

Feldstudie zur Erfassung des Einflusses eines Exoskelettes auf Energieumsatz, Arbeitspuls und subjektive Beanspruchung bei der Überkopfarbeit in der Lackiererei eines Automobilherstellers

Michael HEFFERLE^{1,2}, Karsten KLUTH¹

*¹Institut für Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen
Paul-Bonatz-Straße 9-11, D-57068 Siegen*

*²BMW AG, Steuer- und Methodenstelle Arbeitssicherheit / Ergonomie
Moosacherstraße 51, D-80809 München*

Kurzfassung: Muskel-Skelett-Erkrankungen sind unverändert der Hauptgrund für Arbeitsunfähigkeitstage in der Automobilindustrie. Verletzungen der Schulter sind besonders problematisch, da sie zu den längsten Ausfallzeiten aller arbeitsbedingten Verletzungen führen. Exoskelette besitzen das Potenzial die Beanspruchungen zu senken, indem sie gezielt hoch beanspruchte Körperregionen entlasten. 10 Probanden verbauten in einer Feldstudie Kunststoffstopfen im Unterboden in der Lackiererei eines Automobilherstellers in Überkopfarbeit und erprobten dabei das PAEXO Überkopfexoskelett. Ergospirometrie und ein Pulsgurt dienten der objektiven Erfassung der Sauerstoffaufnahme, des Energieumsatzes sowie der Herzschlagfrequenz. Das Beanspruchungsempfinden der Probanden wurde körperteil- sowie ganzkörperspezifisch unter Einsatz der CR-10 Skala in Verbindung mit einer Body-Map erhoben und ausgewertet. Durch die Intervention ergaben sich bei Sauerstoffaufnahme, Energiearbeitsumsatz und Arbeitspuls sehr geringe relative Reduktionsraten, die statistisch nicht signifikant waren. Das Beanspruchungsempfinden reduzierte sich statistisch signifikant in 8 von 18 Fällen körperteilbezogen sowie ganzkörperspezifisch. Die gegensätzlichen Ergebnisse sollten mit weiteren Feldstudien und größeren Fallzahlen kritisch überprüft werden.

Schlüsselwörter: Überkopfarbeit, Herzschlagfrequenz, Ergospirometrie, Muskel-Skelett-Erkrankungen, Exoskelett, Subjektive Beanspruchung

1. Hintergrund

Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) waren bereits zu Beginn des 21.ten Jahrhunderts die am häufigsten vorkommende Ursache arbeitsbedingter Verletzungen (Statistical office of the European communities 2010). Zehn Jahre später hat sich die Situation nicht verbessert; kumuliert mit rund 125 Mio. Arbeitsunfähigkeitstagen sind die MSE nach wie vor der Hauptgrund für die Ausfalltage (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) 2017). Arbeiten im Überkopfbereich stellt ein besonders großes Risiko dar, da es zu Verletzungen des Schulterapparates führen kann (Bjelle et al. 1979), welche zu den längsten Ausfallzeiten im produzierenden Gewerbe führen (American Society of Biomechanics 2017). Um dies zu verhindern, nimmt die Prävention daher einen immer wichtigeren Stellenwert in der Industrie ein (Bargende et al. 2017). Exoskelette können einen Beitrag zur Präventionsarbeit, in-

dem sie gezielt hoch beanspruchte Körperpartien entlasten und für eine günstigere ergonomischere Körperhaltung sorgen (Looze et al. 2016).

Obwohl Exoskelette bereits an einigen Überkopfarbeitsplätzen in der Industrie probeweise eingesetzt werden, existieren vergleichsweise wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Physiologie (Weston et al. 2018). Fast ausschließlich wurden die Ergebnisse unter Laborbedingungen generiert. Da sich physiologischen Auswirkungen im Feld von denen im Labor möglicherweise unterscheiden, sollten diese um Feldstudien ergänzt werden (Ferguson et al. 2013; Huisamen et al. 2018).

2. Methoden

2.1 *Passives Exoskelett*

In der durchgeführten Feldstudie wurde das passive Exoskelett PAEXO verwendet, welches den Träger bei Tätigkeiten im Überkopfbereich unterstützt. Die grundsätzliche Wirkweise von passiven Überkopfexoskeletten wurde bereits mehrfach berichtet (Dahmen & Hefferle 2018; Hensel & Keil 2018) und eine detaillierte Beschreibung des PAEXO Exoskelettes kann in der Literatur nachgelesen werden (Hefferle et al. 2019; Schmalz et al. 2019).

