

## Artikel erschienen in:

*Sarah Tan, Sarah Düring, Alina Wilde,  
Lara Hamburger, Tom Fritzsche (Hrsg.)*

### **Spektrum Patholinguistik Band 16. Schwerpunktthema: Schnittstelle Alltag: Transfer und Teilhabe in der Sprachtherapie**

2023 – viii, 234 S.

ISBN 978-3-86956-559-0

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-59043>



#### Empfohlene Zitation:

Alicia Kluth; Marilyne Lemire-Tremblay; Kevin Jamey; Simone Dalla Bella; Simone Falk: Auswirkungen eines nonverbalen Rhythmustrainings auf die Sprechmotorik und Sprechflüssigkeit bei stotternden Kindern, *Spektrum Patholinguistik* 16, S. 135–149.

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-61349>

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert: Namensnennung 4.0. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>



## Auswirkungen eines nonverbalen Rhythmustrainings auf die Sprechmotorik und Sprechflüssigkeit bei stotternden Kindern

Alicia Kluth<sup>1,2</sup>, Marilyne Lemire-Tremblay<sup>2</sup>, Kevin Jamey<sup>2</sup> ,  
Simone Dalla Bella<sup>2</sup>  & Simone Falk<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Masterstudiengang Sprachtherapie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland

<sup>2</sup> Institute for Brain, Music and Sound Research (BRAMS), Université de Montréal, Kanada

**ABSTRACT:** Die alleinige Ursache von Stottern ist weiterhin nicht abschließend geklärt. Auf neurofunktioneller und -morphologischer Ebene zeigen stotternde Personen Abweichungen in den Arealen, welche nicht nur für die Initiierung von sprechmotorischen Programmen, sondern auch für die Produktion und Perception von musikalischen Rhythmen zuständig sind. Unterschiede zu flüssigsprechenden Personen treten jedoch nicht nur im verbalen, sondern auch im nonverbal sensomotorischen Bereich auf, was auf eine Störung domänenübergreifender auditiv-motorischer Koordinationsprozesse hindeutet. Ausgehend davon wurde in einigen Studien postuliert, dass dem Störungsbild Stottern ein domänenübergreifendes Rhythmusdefizit zugrunde liegt. Im Gegensatz zu anderen Störungsbildern, welche auch Probleme in rhythmischen Aufgaben aufweisen, gibt es bis dato jedoch keine Intervention, welche dieses Defizit angeht. Es soll untersucht werden, ob ein nonverbales rhythmisches Training bei stotternden Kindern im Alter von zehn bis zwölf Jahren eine Verbesserung der sensomotorischen Synchronisationsfähigkeiten zur Folge hat. Zudem soll erforscht werden, ob es Transfereffekte auf die Sprechmotorik und Sprechflüssigkeit gibt. Für die vorliegende einfach verblindete Pilotstudie sollen 20 Kinder rekrutiert werden. Zehn davon werden randomisiert der Experimentalgruppe zugewiesen, welche das rhythmische Spiel *Rhythm Workers* über drei Wochen daheim auf einem Tablet spielen sollen. Die Kontrollgruppe spielt ein nicht-rhythmisches Bubble-Shooter-Spiel namens *Frozen Bubble*. Diese Studie könnte somit den Weg ebnen für technologieunterstützte

Rehabilitationsmaßnahmen, welche darauf abzielen die rhythmisch-motorischen Defizite bei Stottern zu lindern.

**KEYWORDS:** Stottern, sensomotorische Synchronisation, Rhythmustraining, Sprechmotorik, Apps

## 1 Theoretischer Hintergrund

Bei dem *originär neurogenen nicht-syndromalen Stottern* (im Folgenden: Stottern) handelt es sich um eine Redeflussstörung, welche meist ohne erkennbare Ursache in der Kindheit entsteht und mit strukturellen und funktionellen Hirnveränderungen einhergeht (Natke & Kohmäscher, 2020). Stottern tritt bei ungefähr 5 bis 10% der Kinder unter sechs Jahren auf (Bloodstein & Bernstein Ratner, 2008). Bis zu 80% der Kinder remittieren von ihrem Stottern, sodass die generelle Prävalenz ca. 1% beträgt (Yairi & Ambrose, 2013). Zu den Kernsymptomen zählen unwillkürliche Unterbrechungen im Redefluss durch Blockierungen, Wiederholungen oder Prolongationen. Zusätzlich tritt meist auch motorisches, vegetatives oder emotionales Begleitverhalten auf (Natke & Kohmäscher, 2020).

