

# Waddingtons epigenetische Landschaft

## Ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung

### Uwe Füllgrabe

Magazin für die Polizei, April 2002, S. 23 - 29

Die Bandbreite der Kenntnisse und Fähigkeiten zum erfolgreichen Bewältigen von Gefahrensituationen ist weitaus größer, als man auf den ersten Blick hin glaubt. Beispielsweise muss ein Polizist bestimmte psychomotorische Fähigkeiten beherrschen, die z.B. bei Verhaftungstechniken eine Rolle spielen (s. Füllgrabe 2002). Neben diesen vor allem körperlich orientierten Fähigkeiten (die allerdings auch eine gewisse kognitive Komponente haben), ist auch etwas bedeutsam, was rein kognitiver, gedanklicher Natur ist: ein bestimmtes Weltbild. Was dieses Weltbild u. a. konkret beinhalten sollte, zeigt dieser Artikel auf. Dabei wird deutlich, dass die hier geschilderte *Epigenetische Landschaft* des Biologen Waddington nicht nur für das Verständnis der Betrachtung von Situationen wichtig ist, denen man begegnen kann, sondern auch für ein differenziertes Verständnis der Entwicklung des menschlichen Schicksals, sei es das des Einzelnen, aber auch der gesamten Menschheit.

Der Begriff epigenetisch - wörtlich etwa „auf Entwicklung aufbauend“ - bedeutet im engeren Sinne „jenseits der genetischen Information“. Damit weist der Begriff auch auf eine völlig neue Betrachtungsweise der Genetik hin:

"Es zeigt sich, dass die Gesamtheit der Gene, die Sequenz der DNA, alleine nicht genügen, um einen Organismus auszubilden und um Merkmale in die nächste Generation weiterzugeben. Es braucht mehr als nur die DNA", schildert Prof. Renato Paro vom Zentrum für Molekulare Biologie in Heidelberg. Manche seiner Taufkinder bekommen weiße, manche rote Augen - obwohl sie alle die exakt gleichen Gene haben. Für ihn steht fest: Gene sind für die Vererbung nicht alles, es gibt mehr.“ ( nano online, 16. 01 2002)

### 1. Gefährdungspotenzial: ein statisches Weltbild

Eine junge Polizeibeamtin berichtete mir, dass während ihres Praktikums häufig „Standardsprüche“ fallen wie: „Mir ist nach 15 Jahren Dienst noch nichts passiert, warum soll ich dann eine Schutzweste tragen?!“ Diese Äußerung verdeutlichte mir, dass zu einer sachgemäßen Eigensicherung mehr gehört als die bloße Kenntnis bestimmter Vorschriften und einzelner Fakten. Denn in derartigen „Standardsprüchen“ steckt mehr als die Rechtfertigung einer gefährlich – bequemen Handlungsweise. Es geht nämlich gar nicht primär um die Frage, ob man eine Schutzweste tragen soll oder nicht, sondern darum, dass derartige Sprüche ein gefährliches **statisches Weltbild** offenbaren: Man hat ein „Status- Quo – Denken“ (Dörner, 1989) und meint, dass alles auch in Zukunft so weiter laufen wird wie bisher. Worin der Denkfehler hier besteht, wird deutlich, wenn man das Schicksal des hypothetischen

PHM X aus Y – Stadt betrachtet, der sagt: Warum soll ich mir eine Schutzweste anziehen, mir ist noch nie etwas passiert?

Im Jahr 2001 hat er Recht, wenn er sagt: „Mir ist noch nie etwas passiert!“

Auch im Jahr 2002 hat er Recht, wenn er sagt: „Mir ist noch nie etwas passiert!“

Auch im Jahr 2003 hat er Recht, wenn er sagt: „Mir ist noch nie etwas passiert!“

Auch im Jahr 2004 hat er Recht, wenn er sagt: „Mir ist noch nie etwas passiert!“

Auch im Jahr 2005 hat er Recht, wenn er sagt: „Mir ist noch nie etwas passiert!“

Der Denkfehler besteht jetzt darin, dass der Polizist nicht berücksichtigt, dass bisher nur deshalb nichts passiert ist, weil er *bis zu diesem Zeitpunkt* nur mehr oder minder harmlosen Bürgern begegnet ist. Er berücksichtigt nicht, dass er

➤ im Jahr 2006 *zum ersten Mal* auf einen *kalten Praktiker angewandter Gewalt* (Füllgrabe, 2002) treffen und getötet werden *könnte*. Dann wäre er Opfer seines statischen Weltbildes („Alles bleibt, wie es ist.“) geworden, einem weit verbreiteten Denkfehler.

Das statische Weltbild ist nämlich ein häufiger Grund für katastrophale Entwicklungen. Dörner (1989) stellte beispielsweise bei seinen Computersimulationen von Entwicklungsländern, einer Kleinstadt usw. fest, dass Menschen, die das System in die Katastrophe führten, immer die gleichen Fehler machten. So betrachteten sie nicht vor ihren Entscheidungen, welche Neben – und Fernwirkungen ihre Maßnahmen hatten, sie hatten ein „Status Quo“ – Denken (sie berücksichtigten nicht, dass sich ein System immer weiter entwickelt ) usw. Ähnlich zeigt das Verhalten vieler Polizisten, die getötet oder angegriffen wurden, dass sie nicht berücksichtigten, dass zu irgendeinem Zeitpunkt der zunächst friedliche Zustand in den Zustand *Gewalt* umkippen könnte. Aus diesem Fehler heraus blieben sie passiv oder handelten nicht rechtzeitig, um die Katastrophe zu vermeiden (Füllgrabe, 2002).

