

Journal für

# Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/  
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Die Neurorehabilitation im Wandel  
der Zeit: Das  
Schlüssel-Schloss-Prinzip am  
Beispiel der Spiegeltherapie**

Hamzei F, Laible M, Hören M

*Journal für Neurologie*

*Neurochirurgie und Psychiatrie*

2010; 11 (4), 56-58

Homepage:

**www.kup.at/**

**JNeurolNeurochirPsychiatr**

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche

Indexed in  
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Anmeldung:  
[www.changepaincompact.at](http://www.changepaincompact.at)



## Weitere Termine\*:

**26.09.2023 Folge 3 (18:00 – 18:45 Uhr)**

Interaktionen/Wechselwirkungen – Pharmakologie in der Schmerztherapie  
Mag.<sup>a</sup> Martina Anditsch

**06.–07.10.2023 Interdisziplinäres Symposium**

06.10.: 17:00 – 19:15 Uhr / 07.10.: 09:00 – 11:15 Uhr  
Hybridveranstaltung in Wien

**28.11.2023 Folge 4 (18:00 – 18:45 Uhr)**

Symptomlinderung in der Palliativmedizin  
Univ.-Prof.<sup>in</sup> Priv.-Doz.<sup>in</sup> DDr.<sup>in</sup> Eva Katharina Masel, MSc

\* Etwaige Änderungen der Daten vorbehalten.

**Service-Provider:** room09 Events GmbH

Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an das Organisationsteam:  
**room09 Events GmbH | [change-pain-compact@room09.com](mailto:change-pain-compact@room09.com)**



**Grünenthal Informations-Service:**  
Melden Sie sich jetzt an und bleiben Sie informiert!

Mit freundlicher Unterstützung von:



Anmeldung:  
[www.changepaincompact.at](http://www.changepaincompact.at)



# Change.Pain: *compact*

P A I N F O R E X P E R T S

**15. und 16.06.2023**

Donnerstag und Freitag ab 17:00 Uhr

Virtuelle Fortbildungsveranstaltung

Kostenlose Anmeldung unter  
[www.changepaincompact.at](http://www.changepaincompact.at)



Es wurde um Zuerkennung von  
6 DFP-Punkt angesucht.

## Programm

Anmeldung:  
[www.changepaincompact.at](http://www.changepaincompact.at)



### Wissenschaftliche Fortbildung:

Neuropathischer Schmerz  
Fallbeispiele aus der Praxis

**Kompakte Vorträge (ca. 25–30 Minuten) und Fallbeispiele aus der Praxis.**

### Wissenschaftliche Leitung:

Prim. Univ.-Prof. Dr. Rudolf Likar, MSc

### DFP-Fortbildungsanbieter:

Klinikum Klagenfurt am Wörthersee  
Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Feschnigstraße 11, 9020 Klagenfurt am Wörthersee



### Moderation:

Dr. Ronny Tekal

### ReferentInnen:

Priv.-Doz. Dr. Markus Hutterer  
OA Dr. Wolfgang Jaksch  
Prim. Univ.-Prof. Dr. Rudolf Likar, MSc  
Prof. Dr. Michael Patrick Lux, MBA  
Prof. Dr. Christian Maihöfner, MHBA  
Prim. Univ.-Doz. Dr. Robert Müllegger  
Univ.-Prof. Dr. Edgar Petru  
A.o. Univ.-Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Sabine Sator

## Donnerstag, 15. Juni 2023

- 17:00–17:10** Eröffnung & Begrüßung  
(R. Tekal, R. Likar)
- 17:10–17:40** CRPS - Diagnose und konservative Therapie  
(C. Maihöfner)
- 17:40–18:10** CRPS - Invasive Therapie  
(S. Sator)
- 18:10–18:40** Epidemiologie und Grundlagen PNP  
(W. Jaksch)
- 18:40–19:10** Diagnose PNP  
(M. Hutterer)
- 19:10–19:15** Wrap-up Tag 1  
(R. Tekal, R. Likar)

## Freitag, 16. Juni 2023

- 17:00–17:10** Begrüßung & Wrap-up Tag 1  
(R. Tekal, R. Likar)
- 17:10–17:40** Datenlage topische Schmerztherapie bei Mamma-Ca  
Patientinnen unter/nach Chemotherapie (QUICIP)  
(P. Lux)
- 17:40–18:10** Fallbeispiele bei Mamma-Ca und Neuropathien (CIPN, PSPN)  
(E. Petru)
- 18:10–18:40** Update post-herpetische Neuralgie  
Bedeutung von Impfung und antiviraler Therapie  
(R. Müllegger)
- 18:40–19:10** Update post-herpetische Neuralgie  
Schmerztherapie  
(R. Likar)
- 19:10–19:15** Wrap-up  
(R. Tekal, R. Likar)

