

Hände weg von der Maus

Leistungsasymmetrien von Linkshändern in Abhängigkeit manueller Erfahrungen

Dirk Büsch und Norbert Hagemann

Zusammenfassung. Zur Bestimmung der Leistungshändigkeit müssen Personen mit der dominanten und nicht-dominanten Hand verschiedene repräsentative motorische Aufgaben realisieren. In zwei quasi-experimentellen Studien mit links- und rechtshändigen Probanden wurde geprüft, ob die manuelle Erfahrung einen Einfluss auf die Leistung in zwei feinmotorischen Auge-Hand-Koordinationsaufgaben, einer Stift- (S-PA) und einer Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA), hat. Es zeigte sich, dass a) bei der ungeübten S-PA die Probanden generell bessere Leistungen mit ihrer dominanten Hand erzielen und b) bei der C-PA die Leistungen der Linkshänder durch die manuellen Erfahrungen mit der Maus-Konfiguration moderiert werden: Linkshändige „Linksmäuser“ erzielen mit der linken Hand bessere Leistungen als linkshändige „Rechtmäuser“, wohingegen sich die Leistungen mit der rechten Hand nicht unterscheiden. Motorische Leistungen in Lateralitätsstudien sollten daher nicht mit einer Computermaus erfasst und konsequenterweise auch keine Computermaus-Items in Lateralitätsfragebögen berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Lateralität, Auge-Hand-Koordination, Aufgabenvalidität

Hands away from the mouse: Performance asymmetries of left-handers depending on manual experience

Abstract. In laterality studies to determine handedness, respondents have to perform various representative motor tasks using the dominant and the non-dominant hand. Two quasi-experimental studies with left- and right-handed participants tested whether manual experience influences performance on two fine-motor tasks requiring eye-hand coordination: a peg positioning task (P-PT) and a cursor positioning task (C-PT). Results showed that participants generally performed the unpracticed P-PT better with their dominant hand, but that the performance of left-handers on the C-PT was moderated by their manual experience with the standard PC configuration: Left-handed respondents who habitually use a mouse with their right hand performed better with their right than their left hand. It is concluded that this motor experience with the non-dominant hand will distort findings on motor performance gathered in laterality studies in which tasks are performed with a computer mouse. Therefore, it is recommended that, in laterality studies, researchers should continue to not use computer mouse items in motor tasks and questionnaires.

Key words: laterality, eye-hand coordination, item validity

Die Auswahl der motorischen Aufgaben in der Händigkeitforschung stellt einen immer wiederkehrenden Aspekt in der Diskussion zur Erklärung differierender Ergebnisse dar (z. B. Brown, Roy, Rohr & Bryden, 2006; Doyen & Carlier, 2002; Grouios, 2006; Hausmann, Kirk & Corballis, 2004; Triggs, Calvanio, Levine, Heaton & Heilman, 2000 u. a.). Neben der zumeist neurophysiologisch orientierten Diskussion zur Aufgabenvalidität wird unter empirischen Gesichtspunkten zusätzlich die Forderung erhoben, die Aufgaben zu „modernisieren“, d. h. Items zu verwenden, in denen beispielsweise die Bedienung

einer Computermaus notwendig ist (z. B. Dragovic, 2004; Williams, 2010). Asymmetrien der Leistungshändigkeit und damit letztendlich auch Asymmetrien der Bevorzugungshändigkeit sollten damit umfassender und zeitgemäßer ermittelt werden können. Dieser Hinweis erscheint hilfreich und kontraproduktiv zugleich. Hilfreich erscheint der Hinweis dahingehend, dass das Item in Händigkeitsfragebögen zur motorischen Grundfertigkeit *Schreiben* bisher am besten zwischen Links- und Rechtshändern differenziert, jedoch gleichzeitig durch die zunehmende Verwendung moderner Technologien, d. h. Computer mit Tastatur, Navigationssysteme, Mobiltelefone etc. Leistungsreduktionen in der Auge-Hand-Koordination, z. B. beim Schreiben zu konstatieren sind (Sülzenbrück, Hegele, Rinkenauer & Heuer, 2011). Die Berücksichtigung eines exemplarischen Computermaus-Items wäre also mehr als berechtigt (Williams, 2010). Demgegenüber erscheint der Hinweis kontraproduktiv, weil die

Wir danken Nils Bender für seine Hilfestellung bei der Datenerhebung und -eingabe.

Im Text erfolgt die Bezeichnung weiblicher und männlicher Personen aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit jeweils in maskuliner Form. Mit allen verwendeten Personenbezeichnungen sind stets beide Geschlechter gemeint.

