

E.M.I.L. – Episodic Memory Interactive Learning

Thomas Traunwieser

Medical Squad Games

Wien, Österreich

thomas@medicalsquadgames.com

Zusammenfassung

Episodic Memory Interactive Learning (EMIL) ist ein videospiegelgestütztes neuropsychologisches Training, das es sich zur Aufgabe gesetzt hat, das episodische Langzeitgedächtnis bei Kindern und Jugendlichen zu trainieren. Es wurde ein Brettspielprototyp von Medical Squad Games Vienna – mit Unterstützung der Donau Universität Krems, der Medizinischen Universität Wien und der impulse XS Förderung des Austria Wirtschaftsservice – entwickelt. Dieser soll in weiterer Folge eine Umsetzung als Computerspiel erfahren. Das Projekt zielt darauf ab, Gedächtnisfunktionen bei Kindern und Jugendlichen mit mnestischen Funktionsstörungen, welche durch Erkrankungen wie Hirntumore oder durch die Therapie selbiger entstehen, zu verbessern.

1 Einleitung

1.1 Eine Episode

Kürzlich fragte mich ein Freund: *Kannst du dich an deinen Geburtstag vor zwei Jahren erinnern? Das war echt lustig!* Wie so oft hatte ich ein Problem damit, mich sofort genau an dieses bestimmte Ereignis zu erinnern. Aber als ich nach und nach von meinem Freund über die Gegebenheiten meines Geburtstages vor zwei Jahren informiert wurde, desto mehr konnte ich mich auch an dieses Ereignis erinnern. Schließlich erinnerte ich mich auch an diverse kleine Details, an die ich schon lange nicht mehr gedacht hatte. Es fiel mir zu Beginn zwar schwer, mich genau daran zu erinnern, aber mit der Zeit kamen immer mehr Bilder von damals in mein Bewusstsein, spielten sich vor meinem inneren Auge ab und ich fühlte mich sogar für kurze Zeit so fröhlich und erheitert, wie ich mich damals auch gefühlt hatte. Während dieses Gesprächs konnte ich meinem eigenen Gedächtnis förmlich beim Arbeiten zusehen.

Viele Fertigkeiten, die unser menschliches Gedächtnis ausmachen, spiegeln sich in dieser kleinen Episode mit meinem Freund wider. Sicher fällt auch Ihnen sofort ein Ereignis ein, bei dem Ihr Gedächtnis diese Leistung vollbracht hat. Diese meisterlichen Leistungen vollbringt unser Gedächtnis Tag für Tag – nicht nur, wenn wir beispielsweise an unseren letzten Geburtstag denken, auch bei kleinen Dingen wie der einfachen Erinnerung, dass man einen Schlüssel in einem Schloss meistens nach links drehen muss, um eine Tür aufzusperren. Müssten wir uns jeden Tag komplett neu in unserer Umwelt orientieren und jeden Tag aufs Neue lernen, wie wir am besten überleben, würde uns dies wohl nicht lange gelingen. Für die Meisten von uns ist es eine Selbstverständlichkeit, sich zu erinnern. Wir ärgern uns sogar häufig, wenn uns gerade etwas nicht einfallen möchte. *Es liegt mir auf der Zunge ...*, hört man die Menschen dann oft sagen. Die Erinnerung befindet sich zwar nicht wirklich auf der Zunge, aber es stimmt, dass sie es nicht *aus unserem Mund hinaus* schafft. Sie ist zwar da, schafft es aber – aufgrund von Stress oder anderen Gründen – gerade in diesem Moment nicht *aus uns heraus* oder in unser Bewusstsein zu treten.

Üblicherweise kommt dies beim gesunden Menschen recht selten vor. Doch was ist, wenn uns dies jeden Tag aufs Neue widerfährt – wenn sich dies sozusagen als Dauerzustand manifestiert? Sie werden abends von jemanden darauf aufmerksam gemacht, dass sie sich heute Morgen mit ihm getroffen haben, und Sie haben vielleicht ein leises Echo einer Erinnerung in Ihrem Kopf, können sich aber einfach nicht erinnern – und das nicht nur ein, zwei Mal pro Woche, sondern beinahe jedes Mal, wenn Sie sich an etwas zu erinnern versuchen. So empfinden Menschen, die eine Störung ihrer Gedächtnisfunktionen haben. Besonders häufig von solchen Gedächtnisstörungen betroffen sind Kinder und Jugendliche, die an einem Hirntumor leiden. Doch warum ist dies so und wie kann man diesen Menschen helfen?

