



## Aussprachefähigkeit, Konstruktion von Phonem-Graphem-Korrespondenzen und mentale Volition bei Personen mit Trisomie 21 – eine Vorstudie\*

### Pronunciation ability, construction of phoneme-grapheme correspondences and mental volition in persons with trisomy 21 – a preliminary study

Ulrich von Knebel, Claudia Osburg, André Frank Zimpel

#### Zusammenfassung

Fortschritte in der Unterweisung von Personen mit freier Trisomie 21 in Laut- und Schriftsprache ermöglichen einigen von ihnen inzwischen Universitätsabschlüsse. Die bisher erfolgreichste Methode der Förderung ihrer sprachlichen und kognitiven Entwicklung ist das Frühlesen mit der Ganzwortmethode. Die Gründe dafür sind noch unbekannt und sollen von uns näher untersucht werden.

In einer Voruntersuchung in Wien und Hamburg überprüften wir 54 Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit Trisomie 21 hinsichtlich ihrer Eignung, ob sie für eine Untersuchung entweder ihrer sprachperzeptiven und sprachproduktiven Fähigkeiten, ihrer Konstruktion von Phonem-Graphem-Korrespondenz oder ihrer mentalen Volition bei Planungsaufgaben infrage kämen. Geeignet waren 35 Personen mit Trisomie 21 (9 Teilnehmende im Teilprojekt zur Lautsprache; 9 Teilnehmende im Teilprojekt zur Schriftsprache; 17 Teilnehmende im Teilprojekt zur Volition). Die Kontrollgruppe im Teilprojekt zur Volition umfasste 17 neurotypische Teilnehmende. Die Daten beruhen auf der Auswertung folgender Experimente: In Aufgaben zur produktiven Diskrimination wurde die Fehlerquote mit der in Aufgaben zur perzeptiven Diskrimination verglichen, es wurden die Häufigkeiten richtig erkannter Buchstaben mit der Häufigkeit richtig erkannter Laute verglichen sowie die verzögernde Wirkung artikulatorischer Suppression bei Planungsaufgaben gemessen.

Bei den von uns untersuchten Personen mit Trisomie 21 ließen sich folgende Tendenzen erkennen: Sie lösen lautsprachliche Perzeptionsaufgaben mit einer signifikant höheren Trefferquote als lautsprachliche Produktionsaufgaben, ihnen fällt es signifikant leichter, Grapheme/Buchstaben im Wort zu identifizieren als Sprachlaute, und sie nutzen bei der Lösung von Planungsaufgaben signifikant häufiger visuelle Strategien als verbale.

#### Schlüsselwörter

Trisomie 21, Aussprachestörung, produktive Diskrimination von Phonemen, perzeptive Diskrimination von Phonemen, Lauterkennung im Wort, Buchstabenerkennung im Wort, artikulatorische Suppression, Bilddenken

\* Dieser Beitrag hat das Peer-Review-Verfahren durchlaufen.

## Abstract

Advances in the teaching of spoken and written language to people with free trisomy 21 are now enabling some of them to earn university degrees. The most successful method to date for promoting language and cognitive development is early whole-word approach. However the reasons for this are still unknown and will therefore be researched in more detail by us.

To accomplish this, in a preliminary study in Vienna and Hamburg, we tested the suitability of a group of 54 children, adolescents and adults with trisomy 21 for an investigation of either their language-perceptual and language-productive abilities, their construction of phoneme-grapheme correspondence or their mental volition in planning tasks. In sum, 35 people with free trisomy 21 were included (9 participants in the sub-project on spoken language; 9 participants in the sub-project on written language; 17 participants in the sub-project on volition). The control group in the sub-project on volition consisted of 17 neurotypical participants. The data are based on the evaluation of the following experiments: In productive discrimination tasks, the error rate was compared to the error rate in perceptual discrimination, the frequency of correctly recognized letters was compared to the frequency of correctly recognized phonemes, and the delaying effect of articulatory suppression in planning tasks was measured.