2.2 *Probanden*

Zehn Probanden, sieben Männern und drei Frauen, nahmen am Versuch teil, wobei deren anthropometrische Daten Tabelle 1 (jeweils MW \pm Std.-Abw.) entnommen werden können. Die Probanden besaßen eine durchschnittliche Erfahrung von $5,1 \pm 13,1$ Monaten am untersuchten Arbeitsplatz und waren ausnahmslos Rechtshänder. Fünf männliche Probanden waren Mitarbeitende im produktiven Bereich, die verbleibenden Probanden und Probandinnen waren Mitarbeiter aus dem indirekten Bereich mit keiner oder nur eingeschränkter Erfahrung im Produktionsbereich.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der charakteristischen Probandendaten.

Probanden	Alter [y]	Größe [cm]	Gewicht [kg]	BMI [kg/m ²]
10 (7m, 3w)	28,4 \pm 9,3	177,8 \pm 9,3	75,5 \pm 13,3	23,8 \pm 3,5

2.3 *Arbeitsplatz und Versuchsablauf*

Die Feldstudie wurde an einem Überkopfmontagearbeitsplatz in der Lackiererei eines Automobilherstellers durchgeführt. Mittig im Tunnel (Aussparung für den späteren Verbau des Antriebsstranges bei heckgetriebenen Fahrzeugen) unterhalb der Karosserie stehend, verbauten die Probanden 13 Stopfen (8x D35, 2x D25, 3x D20, Durchmesser in mm) am Unterboden der Fahrzeugkarosserie im 67 Sekunden-Takt in annähernd 90° Schulterextensionswinkel, wobei das Hand-Arm-Schulter-System hierbei symmetrisch belastet wurde.

Vor Versuchsbeginn wurde jeder Proband über die Wirkweise der Messtechnik und des Exoskelettes aufgeklärt, das Gerät wurde auf die individuellen Körpermaße eingestellt und die Kraftunterstützung nach den Herstellerangaben justiert. Die produktionsunerfahrenen Probanden wurden im weiteren Verlauf in den Arbeitsplatz

eingewiesen und sie absolvierten eine Eingewöhnungsphase von mindestens 30 Minuten. Die Probanden waren im Anschluss in der Lage alle erforderlichen Arbeitsschritte in derselben Zeit und Präzision wie die produktionserfahrenen Probanden zu absolvieren.

Zum Abschluss der Vorbereitungsphase legte der Proband die Messtechnik und im Falle der Interventionsbedingung das Exoskelett an. Die Ruhewerte der Herzschlagfrequenz und der Ergospirometrie wurden über fünf Minuten erfasst. Anschließend begannen die Probanden sofort mit ihrer Tätigkeit am Arbeitsplatz. Start eines Taktes war die erste Bewegung zur Ausführung der Tätigkeit, das Ende der Abschluss des letzten Arbeitsschrittes.

Jeder Proband führte mindestens zehn vollständige Arbeitstakte aus. Störungen wie etwa Bandstillstand führten im Einzelfall zu einer geringeren Anzahl. Die Versuchsbedingung endete mit einer dreiminütigen Ruhephase. Die Messtechnik und ggf. das Exoskelett legte der Proband nach Beendigung ab und füllte direkt im Anschluss die bereitgestellte Body-Map aus. Nach einer Pause wiederholte sich die Prozedur analog für die verbleibende Versuchsbedingung.

Einem within-subject Design folgend durchliefen alle Studienteilnehmer dasselbe Versuchsdesign zweimal, wobei die jeweilige Startversuchsbedingung randomisiert zugeteilt zwischen den Probanden kontrolliert gewechselt wurde. Reihenfolge- und Lerneffekte waren so auszuschließen.

2.4 Datenerhebung

Für die Erhebung des Beanspruchungsempfindens der Probanden wurde eine selbst entwickelte Body-Map (Corlett & Bishop 1976) in Verbindung mit der CR-10 Skala eingesetzt (Borg 1998), bei der die Beanspruchung von 0, „keine Beanspruchung“ bis 10, „Maximale Beanspruchung“ für 18 Körperteile bewertet wurde. Eine VAS-Skala (Kersten et al. 2012), welche von -4, „nicht anstrengend“ bis +4 „sehr anstrengend“ (Kluth 2001) lief, diente der Erfassung der Ganzkörperbeanspruchung.

Für die Aufnahme der ergospirometrischen Daten wurde das Gerät MetaMax 3B-R2 inkl. einem Polar-Brustgurt zur Erfassung der Herzschlagfrequenz im mobilen Einsatz mit einem Tragegurt auf Brusthöhe verwendet. Die Herzschlagfrequenz (min^{-1}), die absolute sowie die relative Sauerstoffaufnahme (VO_2 , VO_2/kg) und der Energieumsatz (kcal/h) wurden erfasst.

