

# Positionspapier (Funktionelle) Elektrostimulation in der Ergotherapie

**(Funktionelle) Elektrostimulation als additive Maßnahme zur Verbesserung, Erhaltung und Entwicklung der individuellen Handlungsfähigkeit in der Ergotherapie**

Positionspapier von Ergotherapie Austria

Folgende Personen haben an der Erstellung des Positionspapiers mitgewirkt: Mag.(FH) Katharina Kößl-Rienesl, BSc; Maria Steinmetz, MSc; Natalie Stiftinger, BSc; Birgit Teynan, MSc; Miriam Wanner, MSc  
Konzeptionelle Mitarbeit durch Dr. Andrea Oswald, MSc

## Die (funktionelle) Elektrostimulation in der Ergotherapie

Die funktionelle Elektrostimulation (FES) bezeichnet die Anwendung von Elektrostimulation während der Durchführung einer willkürlichen Bewegung, um diese zu unterstützen. Sie erfordert die aktive Beteiligung von Patient\*innen. (Schick, Hrsg. Schick, 2021)

Die Anwendungsmöglichkeiten der (F)ES in der Ergotherapie richten sich nach dem gewünschten klient\*innenzentrierten Ziel. Mit Hilfe der (F)ES können einzelne Bewegungen vorbereitend oder Alltagsaktivitäten direkt unter der Stimulation durchgeführt werden (Beispiele: „Löffel zum Essen zum Mund führen“, „Reißverschluss beim Jacke anziehen schließen“, „Geschirrspüler ausräumen“, „Aufstehen, um Gegenstände zu holen“). Der Erwerb der individuellen betätigungsbezogenen Alltagskompetenz wird durch die (F)ES unterstützt.

Das Ziel der Ergotherapie ist die Wiederherstellung von Gesundheit und Wohlbefinden nach einer Erkrankung oder Verletzung (Mc Kittrick et al., 2022). Der\*die Patient\*in und seine\*ihre Rollenerwartungen sind ein wesentlicher Teil des therapeutischen Prozesses (Law et al., 1990). Zur Unterstützung dieser klient\*innenzentrierten Herangehensweise wurde seit 1980 das „Canadian Model of Occupational Performance“ kontinuierlich weiterentwickelt. Dieses Modell wurde um den Aspekt des „Engagement“ (CMOP-E) erweitert. (Townsend & Polatajko, 2007). Basierend auf dem Modell wurde das „Canadian Occupational Performance Measure“ (COPM) als Befragungsinstrument erstellt, um individuelle Anliegen an die Betätigungsperformanz zu identifizieren und zu evaluieren (Law et al., 1990).

Aus diesen Anliegen werden die Ziele der Patient\*innen gewählt, welche wiederum mithilfe der „International Classification of Functioning, Disability and Health“ (ICF) Codes formuliert werden können (WHO, 2005).

Die Therapie jener motorischen Defizite, welche den Problemen der Betätigungsperformanz zugrunde liegen, ist ein wichtiger Bestandteil der Ergotherapie. Dadurch können Alltagskompetenzen verbessert und Patient\*innenziele erreicht werden. Hierbei kann die (F)ES als Ergänzung bestehender Maßnahmen zur Verbesserung motorischer Funktionen (Bekhet et al., 2016, Bosques et al., 2016, Monte-Silva et al., 2019, Yang et al., 2019, Marquez-Chin & Popovic, 2020, Bersch & Fridén, 2021a) und Aktivitäten (Hermann et al., 2010, Sun et al., 2023) eingesetzt werden.

Im Vordergrund der Behandlung mit (F)ES, einschließlich EMG-getriggelter Mehrkanal-Elektrostimulation, steht das Training von Bewegungsabläufen unter Anlage der (F)ES, um den Erwerb und die Erhaltung von Alltagskompetenzen zu unterstützen (Kapadia et al., 2014, Eraifej et al., 2017, Kristensen et al., 2021, Liu & Li, 2023).

Die (F)ES nutzt dabei Prinzipien des motorischen Lernens (z.B. Repetition, aktives Üben, ziel- und alltagsorientierte Handlungen, Motivation, Regelmäßigkeit) (Meier, Hrsg. Schick, 2021) und trägt somit dazu bei die Handlungsfähigkeit der Patient\*innen im Alltag zu verbessern (Kapadia et al., 2014, Eraifej et al., 2017, Kristensen et al., 2021), sowie um deren Lebensqualität (Lu et al., 2015, Schick et al., 2022, Sun et al., 2023) zu erhalten und zu steigern.

Dabei ist es wichtig, die (F)ES an die spezifischen Symptome und die Art der Schädigung (erstes oder zweites Motoneuron) anzupassen, um eine effektive Behandlung zu gewährleisten (van Kerkhof, 2022).