1.2 Pädiatrische Neuroonkologie

Hirntumore oder *intrakranielle Raumforderungen* zählen zu den zweithäufigsten malignen Erkrankungen des Kinder- und Jugendalters. Das Deutsche Kinderkrebsregister berichtet, dass Hirntumore für 21% aller Krebserkrankungen zwischen 1980 und 2008 verantwortlich sind (vgl. Deutsches Kinderkrebsregister 2009). Insgesamt sind intrakranielle Raumforderungen bei Kindern und Jugendlichen jedoch eher selten (vgl. AWMF 2010). Dennoch sollte nicht unterschätzt werden, welche Auswirkungen eine intrakranielle Raumforderung bzw. dessen Therapie auf die neurologischen Funktionen des

heranwachsenden Organismus eines Kindes haben. Schon frühe Überblicksarbeiten konnten zeigen, dass HirntumorpatientInnen auch noch viele Jahre nach der Behandlung deutliche kognitive, behaviorale und psychosoziale Beeinträchtigungen aufweisen (vgl. Konrad/Gauggel 2001). Diese Beeinträchtigungen betreffen auch immer wieder Funktionen des Gedächtnisses. Diverse Studien zeigen diesbezüglich, dass Kinder mit Hirntumor ein erhöhtes Risiko haben, an mnestischen Funktionsstörungen zu leiden (vgl. z.B. Maddrey et al. 2005; Nagel et al. 2006; Steinlin et al. 2003).

1.3 Das Gedächtnissystem

Bevor wir uns näher mit der Thematik der Störungen von mnestischen Funktionen und den Möglichkeiten der Rehabilitation selbiger befassen, sollten wir einen generellen Blick auf das menschliche Gedächtnissystem werfen. Unser Gedächtnis stellt ein äußerst komplexes Konstrukt dar, das grob in Arbeitsgedächtnis (vgl. Baddeley 2000) und Langzeitgedächtnis unterteilt wird. Das Langzeitgedächtnis setzt sich dabei aus dem deklarativen und nicht-deklarativen Gedächtnis zusammen (vgl. Squire 2004). Das nicht-deklarative Gedächtnis entspricht dabei unserem Wissen darüber, wie man bestimmte Dinge tut. Es ist, wie der Name schon andeutet, nicht-deklarativ, also nicht verbalisierbar. Es wird auch prozedurales Gedächtnis genannt (ich weiß, wie ich ein Rad oder ein Auto bedienen muss, um von einem Punkt zum nächsten zu kommen). Das deklarative Gedächtnis hingegen speichert Erinnerungen über bestimmte Ereignisse unseres Lebens und Fakten über die Welt, welche wir im Laufe unseres Lebens gelernt haben (vgl. Abb. 1).

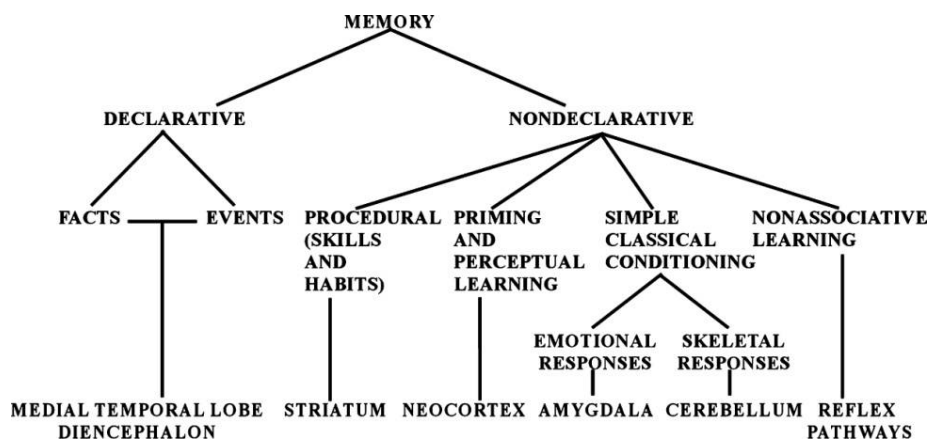


Abb. 1 Taxonomie des Säugetierlangzeitgedächtnissystems
(Quelle: Squire 2004)