2.5 Datenanalyse

Die ordinalskalierten subjektiven Angaben aus der Body-Map zu den beiden Versuchsbedingungen wurden mittels nicht-parametrischem Wilcoxon-Test statistisch ausgewertet. Die objektiven Messdaten wurden vorab auf Normalverteilung mittels K-S-Test und Shapiro-Wilk-Test überprüft (Field 2011) und anschließend auf Unterschiede der Mittelwerte per zweiseitigem t-Test für abhängige Stichproben statistisch ausgewertet. Für alle vorgenannten Tests wurde eine Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Für eine kontinuierliche Datenauswertung wurden die gemessenen Rohdaten mittels linearer Interpolation auf eine künstliche Abtastrate von 10 Hz hochgerechnet und anschließend mit einem 10-Sekunden-gleitendem-Mittelwert-Filter („moving average“) geglättet (Koller et al. 2016). Der Mittelwert zweier Zeitfenster mit jeweils 90s aus beiden Ruhephasen ergab einen Gesamt-Ruhewert pro Messparameter.

Die Mittelwerte der jeweils drei letzten Arbeitstakte während der Arbeitsphase „Work“ wurden für die Auswertung herangezogen, wobei ein Zeitfenster über 30% (60% nach Start und 10% vor Abschluss) des jeweiligen Taktes gewählt wurde. Potentielle Störeffekte wurden durch eine anfängliche Eingewöhnungssituation (Prüfungssituation, Messtechnik und ggf. Exoskelett) so möglichst gering gehalten. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass zum Schluss der Arbeitsphase die Steady-State Bedingung erreicht wurde (Schmalz et al. 2019). Zur Normalisierung wurde der jeweilige gemittelte Ruhewert pro Messparameter abgezogen (Normierter absoluter Messwert = absoluter Messwert – Gesamt-Ruhewert), sodass sich für jeden Parameter normierte absolute Umsatz- bzw. Arbeitswerte ergaben. Zur Ermittlung der normierten relativen Umsatz- bzw. Arbeitsanstiege wurde der absolute Umsatz- bzw. Arbeitswert in Bezug zum Ruhewerte gesetzt (Normierter relativer Messwert = Normierter absoluter Messwert / Gesamt-Ruhewert * 100 %).

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse für die subjektive Beanspruchung sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Statistisch signifikante Reduktionen sind mit fetter Schrift markiert.

Tabelle 2: Ergebnisse der subjektiven Beanspruchung. Statistisch signifikante Ergebnisse fett markiert ($n = 10$, $\alpha = 0,05$).

Körperteile		NoExo (MW ± Std.-Abw.)	Exo (MW ± Std.-Abw.)	Rel. Differenz (p-Wert)
Obere Extremitäten				
Hand & Finger	rechts	7,60 ± 1,91	7,10 ± 2,74	-5 %
	links	5,70 ± 3,23	5,20 ± 3,52	-5 %
Unterarm	rechts	4,40 ± 1,74	3,20 ± 2,14	-12 %
	links	3,60 ± 2,24	2,80 ± 2,44	-8 %
Ellenbogen	rechts	3,50 ± 1,91	2,40 ± 1,36	-11 %
	links	3,00 ± 1,95	2,00 ± 1,48	-10 %
Oberarm	rechts	5,20 ± 1,47	3,20 ± 1,40	-20 % (0,008)
	links	4,10 ± 2,12	2,60 ± 1,50	-15 % (0,047)
Schultern vorne & Rumpf				
Schultern vorne	rechts	5,80 ± 1,99	2,30 ± 1,55	-35 % (0,004)
	links	5,00 ± 2,65	1,90 ± 1,51	-31 % (0,016)
Rumpf oben		2,20 ± 1,99	1,70 ± 1,49	-5 %
Rumpf unten		2,50 ± 2,25	1,80 ± 1,47	-7 %
Nacken & Schultern hinten				
Nacken		4,50 ± 2,33	3,20 ± 2,14	-13 %
Schulter hinten	rechts	5,10 ± 2,21	2,50 ± 1,63	-26 % (0,016)
	links	4,60 ± 2,62	2,10 ± 1,58	-25 % (0,031)
Wirbelsäule		3,50 ± 2,06	2,10 ± 1,37	-14 % (0,031)
Rücken oben		4,00 ± 2,28	2,50 ± 1,43	-15 % (0,031)
Rücken unten		4,30 ± 1,68	3,10 ± 1,70	-12 %
Gesamtkörper				
VAS		-0,10 ± 2,26	-2,40 ± 1,56	-29 % (0,004)

