

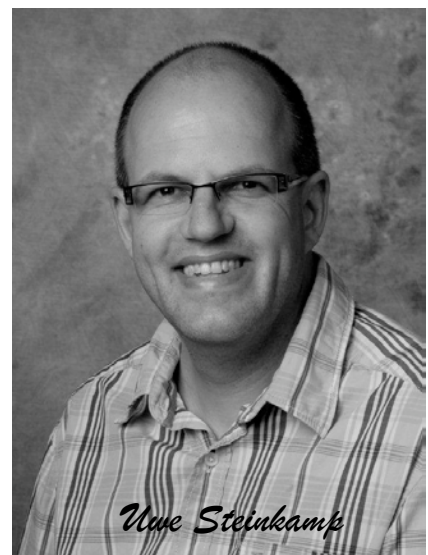
Literaturverzeichnis

- [1] Bruno MA, Bernheim JL, Ledoux D, Pellas F, Demertzi A, Laureys S. A survey on self-assessed well-being in a cohort of chronic locked-in-syndrome patients: happy majority, miserable minority. *BMJ Open* 2011; 1(1).
- [2] DIMDI. ICF Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Genf: World Health Organization, 2005.
- [3] Gambihler B, Neugebauer M. Neurokognitive Rehabilitation nach Prof. Perfetti beim Komplexen Regionalen Schmerz-Syndrom (CRPS). *Zeitschrift für Handtherapie DAHTH* 2012; 15(1): 16-23.
- [4] Geremek A. Wachkoma – Medizinische, rechtliche und ethische Aspekte. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2009: 35-65.
- [5] Ismaier J. Wir haben nichts zu verlieren, wir können nur gewinnen: Kognitiv-therapeutische Übungen bei Locked-in-Syndrom. Düsseldorf: Paper präsentiert im Rahmen des 14. Internationalen Symposium Neurokognitive Rehabilitation nach Prof. Perfetti, 2012.
- [6] Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F, Richards CL, Doyon J. Functional cerebral reorganization following motor sequence learning through mental practice with motor imagery. *Neuroimage* 2003; 20(2): 1171-1180.
- [7] Koesling C, Bollinger Herzka, T. Ergotherapie in der Orthopädie, Traumatologie und Rheumatologie. Stuttgart: Thieme Verlag, 2008: 69-70.
- [8] Laureys S, Pellas F, Van Eeckhout P, Ghorbel S, Schnakers C, Perrin F, Berré J, Faymonville ME, Pantke KH, Damas F, Lamy M, Moonen G, Goldman S. The locked-in-syndrome: what is it like to be conscious but paralyzed and voiceless? *Progress in brain research* 2005; 150: 495-511.
- [9] Lücking CH. Symptome und Syndrome – Bewusstseinsstörungen. In: Hufschmidt A, Lücking CH, Rauer S, eds. *Neurologie compact*. Stuttgart: Thieme Verlag, 2009: 1-6.
- [10] Park SW, Yim YL, Yi SH, Kim HY, Jung SM. Augmentative and alternative communication training using eye blink switch for locked-in-syndrome patient. *Annals of rehabilitation medicine* 2012; 36(2):268-272.
- [11] Perfetti C. Rehabilitieren mit Gehirn. Kognitiv-Therapeutische Übungen in der Neurologie und Orthopädie. München: Pflaum Verlag, 2007.
- [12] Perfetti C. Der hemiplegische Patient: Kognitiv-Therapeutische Übungen. München: Pflaum Verlag, 2008.
- [13] Pschyrembel W. *Klinisches Wörterbuch*. Berlin: Walter de Gruyter Verlag, 2007.
- [14] Schjolberg A, Sunnerhagen KS. Unlocking the locked in; a need for team approach in rehabilitation of survivors with locked-in-syndrome. *Acta neurologica Scandinavica* 2012; 125(3): 192-198.
- [15] Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K (eds.). *Prometheus Lernatlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart: Thieme Verlag, 2007: 290-323.
- [16] Wopfner-Oberleit S, Rauchfuß B, Steinkamp U. *Das Therapiekonzept der neurokognitiven Rehabilitation*. Ennigerloh: Homepage des Vereins für kognitive Rehabilitation, 2012.