# Die Neurorehabilitation im Wandel der Zeit: Das Schlüssel-Schloss-Prinzip am Beispiel der Spiegeltherapie

F. Hamzei, M. Laible, M. Hören

**Kurzfassung:** Die Fähigkeit der plastischen Veränderung der Hirnorganisation nach einer zentralen Läsion, wie einem Schlaganfall, ist verantwortlich für eine Funktionsverbesserung, welche in der Mehrheit der Fälle inkomplett ist. Mit der Entwicklung von innovativen Therapiestrategien in der Neurorehabilitation wird versucht, durch unterschiedliche Einflussnahme auf das Gehirn eine funktionelle Verbesserung für die betroffenen Patienten zu erreichen. Somit ist das Verständnis der von einer Therapieform ausgehenden Einflussnahme auf das Gehirn entscheidend, um eine gezielte Selektion von geeigneten Patienten nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip (geeignete Therapie für den individuellen Patienten) zu erreichen.

**Schlüsselwörter:** Spiegeltherapie, Plastizität, Rehabilitation

**Abstract: Mirror Therapy – an Example for New Concepts in Neurorehabilitation Embedded in the Philosophy of the Key-Lock Principle.** The human cortex is organized into segregated integrative networks. These networks adapt to a changing environment, referred to as "neuroplasticity". If an area of the cortex is lesioned by stroke, recovery from this event is associated with neuroplasticity of the

cortical network. Since stroke is today the leading cause of long-term disability in the western world (and recovery is often incomplete) new "neuro"-rehabilitation strategies are developed to improve functional deficits after stroke. Knowledge of how to target the motor network through specific rehabilitation strategies is important to be able to design an individually tailored and most efficient therapy for each patient, such as the key-lock principle. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2010; 11 (4): 56–8.**

**Key words:** mirror therapy, plasticity, rehabilitation

## ■ Einleitung

Auch die Neurorehabilitation muss sich der Frage nach Evidenzbasiertheit unter anderem vor dem Hintergrund der zunehmenden Ökonomisierung des Gesundheitswesens unterwerfen. Somit stellt sich die Frage, welche Therapie für welche Patienten die effizienteste ist. Um diese Frage beantworten zu können, muss aus unserer Sicht die spezifische Wirkweise einer Therapieform wie ein Schlüssel-Schloss-Prinzip zu dem nach dem Schlaganfall vorhandenen Charakteristikum des Patienten passen. Somit bedarf es zweierlei: Zum einen der Kenntnis der Wirkweise einer Therapieform und zum anderen der Herausstellung des spezifischen Merkmals des Patienten nach dem Schlaganfall. Zu Letzterer kann u. a. eine anatomische Beschreibung, die Funktionseinschränkung oder auch die noch erhaltene Funktion den individuellen Patienten kategorisieren.

Betrachten wir dies anhand des Beispiels der Spiegeltherapie.

## ■ Spiegeltherapie

Die Spiegeltherapie (ST) wurde erstmals von Ramachandran et al. bei Phantomschmerz nach Gliedamputationen beschrieben [1] und im weiteren Verlauf bei Schlaganfallpatienten in einer Fallstudie angewendet [2]. Eine Dekade später werden nun vermehrt klinisch randomisierte kontrollierte Studien durchgeführt, nachdem zunächst Einzelfallstudien zum Effekt der ST nach einem Schlaganfall, nach Tumorentfernung, nach peripherer Nervenläsion oder komplexem regionalem Schmerzsyndrom veröffentlicht wurden. Hierbei wird ein



**Abbildung 1:** Spiegeltraining: Die Betrachtung der Bewegung der rechten Hand im Spiegel suggeriert eine Bewegung der linken Hand.

Spiegel gegenüber der Körpermitte positioniert. Eine Hand wird im Spiegel bewegt und es entsteht der Eindruck, die nicht bewegte Hand bewege sich (Abb. 1).

Es existieren 2 randomisierte kontrollierte Studien an Schlaganfallpatienten, die sich in ihrem Design in der Behandlung der paretischen Hand unterscheiden. Die Arbeitsgruppe von Yavuzer et al. [3] schloss 20 Patienten in der Regel 5,5 Monate nach dem akuten Ereignis ein und ließ sie insgesamt 600 min. (30 min. täglich, 5 Tage/Woche für 4 Wochen) trainieren, während Dohle et al. [4] die Patienten (n = 20) in der subakuten Phase (27 Tage) einschlossen und länger trainierten (900 min. insgesamt, 30 min. werktäglich über 6 Wochen). Yavuzer et al. drehten in der Kontrollgruppe den Spiegel um, sodass die betroffene Hand nicht gesehen wurde. Dohle et al. entfernten den Spiegel in der Kontrollgruppe. In beiden Studien wurde die betroffene Hand sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Spiegelgruppe so gut wie möglich bewegt. Bezüglich der motorischen Funktion ergab sich im Vergleich zur Kontrollgruppe eine Verbesserung bei der besonders schwer betroffenen Handfunktion [3], während Dohle et al. im Vergleich zur Kontrollgruppe keinen Unterschied fanden. Erst eine Subgruppenanalyse ergab eine signifikante Verbesserung jener Patienten der Spiegeltherapie im Vergleich zur Kontrollgruppe, die initial eine Plegie aufwiesen [4]. Ein Grund für den fehlenden Effekt der ST im Vergleich zur Kontrollgruppe (bis auf die Subgruppenanalyse) könnte darin begründet sein,