Ich habe das Wort Katastrophe bewusst gewählt, weil man vermutlich sehr viel mehr Sicherheitsbewusstsein entwickeln könnte, wenn man Ereignisse im menschlichen Leben und spezifisch polizeiliche Interaktionen nicht statisch, sondern gemäß der *Katastrophentheorie* (Hillix, Hershmann & Wicker, 1979) betrachten würde: Das Gesamtsystem kann *plötzlich* aus dem Gleichgewicht geraten und in einen völlig anderen Zustand umkippen, z.B. vom Zustand der Nichtaggression in den Zustand der Gewalt. Wer nicht diese Denkkategorie benutzt, wird leicht von einem Angriff überrascht. Beispielsweise berichteten einige der Täter, die Polizisten angegriffen hatten, dass der Polizist unvorbereitet schien oder unentschlossen, angesichts des Angriffs (Pinizzotto, Davis & Miller, 1997). Umgekehrt zeigt sich immer wieder, dass derjenige, der mit Gefahren rechnet und die Situation mit seinem „Gefahrenradar“ (Füllgrabe, 2002) – d. h. situationsspezifischen Kognitionen - einschätzt, Gefahren und Konflikte vermeiden kann (Füllgrabe, 2002).

Man kann also zusammenfassend sagen, dass die **Kognitionspsychologie** bei der Thematik **Survivability** (Füllgrabe, 2002), dem Erkennen und Bewältigen von Gefahren, eine große Rolle spielt.

Dabei kann man von einer Skala der **unterschiedlichen Komplexität** der Kognitionen ausgehen. Die Kognitionen können dabei einfache Gedanken zur Abschätzung der Situation sein, z.B. „Solange ich sehen kann, was er mit seinen Händen macht, besteht keine Gefahr. Erst wenn er unter den Fahrersitz greift, könnte es gefährlich werden, weil er dabei nach einer Waffe greifen könnte.“ oder Fragen wie: „Könnte dieser Gegenstand eine versteckte Waffe beinhalten?“ Der Komplexitätsgrad der Kognitionen kann aber auch reichen bis hin zu einem komplexen Weltbild, der Gesamtbetrachtungsweise von Menschen, Dingen, dem Schicksal usw.

Das jeweilige Weltbild ist aber keineswegs nur von philosophischem Interesse, sondern hat auch höchst praktische Konsequenzen. Wer ein statisches Weltbild hat, wird nämlich häufig von den Ereignissen überrascht, für ihn sind Ereignisse plötzlich „irgendwie“ da. Wer dagegen Ereignisse, Sachverhalt, Systeme usw. sich entwickeln sieht, wobei die Entwicklung zeitlich vielleicht sehr langsam vor sich geht, kann

Probleme eher wahrnehmen, sich darauf vorbereiten und rechtzeitig darauf reagieren (Krisenmanagement).

Was kann man aber tun, um dem statischen Weltbild und dem Status – Quo - Denken entgegen zu wirken? Da ein Bild mehr sagt als tausend Worte, können hier Metaphern hilfreich sein. Metapher, bildhafte Formulierungen, besitzen eine große Bedeutung, sowohl in theoretischer Sicht (s. z.B. Zimbardo, 1983), als auch im therapeutischen Bereich, etwa in der Provokativen Therapie (Farrelly & Brandsma, 1986; Höfner & Schachtner, 1995) zum Abbau von Denkblockaden u. ä.

Eine sinnreiche Metapher findet man in Waddingtons **epigenetischer Landschaft** (Waddington, 1957), bei der ein Ball (oder eine Kugel) einen Abhang herunterrollt und an verschiedenen Hügeln „sich entscheiden muss“, ob er (sie) nach links oder rechts weiterrollen soll. Waddington (1957, p. 30) weist übrigens ausdrücklich darauf hin, dass diese Metapher die bildhafte Vorstellung komplexer Sachverhalte erleichtern soll.

Waddington (1957) bezieht sich auf genetische Sachverhalte, wobei die gleiche Erbanlage, durch Zufallsfaktoren und nichtgenetische Faktoren bedingt, durchaus unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten nehmen kann.

Auch das menschliche Schicksal entspricht der epigenetischen Landschaft, auch hier gibt es eine gewisse Unbestimmtheit der Entwicklung: Gelegentlich treten Entscheidungspunkte (Krisen) auf, wo sich das Schicksal in die eine oder andere Richtung neigen kann.

Manche von Waddingtons Ausführungen können auch direkt als Metapher auf das menschliche Leben übertragen werden, etwa wenn er jedes Lebewesen als Teil einer größeren Geschichte betrachtet. Da im zwischenmenschlichen Bereich die Anhöhen, bei denen die Kugel unterschiedliche Richtungen nehmen kann, zwischenmenschlichen Begegnungen entsprechen, soll hier noch eine zweite Metapher hinzukommen, die zwischenmenschliche Spieltheorie (Denn die Interaktion zweier Menschen erfolgt wie bei einem Schachspiel: Zug folgt auf Zug), jeder beeinflusst den anderen, er muss die Regeln der Interaktion kennen und hat seine Chancen wie auch sein Gegenüber (Füllgrabe, 1997).

## 2. Galileisches Denken in Waddingtons Buch

Was kann das Buch „The strategy of the genes“ von C. H. Waddington, einem *Biologen*, das bereits 1957 erschien, heute noch zum Verständnis *psychologischer*, *kriminologischer* u. a. Fragen beitragen?

Dafür gibt es mehrere Gründe. Zunächst einmal erweist sich Waddingtons *epigenetische Landschaft* als eine gute Metapher zur Verdeutlichung verschiedener psychologischer, kriminologischer u. a. Sachverhalte, sogar von Problemen der Eigensicherung.