Computermaus auch von Schreib-, Mal- und Wurf-Linkshändern durch die Standardkonfiguration eines PC meistens mit der rechten Hand benutzt wird, ohne dass bedeutsame Leistungsnachteile zu konstatieren sind (Hoffmann, Chang & Yim, 1997). Vergleichbare Effekte findet man auch bei linkshändigen Musikern, die auf rechtshändigen Instrumenten ausgebildet werden (Kopiez & Galley, 2010; Kopiez, Jabusch, Galley, Homann, Lehmann & Altenmüller, 2011). Entsprechend würde man sich mit einem Computermaus-Item zur Bestimmung der Leistungshändigkeit, insbesondere bei Linkshändern, einen erfahrungs- bzw. übungsbedingten Verzerrungsfehler einhandeln, da aufgrund von langjährigen Computermaus-Erfahrungen mit der nicht-dominanten Hand die Itemhomogenität nicht mehr gewährleistet wäre und somit keinen inhaltlichen Mehrwert für die Konzeption bzw. Überarbeitung von motorischen Leistungstests bedeuten würde.

Während bei der Bevorzugungshändigkeit von zwei qualitativen Klassen, d.h. Rechts- und Linkshändern mit quantitativen Unterschieden innerhalb der Klassen auszugehen ist (Büsch, Hagemann & Bender, 2010), zeigt sich für die Leistungshändigkeit eine nach rechts verschobene Normalverteilung (z. B. Annett, 1972; Borod, Caron & Koff, 1984). Mit anderen Worten sind Rechts- wie Linkshänder sehr wohl in der Lage, auch gute bis sehr gute Leistungen mit ihrer nicht-dominanten Hand zu erzielen. Dies gilt auch für die Bedienung der Computermaus, bei der Linkshänder, die eine Computermaus mit rechts bedienen, vergleichbare Leistungen wie Rechtshänder erbringen (Hoffmann et al., 1997), was man sich unter anderem in der Prävention und in der Rehabilitation an Computer-Arbeitsplätzen zunutze macht (Ackland & Hendrie, 2005).

Die wichtigste Voraussetzung für die vergleichbaren Leistungen ist ein Übungs- und Lernprozess, wie er für alle (sport-)motorischen Fertigkeiten zwingend ist, um Expertise in dieser Fertigkeit bzw. Aufgabe zu erwerben. Letztlich verbleibende (marginale) Unterschiede in der Leistungshändigkeit basieren zuvorderst auf der unterschiedlichen Übungshäufigkeit (Ackland & Hendrie, 2005; Krakauer, Mazzoni, Ghazizadeh, Ravindran & Shadmehr, 2006; Provins, 1997). Im Gegensatz hierzu vertritt beispielsweise Sainburg (2002) die Position, dass Leistungsunterschiede zwischen linker und rechter Hand durch unterschiedliche motorische Kontrollprozesse bedingt sind und durch Übungsprozesse nicht nivelliert werden können. Neben der kontrovers diskutierten Übungshäufigkeit sind psychologische Aspekte (Annett, 1994; Ericsson, Krampe & Tesch-Romer, 1993) sowie die Aufgabenspezifität, die Aufgabenkomplexität und die Aufgabenschwierigkeit ebenso zu berücksichtigen (Annett, 1992; Borod et al., 1984;

Bryden & Roy, 1999; Bryden, Roy, Rohr & Egilo, 2007; Hausmann et al., 2004; Provins, 1997; Triggs et al., 2000), um bspw. Leistungsverbesserungen mit der nicht-dominanten Hand in unterschiedlichen Aufgaben vergleichen zu können.

Eine der ersten Studien, in denen Leistungsunterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern beim Bedienen einer Computermaus thematisiert wurden, führten Peters und Ivanoff bereits im Jahr 1999 durch. Dabei teilten die Forscher die Probanden aufgrund ihrer Erfahrung mit der Computermaus in drei Gruppen. Gruppe 1 bestand aus Rechtshändern, die die Computermaus mit der rechten Hand bedienten ($n = 32$), Gruppe 2 bestand aus Linkshändern, die die Computermaus mit links bedienten ($n = 29$) und in Gruppe 3 waren die Linkshänder zusammengefasst, die die Computermaus mit der rechten Hand bedienten ($n = 12$). Die Aufgabe bestand darin, so schnell und so genau wie möglich Punkte, die in verschiedenen Quadranten des Bildschirms angezeigt wurden, mit dem Cursor zu treffen. Ausgewertet wurden die Reaktionszeit, die Abweichung vom direkten Weg, die Bewegungszeit und die Treffgenauigkeit. Im Gesamtergebnis stellte sich ein Vorteil der rechten Hand bei den Rechtshändern als auch bei den Linkshändern, die die Maus mit der rechten Hand bedienten heraus, während bei den Linkshändern, die die Maus mit der linken Hand bedienten keine Leistungsasymmetrie festgestellt wurde. Ob es sich bei der Leistungssymmetrie der Linkshänder, die auch die Computermaus mit der linken Hand bedienen, um einen aufgabenspezifischen oder aufgabenunspezifischen Effekt handelt, wurde nicht untersucht. Ebenso wenig wurde der in der empirischen Forschung bzw. in der Forschungsmethodologie vielfach geäußerten Forderung nach einer Replikation von Einzelergebnissen (z. B. Amir & Sharon, 1990; Cumming & Maillardet, 2006; Giles, 2006; Sidman, 1960; Smith, 1970; Thompson, 1974) mit hoher Teststärke (Francis, 2012), in diesem Fall der Untersuchung von Peters und Ivanoff (1999), bis heute nicht Rechnung getragen, obwohl auch konkurrierende Erklärungsansätze (siehe oben) vorliegen.

