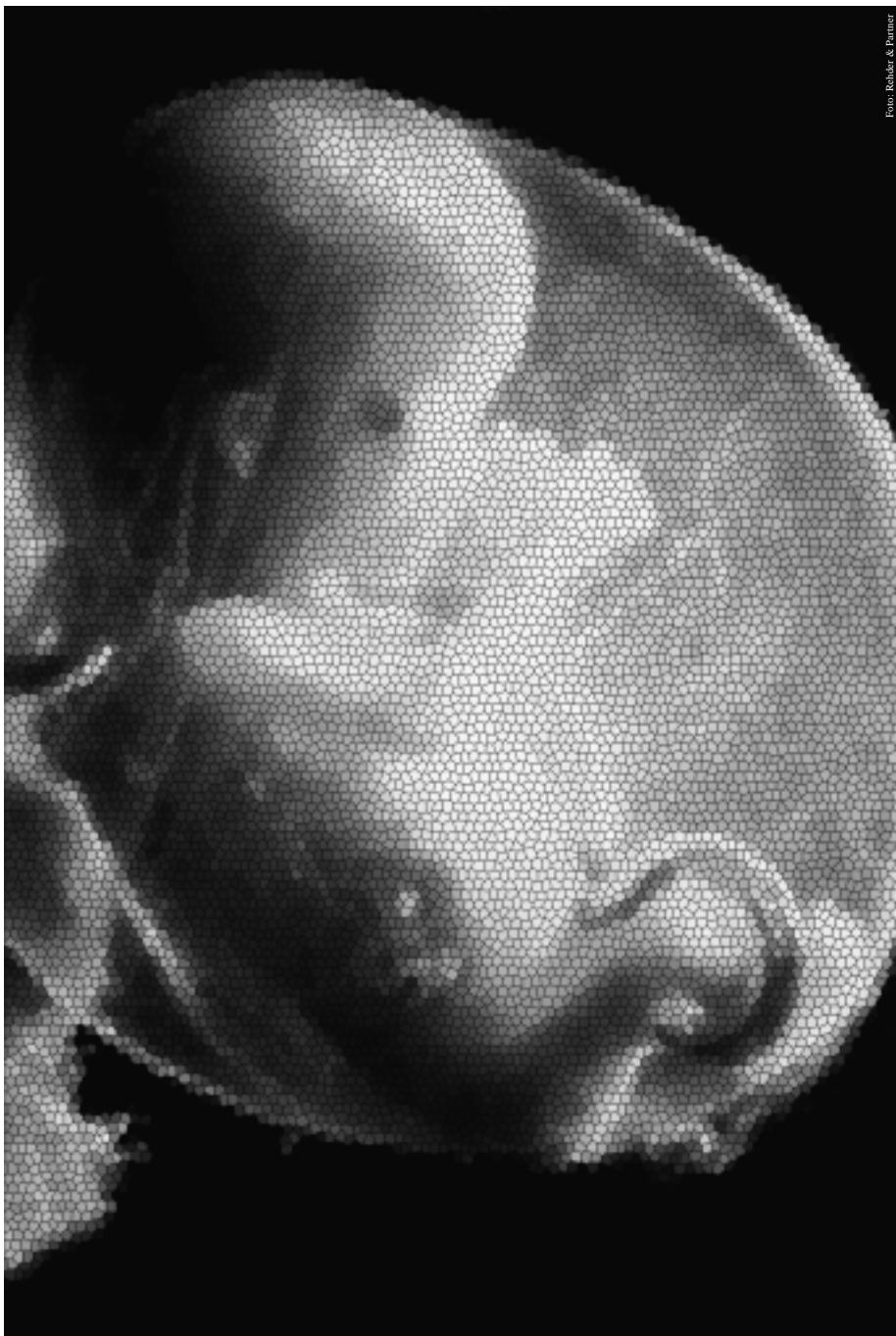


Foto: Rehder & Partner



Veronika Blasel M.A., Jahrgang 1978, studierte Musikwissenschaft, Germanistik sowie Theater-, Film- und Fernsehwissenschaft in Köln. Die gebürtige Aachenerin ist freie Mitarbeiterin von LebensForum.