Und aus wissenschaftlicher Sicht ist Waddingtons Buch nicht nur deshalb bedeutsam, weil gerade heute Gedanken der epigenetischen Genetik wieder aktuell sind (epigenetisch = Einflüsse äußerer, nichtgenetischer Faktoren auf die Entwicklung eines Organismus).

Aber von noch übergeordneter Bedeutung ist, dass Waddingtons epigenetische Landschaft einem statischen Weltbild entgegenwirkt und damit dazu beiträgt, was der bekannte Psychologe Kurt Lewin am 4. 2. 1930 in seinem Vortrag und seinem Buchtitel *Der Übergang von der aristotelischen zur galileischen Denkweise in Biologie und Psychologie* (1971) formulierte.

Lewin beschrieb den Unterschied zwischen diesen beiden Denkweisen folgendermaßen:

„Der entscheidende Unterschied liegt vielmehr darin, dass Art und Richtung des physikalischen Vektor in der aristotelischen Dynamik durch die Natur des in Frage kommenden Gegenstandes bereits vollkommen definiert ist. In der modernen Physik dagegen beruht das Auftreten physikalischer Vektoren allemal auf einem Zueinander mehrerer physikalischer Fakten, insbesondere auf einer Beziehung des Gegenstandes zur Umgebung (Lewin, 1971, S. 32).“

Einfacher ausgedrückt: die Bewegung eines Gegenstandes (oder das Verhalten eines Menschen) erklärt das aristotelische Denken mit der Eigenschaft dieses Gegenstandes (bzw. Menschen), das galileische Denken dagegen durch die Wechselwirkung des Gegenstandes (bzw. Menschen) mit der jeweiligen Umgebung.

Weil Waddington (1957) in seinem Modell ausdrücklich die Rolle der Umgebung, der Situation betont, ist der Vergleich mit dem interessant, was Lewin (1971) zur Bedeutung der Umwelt sagt :

„Für die aristotelische Begriffsbildung spielt die Umgebung nur insofern eine Rolle, als sie „Störungen“, „zwanghafte“ Veränderungen jener Geschehnisse herbeiführen kann, die aus der Natur des betreffenden Gegenstandes an sich folgen. Die Vektoren, die das Verhalten eines Gegenstandes leiten, sind durch diesen Gegenstand vollkommen bestimmt. Das heißt sie beruhen nicht auf der Beziehung dieses Gegenstandes zur Umgebung und sie kommen daher diesem Gegenstand unabhängig von seiner momentanen Umgebung ein für allemal fest zu. Dem Leichten wohnt eben an sich die Tendenz nach oben, dem Schweren an sich die Tendenz nach unten inne. In der modernen Physik dagegen wird nicht nur die Tendenz nach „oben“, die ein leichter Körper mitunter zeigt, auf das Verhältnis dieses Körpers zur Umgebung zurückgeführt, sondern auch die „Schwere“ der Körper beruht auf einer solchen Relation.“ (Lewin, 1971, S. 33).“

Das statische Denken besteht zum Beispiel in der Beschreibung von Menschen mit starren Eigenschaften (Traits) und der Meinung, man könne genau prozentual den Anteil von Anlage und Umwelt berechnen. Diese Vorstellungen, so weit verbreitet sie auch sein mögen, spiegeln keineswegs die Realität wider. So beruht die Beschreibung mit Eigenschaften auf der Voraussetzung, dass menschliches Verhalten situationsunabhängig ist. Doch wenn man einmal die einfache Überprüfung vornimmt, ob sich der gleiche Mensch in verschiedenen Situationen tatsächlich immer gleich verhält, zeigt sich, dass diese Grundannahme nicht stimmt. Dies ist seit langem bekannt. So zeigten z.B. Hartshorne und May (1930) in ihrer klassischen Studie zum ehrlichen Verhalten, dass die gleichen Kinder sich je nach Situation ehrlich oder unehrlich verhalten konnten. Auch andere Verhaltensweisen erwiesen sich als situationsabhängig, beispielsweise pünktliches Verhalten von Studenten (Dudycha, 1936), wobei auch in dieser Untersuchung angedeutet wird, dass das individuelle Verhalten das *Ergebnis eines Entscheidungsprozesses* ist (Füllgrabe, 1997).

Auch manche weit verbreiteten genetischen Vorstellungen sind falsch, worauf z. B. der Genetiker Dobzhansky (1973) hinweist. Z. B. sind die Erblichkeitskoeffizienten kein typischer Wert eines Merkmals, sondern von der Population abhängig, aus der sie stammen. Und Erbanlagen führen keineswegs zu einem festgelegten Merkmal, weil die Erbanlagen nur eine **Reaktionsbreite** vorgeben. Diese Reaktionsbreite veranschaulichte Gottesman (1980) durch sein Modell, das z.B. zeigt, dass sich günstige Erbanlagen in einem schlechten Milieu weniger optimal entwickeln als ungünstigere Erbanlagen in einer fördernden Umwelt (s. Füllgrabe, 1997).

Bezeichnenderweise waren es also *Genetiker*, die in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts, als in Wissenschaft und Öffentlichkeit heftig über den % - Anteil von Anlage und Umwelt bei der Intelligenz diskutiert wurde, einem statischen Denken bezüglich genetischer Sachverhalte entgegenwirkten. Dabei wandte sich z. B. Dobzhansky (1973) auch ausdrücklich gegen die in der These von der angeborenen Intelligenz implizit enthaltene Gleichsetzung „genetische Ungleichheit = soziale Ungleichheit“ und betonte: „Um sich neuen Umwelten anzupassen, verändert die Menschheit vornehmlich die kulturelle Vererbung und nicht ihre Gene, wie dies andere Organismen tun.“ Dieser Gedankengang steht also im Gegensatz zu einem statischen Weltbild.

