

## Biofeedback – Kind der Kybernetik

Wer weiß schon auf Anhieb, was Biofeedback ist. Wörterbüchern kann man zumeist den Hinweis auf den griechischen Wortbestandteil "Bio" (Leben), den englischen Begriff "Feedback" (Rückmeldung, Rückkopplung) und den Querverweis auf das Wort "Kybernetik" entnehmen, das ebenfalls griechischen Ursprung hat.

Die Kybernetik ist eine vom amerikanischen Mathematiker Norbert *Wiener* (\* 26.11.1894, + 18.03.1964, Professor am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge / Massachusetts) begründete wissenschaftliche Forschungsrichtung und stellt vergleichende Betrachtungen über Steuerungs- und Regelungsvorgänge an. In mathematischer Exaktheit befasst sie sich mit Aufnahme, Übertragung und Verarbeitung von Informationen in unbelebten wie auch belebten dynamischen Systemen verschiedenster Art und der Fragestellung, wie Informationen prozessgesteuerte Systeme beeinflussen. Das Verständnis des Prinzips von Rückmeldung und Rückkopplung in einem Regelkreis ist von grundlegender Bedeutung für das Verständnis der Theorie des Feedbacks.

Um die Funktionsweise eines dynamischen Systems transparent zu machen, kann man sich eines technischen Vorgangs wie dem einer modernen vollautomatischen Heizungsanlage bedienen. Ebenso könnten Greif- oder Schreibbewegungen kybernetisch im Sinne des dynamischen Regelungsmechanismus analysiert werden. In den vielen Fällen der dynamischen Systeme steht am Anfang eines Prozesses so etwas wie der Gedanke, der Wille, ein Ordnungsprinzip.

Hier soll nun die Rolle des Feedbacks als Bindeglied zwischen Mensch und Technik in der Schifffahrt exemplarisch aufgezeigt werden. Vom griechischen "κ υβη ε ρν ετι κ ε " ("kybernetike") abgeleitet spricht man von der "Kunst des Steuermanns". Doch was wäre dieser ohne den Kapitän, ohne den Lotsen, ohne Maschine?

Dem Kapitän obliegt die Urentscheidung. Als Führungsperson soll er über die Fähigkeit verfügen, zwischen alternativen Möglichkeiten optimal entscheiden und aus ihnen auswählen zu können. Entsprechend seiner Kompetenzen setzt er Ziel und Fahrtrichtung fest. Er bestimmt das Soll, das von der gesamten Mannschaft mit dem Schiff angestrebt wird.

Auf dem Schiff arbeitet ein Lotse, dessen Aufgabe darin besteht, den jeweils aktuellen Ist-Zustand - Kurs, Wassertiefe, Schiffsverkehr - im Vergleich zur Zielvorgabe zu ermitteln und richtig weiterzuverarbeiten. Auf der Basis des Ist-Wertes verfolgt er ein Programm, um das angestrebte Ziel in optimaler Weise zu erreichen. Der Vergleich von Soll- und Ist-Werten offenbart eventuell noch vorhandene Abweichungen vom richtigen Kurs oder Gefahrenquellen und bestimmt seine Anweisungen.

Seine korrigierenden Einzelbefehle werden an den Steuermann weitergegeben. Dieser führt sie aus und ordnet den Vorgaben des Lotsen die Steuerstellung von Ruder und Maschine zu. Er setzt die Informationen des Lotsen durch Betätigung der entsprechenden Hebel und Schalter um und bringt das Schiff auf diese Weise immer exakter auf den richtigen Kurs und letztlich zum Ziel.

Die verbalen Kommandos werden über manuelle Schalter und die angeschlossenen elektrischen Schaltungen in die erforderliche physikalische Arbeit zielgerichtet und situationsangemessen umgesetzt. Hierfür bedarf es eines geeigneten technischen Systems, das auf die Regelimpulse entsprechend der Vorgaben reagiert. Das Ruder bestimmt die Richtung, Schiffsmotor und Schiffsschraube bugsieren schließlich einen etagenhohen schwimmenden Koloss metergenau an Ort und Stelle.

Nicht zuletzt unterliegt der gesamte menschliche Körper, der lebenslang in sich das Programm zur Erhaltung seines Lebens trägt, komplexen dynamischen Regelkreis-Systemen, wie z.B. Stoffwechsel, Temperatur, Blutdruck oder auch Pupillenweite etc. Der Kapitän, das immanente Ordnungsprinzip, hat das alleinige Ziel, die psycho-physische Harmonie umfassend zu bewahren und die Gesundheit des Körpers möglichst lange aufrecht zu erhalten bzw. wieder herzustellen.

