

## Zum Umgang mit Schwellenwerten in nichtlinearen komplexen Systemen

Von H.-V. Ulmer, Mainz<sup>\*</sup>

Nichtlineare komplexe Systeme (2) werden auch als vernetzte Systeme bezeichnet und diese sind in Bezug zur sog. Chaos-Theorie bzw. Synergetik moderner systemphysiologischer Betrachtungen zu sehen. Sie sind u. a. gekennzeichnet durch: 1. keine Stabilität der Zustände, sondern dynamische Gleichgewichte (keine Homöostase). 2. Intra- und interindividuelle Variabilität von Norm- und Schwellenwerten (9, 10). 3. Multifaktoriell vernetzte Zusammenhänge mit zumeist nichtlinearem Verhalten einschließlich Sprüngen und ggf. mehreren, gleichwertigen Lösungsmöglichkeiten. 4. Begrenzte bis nicht gegebene Möglichkeit der Vorhersagbarkeit zukünftiger Zustände bzw. Verläufe.

Die vielfältigen Leistungsfähigkeiten des Menschen – im Plural, weil die konkrete Leistungsfähigkeit nur auf eine bestimmte Aufgabe (11) zu beziehen ist – stellen jeweils das Ergebnis eines komplexen dynamischen Systems dar. Allein dies erschwert die Möglichkeit sicherer Prognosen im Einzelfall, und dies gilt auch beim Umgang mit Schwellenwerten bei Ja/Nein-Entscheidungen, die der begutachtende Betriebsarzt ja häufig im Alltag zu fällen hat. Schwellenwerte sind letztlich statistische Maßzahlen, die beim interindividuellen Vergleich aus funktionaler Sicht keineswegs gleich sind. Daher entspringen festgelegte Schwellenwerte einer Übereinkunft, bei der von Experten in einem Schwellenbereich ein Schwellenwert beschlossen wird.

Bei Ja/Nein-Entscheidungen gibt es ein weiteres statistisches Problem: Angestrebt wird, mit größter Sicherheit 2 Gruppen zu trennen: Die geeigneten Personen (richtig positive) von den ungeeigneten (richtig negativen, 4, 5): Dies ist prinzipiell kaum möglich, und dies liegt an den Überschneidungen von Kenngrößen Geeigneter und Ungeeigneter (gleiches gilt für Kranke/Gesunde, 5). Daher gibt es immer auch einen gewissen Prozentsatz falsch positiver und falsch negativer Entscheidungen. Ziel bei Ja/Nein-Entscheidungen kann also nur sein, diesen Prozentsatz möglichst niedrig zu halten. Als Maßzahl gelten dabei die Gütekriterien Sensitivität und Spezifität (4, 5), bei denen ein Vierfelder-Schema zugrund liegt: Richtig und falsch positiv, richtig und falsch negativ. Die *Sensitivität* wird auf den Anteil der Richtig-Positiven, die *Spezifität* auf den der Richtig-Negativen bezogen.

Beispiel: Reduziert man die Entscheidung über die Eignung für das Führen von Kraftfahrzeugen auf eine Ja/Nein-Entscheidung, so bedeutet dies: Anzustreben ist die korrekte und somit gerechte Unterscheidung „geeignet/ungeeignet“. In der Praxis ist aber unvermeidbar, daß auch einige eigentlich Geeignete zu falsch-negativen Ungeeigneten und umgekehrt einige Ungeeignete zu falsch-positiven Geeigneten eingestuft werden. Wie hoch der Anteil der falschen Einstufungen ist, hängt maßgeblich von der Lage des Schwellenkriteriums ab. Wichtig ist dabei, daß *Spezifität und Sensitivität nicht unabhängig voneinander sind* (5). Je geringer der gewünschte Prozentsatz falsch positiver Entscheidungen sein soll, desto größer wird derjenige falsch negativer Entscheidungen sein und umgekehrt. Wenn man jedoch die Gütekriterien nicht kennt, kann man auch keine Aussage über den Prozentsatz an Fehlentscheidungen tätigen.