Auch Waddington geht ausdrücklich auf die Rolle der Umwelt ein. Angesichts der Tatsache, dass man oft an die Wirkung (ausschließlich) von Erbanlagen glaubt, wenn z.B. bestimmte Verhaltensweisen, Berufe usw. in der gleichen Familie auftauchen, bringt Waddington (1957, S. 162 f.) folgende amüsante Anekdote: „In einem Vortrag machte 1872 Douglas Spalding einen amüsanten Vergleich: Robinson Crusoe fängt nach seiner Landung auf einer einsamen Insel ein Paar Papageien und bringt ihnen bei, in gutem Englisch „Guten Tag, Sir!“ zu sagen. Auch die Jungen dieses Paares lernen das zu sagen. Und so bringt Crusoe auch folgenden Generationen bei, „Guten Tag, Sir!“ zu sagen, und er züchtet diejenigen Papageien systematisch, die am häufigstem und mit dem besten Akzent sprechen. Vielleicht haben die Papageien einen Geschmack für gutes Englisch entwickelt und die besten Sprecher bessere Vorteile bei der Partnerwahl. Nach vielen Generationen, wo junge Papageien von Geburt an von ihren Eltern und vielen anderen Papageien „Guten Tag, Sir!“ hören, könnte ein Außenstehender kaum (oder erst nach Experimenten) entscheiden, ob diese Worte von einem Instinkt oder Imitation herrühren.“

Bezeichnend ist, dass gerade Genetiker wie z. B. Waddington (1957, S. 89) betonen, dass die Bedeutung der Umwelt bei Phänomenen der Vererbung immer *explizit*, ausdrücklich erkannt werden muss:

„Was bedeutet es, was man mit „angeboren“ meint? Ist z.B. das rote Haar, das Tom von seinen Eltern geerbt hat, angeboren? Offensichtlich ist damit nicht gemeint, dass das rote Haar direkt von den Eltern stammt, weil offensichtlich in dem Ei kein Haar vorhanden ist. Die Formulierung von der Vererbung der Haare ist also lediglich metaphorisch, als Bild, gemeint. Was man tatsächlich ausdrücken will ist, dass sich in dem Ei, aus dem sich Tom entwickelte, ein Etwas (Gen) befand, das die Entwicklungsreaktionen derart beeinflusste, dass das Haar, das auf dem Kopf von Tom wächst, rote Pigmente enthält.“

Waddington weist hier ausdrücklich auf etwas hin, was eigentlich selbstverständlich ist, aber häufig nicht berücksichtigt wird, weil man die einzelnen Entwicklungsschritte nicht betrachtet. Der Entwicklungsweg ist nicht einfach folgender:

Erbanlagen  $\longrightarrow$  sichtbares Merkmal

sondern (vereinfacht) :

Erbanlagen  $\longrightarrow$  physiologische Prozesse  $\longrightarrow$  sichtbares Merkmal

Zwischen der Erbanlage und dem sichtbaren Merkmal sind also verschiedene Prozesse geschaltet, die auch von der Umwelt beeinflusst werden können. Dies wird leicht übersehen, wenn etwa mit Formulierungen wie „Intelligenz ist zu 80% durch Erbanlagen bestimmt.“ ein deterministisches Weltbild propagiert wird. Dass weder diese Zahl noch diese Argumentationsweise stimmt, wurde von dem Genetiker Dobzhansky (1973) aufgezeigt (s. a. Füllgrabe, 1997).

In Waddingtons Ausführungen ist deutlich das zu erkennen, was Lewin (1970) *galileisches Denken* nannte. Er schreibt z.B.: „Obwohl seit langem anerkannt ist, dass bei der Entwicklung eines Individuums Erbanlagen und Umwelt zusammenwirken, beschränkten sich Genetiker zunächst auf die Entdeckung der Erbgesetze und betrachteten weniger die Veränderungen, die durch die Streubreite (*range*) der Umwelten erzeugt wurden.“ (Waddington 1957, p. 88).“ Für die Anpassung von Lebewesen ist aber – besonders bei völlig anderen Umweltbedingungen – ein bestimmtes Ausmaß an Entwicklungsmodifikation notwendig. Waddington (1957, p. 157) veranschaulicht dies in seiner Abbildung von unterschiedlich entwickelten Organen der Salamanderlarve in einer sauerstoffreichen und einer sauerstoffarmen Umgebung.

Wie komplex die Wechselwirkung Anlage x Umwelt ist, belegt Waddington (1957, p. 109): Das Tier verändert die Umwelt, die Umwelt verändert das Tier.

### 3. Moderne wissenschaftliche Denkansätze

Waddingtons Ausführungen sind aber auch aus anderen Gründen von allgemeinem wissenschaftlichem Interesse. Sein Buch beinhaltet nämlich bereits Begriffe und Konzepte, die erst viel später wieder aufgegriffen wurden. Und da in seinen Ausführungen immer wieder das Thema der *Veränderungsmöglichkeiten* auftaucht, wirkt Waddington einem statischen Weltbild entgegen.

Waddingtons Ausführungen sind z. T. Vorläufer der **Chaostheorie**. Manche Körperzellen geraten in ein anderes Organ, als normalerweise vorgesehen. Dies kann weder auf genetische Faktoren zurückgeführt werden noch auf Umwelteinflüsse, die das ganze Tier betreffen, sondern auf unbestimmbare innere Quellen der Variation. „Diese Art von Ungenauigkeit oder „Spiel“ in der epigenetischen Maschine könnte als „Entwicklungsrauschen“ betrachtet werden, wenn man das Wort in dem Sinne benutzt, wie es in der Informationstheorie benutzt wird. Es gibt einen gewissen Grad von Ungenauigkeit selbst in Entwicklungsprozessen, die eine große Zahl an Zellen beinhalten. Es ist gewiss bemerkenswert, dass embryonische Organe zum Zeitpunkt ihres ersten Auftretens oft etwas variabel sind und nur langsam zum Standard hin reguliert werden.“ (Waddington 1957, pp. 39 – 40).