Sämtliche Datensätze der objektiven Messdaten waren normalverteilt. Die normalisierte absolute (-0,0038 l/min) und relative (-4,36 %) Sauerstoffaufnahme (VO₂) ergab eine geringe, nicht signifikante Reduktion der Mittelwerte für die Intervention gegenüber der Kontrollbedingung. Für die normalisierte absolute (-0,14 ml/min/kg)

und relative (-4,55 %) spezifische Sauerstoffaufnahme (VO_2/kg), für die normierte absolute (-0,97 Hz) und relative (-1,46 %) Herzschlagfrequenz sowie für den normierten absoluten (-2,11 kcal/h) und relativen (-5,83 %) Energieumsatz ergaben sich statistisch nicht signifikante Reduktionen der Mittelwerte.

4. Diskussion und Zusammenfassung

Die Ergebnisse zur subjektiven Beanspruchung zeigen eine statistisch signifikante Reduktion in den unterstützten Körperpartien, wie bereits auch eine andere Studie beim Einsatz eines Überkopffexoskelettes für die Automobilindustrie zeigen konnte (Spada et al. 2018). In einer weiteren Feldstudie in der der Einfluss des PAEXO auf die subjektive Beanspruchung an realen Arbeitsplätzen untersucht wurde, ergaben sich für aus technisch-funktioneller Sicht nicht entlastete Körperregionen (Ellenbogen, Unterarm, Hand & Finger) signifikante Beanspruchungsreduktionen. Keine Beanspruchungsveränderungen ergaben sich an den „Schultern“ oder dem „Rücken“ (Hefferle et al. 2019). Die vorliegenden Ergebnisse stehen bis auf den „Nacken“ daher im Widerspruch mit den Ergebnissen der Vergleichsstudie. Obwohl beide Untersuchungen im Feld durchgeführt wurden, unterschieden sich zum einen die betrachteten Arbeitsplätze (Montage Unterbodenverkleidung gegen Setzen von Kunststoffstopfen in der Lackiererei) und zum anderen wurde in der vorliegenden Studie eine neuere Version des PAEXO Exoskelettes eingesetzt. Die Ergebnisse zur subjektiven Beanspruchung werden allerdings durch weitere Studien (Hensel & Keil 2018; Kim & Nussbaum 2019) bestätigt und erscheinen daher realistisch.

Die objektiven Messdaten zeigten eine geringe, statistisch nicht signifikante Reduktion der metabolischen Parameter. In der Labor-Prinzipstudie von Schmalz et al. (2019) ergaben sich in drei Versuchsabschnitten, in denen jeweils in annähernd statischer Schulterextension für fünf Minuten Überkopf Schrauben mittels Akkuschauber eingeschraubt wurden, statistisch signifikante Reduktionen der spezifischen Sauerstoffaufnahme (VO_2/kg) und der Herzschlagfrequenz (min^{-1}). Die Hauptunterschiede beider Studien lagen in der Länge des für die Datenerhebung relevanten Zeitfensters. Während in der vorliegenden Studie die Taktzeit eines real existierenden Arbeitsplatzes den Zeitraum definierte, wurde in der Untersuchung von Schmalz et al. (2019) ein Zeitraum von 5 Minuten gewählt. Bei solch langen kontinuierlichen Arbeitszyklen wird bei annähernd statischer Muskelarbeit ein exponentiell steigender Ermüdungsgrad (Rohmert & Laurig 1975) der lokal belasteten Muskulatur erreicht und der unterstützende Effekt des Exoskelettes dürfte deutlich stärker zum Tragen kommen, was den statistisch signifikanten Unterschied erklären könnte.

Obwohl bei Felduntersuchungen die Umgebungseinflüsse unkontrollierbar häufig variieren können und daher eine Vergleichbarkeit nicht immer gegeben ist, bieten Feldexperimente gegenüber Laboruntersuchungen den Vorteil, dass sie Daten der Wirklichkeit liefern (Strasser 1982). Im diskutierten Fall ergeben sich Unterschiede zwischen Labor- und Feldversuch, welche nicht allein durch die Unterschiede im Versuchsdesign begründet liegen dürften. Daher sollten in Zukunft weitere Untersuchungen im Feld wie auch im Labor mit replizierten Studiendesigns durchgeführt werden, um dem Problem der geringen Probandenscharen und der daraus resultierenden geringen Aussagekraft zu begegnen (Kim & Nussbaum 2019).

