

# I, Robot? <sup>1</sup>

Von **Alexandra Hildegard Glatz, René Madle, Julia Sattler**, ErgotherapeutInnen

Das repetitive Training gewinnt, aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes der Neurowissenschaften in Bezug auf die Plastizität des Gehirns und deren Erkenntnisse in Zusammenhang mit aktiven, sich wiederholenden Bewegungsabläufen auch in der Ergotherapie an Bedeutung. Durch repetitives Training sollen aktiv Bewegungsmuster erlernt und bewusst eingesetzt werden können. Der quantitative Beitrag zu Wiedererlangung oder Verbesserung der Arm- Handfunktion, durch diese sich wiederholende Therapieform, wird im klinischen Bereich zunehmend durch technische Geräte geleistet.

Im SeneCura neurologischen Rehabilitationszentrum und Gesundheitshotel Kittsee findet die computergestützte Therapie als assistive Maßnahme zur ergotherapeutischen Behandlung Verwendung. Dieser Erfahrungsbericht soll Aufschluss über Einsatz- und Verwendungsmöglichkeiten der dort eingesetzten Geräte Armeo® Spring und Amadeo® aufzeigen und Einblick in die ergotherapeutische Praxis mit diesen Therapiegeräten gewähren sowie Handlungsempfehlungen im Umgang mit dieser Art der Therapie erläutern.

Das SeneCura neurologische Rehabilitationszentrum und Gesundheitshotel Kittsee hat sich auf die Behandlung neurologischer KlientInnen, welche sich vorwiegend in Phase C und D des Phasenmodells der Österreichischen Gesellschaft für Neurorehabilitation befinden, spezialisiert. Es werden vorwiegend KlientInnen mit folgenden Diagnosen behandelt: Status post Insult, Multiple Sklerose, Morbus Parkinson, Polyneuropathien, Schädel-Hirn-Traumata und KlientInnen nach wirbelsäulenchirurgischen Eingriffen. Im Bereich der Ergotherapie werden neben Einzel- und Gruppentherapien auch computerunterstützte Therapieformen eingesetzt. Hierbei kommen zwei Geräte zum Einsatz, für den Arm der Armeo®Spring der Schweizer Firma Hocoma (<http://www.hocoma.com/de/produkte/armeo/>) und für die Hand der Amadeo® der Grazer Firma Tyromotion (<http://www.tyromotion.com/produkte/amadeo/ubersicht>). In beiden Fällen sehr junge Firmen, aber es handelt sich auch um einen relativ neuen Bereich, der sich mit dem Schwerpunkt der geräteunterstützten Therapie und den dafür notwendigen Bau entsprechender Therapiegeräte auseinandersetzt.

Das den Therapiegeräten zugrunde liegende Therapiekonzept beruht auf der Methode des repetitiven Trainings. Merkmale dieses Trainings sind physiologische Bewegungen, welche mit hoher Intensität und ausreichender (aktiver) Repetition ausgeführt werden. Das Prinzip des repetitiven Trainings basiert auf der Fähigkeit des menschlichen

Gehirns sich weiter zu entwickeln und sich somit äußeren Einflüssen anzupassen bzw. auf der Fähigkeit der Umgestaltung von Nervenzellverbänden. Diese Reorganisation wird auch als neuronale Plastizität bezeichnet, welcher in der Rehabilitation von zentralmotorischen Schädigungen eine hohe Relevanz zukommt. Die vermehrte Stimulation des neuronalen Netzwerkes bzw. die mehrmalige Ausführung einer Bewegung ist umso effektiver je häufiger dieses Netzwerk benutzt wird und führt dadurch zu einer Ausdehnung der entsprechenden kortikalen Repräsentationsareale (Globas, 2009). Laut Habermann (2009) lassen sich durch verschiedene Untersuchungen neurophysiologische Veränderungen im Sinne der Plastizität belegen, was sich auch durch zahlreiche Studien belegen lässt (Globas, 2009). Durch diesen Paradigmenwechsel ernten traditionelle Therapiekonzepte wie Bobath und propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation in der alleinigen Anwendung Kritik, da der Fokus dieser Therapieformen vorwiegend auf der Korrektur von Haltung und Muskeltonus, also passiven Übungen, liegt (Globas, 2009).