Eingelangt am 2. November 2009; angenommen am 5. November 2009; Pre-Publishing Online am 4. Dezember 2009

Aus der Neurologischen Universitätsklinik Freiburg

**Korrespondenzadresse:** PD Dr. med. Farsin Hamzei, Neurologische Universitätsklinik Freiburg, D-79104 Freiburg, Breisacher Straße 64; E-Mail: farsin.hamzei@uniklinik-freiburg.de

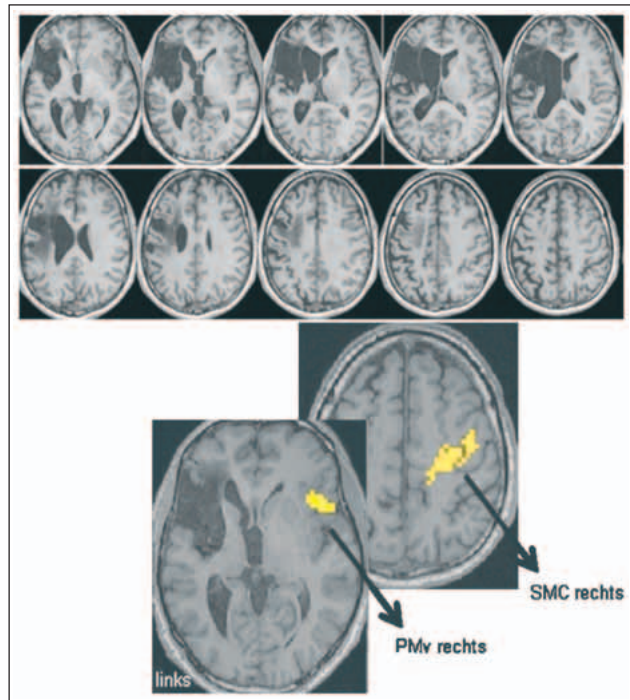
dass die Patienten in der Kontrollgruppe im Vergleich zu Patienten in der Spiegelgruppe fast doppelt so viel Ergo- und Physiotherapie zusätzlich zur Therapiezeit der Studie bekommen hatten. Insgesamt kann man davon ausgehen, dass die Verwendung der ST bei schwer betroffener Handparese einen positiven Effekt aufweist. Geht man weiter davon aus, dass Patienten mit einer Plegie der Hand eine ausgeprägte Schädigung der ipsiläsionellen Pyramidenbahn aufweisen, so stellt sich die Frage, wie die für die Funktionsverbesserung verantwortliche Reorganisation zustande kommt.

Ramachandran vermutete, dass die ipsilateralen kortikospinalen Fasern in der ST eine wichtige Rolle bei der Funktionsverbesserung spielen [5].

Aus diesen Arbeiten könnte man nun herleiten, dass Patienten mit einer schweren Handlähmung (Plegie) – diese wäre nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip das Charakteristikum des Patienten – von einer Spiegeltherapie profitieren könnten und dies würde darin begründet sein, dass der ipsilaterale SMC die Funktion übernimmt (das wäre nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip die Wirkweise der ST). Näher betrachtet ist dies jedoch nur die halbe Wahrheit. Bei Durchsicht der Daten der randomisierten kontrollierten Studien an Schlaganfallpatienten fällt eine hohe Standardabweichung in der ST-Gruppe auf. Dies bedeutet, dass nicht grundsätzlich alle Patienten in der Subgruppenanalyse von ST profitieren. Dies zeigt auf, dass es aktuell noch an ausreichendem Verständnis der Wirkweise von ST in der Reorganisation des Gehirns mangelt. Ein umfassenderes Wissen um diese Wirkungsweise ist jedoch wichtig, um eine erfolgreiche Patientenselektion vornehmen zu können.