Um den formulierten Erwartungen gerecht zu werden, stand zum einen die Replikation der Seitigkeitsunterschiede von Peters und Ivanoff (1999) und zum anderen der Vergleich zweier Aufgaben mit und ohne Verwendung einer Computermaus, d. h. die Aufgabenspezifität, im Fokus unseres Forschungsinteresses. Dabei erwarten wir eine disordinale Interaktion zwischen Linkshändern und Rechtshändern, wenn bei einer Aufgabe keine motorischen Erfahrungen mit der nicht-dominanten Hand vorliegen sowie eine ordinale Interaktion bei den Linkshändern, wenn Computermaus-Erfahrungen nur mit der rechten Hand oder nur mit der linken Hand vorliegen.

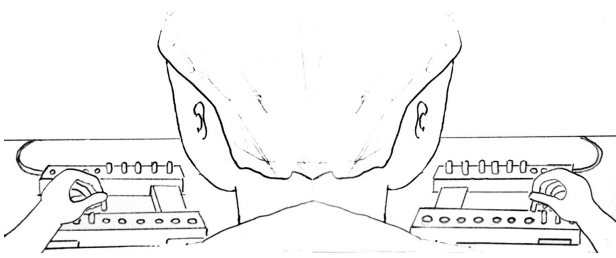


Abbildung 1. Die Stift-Positionierungsaufgabe (S-PA, „pegboard task“) in Anlehnung an Annett (1970).

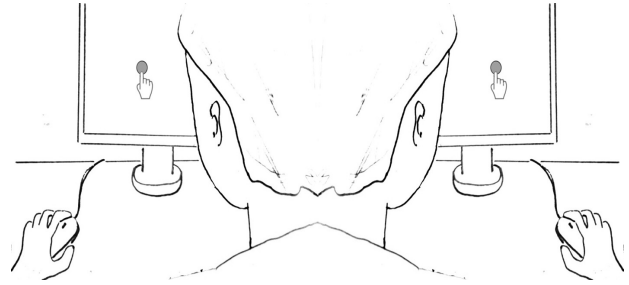


Abbildung 2. Die Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA) von Maurer (2003).

Studie 1

Methode

Resultierend aus den o. a. Überlegungen waren vor der Durchführung dieser Studie zwei wesentliche Aspekte zu klären. Die Aufgabe mit der Computermaus sowie die „Kontrollaufgabe“ sollten zur identischen Aufgabenkategorie gehören, um generelle Leistungsunterschiede in Abhängigkeit unterschiedlicher Kategorien weitgehend zu vermeiden (Hausmann et al., 2004). In Lateralitätsstudien wurden und werden zumeist Positionierungsaufgaben, z. B. Steckaufgaben (Annett, 1970) oder Punktieraufgaben (Tapley & Bryden, 1985) genutzt, in denen die Probanden feinmotorische Auge-Hand-Koordinationsleistungen erbringen müssen. Aus den zahlreichen Auge-Hand-Koordinationsaufgaben publizierter Lateralitätsstudien haben wir uns letztendlich für eine Stift-Positionierungsaufgabe (S-PA, siehe Abbildung 1), die so genannte Pegboard-Task, eine Umsteckaufgabe von Annett (1970), und die Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA¹, siehe Abbildung 2) von Maurer (2003) entschieden, die beide auch als sequenzielle Zeitdruckaufgaben kategorisiert werden können, da in beiden Aufgaben die Bewegungen so schnell wie möglich bei hinreichender Genauigkeit ausgeführt werden müssen. Die Probanden hatten laut Selbstauskunft umfangreiche motorische Erfahrungen mit der Computermaus, jedoch keine Erfahrungen mit den Anforderungen in der S-PA.

Die statistischen Vorhersagen wurden mittels einer Varianzanalyse mit Messwiederholung über zwei Messzeitpunkte sowie mit t-Tests für unabhängige und abhängige Stichproben für die Post-Hoc-Vergleiche mit dem Statistikprogramm SPSS 21.0 geprüft. Für die praktische Bedeutsamkeit wurde die Effektgröße

¹ Im Grundverständnis einer systematischen Replikation wollten wir die Cursor-Positionierungsaufgabe von Peters und Ivanoff (1999) einsetzen, jedoch teilte uns Michael Peters in einer persönlichen Kommunikation bedauernd mit, dass weder die Hardware noch die Software verfügbar wären, so dass wir uns für eine vergleichbare Alternative entscheiden mussten.

d (Cohen, 1988) mit dem Programm GPower 3.1.3 bestimmt (Faul, Erdfelder, Buchner & Lang, 2009). Die Vertrauensintervalle der Effektgröße d wurden mit dem Programm *Effect Size Generator Pro* (Version 4.1) berechnet (Deville, 2007) und unter Berücksichtigung eines für praktische Zwecke ausreichenden Sicherheitsbereichs auf 90 % festgelegt (Bühner, 2006).