Weicht der Körper vom Ziel des Ordnungsprinzips ab, so gerät das Gleichgewicht der Körperkräfte, die Homöostase, ins Ungleichgewicht, es wird der Weg frei für eine Erkrankung. Der Lotse, der aufgrund der Ordnungsvorgabe (Soll-Wert) und der Rückmeldung von Nachrichten (Ist-Wert) dafür verantwortlich ist, dass zur rechten Zeit in der erforderlichen Menge und Stärke die richtigen Impulse und Informationen (z.B. Hormone) aktiviert und ausgesendet werden, ist jetzt dabei, fehlerhaft zu arbeiten, u. U. sogar zu versagen.

Diese Art der Datenverarbeitung geschieht auch in komplexen Netzwerken von Nervenzellen, die durch Erregung oder Hemmung der Synapsen miteinander verbunden sind. Eine unvollständige oder fehlerhafte Weitergabe von Informationen bedeutet immer auch eine lückenhafte Weitergabe von Planungsdaten und Programmen. Der nachgeordnete Steuermann kann verständlicherweise selbst bei korrektem Arbeitswillen nur unvollkommene Nachrichten empfangen und handelnd umsetzen. Das Zuviel oder Zuwenig eines Botenstoffes (z. B. Adrenalin) bedeutet für den Körper, dass das gesunde Gleichgewicht (z. B. Blutdruck) in Extreme abgleiten kann. Der "Ruderer", die Maschine (z. B. Herz-Kreislauf-System), welcher die physikalische Arbeit leistet, legt sich in der falschen Weise zu sehr oder zu wenig ins Zeug (z. B. Hypertonie, Hypotonie).

Das gewählte Bild aus der Schifffahrt steht exemplarisch für das kybernetische Funktionieren eines Regelungsmechanismus durch Rückmeldung und Rückkopplung und stellvertretend für die ungezählten alltäglichen technischen, biologischen, psychologischen, pädagogischen, soziologischen oder medizinischen Vorgänge, die als dynamische Regelkreise wie selbstverständlich ablaufen.

Rückmeldung und Rückkopplung ist in verschiedenen Wissenschaftsbereichen Gegenstand der Forschung. Kybernetik verbindet interdisziplinär technische, biologische, medizinische oder geisteswissenschaftliche Fakultäten. Die Psychologie arbeitet auf den Gebieten der Motivations-, Konflikt-, Wahrnehmungs-, Lern-, Denk- oder Kommunikationsforschung, die Pädagogik auf den Gebieten der Lehr- und Lernsysteme, Lehrstoff und Fachdidaktiken, von Programmierem Unterricht und deren Zusammenwirken im Unterricht. Die ständige Rückkopplung beim Programmieren Lernen ist wesentliches Element des Regelungsmechanismus. Lehr- und Lernprozesse erhalten durch quantitative Zielbeschreibungen und durch Messung von Ergebnissen eine höhere Effizienz.

Aus der Biologie von Mensch, Tier oder Pflanze sind viele komplexe kybernetische Vorgänge über die Dynamik des lebenden Organismus bekannt. Exogene Signale auf den Körper und endogene Signale des Körpers beeinflussen die Homöostase, Wohlbefinden und Gesundheit auf verschiedene Weise. In der Medizin und Psychotherapie macht man sich die biologisch-kybernetischen Erkenntnisse zunutze, um Einsichten in Mechanismen von Gesundheitsstörungen zu gewinnen und um Geräte und Methoden als Hilfsmittel zu entwickeln, damit das Biofeedback-Prinzip, das Prinzip der operanten Konditionierung, realisiert werden kann.

Bei der Biofeedback-Methode werden die Messgrößen vegetativer oder motorischer Funktionen wie z.B. Herzfrequenz, Blutdruck, EEG-Signale, EKG-Signale, hirnergetische Aufladung, Hauttemperatur, Hautwiderstand, Atemfrequenz, Muskeltonus mit technischen Apparaten über eine spezifische Geräteanordnung gemessen. Das Messgerät registriert die ausgewählten Parameter, der Computer wandelt sie um in akustische oder optische Signale, die an der Datenausgabe-Einheit (Bildschirm oder Digitalanzeige) synchron wahrgenommen werden können. Auf dieser Basis kann die "Steuermannskunst" mittels Biofeedback-Training für den eigenen Körper erlernt und nutzbar gemacht werden - wahrlich eine bemerkenswerte Kunst.

