

# 4

## Entstehung des Selbstbildes

In diesem Kapitel beschreiben wir, wie ein Schimpanse sich im Spiegel selbst erkennt, und vergleichen diesen Prozess mit der »Selbsterkenntnis« einer Fernsehkamera, die an einen Computer angeschlossen ist und auf einen Spiegel gerichtet wird. Danach zeigen wir, dass sich unser Selbstbild im Gehirn als erlernbare und daher veränderliche Körperkarte manifestiert. Schließlich beschreiben wir ein Computerspiel, in dem »Computerwölfe« ihre Stellung innerhalb der Hierarchie des Wolfsrudels erlernen.

### 4.1 Selbsterkenntnis im Spiegel

Das Experiment besteht darin, dass einem Schimpansen im Schlaf, so dass er es nicht merkt, ein Fleck auf die Stirn gepinselt wird. Danach bekommt er die Möglichkeit, sich im Spiegel zu beobachten (Abb. 4.1a). Er versucht dann meist nach kurzer Beobachtungszeit, sich den Fleck von der eigenen Stirn zu wischen (wischt aber nicht etwa auf dem Spiegel). Dies wird oft als Beweis dafür genommen, dass er fähig ist, sich selbst zu erkennen, und daher auch seiner selbst bewusst ist. Eine ähnliche Reaktion zeigen Kinder ab einem Alter von etwa zwei Jahren.

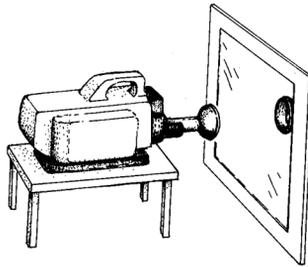
Wir können aber auch eine Fernsehkamera nehmen und sie auf einen Spiegel richten (Abb. 4.1b). Dann wird auf dem angeschlossenen Bildschirm ein Bild der Kamera selbst erscheinen. Wenn wir nun die Kamera mit einem Computer verbinden, in dem ein Mustererkennungssystem eingebaut ist, das nur dann mit einem Tonsignal reagiert, sobald das Bild der Kamera auftaucht, so haben wir damit ein System konstruiert, das sich selbst im Spiegel erkennt.

Ist dieses System »Fernsehkamera plus Mustererkennungseinheit« sich seiner selbst bewusst?

(a)



(b)



**Abb. 4.1** Spiegelexperiment: (a) Ein Schimpanse erkennt sich im Wasserpiegel (Foto: Frans de Waal). (b) Eine Fernsehkamera »erkennt sich« im Spiegel.

Nein, denn es bestehen zwischen den beiden Systemen folgende Unterschiede: Erstens haben wir der Kamera ein Bild von sich selbst *gegeben*, während das Lebewesen bereits ein Bild von sich selbst in sich trägt. Die Frage ist also: Wie konstruiert ein Lebewesen ein Bild von sich selbst? Zweitens gehört zum Bewusstsein auch die Erkenntnis der Bedeutung dessen, was man sieht.

Hier ist dieser Mustererkennungsprozess völlig ohne Bedeutung für die Kamera, was sich darin zeigt, dass das kombinierte System außer »Pieps« nichts weiter macht.

Ist der Mustererkennungsprozess bedeutend für den Schimpanse? Ja, denn er untersucht sich vor dem Spiegel und versucht, den Fleck auf seiner Stirn zu entfernen, oder er beobachtet Körperteile, die ihm selbst ohne Spiegel nicht sichtbar sind. Kurz gesagt: Er nutzt den Spiegel, um mehr über sich zu erfahren. Der Spiegel dient als Erweiterung des Kontrollsystems für den eigenen Körper.

*Selbsterkenntnis und eine aktive Reaktion, die anzeigt, dass die Bedeutung der Beobachtung für das eigene System erkannt wurde, sind neue Elemente in dem in Abb. 2.1 dargestellten Kontrollprozess.*

Wir werden uns also mit zwei wesentlichen Fragen beschäftigen müssen:

Erstens, wie entsteht in Lebewesen das Selbstbild; und zweitens, wie erkennt ein Lebewesen die Bedeutung dessen, was es beobachtet, erfährt oder tut?