An der ersten Untersuchung nahmen 20 Probanden (17 männlich und 3 weiblich) im Alter von 20 bis 27 Jahren ($M = 23.07$, $SD = 1.75$) teil. Mittels der modifizierten deutschen Version des *Edinburgh Handedness Inventory* von Oldfield (Büsch et al., 2010; Oldfield, 1971) können 10 Versuchsteilnehmer als konsistente Rechts- ($LQ_{RH} = 100$) und 10 Versuchsteilnehmer als konsistente Linkshänder ($LQ_{LH} = -100$) eingestuft werden. Die LH können zusätzlich danach differenziert werden, ob sie die Computermaus mit der linken Hand („Linksmäuser“, $n = 5$) oder der rechten Hand („Rechtsmäuser“, $n = 5$) verwenden.

Ergebnisse

Die 2-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung bestätigt eine signifikante disordinale Interaktion für die S-PA zwischen der Ausführungsseite und der Händigkeit, $F(1, 18) = 28.01$, $p < .001$, $\eta^2_{part.} = .62$. In der S-PA zeigen Rechts- und Linkshänder bessere Leistungen jeweils mit der dominanten Hand (siehe Abbildung 3a).

Die 2-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung bestätigt eine signifikante ordinale Interaktion für die C-PA zwischen der Ausführungsseite und der Händigkeit, $F(1, 18) = 16.57$, $p = .001$, $\eta^2_{part.} = .48$. Während die Rechtshänder in der C-PA bessere Leistungen mit der rechten Hand gegenüber der linken Hand zeigen, $t(9) = 7.64$, $p < .001$, $d = 2.88$ ($KI_{90\%}: 1.83 - 3.93$), $1-\beta > .99$, erreichen Linkshänder vergleichbare Leistungen mit links und rechts, $t(9) = 0.71$, $p = .50$, $1-\beta = .25$ (siehe Abbildung 4a).

Die separate Analyse der Linkshänder (Links- versus Rechtsmäuser) zeigt in der S-PA keinen Interaktionseffekt.

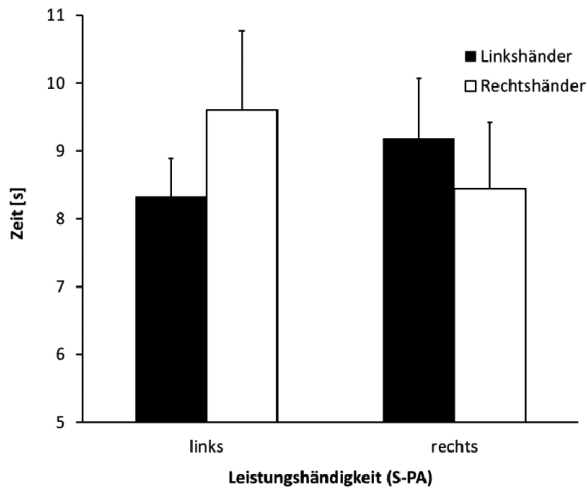


Abbildung 3a. Die durchschnittliche Zeit sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand der links- und rechtshändigen Probanden bei der Stift-Positionierungsaufgabe (S-PA) in Studie 1.

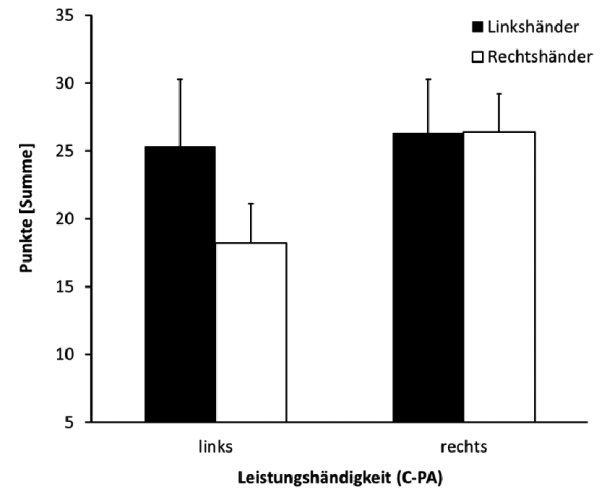


Abbildung 4a. Die durchschnittliche Punktzahl sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand der links- und rechtshändigen Probanden bei der Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA) in Studie 1.