Wenn wir von Erinnerungen unseres persönlichen Lebens sprechen (also z.B. die Erinnerung, dass ich mit meinem Freund vor zwei Jahren meinen Geburtstag gefeiert habe), meinen wir in den meisten Fällen Repräsentationen unseres deklarativen episodischen Langzeitgedächtnissystems. Unser gängiges Modell des deklarativen Langzeitgedächtnissystems geht auf Tulving (1972) zurück, welcher das erste Mal zwischen dem semantischen und episodischen Gedächtnis unterschied. Das semantische Gedächtnis repräsentiert dabei unser Wissen über Wörter und anderes Faktenwissen. Das episodische Gedächtnis repräsentiert unser Gedächtnis für Ereignisse unseres Lebens (gelegentlich wird noch zwischen episodischem und autobiografischem Gedächtnis unterschieden). Es erlaubt uns, subjektiv in der Zeit zurückzureisen, um ein bestimmtes Ereignis in der Vergangenheit wieder zu erleben (vgl. Matlin 2009).

Die bereits angesprochenen Störungen bei Kindern und Jugendlichen mit intrakraniellen Raumforderungen betreffen sowohl das Arbeitsgedächtnis als auch das semantische Gedächtnis (Faktenwissen) und das episodische bzw. autobiografische Gedächtnis (Gedächtnisse über bestimmte Ereignisse und Episoden der eigenen Biografie). Besonders die bei der Therapie von Hirntumoren immer wieder eingesetzte Strahlentherapie steht in Verdacht, neuropsychologische Störungen auszulösen (vgl. Konrad et al. 1998). Dies zeigt sich auf neurologischer Ebene anhand der Verminderung der *normal appearing white matter* durch die Strahlentherapie (vgl. Mulhern et al. 2001). Als *normal appearing white matter* oder *weiße Substanz* wird jene Masse bezeichnet, die die Fortsätze der Nervenzellen in unserem Gehirn, zusammen mit dem Gliagewebe, bilden (vgl. Trepel 2008).

2 Methode

2.1 Dem Gedächtnis auf die Sprünge helfen

Was muss man nun aber berücksichtigen, wenn man ein Training entwickeln möchte, dass das episodische Gedächtnis trainiert? Was macht eine Erinnerung an ein bestimmtes Ereignis überhaupt aus? Nun könnte man ganz einfach behaupten, wenn diese Kinder und Jugendliche Schwierigkeiten mit ihrem Gedächtnis haben und wir ihnen helfen wollen, dies zu verbessern, warum spielen sie dann nicht einfach ein bisschen *Memory*? *Memory* trainiert das Gedächtnis und macht so gut wie allen Kindern Spaß. Oberflächlich betrachtet ist dies absolut korrekt. Doch hält man sich die bereits besprochenen verschiedenen Gedächtnissysteme vor Augen, kommt man unweigerlich

zu dem Schluss, dass dies nur einen Teil des Gedächtnissystems (in diesem Fall das Arbeitsgedächtnis) trainieren würde. Auch gängige neuropsychologische Gedächtnistrainings – wie das Gedächtnistraining *REMINDER* (vgl. Lepach et al. 2003) – oder neuropsychologische Trainingsbatterien wie *COGPACK* (vgl. Marker 2007), trainieren lediglich das Arbeitsgedächtnis oder semantische Funktionen des Gedächtnisses und sparen dabei mittel- bis langfristiges Lernen und episodische Gedächtnisfunktionen aus. Ein Training, das diese Dimensionen trainiert, scheint weitestgehend zu fehlen. Außerdem wurden die meisten Gedächtnistrainings (außer *REMINDER*) nicht dezidiert für Kinder und Jugendliche entwickelt und sind deshalb auch für diese Altersgruppe nicht besonders unterhaltsam. Die Erkenntnisse, die wir aus der Recherche der gängigen Gedächtnistrainings erhielten, zeigten unter anderem auf, dass ein Gedächtnistraining das Alter der PatientInnen und Mnemotechniken (vgl. Lepach et al. 2003), sowie Abrufhilfen und eine emotionale Färbung durch Humor berücksichtigen sollte (vgl. Finauer 2007).