Hinsichtlich der zerebralen Befunde lässt sich nicht klar abgrenzen, welche Anlagen bereits vorhanden waren und was sich aufgrund kompensatorischer Mechanismen im Laufe der Zeit entwickelt hat, da die meisten bildgebenden Studien an Erwachsenen durchgeführt wurden. Befunde, die auch bei Kindern – also nahe am Onset des Stotterns – festgestellt werden konnten, sind vermutlich eher ursächlicher als kompensatorischer Natur. Bei stotternden Kindern im Alter von drei bis neun Jahren konnte unter anderem bereits eine verringerte Konnektivität zwischen dem Putamen und dem supplementär motorischen Areal (SMA), dem Gyrus temporalis superior sowie dem Kleinhirn nachgewiesen werden (Chang & Zhu, 2013). Ferner zeigen stotternde Kinder im Vergleich zu Kontrollpersonen ein signifikant geringeres Volumen im rechten Nucleus caudatus (Beal

et al., 2013). Hierbei handelt es sich auch um Areale, welche mit der sensomotorischen Synchronisation assoziiert sind.

Unter sensomotorischer Synchronisation versteht man die Koordination von Perzeption und Aktion in Form von Synchronisierung einer Bewegung, wie beispielsweise Klatschen, zu einem vorhersagbaren rhythmischen Stimulus (Repp & Su, 2013). Hierfür ist laut Etchell et al. (2014) ein internes und ein externes zerebrales Timing-Netzwerk von großer Bedeutung. Das interne Timing-Netzwerk (ITN) ist primär dann aktiv, wenn eine Person rhythmische Handlungen ohne einen vorgegebenen Rhythmus produzieren soll; das externe Timing-Netzwerk (ETN) dagegen eher bei Handlungen, die parallel zu einem externen sensorischen Rhythmus, wie einem Metronom, ablaufen sollen. Das ITN setzt sich aus den Basalganglien und dem SMA zusammen. Das ETN hingegen bilden das Kleinhirn, der prämotorische Kortex sowie der rechte Gyrus frontalis inferior (Etchell et al., 2014). Das Hören eines Rhythmus und die Synchronisierung dazu aktiviert ein striato-thalamo-kortikales Netzwerk aus Basalganglien, Thalamus, prämotorischem Kortex, SMA und dem dorsolateralen präfrontalen Cortex (genannt BGTKS – Basalganglien thalamo-kortikale Schleife; Repp & Su, 2013; Witt et al., 2008). Eine Störung dieser Areale aufgrund einer Hirnläsion oder einer neurologischen Entwicklungsstörung beeinträchtigt oftmals nicht nur die auditiv-motorische Synchronisation zu einem musikalischen Takt, sondern auch andere Funktionen, wie beispielsweise das Sprechen.

Dementsprechend kann geschlussfolgert werden, dass Kinder, die stottern, bereits nahe am Onset des Stotterns Abweichungen im ITN aufweisen (Foundas et al., 2013). Es lässt sich somit vermuten, dass Stottern aufgrund eines Defizits im ITN entsteht, wodurch während des Sprechvorgangs kein interner Rhythmus produziert wird und Stotternde demnach vermehrt auf ein externes Signal (wie ein Metronom) angewiesen sind, um flüssige Äußerungen zu produzieren (Etchell et al., 2014). In der Tat führen rhythmische Aktivitäten, wie Singen oder Sprechen, zu einem Metronom durch eine externe Rhythmisierung des Sprechens zu einer Reduktion der Stottersymptomatik

(Toyomura et al., 2011). Da Unterschiede zu flüssigsprachenden Personen indes nicht nur im verbalen, sondern auch im nonverbal sensomotorischen Bereich auftreten, wurde in den letzten Jahren immer wieder die These postuliert, dass dem Stottern ein nonverbales Rhythmus- oder Timing-Defizit zugrunde liegt (Harrington, 1988). Beispielsweise zeigen Betroffene in Aufgaben zu sensomotorischer Synchronisation (z. B. Tappen zu einem Metronom) eine schlechtere Leistung als flüssigsprachende Personen (z. B. Falk et al., 2015; van de Vorst & Gracco, 2017).

