

**Prof. Dr. Stephen Porges**

## **Polyvagal-Theorie: Die drei neuralen Kreisläufe als Regulatoren für unser reaktives Verhalten[nbsp]**

Das Autonome Nervensystem funktioniert ganz anders, als wir es bis heute in allen Anatomiebüchern lesen können. Das ist die bahnbrechende Erkenntnis, die der amerikanische Wissenschaftler Stephen Porges von der Universität Illinois in die Welt gesetzt hat. Auf Grund intensiver Studien der menschlichen Polygenese (Stammgeschichte) und der neuralen Abläufe ist Porges heute davon überzeugt, dass der Parasympathikus zweigeteilt ist in einen dorsalen und ventralen Vagus, die ganz unterschiedliche Funktionen erfüllen. Menschliches Kontaktverhalten kann mittels der These von Stephen Porges neu erklärt werden. Im Trauma-Heilungsmodell von Dr. Peter A. Levine spielt die polyvagale Theorie eine wichtige Rolle. Wir bedanken uns bei Prof. Dr. Stephen Porges für die Erlaubnis, einen Ende 2002 in der Fachzeitschrift „Scientific Agenda“ der Amerikanischen Psychologie-Vereinigung (APA) erschienen Text über seine Hypothese hier in deutscher Sprache abdrucken zu dürfen.

Als evolutionäre Kräfte das menschliche Nervensystem formten, wurden neue Strukturen hinzugefügt und ältere Strukturen verändert. Die Gehirne der frühen Wirbeltiere glichen weitgehend unserem Hirnstamm. Diese primitiven Hirne bestanden vornehmlich aus reflexiv gesteuerten Neuralkreisläufen, die versuchten, metabolische Quellen zu bewahren, während sie tapfer die Funktionen der Eingeweide schützten. Während des Evolutionsprozesses blieben die primitiven Hirnstrukturen mit ihren reflexiv verdrahteten neuralen Kreisläufen erhalten, wurden jedoch neural mit den neueren und grösseren Hirnstrukturen, welche Menschen und andere Säugetiere charakterisieren, verbunden. Anders als die primitiven Wirbeltierhirne waren die Säugetierhirne mit ihren neuen Strukturen sauerstoffhungrig und konnten leicht und irreparabel geschädigt werden, wenn die Sauerstoffsättigung im Blut absank. Mit ansteigender neuraler Komplexität konnten die Gehirne der Säugetiere als Antwort auf Herausforderungen aus der Umwelt komplexe Verhaltensweisen aufzeigen - ohne die grundlegende Erfordernis des Körpers, die Erhaltung der Homöostase in den Eingeweiden, zu gefährden. Das Ergebnis ist ein grosses, komplexes neurales System, das lernfähig ist, Probleme lösen, eine Reihe von Affekten ausdrücken und soziale Bindungen aufbauen kann.

## **Feedbackschleife zwischen Eingeweiden und höheren Hirnstrukturen**

Um zu überleben, müssen Säugetiere den Freund vom Feind unterscheiden können. Sie müssen überprüfen, ob die Umgebung sicher ist. Und sie kommunizieren innerhalb ihrer sozialen Gruppe. Diese überlebensbezogenen Verhaltensweisen haben unterschiedliche metabolische Erfordernisse und sind mit spezifischen physiologischen, durch das autonome Nervensystem regulierten Zuständen assoziiert. Das autonome Nervensystem ist nicht nur ein peripheres neurales System, es beinhaltet auch Hirnstammstrukturen, die den Zustand der Eingeweide überwachen und die Leistung der mit den Eingeweideorganen (zum Beispiel Herz, Lunge, Darm etc.) kommunizierenden autonomen Nerven kontrollieren. Durch neurale Leitungen beeinflussen affärente (hinbringende) Informationen von den Eingeweiden die höheren Hirnstrukturen. Der Zustand der höheren Hirnstrukturen beeinflusst seinerseits die neurale Einspeisung an die Eingeweide. Diese vereinfachte Beschreibung einer Feedbackschleife (Feedback verstanden als Rückkopplung, Rückwirkung; Anmerkung des Übersetzers) ergibt ein Schema, wie das Umfeld und die subjektive Erfahrung physiologische Zustände beeinflussen können - und wie physiologische Zustände die Fähigkeit eines Säugetieres, mit Herausforderungen der Umwelt umzugehen, einzuschränken vermögen.