Uwe Steinkamp

**Fallbeispiel:
Neurokognitive
Rehabilitationsbe-
handlung nach
Prof. C. Perfetti
bei einer
CRPS Patientin**

Im Folgenden möchte ich die Erfahrungen und den Behandlungsverlauf einer Patientin beschreiben, die im Juli 2010 einen Unfall hatte und mit der Diagnose CRPS ca. 15 Monate später nach der neurokognitiven Methode von Prof. Perfetti behandelt wurde. Anfang Juli 2010 saß Frau S. vor einer Rehabilitationsklinik, in der sie wegen einer vorher aufgetretenen TIA behandelt werden sollte. Plötzlich fiel ihr ein ca. 3kg schweres



Rollstuhlseitenteil, welches im 3. Stock im Fensterrahmen befestigt war, auf die rechte Mittelhand. Sie erlitt eine Fraktur des II. Mittelhandknochens, die 2 Tage später operiert wurde. Eine Woche danach konnte sie das Krankenhaus verlassen. Sie litt die ganze Zeit unter enormen Schmerzen und als diese in den nächsten Tagen immer mehr zu-

nahmen, wurde sie erneut für 7 Wochen stationär aufgenommen. Hier wurde sie ausschließlich krankengymnastisch behandelt (passives Durchbewegen) und für die Schmerzen wurde ihr ein Schmerzkatheder gelegt.



Diesen Zeitraum beschrieb Frau S. folgendermaßen: „*Ich selber sollte ja nichts bewegen, aber in der Behandlung wurde alles bewegt, das war wie eine Leichenhand, durch den Schmerzkatheder hatte ich keinerlei Kontrolle mehr über den Arm.*“ „*...ich hatte auch keine Vorstellung mehr von der Hand, die kam erst Ende 2011 wieder, ich hatte nichts mehr zum Vorstellen. Der Arm konnte anfangs auch nicht berührt werden, das hat so ungefähr ein Jahr gedauert und an der Hand war es am schlimmsten.*“



So hat die Patientin ihre Hand gemalt (7 Wochen nach der OP) auf die Frage des Therapeuten: Wie würden Sie Ihre Hand malen?

Im Januar 2011 begann dann die ambulante krankengymnastische Behandlung in ihrem Wohnort. Im Juli 2011 fuhr Frau S. dann zu einer ambulanten Behandlung nach Bochum zum Klinikum Bergmannsheil, in dem sie im Oktober 2011 für 3 Wochen stationär aufgenommen wurde.

In der ergotherapeutischen Behandlung sollte sie hier Gegenstände ertasten und die Hand in einem Rapsbad eintauchen. Zusätzlich wurde ihre Hand mit sehr weichen Gegenständen taktil stimuliert, z. B. mit einer Feder.

In der krankengymnastischen Behandlung wurde versucht, ihre Hand passiv durchzubewegen.

Als sie im November 2011 zu mir kam, zeigte sich folgendes Bild: Frau S. hielt ihren Arm eng am Körper und bewegte nur den Ellbogen, und dies sehr langsam. Ihre Schulter zeigte eine Asymmetriestellung und sie sprach über ihre Hand nur in 3. Person. Ihre Schulter beschrieb sie folgendermaßen: „*Sie ist sehr fest und kalt, als wenn ein kiloschweres, kaltes Eisenteil von oben darauf liegen würde.*“

Ihren Schmerz beschrieb sie so: „*Der Schmerz geht stufenweise runter, Schulter, Ellbogen, Unterarm, Hand, etappenweise wird es schlimmer, aber eigentlich überall im Arm. Es ist ein brennender, teilweise stechender Schmerz, die Hand wird manchmal richtig heiß und die Schmerzen sind immer da, auch im Ruhezustand. Bei jeder Schmerzempfindung habe ich den Eindruck, als wenn der Körper sich einkeilen würde. Wenn ich etwas bewegen will, spannt sich alles an und die Schmerzen nehmen noch mehr zu, wie bei einer Sehnenscheidenentzündung. Die Fingerspitzen sind taub und bei jeder Berührung sehr sensibel und ab den Grundgelenken schmerzt es noch mehr.*“