In Waddingtons Formulierungen ist sogar ein **spieltheoretischer Ansatz** erkennbar. Waddington benutzt nämlich hier das Wort „Spiel“, um ein gewisses Maß an Unvorhersagbarkeit zu beschreiben. Und er spricht (1957, p. 49) sogar „von der Strategie und den Taktiken der Entwicklung“.

Ähnlich Lewin (1971) warnt Waddington (1957, p. 59) auch vor der Überbetonung mathematischer Formeln. Beispielsweise stellt er fest, dass der Einsatz der „**mathematischen Theorie**“ keineswegs die erwarteten Aussagen über die Evolution gebracht hat. Die meisten Formeln sind auch zu ungenau, um quantitative Vorhersagen zu ermöglichen.

Dagegen orientiert sich Waddington auch an der Chemie. Waddington (1957, p. 38; s. a. p. 224f.) weist nämlich z.B. auf **Puffersysteme** hin, d.h. dass der Einfluss bestimmter Faktoren nicht wirksam wird, sondern vom System abgepuffert werden kann (s. Füllgrabe, 1997). Und in einem umfangreichen Anhang zu Waddingtons Buch geht H. Kascser auf *inige physikalisch- chemische Gesichtspunkte der biologischen Organisation* ein (Waddington 1957, p. 191 – 249).

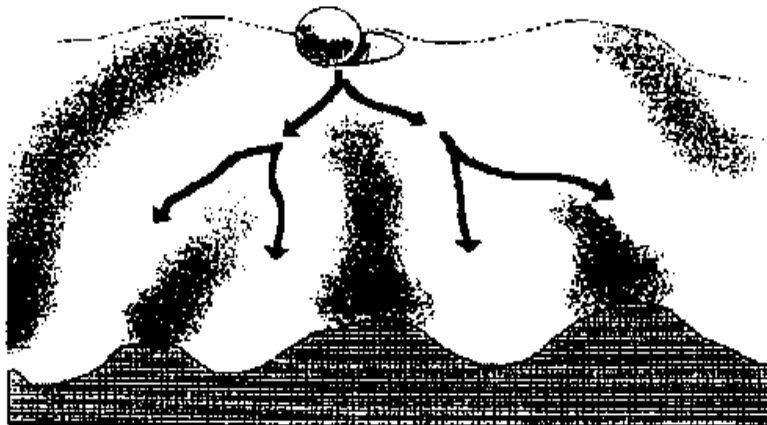
#### 4. Die epigenetische Landschaft

Dass Waddingtons Überlegungen einem statischen Weltbild entgegenwirken, ergibt sich auch aus der Tatsache, dass er nicht primär an einem *Endzustand* interessiert ist, sondern am *Entwicklungsprozess*, wie dieser Endzustand erreicht wurde. Er schreibt z.B.:

„Beim Studium der Entwicklung (von Lebewesen) sind wir nicht nur am Endzustand interessiert, zu dem das System gelangt, sondern auch an dem Weg, wie es dazu gelangt ist.“ (Waddington 1957, S. 26). „Um diese Entwicklungswege algebraisch zu studieren, sollten wir die Serien von Gleichungen integrieren, durch die das System beschrieben wird. Es ist im allgemeinen unmöglich, dies in allgemeiner Form zu tun, obwohl für jedes besondere System Lösungen numerisch berechnet werden können....Zum Zwecke der allgemeinen Diskussion müssen wir jedoch auf eine Art der Darstellung zurückgreifen, die eher geometrisch als algebraisch bezeichnet werden kann.“ (Waddington, 1957, pp. 26 – 27).

Da eine Darstellung in einem mehrdimensionalen Raum weniger anschaulich ist (s. Waddingtons Darstellung, 1957, p. 28), wählt Waddington eine weniger genaue, aber anschaulichere Darstellung, die **epigenetische Landschaft** (p.29): Ein Ball rollt einen Abhang mit verschiedenen Tälern hinab. Deshalb muss sich der Ball an verschiedenen Abzweigungen „entscheiden“, welches der Täler er weiter rollen will, ob er sich nach links oder rechts bewegen soll. Bei der nächsten Abzweigung muss er sich erneut entscheiden, ob er nach links oder rechts weiter rollen soll. Es gibt also höchst unterschiedliche Laufrichtungen für den Ball. Die alternativen Wege könnten nur über eine Anhöhe erreicht werden. Ein Umweltreiz kann jedoch das sich entwickelnde Körpergewebe über diese Schwelle (Anhöhe) stoßen und eine (leicht) andersgeartete Entwicklung des Körpergewebes bewirken (s. Abbildung 30, Waddington 1957, p. 167).

## Die epigenetische Landschaft



Vereinfachte Darstellung der epigenetischen Landschaft  
(Füllgrabe 1997, nach Waddington, 1957)

„Obwohl die epigenetische Landschaft nur ein grobes und schnelles Bild des sich entwickelnden Embryos liefert und nicht peinlich genau interpretiert werden sollte, besitzt sie gewisse Vorzüge für diejenigen, die wie ich es angenehm finden, ein geistiges Bild, obwohl vage, davon zu besitzen, worüber sie nachzudenken versuchen.“ (Waddington, 1957, p. 30). Waddington betrachtet also dieses Bild als sinnvolle **Metapher**. Wie komplex die Realität tatsächlich ist, wird deutlich aus seiner Abbildung der komplexen Interaktionen, die der epigenetischen Landschaft zugrunde liegen (Figur 5, p. 36).