Aufgrund der überlappenden Gehirnareale, welche für die Verarbeitung von Rhythmus in Sprache und Musik notwendig sind, geht Patel (2011) in seiner *OPERA*-Hypothese davon aus, dass die neuronale Enkodierung von Sprache durch ein nicht-linguistisches auditives Training, wie das Spielen eines Instruments oder Singen, verbessert werden kann. Er postuliert, dass Musik höhere Ansprüche an ebene Netzwerke stellt als Sprache, was die Präzision der Verarbeitung angeht. Durch die mit Musik verbundenen positiven Emotionen, das ausgiebige Üben und die fokussierte Aufmerksamkeit, kann es somit zu Transfereffekten von nonverbalem Training auf die verbale Domäne kommen (Patel, 2011).

Auch Fiveash et al. (2021) beschäftigen sich mit den Transfer-effekten von musikalischem Training auf sprachliche Fähigkeiten. Laut den Autorinnen sind folgende Fähigkeiten für die Verarbeitung von Musik und Sprache unabdingbar: Zum einen benötigt es eine präzise auditive Verarbeitung, um kleinste Änderungen im auditiven Signal unterscheiden und erkennen zu können. Zum anderen ist es wichtig, dass das Gehirn sich zu dem auftretenden auditiven Signal synchronisiert. Dies geschieht auf neurophysiologischer Ebene mithilfe neuronaler Oszillationen, welche den Rhythmus des Inputs abbilden und so eine Vorhersage kommender Elemente ermöglichen. Ferner erlaubt die sensomotorische Kopplung, also eine enge neuronale Verbindung zwischen auditiven und motorischen Arealen, auch ein verbessertes Timing von Bewegungen und das Vorhersagen und Korrigieren rhythmischer Aktionen. Fiveash et al. (2021) postulieren

in Anlehnung an die *OPERA*-Hypothese von Patel (2011), dass ein Training dieser Komponenten zu einem verbesserten Sprechen führen kann, vor allem bei Störungsbildern mit Beteiligung der Areale, welche für die Verarbeitung von Rhythmus zuständig sind.

Beim idiopathischen Parkinson kommt es aufgrund des Dopaminmangels in den Basalganglien zu linguistischen, motorischen und kognitiven Beeinträchtigungen sowie zu Defiziten bei der Wahrnehmung von Musik. Kotz und Gunter (2015) postulieren, dass eine Verbesserung domänenübergreifender sensomotorischer Schaltkreise (z. B. der BGTKS) positive Auswirkungen sowohl auf die motorischen als auch die nichtmotorischen Defizite hat. Auch Puyjarinet et al. (2017) gehen aufgrund vorangegangener Forschung davon aus, dass den (sprech-)motorischen Defiziten bei Morbus Parkinson ein generelles rhythmisches Defizit zugrunde liegt, welches sowohl auf orofaziale und verbale Fähigkeiten als auch den Gang Auswirkungen hat (Puyjarinet et al., 2017). In einer aktuellen Studie der Forschungsgruppe um Puyjarinet et al. (2022) wurde ein Rhythmustraining bei Probandinnen und Probanden mit Morbus Parkinson angewendet. Dabei spielten Betroffene über sechs Wochen ein rhythmisches Spiel (*rhythm workers*) auf einem Tablet, wobei sie sich zu dem Takt der Musik synchronisieren sollten. Eine aktive Kontrollgruppe spielte ein nicht-rhythmisches Spiel (*Tetris*) und eine weitere erhielt keine Intervention. Die Experimentalgruppe zeigte nach der Interventionsphase eine geringere orofaziale Variabilität sowie eine bessere rhythmische Leistung (sowohl in Perzeption als auch in der Produktion) als die beiden Kontrollgruppen. Dies spricht für ein generelles Rhythmusdefizit bei Morbus Parkinson und deutet zudem darauf hin, dass eine Rehabilitation dessen auch auf andere Domänen Auswirkungen haben kann (Puyjarinet et al., 2022).