The following tendencies were found in the people with trisomy 21 we studied: they solve perception tasks with a significantly higher hit rate than production tasks in linguistic expressions, they can recognize graphemes/letters in words significantly more easily than speech sounds, and they use visual strategies significantly more than verbal ones to solve planning tasks.

## Keywords

Trisomy 21, speech disorder, productive phoneme discrimination, receptive phoneme discrimination, phoneme recognition in the word, letter recognition in the word, articulatory suppression, thinking in pictures

## 1 Einleitung

Bird und Buckley (2000) konnten bei Kindern mit Trisomie 21 ohne Hörprobleme ein begrenztes Audio-Kurzzeitgedächtnis für mehr als zwei akustische Informationen nachweisen. Untersuchungen zum auditiven Umfang der Aufmerksamkeit von Zimpel (2016, S. 143 f.) bei 31 Vorschulkindern mit Trisomie 21 konnten dieses Ergebnis bestätigen. Bei diesen Untersuchungen ging es darum, die Anzahl von 1 bis 4 Anschlägen auf einem Xylofon, welches von der Untersuchungsperson nicht gesehen werden konnte, zu reproduzieren. Voraussetzung für die Teilnahme an diesem Experiment war natürlich, dass die Teilnehmenden noch nicht in der Lage waren zu zählen. Die hochsignifikanten Ergebnisse weisen auf eine Einschränkung des auditiven Aufmerksamkeitsumfangs bei Menschen mit Trisomie 21 hin: Neurotypische Kinder, die noch nicht zählen konnten, reproduzierten die Anzahl der Töne in 99 Prozent der Fälle, die Versuchsgruppe (mit Trisomie 21) dagegen nur in 47 Prozent. Die Fehler bei der Reproduktion traten nahezu ausschließlich dann auf, wenn es sich um mehr als 2 Töne handelte.

Dieses Ergebnis passt sehr gut zu den Beobachtungen, dass Menschen mit Trisomie 21 mitunter nur die Endsilben einzelner Worte nachsprechen. Offensichtlich übersteigt dann die Wortlänge den Umfang ihres Aufmerksamkeitsfensters. Es passiert auch nicht selten, dass sie am Ende eines kurzen Satzes den Anfang schon wieder vergessen haben.

Als Lösung für dieses Problem schlagen Bird und Buckley (2000) die Ganzwortmethode als Kompensation des auditiven Kurzzeitgedächtnisses vor. Ihr Argument: Die Präsentation des gedruckten Wortes in Kombination mit dem gesprochenen Wort ermöglicht den Kindern, die Wörter leichter im Gedächtnis abzuspeichern und abzurufen.

Doman und Doman (1994) beginnen bereits im Säuglingsalter mit der Präsentation von Wortkarten. Zunächst werden große Wortkarten (bis zu 15 Stück) täglich geübt. Die Karten werden erst einzeln, dann in Zwei-Wort-Kombinationen, später in längeren Sätzen ausgelegt und letztendlich in Lesebüchern festgehalten.

Oelwein (2007) bietet vierjährigen Kindern mit Trisomie 21 ein fünfstufiges Leseprogramm an: Zunächst wird ein Basis-Sichtwortschatz aufgebaut. Die Übung erfolgt spielerisch durch Matching (Zuordnen), Selecting (Auswählen) und Naming (Benennen) von Wort- und Bildkarten. In der nächsten Stufe wird nur noch mit Wortkarten gearbeitet, womit anschließend kurze Sätze gebildet werden. Dann werden individuelle Lesebücher erstellt und auf Stufe 5 die Buchstaben eingeführt. Oelwein (2007, S. 51) begründet diese Methodik (illustriert in Abb. 1 dargestellt) mit einer Annahme über die Neurodiversität von Personen mit Trisomie 21: „Die meisten Kinder mit Down-Syndrom, die ich kennengelernt habe, sind visuelle Lerner“.