Aufgrund der wissenschaftlichen Fundierungen des repetitiven Trainings bzw. der gerätegestützten Therapie und der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse gewinnt diese Therapieform auch in der Ergotherapie an Bedeutung, wodurch Handlungen mit repetitiven Elementen bevorzugt eingesetzt werden sollen (Habermann, 2009). Außerdem liegt der Vorteil der Nutzung dieser Geräte in der hohen Wiederholungsfrequenz und der Therapieintensität mit denen Bewegungen möglich sind (Hömberg, 2010).

Der folgende Erfahrungsbericht beruht auf Beobachtungen während einer eineinhalbjährigen Nutzung der Geräte.

## Armeo®Spring

Für die oberen Extremitäten gibt es drei verschiedene Ausführungen: Armeo® Spring, Armeo Power und Armeo Boom.

Der Armeo®Spring (siehe Abb. 1) bietet eine ergonomisch anpassbare Arm-Orthese (Exoskelett) die der oberen Extremität individuelle Entlastung, bis zur kompletten Abnahme der Schwerkraft, bietet. Dies ist getrennt nach Ober- und Unterarmmuskulatur einstellbar (siehe Abb. 2). Die Einstellungen erfolgen jeweils manuell mittels integrierten Federmechanismus. Durch das Exoskelett wird eine Führung des ganzen Armes erzielt, wodurch alle Bewegungsrichtungen

<sup>1</sup> Ich, der Roboter (Titel im Original: „I, Robot“) ist ein Roman von Isaac Asimov bzw. ein gleichnamiger Film aus dem Jahre 2004, frei nach dem Roman von Asimov



Abb. 4: Amadeo®

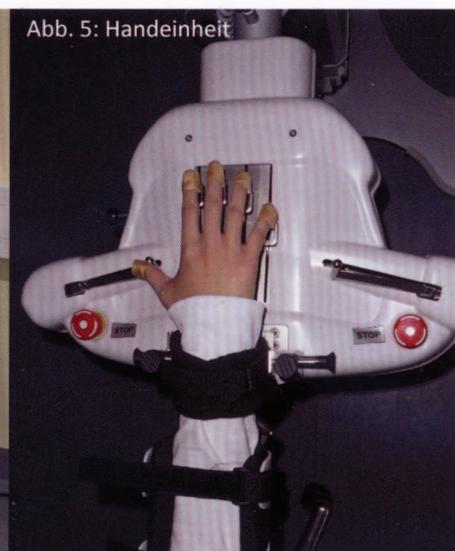


Abb. 5: Handeinheit

eines nicht beeinträchtigten Armes mit normalem Bewegungsausmaß unterstützend ausgeführt werden können:

- Schulter: Flexion/Extension, Abduktion/Adduktion und Circumduction
- Ellbogen: Flexion/Extension
- Unterarm: Pronation/Supination
- Handgelenk: Flexion/Extension

Zusätzlich zur Armfunktion im Schulter- und im Ellenbogengelenk kann auch die Hand-Fingerfunktion durch gezieltes Öffnen und Schließen der Hand sowie Forcierung des Faustschlusses und der Kraftdosierung, mittels eines drucksensitiven Handmoduls und entsprechenden Computerprogrammen, trainiert werden. Ebenso lässt sich bei diesem Gerät die Bewegungsplanung bzw. -steuerung gut beobachten und beüben.

Das selektive Fixieren der unterschiedlichen Gelenksabschnitte der oberen Extremität, mit Hilfe von Klettbindern, erlaubt eine flexible Anpassung an die individuellen Erfordernisse der jeweiligen übenden Person. Dies gilt ebenso für die Auswahl der an Computerspielen angelegten Übungsprogrammen, die von einfachen Horizontalbewegungen über die Innen- und Außenrotation im Schultergelenk bis hin zu komplexen Bewegungsabläufen in allen drei Raumebenen, reichen.

Vom Anwenderprofil her sind für den Armeo® Spring generell KlientInnen mit Kraftgrad M3 nach der Medical Research Council Rating Scale (Bach et al, 2007), in einem oder mehreren Gelenken der betroffenen zu trainierenden oberen Extremität geeignet. Außerdem ist ein Mindestmaß an kognitiven Leistungen, betreffend Aufmerksamkeit und Aufgabenverständnis notwendig, um die Aufgabenstellungen (Computerspiele) ausführen zu können.