Waddington entwickelte das dreidimensionale Modell, um phänotypische Veränderungen im Zustand von Körpergeweben, Organen (oder Organismen) darzustellen, wie sie sich zu einem erwachsenen Endzustand hin entwickeln. Das Modell erlaubt, die gleichzeitigen und aufeinander folgenden Wirkungen vieler Gene und vieler äußerer Reize darzustellen, die die Struktur und Funktion eines Organismus beeinflussen. Der Umriss der Landschaft wird durch den Genotyp der Person bestimmt; die Oberfläche ist geneigt, so dass sich der Zeitpunkt der Befruchtung auf der hinteren Seite der Ebene und die Endzustände am Boden der Kanäle befinden. Der Ort des Balles stellt den Zustand der Differenzierung oder Entwicklung von einem Teil des befruchteten Eies dar, z.B. den Teil, der dazu bestimmt ist, das Gehirn zu werden. Die Bahn des Balles, wie er auf den Betrachter zurollt, stellt analog die Entwicklungsgeschichte des Teils eines Eies dar.

Wenn das System sich fortbewegt, stoßen Umweltfaktoren oder genetische Kräfte es leicht aus seiner Bahn, aber es wird zu seinem Ursprungspfad mit einigen Ausnahmen zurückkehren. Eine Ausnahme ist die „kritische Periode“, wenn der Ball an einer Gabelung des Pfades ist; selbst hier bestimmten individuelle Unterschiede in der Tiefe der Kanäle und der Steilheit der Wände die Beeinflussbarkeit gegenüber den Kräften (unterschiedliche Pufferung).

Im Untergrund der epigenetischen Landschaft (Waddington, 1957, p. 36) sind Haken dargestellt, die Gene darstellen; die Drähte, die sie mit der Oberfläche verbinden, stellen die chemischen Kräfte dar, die von den Genen erzeugt werden. Die Modellierung der epigenetischen Landschaft wird durch die unterschiedliche



Spannung kontrolliert, die die vielen Drähte erzeugen, die mit den Genen verbunden sind.

Die epigenetische Landschaft kann kleinere oder größere Veränderungen erfahren, s. z. B. die drei epigenetischen Landschaften in Abbildung 30 (Waddington 1957, p. 167). „Wenn die Selektion hinsichtlich der Fähigkeit stattfindet, angepasst auf die Umwelt zu reagieren, wird sie die epigenetische Landschaft in eine neue Form umformen, in der diese Reaktion erleichtert wird und vielleicht so angepasst wird, dass sie das günstigste Endergebnis erreicht.“ (Waddington, 1957, p. 166).

## 5. Die Vermeidung posttraumatischer Symptome

Waddingtons Gedankengänge sind auch gut geeignet, dem Auftreten posttraumatischer Symptome entgegenzuwirken. Warum? Dazu muss man zunächst die Ursachen derartiger Symptome betrachten.

Nach einem einschneidenden Ereignis, meist negativer Art (Krankheit, Verlust einer Bezugsperson, Naturkatastrophen, Opfer eines kriminellen Delikts, Krieg u. ä.), gelegentlich auch positiver Art, z.B. ein plötzlicher Lottogewinn (Slaby, 1989), hat sich für viele Menschen oft das Leben grundlegend verändert, zum Schlechteren. Man kann die Dinge nie wieder so sehen, wie sie einmal waren, man sieht auch sich selbst in einem negativeren Licht, ist anderen Menschen gegenüber misstrauischer, unterschätzt die Kontrollmöglichkeit des eigenen Schicksals.

Auch die gefühlsmäßigen und körperlichen Bereiche werden durch posttraumatische Symptome beeinträchtigt, z. B.: nächtliche Ängste, Schlaflosigkeit, Alpträume, zwanghaftes Beschäftigen mit dem Trauma, übermäßiger Alkoholgenuss. Die Ursache für diese Symptome ist ein grundlegender Einstellungswandel: der Verlust des Gefühls der Unverletzbarkeit (Janis, 1971). Die Einstellung: „Mir wird nichts Schlimmes passieren!“ wurde dramatisch umgewandelt in „Mit meinem Schicksal sind schreckliche Dinge verbunden.“

Slaby (1989) sieht als Ursache für posttraumatische Symptome ein bestimmtes Denkmuster an:

Die Person erlebt und deutet das, was mit ihr geschieht folgendermaßen:

- Es ist völlig unerwartet (“Es kam aus heiterem Himmel!”)
- Es ist außerhalb meiner Kontrolle!
- Es ist unfair, dass dies geschehen konnte!
- “Wie konnte ausgerechnet **mir** das passieren!?”

Dieses von Slaby (1989) ermittelte Deutungsmuster zeigt mehrere wichtige Ansätze zur Vermeidung von posttraumatischen Störungen:

- Man muss auf gefährliche Situationen vorbereitet sein (Stressimpfung, Janis, 1972).
- Man darf sich nach negativen Ereignissen nicht auf die Betrachtung seiner eigenen Person konzentrieren. Darauf weist auch z.B. Lukas (1994) aus logotherapeutischer Sicht hin.

Ein einschneidendes Erlebnis war für viele Menschen der Terroranschlag auf das World Trade Center am 11.9. 2001. Obwohl dieses Ereignis sie nicht selbst betraf, wurden sie *plötzlich* mit ihrer eigenen Verletzlichkeit konfrontiert. Baker (2002) weist deshalb darauf hin, dass man, um angstfrei leben zu können, sich mit der Existenz des Todes auseinandergesetzt haben sollte. Dies beinhaltet auch das Nachdenken über die Bedeutung des (eigenen) Lebens, das Überprüfen der eigenen Prioritäten, die geringere Betonung materieller Dinge, die verstärkte Beschäftigung mit zwischenmenschlichen Beziehungen usw.