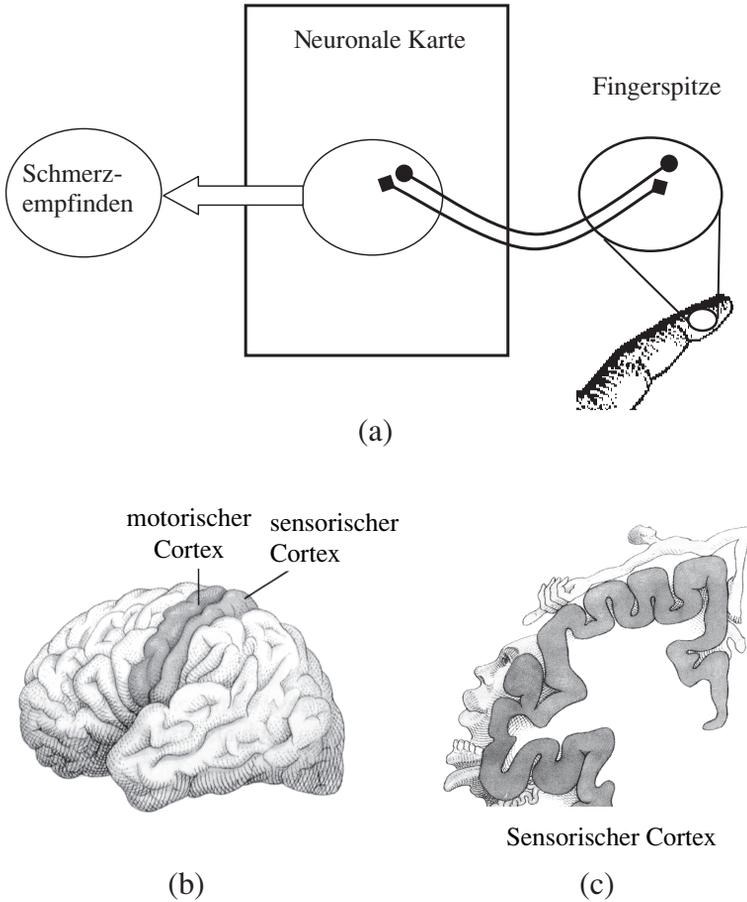
#### **4.2 Das Selbstbild als gelernte dynamische Körperkarte**

Da sich zwar Schimpansen und Menschen, nicht aber Makaken im Spiegel erkennen, sieht es zunächst so aus, als ob ein Selbstbild erst recht spät im Verlauf der gesamten Evolution auftritt. Wenn wir aber nur die Frage betrachten, wie und ab wann ein natürliches System Selbst und Nicht-Selbst unterscheiden kann, werden wir schon beim Immunsystem fündig. Bildlich gesprochen können die im Immunsystem vorhandenen Abwehrmoleküle an der räumlichen und chemischen Oberflächenstruktur körpereigene von körperfremden Molekülen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip unterscheiden. Ein anderes Beispiel: In jedem Bienenstock können die Bienen am Geruch zwischen stockzugehörigen und fremden Bienen unterscheiden. Die Unterscheidung zwischen Selbst und Nicht-Selbst erfolgt also anhand von geometrischen, chemischen oder elektrischen Signalen. Wir könnten ja auch einem Computer einen Code, ein Erkennungssignal oder eine »Erkennungsmelodie« geben, mit deren Hilfe er entscheiden kann, ob Signale, die von außen ankommen, für ihn oder einen anderen Computer bestimmt sind.

Wir können aber selbst lernen zu unterscheiden, ob etwas zu uns gehört oder nicht. Dabei gibt es zumindest zwei grundlegende Erfahrungen, mit denen wir etwas als zu uns gehörig, d. h. zu unserem Selbstbild gehörig, erfahren und fixieren können: erstens über das Schmerzempfinden und zweitens über die Erfahrung der Beeinflussbarkeit.