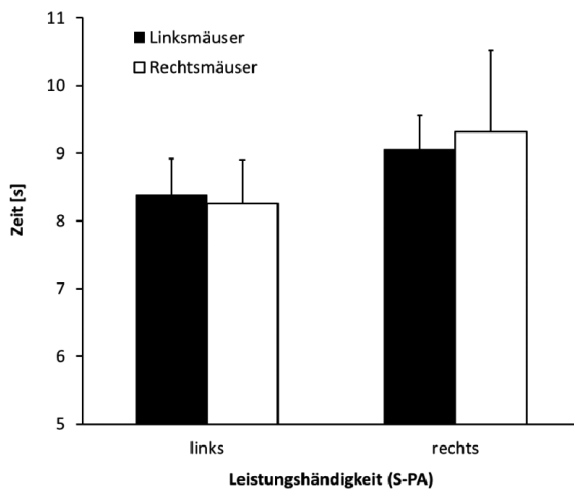


Abbildung 3b. Die durchschnittliche Zeit sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand nur der linkshändigen Probanden bei der Stift-Positionierungsaufgabe (S-PA) in Studie 1.

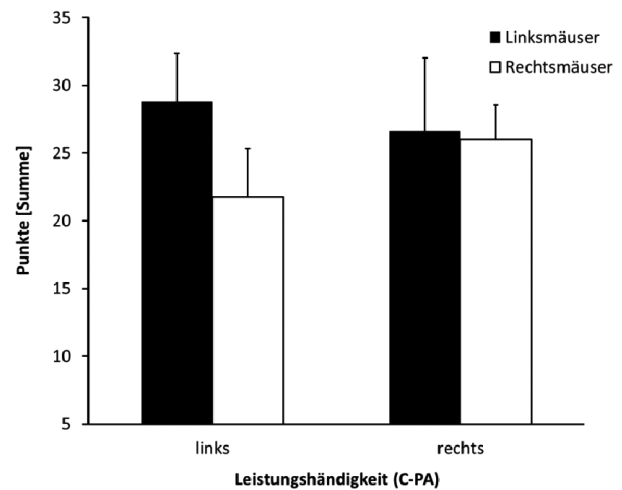


Abbildung 4b. Die durchschnittliche Punktzahl sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand nur der linkshändigen Probanden bei der Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA) in Studie 1.

fekt, $F(1, 8) = 0.90$, $p = .90$, $1-\beta = .13$, jedoch einen Haupteffekt Ausführungsseite mit besseren Leistungen der linken Hand, $F(1, 8) = 18.81$, $p = .002$, $\eta^2_{part.} = .70$ (siehe Abbildung 3b), wohingegen der Interaktionseffekt in der C-PA erwartungskonform bestätigt wird, $F(1, 8) = 10.84$, $p = .01$, $\eta^2_{part.} = .58$. Die ordinale Interaktion ergibt sich zum einen aus den statistisch und praktisch bedeutsam besseren Leistungen der Linksmäuser gegenüber den Rechtsmäusern, wenn die Aufgabe mit der linken Hand ausgeführt wird, $t(8) = 3.16$, $p = .015$, $d = 1.96$ ($KI_{90\%}: 0.70-3.2$), $1-\beta = .88$. Zum anderen sind vergleichbare Leistungen der Links- und Rechtsmäuser mit der rechten Hand zu konstatieren, $t(8) = 0.22$, $p = .83$, $1-\beta = .08$, die statistisch und praktisch bedeutsam

besser sind als die Leistungen der Rechtsmäuser mit der linken Hand, $t(4) = 5.72$, $p = .005$, $d = 1.36$ ($KI_{90\%}: 0.20-2.51$), $1-\beta = .88$ (siehe Abbildung 4b).

Zwischenfazit

Während in der S-PA Rechts- und Linkshänder statistisch und praktisch bedeutsam bessere Leistungen mit der dominanten Hand zeigen, trifft dies in der C-PA nur für die Rechtshänder zu. Die Leistungen der linken und rechten Hand unterscheiden sich bei den Linkshändern nicht, womit die Ergebnisse einer fehlenden Asymmetrie

rie bei Linkshändern von Hoffmann et al. (1997) sowie Peters und Ivanoff (1999) mit einer anderen Cursor-Positionierungsaufgabe repliziert werden konnten.

Der Interaktionseffekt in der C-PA beruht auf dem bedeutsamen Unterschied zwischen Links- und Rechtsmäusern, wenn die Aufgabe mit der linken Hand ausgeführt wird, wobei festzuhalten ist, dass die Leistungen der Linksmäuser mit der rechten Hand das Leistungsniveau der Rechtsmäuser erreichen. Um diese Interpretation empirisch abzusichern, wurde eine systematische Replikationsstudie mit rechts- und linksmäusigen Linkshändern durchgeführt.

Studie 2 (Replikation der Linkshänder-Ergebnisse)

Methode

Für eine Replikationsstudie mit einer A-Priori-Teststärkenbestimmung, wie sie auch in dieser Zeitschrift von Conzelmann und Raab (2009) eingefordert wurde, ergibt sich für eine konventionelle Teststärke ($1-\beta = .80$ bei $\alpha = .05$) ein Stichprobenumfang von $N = 10$. Die Berechnung der Stichprobengröße erfolgte mit dem Programm GPower 3.1.3 (Faul et al., 2009). Die Varianzanalysen mit Messwiederholung sowie die t-Tests für unabhängige und abhängige Stichproben wurden wiederum mit SPSS 21.0 berechnet. Die Replikation wird als erfolgreich betrachtet, wenn die Effektgröße jeweils mindestens im Vertrauensbereich der ersten Studie liegt oder höher ausfällt.