## Die Rolle und die Ziele der (F)ES

Internationale Leitlinien beschreiben, dass die Durchführung von (F)ES während aufgabenorientiertem Training im Alltag positive Effekte auf die Rehabilitation der oberen Extremität nach Schlaganfall hat (Winstein et al., 2016, Küçükdeveci et al., Teasell et al., 2020, Platz et al., 2020, SSNA, 2023, Nelles et al., 2023). Bei inkompletten Querschnittläsionen kann die (F)ES zur funktionellen Erholung beitragen (Weidner et al., 2020).

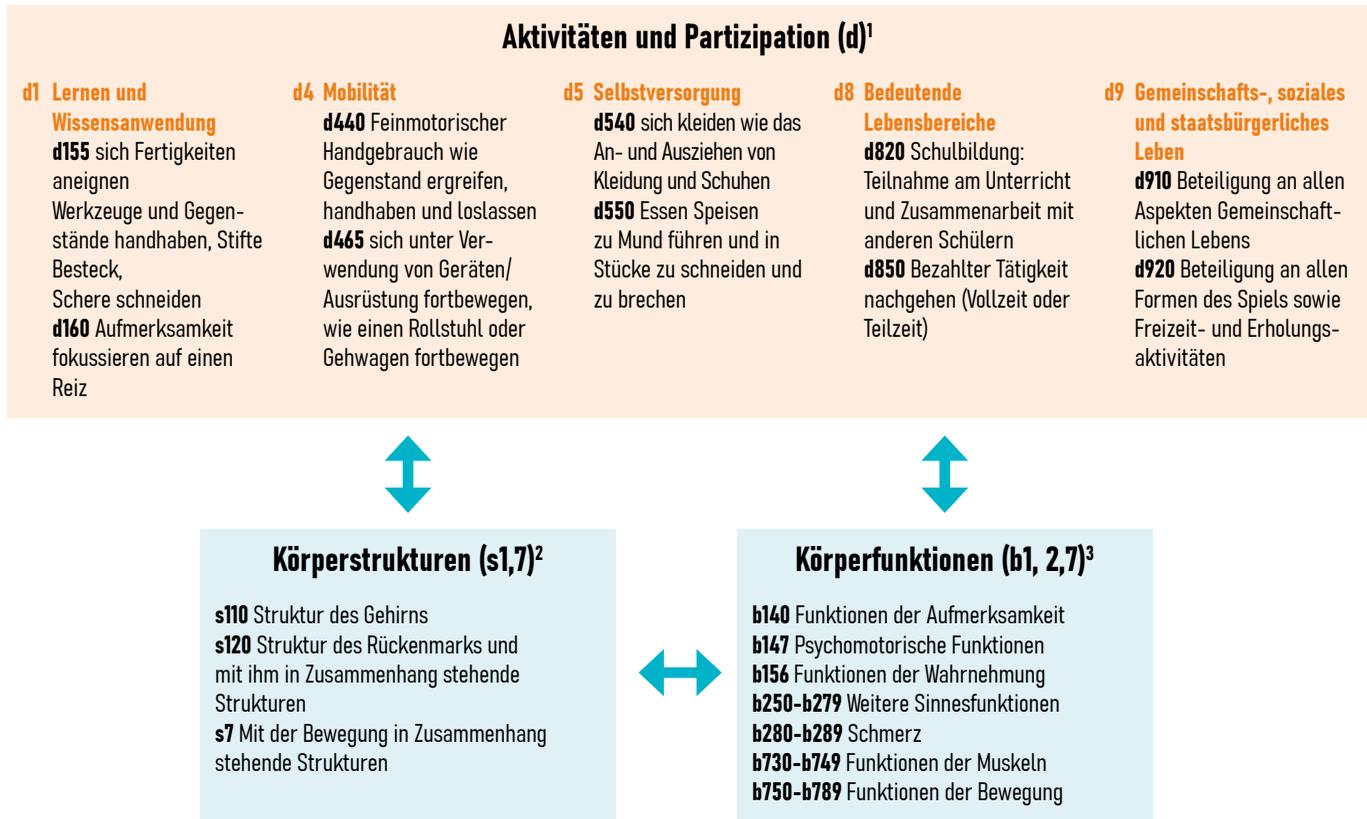
Im folgenden Abschnitt werden Ziele der Ergotherapie exemplarisch anhand der ICF unter Einsatz der (F)ES dargestellt.

Als additive ergotherapeutische Maßnahme, umfasst die (F)ES mehrere wichtige Aspekte, die sich positiv auf die Rehabilitation und den Alltag der Patient\*innen auswirken. Das Training von Alltagskompetenzen mithilfe der (F)ES und der Möglichkeit eines Heimübungsprogrammes durch Leihgeräte (Toh et al., 2022) kann ein Alltagstransfer in jeder Rehabilitationsphase unterstützt werden (Kapadia et al., 2014, Eraifej et al., 2017, Kristensen et al., 2021).

