

Sportliche Bewegungen – Individualität und Beeinflussung durch Emotionen

1 Einleitung

Nicht wenige Leistungssportler hören Musik unmittelbar vor dem Wettkampf oder auch beim Training. Auch wenn dies in der Praxis durchaus etabliert ist, so werden die Wirkungen bislang eher als suggestiv betrachtet. In der Vergangenheit wurden die Auswirkungen von Musik auf physiologische Prozesse kontrovers diskutiert (Tenenbaum et al., 2004). Neben der positiven Beeinflussbarkeit der Radfahrleistung durch das Hören von Musik (Becker et al., 1994) konnten ähnliche Effekte z. B. auch beim leichtathletischen Lauf beobachtet werden (Matesic & Cromartie, 2002). In Abhängigkeit des Studiendesigns und der Musik- und Probandenauswahl führen die Untersuchungen jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen bzgl. der erhobenen physiologischen Parameter. Brownley, McMurray und Hackney (1995) schreiben dem Hören von Musik beim Laufen eher Vorteile für untrainierte Läufer zu. Szmedra und Bacharach (1998) fanden signifikante Unterschiede im Laktatspiegel, systolischen Blutdruck und in der Herzfrequenz ihrer Probanden beim Laufen mit und ohne Musik, während Yamamoto et al. (2003) diese Resultate nicht bestätigen konnten, jedoch auf hormoneller Ebene eine Abnahme der Norepinephrinkonzentration bei langsamer Musik und Zunahme der Epinephrinkonzentration im Blutplasma bei schneller Musik beobachteten. Diese blieben jedoch ohne Auswirkungen auf die getestete sportliche Radfahrleistung. Crust (2004) zeigte, dass Probanden eine isometrische Kraftausdauerleistung signifikant länger ausführen konnten, wenn sie vor und während des Tests selbst gewählte Musik hörten. Probanden, die nur vor dem Test oder gar keine Musik hörten, schnitten schlechter ab.

Neben den oben erwähnten Einflüssen auf die sportliche Leistung oder auf physiologische Parameter scheint Musik gut geeignet, Emotionen wachzurufen bzw. auszulösen (Altenmüller, 2002) oder wenigstens einen Prozess in Gang zu setzen, der zu einer Emotion führt (Grewe, Nagel, Kopiez & Altenmüller, im Druck). In einer Reihe von Untersuchungen zur Auswirkung von Emotionen auf Gang- und Tanzbewegungen konnte die prinzipielle Möglichkeit der Erkennung von Emotionen in oder anhand von Bewegungen mit Hilfe subjektiver Ratingverfahren gezeigt werden (u. a. Montepare, Goldstein & Clausen, 1987; Dittrich, Troscianko, Lea & Morgan, 1996; Montepare, Koff, Zaitchik & Albert, 1999). In diesen Studien wurden Probanden Videos mit emotionsgefärbten Bewegungen vorgespielt, die diese nach Emotionen klassifizieren sollten. Der eher psychisch anzunehmende Einfluss von Emotionen auf Bewegungen scheint allein aufgrund der Etymologie plausibel (e: „aus“, movere: „bewegen“). Auch die Frage „wie geht’s?“ deutet auf homonyme Art auf

diese Verbindung hin. Inwiefern sich Auswirkungen des Musikhörens direkt an Bewegungsmustern (exemplarisch am Gang) erkennen lassen, ist die Fragestellung der vorgestellten Studie.

2 Methoden

Als Bewegung wurde ein Doppelschritt des menschlichen Gangs ausgewählt, da dieser ontogenetisch einer der ältesten und stabilsten Bewegungsabläufe ist. In seiner interindividuellen Ausprägung ist der Gang durch Alter, Geschlecht, Körperbau oder Pathologien gekennzeichnet, in seiner intraindividuellen Ausprägung durch Schuhwerk, Kleidung, Untergrund, aber auch Stimmung und Motivation ständigen Schwankungen unterworfen (Götz-Neumann, 2003). Mit Hilfe einer Kistler-Kraftmessplatte (1000Hz) und zwei Videokameras (25Hz) wurden Bodenreaktionskräfte und 3D-Winkelverläufe von 22 (Experiment 1) bzw. 16 Probanden (Experiment 2) erhoben. Die Probanden des 1. Experiments sollten während des Gehens 4 emotionale Zustände darstellen: Angst, Wut, Trauer und normal. Im 2. Experiment wurde den Probanden während des Gehens über einen Kopfhörer beruhigende, anregende und keine Musik zufällig vorgespielt. Die kinetischen Daten wurden zeit- und amplitudennormiert, die kinematischen Daten manuell mittels Gelenkmarker digitalisiert, und zeitnormiert. Die Daten wurden mit verschiedenen nichtlinearen künstlichen neuronalen Netzen (KNN) analysiert (überwacht lernende Multilayer Perceptrons [MLP] zur Mustererkennung und unüberwacht lernende Selbstorganisierende Kohonen-Karten [SOM] zur Klassifizierung; Haykin, 1994). MLPs können unbekannte Muster (hochdimensionale Gangmuster in diesem Fall) den korrekten Klassen zuordnen, wenn sie mit Paaren von Eingabemustern und deren zugehörigen Klassen trainiert wurden. SOMs können die Daten basierend auf ihrer Ähnlichkeit selbständig in Klassen einteilen. Dazu werden die KNN mit einem Großteil der vorhandenen Daten trainiert und mit den verbleibenden (dem KNN unbekannt) Daten anschließend getestet. Die Anzahl richtig klassifizierter Muster ergibt die Erkennungsrate des KNN.