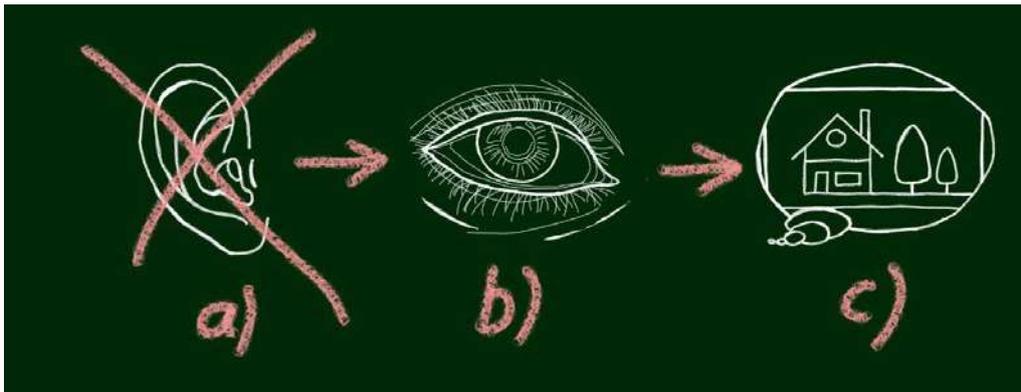


Abb. 1: Klassische Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode bei Kindern mit Trisomie 21: (a) Das begrenzte Audio-Kurzzeitgedächtnis wird über (b) das nicht begrenzte visuelle Kurzzeitgedächtnis kompensiert. (c) Der Erfolg dieser Methode spricht dafür, dass Personen mit Trisomie 21 eher in Bildern als in Sprache denken.

Das räumlich-visuelle Denken wird oft als Stärke von Personen mit Trisomie 21 postuliert. Andere hegen daran berechnete Zweifel: „Although further research is needed for firm conclusions on some visuo-spatial abilities, there was no evidence that visuo-spatial ability is a strength in DS relative to general cognitive ability. Rather, the review suggests an uneven profile of visuo-spatial abilities in DS in which some abilities are commensurate with general cognitive ability level, and others are below“ (Yang, Connors & Merrill, 2014, S. 1473).

Untersuchungen zum visuellen, haptischen und kinästhetischen Kurzzeitgedächtnis (Zimpel 2013; Zimpel, 2016; Zimpel & Röhm, 2018; Zimpel & Rieckmann, 2020) belegen, dass diese Formen des Kurzzeitgedächtnisses bei Menschen mit Trisomie 21 genauso herabgesetzt sind wie beim auditiven Kurzzeitgedächtnis. Eine Metastudie zum Umfang der Aufmerksamkeit bei neurotypischen Personen bestätigte ein Subitizing-Limit von vier Einheiten (Chunks) und prägte den Begriff der „magischen Zahl 4“ (Cowan, 2001).

Eine konstante Begleiterscheinung einer Trisomie 21 ist die Simultandysgnosie (ein Umfang der Aufmerksamkeit, der kleiner ist als der Umfang von vier Einheiten bei neurotypischen Personen, aber größer ist als ein Umfang von einer Einheit bei Personen mit Simultanagnosie). Alle Hilfsmittel, die unser Arbeitsgedächtnis unterstützen – seien es geschriebene Texte, Lautsprache, Gebärdensprache, Mimik, Gestik usw. –, basieren auf der „magischen Zahl 4“.

Wenn man Buchstaben als Zusammensetzungen von Bögen und Strichen betrachtet (zum Beispiel ein „D“ als zusammengesetzt aus einem Strich und einem Bogen), kommt man zu der Feststellung, dass die kompliziertesten Buchstaben sich nur aus vier Einheiten zusammensetzen, wie beispielsweise „E“ und „W“. 98 Prozent aller Silbenlängen in Presstexten enthalten höchstens vier Phoneme. 94 Prozent aller deutschen Wörter enthalten höchstens vier Silben. Die große Bedeutung der „magischen Zahl 4“ lässt sich international in allen historischen Zahl- und Schriftsystemen nachweisen. Abweichungen von diesem Aufmerksamkeitsumfang wie bei einer Trisomie 21 erschweren die Nutzung dieser alltäglichen Unterstützungssysteme (Zimpel, 2022).