Die neuronale Plastizität (von Lewinski et al., 2009, Beijora et al., 2023) und das motorische Lernen (Bersch & Fridén, 2016, Meier, Hrsg. Schick, 2021) wird durch wiederholende, gezielte Alltagsaktivitäten gefördert. Anhand der Stimulation wird multimodales Feedback über sensomotorische Reize übermittelt, welches die Patient\*innen in der präzisen Bewegungsausführung unterstützt (Popovic et al., 2011).

Fähigkeiten, wie Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Koordination (Roth & Roth 2009, Bös 2001, Burton & Miller 1998) werden durch das repetitive Training mit (F)ES verbessert (Lu et al., 2015, Bosques et al., 2016, Ou et al., 2023). Die Partizipation in bedeutungsvollen Aktivitäten gelingt besser und die Rollenerwartung der Patient\*innen kann erfüllt werden (Bersch & Fridén, 2016, Bersch & Fridén, 2021a). Diese Ansätze führen insgesamt zu einer effektiven Rehabilitation und einer verbesserten Lebensqualität (Lu et al., 2015, Schick et al., 2022, Sun et al., 2023). Patient\*innen werden dadurch frühzeitig zur Selbständigkeit ermutigt (Popovic et al., 2011, Kapadia et al., 2014, Eraifej et al., 2017, Marquez-Chin & Popovic, 2020) und im Selbstmanagement und ihrer Autonomie gefördert (Toh et al., 2022).

**Darstellung 1: Exemplarische Darstellung der Wechselwirkung von ICF Zielen und der (F)ES Maßnahmen**



Diese grafische Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und gilt es für jede\*n Patient\*in individuell zu erstellen

1 Hermann et al., 2010, Popovic et al., 2011, Kapadia et al., 2014, Lu et al., 2015, Erafeij et al., 2017, Yang et al., 2019, Marquez-Chin & Popovic, 2020, Bersch & Fridén, 2021a, Kristensen et al., 2021, Sentandreu-Mañó et al., 2021, Schick et al., 2022, Liu & Lu, 2023, Sun et al., 2023  
 2 von Lewinski et al., 2009, Willand, 2015, Willand et al., 2016, Gordon & English 2016, Bersch & Fridén, 2021a, Beijora et al., 2023, Gordon, 2024  
 3 von Lewinski et al., 2009, Lu et al., 2015, Stein et al., 2015, Vafadar et al., 2015, Bekhet et al., 2016, Bersch & Fridén, 2016, Bosques et al., 2016, Monte-Silva et al., 2019, Yang et al., 2019, Marquez-Chin & Popovic, 2020, Bersch & Fridén, 2021b, Sentandreu-Mañó et al., 2021, Schick et al., 2022, Toh et al., 2022, Ou et al., 2023, Sun et al., 2023, Tenberg et al., 2023