Bis zu diesem Zeitpunkt (November 2011) nahm die Patientin 6 Novalgine/Tag

Weiter beschrieb sie ihre Wahrnehmung folgendermaßen:

„*Die Hand ist manchmal nicht mein Teil, ich weiß nicht wohin damit. In*

der Vorstellung ist die Hand schwer, mit einer Blockade am Handgelenk und kalt wie ein Eisenteil, aber irgendwie will die Hand ja auch arbeiten und wird dann immer wieder heiß.“

„*Sie war **auswärts**, nicht mehr bei mir. Meine rechte Hand war mein Mann. Ich musste sie immer wieder beruhigen, z. B. durch Spülen oder Wärmesäckchen, manchmal habe ich Dinge aus der Spülmaschine wieder herausgeholt, nur um sie zu spülen.*“

Für die ergotherapeutische Planung habe ich mich u. a. mit der Theorie der motorischen Imagination, der bewussten Erfahrung und der verbalen Beschreibung auseinander gesetzt.

Prof. Perfetti sagte hierzu: „...dass sie als Instrumente zu sehen sind, die eine bessere Konstruktion und Bewusstmachung der **perzeptiven Hypothese** ermöglichen. Sie haben somit Bedeutung für die Verarbeitung und Korrektur der Bewegung.“

Diese Arbeitsmittel werden u.a. verwendet für:

- die Vorbereitung auf eine korrekte Bewegung
- die Lenkung der Aufmerksamkeit auf wichtige Punkte
- das Überwinden von Sensibilitätsstörungen
- das Hervorrufen von adäquaten Muskelaktivierungen
- das Aufrechterhalten von normalen Bewegungen, wenn diese vorübergehend nicht möglich sind.

Weiterhin formulierte Prof. Perfetti grundlegende Fragen für den Rehabilitationsprozess, die sich mit der bewussten Erfahrung des Patienten und dem Erkenntnisprozess befassen, wie z. B.:

- Was macht der Patient, um zu erkennen?
- Welche kognitive Prozesse bzw. Strategien setzt er ein?
- Was empfindet der Patient beim Erkennen?

Es geht vor allem darum, die subjektiven Erfahrungen des Patienten korrekt zu erfassen und zu analysieren. Nur das, **was dem Patienten**

auch bewusst ist, kann er auch verändern! Die verbale Beschreibung des Patienten gibt dem Therapeuten Hinweise darauf, wie der Patient seinen Körper und wie er die Interaktion mit der Außenwelt empfindet bzw. erlebt.

Weiterhin waren für mich Aussagen wichtig, die Marina Zernitz im Rahmen eines monografischen Kurses zu dem Thema „Schmerz“ im Oktober 2011 in Hattingen vortrug. Unter anderem sagte sie:

- „Schmerzen führen zu kortikalen Veränderungen, sodass die Imagination wie auch die Wahrnehmung teilweise fehlend bzw. falsch sind.“
- „Es ist nicht der Schmerz, der verhindert, den Körper wahrzunehmen, sondern die Tatsache, den Körper schlecht zu spüren, der den Schmerz verursacht.“
- „Dieser Schmerz verhindert das Einholen von Informationen, der Patient bewegt sich dadurch schlechter.“
- „Wenn ein Teil einer Informationsquelle gestört ist, z. B. bei einer Störung der taktilen Wahrnehmung an der Hand, dann ist diese Information zu den anderen hin nicht mehr kohärent, stimmt also mit den anderen Informationen nicht mehr überein und das ZNS löscht diese Information und es ist gerade dieses Löschen, was die Schmerzen verursacht.“
- „Sobald der Patient den Schmerz richtig interpretiert, nämlich auf eine korrekte Konstruktion von somästhetischen Informationen achtet, dann reduziert sich die Schmerzsymptomatik und verschwindet mit dem Ausheilen der Läsion.“
- „Es ist wichtig, den Patienten während der motorischen Imagination so zu führen, dass er sich Bewegung ohne Schmerzen vorstellen kann und erst wenn diese neue, veränderte Imagination möglich ist, kann man zur aktiven Bewegung übergehen.“
- „Der Patient muss wieder von Leichtigkeit reden.“
- „Zusammenfassend heißt das, dass der Sinn der rehabilitati-