Zieht man diese empirischen Ergebnisse ins Kalkül, verliert die klassische Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode bei Kindern mit Trisomie 21 ihre Gültigkeit: Eine Kompensation eines begrenzten Audio-Kurzzeitgedächtnisses über das visuelle Kurzzeitgedächtnis ist nur schlüssig, wenn das visuelle Kurzzeitgedächtnis nicht begrenzt ist. Die oben genannten Untersuchungen belegen jedoch, dass Letzteres der Fall ist (illustriert in Abb. 2).

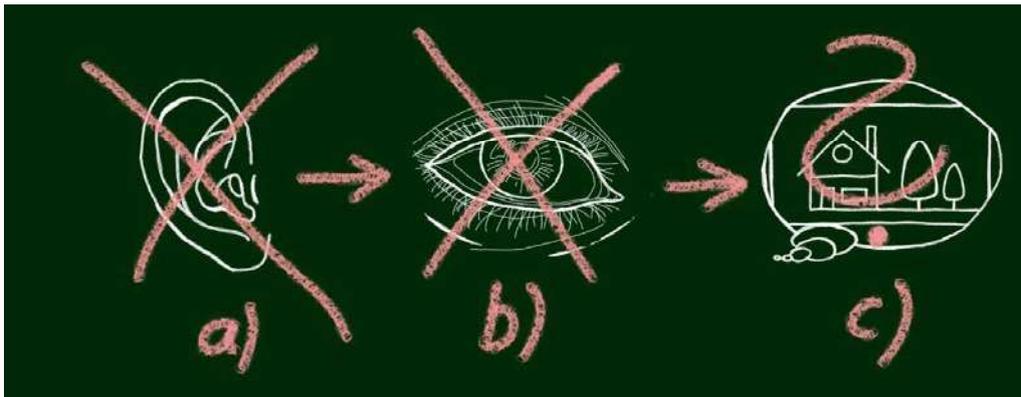


Abb. 2: Die klassische Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode, die darauf beruht, das begrenzte Audio-Kurzzeitgedächtnis (a) über das nicht begrenzte visuelle Kurzzeitgedächtnis zu kompensieren, verliert mit dem Nachweis eines begrenzten visuellen Kurzzeitgedächtnisses (b) seine Überzeugungskraft. Auch die Aussage, dass Personen mit Trisomie 21 eher in Bildern als in Sprache denken, wird dadurch infrage gestellt (c).

## 2 Theoretischer Hintergrund und Zielstellung

Was bleibt, sind die großen Erfolge bei der Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode. Dafür sprechen unter anderem internationale Beispiele von Personen mit einer freien Trisomie 21 (Downsyndrom), die bereits Universitätsabschlüsse erworben haben:

- Die Japanerin Aya Iwamoto schloss 1998 das Studium in englischer Literatur ab.
- Der Spanier Pablo Pineda absolvierte 1999 erfolgreich ein Universitätsstudium an der Universität Málaga.
- Der Italiener Francesco Aglio beendete 2007 sein Wirtschaftsstudium erfolgreich.

Wie könnte eine alternative Argumentationslinie für das Frühlesens mit der Ganzwortmethode aussehen? Naheliegender erscheint uns die folgende Erklärung: Die Flüchtigkeit des gesprochenen Wortes stellt für die mit einer Trisomie 21 einhergehende Simultandysgnose eine größere Schwierigkeit dar als das visuell konstante Schriftbild. Die Erfolge der schriftsprachlichen Förderung tragen demnach einer Simultandysgnose besser Rechnung als eine einseitige lautsprachliche Förderung (siehe Darstellung in Abb. 3).