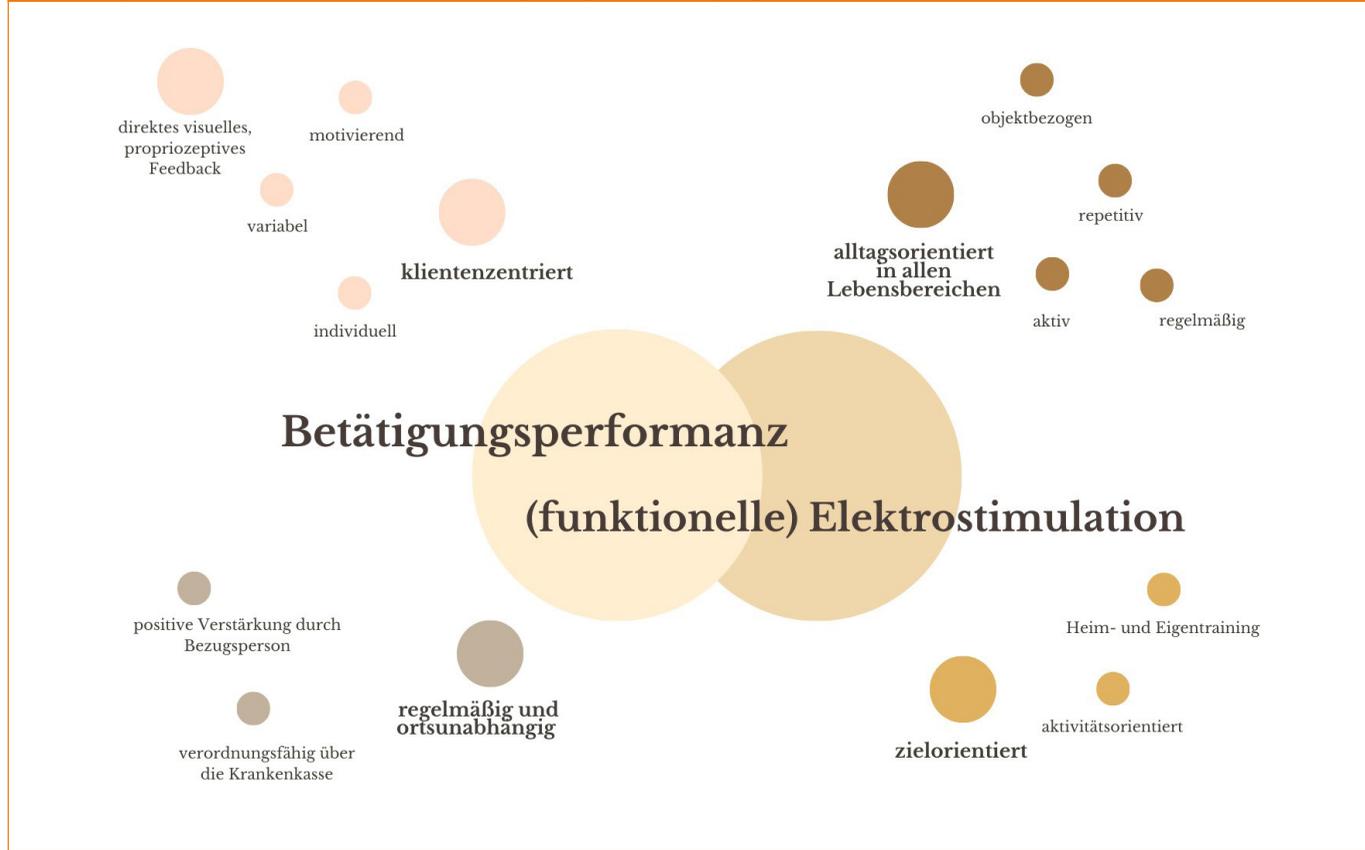
**Potenzial der (F)ES**

Unter Berücksichtigung des pragmatischen Reasoning werden Ergotherapeut\*innen dazu angehalten, kompetenzorientierte Maßnahmen zur Erreichung der individuellen Partizipationsziele zu wählen (Wachtlin & Bohnert, 2017). Die (F)ES als Maßnahme unterstützt durch ihre Förderfaktoren (Meier, Hrsg. Schick, 2021) die individuelle Betätigungsperformanz, welche im ergotherapeutischen Modell CMOP-E (Townsend & Polatajko, 2013) im Zentrum steht. Die Förderfaktoren der (F)ES spiegeln sich in individuellen Aktivitäten und Parametern wider. Diese sind variabel und wirken motivationsfördernd.

Die (F)ES hat durch aktives, alltagsorientiertes Üben mit und ohne Einsatz von Alltagsobjekten Einfluss auf die Betätigungsperformanz. Dabei verfolgt die (F)ES repetitive Ansätze und wird regelmäßig und oftmals selbstständig durchgeführt. Zudem werden Patient\*innen durch direktes visuelles und propriozeptives Feedback in der (F)ES Anwendung unterstützt. Ein weiterer Förderfaktor liegt im ortsunabhängigen Üben sowie der Möglichkeit der finanziellen Unterstützung durch die Sozialversicherungsträger. Die (F)ES als Heimanwendung befähigt Patient\*innen, frühzeitig, selbstwirksam und gezielt in der tatsächlichen Umwelt zu trainieren.

Die folgende Darstellung verdeutlicht die Förderfaktoren (F)ES (Meier, Hrsg. Schick, 2021) zur Steigerung der Betätigungsperformanz im CMOP-E (Townsend & Polatajko, 2013).

**Darstellung 2 Förderfaktoren der (F)ES zur Steigerung der Betätigungsperformanz (CMOP-E)**



Die (F)ES in der Rehabilitation soll zur Qualitätssicherung von geschultem Gesundheitspersonal eingesetzt werden. Dies dient der Anwendungssicherheit, Adhärenz und Zielverwirklichung. Im Anwendungsfall muss eigenverantwortlich über das Vorhandensein von Grundlagenwissen zur Elektrostimulation und etwaigen Anwendungen entschieden werden. Spezifische Fort- und Weiterbildungen werden in Österreich angeboten. (Waldner-Nilsson, 2013, Tevnan, Hrsg. Schick, 2021)

**Conclusion**

Mit Blick auf internationale Leitlinien stellt die (F)ES einen wesentlichen Bestandteil der motorischen Rehabilitation bei Schädigungen des ersten und zweiten Motoneurons dar. Diese dienen als Grundlage der evidenz- und leitlinienbasierten Arbeit in der Ergotherapie.

Das oberste Ziel des ergotherapeutischen Prozesses ist es, die Handlungsfähigkeit von Patient\*innen zu erhalten, zu verbessern oder wiederherzustellen. Hierbei bietet sich die (F)ES als additive Maßnahme in vielen Handlungsfeldern an. Mithilfe der ICF wird eine Entscheidungsgrundlage der individuellen Rehabilitationsmaßnahmen geschaffen und ein Verständnis der Kombination von Techniken und Maßnahmen, um priorisierte Ziele zu erreichen.