Nun ist über die Gütekriterien nach Kenntnis des Autors bei vielen betriebsärztlichen Ja/Nein-Entscheidungen wenig bekannt. Exemplarisch sei auf eine Anfrage beim Ausschuß Arbeitsmedizin des Hauptverbands der Gewerblichen Berufsgenossenschaften bezüglich der Gütekriterien hingewiesen: Dort heißt es u. a.: „... daß in sämtlichen Arbeitsgruppen, die diese Grundsätze erarbeiten, hochqualifizierte Fachkollegen vertreten sind, die sich mit den jeweiligen Problemen aufgrund ihrer umfangreichen Erfahrungen jeweils besonders befaßt haben“ (Antwort vom 3.2.1997) und „... daß uns auch weiterhin keine Untersuchungsergebnisse zu Spezifität und Sensitivität einzelner Berufsgenossenschaftlicher Grundsätze ... bekannt sind“ (Antwort vom 21.7.2000).

Wie kann aus arbeitsphysiologischer Sicht auf diesem Hintergrund die Richtigkeit von Entscheidungen erhöht werden?

1. Durch Bildung von Übergangskategorien
2. Durch Kombination mit mehreren Tests bzw. Erhebungsverfahren.

Zu 1: Sowohl die Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze (1), als auch die Fahrerlaubnisverordnung (3) enthalten Übergangskategorien, z. B. „befristete gesundheitliche Bedenken“, „keine gesundheitlichen Bedenken unter bestimmten Voraussetzungen“ oder „bedingte Eignung“ – wobei hierzu in der

<sup>\*</sup> Kurzfassung für das Einführungsreferat zum Seminar „Sondergenehmigungen“ als betriebsärztliche Fürsorgepflicht anlässlich der Arbeitsmedizinischen Herbsttagung 2001 des Verbands Deutscher Betriebs- und Werksärzte e. V. am 16.10.2001 in Cottbus  
Cottbus Schwellenwerte.doc

Fahrerlaubnisverordnung (Anlage 4, S. 2253 f.) ausdrücklich auf mögliche „Kompensationen durch besondere menschliche Veranlagung, durch Gewöhnung, durch besondere Einstellung oder durch besondere Verhaltenssteuerungen und -umstellungen“ hingewiesen wird. Auch im G 25 wird auf Kompensation durch Erfahrung (S. 335) hingewiesen. Da nicht zu entnehmen ist, nach welchen Verfahren in eine der Übergangskategorien eingeordnet werden soll, wird hiermit ein weiterer Ermessensspielraum des Betriebsarztes geöffnet (vergl. Eröffnung und Zielsetzung), dessen verantwortungsvolle Handhabung allerdings Erfahrung voraussetzt.

Zu 2: Zusätzliche Tests im Sinne einer mehrstufigen Untersuchung (6), aber auch die Kombination mit anderen Verfahren kann die Sicherheit der Entscheidung erhöhen, so mit weiteren ärztlichen Mitteln der Anamnese und sonstigen verbalen Explorationen, aber auch mit der Beobachtung des Betroffenen an seinem Arbeitsplatz (Arbeitsplatzbegehung, 7, 8) oder einem Leistungstest am Arbeitsplatz bzw. einem sehr realitätsnahen Simulator.

Letztlich ist über die konkrete Leistungsfähigkeit *an einem Arbeitsplatz* zu entscheiden, und nicht über die Fähigkeit bezüglich abstrahierter, auf *Laborbedingungen* reduzierter Testleistungen – die oft auch noch durch Testtraining unterlaufen werden können. So wird im G 25 ausdrücklich auf Beschaffenheit des Arbeitsplatzes (S. 329) bzw. arbeitsbezogene Beurteilung (S. 332) hingewiesen.