2.2 *Ich erinnere mich an mich*

Die markante Qualität von episodischen Erinnerungen sind, wie bereits angedeutet, ihr Bezug zu meinem eigenen Leben. Das episodische Gedächtnis stellt Erinnerungen an bestimmte Ereignisse des eigenen Lebens bereit. Diese Erinnerungen sind dabei, abgesehen von Fakten, unweigerlich an mich selbst und einen Kontext gebunden (vgl. z.B. Klein et al. 2004). Wichtige Fragen sind dabei beispielsweise: Welche Menschen waren anwesend? War ich es, der dies erlebt hat? Wann in meiner Biografie ist das Ganze passiert? Oder im Sinne der *Theory of Mind*: Wie habe ich mich oder wie haben sich Andere gefühlt? Was haben sie darüber gedacht? Das Speichern (Enkodieren) und der Abruf einer Erinnerung sind dabei ein aktiver und konstruktiver Prozess und werden mir – abgesehen von physischer und psychischer Gesundheit – umso leichter fallen, je besser ich diese Fragen beantworten kann (vgl. z.B. Klein et al. 2004; Markowitsch/Welzer 2005; Newcombe/Lloyd/Ratliff 2007). Weitere Prozesse, welche die Effektivität unserer Gedächtnisleistung beeinflussen, sind beispielsweise die Fähigkeiten einer Person bzw. das Wissen selbiger darüber, wie man eine Geschichte strukturiert und diese wiedergibt (vgl. Nelson/Fuvish 2004). Außerdem werde ich mich eher an ein Ereignis erinnern, je intensiver ich die Episode analysiert habe (vgl. Matlin 2009), je effizienter mein Arbeitsgedächtnis arbeitet und die Eindrücke der Episode miteinander verknüpft (vgl. z.B. Mather et al. 2006) und je mehr ich über meine eigenen Gedächtnisprozesse informiert bin (vgl. Matlin 2009).

Erinnere ich mich beispielsweise eher an ein bestimmtes Ereignis, wenn ich mir die Personen ins Gedächtnis rufe, die anwesend waren, oder wenn ich mich daran erinnere, wie ich mich zu jenem Zeitpunkt gefühlt habe (*Metagedächtnis*)? Erkenntnisse, die sich daraus für die Konstruktion eines Gedächtnistrainings ableiten lassen, sind, dass ein Training des episodischen Langzeitgedächtnisses unter anderem Selbstreflexion über eigene mentale Zustände und die anderer Personen ermöglichen sollte (vgl. Klein 2004; Markowitsch/Welzer 2005), sowie eine Art von „Geschichte“ bereitstellen, die in einen zeitlichen Kontext gebracht werden und nacherzählt werden muss (vgl. Nelson/Fivush 2004; Klein et al. 2004).

Das Ziel von *EMIL* ist es, diese und weitere Prozesse im Training zu berücksichtigen. So werden nicht nur die Funktionen des Gedächtnisses trainiert (kontextgeleitete Wiedergabe, Faktentraining, ...), die episodisches Gedächtnis begünstigen, sondern auch emotionale Aspekte (positive emotionale Färbung) des Selbst und Anderer (Theory of Mind) sowie Funktionen der zeitlichen Einordnung und des Wissens um eigene Gedächtnismechanismen, -funktionen und Kompetenzen der Wiedergabe (Metagedächtnis).

2.3 *Spielen? Das ist doch nur was für Kinder.*

Warum haben wir es uns nun zum Ziel gesetzt, ein Videospiele zu entwickeln, das genau diese Funktionen trainiert? Warum nicht einfach ein Brettspiel entwerfen? Vielleicht gelingt es ja, auch auf diesem Weg langfristige Lernprozesse auszulösen – der technische Aufwand wäre wesentlich geringer und vermutlich würde man schneller zu einem positiven Ergebnis kommen. Erneut scheint dies oberflächlich betrachtet durchaus stimmig zu sein. Doch wie weiter oben bereits dargestellt, ist eine erfolgreiche Erinnerung ein vielschichtiger Prozess, dem mit einem einfachen Brettspiel wohl nur bedingt zu genügen wäre. Ein Training, das spielerisch den Großteil der Charakteristiken des episodischen Gedächtnisses berücksichtigen soll, muss notwendigerweise als Computerspiel konzipiert sein, da nur hier die entsprechenden technischen Grundvoraussetzungen gegeben sind, um komplexe Darstellungen zu realisieren, die immersiven Charakter haben, die vom Anwender manipuliert werden können und mit denen man interagieren kann (vgl. Grau 2003). Außerdem haben Videospiele einen hohen Aufforderungscharakter und vermitteln Handlungsnotwendigkeit (vgl. Klimmt 2001). Des Weiteren ist schon seit längerer Zeit bekannt, dass Videospiele einen positiven Einfluss auf kognitive Funktionen – wie geteilte Aufmerksamkeit, Wechsel der Aufmerksamkeit oder Raumwahrnehmung – haben (vgl. Green/Bavelier 2006).