Durch die Einsatzmöglichkeit der (F)ES in jeder Rehabilitationsphase, werden Patient\*innen früh und mit Blick auf ihre eigenen Ziele, in den therapeutischen Prozess mit eingebunden. Bewegungshandlungen werden gezielt durch die (F)ES in verschiedenen Alltagssituationen gefördert.

Der additive Einsatz der (F)ES bietet uns Ergotherapeut\*innen eine Möglichkeit, Patient\*innen in ihrer Alltagskompetenz zu befähigen.

## Glossar

**CMOP-E:** Das Canadian Model of Occupational Performance (CMOP) wurde seit 1980 laufend in Kanada durch den Canadian Association of Occupational Therapists (CAOT, kanadischer Ergotherapieverband) weiterentwickelt. Es beschreibt die Beziehung zwischen der Person und ihren Fähigkeiten zu Umwelt und Betätigung, sowie deren ständige Interaktion. Erweitert wurde dieses Model 2007 durch Townsend und Polatajko um den Begriff „Engagement“ zum Canadian Model of Occupational Performance – Engagement. (Townsend & Polatajko, 2013)

**COPM:** Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) ist ein Messverfahren zur Beurteilung der Bereiche der Selbstversorgung, Produktivität und Freizeit und weist eine Einsatzmöglichkeit der Beurteilung der Leistungsfähigkeit über die gesamte Lebensspanne auf. Durch Beurteilung der Fähigkeiten und Einschränkungen der betroffenen Person in Bezug auf ihre Umwelt und Rollenerwartung, ist das COPM zielgerichtet auf für die Person wichtige Aktivitäten, identifiziert vorhandene Probleme und priorisiert die Teilnahme an Aktivitäten des täglichen Lebens. (Law et al., 1990, Mc Kittrick et al., 2022)

**ICF:** Die International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) ist eine von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelte Klassifikation, die eine einheitliche Sprache zur Beschreibung des funktionalen Gesundheitszustandes, der Behinderung, der sozialen Beeinträchtigung und der relevanten Umgebungsfaktoren bietet. Sie erfasst systematisch die bio-psycho-sozialen Aspekte von Krankheitsfolgen unter Berücksichtigung der Kontextfaktoren. (WHO, 2005)

**Pragmatisches Reasoning:** Äußere Einflüsse, wie die persönliche Ressourcen der Beteiligten, die sozialen und politischen Bedingungen und institutionellen Rahmenbedingungen, werden aus therapeutischer Sicht beim Behandlungsprozess berücksichtigt. (Wachtlin & Bohnert, 2017)

**FES:** Funktionelle Elektrostimulation (FES) bezeichnet die Anwendung von Elektrostimulation während der Durchführung einer willkürlichen Bewegung, um diese zu unterstützen und erfordert die aktive Beteiligung des Patienten. (Schick, Hrsg. Schick, 2021)

**EMG-MES:** bei EMG-getriggelter Mehrkanal-Elektrostimulation wird elektromyografisches Biofeedback mit Elektrostimulation kombiniert. Es handelt sich dabei um einen aktivitätsorientierten Ansatz, der die Stimulation basierend auf EMG-Messungen auslöst, um mehrere Muskeln in einer koordinierten Sequenz für das Üben komplexer Bewegungen zu stimulieren. (Schick, Hrsg. Schick, 2021)

## Anhang: Aktuelle Evidenz (Stand Mai 2024)

Diese (F)ES als ergänzende Maßnahme soll, sollte bzw. kann gemäß evidenz- und leitlinienbasierter Empfehlungen eingesetzt werden, um in der ergotherapeutischen Behandlung das Ziel der Handlungsfähigkeit von Patient\*innen erhalten, zu verbessern oder wiederherzustellen.

Internationale Leitlinien empfehlen in unterschiedlich hohem Evidenzgrad die zusätzliche Kombination von aufgabenorientiertem Training und (F)ES für Rehabilitation der oberen Extremität nach Schlaganfall (Winstein et al., 2016, Küçükdeveci et al., Teasell et al., 2020, Platz et al., 2020, SSNA, 2023, Nelles et al., 2023) sowie bei inkompletten Querschnittläsionen für die funktionelle Erholung (Weidner et al., 2020).

Kurzzeitige Verbesserungen (Monte-Silva et al., 2019) als auch Langzeitwirkungen (Yang et al., 2019) der Armfunktion und signifikante Fortschritte in den Alltagsaktivitäten in der (sub)akuten Phase (Eraifej et al., 2017) wurden beobachtet.

Eine Netzwerk-Meta-Analyse mit 145 RCTs identifizierte Elektrostimulation in Verbindung mit aufgabenorientiertem Training neben hochdosiertem CIMT und Krafttraining als die effektivsten Interventionen zur Verbesserung der motorischen Funktion der oberen Extremität nach einem Schlaganfall im Vergleich mit 45 verschiedenen Behandlungskategorien (Tenberg et al., 2023).