3 Ergebnisse

Mittels MLP wurde die Individualität der Gangmuster aller Probanden überprüft. Eine Personenerkennung anhand der kinetischen Gangdaten aller 38 Probanden lieferte eine Individuen-Erkennungsrate von 98,5 %. Für die kinematischen Gangdaten der 16 Probanden des 2. Experiments lag diese bei 96,9 %. Auf intraindividuel-ler Ebene war es besonders bei Betrachtung der 3D-Winkelverläufe möglich, die unterschiedlichen Emotionen des 1. Experiments und die durch die Musik ausgelösten Emotionen des 2. Experiments mit Erkennungsraten von bis zu 100 % am Gangbild zu unterscheiden. Hierfür wurden SOMs eingesetzt, um dem hypothesengenerierenden Charakter der Fragestellung gerecht zu werden. Die Erkennungsraten der Emotionen bei allen Probanden lagen im Mittel bei 79,2-83,7 %.

Anhand eines Beispieldatensatzes aus einem nahezu identischen, jedoch aktuellen und noch nicht publizierten Experiment mit fünf musikalischen Bedingungen wird exemplarisch die Verteilung der kinematischen Gangdaten auf die SOM illustriert (vgl. Abb. 1).

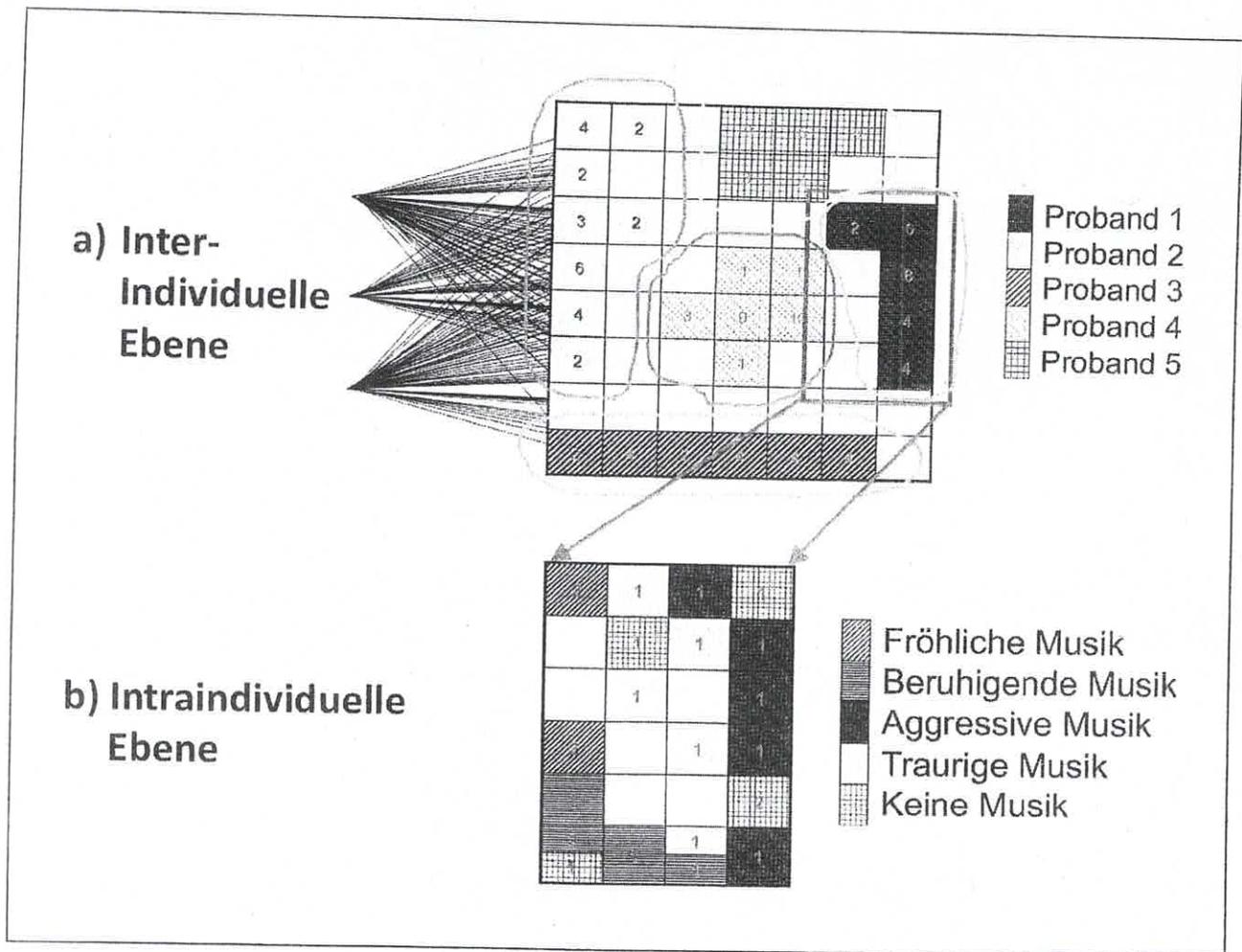


Abb. 1. Verteilung der kinematischen Daten von fünf Beispielprobanden auf eine SOM (a).
Verteilung der kinematischen Daten eines Beispielprobanden auf eine SOM (b).

Die SOM ist in der Lage, ohne zusätzliche Instruktion von außen, Individuen anhand des Gangmusters zu unterscheiden, erkennbar an den fünf Personenclustern. Auf intraindividuelle, feiner differenzierterer Ebene ist sichtbar, dass die Gangmuster mit gleicher Musik ähnlicher untereinander zu sein scheinen, da sie von der SOM in gleiche oder ähnliche Gebiete der Ausgabeschicht klassifiziert wurden. Dabei sind die realen euklidischen Distanzen der SOM in der Tabellenstruktur in Abb. 1 nicht berücksichtigt (so ist die Distanz zwischen den vier Mustern mit fröhlicher Musik innerhalb des Clusters im Neuronenraum der SOM wesentlich geringer als die gleich lang wirkende Distanz in der Abbildung 1 zwischen den beiden Gangmustern oben links und oben rechts über mehrere Clustergrenzen hinweg).

4 Diskussion