Ähnlich wie bei Morbus Parkinson könnte bei Stottern ebenso ein generelles Rhythmusdefizit vorliegen, vermutlich aufgrund einer Störung der zerebralen Netzwerke für das Timing, die motorische Planung sowie die Ausführung von Bewegungen (Alm, 2004; Etchell et al., 2014). Das Rhythmusdefizit könnte sich demnach sowohl auf

verbale als auch nonverbale Fähigkeiten auswirken. Diese Annahmen finden jedoch in Diagnostik und Therapie noch kaum Beachtung. Ein nonverbales rhythmisches Training könnte die sensomotorische Kontrolle bei Stotternden verbessern, wodurch es möglicherweise auch zu Transfereffekten auf das Sprechen (speziell Sprechmotorik und Sprechflüssigkeit) kommen kann, da beide Domänen in ähnlichen Hirnregionen verschaltet sind (Fujii & Wan, 2014). In Übereinstimmung mit neurokognitiven Hypothesen, die von einem vorteilhaften Transfer von musikalischem bzw. rhythmischem Training auf verbale Fähigkeiten ausgehen (siehe Fiveash et al., 2021; Patel, 2011), kann also angenommen werden, dass ein Rhythustraining die zugrunde liegenden Prozesse der sensomotorischen Kontrolle normalisieren kann, welche das Stottern möglicherweise verursachen.

## 2 Methodik

Dieses Projekt wird im Rahmen eines größeren Forschungsprojekts am Forschungsinstitut *BRAMS* (Brain, Music and Sound Research) der Universität von Montréal realisiert. Für die Pilotstudie sollen insgesamt 20 französischsprachige stotternde Kinder im Alter von 10 bis 13 Jahren ohne sonstige entwicklungsbedingte oder neurologische Defizite rekrutiert werden.

Die Datenerhebung erfolgt zu je drei Messzeitpunkten. Nach der Baseline-Testung vergehen zunächst drei Wochen, in denen beide Gruppen kein Training erhalten. Anschließend erfolgt eine weitere Testung (Prä-Test) und danach spielen die Kinder beider Gruppen das ihnen zugewiesene Spiel über drei Wochen, an je fünf Tagen die Woche für jeweils 30 Minuten. Daraufhin erfolgt die Post-Testung. Die Studie wird zu Hause absolviert, das notwendige Material wird den Teilnehmer\*innen per Post zugeschickt.

Es handelt sich um eine einfach verblindete Studie, bei der die Testleiter\*innen und auch die Auswerter\*innen nicht über die Gruppenzuweisung im Bilde sind.

Zunächst sollen die Testpersonen einen allgemeinen Fragebogen ausfüllen, in dem grundlegende Daten wie Alter, musikalische Vorerfahrung sowie Informationen über bereits stattgefundene Sprachtherapien abgefragt werden.

Die Tests bestehen aus einem verbalen und einem rhythmischen Teil. Für den verbalen Teil wird zunächst die sprechmotorische Leistung mittels einer Diadochokinese-Aufgabe überprüft, bei der die Proband\*innen so schnell, oft und akkurat wie möglich die Silbensequenz /pataka/ innerhalb einer Zeitspanne von ca. fünf Sekunden artikulieren sollen. Außerdem werden das *Stuttering Severity Instrument* in der vierten Auflage (SSI-4; Riley, 2009) sowie der OASES-Fragebogen (*Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering*; Yaruss & Quesal, 2006) durchgeführt. Der SSI-4 Gesamtscore umfasst die Auswertung von Sprechproben unter verschiedenen situationalen und linguistischen Anforderungen. Für die vorliegende Studien wurden eine Spontansprachprobe, eine Bildbeschreibung sowie das Lesen eines Textes, einmal allein und einmal mit einer fremden Person, gewählt.