5. Literatur

- American Society of Biomechanics, editor (2017) EMG assessment of a shoulder support Exoskeleton during on-site job tasks. 2 p.
- Bargende M, Reuss H-C, Wiedemann J, editors (2017) 17. Internationales Stuttgarter Symposium: Automobil- und Motorentechnik. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. 1 Online-Ressource (LXIV, 1591 S. 958 Abb).
- Bjelle A, Hagberg M, Michaelsson G (1979) Clinical and ergonomic factors in prolonged shoulder pain among industrial workers. *Scand J Work Environ Health* 5: 205–210.
- Borg G (1998) Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, Ill.: Human Kinetics. 104 p.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2017) Berufskrankheiten durch mechanische Einwirkungen.
- Corlett EN, Bishop RP (1976) A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics* 19: 175–182.
- Dahmen C, Hefferle M (2018) Application of Erg. Assessm. Methods on an Exoskeleton Centered Workplace. Proceedings of the The XXXth Annual Occupational Ergonomics & Safety Conference.
- Ferguson SA, Allread WG, Le P, Rose J, Marras WS (2013) Shoulder muscle fatigue during repetitive tasks as measured by electromyography and near-infrared spectroscopy. *Human factors* 55: 1077–1087 (14.03.2019).
- Field A (2011) *Discovering statistics using SPSS: (and sex and drugs and rock 'n' roll)*. Los Angeles, Calif.: Sage. 821 p.
- Hefferle M, Dahmen C, Kluth K (2019) Einfluss eines Exoskeletts zur Unterstützung von Überkopftätigkeiten in der Automobilindustrie auf die subjektive, körperliche Beanspruchung: Eine explorative Feldstudie. ASU - Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin
- Hensel R, Keil M (2018) Subjektive Evaluation industrieller Exoskelette im Rahmen von Feldstudien an ausgewählten Arbeitsplätzen. *Z. Arb. Wiss.* 72: 252–263 (22.02.2019).
- Huysamen K et al. (2018) Evaluation of a passive exoskeleton for static upper limb activities. *Applied ergonomics* 70: 148–155.
- Kersten P, Küçükdeveci AA, Tennant A (2012) The use of the Visual Analogue Scale (VAS) in rehabilitation outcomes. *Journal of rehabilitation medicine* 44: 609–610 (19.12.2019).
- Kim S, Nussbaum MA (2019) A Follow-Up Study of the Effects of An Arm Support Exoskeleton on Physical Demands and Task Performance During Simulated Overhead Work. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*: 1–12.
- Kluth K (2001) *Analyse, Beurteilung und ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen in Selbstbedienungsläden*. Siegen: Höpner und Göttert. 266 p.
- Koller J, Gates D, Ferris D, Remy C (2016) 'Body-in-the-Loop' Optimization of Assistive Robotic Devices: A Validation Study. In: Hsu D, Amato N, Berman S, Jacobs S, editors. *Robotics: Science and Systems XII*. Berlin?: Robotics Science and Systems Foundation.
- Looze MP de, Bosch T, Krause F, Stadler KS, O'Sullivan LW (2016) Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics* 59: 671–681 (19.12.2017).
- Rohmert W, Laurig W (1975) *Evaluation of work requiring physical effort*. Luxembourg: Commission of the European Communities Directorate-General Scientific and Techn. Information and Information Management. 168 p.
- Schmalz T, Bornmann J, Schirmmeister B, Schändlinger J, Schuler M (2019) Prinzipstudie zur Wirkung eines industriellen Exoskeletts bei Überkopfarbeit. *ORTHOPÄDIE TECHNIK* 06/19: 36–41
- Spada S, Ghibaudo L, Gilotta S, Gastaldi L, Cavatorta MP (2018) Analysis of Exoskeleton Introduction in Industrial Reality: Main Issues and EAWS Risk Assessment. In: Goonetilleke RS, Karwowski W, 0009835, editors. *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Physical Ergonomics and Human Factors, July 17-21, 2017*
- Statistical office of the European communities (2010) *Health and safety at work in Europe (1999-2007): A statistical portrait*. Luxembourg: Office for official publications of the European Union. 97 p.
- Strasser H (1982) *Arbeitswissenschaftliche Methoden der Beanspruchungsermittlung: Beanspruchungsprofile unter dem Aspekt der Ausführbarkeit und Erträglichkeit menschlicher Arbeit*. Stuttgart: Gentner. 208 p.
- Weston EB, Alizadeh M, Knapik GG, Wang X, Marras WS (2018) Biomechanical evaluation of exoskeleton use on loading of the lumbar spine. *Applied ergonomics* 68: 101–108.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**
Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de