ven Behandlung des Schmerzes darin bestehen muss, die Aufmerksamkeit des Patienten wieder auf eine korrekte Konstruktion der somästhetischen Information zu lenken. Deshalb ist es so wichtig, den Patienten seine Eigenverantwortung zu lehren und ihn dahin zu führen, sich wieder zu spüren und darauf zu achten, welche Informationen ihm fehlen.“

Aus meiner Sicht war es daher vor allem zu Beginn sehr wichtig, mit der motorischen Imagination, der bewussten Erfahrung und der bewussten Erkenntnis zu arbeiten.

Alle in der Behandlung durchgeführten Übungen sollten mit der motorischen Imagination vorbereitet werden und innerhalb der Übung mittels Imagination verändert werden. Die Veränderung der Worte, Gedanken und Emotionen mittels verbaler Beschreibung und der bewussten Erfahrung der Patientin sollen letztendlich auch zu einer Veränderung der Beweglichkeit führen.

Beispiel einer anfänglichen Übung: Erkennen von verschiedenen Schwämmen an der Schulter

Zuerst wurden die Schwämme an der nicht betroffenen Schulter eingesetzt, u. a. um ihre Aufmerksamkeit auf das korrekte Gefühl dieser Schulter zu lenken. Anschließend sollte sich die Patientin dieses „schöne, angenehme Gefühl“ für die betroffene Schulter vorstellen. Anfänglich traf die Patientin für ihre betroffene Schulter noch Aussagen wie z. B.: *„Das ist schwer in der Schulter, kein schönes Gefühl, da muss ich mich total drauf konzentrieren. Wenn der Schwamm die Schulter berührt, zieht der Schmerz den ganzen Arm herunter.“*

Schon relativ schnell kam es zu Veränderungen in der Imagination. Ihre verbalen Beschreibungen wurden immer wieder für neue Fragen eingesetzt und ihre Aufmerksamkeit darauf gerichtet.

Die Übung mit den Schwämmen wurde einige Zeit wiederholt, dann beschrieb die Patientin ihre betrof-

fene Schulter folgendermaßen: *„Das Eisen geht so ein bisschen von der Schulter runter, der Schmerz ist noch da, aber nicht so viel und auch das Bewegen der Schulter in der Vorstellung geht, ohne diese Schwere, vielleicht noch ein bisschen, vor und zurück geht in der Vorstellung schon ganz gut.“*

Aussagen wie z. B. *„an der linken Schulter fühlen sich die Schwämme wärmer an, rechts kälter,“* habe ich, wie der folgende kurze Dialog beschreibt, versucht zu verändern.

Therapeut: „Versuchen Sie dieses warme Gefühl der linken Schulter nach rechts zu übertragen und versuchen Sie dann die Kälte weiter nach unten fließen zu lassen.“

Patientin: „Ich probiere es mal...geht nicht....geht doch....die Finger werden ganz warm, nur die Handinnenfläche bleibt kalt, es kribbelt dort....die Finger werden wärmer, das gibt es nicht, als wenn eine Heizdecke in die Liege eingebaut wäre.“

Therapeut: „Wie haben Sie es gemacht?“

Patientin: „Ich habe das warme Gefühl nach rechts transportiert, es lief irgendwie rüber, ganz komisch, als wenn die Wärme aus den Fingerspitzen rauslaufen würde....auch das Gefühl in der Schulter hat sich verändert, die Schultern fühlen sich gleicher an, richtig wollig. Plötzlich war der Schmerz da oben weg, der ja eigentlich immer da ist, es wurde wärmer, als wenn der Schwamm ganz sachte warme Luft in die Schulter pustet.“

Zu diesem Zeitpunkt führte Frau S. mehrere Imaginationsübungen in sitzender oder liegender Position zu Hause durch, wie z. B.