Die rhythmischen Testungen setzen sich aus Untertests der *Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities*; Bégel et al., 2018b) zusammen. Zunächst sollen die Testpersonen für 60 Sekunden in einem selbstgewählten, komfortablen Tempo tappen. Anschließend sollen sie einmal so schnell wie möglich tappen. Beides erfolgt ohne Metronomvorgabe (*unpaced tapping*). Ferner sollen die Kinder sich zu drei verschiedenen Metronomen mit unterschiedlichen Intervallen (450, 600 und 750 ms) sowie zu dem Takt zweier Musikstücke (Bachs „Badinerie“ und Rossinis Ouvertüre aus „Wilhelm Tell“) synchronisieren (*paced tapping*). Zuletzt folgt eine Aufgabe zum *adaptive tapping*: Hierbei behält das Metronom nicht stets dasselbe Tempo, sondern wird schneller oder langsamer und die Proband\*innen sollen den Tempoänderungen folgen und das letzte Tempo auch weiter beibehalten, wenn das Metronom nicht mehr zu hören ist.

Nach Absolvierung der Baseline und Prä-Testung folgt eine dreiwöchige Trainingsphase. Hierbei werden die Hälfte der rekrutierten Testpersonen randomisiert der Experimentalgruppe ( $n = 10$ ) zugewiesen. Diese spielen ein rhythmisches Spiel auf einem Tablet. Der Kontrollgruppe ( $n = 10$ ) wird hingegen ein nicht-rhythmisches Spiel (*Frozen Bubble*) zugewiesen. Die Probandinnen und Probanden erhalten auf ihrem Tablet nur das ihnen zugewiesene Spiel. Sie werden instruiert, dass sie 30 Minuten pro Tag an fünf Tagen die Woche spielen sollen. Bei Bedarf kann auch länger gespielt werden. Die Gesamtzeit sollte jedoch eine Stunde pro Tag nicht überschreiten.

Das Rhythmuspiel *rhythm workers* wurde bereits an gesunden jungen Erwachsenen (Bégel et al., 2018a), Erwachsenen mit idiopathischem Parkinson (Puyjarinet et al., 2022) sowie Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom getestet. Hier ist das Ziel, im Takt des vorgegebenen Beats zu der Musik auf das Tablet zu tippen und somit Gebäude zu errichten. Es gibt insgesamt 99 Level, welche in neun Schwierigkeitsgrade unterteilt sind. Zu Beginn jedes Levels schlägt ein kleiner Roboter auf ein Tamburin im Takt der Musik, die entsprechend folgen wird. Die Musik setzt erst ein paar Sekunden später ein. Je mehr Taps mit dem Rhythmus der Musik übereinstimmen, desto schneller wird das Haus gebaut und umso höher die finale Punktzahl. Bei guter Leistung erscheinen die Stockwerke des Gebäudes zudem ästhetischer als bei schlechter Leistung. Eine Rückmeldung erfolgt alle 15 Takte des Stimulus. Während der Level können auch Monster auf dem Bildschirm erscheinen, um den Bau der Gebäude zu stören. Zur Bekämpfung dieser, muss im Takt auf das Monster getippt werden. Ein Level wurde absolviert, wenn das Musikstück vorbei ist. Am Ende gibt es – im Gegensatz zu anderen rhythmischen Spielen auf dem Markt – ein zusätzliches Feedback zur Leistung, eine Endnote zwischen 5 und 100 Punkten, die auf der Grundlage der Gesamtleistung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Einzelheiten siehe Bégel et al., 2018) berechnet wurde. Der Endnote wird dann eine Anzahl von Sternen zugeordnet, von einem Stern (Punktzahl < 70) bis fünf Sternen (Punktzahl > 95). Eine

Leistung, die zu mindestens zwei Sternen führt, ist erforderlich, um das nächste Level in derselben ‚Welt‘ freizuschalten. Um die nächste ‚Welt‘ freizuschalten (und dorthin zu gelangen), müssen mindestens 20 Sterne in der aktuellen ‚Welt‘ gesammelt werden. Wenn nach fünf Versuchen keine zwei Sterne erreicht werden, wird das nächste Level automatisch freigeschaltet. Dadurch wird denjenigen Testpersonen, die besondere Schwierigkeiten mit einem Level haben, ermöglicht in das nächste Level zu wechseln, um einem Motivationsverlust vorzubeugen. Werden alle ‚Welten‘ vor Ablauf der drei Wochen abgeschlossen, beginnt das Spiel wieder von vorne, allerdings mit einer schwierigeren Version, bei der drei Sterne (anstatt zwei) benötigt werden, um weitere Level freizuschalten.