Wodurch könnte die ipsilaterale Aktivierung des primär sensorimotorischen Kortex bedingt sein? Es wird angenommen, dass das Beobachten im Spiegel in Zusammenhang mit den „Spiegel-Neuronen“ („mirror neurons“) steht [5, 6]. Diese Neuronen im ventralen prämotorischen Kortex der Affen (area F5) sind nicht nur aktiv bei der objektbezogenen Greifbewegung, sondern auch beim Beobachten dieser Bewegungen [7–9] sowie beim Hören der Bewegung [10]. Ein homologes Areal beim Menschen wird im ventralen prämotorischen Areal (pars opercularis des inferioren frontalen Gyrus) anhand von zahlreichen fMRT-Studien und der Homologie der zytoarchitektonischen Befunde vermutet [11].

Sollte die Spiegeltherapie mit den „Spiegel-Neuronen“ assoziiert sein, so könnte eine zusätzliche Schädigung im Bereich des ventralen prämotorischen Kortex dafür verantwortlich gemacht werden, dass neben der ausgeprägten Schädigung der ipsiläsionellen Pyramidenbahn nicht alle Patienten mit einer Plegie von der ST profitieren. Auch wäre dann eine alternative Kontrollgruppe zur ST-Gruppe sinnvoll, bei der das Training der betroffenen Hand kombiniert wird mit dem Beobachten von Videos mit Greifbewegungen (somit folgend eine Aktivierung der „Spiegel-Neurone“ während der Beobachtung einer Greifbewegung). Der positive Effekt einer solchen Videobeobachtung wurde bereits gezeigt [12]. Auch wäre die Frage zu stellen, ob Patienten mit einer Schädigung der linken Hemisphäre weniger von ST profitieren, da in der Vergangenheit Hinweise auf eine mögliche Lateralisierung der Spiegelneurone beschrieben wurden [8].



**Abbildung 2:** 47-jähriger Patient mit einem Infarkt im Versorgungsgebiet der Arteria cerebri media links 4 Jahre zuvor. Nach dem Spiegeltraining zeigt sich eine Besserung der erhobenen motorischen Tests der rechten Hand. Einhergehend mit der funktionellen Besserung der rechten Hand zeigt sich eine vermehrte Aktivierung des rechten sensorimotorischen und des ventralen prämotorischen Kortex bei Bewegung der betroffenen rechten Hand im Vergleich nach vs. vor dem Training.

Passend zu den oben angeführten Spekulationen konnten wir bei einem Patienten mittels fMRT eine vermehrte Aktivierung des ipsilateralen (kontraläsionellen) SMC sowie des ventral prämotorischen Kortex nach der ST nachweisen (Abb. 2).

### Ausblick

Das Verständnis der Wirkweise der ST auf das Gehirn erlaubt uns, nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip jeden einzelnen Patienten der für ihn geeigneten Therapie zuzuführen. Trotz dieser Kenntnis bleiben für den Klinikalltag relevante Informationen, wie die Trainingsintensität und -inhalte, beispielsweise das Mitführen der betroffenen Hand hinter dem Spiegel, noch offen.

### Interessenkonflikt

Der Autor verneint einen Interessenkonflikt.

### Relevanz für Praxis

Von der Spiegeltherapie profitieren nach dem aktuellen Stand der Forschung vor allem Patienten mit einem schweren Funktionsdefizit der betroffenen Hand, bei denen ein intensives Training nicht möglich ist.

### Literatur:

- Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. *Nature* 1995; 377: 489–90.
- Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DM, Ramachandran

- VS. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999; 353: 2035–6.
3. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseoğlu F, Atay MB, Stam HJ. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 393–8.

4. Dohle C, Pullen J, Nakaten A, Kust J, Rietz C, Karbe H. Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23: 209–17.
5. Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain* 2009; 132: 1693–710.
6. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M, Cattaneo L. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nat Clin Pract Neurol* 2009; 5: 24–34.
7. di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res* 1992; 91: 176–80.
8. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 1996; 119: 593–609.
9. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996; 3: 131–41.
10. Keysers C, Kohler E, Umiltà MA, Nanetti L, Fogassi L, Gallese V. Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Exp Brain Res* 2003; 153: 628–36.
11. Binkofski F, Buccino G. Motor functions of the Broca's region. *Brain Lang* 2004; 89: 362–9.
12. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, Buccino G. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage* 2007; 36 (Suppl 2): T164–T173.

### **PD Dr. med. Farsin Hamzei**

*Medizinstudium in Frankfurt, Mannheim-Heidelberg und Bonn. Facharztausbildung an den Neurologischen Universitätskliniken Bonn, Jena und Hamburg-Eppendorf. 2006 Habilitation und Erhalt der Venia legendi für das Fach Neurologie an der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf. Seit 2006 an der Neurologischen Universitätsklinik Freiburg.*

*Wissenschaftliche Schwerpunkte: Trainingsinduzierte Plastizität des Gehirns nach motorischem Training bei Gesunden und Schlaganfallpatienten mittels fMRT und TMS.*



# Mitteilungen aus der Redaktion

## Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

## Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)