- Wie liegen die Schulterblätter auf der Matratze auf, gibt es Unterschiede?
- Versuchen sie in der Vorstellung, ihre rechte Schulter minimal zu bewegen.
- Versuchen sie in der Vorstellung, ihre Finger im Rapsbad (was sie aufgrund der angenehmen Wärme gerne benutzte) leicht zu beugen und zu strecken.

Beispiel einer späteren Übung in Verbindung mit einer alltäglichen Handlung- Greifen und Halten eines Apfels

Die Patientin hält einen Apfel in ihrer rechten Hand und beschreibt ihre Empfindungen: *„Das fühlt sich einfach nicht gut an, das kribbelt in den Fingerspitzen und zieht in den Unterarm, der Arm drückt dabei nach unten.“*

Therapeut: „Wenn Sie an früher zurück denken, was ist denn anders?“

Patientin: „Da war es leichter, schmerzfrei, griffiger, jetzt ist der Apfel ein Stück, irgendwie fehlt die Kraft....warten Sie mal, ich greif den Apfel mal in Gedanken.....als wenn es ein Teil ist, was die Hand nicht haben will, in der Handinnenfläche ist es sehr sensibel, dieses Spielen mit den Fingern geht irgendwie überhaupt nicht.“

Therapeut: „Was ist denn ähnlich wie früher?“

Patientin: „Nicht viel, als wenn die Hand es nicht will.“

Therapeut: „Nehmen Sie in der Vorstellung den Apfel in die linke Hand und versuchen Sie, sobald Sie ein schönes und angenehmes Gefühl hervorrufen können, dieses nach rechts zu übertragen.“

Patientin: „...die Hand wird heute einfach nicht locker, sie ist angespannt und unangenehm, hätte nicht gedacht, dass der Apfel so schwer ist, ich habe diese Leichtigkeit heute einfach nicht.“

Aus den Aussagen der Patientin habe ich eine Übung für die Hand abgeleitet, das Erspüren verschieden weicher Schwämme mit dem Handballen und den Fingerspitzen, wobei die Übung erst an der nicht betroffenen Hand durchgeführt wurde.

Therapeut: „Was erwarten Sie beim Erspüren der Hand mit dem Schwamm?“

Patientin: „Was Wohltuendes, Schönes, alles was weich ist, ist schön.“

Patientin erspürt den Schwamm: „Ja links ist alles richtig toll, alles angenehm weich und gut.“

Therapeut: „Versuchen Sie einmal, dieses angenehm weiche Gefühl auf die rechte Hand zu übertragen.“

Patientin: „Irgendwie stimmt es schon ein bisschen überein, dieses

Kippeln mit den Fingerspitzen auf dem Schwamm ist richtig schön, da merk ich jeden einzelnen Finger, angenehm bis in die Fingerspitzen.“

Eine Behandlung später:

Der rechte Unterarm und die rechte Hand der Patientin befinden sich in einem Behälter, welcher mit warmen Wasser gefüllt ist. Die Patientin führt in ihrer Vorstellung Bewegungen mit den Fingern und dem Handgelenk durch. Anschließend stellt sie sich vor, einen Apfel in der Hand zu halten.