## **Phylogenetische Verlagerungen im Vagus**

Während den vergangenen zehn Jahren haben wir eine Theorie aufgestellt und getestet. Sie erklärt, wie sich das primitive autonome Nervensystem der Wirbeltiere über den Prozess der Evolution in das autonome Nervensystem der Säugetiere weiterentwickelte. Dieses hat einzigartige funktionelle Eigenschaften: Es reguliert den Zustand der Eingeweide, um soziales Verhalten zu unterstützen. Wir haben sie die polyvagale Theorie genannt (Porges, 1995, 1997, 1998, 2001), um die phylogenetischen Verlagerungen im Vagus zu unterstreichen - einem Hirnnerv, der dem autonomen Nervensystem die ursprüngliche parasympathische Einspeisung vermittelt. Der Vagus primitiver Wirbeltiere ist nicht von einem Myelinmantel umgeben, nur Säugetiere haben sowohl durch Myelin geschützte als auch ungeschützte vagale efferente (absteigende) Leitungen. Die mit Myelin ummantelten (also die myelinisierten) und die ungeschützten vagalen (die nicht myelinisierten) Leitungen haben unterschiedliche Funktionen. Sie entspringen unterschiedlichen Bereichen des Hirnstammes und unterstützen unterschiedliche adaptive Verhaltensstrategien.

# Die drei Verhaltensstrategien

Nach der Theorie gehören zu den drei Verhaltensstrategien der soziale Kontakt (zum Beispiel Gesichtsausdrücke, Zuhören oder Vokalisierung, also Stimmgabe), die Mobilisierung (zum Beispiel Kampf/Flucht-Verhalten) und die Immobilisation (zum Beispiel Sich-Totstellen, In-Ohnmacht-Fallen und Abschalten allen Verhaltens). Das soziale Kontakt-System, verstanden als ein System von sozialer Teilnahme und Kommunikation, ist ausschliesslich Säugetieren vorbehalten und hängt von den nur in ihnen vorhandenen, von einem Myelinmantel umgebenen vagalen motorischen Fasern ab. Dieser Säugetier-Vagus kann ruhige Verhaltensweisen fördern, kann aktiv den Einfluss des Sympathikus zum Herzen unterbinden und die HPA-Achse dämpfen. Im Gegensatz dazu hängt das Mobilisierungs-System, welches das Kampf/Flucht-Verhalten unterstützt, vom sympathischen Nervensystem ab. Der phylogenetisch primitivste neurale Kreislauf, das Immobilisierungs-System, hängt vom "vegetativen" Vagus ohne Myelinmantel ab, den wir mit fast allen Wirbeltieren gemein haben. Zusätzlich zum Säugetierkreislauf, der den sozialen Dialog unterstützt, schlägt die Theorie auch vor, dass die Säugetiere neurale Kreisläufe behalten, die zu phylogenetisch älteren Wirbeltieren gehören und dass die Zuschaltung dieser alten Kreisläufe zur Regulierung autonomer Zustände einer Hierarchie folgt, in welcher die neuesten Kreisläufe zuerst eingesetzt werden.

## Das auf sozialen Kontakt ausgerichtete System

Säugetiere besitzen also ein inneres System, das auf Kontakt und Kommunikation ausgerichtet ist (social engagement system). Es stellt die neuronalen Strukturen bereit, die mit sozialen und emotionalen Verhaltensweisen zu tun haben und besteht aus zwei Komponenten: einem autonomen und einem somatomotorischen Teil. Der autonome Teil wird vom myelinisierten Vagus vermittelt, der - wie oben beschrieben - ruhige Verhaltensweisen begünstigt. Die somatomotorische Komponente wird von verschiedenen Hirnnerven vermittelt, die zusammen "spezielle efferente viszerale (zu den Eingeweiden führende) Leitungen" genannt werden. Das soziale Kontakt-System hat eine Kontrollkomponente im Kortex (die oberen motorischen Neuronen), welche die Hirnstamm-Nuklei (die unteren motorischen Neuronen) reguliert. Dadurch werden die Gesichtsmuskeln (zum Beispiel emotionaler Ausdruck), die Mittelohrmuskeln (zum Beispiel menschliche Stimmen von den Hintergrundgeräuschen lösen), die Kaumuskeln (zum Beispiel Verdauung), die Muskeln von Kehlkopf und Rachen (zum Beispiel Vokalisierung [Stimmgebung] und Sprache), die Kopfdrehmuskeln (zum Beispiel soziale Gesten und Orientierung) und das Öffnen der Augenlider (zum Beispiel Sehen) kontrolliert.[nbsp]

Kollektiv funktionieren diese Muskeln einerseits als Filter, welche die sozialen Stimuli einschränken (zum Beispiel Gesichtszüge beobachten und der menschlichen Stimme zuhören) und andererseits als aktive Merkmale der Beschäftigung mit der sozialen Umgebung. Die neurale Kontrolle dieser Muskeln bestimmt die sozialen Erfahrungen. Zusätzlich kommunizieren die ursprünglichen Nuklei (das heisst die unteren motorischen Neuronen) der im Hirnstamm liegenden Nerven direkt mit der autonomen Komponente (das heisst dem von einem Myelinmantel umgebenen Vagus), der den Herzschlag verlangsamt, den Blutdruck senkt und aktiv die Erregung unterdrückt, um ruhige Zustände hervorzubringen - die mit den metabolischen Anforderungen des Wachstums und der Wiederherstellung unseres neurophysiologischen Systems übereinstimmen.