Neurologisch betrachtet, scheinen Videospiele auch einen positiven Einfluss auf das Dopaminsystem des Gehirns zu haben. Dies ist von besonderem Interesse, da dem Dopaminsystem eine wichtige Rolle bei einer breiten Palette an menschlichem Verhalten, wie Genuss und Lernen, zugeschrieben wird. In einer Studie von Koeppe et al. (1998) zeigte sich bei ProbandInnen, die ein Videospiele spielten, ein massiver Anstieg des Dopaminspiegels in Regionen des Gehirns, die für Belohnung und Lernen verantwortlich gemacht werden. Dies zeigt sich auch in neueren Studien, in denen Hinweise gefunden wurden, dass neurologische Korrelate des Belohnungssystems durch Computerspiele positiv beeinflusst werden (vgl. z.B. Kühn et al. 2011; Cole/Yoo/Knutson 2012). Dies zeigt sich auch bei Studien zur Auswirkungen von Videospielen auf das emotionale Erleben. Sie werden diesbezüglich generell mit positiven Auswirkungen auf die Stimmung und Stressreduktion in Verbindung gebracht (vgl. z.B. Russoniello/O'Brien/Parks 2009). Das Potenzial, welches Videospielen in Bezug auf pädiatrische KrebspatientInnen innewohnt, zeigte vor Kurzem eindrucksvoll das Videospiele *Re-Mission*¹. In einer begleitenden Studie zeigten Kato et al. (2008), dass *Re-Mission* bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit Leukämie, Lymphomen und Sarkomata eine signifikante Verbesserung des krankheitsbezogenen Wissens, der Lebensqualität, krankheitsspezifischer Selbstwirksamkeit und der Compliance bewirkte. Betrachtet man diese Überlegungen und Ergebnisse, erscheint es beinahe unumgänglich, ein neuropsychologisches Training, welches Gedächtnisfunktionen verbessern, im klinischen Setting eingesetzt und zur Informationsvermittlung dienen soll, als Videospiele zu konzipieren bzw. – im Sinne der Gamification (vgl. Deterding et al. 2011) – eine spielfremde Umgebung, in diesem Fall das neuropsychologische Gedächtnistraining, um Spielmechaniken zu erweitern.

3 Ergebnisse – Press Start!

Die Idee war es also, ein Gedächtnistraining zum Training des episodischen Gedächtnisses zu entwickeln, das eine Umsetzung als Videospiele erfährt. Dieses Training soll für Kinder und Jugendliche mit Hirnschädigungen (z.B. Hirntumor, physische Einwirkung) diversen Ursprungs konzipiert sein, die aufgrund der Hirnschädigung oder durch die damit einhergehenden Therapien (z.B. Strahlentherapie) Störungen in ihrem Langzeitgedächtnissystem

¹ *Re-Mission*. Palo Alto: HopeLab. Verfügbar auf: www.re-mission.net <2012-10-30>.

erlitten haben und deswegen ein Training benötigen, um den Status quo aufrechtzuerhalten oder ihn zu verbessern. Die eigentliche Inspiration dazu basierte auf Bildgeschichten aus gängigen Intelligenztestbatterien (z.B. HAWIK – IV; vgl. Petermann/Petermann 2008) bzw. auf fortlaufenden Episoden aus Adventurespielen, wie z.B. *Baphomet's Fluch*², oder ähnlichen storylastigen Spielen. Geschichten dieser Art werden mit (teilweise emotionalen) Inhalten angereichert, die es dem Kind ermöglichen, in die Spielwelt einzutauchen und gleichzeitig einen Bezug zu *alltagsnahen Episoden* herzustellen.