Ausdrücklich spricht z. B. die Logotherapie das existenzielle Problem des Todes und die existenzielle Bilanz des eigenen Lebens an (z. B. Lukas 1994). Dass gerade die gedankliche Beschäftigung mit dem Tode die Angst vor dem Tode verringert, wird in einer bekannten Anekdote aus der japanischen Literatur veranschaulicht, die von Yayua Tajima-no-kami, einem berühmten Meister im Schwertkampf (17.

Jahrhundert) handelt :

„Einer der Leibwächter des Shogun kam eines Tages zu Tajima-no-kami und bat ihn um Unterricht im Fechten. Der Meister sprach: „Soviel ich sehe, scheint Ihr selber ein Meisterfechter zu sein. Bitte, teilt mir mit, welcher Schule ihr angehört, bevor wir in das Verhältnis von Lehrer und Schüler treten.“

Der Leibwächter sprach: „Zu meiner Beschämung muß ich bekennen, dass ich die Kunst nie erlernt habe.“

„Wollt ihr mich verspotten? Ich bin der Lehrer des ehrwürdigen Shogun selber und weiß, mein Auge kann nicht trügen.“

„Es tut mir leid, wenn ich Eurer Ehre zu nahe trete, aber ich besitze wirklich keine Kenntnisse.“ Dieses entschiedene Bestreiten machte den Schwertmeister nachdenklich, und schließlich sagte er: „Wenn Ihr es sagt, muß es so sein. Aber ganz sicher seid Ihr in irgendeinem Fache Meister, wenn ich auch nicht genau sehe, worin.“

„Ja, wenn ihr darauf besteht, will ich Euch folgendes berichten. Es gibt ein Ding, in dem ich mich als vollkommener Meister ausgeben darf. Als ich noch ein Knabe war, kam mir der Gedanke, als Samurai dürfe ich unter gar keinen Umständen mich vor dem Tode fürchten, und seitdem habe ich – es sind jetzt einige Jahre- mich fortwährend mit der Frage des Todes herumgeschlagen, und zuletzt hat diese Frage aufgehört, mich zu bekümmern. Ist es vielleicht dies, worauf ihr hinauswollt?“

„Genau dies“, rief Tajima-no-kami, „das ist's, was ich meine. Es freut mich, daß mein Urteil mich nicht betrog. Denn das letzte Geheimnis der Schwertkunst liegt auch darin, vom Gedanken an den Tod erlöst zu sein. Ich habe viele Hunderte meiner Schüler im Hinblick auf dieses Ziel unterwiesen, aber bis jetzt hat keiner von ihnen den höchsten Grad der Schwertkunst erreicht. Ihr selber bedürft keiner technischen Übung mehr, Ihr seid bereits Meister (Herrigel, 1962, S. 92 - 93).“

Dass diese Anekdote universelles Denken widerspiegelt, zeigt die Antwort eines englischen Soldaten auf die Frage: „Wie bist du bei den Einsätzen in Nordirland mit der ständigen Erwartung eines Konflikts fertig geworden?“ Er antwortete: „Während einer so langen Zeitspanne arbeitest du innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens und musst den schlimmstmöglichen Fall akzeptieren. Ich glaube, akzeptieren ist das Wichtigste: „OK, ich könnte draufgehen.“ Wenn du das akzeptierst hast, kannst du damit fertig werden. Das heißt nicht, dass du keine Angst hast, aber es nimmt das Schlimmste weg und du kannst 100% deiner Kapazität geben, weil du bereits den schlimmsten Fall akzeptiert hast.“ (Thompson, 2001, S. 157)

Die folgende Schilderung eines deutschen Polizeibeamten zeigt, dass auch er in ähnlicher Weise in einer gefährlichen Situation seine Gedanken in Richtung ICH – Freiheit lenkt: „Man darf sich selbst nicht (zu) wichtig nehmen. Man muss seine Pflicht tun. In Situationen, wo es eng wird, schließe ich bewusst mit dem Leben ab und mache, was getan werden muss. Mein Gegenüber merkt das. Er merkt: Das Spiel hört mit einem mal auf, obwohl er bessere Karten in seiner Hand hat. Er merkt, er hat sich getäuscht.“

## 6. Die drei Zeitskalen

Es ist also wichtig, eine „existenzielle Nachdenklichkeit“ zu entwickeln. Wie kann man dies fördern?

Eine Frau, die von ihrem Mann geschlagen wurde, kam zu der Überzeugung, dass das Erlebnis, körperlich, sexuell und psychologisch durch einen intimen Partner zum Opfer geworden zu sein, sie zu einem Bewusstsein führte, das sie als die „Kenntnis der Realitäten“ der Welt bezeichnete, deren sie vorher nicht bewusst war (Meichenbaum, 1994). Daraus ergibt sich die Frage: Ist es nicht sinnvoller, die *Realitäten des Lebens* kennen zu lernen, bevor ein traumatisches Ereignis eintritt? Gerade Personen mit posttraumatischen Symptomen benutzen Metapher, um sich und ihr Leben zu beschreiben, andererseits werden aber auch positive Metaphern zu ihrer Therapie benutzt. Deshalb könnte auch Waddingtons epigenetische Landschaft eine gute Metapher dafür sein, die ICH – Bezogenheit zu vermindern, die eigene Perspektive vom Leben zu weiten und spezifisch den *Zeitpfeil*, die zeitliche Entwicklung, in das Denken einzubauen.

Waddington (1957) sieht nämlich jedes Lebewesen in einer sehr großen zeitlichen Perspektive. Er meint: Ein angemessenes biologisches Bild von jedem Lebewesen kann nur dadurch entwickelt werden, dass man die Auswirkungen von drei verschiedenen Arten zeitlicher Veränderungen betrachtet, von denen jede gleichzeitig und beständig wirkt.