## Die Evolution des menschlichen Mittelohrs

Klänge aus unserer Umwelt treffen auf das Trommelfell und versetzen es in Schwingung. Diese Vibrationen werden vom Trommelfell über die kleinen Gehörknöchelchen im Mittelohr zum inneren Ohr weitergeleitet. Der sich verändernde Tonus des Stapediusmuskels (Steigbügelspanner; nervlich von einem Ast der Gesichtsnerven versorgt) und des Tensor tympani (Trommelfellspanner; von einem Ast des Trigeminus versorgt) reguliert die Steife der Gehörknöchelchen-Kette. Wenn diese Kette steif ist, wird die Lautstärke von niederfrequenten Geräuschen zum Innenohr gedämpft. Die funktionelle Auswirkung dieser Muskeln auf die wahrgenommene akustische Umgebung besteht darin, die niederfrequenten Töne markant zu mindern, um so die Auskopplung der mit menschlichen Stimmen assoziierten höherfrequenten Töne zu erleichtern. Unsere akustische Umgebung wird oft von lauten niederfrequenten Geräuschen dominiert - mit der funktionellen Auswirkung, dass die sanften höherfrequenten Töne der menschlichen Stimme durch sie verdeckt werden. Beim Menschen wird die Gehörknöchelchenkette vor allem durch den Stapediusmuskel reguliert, und die Anspannung dieses Muskels verhindert diesen Maskierungseffekt (siehe Borg [ & ] Counter, 1989).

Als sich die Wirbeltiere von Reptilien zu Säugetieren entwickelten, lösten sich die Strukturen am Ende des Kieferknochens und wurden zu den Gehörknöchelchen im Mittelohr. Die Evolution des menschlichen Mittelohrs ermöglichte es, dass[nbsp] luftübertragene, relativ hochfrequente Töne niedriger Amplitude (zum Beispiel Töne in den Frequenzen der Vokalisierung) selbst dann gehört werden, wenn die akustische Umgebung von niederfrequenten Geräuschen dominiert wird. Diese phylogenetische Neuerung ermöglichte es den frühen Säugetieren, über ein Frequenzband zu kommunizieren, das von den Reptilien nicht entdeckt werden konnte.

Wegen ihrer Abhängigkeit von Knochenübertragung konnten Reptilien nur niedrigere Frequenzen hören. Diese Fähigkeit, luftübertragene hochfrequente Töne niedriger Amplitude in einer von niederfrequenten Geräuschen dominierten akustischen Umgebung zu hören, wurde jedoch nur möglich, wenn die Mittelohrmuskeln angespannt waren - um so die Gehörknöchelchenkette zu versteifen. Ohne diese Versteifung der Gehörknöchelchenkette würden die Säugetiere diesen Vorteil verlieren und die sanften luftübertragenen Töne der Vokalisierung könnten leicht in den lautereren, niederfrequenten Hintergrundgeräuschen verloren gehen.

## Klinische Anwendungen der Polyvagal-Theorie.

Die Beschreibung der phylogenetisch begründeten Hierarchie autonomer Zustände in Verbindung mit dem Wissen um die "Auslöseeffekte", welche eine Degradierung dieser Hierarchie hat, ermöglicht eine neue Art der Erforschung von atypischem sozialen Verhalten - das in der Regel mit verschiedenen psychischen Störungen assoziiert ist. Die Polyvagal-Theorie betont, dass das Nervensystem von Säugetieren nicht nur für die Anforderungen aus der Umwelt und wahrgenommenen Stress oder Bedrohung empfindlich ist. Es reorganisiert sich auch - in vorhersagbarer Reihenfolge - schnell in verschiedene neural vermittelte Zustände. Die Polyvagal-Theorie zwingt uns, gefährdetes soziales Verhalten aus einer anderen Perspektive zu betrachten. Die Theorie unterstreicht, dass der Spielraum für soziales Verhalten durch den physiologischen Zustand limitiert wird. Sie betont, dass Mobilisierungs- und Immobilisationsverhalten adaptive Strategien eines herausgeforderten (zum Beispiel verängstigten) Individuums sein können.[nbsp]

Wir haben uns dafür entschieden, diese Theorie zu testen: Ausgangspunkt war die Hypothese, dass durch eine neurale Regulierung von Hirnstamm-Strukturen (die zum System der sozialen Kontaktaufnahme in Zuständen von Ruhe und Entspannung gehören) das spontane soziale Verhalten verbessert wird.