Beginnen wir mit dem Schmerz. Die Sinneszellen (Tastzellen) auf unserer Hautoberfläche sind mit Neuronen im Gehirn verbunden, die eine sogenannte Karte bilden. Das heißt, wenn wir eine bestimm-

te Stelle an unserem Körper berühren, feuert eine bestimmte Gruppe von Neuronen in unserem Gehirn. Diese Zuordnung ist nachbarschaftserhaltend: Bei räumlich benachbarten Reizen auf der Haut feuern benachbarte Neuronen im Gehirn (Abb. 4.2).



**Abb. 4.2** Neuronale Karten: (a) Schema: Die für Tastreiz empfindlichen Zellen in der Fingerspitze sind mit Neuronen im Gehirn verbunden. Benachbarten Tastzellen sind dabei benachbarte Hirnzellen zugeordnet. Die Hirnzellen wiederum sind

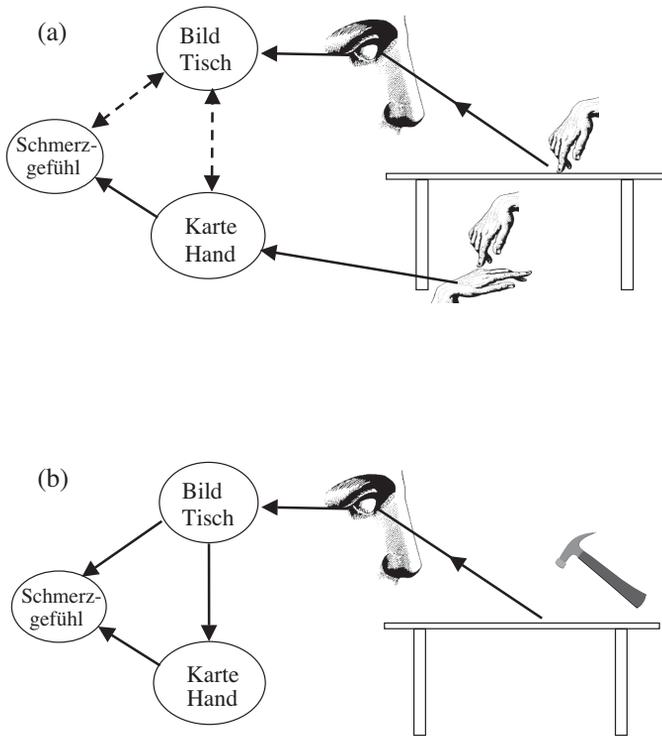
mit dem Schmerzzentrum verbunden. (b) Im sensorischen Teil des Gehirns befinden sich neuronale Karten, deren Lokalitäten samt zugehörigen Körperteilen in (c) schematisch dargestellt sind.

Die Neuronen in der Karte sind wiederum mit dem Gefühlszentrum verbunden. Je nach Stärke des Reizes empfinden wir ihn als angenehm oder als Schmerz. Das System bestehend aus Tastsinneszellen, der Neuronalen Karte und dem Gefühlszentrum signalisiert nur, dass wir an der Haut berührt werden – aber nicht wo. Um den Ort des Reizes zu erfahren, müssen wir z. B. sehen, wie eine Nadel auf einen Finger zukommt und ihn dann an einer Stelle berührt. Dann werden simultan die Neuronen aktiv, die zu der Fingerspitzen-Karte im Gehirn gehören, und die Neuronen, die im Sehsystem des Gehirns (Abb. 4.2a) das Bild von Finger und Nadel beschreiben. Diese simultane Aktivität führt zu einer Assoziation: Nadel – Fingerspitze – Gefühl, die unser Körperbild (hier nur von der Fingerspitze) festlegt. Dieses »Selbstbild« ist aber nicht für alle Zeiten fixiert, sondern durch Erfahrung veränderbar.