Individualität stellte sich in den Experimenten wie in anderen Untersuchungen als dominierender Klassifikationsfaktor heraus (vgl. u. a. Schöllhorn & Bauer, 1998). Auf differenzierterer Ebene ließen sich zusätzlich Emotionen am Gang erkennen (vgl. auch Janssen, Schöllhorn, Lubienetzki, Fölling, Kokenge & Davids, 2008). Ähnlich konnten Jäger, Alichmann und Schöllhorn (2003) Ermüdungszustände am Gangmuster mit Erkennungsraten von bis zu 100 % richtig klassifizieren. Wenn jedoch nicht nur physische, sondern auch psychische Einflüsse das ontogenetisch ältere Gangmuster verändern, können wir davon ausgehen, dass die emotionale Wirkung auf ontogenetisch jüngere Bewegungsabläufe im Sport eher noch größer ausfällt. In der Folge jedoch scheinen dann Trainingsansätze, die auf individuelle und situationsspezifische Bedingungen weitestgehend verzichten, in hohem Maße überdenkenswert. Betrachten wir die emotionalen Ausprägungen als individuelle, situative Abweichungen von vermeintlichen Idealen, so erhalten schwankungsorientierte Ansätze eine bislang vernachlässigte Bedeutung. Wenn zusätzlich noch bedacht wird, dass im Trainingsalltag ständig Schwankungen durch das biologische Alter, durch Wachstum, Pubertät, Trainingsalter, vergangene Trainingseinheiten, Leistungsverbesserungen, Lernen, Trainer(-wechsel), Jahres-/Tageszeit, durch das soziale Umfeld, durch Motivation, Emotionen, Ermüdung und weitere Faktoren auftreten, so können daraus hauptsächlich zwei Konsequenzen gezogen werden. Zum einen sorgen diese Faktoren unbewusst oder bewusst eingesetzt für ein im weiteren Sinne des Differenziellen Lernens nach Schöllhorn (1999) vergrößertes Maß an Rauschen innerhalb des Trainingsprozesses und damit (prognostiziert) indirekt möglicherweise für größere Lernfortschritte pro Zeit (Schöllhorn, Mayer-Kress, Newell & Michelbrink, 2008), und zum anderen darf ein effektives Training (zum Beispiel zur Wettkampfvorbereitung) im Sinne des offerierten Rauschumfangs nicht zu eng gefasst sein, da es sonst den evtl. auftretenden nichtlinearen Wechselwirkungen biologischer Systeme mit der Umwelt nicht gerecht wird, wenn für plötzlich und unerwartet auftretende Situationen keine passende adäquate „Lösung“ zur Verfügung steht, was häufig in Wettkampfsituationen auftritt. Inwieweit die emotionale Sicherheit von Athleten ein höheres Maß an verrauschtem Lernen zulässt oder die emotionale Unsicherheit von Athleten eine Reduzierung des Rauschumfangs erfordert, bedarf weiterer Forschung.