An der Replikationsstudie nahmen 10 Probanden (7 männlich und 3 weiblich) im Alter von 20 bis 28 Jahren ($M = 23.80$, $SD = 3.05$) teil. Mittels der modifizierten deutschen Version des Edinburgh Handedness Inventory von Oldfield (Büsch et al., 2010; Oldfield, 1971) können alle Probanden als konsistente Linkshänder ($LQ_{LH} = -100$) eingestuft werden, wobei $n = 5$ Personen Linksmäuser und $n = 5$ Rechtsmäuser waren.

Ergebnisse

Für die S-PA ergibt sich wie erwartet kein Interaktionseffekt, $F(1, 8) = 0.001$, $p = .98$, $1-\beta = .05$, jedoch ein Haupteffekt für die Ausführungsseite mit besseren Leistungen der linken Hand, $F(1, 8) = 11.67$, $p = .009$, $\eta^2_p = .59$ (siehe Abbildung 5a).

Die erwartete Interaktion für die C-PA zwischen der Ausführungsseite und der Maus-Händigkeit wird bestätigt, $F(1, 8) = 60.66$, $p < .001$, $\eta^2 = .88$ (siehe Abbildung 5b). Die ordinale Interaktion ergibt sich wie in Studie 1 aus den statistisch und praktisch be-

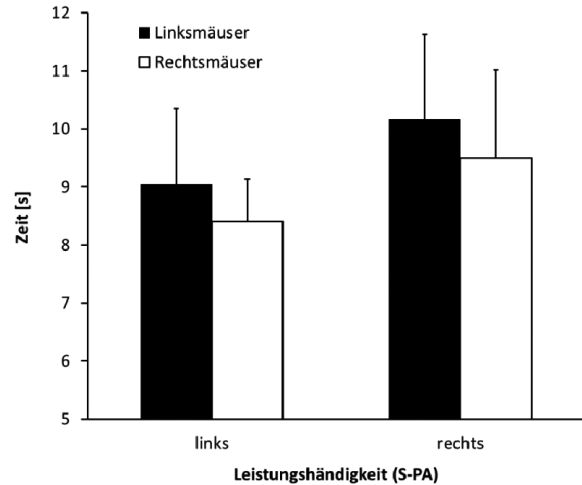


Abbildung 5a. Die durchschnittliche Zeit sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand der linkshändigen Probanden bei der Stift-Positionierungsaufgabe (S-PA) in Studie 2.

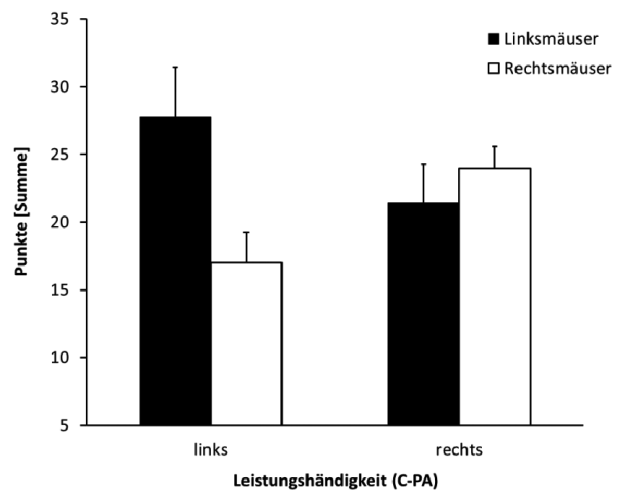


Abbildung 5b. Die durchschnittliche Punktzahl sowie Standardabweichung mit der linken und rechten Hand der linkshändigen Probanden bei der Cursor-Positionierungsaufgabe (C-PA) in Studie 2.

deutsam besseren Leistungen der Linksmäuser gegenüber den Rechtsmäusern, wenn die Aufgabe mit der linken Hand ausgeführt wird, $t(8) = 5.66$, $p < .001$, $d = 3.58$. Die Effektgröße $d = 3.58$ liegt über dem oberen Grenzwert der 90%-Vertrauensintervalls $d' = 3.20$ aus der ersten Studie.

Ebenfalls können vergleichbare Leistungen der Links- und Rechtsmäuser mit der rechten Hand bestätigt werden, $t(8) = 1.77$, $p = .12$, $1-\beta = .49$, die statistisch und praktisch bedeutsam besser sind als die Leistungen der Rechtsmäuser mit der linken Hand, $t(4) = 7.34$, $p = .002$, $d = 3.29$, $1-\beta > .99$. Die Effektgröße $d = 3.29$ liegt ebenfalls über dem oberen Grenzwert

des 90%-Vertrauensintervalls $d' = 2.51$ aus der ersten Studie.