Ramachandran gibt dafür folgendes Beispiel (Abb. 4.3). Wir halten unsere rechte Hand unter einen Tisch, so dass wir sie nicht sehen können. Eine Person streicht mit einer ihrer Hände über den Rücken unserer rechten Hand und gleichzeitig mit ihrer anderen Hand über die Tischplatte. Wir spüren also den taktilen Reiz auf dem Handrücken und sehen gleichzeitig, dass die Tischplatte gestreichelt wird. Visuelle Empfindung und taktiler Reiz werden im Gehirn gekoppelt. Nach einiger Zeit haben wir dann die verblüffende Empfindung, dass die Tischplatte zu einem Teil unseres Körpers wird. In der Tat, schlägt man nun fest mit einem Hammer auf die Tischplatte, dann reagieren wir so, als ob man uns auf die Hand geschlagen hätte. Dies lässt sich durch Messung der Veränderung unseres elektrischen Hautwiderstandes objektiv messen. Er wird kleiner, wenn wir Schmerz empfinden, denn unsere Haut wird dann feucht.

Wir können aber auch etwas als zu uns selbst gehörig erfahren und erlernen, wenn wir es beeinflussen können.

Betrachten wir dazu folgendes Beispiel. Unsere rechte Hand steckt in einem Handschuh. Gleichzeitig trägt ein Experimentator einen gleichartig aussehenden Handschuh über der rechten Hand. Wir legen nun beide unsere rechte Hand hinter einen Vorhang. Dort wird eine Fernsehkamera auf unsere Hände gerichtet. Wir sehen dann auf einem mit der Kamera verbundenen Bildschirm nur die beiden Hände und wissen zunächst nicht, welche davon unsere ist. Wenn wir aber uns selbst den Befehl erteilen, den Finger zu krümmen, und beo-



**Abb. 4.3** Plastizität der Körperkarte: (a) Werden die unbeobachtbare Hand und die beobachtbare Tischplatte gleichzeitig gestreichelt, erlernt das Gehirn eine Verbindung des Tischbildes mit der Karte

der Hand. (b) Diese erlernte Verbindung wirkt sich so aus, dass die Tischplatte als Teil des Körpers empfunden wird und ein beobachteter Hammerschlag auf die Platte zu einer Schmerzempfindung führt.

bachten, welches Fingerbild sich bewegt, dann erkennen wir das Bild unseres Fingers.

Auch diese Art der Erkenntnis von Zugehörigkeit zum Selbst durch das Kriterium der Beeinflussbarkeit ist wiederum Täuschungen unterworfen. Der an der Universität von Lyon lehrende Neurobiologe Marc Jeannerod berichtet über ein Experiment, das zeigt, dass sich das erlernte Selbstbild von gesunden und kranken Menschen unterscheidet. Ein Patient bekommt dabei auf einem Bildschirm nacheinander das Bild seiner Hand oder der Hand eines Experimentators gezeigt. Beide Hände stecken wiederum in Handschuhen, so dass der Patient aus dem ruhenden Bild nicht erkennen kann, welche Hand

ihm gehört. Für den Fall, dass Patient und Experimentator nacheinander verschiedene Handbewegungen ausführen können, finden (gesunde und schizophrene) Patienten ihre Hand. Falls aber an Patient und Experimentator der Befehl erteilt wird, die Hände gleichzeitig zu bewegen, z. B. den Mittelfinger zu krümmen, wird die Aufgabe schwerer, da es darauf ankommt, subtile Unterschiede zwischen der eigenen Handbewegung und der folgenden Handbewegung des Experimentators zu erkennen.

Gesunde Patienten behaupten in etwa einem Drittel der Fälle, dass die Hand des Experimentators ihre eigene sei. Schizophrene Patienten behaupten das mehr als zweimal häufiger. Sie können daher zwischen Selbst und Nicht-Selbst schlechter unterscheiden als normale Patienten.