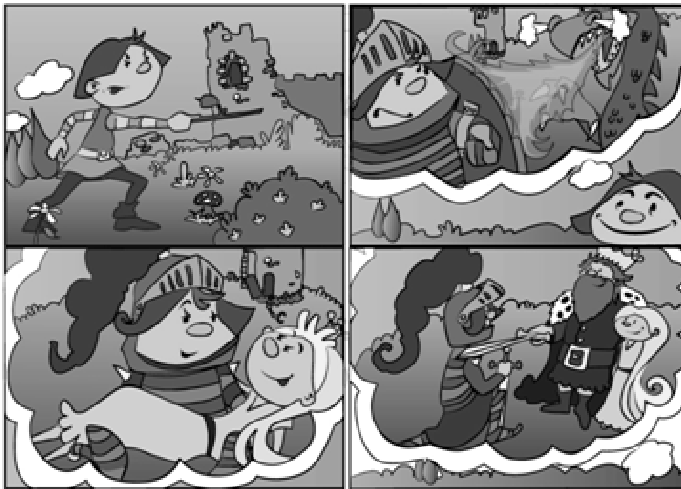


Abb. 2 Beispiel der „memory story cards“ des Brettspiels EMIL

In der bereits abgeschlossenen Konzeptphase wurde ein Brettspielprototyp des Spiels erstellt, der die grundlegenden Spielmechaniken des Videospiels wiedergibt. Es handelt sich dabei um ein Brettspiel für zwei Personen (PatientIn/TherapeutIn) mit stark narrativen Komponenten. Die grundlegende Geschichte verläuft rund um den namensgebenden rosa Hasen „Emil“, der die Erinnerungen der Kinder gestohlen habe. Der/die PatientIn verbünden sich mit dem/der TherapeutIn, um in den Bau des Hasen einzudringen und die Erinnerungen der Kinder wiederzufinden. Die Erinnerungen werden in Form von Karten (memory story cards) erspielt (vgl. Abb. 2), müssen gemerkt, abgelegt und später wieder abgerufen und richtig zugeordnet werden. Die memory story cards umfassen dabei in ihrer kompletten Form eine voll-

² *Broken Sword: The Shadow of the Templars*, 1996, York: Revolution Software [CD-ROM].

ständige Gedächtnisepisode, die mit vielfältigen Details und emotionalen Inhalten angereichert ist. Zur vollständigen Erspielung der Episode werden vier Trainingseinheiten benötigt, die eine Transferierung des Gedächtnisinhaltes von einer Trainingseinheit zur nächsten erfordert. Spezielle Features des Spiels wie Symbole an den Rückseiten der Karten (vgl. Abb. 3) bzw. Störkarten mit „falschen“ Symbolen ermöglichen eine individuelle Adaptierung des Schwierigkeitsgrades. Das Spiel wurde an diversen PatientInnen der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, AKH Wien, getestet und erhielt durchwegs positive Resonanz sowohl von PatientInnen und Eltern, als auch vom Fachpersonal. Genauere Untersuchungen zur Wirksamkeit des Brettspiels stehen allerdings noch aus, da dafür eine umfassende Evaluation erforderlich wäre.

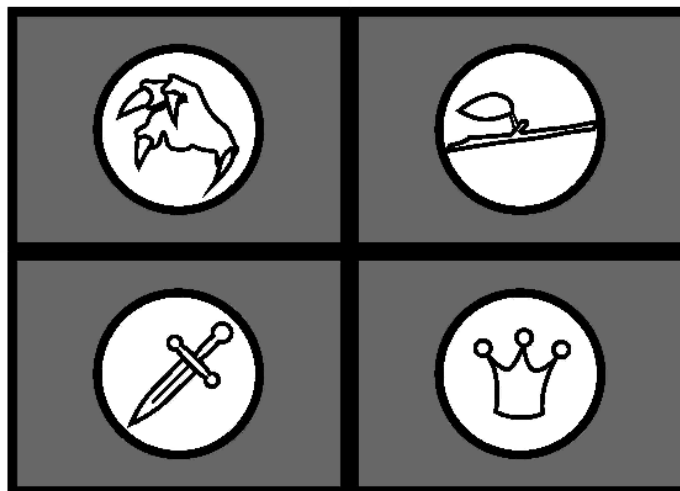


Abb. 3 Rückseite der „memory story cards“ mit Symbolen

4 Diskussion

4.1 Game Over ...

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei der Betrachtung der Literatur und der verfügbaren Gedächtnistrainings schnell klar wird, dass Trainings des episodischen Gedächtnisses oder von Gedächtnisfunktionen, die über das Arbeitsgedächtnis und das semantische Gedächtnis – wie dem bloßen Lernen von Wortlisten – hinausgehen, vollständig zu fehlen scheint. Die meisten dieser Trainings sind außerdem nicht für Kinder und Jugendliche

konzipiert und entsprechend wenig unterhaltsam für diese Altersgruppe. Indem man die notwendigen Komponenten und Funktionen von Gedächtnis-trainings – im Sinne der Gamification – mit spielerischen Komponenten anreichert, sollte es möglich sein, Zugang zur Dimension des episodischen Gedächtnisses zu bekommen und dieses unterhaltsam, effizient und effektiv zu trainieren.