Starker Tremor der über Reduktion der Armunterstützung nicht ausreichend vermindert ist, als auch starke Spastizität sind Ausschlusskriterien für die Armeo® Spring Anwendung. Hier gilt aber, dass die personenentsprechende Situation genau eingeschätzt bzw. auch der Tagesverfassung entsprechend vom/von der ErgotherapeutIn erfasst und berücksichtigt wird.

Bevor nun die erste Therapieeinheit mit dem Gerät erfolgen kann, müssen für die KlientInnen jeweils deren individuellen Einstellungen ermittelt und im System eingetragen werden. Dafür werden die Parameter der betroffenen oberen Extremität, die personenbezogene Entlastung, getrennt nach Ober- und Unterarm und der Bewegungsraum (siehe Abb. 3) in allen Ebenen gemeinsam mit der zu therapierenden Person ermittelt. Diese Parameter werden zum Teil aus der Bewegung der betroffenen oberen Extremität heraus bzw. auch manuell durch den/der TherapeutIn eingestellt und müssen ins Computersystem eingetragen werden. Vorher muss eine optimale Sitzposition und Platzierung der Armeinheit erfolgen, damit die zuvor angeführten Detaileinstellungen gemacht werden können. Nach den Detaileinstellungen sollte noch unbedingt ein kurzer Check auf korrekte Einstellung des individuellen Bewegungsraumes erfolgen. Dies benötigt, auch in Abhängigkeit zu den KlientInnen, in etwa zehn Minuten, manchmal auch bis zu fünfzehn Minuten Zeitaufwand. Bei allen nachfolgenden Therapieeinheiten reduziert sich dieser etwas, da einige der abgespeicherten Daten zur individuellen Justierung pro KlientIn herangezogen werden können. Der eventuell notwendige Umbau von links nach rechts, oder umgekehrt und die personenindividuelle Entlastungs- und Längeneinstellungen erfordern aber immer einen zeitlichen Grundaufwand, der sich dann im Bereich von etwa fünf Minuten bewegt. Anschließend kann mit dem Training zur Verbesserung des aktiven Bewegungsausmaßes und zielgerichteten Aktivitäten mittels Kombination der Bildschirmdarstellung und der Steuerung durch die Armführung begonnen werden.

#### Amadeo®

Ähnlich dem Armeo® Spring, ist der Amadeo® ein mechanisch basiertes Rehabilitationsgerät für die obere Extremität und deren motorischen Funktionsstörungen. Der Fokus liegt allerdings nicht am ganzen Arm, sondern speziell an der Hand - der Fingerfunktionalität (siehe Abb. 4). Der zweite Unterschied liegt darin, dass Langfinger und Daumen vom Gerät bewegt werden können, wodurch



auch eine aktive Stimulation der rein passiven Hand durchgeführt werden kann. Somit ist der Amadeo® auch zur Tonusregulation bei KlientInnen mit plegischer Hand und starker Spastizität geeignet.

Beiden gemeinsam ist die Bereitstellung verschiedener Programme, jene die KlientInnen über einen spielerischen und repetitiven Zugang beim Training unterstützen. Eine weitere Gemeinsamkeit ist die visuelle wie auch akustische Rückmeldung zu den Bewegungssequenzen. Des Weiteren erfolgt eine automatische Speicherung verschiedener Parameter, wodurch der Therapieverlauf dokumentiert ist. Der Kontakt des Unterarms der KlientInnen zum Gerät erfolgt auf ähnliche Weise wie beim Armeo®Spring mittels Klettbander. Allerdings dienen die am Ober- und Unterarm vorhandenen Bänder des Armeo®Spring für eine Bewegungsunterstützung; beim Amadeo® für eine optimale Ruhigstellung des Unterarmes inklusive Handgelenk. Zur Ankopplung der Finger an die Handeinheit des Amadeo®, für die passiv wie aktiv möglichen Bewegungsabläufe, werden Fingerstücke mit integrierten Magneten mittels eines speziellen Pflasters an den Endphalangen der Langfinger und des Daumens befestigt (siehe Abb. 5). Neben den Justierungen, also der Höhenanpassung und einer ergonomischen Ausrichtung, ist also immer auch die Zeit für die Anbringung, und bei Therapieende, die Abnahme der Fingerpflaster einzurechnen. Dazu kommt dann auch noch der Pflasterwechsel aus hygienischen Gründen. Gut fünf Minuten und mehr sind hier pro Person und Anwendung von der eigentlichen Therapiezeit bereitzustellen. Durch die Anwendung von Amadeo® können verschiedene Bereiche betreffend der Motorik und Sensibilität der Hand trainiert werden, wie zum Beispiel die Kraftdosierung und Tiefensensibilität. Aufgrund der passiven Einstellung kann dieses Therapiegerät auch zur Tonusregulation der Hand eingesetzt werden.