„Die drei Zeitelemente in dem biologischen Bild unterscheiden sich in ihrer Skala. Die größte Skala stellt die Evolution dar; man muss sich jedes Lebewesen als Produkt einer langen Ahnenreihe vorstellen und es selbst als potenzieller Ahnherr einer Linie von Abkömmlingen. Auf der mittleren Skala muss man sich ein Tier oder eine Pflanze als etwas vorstellen, was eine Lebensgeschichte hat. Es ist nicht ausreichend, das Pferd, das einen Wagen zieht und vor dem Fenster vorbeizieht, als das gute Arbeitspferd zu betrachten, das es heute ist; das Bild muss auch beinhalten: das winzige befruchtete Ei, den Embryo in dem Leib seiner Mutter und die zusammengebrochene alte Mähre, die es einmal sein wird. Schließlich, auf der kürzesten Zeitskala, hält sich ein lebendiger Organismus durch eine rasche Umwandlung von Energie oder chemischen Änderungen am Leben; er nimmt Nahrung auf und verdaut sie, er atmet, usw.

Im biologischen Bild, zu dem wir uns hin bewegen, müssen die drei Zeitsysteme gemeinsam im Blick behalten werden. Das ist das Kunststück, das für den „gesunden Menschenverstand“ immer noch schwierig ist. Selbst in der gegenwärtigen Biologie werden die meisten unserer Theorien nur in Teilen gebildet, weil sie die eine oder andere der Zeitskalen außerhalb der Betrachtung lassen.“ (Waddington 1957, S. 6).

Die Langzeitskala beinhaltet das, womit sich die Genetik beschäftigt, die mittlere Skala betrifft die Embryologie und die Kurzzeitskala die Physiologie.

„Darin liegt eine der Herausforderungen an die Wissenschaftler, die weitgehend innerhalb der mittleren Zeitskala gearbeitet haben: sich der Langzeitskala bewusst werden (was etwa mit Evolution und Populationsgenetik gleichgesetzt werden kann), sich an die Bedeutung der Embryologie und Gerontologie erinnern; und den Blick hinsichtlich der möglichen Bedeutung von Physiologie und Entwicklungsgenetik schärfen.“

„So sind alle drei Zeitskalen wichtig für das Verständnis eines Lebewesens. Man könnte ein Tier mit einem Musikstück vergleichen. Seine Kurzzeit-Skala der Physiologie ist wie die Vibrationen der einzelnen Noten; seine mittlere Skala *Lebensgeschichte* ist wie die melodischen Phrasen, die sich die Noten selbst

aufbauen; und seine Langzeitskala, die Evolution, ist wie die Struktur der gesamten musikalischen Komposition, in der die Melodien wiederholt und variiert werden.“  
(Waddington 1957, S. 7)

## Literatur

- Baker, B. (2002). Losing fear. *Washington Post*. January 15, 2002, Page HEO1.
- Dobzhansky T. (1973). *Intelligenz, Vererbung und Umwelt*. München: verlag moderne industrie.
- Dörner, D. (1989) *Die Logik des Misslingens*. Reinbek: Rowohlt.
- Dudycha, G.J. (1936). An objective study of punctuality in relation to personality and achievement. *Archives of psychology*, Nr. 204.
- Farrelly, F. & Brandsma, J. M.(1986). *Provokative Therapie*. Berlin: Springer Verlag.
- Füllgrabe, U. (1997). *Kriminalpsychologie: Täter und Opfer im Spiel des Lebens*. Frankfurt: Edition Wötzel.
- Füllgrabe, U. (2002). *Psychologie der Eigensicherung. Überleben ist kein Zufall*. Stuttgart: R. Boorberg Verlag.
- Hartshorne, H. & May, M.A. (1930). *Studies in deceit*. New York: The MacMillan Company.
- Herrigel, E. ( 1962). *Zen in der Kunst des Bogenschiessens*. Weilheim: Otto Wilhelm Barth- Verlag.
- Hillix, W. A., Hershmann, R. L. & Wicker F.D. (1979). *Catastrophe theory of the behavioral sciences*. NPRDCTR 79 – 80, February 1979. Navy Personnel Research and Development Center San Diego.
- Höfner, E. & Schachtner, U. (1995). *Das wäre doch gelacht*. Reinbek: Rowohlt.
- Janis, I. L. (1971). *Stress and frustration*. New York: Harcourt, Brace & Jovanovich.
- Kobasa, S. C. (1979). Stressful life events, personality and health: An inquiry into hardiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 37, pp. 1 - 11
- Lewin, K. (1971). *Der Übergang von der aristotelischen zur galileischen Denkweise in Biologie und Psychologie*. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Lukas, E.(1994). *Auch dein Leiden hat Sinn*. Freiburg: Herder.
- Meichenbaum, D. W.(1994). *A clinical handbook/Practical therapist manual*. Waterloo: Institute Press (Psychological Department).
- Pinizzotto, A. J. Davis, E.F. & Miller III, C.E. (1997). *In the line of fire: Violence against law enforcement*. A study of selected felonious assaults on law enforcement officers. Washington: United States Department of Justice. Federal Bureau of Investigation. National Institute of Justice.
- Slaby, A.E.F. (1989). *Aftershock*. New York: Villard Books.
- Thompson, G. (2001). *Die Angst. Techniken zur Angstkontrolle*. Burg Fehmarn: Wu Shu – Verlag Kernspecht.
- Waddington, C. H. (1957). *The strategy of the genes. A discussion of some aspects of theoretical biology*. London: George Allen & Unwin Ltd.
- Zimbardo, P. ( 1983). *Psychologie*. Berlin: Springer – Verlag. (4. Auflage).