Daraus resultiert jedoch möglicherweise ein anderes Problem: Die Verinnerlichung der Lautsprache ist ein wichtiges Werkzeug der mentalen Volition. Die innersprachliche Planung ist ein Teil der exekutiven Funktionen, die mit der Entwicklung des präfrontalen Kortex einhergehen. Evidenz für das Problem einer ungenügenden Verinnerlichung der Lautsprache erbrachte eine Forschungsgruppe in London (Williams, Bowler & Jarrold, 2012) bei Personen im Autismus-Spektrum. Diese Untersuchung von Personen im Autismus-Spektrum im Vergleich zu neurotypischen Personen zeigte, dass das Ausmaß, in dem artikulatorische Suppression die Lösung von Planungsaufgaben unbeeinflusst lässt oder gar beschleunigt, mit dem Grad der Kommunikations-Beeinträchtigung und der daraus folgenden Beeinträchtigung der kognitiven Entwicklung zusammenhängt.

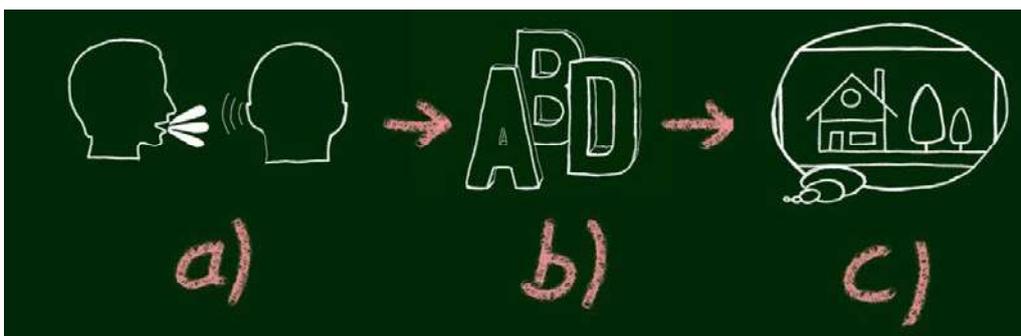


Abb. 3: Eine alternative Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode, die darauf beruht, dass die Flüchtigkeit des gesprochenen Wortes (a) für die Simultandysgnose eine größere Schwierigkeit darstellt als das visuell konstante Schriftbild (b). Die Neigung zum Bilddenken (c) könnte ein Nebeneffekt der fehlenden Verinnerlichung der Lautsprache als Werkzeug der mentalen Volition sein.

In unserer Voruntersuchung sollen die Voraussetzungen für diese alternative Argumentationslinie geprüft werden. Diese Voraussetzungen wären gegeben, wenn folgende Fragestellungen sich positiv beantworten ließen (Abb. 4):

1. Fällt Personen mit Trisomie 21 das Erkennen von einzelnen Lauten leichter als das Artikulieren dieser Laute?
2. Fällt ihnen das Erkennen einzelner Buchstaben leichter als das Erkennen von Lauten?
3. Lösen sie Planungsaufgaben eher bilddenkend als sprachdenkend?



Abb. 4: Überprüfung der einzelnen Säulen der alternativen Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode: das Erkennen und Artikulieren von einzelnen Lauten, das Erkennen von Lauten im gesprochenen und von Buchstaben im geschriebenen Wort sowie die verzögernde Wirkung artikulatorischer Suppression bei Planungsaufgaben.

Warum ist es für uns von so großer Bedeutung, eine evidenzbasierte Argumentationslinie für ein erfolgreiches Förderprogramm für Personen mit Trisomie 21 zu finden? Unsere Antwort lässt sich in drei Teilantworten aufgliedern:

1. Die Empfehlung einer evidenzbasierten erfolgreichen Methode für Personen mit Trisomie 21 besitzt eine höhere Überzeugungskraft als eine erfolgreiche Methode, die nur auf spekulativen Argumenten beruht.
2. Auf der Grundlage einer evidenzbasierten Methode für Personen mit Trisomie 21 können weitere Methoden mit anderen Zielsetzungen aufbauen.
3. Ein besseres Verstehen der Zusammenhänge zwischen lautsprachlicher, schriftsprachlicher und mentaler Entwicklung bei Personen mit Trisomie 21 sollte auch der Förderung von neurotypischen Kindern zugutekommen.