Bei kindlichen Hirnschädigungen verbessert (F)ES Muskelmasse, -kraft und die Funktion der oberen Extremität und Rumpfkontrolle, reduziert Spastik und erhöht das passive Bewegungsmaß (Bosques et al., 2016, Ou et al., 2023). Zudem konnte Verbesserung in Alltagsaktivitäten belegt werden (Liu & Li, 2023).

Die deutsche Leitlinie (Weidner et al., 2020) empfiehlt die Anwendung von (F)ES zur Verbesserung der Handfunktionen bei inkomplettem Querschnitt. Studien zeigen, dass (F)ES nicht nur die Spastik reduziert und die EMG-Aktivität bei Spastik verringert (Bekhet et al., 2019), sondern auch den Bewegungsumfang erhöht, Alltagsaktivitäten erleichtert und die Lebensqualität verbessert (Lu et al., 2015).

(F)ES unterstützt zudem die Nervenregeneration und das Axon-Wachstum nach Nervenschädigungen (Gordon & English, 2016).

(F)ES-induzierte Bewegungen sind entscheidend für den Erhalt oder Wiederherstellung der kortikalen Repräsentation (Kapadia et al., 2011, Bersch & Fridén, 2016). Strukturelle und funktionelle Verbesserungen bei denervierter Handmuskulatur wurden nachgewiesen (Bersch & Fridén, 2021b).

Auch nach Operationen und chirurgischen Rekonstruktionen unterstützt (F)ES den Wiederaufbau von Kraft, Koordination, Aktivität und das motorische Lernen (Bersch & Fridén, 2016). Effektive Behandlungen erfordern einen frühen Beginn, regelmäßige Anwendungen sowie eine präzise Parametereinstellung und Elektrodenwahl zur Erhaltung der Muskelstruktur und -funktion (Mayr, Hrsg. Schick, 2021).