Aus arbeitsphysiologischer Sicht sollten bei Zweifeln an einer durch Labortests und ähnliche Verfahren ermittelten Ja/Nein-Entscheidung Zusatzerhebungen hinzugezogen werden. Nur dadurch läßt sich der Prozentsatz richtig-positiver und richtig-negativer Entscheidungen erhöhen. Hierzu gehören u. a. eine ausführliche Anamnese, weitere verbale Explorationen, die Beobachtung am Arbeitsplatz oder die systematische Testung am Arbeitsplatz bzw. Simulator. Die Beurteilung muß dabei durch einen erfahrenen Betriebsarzt als zuständigem Experten erfolgen, dem die Kompetenz in Zweifelsfällen zusteht. Daher sollte er im Falle zusätzlicher Gutachten im Rahmen einer abschließenden Gesamtbeurteilung die endgültige Entscheidung treffen und diese nicht an andere Gutachter delegieren. Diese Kompetenz sollte ihm aber auch von Seiten der zuständigen Organe (Aufsichtsgremien, Gerichte) ausdrücklich zugestanden werden.

**Literatur** (\* = Auf den Internetseiten <http://www.uni-mainz.de/FB/Sport/physio> abrufbar):

1. BERUFGGENOSSENSCHAFTLICHE GRUNDSÄTZE FÜR ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGEUNTERSUCHUNGEN; hrsg. vom Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften. Stuttgart: Gentner 1994
2. BRIGGS, J., F. und D. PEAT: Die Entdeckung des Chaos. München: dtv 1999
3. FAHRERLAUBNIS-VERORDNUNG – Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr und zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften. Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 55, 2214 – 2265 (1998)
4. FASSL, H.: Einführung in die Medizinische Statistik. Heidelberg; Leipzig: Barth, 1999
5. HERRMANN, W.: Grenzwerte in der Labordiagnostik – Was sind denn die wert? Therapiewoche 41, 2181 – 2192 (1991)
6. KRUEGER, H.: Der Betriebsarzt im Spannungsfeld zwischen Arbeitsplatzbegehung und spezieller arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchung aus Sicht des Arbeitsphysiologen. Zbl. Arbeitsmed. 41, 361 - 368 (1991)
7. MROSS, K. G. und H.-V. ULMER: Der Betriebsarzt im Spannungsfeld zwischen Arbeitsplatzbegehung und spezieller arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchung (G 1 – G 42) - Einführung in die Thematik. Zbl. Arbeitsmed. 41, 351 - 353 (1991)
8. ULMER, H.-V.: Schlußbetrachtung (Thema: Arbeitsplatzbegehung versus Grundsatzuntersuchung), Zbl. Arbeitsmed. 41, 392 (1991)
- \*9. ULMER, H.-V.: Zur Bedeutung der biologischen Streuung bei der arbeitsmedizinischen Gefährdungsbeurteilung anhand physiologischer Schwellenwerte. In: RETTENMEIER, A. W. und C. FELDHAUS, Hrsg.: Verh. Dt. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. - 39. Jahrestg., S. 223 - 226, DGAUM, Lübeck 1999 (im Selbstverlag)
- \*10. ULMER, H.-V.: Überlegungen zu physiologischen Normalwerten auf dem Hintergrund von Homöostase und Telelogie. Vortrag auf dem wissenschaftlichen Symposium aus Anlaß des 50-jährigen Bestehens der Sportmedizin an der freien Universität und des Geburtstags von Prof. Dr. D. BÖNING, Berlin, 25. – 26. Juni 1999.
11. ULMER, H.-V.: Zur „sogenannten“ körperlichen Leistungsfähigkeit und deren Bedeutung für die Betriebsärztliche Praxis. Z. Arb. wiss. 53 (25 NF) 80 - 82 (1999)

\*Prof. Dr. med. H.-V. Ulmer, Sportphysiologische Abt., FB 26, Universität 55099 Mainz, 10.10.2001,  
**E-Post über:** [Sportphysiologie@uni-mainz.de](mailto:Sportphysiologie@uni-mainz.de) — <http://www.uni-mainz.de/FB/Sport/physio>