Die Ausschlusskriterien zur Verwendung des Gerätes entsprechen denen wie zuvor bei Armeo®Spring beschrieben.

### Resümee

Generell ist festzustellen, dass der Einsatz von computergestützten Therapiegeräten, wie sie in diesem Artikel aus Anwendersicht beschrieben werden, als Ergänzung zu den herkömmlichen Therapien, grundsätzlich zu bejahen ist. Bei vielen KlientInnen ist eine Förderung der Motivation eindeutig feststellbar. Damit stellt diese Art der Therapie eine Ergänzung als ein individueller Teil im Rahmen einer ergotherapeutischen Behandlung, welche im Rahmen der Ganzheitlichkeit (Eikermann, 2013) zu sehen ist, dar. Der quantitative Beitrag zur Wiedererlangung von Funktion der dieser Art der computergestützten Therapiegeräte direkt zuordenbar ist, lässt sich im normalen Rehabilitationsablauf seriöserweise nicht direkt ableiten bzw. isoliert darstellen. Geht man aber vom aktuellen Kenntnisstand was Neuroplastizität des Gehirns und die Bedeutung von repetitiven Bewegungsabläufen in diesem Zusammenhang betrifft aus, ist ein positiver Beitrag durch diese Art der Therapie eindeutig ableitbar (Globas, 2009). Hier wird bewusst die Terminologie computergestützte Geräte verwendet, da streng genommen eine gerätegestützte Anwendung immer eine aktive Bewegung der oberen Extremität der KlientInnen durch die Arm- oder Handeinheit des Gerätes bedingt. Dies ist beim Amadeo® gegeben, aber nicht beim Armeo® Spring, da hier nur die passive Entlastung gegenüber der Schwerkraft geleistet wird und keine geräteseitig aktive Bewegung der oberen Extremität erfolgt. Damit gilt die Fragestellung im Titel dieses Artikels, „Ich, der Roboter?“ (eingedeutscht) als zur Gänze bejahend nur für den Amadeo®, da dieser auch aktiv in die Bewegungsabläufe eingreift und streng genommen nicht für den Armeo® Spring, da dieser „nur“ passive Entlastung, über seine integrierten Federn bietet. Was können diese Geräte, ob ganz Roboter oder nur zum Teil, für die KlientInnen leisten?

Meist werden die repetitiven Bewegungen nicht als unangenehm oder langweilig empfunden und nur noch indirekt wahrgenommen, da das Erreichen eines Zieltes, einer bestimmten Punktezahl, als das Wesentliche gesehen wird und als Anreiz sich zu steigern. Ob dies „nur“ als willkommen

## DOs and DON'Ts im Gebrauch der Geräte

Nachfolgend werden noch einige, aus dem bisherigen Umgang mit dieser Art der Therapie gewonnenen Erfahrungen und Meinungen während einhalbjähriger Nutzung der gerätegestützten Arm- und Handtherapie, beschrieben. Zunächst beginnend mit klientInnenbezogenen Hinweisen und im Anschluss mit einigen Anmerkungen die Therapiegeräte betreffend.