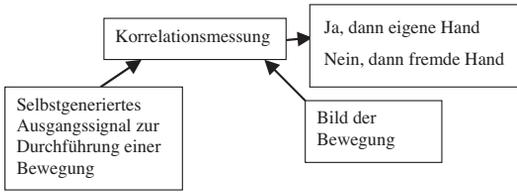
Unser Selbstbild ist also materiell in Form von speziellen Verbindungen zwischen Neuronen im Gehirn verankert, es unterliegt aber Veränderungen durch Lernen. Wir haben den Aufbau des Körperbildes hier nur sehr schematisch beschrieben. Es fehlen alle neurologischen Details. In Wirklichkeit werden auch alle möglichen Erfahrungen – die beispielsweise aus unserem Bewegungssystem kommen, wenn wir etwa die Fingerspitze krümmen – mit in das dynamische Körperbild eingebaut.

*Die Quintessenz ist, dass wir uns im Gehirn ein Selbstbild aus den verschiedensten Informationen konstruieren. Dieses Selbstbild dient als »Arbeitshypothese«, die Täuschungen unterliegen kann und je nach Erfolg durch Evolution selektiert wird. Die Bedeutung eines Sachverhaltes – wie etwa, wenn sich unserem Finger eine Nadel nähert – wird erst durch die Verknüpfung mit dem Schmerzsystem deutlich. Das Gefühlssystem liefert daher die Basis für die Erkenntnis von Bedeutung.*

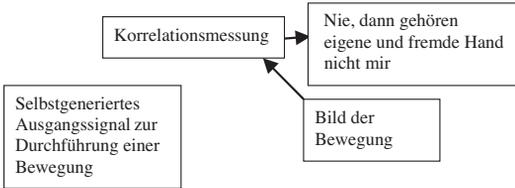
In Abb. 4.4 ist dargestellt, in welchem Maße die Messung der Korrelation, d. h. der Verbindung zwischen erwarteter (da selbst erzeugter) Handbewegung und der tatsächlich beobachteten Handbewegung, zwischen Selbst und Nicht-Selbst unterscheiden kann.

Wir untersuchen als Nächstes die Konstruktion eines Selbstbildes in einem sehr einfachen Spiel. Es wird sich dabei zeigen, dass zum Bewusstsein mehr gehört als eine Körperkarte.

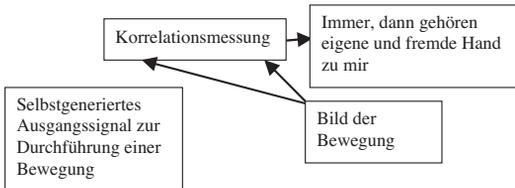
Normal: „Habe alles unter Kontrolle“



Schizophrenen: „Alles kommt von außen“



Mystiker: „Bin eins mit der Welt“



**Abb. 4.4** Unterscheidung Selbst – Fremd: Die Messung der Korrelation zwischen erwarteter, selbst erzeugter Handbewegung und tatsächlich beobachteter Handbewegung entscheidet zwischen Selbst und Nicht-Selbst. Falls die Korrelationsmessung funktioniert, resultiert das

Gefühl, alles unter Kontrolle zu haben, da die Erwartung mit der Beobachtung übereinstimmt. Falls die Korrelationsmessung defekt ist, d. h. im Extremfall »Nie« oder »Immer« anspricht, resultieren daraus die Gefühle »fremdbestimmt« oder »eins mit der Welt« zu sein.