Die Kontrollgruppe hingegen spielt ein Bubble-Shooter-Spiel, genannt *Frozen Bubble*. In jedem Level wird eine Anordnung von Blasen in verschiedenen Farben auf dem Bildschirm angezeigt. Das Ziel besteht darin, alle Blasen vom Bildschirm mittels einer Kanone, die ebenfalls bunte Blasen abschießt, verschwinden zu lassen. Kleben drei oder mehr Blasen einer Farbe aneinander, ‚fallen‘ sie vom Bildschirm. Wenn eine oder mehrere Blasen die blaue Linie am unteren Bildschirmrand vollständig überschreiten, ist das Spiel verloren und das Level muss wiederholt werden. Hierbei wird auch Musik im Hintergrund gespielt, allerdings müssen die Proband\*innen sich nicht aktiv dazu synchronisieren.

### 3 Erwartete Ergebnisse

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Artikels können noch keine finalen Ergebnisse berichtet werden, da die Datenerhebung noch nicht abgeschlossen ist. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse der Studie von Puyjarinet et al. (2022) bei Morbus Parkinson, wird bei den stotternden Proband\*innen der Experimentalgruppe ebenfalls eine Verbesserung hinsichtlich der sensomotorischen Synchronisationsleistung nach der Intervention erwartet im Vergleich zu der Kon-

trollgruppe. Derartige Effekte zeichneten sich in ersten vorläufigen Ergebnissen der Studie bereits ab.

Zudem kann davon ausgegangen werden, dass in den Aufgaben zum *paced tapping* (mit Vorgabe eines Metronoms) in der Experimentalgruppe bessere Ergebnisse erzielt werden als in den Aufgaben zum *unpaced tapping*. Dies wird auf die Natur des rhythmischen Spiels (*rhythm workers*) zurückgeführt, da sich die Kinder dort auch zu einem Stimulus synchronisieren sollen. Gleichzeitig ist allerdings noch ein anderes Szenario denkbar. Da Rhythmus primär in den Basalganglien verarbeitet wird und die Basalganglien auch Teil des ITNs sind, kann ebenso postuliert werden, dass aufgrund des Trainings das ITN gestärkt wird und sich damit zusätzlich die Leistungen im *unpaced tapping* verbessern.

In Bezug auf die Sprechmotorik können ebenso bessere Leistungen erwartet werden (siehe Puyjarinet et al., 2022). Dafür wird aufgrund der erwarteten Verbesserung in der sensomotorischen Synchronisation postuliert, dass dies aufgrund der geteilten Hirnareale einen positiven Einfluss auf die Sprechmotorik hat. Eine verbesserte Sprechmotorik äußert sich in einer höheren Silben- und geringeren Fehlerrate in der Aufgabe zur Diadochokinese. Erste vielversprechende Ergebnisse zeigten, dass bestimmte Kinder nach dem rhythmischen Training eine signifikant höhere Silbenrate produzieren können. Jedoch ist dies nicht bei allen Teilnehmer\*innen der Fall. Es konnte auch bereits festgestellt werden, dass einige Testpersonen Probleme beim Absolvieren der Level hatten. Dies schlug sich wiederum in einer gesunkenen Motivation nieder, was schlussendlich auch Auswirkungen auf die Ergebnisse hatte, da ebenjene Kinder keine Verbesserungen in den verbalen Aufgaben zeigten. Es muss weiterhin untersucht werden, woran es liegt, dass einige Kinder unabhängig von Alter oder musikalischer Vorerfahrung, nicht in der Lage sind, das Spiel adäquat zu spielen.

Da die Sprechmotorik eng mit der Sprechflüssigkeit verbunden ist, kann angenommen werden, dass Verbesserungen der Sprechmotorik sich ferner positiv auf die Sprechflüssigkeit auswirken (z. B.