Die Patientin beschreibt ihre Empfindungen folgendermaßen: *„In der Hohlhand drückt es noch etwas, vorne an den Fingerspitzen ist es besser, ich glaub ich könnte den Apfel halten.“*

Therapeut: „Was hat sich denn gegenüber der letzten Behandlung verändert?“

Patientin: „Jetzt ist alles leichter, ich bekomme die Fingerspitzen alle gleichzeitig an den Apfel, auch den Daumen.“

Therapeut: „Kommt dieses Greifen des Apfels schon an ihre frühere Vorstellung heran?“

Patientin: „Das ist schon sehr ähnlich....ich habe den Eindruck den Apfel zum Mund führen zu können. Heute greif ich ihn nur mit den Fingerspitzen, das letzte Mal habe ich ihn noch in der Vorstellung mit der ganzen Hand gehalten.“

Therapeut: „Können Sie sich noch an das Gefühl beim Erspüren der Schwämme erinnern? Versuchen Sie nun mal in Gedanken eine Verbindung von dem Schwämmen zum Greifen des Apfels herzustellen.“

Patientin: „In der Handinnenfläche ist noch so ein leichter Druck, aber ansonsten ganz angenehm....auch der Kontakt an den Fingerspitzen ist gut....mein Kopf ist irgendwie viel freier, er findet auch mehr....vorher war da ja immer diese Sperre, die ist jetzt weg.“

Anschließend nimmt sich die Patientin den Apfel.

Patientin: „Ich habe jetzt alle Fingerspitzen am Apfel, richtig gut.... ein tolles Gefühl, ein ganz leichtes Kribbeln noch in der Handinnenfläche, aber kein Vergleich mehr. Schauen Sie mal, ich kann sogar mit dem

Apfel ein bisschen spielen, alles viel besser geworden dass man so etwas verlernen kann. Mir ist erst gestern bewusst geworden, dass ich 2 Jahre lang keinen Apfel mehr in der rechten Hand hatte.“



Im Laufe der Behandlung wurden die Imaginationsaufgaben für zu Hause alltagsnäher gestaltet. So sollte die Patientin vor den Bewegungen jeweils den Bewegungsablauf, welche ihr zu diesem Zeitpunkt Schwierigkeiten bereitet haben, in Gedanken vorher durchgehen, wie z. B. eine Tasse Kaffee eingießen. Ihre Aussage hierzu war folgende: *„Wenn ich es mir vorher links vorstelle, dann geht es auch rechts besser.“*

Zusammenfassend beschreibt die Patientin ihre Veränderungen folgendermaßen:

*„Ich kann wieder Auto mit Automatik und Fahrrad fahren oder längere Zeit spazieren gehen. Auch das Tragen mit 2 Händen wie z. B. bei Töpfen ist wieder möglich. Teilweise versuche ich mir vorher die Bewegung vorzustellen und es gelingt dann auch besser. **Alles was ich bewusster mache, ist besser.** Schwer fallen mir immer noch Handlungen, die mehr Kraft erfordern, wie z. B. Äpfel oder Kartoffeln schälen, Wäsche aufhängen, Fenster putzen oder stricken.“*

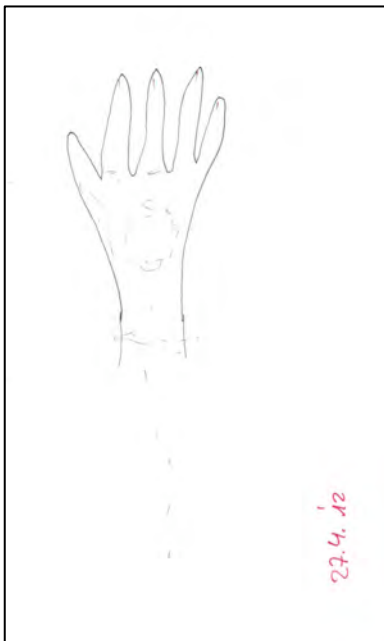
Auch wenn ich irgendwo länger sitze, das mag meine Hand nicht, als wenn sie Aufmerksamkeit bräuchte. Manchmal ist sie ganz schmerzfrei, meistens morgens, wenn ich noch nichts gemacht habe. Pro Woche nehme ich jetzt noch so ungefähr 5-6 Novalgin, aber es gibt Tage, da nehme ich gar nichts. Seit dem ich weniger Medikamente nehme, fällt

mir das Denken auch viel leichter. Das Spinnennetz da oben hat sich geweitet, es ist wieder normal. Alles ist freier, vorher war es keine Einheit. **Die Hand gehört wieder dazu, es ist wieder meine Hand.** Insgesamt gesehen kann ich wieder mehr am Leben teilnehmen.“

Zwischendurch ist es aber immer wieder auch zu leichten Verschlechterungen gekommen, teilweise bei Wetterumschwüngen, psychischen Belastungen, bei starker Belastung oder wenn urlaubsbedingt eine Therapiepause eingelegt wurde.