## Literaturverzeichnis

- Bejora, A. C., Back, A. P., Fréz, A. R., Azevedo, M. R. B., & Bertolini, G. R. F. (2023). Peripheral electrical stimulation on neuroplasticity and motor function in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Neurological research*, 45(12), 1111–1126.
- Bekhet, A. H., Bochkezanian, V., Saab, I. M., & Gorgey, A. S. (2019). The Effects of Electrical Stimulation Parameters in Managing Spasticity After Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 98(6), 484–499.
- Bersch, I., & Fridén, J. (2016). Role of Functional Electrical Stimulation in Tetraplegia Hand Surgery. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(6 Suppl), S154–S159. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.01.035>
- Bersch, I., & Fridén, J. (2021a). Long-term effect of task-oriented functional electrical stimulation in chronic Guillain Barré syndrome—a single-subject study. *Spinal cord series and cases*, 7(1), 53. <https://doi.org/10.1038/s41394-021-00419-0>
- Bersch, I., & Fridén, J. (2021b). Electrical stimulation alters muscle morphological properties in denervated upper limb muscles. *EBioMedicine*, 74, 103737. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103737>
- Bosques, G., Martin, R., McGee, L., & Sadowsky, C. (2016). Does therapeutic electrical stimulation improve function in children with disabilities? A comprehensive literature review. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 9(2), 83–99. <https://doi.org/10.3233/PRM-160375>
- Bös, K. (2001). *Handbuch Motorische Tests Hogrefe*, Göttingen.
- Burton, A.W. and Miller, D.E. (1998). *Human Kinetics Pub. European Physical Education Review*, 4(2), 172–172. <https://doi.org/10.1177/1356336X9800400210>
- Eraifej, J., Clark, W., France, B., Desando, S., & Moore, D. (2017). Effectiveness of upper limb functional electrical stimulation after stroke for the improvement of activities of daily living and motor function: a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews*, 6(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0435-5>
- Gordon, T., & English, A. W. (2016). Strategies to promote peripheral nerve regeneration: electrical stimulation and/or exercise. *The European journal of neuroscience*, 43(3), 336–350. <https://doi.org/10.1111/ejn.13005>
- Gordon T. (2024). Brief Electrical Stimulation Promotes Recovery after Surgical Repair of Injured Peripheral Nerves. *International journal of molecular sciences*, 25(1), 665. <https://doi.org/10.3390/ijms25010665>
- Hermann, V. H., Herzog, M., Jordan, R., Hofherr, M., Levine, P., & Page, S. J. (2010). Telerehabilitation and electrical stimulation: an occupation-based, client-centered stroke intervention. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*, 64(1), 73–81. <https://doi.org/10.5014/ajot.64.1.73>
- Kapadia, N. M., Bagher, S., & Popovic, M. R. (2014). Influence of different rehabilitation therapy models on patient outcomes: hand function therapy in individuals with incomplete SCI. *The journal of spinal cord medicine*, 37(6), 734–743. <https://doi.org/10.1179/2045772314Y.0000000203>
- Kristensen, M. G. H., Busk, H., & Wienecke, T. (2021). Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Activities of Daily Living Post Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 4(1), 100167. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100167>
- Küçükdeveci, A. A., Stibrant Sunnerhagen, K., Golyk, V., Delarque, A., Ivanova, G., Zampolini, M., Kiekens, C., Varela Donoso, E., & Christodoulou, N. (2018). Evidence-based position paper on Physical and Rehabilitation Medicine professional practice for persons with stroke. The European PRM position (UEMS PRM Section). *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 54(6), 957–970. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05501-6>
- Law, M., Baptiste, S., McColl, M., Opzoomer, A., Polatajko, H., & Pollock, N. (1990). The Canadian occupational performance measure: an outcome measure for occupational therapy. *Canadian journal of occupational therapy. Revue canadienne d'ergotherapie*, 57(2), 82–87. <https://doi.org/10.1177/000841749005700207>
- Liu, Y., & Li, H. (2023). Electrical Stimulation for Children with Cerebral Palsy: A Meta-analysis for Randomized Controlled Trials. *Neuropediatrics*, 54(6), 381–387. <https://doi.org/10.1055/a-2081-1560>
- Lu, X., Battistuzzo, C. R., Zoghi, M., & Galea, M. P. (2015). Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, 29(1), 3–13. <https://doi.org/10.1177/0269215514536411>
- Marquez-Chin, C., & Popovic, M. R. (2020). Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review. *Biomedical engineering online*, 19(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s12938-020-00773-4>
- Mc Kittrick, A., Jones, A., Lam, H., & Biggin, E. (2022). A feasibility study of the Canadian Occupational Performance Measure (COPM) in the burn cohort in an acute tertiary facility. *Burns : journal of the International Society for Burn Injuries*, 48(5), 1183–1189. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.09.005>
- Monte-Silva, K., Piscitelli, D., Norouzi-Gheidari, N., Batalla, M. A. P., Archambault, P., & Levin, M. F. (2019). Electromyogram-Related Neuromuscular Electrical Stimulation for Restoring Wrist and Hand Movement in Poststroke Hemiplegia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 33(2), 96–111. <https://doi.org/10.1177/1545968319826053>
- Nelles G., Platz T., Allert N., Brinkmann S., Dettmer C., Dohle C., Engel A., Eckhardt G., Elsner B., Fheodoroff K., Guggisberg A., Jahn K., Liepert J., Pucks-Faes E., Reichl S., Renner C., Steib S. (2023). Rehabilitation sensomotorischer Störungen, S2k-Leitlinie in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien) (abgerufen am 24.05.2024)
- Ou, C. H., Shiue, C. C., Kuan, Y. C., Liou, T. H., Chen, H. C., & Kuo, T. J. (2023). Neuromuscular Electrical Stimulation of Upper Limbs in Patients With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 102(2), 151–158. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002058>
- Platz T, Fheodoroff K, Mehrholz J. et al. S3-Leitlinie „Rehabilitative Therapie bei Armparese nach Schlaganfall“ der DGNR – Langversion; Version 2.0 vom 01.06.2020. AWMF-Register Nr. 080/003. Online: <https://www.awmf.org/service/awmf-aktuell/rehabilitative-therapie-bei-arpmparese-nach-schlaganfall> (abgerufen am 24.05.2023)
- Popovic, M. R., Kapadia, N., Zivanovic, V., Furlan, J. C., Craven, B. C., & McGillivray, C. (2011). Functional Electrical Stimulation Therapy of Voluntary Grasping Versus Only Conventional Rehabilitation for Patients With Subacute Incomplete Tetraplegia: A Randomized Clinical Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(5), 433–442. doi:10.1177/1545968310392924
- Roth, K., Roth, C. (2009). Entwicklung motorischer Fertigkeiten. In Baur J, Bös K, Conzelmann A, Singer R (Hrsg.) *Handbuch Motorische Entwicklung*. Hofmann, Schorndorf.
- Schick, T., Kolm, D., Leitner, A., Schober, S., Steinmetz, M., & Fheodoroff, K. (2022). Efficacy of Four-Channel Functional Electrical Stimulation on Moderate Arm Paresis in Subacute Stroke Patients—Results from a Randomized Controlled Trial. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(4), 704. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040704>
- Schick, T. (Hrsg.), Meier P, Mayr W, Fheodoroff K., Pinter M. M., Bersch-Porada I., Golaszewski S., Repitsch A. C., Volk G. F., Dohle C., Tevnan B. (2021). Funktionelle Elektrostimulation in der Neurorehabilitation. Synergieeffekte von Therapie und Technologie. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61705-2>
- Sentandreu-Mañó, T., Tomás, J. M., & Ricardo Salom Terrádez, J. (2021). A randomized clinical trial comparing 35 Hz versus 50 Hz frequency stimulation effects on hand motor recovery in older adults after stroke. *Scientific reports*, 11(1), 9131. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88607-8>
- Stein, C., Fritsch, C. G., Robinson, C., Sbruzzi, G., & Plentz, R. D. (2015). Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles After Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke*, 46(8), 2197–2205. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.009633>
- Sun, M., Jiang, C., Zhang, J., Cheng, K., Zheng, W., Zhang, X., Wu, X., Chen, Z., Luo, G., & Zhao, G. (2023). Meta-Analysis of Functional Electrical Stimulation Combined with Occupational Therapy on Post-Stroke Limb Functional Recovery and Quality of Life. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*, 10.1159/000535470. Advance online publication. <https://doi.org/10.1159/000535470>