Mit dieser Biofeedback-Technik kann jedermann seine eigenen Körperfunktionen mit dem Ziel überwachen, diese beeinflussen zu lernen. Die im konzentrativen Selbsttraining erzielten aktuellen Messergebnisse werden durch Vergleich der Soll-Ist-Werte interpretiert, und grafisch oder numerisch dargestellte Abweichungen von der Normalität bestimmen das individuelle Training zur weiteren zielführenden Steigerung des Körperbewusstseins und der Fähigkeit zur Beeinflussung unbewusst ablaufender physiologischer Vorgänge. Die gleichzeitige Rückmeldung aktueller physiologischer Werte innerhalb eines aussagekräftigen, gut überschaubaren Zeitraums verstärkt die angestrebten neuen Verhaltensweisen.

Anwendungsmöglichkeiten des Biofeedbacks finden sich bei zahlreichen stressverursachten Leiden und Funktionsstörungen wie z. B. neuromuskulären Verspannungszuständen, Spannungskopfschmerz, Migräne, Morbus Raynaud, essentieller Hypertonie, Herzarrhythmie oder psychosomatischen Erkrankungen. Gerade im Bereich der mentalen Probleme zeigte Biofeedback im Sportbereich seine große Stärke. Besonders interessant erscheint dabei das PcE-Training nach G. H. Eggetsberger zur auto- oder heterogenen Mentalbeeinflussung auch bei Lernproblemen, Konzentrationsstörungen, Ängsten oder Depressionen. Jede Person, ob jung oder alt, kann unter Anleitung erlernen, ihre hirnergetische Aufladung zu optimieren oder willentlich gesteuert zu verändern, also das energetische Hirnpotential unter operante Kontrolle zu bringen.

Wo ist der Ursprung der Biofeedback-Methode zu suchen? Aus Erzählungen oder Beobachtungen weiß man von fernöstlichen Fakiren und Yogis und ihren schier unglaublichen Fähigkeiten. Sie sollten angeblich aufgrund der Beherrschung von Geist und Körper in der Lage sein, ihren Herzschlag zu vermindern oder sogar kurzfristig anzuhalten, ihren Blutdruck und ihre Körpertemperatur zu senken oder ihren Hautwiderstand und ihre Gehirntätigkeit beliebig zu manipulieren. Die Geschichten klangen so abenteuerlich und unmöglich, dass diese "Wundermänner" von dem amerikanischen Forscherehepaar Greene & Greene wissenschaftlichen Untersuchungen unterzogen wurden. Die Ergebnisse jedoch beseitigten alle Zweifel: Menschen, z. B. Fakire, Yogis und speziell Trainierte, sind tatsächlich fähig, ihr vegetatives Nervensystem willkürlich zu beeinflussen.

Bis dahin hatte man dieses Phänomen in der Medizin für unmöglich gehalten. Die Technik des Biofeedbacks macht es allerdings heute jedem Menschen möglich, solche Fähigkeiten ebenfalls zu erwerben.

Das Biofeedback wurde auf diese Weise zu Norbert Wieners kybernetischem Kind und befasst sich seither auf einer wissenschaftlichen Basis mit der Steuerung und Kommunikation im menschlichen Organismus. Der Ausdruck "Biofeedback" selbst stammt aus dem Jahre 1969, als amerikanische Wissenschaftler sich mit dieser Materie auseinandersetzten und damit ein umfangreiches Forschungsgebiet bezeichneten, das auf dem Gedanken beruht, dass biologische Reaktionen durch Rückmeldung und Bewusstmachung beeinflusst werden können. Die willentliche Steuerung innerer Körperprozesse wurde aufgrund der fortschreitenden technischen Entwicklung (Geräte- und PC-Technik) zunehmend einfacher und in klinischen Versuchen und später auch in der klinischen Praxis einsetzbar gemacht.

Seit dieser Zeit beschäftigten sich von Amerika ausgehend zahlreiche Publikationen mit Biofeedback und seinen Anwendungsbereichen. Heute gibt es bereits Geräte zu erschwinglichen Preisen für Otto Normalverbraucher und jede Person kann ihre Fähigkeiten unter Beweis stellen, inwieweit sie in der Lage ist, ihre physiologischen Körperabläufe unter operante Kontrolle zu bringen und das vegetative Nervensystem willentlich zum eigenen Wohle zu beeinflussen.