Zusammenfassend stellen die statistisch und praktisch bedeutsam besseren Leistungen der Linksmäuser gegenüber den Rechtsmäusern bei der Aufgabe mit der linken Hand sowie die vergleichbaren Leistungen der Links- und Rechtsmäuser bei der Aufgabe mit der rechten Hand eine systematische Replikation der Ergebnisse aus der ersten Studie dar.

Diskussion und Fazit

Motorische Testleistungen in Lateralitätsstudien unterliegen einem praktisch bedeutsamen „Verzerrungsfehler“ durch motorische Erfahrungen mit der nicht-dominanten rechten Hand, wenn die Aufgabe mit einer Computermaus ausgeführt werden muss. Durch die Standardkonfiguration eines PC können Linkshänder ohne bedeutsame Leistungsreduktionen die Computermaus mit der rechten Hand bedienen (*Rechtsmäuser*). Dennoch zeigen linkshändige Personen, die auch die Computermaus mit der linken Hand führen (*Linksmäuser*), praktisch bedeutsam bessere motorische Leistungen als Rechtsmäuser. Einige empirische Befunde verdeutlichen hierzu, dass es Linkshändern im Gegensatz zu Rechtshändern schneller gelingt, neue Tätigkeiten mit der nicht-dominanten Hand zu erlernen bzw. auszuführen (Kilshaw & Annett, 1983; Przybyla, Good & Sainburg, 2012). Die damit verbundenen geringeren Links-Rechts-Asymmetrien werden unter anderem durch kulturelle Einflüsse erklärt, da Linkshänder in vielen Situationen ihre rechte Hand benutzen „müssen“, z. B. beim Händeschütteln etc.

Für Leistungstests mit dem PC, aber auch für Händigkeitsfragebögen ist abschließend zu konstatieren, dass für Lateralitätsstudien Aufgaben mit der Computermaus nicht angezeigt sind (im Gegensatz dazu siehe beispielsweise Dragovic, 2004; Williams, 2010). Des Weiteren wird in weiterführenden Studien auch die Differenzierung zwischen transparenter, d. h. Beziehungen zwischen Körperbewegungen und Werkzeugeffekten, die für den Handelnden *direkt einsichtig* sind, z. B. bei der Stift-Positionierungsaufgabe, und intransparenter Werkzeugtransformation, d. h. Beziehungen zwischen Körperbewegungen und Werkzeugeffekten, die für den Handelnden *nicht direkt einsichtig* sind, z. B. bei der Cursor-Positionierungsaufgabe (Massen, 2012; Rieger, 2012) in Vergleichsstudien zu berücksichtigen sein.

Literatur

Ackland, T. & Hendrie, G. (2005). Training the non-preferred hand for fine motor control using a computer mouse.

- International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, 149–155. doi: 10.1016/j.ergon.2004.02.004
- Amir, Y. & Sharon, I. (1990). Replication Research: A “must” for the scientific advancement of psychology. In J. W. Neuliep (Ed.), *Handbook of replication research in the behavioral and social sciences* (pp. 51–69). Corte Medera, CA: Select.
- Annett, J. (1994). The learning of motor skills: sports science and ergonomics perspectives. *Ergonomics*, 37 (1), 5–16.
- Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 61, 303–321.
- Annett, M. (1972). The distribution of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, 63, 343–358.
- Annett, M. (1992). Spatial ability in subgroups of left- and right-handers. *British Journal of Psychology*, 83, 493–515.
- Borod, J. C., Caron, H. S. & Koff, E. (1984). Left-handers and right handers compared on performance and preference measures of lateral dominance. *British Journal of Psychology*, 75, 177–186.
- Brown, S. G., Roy, E. A., Rohr, L. E. & Bryden, P. J. (2006). Using hand performance measures to predict handedness. *Laterality*, 11, 1–14.
- Bryden, P. J. & Roy, E. A. (1999). Spatial task demands affect the extent of manual asymmetries. *Laterality*, 4, 27–37.
- Bryden, P. J., Roy, E. A., Rohr, L. E. & Egilo, S. (2007). Task demands affect manual asymmetries in pegboard performance. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 12, 364–377.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Büsch, D., Hagemann, N. & Bender, N. (2010). The dimensionality of the Edinburgh Handedness Inventory: An analysis with models of the item response theory. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 15, 610–628.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conzelmann, A. & Raab, M. (2009). Datenanalyse: Das Null-Ritual und der Umgang mit Effekten in der Zeitschrift für Sportpsychologie. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 16, 43–54.
- Cumming, G. & Maillardet, R. (2006). Confidence intervals and replication: Where will the next mean fall? *Psychological Methods*, 11, 217–227.
- Deville, G. J. (2007). *The Effect Size Generator for Windows (Version 4.1)* [Computer-Programm]. Swinburne University, Australia: Brain Sciences Institute.
- Doyen, A. L. & Carlier, M. (2002). Measuring handedness: A validation study of Bishop’s reaching card test. *Laterality*, 7, 115–130.
- Dragovic, M. (2004). Towards an improved measure of the Edinburgh Handedness Inventory: A one-factor congeneric measurement model using confirmatory factor analysis. *Laterality*, 9, 411–419.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363–406.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A. & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149–1160.
- Francis, G. (2012). Publication bias and the failure of replication in experimental psychology. *Psychonomic Bulletin*