Das Projekt EMIL hat sich dies zum Ziel gesetzt. In der ersten Projektphase wurde ein Brettspielprototyp entwickelt, der alle dafür notwendigen Komponenten, welche aus der Recherche gängiger Gedächtnisstrainings und Gedächtnistheorien extrahiert wurde, integriert. Dazu zählen unter anderem die Notwendigkeit von Geschichten, die in einen zeitlichen Kontext gebracht und nacherzählt werden müssen, Geschichten die von sozialen Situationen handeln und emotional behaftet sind, aber auch Funktionen wie das aktive Unterdrücken von „falschen“ Gedächtnisinformationen durch das Aussortieren falscher Karten. Ein tatsächlicher Nachweis der Funktionalität des Trainings anhand evaluierender Maßnahmen steht allerdings noch aus. Erste Versuche mit PatientInnen haben jedoch gezeigt, dass die grundlegenden Game-mechaniken des Spiels fehlerfrei funktionieren und das Spiel sowohl bei PatientInnen und Eltern als auch beim Fachpersonal durchwegs positiv aufgenommen wurde. Das eigentliche Ziel des Projekts, die Umsetzung als Computerspiel, ist mit diesem Schritt jedoch noch nicht erreicht. Das Brettspiel bietet allerdings eine ausgezeichnete Basis zur weiteren Entwicklung des Videospieles

4.2 ... Continue?

Das fertiggestellte Spiel soll dann in zwei verschiedenen Versionen erscheinen. Eine Version wird als *klinische Trainingsversion* mit erweiterten Funktionen für den Bereich der neuropsychologischen Rehabilitation – wie Testbedingungen mit entsprechenden Altersnormen und Trainingsverlauf – ausgestattet sein. Als zweite Version ist eine *Home-Version* angedacht, die von Eltern und Kindern erworben werden kann, um von zu Hause aus das Training fortzusetzen. Ebenfalls in Planung ist es, das Spiel in ein gerade entstehendes Trainingsnetzwerk der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, AKH Wien, zu integrieren. Eine in ihrer Funktionalität reduzierte Version für Tablets und Smartphones ist ebenfalls angedacht, um zusätzlich zu der *Home-Version* des Spiels eine weitere Brücke zwischen klinischer Behandlung und Alltag der PatientInnen zu errichten und somit auch Faktoren wie Compliance zu verbessern. Der Effekt des Trainings wird nach einer

erfolgreichen Betaphase anhand von Evaluationsstudien, vor und nach dem Training, an klinischen Stichproben überprüft.

Literaturverzeichnis

- AWMF – Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (2010): Registernummer (025-022) Leitsymptome und Diagnostik der Hirntumoren im Kindes- und Jugendalter. Online: <http://www.awmf-leitlinien.de<2012-10-28>>.
- Baddeley, A. D. (2000): The episodic buffer: A new component of working memory? In: *Trends in Cognitive Sciences* 4, S. 417–423.
- Cole, S. W.; Yoo, D. J.; Knutson, B. (2012): Interactivity and Reward-Related Neural Activation during a Serious Videogame. In: *PLoS ONE* 7 (3), e33909.
- Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R.; Nacke, L. (2011): From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In: Lugmayr, A. et al. (Hrsg.): *MindTrek’11 – Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (Sept., 28.–30., 2011; Tampere, Finland). New York, NY: ACM, S. 9–15. Online: http://85.214.46.140/niklas/bach/MindTrek_Gamification_PrinterReady_110806_SDE_accepted_LEN_changes_1.pdf<2013-12-10>.
- Deutsches Kinderkrebsregister (2009): Jahresbericht 2008: <http://www.kinderkrebsregister.de/?id=22653<2013-12-09>>.
- Finauer, G. (Hrsg.) (2007): *Therapiemanuale für die neuropsychologische Rehabilitation – Kognitive und kompetenzorientierte Therapie für Gruppen- und Einzelbehandlungen*. Heidelberg: Springer.
- Grau, O. (2003): *Virtual art: from illusion to immersion*. Cambridge: MIT Press.
- Green, C. S.; Bavelier D. (2006): The cognitive neuroscience of video games. In: Humphrey, L.; Messari, P. (Hrsg.): *Digital media: Transformations in human communication*. New York, NY: Peter Lang, S. 211–223.
- Kato, P. M.; Cole, S. W.; Bradlyn, A. S.; Pollock, B. H. (2008): A video game improves behavioral outcomes in adolescents and young adults with cancer: a randomized trial. In: *Pediatrics* 122 (2), 305–317.
- Klein, S. B. et al. (2004): A theory of autobiographical memory: necessary components and disorders resulting from their loss. In: *Social Cognition* 22 (5), 460–490.
- Klimmt, C. (2001): *Wie Du mir, so ich Dir. Eine empirische Untersuchung zur besonderen Faszinationskraft von Computer- und Videospiele aus medien- und spielpsychologischer Perspektive am Beispiel von Tomb Raider und Lara Croft* (Diplomarbeit, Hochschule für Musik und Theater, Hannover).