Hierbei kam es auch wieder zu Veränderungen in der Vorstellung der Patientin, sei es z. B. bei Bewegungen oder auch beim Spüren von Oberflächen. Für mich sieht es im Moment so aus, als wenn wir schon viel erreicht haben, aber die Imaginationsübungen zu Hause und auch in der Therapie müssen weiterhin immer wieder durchgeführt werden.

Aussage der Patientin zum jetzigen Zeitpunkt (Oktober 2012): „Manchmal klappen die Imaginationsübungen am Anfang nicht so gut. Ich versuche mir dann die schönen Dinge der linken Hand vorzustellen und diese dann nach rechts zu übertragen und es gelingt meistens, die Schmerzen können dann sogar ganz verschwinden.“



Wahrnehmung der Hand (April 2012)

Bibliographie:

Perfetti (2007): Rehabilitieren mit Gehirn – Kognitiv-Therapeutische Übungen in der Neurologie und Orthopädie, München: Pflaum Verlag

Zernitz (2011). Die rehabilitative Behandlung von Schmerzsymptomatologien nach den Kognitiv-Therapeutischen Übungen nach Professor C. Perfetti verdeutlicht anhand des Rückenschmerzes. Unveröffentlichtes Fortbildungsskript, Hattingen

Bettina Bloch

3. Monographischer Kurs des VFCR: Rehabilitation der Hand - zwischen Übung und Realität

Der 3. Monographische Kurs des VFCR fand in den Räumen der Bildungsakademie Bergkloster/ Bestwig statt. Wir haben uns dort wohl gefühlt und fühlten uns sehr umsorgt. Die Referentin des Kurses war Frau Dott.ssa Fisioterapista Marina Zernitz und Frau Dipl. Physiotherapeutin Susanne Wopfner-Oberleit übersetzte aus dem Italienischen ins Deutsche. Im Verlauf des Kurses musste die Ergotherapeutin Regina Klossek die Übersetzung übernehmen, da Frau Wopfner-Oberleit krankheitsbedingt ausfiel.

Zu Beginn der Fortbildung erläuterte Frau Zernitz noch einmal die

Geschichte der kognitiven Rehabilitation nach Prof. Perfetti. Schnell kam sie jedoch zur Wichtigkeit der Hand und erläuterte insbesondere die Funktion „des Nimmens und der Manipulation“. Um die Funktionsweise der Hand zu verstehen, muss man sich mit den sensorischen und motorischen Arealen im ZNS auseinandersetzen. So sind die sensitiven Areale der Hand beim Menschen beispielsweise etwa zwölf Mal im Gehirn repräsentiert.

Mit anschaulichem Bildmaterial leitete Frau Zernitz zur Überwindung des homunkulären Paradigmas über und wir gelangten zu einer neuen Sichtweise auf die Hand. Sehr schnell wurde deutlich, welche informativen Mechanismen wir täglich in Anspruch nehmen:

- Umfassende Exploration
- Veränderbarkeit der explorierenden Oberfläche
- Relativ unabhängige Elemente
- Austauschbare Bedeutung der Finger
- Variable Relationen zwischen den explorierenden Elementen
- Fingerkuppen
- Handteller
- Kooperation von Handgelenk und Ellbogen

Unter informative Mechanismen werden jene besonderen Fähigkeiten bzw. Bewegungsmöglichkeiten der Hand verstanden, die das Kriechen von speziellen Informationen