Literatur

- Altenmüller, E. (2002). Musik im Kopf. *Gehirn und Geist*, (1), 18-26.
- Becker, N., Brett, S., Chambliss, C., Crows, K., Haring, P., Marsh, C. et al. (1994). Mellow and frenetic antecedent music during athletic performance of children, adults, and seniors. *Perceptual and Motor Skills*, 79 (2), 1043-1046.
- Brownley, K.A., McMurray, R.G. & Hackne, A.C. (1995). Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *International Journal of Psychophysiology*, 19 (3), 193-201.

- Crust, L. (2004). Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Perceptual and Motor Skills*, 98 (3.1), 985-991.
- Dittrich, W.H., Troscianko, T., Lea, S.E. & Morgan, D. (1996). Perception of emotion from dynamic point-light displays represented in dance. *Perception*, 25 (6), 727-738.
- Götz-Neumann, K. (2003). *Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie*. Stuttgart: Thieme.
- Grewe, O., Nagel, F., Kopiez, R. & Altenmüller, E. (im Druck). Does music induce emotion? Commonalities and differences in affective responses.
- Haykin, S. (1994). *Neural networks*. New York: Macmillan.
- Jäger, J.M., Alichmann, M. & Schöllhorn, W.I. (2003). Erkennung von Ermüdungszuständen anhand von Bodenreaktionskräften mittels neuronaler Netze. In G.P. Brüggemann & G. Morrey-Klapsing (Hrsg.), *Biologische Systeme. Mechanische Eigenschaften und ihre Adaptation bei körperlicher Belastung* (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 135, S. 179-183). Hamburg: Czwalina.
- Janssen, D., Schöllhorn, W.I., Lubienetzki, J., Fölling, K., Kokenge, H. & Davids, K. (2008). Recognition of emotions in gait patterns by means of artificial neural nets. *Journal of Nonverbal Behavior*, 32 (2), 79-92.
- Matesic, B.C. & Cromartie, F. (2002). Effects music has on lap pace, heart rate and perceived exertion rate during a 20-minute self-paced run. *The Sport Journal*, 5 (1).
- Montepare, J., Koff, E., Zaitchik, D. & Albert, M. (1999). The use of body movements and gestures as cues to emotions in younger and older adults. *Journal of Nonverbal Behavior*, 23 (2), 133-152.
- Montepare, J.M., Goldstein, S.B. & Clausen, A. (1987). The identification of emotions from gait information. *Journal of Nonverbal Behavior*, 11 (1), 33-42.
- Schöllhorn, W.I. & Bauer, H.-U. (1998). Identifying individual movement styles in high performance sports by means of self-organizing Kohonen maps. In H.J. Riehle & M. Vieten (Eds.), *Proceedings of the XVI ISBS 1998* (S. 574-577). Konstanz: University Press.
- Schöllhorn, W.I. (1999). Individualität – ein vernachlässigter Parameter? *Leistungssport*, 29 (2), 7-11.
- Schöllhorn, W.I., Mayer-Kress, G., Newell, K.M. & Michelbrink, M. (2008, 3. Dezember). Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Human Movement Science* [Epub ahead of print; DOI: 10.1016/j.humov.2008.10.005].
- Szmedra, L. & Bacharach, D.W. (1998). Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *International Journal of Sports Medicine*, 19 (1), 32-37.
- Tenenbaum, G., Lidor, R., Lavyan, N., Morrow, K., Tonnel, S., Gershgoren, A. et al. (2004). The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychology of Sport and Exercise*, 5 (2), 89-109.
- Yamamoto, T., Ohkuwa, T., Itoh, H., Kitoh, M., Terasawa, J., Tsuda, T. et al. (2003). Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 111, 211-214.