## 2.1 Lautsprache

Im Teilprojekt zur Lautsprache ist der Fokus auf die phonologisch-phonetische Kompetenz von Personen mit Trisomie 21 als perzeptive Teil-Fähigkeit (Phonemdiskrimination an Minimalpaaren) und als produktive Teil-Fähigkeit (Aussprache von Einzelwörtern) unter dem Aspekt des Zusammenhangs von Perception und Produktion gerichtet. Hierzu liegen bis dato keine einschlägigen Untersuchungen vor, es gibt aber relevante Forschungsbefunde, die Teilaspekte dieses Gegenstandsbereiches oder aber perzeptive und produktive Sprachfähigkeiten insgesamt betreffen. Von Letzteren kann zwar nicht direkt auf die Teilaspekte der Aussprache geschlossen werden, sie ermöglichen aber Hypothesenbildungen, die dann experimentell zu prüfen sind.

Frühkindliche Störungen des Sprachverständnisses (perzeptive Störungen) sind weit verbreitet (Berg & Schiefele, 2021), bleiben oft unerkannt, gelten aber als wesentlicher Prädiktor für nachfolgend anhaltende Störungen im expressiven Bereich (Buschmann & Jooss, 2011; Clark, O'Hare, Watson, Cohen, Cowie, Elton, Nasir & Seckl, 2007). Wie Buschmann, Jooss, Rupp, Dockter, Feldhusen, Blaschikowitz, Heggen und Pietz (2008, S. 24 f.) zeigen konnten, sind Kinder mit unterdurchschnittlichen nonverbalen kognitiven Fähigkeiten deutlich häufiger von Störungen des Sprachverständnisses betroffen (78 %) als Kinder mit altersgemäßen kognitiven Fähigkeiten (22 %).

Christodoulou (2015) untersuchte 16 zyprische Erwachsene mit Trisomie 21 im Vergleich zu 17 neurotypischen zyprischen Grundschulkindern hinsichtlich ihrer grammatischen und phonologisch-phonetischen Kompetenzen. Im Ergebnis zeigte sich, dass sich grammatisch falsche Flexionen weniger auf grammatische Fähigkeiten als auf Beschränkungen der Aussprache (Auslassungen und Ersetzungen von Lauten) zurückführen lassen.

Dietz-Itzo, Vergara, Barros, Miranda und Martinez (2021) untersuchten phonologische Abweichungen und deren Häufigkeiten bei Kindern mit Trisomie 21 im Vergleich zu neurotypischen Kindern im Vorschul- und Schulalter. Mittels Artikulationstests und Spontansprachanaly-

sen konnte ermittelt werden, dass phonologische Prozesse (Substitution, Auslassung, Assimilation und Adjunktion) bei Kindern und Jugendlichen mit Trisomie 21 im Vergleich zu ihren lexikalischen und grammatischen Leistungen atypisch häufig auftreten. Alle phonologischen Prozesse traten bei Kindern mit Trisomie 21 häufiger auf als bei neurotypischen Kindern.

Kinder mit Trisomie 21 zeigen überdurchschnittlich häufig Beeinträchtigungen im Erwerb und Gebrauch der Aussprache, wobei noch weitgehend unerforscht ist, inwieweit solche Ausspracheauffälligkeiten bedingt sind durch kognitive Einschränkungen der phonologischen Diskrimination und/oder durch Einschränkungen des sprechmotorischen Vollzugs bei der Artikulation. Ayyad, Bustan und Ayyad (2021) untersuchten sechs Kinder mit Trisomie 21 im Grundschulalter mit einem Einzelwort-Aussprachetest (100 Wörter) und stellten fest, dass 50 % der Konsonanten fehlerhaft realisiert wurden (am häufigsten Reduktion von Mehrfachkonsonanzen, oftmals Substitutionen und Fehlbildungen).