- Als minimale Grundfläche sollte bei beiden Geräten jeweils ca. 10m<sup>2</sup> berücksichtigt werden, um auch mit Rollstühlen aller Art noch rangieren zu können.
- Auf ergonomisch korrekte Platzierung der KlientInnen achten. Das Ausmaß der Höhenverstellbarkeit des Armeo®Spring, wie des Amadeo® gibt genügend Spielraum, um auch für schwerere E-Rollstuhlausführungen eine optimale Platzierung zu finden.
- Immer auf Ausgleichbewegungen achten, d. h. die Balance zwischen zulassen, im Sinne einer Intensivierung des Erfolgserlebnisses für die KlientInnen und hinweisen bzw. korrigieren zur Reduzierung bis Vermeidung solcher (Einüben falscher Bewegungsmuster reduzieren/ verhindern), finden.
- Nie einen nicht angepassten, d. h. zu großen Schwierigkeitsgrad wählen bzw. auf adäquates Bewegungsausmaß und entsprechenden Mindestkraftgrad achten, um erstens einer Frustration und zweitens vor allem einer negativen Reizverknüpfung bei KlientInnen vorzubeugen (Rudhe et al., 2012).

### ■ CAVE: Spastizität

Durch die Manipulation der zu therapierenden Hand bzw. der gesamten oberen Extremität zur Platzierung und Fixierung kommt es oft zu einer Tonuserhöhung. Hier ist besonders vorsichtig vorzugehen, um einen gegenteiligen Effekt als gewünscht, also einer Erhöhung der Spastizität, einer Irritation der KlientInnen, bzw. im schlimmsten Fall einer Hand/Fingerverletzung, vorzubeugen.

### ■ CAVE: Kognitive und/oder kommunikative Einschränkung(en)

Im Gegensatz zum Armeo® Spring, bei dem geräteseitig keine aktive Bewegungsunterstützung angeboten wird, ist beim Amadeo® bei den meisten Programmen ein durch das Gerät durchgeführter, in Tempo und Ausmaß vorgegebener, Bewegungsablauf für die Finger einstellbar. Durch diese Möglichkeit der automatischen, passiven Beugung und Streckung der Finger ist im Umgang mit KlientInnen, wo entweder eine kognitive oder kommunikative Einschränkung oder beides vorliegt, besonders umsichtig vorzugehen. Insbesondere wenn auch noch die Tendenz zu leicht auslösbaren Schmerzen in der oberen Extremität, speziell im Handbereich, zusätzlich vorliegt. In solchen Fällen ist beim Einsatz des Amadeo® eine therapeutInnenseitige Präsenz unbedingt nötig, um Sicherheit zu geben und jederzeit korrigierend eingreifen zu können.

### ■ Einzel- oder Gruppenbetreuung

Für die KlientInnen ist die Eins-zu-Eins Betreuung (d.h. eine zu behandelnde Person wird von einem/r TherapeutIn betreut) ideal, da hier auf die individuelle Situation jederzeit eingegangen werden kann. Beim Amadeo® ist dies bei Einsatz in allen Fällen, wo eine aktive Bewegung der Finger durch das Gerät erfolgt, unseres Erachtens aus Sicherheitsgründen notwendig.

mene Abwechslung zu den sonstigen Therapien gesehen wird oder gar als Anstoß sich mit der bisher eher argwöhnisch betrachteten virtuellen Welt der Handys, Tablets und PCs auseinanderzusetzen - „ich dachte das wäre nur was für meine Enkel“ - ist natürlich sehr individuell.

Bei manchen gelingt der Rollenwechsel vom „homo aegrotans“ zum „homo ludens“, also vom leidenden/kranken zum spielenden Menschen innerhalb kürzester Zeit, bei anderen gelingt dies eben nicht oder nur teilweise. Perfekt gelingt es immer dann, wenn die KlientInnen ihre Rolle wechseln ohne dass es ihnen bewusst wird.

Damit kann man festhalten, dass die Motivation mittels computergestützten Therapiegeräten in vielen Fällen gegeben ist und sich auf einem guten Niveau auch über viele Therapieeinheiten hinweg halten lässt.

Dabei ist aus der praktischen Erfahrung heraus der Umstand besonders hervorzuheben, dass auch nicht computeraffine Personen, wie dies aktuell noch sehr oft bei Personen im höheren Lebensalter gegeben ist, dieser Art des „spielerischen“ Zugangs meist positiv begegnen und daher ebenfalls gerne annehmen.

Bei weiterem Interesse bietet die Zeitschrift „Deutsches Ärzteblatt“ (2008, Jg. 105 Heft 18) eine systematische Literaturrecherche mit dem Titel „Roboter- und gerätegestützte Rehabilitation nach Schlaganfall“ an und gibt Überblick über vorhandene Studien.