Riley & Ingham, 2000). Außerdem trainiert das rhythmische Training auch das ITN, was ebenfalls zu einer flüssigeren Sprechweise führen kann (Etchell et al., 2014). Sichtbar wird diese Entwicklung durch einen geringeren Score im SSI-4 (Riley, 2009). Zusätzlich wird postuliert, dass sich eine verbesserte Sprechflüssigkeit auch in einer Verringerung der psychosozialen Belastung im OASES (Yaruss & Quesal, 2006) zeigt (siehe Euler et al., 2016).

## 4 Diskussion

Die vorliegende Pilottestung untersucht eine wichtige Hypothese bezüglich der Ursachenforschung im Bereich Stottern und könnte vielversprechende Ergebnisse für die Versorgung von stotternden Personen mit sich bringen. Ein solches Spiel kann jedoch nicht als Ersatz für die klassische Sprachtherapie gesehen werden, sondern als ressourcenstärkende Ergänzung. Es handelt sich um eine App, welche auch daheim gespielt werden kann und den Fokus nicht speziell auf das Stottern legt, was einen entlastenden Effekt für Betroffene haben kann. Aufgrund des hohen Spaßfaktors und einer dadurch gesteigerten Motivation könnte es hier zu mehr Übungseinheiten kommen als in der konventionellen Sprachtherapie über eine Woche hinweg gewährleistet werden können. Darüber hinaus wurde bei Puyjarinet et al. (2022) festgestellt, dass die domänenübergreifende Verbesserung bei Morbus Parkinson auch gegeben war, wenn die Experimentalgruppe das Spiel deutlich weniger spielte als die Kontrollgruppe. In dieser Pilotstudie können aufgrund fehlender Follow-Up-Untersuchungen jedoch nur kurzfristige Effekte des Trainings berichtet werden. Allerdings kann durch die geringe Stichprobengröße auch ein einzelfallorientiertes Vorgehen gewählt werden. So können Kinder identifiziert werden, welche am meisten von dem Training profitieren. Dadurch kann diskutiert werden, mit welchen Faktoren etwaige Verbesserungen zusammenhängen (z. B. der Stotterschweregrad oder sprechmotorische Leistungen).

In der bewährten Sprachtherapie können zudem verschiedene Kontexte, wie das Üben von Telefonaten oder Vorträgen, sowie das Erarbeiten von Sprechtechniken oder die Desensibilisierung gegen das Stottern geboten werden. Dies kann im Rahmen dieses app-basierten Trainings indes nicht geleistet werden. Dennoch könnte es sich um einen vielversprechenden und kosteneffektiven Weg handeln, spielerisch die Ressourcen des stotternden Kindes im Alltag zu stärken, komplementär zu herkömmlichen Therapiemaßnahmen.

## 5 Literatur

- Alm, P.A. (2004). Stuttering and the basal ganglia circuits: a critical review of possible relations. *Journal of Communication Disorders*, 37 (4), 325–369. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2004.03.001>
- Beal, D.S., Gracco, V.L., Brettschneider, J., Kroll, R.M. & Nil, L.F. de (2013). A voxel-based morphometry (VBM) analysis of regional grey and white matter volume abnormalities within the speech production network of children who stutter. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 49 (8), 2151–2161. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.08.013>
- Bégel, V., Seilles, A. & Dalla Bella, S. (2018a). Rhythm Workers. *Music & Science*, 1. <https://doi.org/10.1177/2059204318794369>
- Bégel, V., Verga, L., Benoit, C.-E., Kotz, S.A. & Dalla Bella, S. (2018b). Test-retest reliability of the Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities (BAASTA). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61 (6), 395–400. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.04.001>
- Bloodstein, O. & Bernstein Ratner, N. (2008). A handbook on stuttering (6. ed.). Clifton Park, NY: Delmar/Cengage Learning.