- tin & Review, 19, 975–991. doi: 10.3758/s13423-012-0322-y
- Giles, J. (2006). The trouble with replication. *Nature*, 442, 344–347. doi: 10.1038/442344a
- Grouios, G. (2006). Right hand advantage in visually guided reaching and aiming movements: brief review and comments. *Ergonomics*, 49, 1013–1017.
- Hausmann, M., Kirk, I. J. & Corballis, M. C. (2004). Influence of task complexity on manual asymmetries. *Cortex*, 40, 103–110.
- Hoffmann, E. R., Chang, W. Y. & Yim, K. Y. (1997). Computer mouse operation: is the left-handed user disadvantaged? *Applied Ergonomics*, 28, 245–248.
- Kilshaw, D. & Annett, M. (1983). Right- and left-hand skill: Effects of age, sex, and hand preference showing superior skill in left-handers. *British Journal of Psychology*, 74, 253–281.
- Kopiez, R. & Galley, N. (2010). Händigkeit: ihre theoretischen Grundlagen und ihre Bedeutung für das Instrumentalspiel. In H. Gembris (Hrsg.), *Begabungsförderung und Begabungsforschung in der Musik* (S. 111–136). Münster: Lit.
- Kopiez, R., Jabusch, H.-C., Galley, N., Homann, J.-C., Lehmann, A. C. & Altenmüller, E. (2011). No disadvantage for left-handed musicians: The relationship between handedness, perceived constraints and performance-related skills in string players and pianists. *Psychology of Music*, 40, 357–384. doi: 10.1177/0305735610394708
- Krakauer, J. W., Mazzoni, P., Ghazizadeh, A., Ravindran, R. & Shadmehr, R. (2006). Generalization of motor learning depends on the history of prior action. *Plos Biology*, 10, 1798–1808.
- Massen, C. (2012). Die Planung und kognitive Repräsentation von Handlungen mit Werkzeugen. *Psychologische Rundschau*, 63, 79–91. doi: 10.1026/0033-3042/a000117
- Maurer, H. (2003). *Interaktiver Punktiertest zur Bestimmung der Handgeschicklichkeit* [Computer-Programm]. Saarbrücken: eBuT. Zugriff am 31.10.2011. Verfügbar unter <http://www.bewegung-und-training.de>.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.
- Peters, M. & Ivanoff, J. (1999). Performance asymmetries in computer mouse control of right-handers, and left-handers with left- and right-handed mouse experience. *Journal of Motor Behavior*, 31, 86–94.
- Provins, K. (1997). The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. *Journal of Motor Behavior*, 29, 183–192.
- Przybyla, A., Good, D. C. & Sainburg, R. L. (2012). Dynamic dominance varies with handedness: Reduced interlimb asymmetries in left-handers. *Experimental Brain Research*, 216, 419–431.
- Rieger, M. (2012). Internal models and body schema in tool use. *Zeitschrift für Psychologie*, 220, 50–52. doi: 10.1027/2151-2604/a000091
- Sainburg, R. L. (2002). Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research*, 142, 241–258.
- Sidman, M. (1960). *Scientific research. Evaluating experimental data in psychology*. New York: Basic.
- Smith, N. C. (1970). Replication studies: A neglected aspect of psychological research. *American Psychologist*, 25, 970–975.
- Sülzenbrück, S., Hegele, M., Rinkenauer, G. & Heuer, H. (2011). The death of handwriting: Secondary effects of frequent computer use on basic motor skills. *Journal of Motor Behavior*, 43, 247–251.
- Tapley, S. M. & Bryden, M. P. (1985). A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 23, 215–221.
- Thompson, E. N. (1974). A plea for replication. *California Journal of Educational Research*, 25, 79–86.
- Triggs, W. J., Calvanio, R., Levine, M., Heaton, R. K. & Heilman, K. M. (2000). Predicting hand preference with performance on motor tasks. *Cortex*, 2000 (36), 679–689.
- Williams, S. (2010). *A major revision of the Edinburgh Handedness Inventory 1.1*. Zugriff am 11.06.2012. Verfügbar unter <http://homepage.ntlworld.com/steve.williams7/A%20major%20revision%20of%20the%20Edinburgh%20Handedness%20Inventory.pdf>

Dirk Büsch

H:G Hochschule für Gesundheit & Sport
Fakultät Sport
10367 Berlin
E-Mail: dirk.buesch@my-campus-berlin.com

Institut für Angewandte Trainingswissenschaft
Fachbereich Technik-Taktik
04109 Leipzig
E-Mail: dbuesch@iat.uni-leipzig.de