## Anregungen für technische Weiterentwicklung Armeo®Spring

- Je nach betroffener Seite ist ein Umbau des Exoskeletts der Armeinheit notwendig. Dabei muss auch ein Kabel während des Wechsels der vorderen Armstütze umgesteckt werden. Besonders dieses Kabel sollte über eine bessere Zugentlastung, Stecker- wie geräteseitig verfügen bzw. idealerweise auch mit einer flexiblen Stahlfederummantelung ausgestattet sein.
- Die zwei Kabel, eines für die Stromversorgung der Armeinheit und eines für die Datenübertragung zwischen der Computersteuerung sollten nicht direkt auf kurzem Weg am Boden liegend verlegt sein, sondern über eine entsprechende Deckenabhängung über Kopf geführt werden. Damit ist ein wesentlich einfacheres Bewegen des Gerätes bzw. eines Rollstuhls möglich, da keine Kabel im Weg sind.
- Das zuvor erwähnte Kabel für die Datenverbindung sollte durch eine entsprechende wireless Anbindung ersetzt werden.
- Die manuell auszuführenden Einstellungen wie Längen- und Entlastungsanpassungen am Armeo®Spring selbst, sind natürlich vor jedem KlientInnenwechsel individuell vorzunehmen. Diese nehmen, gerade die getrennt nach Ober-

und Unterarm zu justierende Entlastung, relativ viel Zeit in Anspruch. Die Parameter selbst werden während der ersten Trainingseinheit manuell eingetragen und klientInnenindividuell abgespeichert. Darauf basierend wäre die Realisierung einer automatischen Anpassung (Längeneinstellung und Entlastungsstufe) denkbar. Dies würde die Effizienz der Therapie steigern und für die TherapeutInnen eine Entlastung darstellen.

- Die horizontale Bewegung des Exoskeletts sollte mit verschiedenen, einstellbaren Dämpfungsgraden versehen werden (zielgenaue Bewegungen bei hoher Oberarmbelastung gestalten sich sonst sehr schwierig).

#### Amadeo®

- Erweiterung des Gerätes um die Variante „bimanuelles Training“ durchführen zu können.

Abbildungen wurden von den Autoren erstellt



Angaben der AutorInnen:  
**Alexandra Hildegard Glatz, BSc**  
 SeneCura Neurologisches Rehabilitationszentrum und Gesundheitshotel Kittsee  
 Kittsee, Bgld.  
 alexandra.glatz@gmail.com



**Ing. René Madle, BSc**  
 SeneCura Neurologisches Rehabilitationszentrum und Gesundheitshotel Kittsee  
 Kittsee, Bgld.  
 rene@rr-madle.at



**Julia Sattler, BSc**  
 SeneCura Neurologisches Rehabilitationszentrum und Gesundheitshotel Kittsee,  
 Kittsee, Bgld.  
 julia\_sattler@aon.at

#### Literaturangaben

- Bach, M., Witzel, S., Arnold, U., Nagel, G., Vettin, J., Wilck, A., et al. (2007). *Psyhyrembel – Klinisches Wörterbuch* (261. Aufl.). Berlin: Walter de Gruyter Verlag.
- Eikermann, T., (2013) Ein Gedankenanstoß für die Ergotherapie, *Ergotherapie* 2013 (3), 30-31
- Globas, C., (2009) Hintergrund: Rehabilitation und Plastizität. *Neuroreha;* (1), 10–18
- Habermann, C.,(2009). *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (2. Aufl.). (C. Habermann, F. Kolster, Hrsg.). *Repetitives Üben* (S. 876-877). Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Hömberg, V., (2010) *Neurologische Rehabilitation*. *Internist* (51), 1246–1253
- Hocoma. (2013) *Armeo Spring*. Abgerufen am 31.10.2013 von <http://www.hocoma.com/de/produkte/armeo/>
- Tyromotion GmbH. (2013) *Amadeo*. Abgerufen am 02.11.2013 von <http://www.tyromotion.com/produkte/amadeo/ubersicht>
- Rudhe et al. (2012) Reliability of movement workspace measurements in a passive arm orthosis used in spinal cord injury rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2012, (9), 37. Abgerufen am 02.11.2013 von <http://www.jneuroengrehab.com/content/9/1/37>