- Chang, S.-E. & Zhu, D. C. (2013). Neural network connectivity differences in children who stutter. *Brain: A Journal of Neurology*, *136* (12), 3709–3726. <https://doi.org/10.1093/brain/awt275>
- Etchell, A. C., Johnson, B. W. & Sowman, P. F. (2014). Behavioral and multimodal neuroimaging evidence for a deficit in brain timing networks in stuttering: a hypothesis and theory. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 467. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00467>
- Euler, H. A., Anders, K., Merkel, A. & Wolff von Gudenberg, A. (2016). Kann eine methodenintegrierende globale Sprechrestrukturierung negative Emotionen mindern? *Logos*, *24* (2), 84–93. <https://doi.org/10.7345/prolog-1602084>
- Falk, S., Müller, T. & Dalla Bella, S. (2015). Non-verbal sensorimotor timing deficits in children and adolescents who stutter. *Frontiers in Psychology*, *6*, 847. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00847>
- Fiveash, A., Bedoin, N., Gordon, R. L. & Tillmann, B. (2021). Processing rhythm in speech and music: Shared mechanisms and implications for developmental speech and language disorders. *Neuropsychology*, *35* (8), 771–791. <https://doi.org/10.1037/neu0000766>
- Foundas, A. L., Mock, J. R., Cindass, R. & Corey, D. M. (2013). Atypical caudate anatomy in children who stutter. *Perceptual and Motor Skills*, *116* (2), 528–543. <https://doi.org/10.2466/15.10.PMS.116.2.528-543>
- Fujii, S. & Wan, C. Y. (2014). The Role of Rhythm in Speech and Language Rehabilitation: The SEP Hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 777. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00777>
- Harrington, J. (1988). Stuttering, delayed auditory feedback, and linguistic rhythm. *Journal of Speech & Hearing Research*, *31* (1), 36–47.

- Kotz, S.A., Ravignani, A. & Fitch, W.T. (2018). The Evolution of Rhythm Processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 22 (10), 896–910. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.08.002>
- Kotz, S.A. & Gunter, T.C. (2015). Can rhythmic auditory cuing remediate language-related deficits in Parkinson's disease? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 62–68. <https://doi.org/10.1111/nyas.12657>
- Natke, U. & Kohmäscher, A. (2020). *Stottern. Wissenschaftliche Erkenntnisse und evidenzbasierte Therapie* (4. Aufl.). Springer.
- Patel, A.D. (2011). Why would Musical Training Benefit the Neural Encoding of Speech? The OPERA Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2, 142. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142>
- Puyjarinet, F., Bégel, V., Geny, C., Driss, V., Cuartero, M.-C., De Cock, V.C., Pinto, S. & Dalla Bella, S. (2022). At-Home Training With a Rhythmic Video Game for Improving Orofacial, Manual, and Gait Abilities in Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 874032. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.874032>
- Puyjarinet, F., Bégel, V., Lopez, R., Dellacherie, D. & Dalla Bella, S. (2017). Children and adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder cannot move to the beat. *Scientific Reports*, 7 (1), 11550. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11295-w>
- Repp, B.H. & Su, Y.-H. (2013). Sensorimotor synchronization: a review of recent research (2006–2012). *Psychonomic Bulletin & Review*, 20 (3), 403–452. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0371-2>
- Riley, G.D. & Ingham, J.C. (2000). Acoustic duration changes associated with two types of treatment for children who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43 (4), 965–978. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4304.965>
- Riley, G.D. (2009). *SSI-4: Stuttering severity instrument* (4. Aufl.). Pro-Ed.

- Toyomura, A., Fujii, T. & Kuriki, S. (2011). Effect of external auditory pacing on the neural activity of stuttering speakers. *NeuroImage*, *57* (4), 1507–1516. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.039>
- Van de Vorst, R. & Gracco, V.L. (2017). Atypical non-verbal sensorimotor synchronization in adults who stutter may be modulated by auditory feedback. *Journal of Fluency Disorders*, *53*, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2017.05.004>
- Witt, S.T., Laird, A.R. & Meyerand, M.E. (2008). Functional neuroimaging correlates of finger-tapping task variations: an ALE meta-analysis. *NeuroImage*, *42* (1), 343–356. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.04.025>
- Yairi, E. & Ambrose, N. (2013). Epidemiology of stuttering: 21st century advances. *Journal of Fluency Disorders*, *38* (2), 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2012.11.002>
- Yaruss, J.S. & Quesal, R.W. (2006). Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering (OASES): documenting multiple outcomes in stuttering treatment. *Journal of Fluency Disorders*, *31* (2), 90–115. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2006.02.002>

## Kontakt

Alicia Kluth

[alicia.kluth@web.de](mailto:alicia.kluth@web.de)