### 4.3 Das Hierarchiespiel führt zum Selbstbild

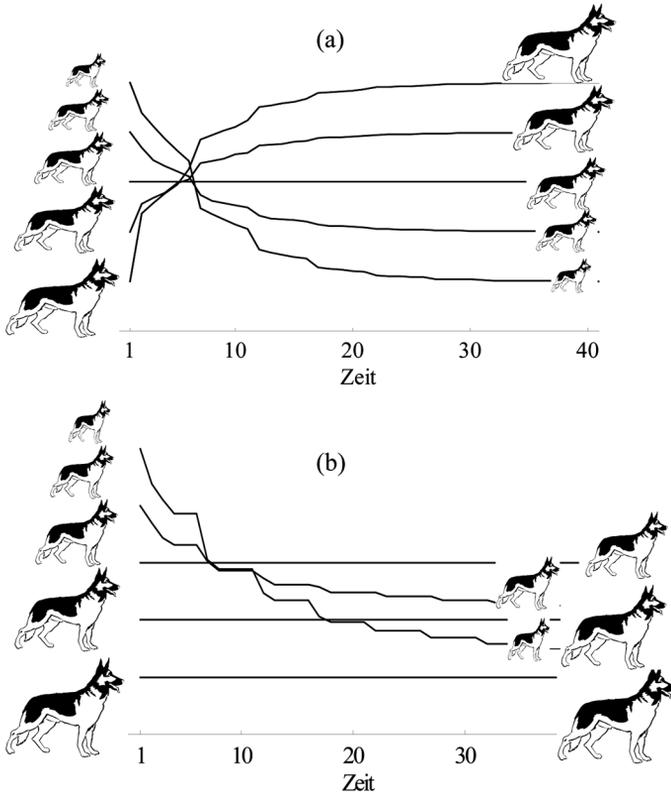
Ein einfaches Modell für das Erlernen des Selbstbildes bietet folgendes Computerspiel. Wir betrachten eine Gruppe von Lebewesen, hier kurz Wölfe genannt. Sie haben unterschiedliche Größen, wissen aber selbst nicht, wie groß sie sind. Sie sind sich also jeweils ihrer wahren, nach außen sichtbaren Größe nicht bewusst. Ihre Größe soll aber nun ihre Stellung in der Gruppenshierarchie bestimmen. Jeder Wolf wird durch zwei Zahlen beschrieben. Eine beziffert seine wahre Größe, die den anderen Wölfen sichtbar ist, und die andere sein

Selbstbild, d. h. seine »selbst vermutete« Größe, die aber durch Wechselwirkungen mit den anderen Wölfen ständig korrigiert wird. Wir nehmen dazu an, dass beispielsweise ein großer Wolf mit einem »Minderwertigkeitskomplex« – d. h. mit einem kleinen Selbstbild, das nicht seiner wahren Größe entspricht – belohnt wird, wenn er auf einen wirklich kleineren Wolf trifft, da der kleinere Wolf die wahre Größe des Gegners sieht, sich unterwürfig zeigt und ihm Futter abgibt. Dadurch steigt das Selbstbewusstsein des großen Wolfes und sein Selbstbild wird in die richtige Richtung nach oben korrigiert. Umgekehrt wird ein kleiner Wolf mit »Größenwahn« diesen abbauen, wenn er auf einen wirklich großen Wolf trifft und von ihm für mangelnden Respekt bestraft wird. Belohnung und Bestrafung durch andere Wölfe wirken wie ein Spiegel, in dem ein Wolf seine wahre Größe erkennen kann und der es ihm ermöglicht, sein Selbstbild auf einen Wert zu korrigieren, der seiner wahren Größe entspricht. Abbildung 4.5 zeigt eine Computersimulation, in der Wölfe mit unterschiedlichen Selbstbildern ihre wahre Stellung in ihrer Hierarchie durch Wechselwirkung finden.

Wir starten mit der Anfangsbedingung, dass jeder Wolf ein falsches Anfangsbild von sich hat: Der in Wirklichkeit kleinste Wolf hält sich für den größten, steht also in Abb. 4.5a ganz oben, und der größte Wolf glaubt, er sei der kleinste. Diese Selbstbilder werden dann durch Belohnung und Bestrafung entsprechend korrigiert. Dabei nehmen wir an, dass sich jeweils zwei zufällig herausgegriffene Wölfe treffen und dabei immer der jeweils größere gewinnt.