## Literaturverzeichnis

- SSNA (2023). National Clinical Guideline for Stroke for the UK and Ireland. London: Intercollegiate Stroke Working Party. Online: [www.strokeguideline.org](http://www.strokeguideline.org) (abgerufen am 25.05.2024)
- Teasell, R., Salbach, N. M., Foley, N., Mountain, A., Cameron, J. I., ... Lindsay, M. P. (2020). Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Rehabilitation, Recovery, and Community Participation following Stroke. Part One: Rehabilitation and Recovery Following Stroke; 6th Edition Update 2019. *International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society*, 15(7), 763–788. <https://doi.org/10.1177/1747493019897843>
- Tenberg, S., Mueller, S., Vogt, L., Roth, C., Happ, K., Scherer, M., Behringer, M., & Niederer, D. (2023). Comparative Effectiveness of Upper Limb Exercise Interventions in Individuals With Stroke: A Network Meta-Analysis. *Stroke*, 54(7), 1839–1853. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.123.043110>
- Toh, S. F. M., Chia, P. F., & Fong, K. N. K. (2022). Effectiveness of home-based upper limb rehabilitation in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*, 13, 964196. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.964196>
- Townsend EA, Polatajko HJ. Hrsg. (2013). *Enabling Occupation II: Advancing an occupational therapy vision for health and well-being&justice through occupation*. 2. Aufl. Ottawa: CAOT Publications ACE.
- Vafadar, A. K., Côté, J. N., & Archambault, P. S. (2015). Effectiveness of functional electrical stimulation in improving clinical outcomes in the upper arm following stroke: a systematic review and meta-analysis. *BioMed research international*, 2015, 729768. <https://doi.org/10.1155/2015/729768>
- van Kerkhof, P. (2022). *Evidenzbasierte Elektrotherapie. Theorie und Praxis*. Springer Berlin. Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63536-0>
- von Lewinski, F., Hofer, S., Kaus, J., Merboldt, K. D., Rothkegel, H., Schweizer, R., ... Paulus, W. (2009). Efficacy of EMG-triggered electrical arm stimulation in chronic hemiparetic stroke patients. *Restor Neurol Neurosci*, 27(3), 189–197. doi:10.3233/rnn-2009-0469
- Wachtlin, B., Bohnert, A. Hrsg. (2017). *Kindliche Hörstörungen in der Logopädie*. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. doi:10.1055/b-004-140664
- Waldner-Nilsson, B. (2013). *Periphere Nervenverletzungen*. In B. Waldner-Nilsson (Hrsg), *Handrehabilitation Band 2*. 2. Auflage. Springer Verlag.
- Weidner, N., Abel, F.R., Gühring, T., Karbe, H., Mühldorfer-Fodor, M., Scholz-Minkwitz, E., von Reumont, A. (2020). S2e-Leitlinie „Verbesserung der Funktionsfähigkeit der oberen Extremitäten bei zervikaler Querschnittlähmung“. AWMF-Register-Nr. 179-013. Online: <https://register.awmf.org/2020> (abgerufen am 24.05.2024)
- Willand M. P. (2015). Electrical Stimulation Enhances Reinnervation After Nerve Injury. *European journal of translational myology*, 25(4), 243–248. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2015.5243>
- Willand, M. P., Nguyen, M. A., Borschel, G. H., & Gordon, T. (2016). Electrical Stimulation to Promote Peripheral Nerve Regeneration. *Neurorehabilitation and neural repair*, 30(5), 490–496. <https://doi.org/10.1177/1545968315604399>
- Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C., ... & American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Clinical Cardiology, and Council on Quality of Care and Outcomes Research (2016). *Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association*. *Stroke*, 47(6), e98–e169. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098>
- World Health Organization (2005). *ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit*. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI WHO-Kooperationszentrum für das System Internationaler Klassifikationen World Health Organization Genf.
- Yang, J. D., Liao, C. D., Huang, S. W., Tam, K. W., Liou, T. H., Lee, Y. H., Lin, C. Y., & Chen, H. C. (2019). Effectiveness of electrical stimulation therapy in improving arm function after stroke: a systematic review and a meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical rehabilitation*, 33(8), 1286–1297. <https://doi.org/10.1177/0269215519839165>