- Koepp, M. J. et al. (1998): Evidence for striatal dopamine release during a video game. In: *Nature* 393, 266–268.
- Konrad, K.; Gauggel, S. (2001): Eine Übersicht über kognitiv, behaviorale und psychosoziale Langzeitfolgen nach pädiatrischen Hirntumoren. In: *Kindheit und Entwicklung* 10 (2), 78–86.
- Konrad, K.; Gauggel, S.; Jansen, H.-T. (1998): Hirntumorerkrankungen im Kindesalter: Kognitive, affektive und psychosoziale Langzeitfolgen. In: *Kindheit und Entwicklung* 7, 154–162.
- Kühn, S. et al. (2011): The neural basis of video gaming. In: *Translational Psychiatry* 53 (1). Online: <http://www.nature.com/tp/journal/v1/n11/full/tp201153a.html> <2013-12-10>.
- Lepach, A. C.; Heubrock, D.; Muth, D.; Petermann, F. (2003): *Training für Kinder mit Gedächtnisstörungen – Das neuropsychologische Gedächtnistraining REMINDER*. Göttingen: Hogrefe.
- Maddrey, A. M. et al. (2005): Neuropsychological performance and quality of life of 10 year survivors of childhood medulloblastoma. In: *Journal of Neuro-Oncology* 72, 245–253.
- Marker, K. (2007): Cogpack. Handbuch zum Programmpaket Cogpack, Version 7.9. Ladenburg: Marker Software.
- Markowitsch, H. J.; Welzer, H. (2005): *Das autobiographische Gedächtnis*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Mather, M. et al. (2006): Emotional arousal can impair feature binding in working memory. In: *Journal of Cognitive Neuroscience* 18 (4), 614–625.
- Matlin, M. W. (2009): *Cognitive Psychology*. 7th Edition, International Student Version. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Mulhern, R. K. et al. (2001): Risks of young age for selected neurocognitive deficits in medulloblastoma are associated with white matter loss. In: *Journal of Clinical Oncology* 19 (2), 472–479.
- Nagel, B. J. et al. (2006): Early patterns of verbal memory impairment in children treated for medulloblastoma. In: *Neuropsychology* 20 (1), 105–112.
- Nelson, K.; Fivush, R. (2004): The Emergence of Autobiographical Memory: A Social Cultural Developmental Theory. In: *Psychological Review* 111, 486–511.
- Newcombe, N. S.; Lloyd, M. E.; Ratliff, K. R. (2007): Development of episodic and autobiographical memory: a cognitive neuroscience perspective. In: *Advances in Child Development and Behavior* 35, 37–85.
- Petermann, F.; Petermann, U. (Hrsg.) (2008): *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder IV (HAWIK-IV)*. Bern: Huber.

- Russoniello, C.; O'Brien, K.; Parks, J. M. (2009): The effectiveness of casual video games in improving mood and decreasing stress. In: *Journal of Cyber Therapy & Rehabilitation* 2 (1), 53–66.
- Squire, L. R. (2004): Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. In: *Neurobiology of Learning and Memory* 82, 171–177.
- Steinlin, M. et al. (2003): Neuropsychological long-term sequelae after posterior fossa tumor resection during childhood. In: *Brain* 126, 1998–2008.
- Trepel, M. (2008): *Neuroanatomie: Struktur und Funktion*. 4., neu bearb. Aufl. München: Urban & Fischer.
- Tulving, E. (1972): Episodic and semantic memory. In: Tulving, E.; Donaldson, W. (Hrsg.): *Organization of Memory*. New York: Academic, S. 381–403.