Es ist aber auch interessant zu beobachten, was geschieht, wenn wir annehmen, dass zwei Wölfe nur dann miteinander in Kontakt treten, wenn beide jeweils glauben, dass der andere kleiner ist als sie selbst. Dann wird auch ein sehr großer Wolf mit einem Minderwertigkeitskomplex niemals einen kleinen Wolf angreifen. Das Resultat ist, dass die Wölfe einander oft nicht angreifen werden, da jeder vom anderen glaubt, dass er größer ist als er selbst (Abb. 4.5b), und es erfolgt keine Herausbildung einer Hierarchie. Salopp gesagt: Es rentiert sich, ein gesundes Selbstbewusstsein, d. h. ein positives Bild von der eigenen Größe zu haben, sonst bleibt man in einer Hierarchie immer auf der untersten Stufe, obwohl man in Wirklichkeit groß ist.

Die Simulation zeigt, wie ein »Computerwolf« durch Versuch und Belohnung sein wahres Selbstbild und damit seine Stellung in einer Hierarchie finden kann. Aber handelt er dabei bewusst oder handelt



**Abb. 4.5** Hierarchiespiel: (a) Zeitentwicklung der Selbstbilder (selbst eingeschätzte Größen) von angriffslustigen Wölfen hin zur geordneten Hierarchie der richtigen Größen. (b) Falls alle Wölfe sich anfangs für zu klein halten und nur vermeintlich kleinere Gegner angreifen, ent-

wickelt sich keine geordnete Hierarchie der richtigen Größen. Jeder Zeitschritt entspricht einer Spielrunde, in der sich alle Wölfe paarweise treffen. Das Selbstbild ändert sich in der Simulation proportional zur Differenz zwischen geschätzter und erhaltener Belohnung.

es sich hier nur um eine Art Automatismus, der beispielsweise in einem Wolfsrudel die Hierarchie festlegt, ohne dass hierzu ein Wolf selbstbewusst zu sein braucht? Wir sind hier an einem sehr spannenden Punkt. Jeder Wolf lernt seine Stellung in der Hierarchie, d. h. »sein Selbstbild«, und handelt auch danach (d. h. er greift nur kleinere Wölfe an). Es sieht also so aus, als ob er weiß, was er tut, und er sich der Bedeutung seines Selbstbildes bewusst ist. Aber der Computer-

wolf handelt reflexartig, d. h. die Differenz zwischen der Größe des Selbstbildes und der beobachteten Größe des anderen bestimmt eindeutig, ob er angreift oder nicht. Er kann sich also nicht selbst bei seinen Handlungen beobachten, so wie wir uns in Gedanken aus der Vogelperspektive »sehen« können. Daher kann er auch nicht aus seinem reflexartigen Verhalten herausspringen, es sei denn durch einen Irrtum, aber nicht durch bewusste Entscheidung. Zum Selbstbewusstsein gehört aber, dass das System sein Verhalten reflektieren und dann, wenn Gründe dafür sprechen oder »einfach so mal«, bewusst entgegen dem Reflex reagieren und starre Regeln brechen kann.

Bei echten Wölfen ist es durchaus von evolutionärem Vorteil, wenn – auch nachdem die Hierarchie etabliert ist – immer wieder Mitglieder des Rudels, die auf niedrigeren Stufen stehen, den Leitwolf attackieren. So testen sie seine tatsächliche Stärke. Es könnte ja sein, dass er im Alter schwächer geworden ist, und dann wäre es besser, ihn durch einen tatsächlich Stärkeren zu ersetzen. Statistische Abweichungen vom Gelernten haben also einen evolutionären Vorteil.

*Trennung von Selbst und Nicht-Selbst und die materielle Existenz eines eigenen Selbstbildes (hier im Modell dargestellt durch eine Variable, die die vermutete eigene Größe misst) sind nicht genug, um Selbstbewusstsein zu haben. Was fehlt? Man braucht die Möglichkeit, das eigene Verhalten von höheren Ebenen aus zu reflektieren, sowie mehrere Möglichkeiten des Verhaltens und den Antrieb, »nur mal so« aus dem System zu springen.*