Chapman (2006) untersuchte sprachproduktive und -perzeptive Leistungen von Kindern mit Trisomie 21 verglichen mit Kindern ohne Trisomie 21, aber anderen kognitiven Beeinträchtigungen, um spezifische Einschränkungen durch Trisomie 21 herauszufinden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Spezifika von sprachlichen Beeinträchtigungen bei Trisomie 21 insbesondere in Morphologie und Syntax, in der Verständlichkeit der Aussprache und im phonologischen Arbeitsgedächtnis zu liegen scheinen, wobei der Einfluss von phonologischer Diskrimination und phonetischer Realisierung ungeklärt bleibt.

Jones, Crisp, Kuchibhatla, Mahler, Risoli, Jones und Kishnani (2019) untersuchten die Aussprachequalität von 26 Kindern mit Trisomie 21 nach 47 Kriterien „perzeptueller Sprechereigenschaften“. Häufigste Besonderheiten fanden sie bei Fehlbildungen von Konsonanten, Vokalsubstitutionen, Auslassungen und Klangdauer sowie suprasegmentale Besonderheiten wie pharyngale Resonanz, Heiserkeit und hypotoner Artikulation. Gegenstand war ausschließlich die produktive Aussprache, eine Unterscheidung von phonetischer und phonologischer Dimension wurde nicht vorgenommen.

Einerseits sprechen diese Befunde dafür, dass Kinder mit Trisomie 21 produktive Ausspracheauffälligkeiten zeigen könnten, weil dafür notwendige perzeptive Diskriminationsfähigkeiten noch unzureichend entwickelt sind. In diesem Fall wäre zu erwarten, dass Produktionsfehler vor allem phonologische Oppositionen betreffen, die perzeptiv auch noch nicht beherrscht werden. Andererseits wäre denkbar, dass motorische Einschränkungen einer erwartungsgemäßen Realisierung perzeptiv bereits verfügbarer phonologischer Oppositionen im Wege stehen. In diesem Fall müssten produktive Ausspracheleistungen insgesamt deutlich fehleranfälliger sein. Vor diesem Hintergrund nehmen wir an, dass Kindern mit Trisomie 21 eine phonologische Diskrimination zwar perzeptiv insgesamt besser gelingt als produktiv, dass die perzeptive Leistung aber dennoch einen entscheidenden Einfluss auf die produktive hat.

## 2.2 Schriftsprache

In dem Teilprojekt Schriftsprache soll in einem übergeordneten Ziel erforscht werden, wie sich Kinder (mit Trisomie 21) die Konstruktion von den sogenannten Graphem-Phonem-Korrespondenzen (GPK) erschließen. In dieser Vorstudie ist der Blick auf den Aspekt des Schriftspracherwerbs in der alphabetischen Phase gerichtet. Es gilt zu erkennen, ob sich die Personen mit Trisomie 21 primär an Graphemen bzw. Buchstaben orientieren, die sie in Korrelation zu Phonemen bzw. Lauten setzen (GPK) oder primär an Phonemen bzw. Lauten, die sie in Korrelation zu Graphemen bzw. Buchstaben setzen (PGK).

Die Mehrzahl der empfohlenen Fördermaßnahmen bei der Konstruktion von GPK mit Ziel des Schriftspracherwerbs ist für jene Menschen auf die visuelle Förderung gerichtet (Bird & Buckley, 2000; Manske, 2004; Oelwein, 2007; Wiesner, 2014; Wilken, 2014). Dabei konkurrieren in der Praxis jedoch Gebärden mit Buchstaben und Ganzwortmethoden. Dass letztere für das Lesenlernen am effektivsten sind, konnten klinische Untersuchungen bereits eindrucksvoll zeigen (Zimpel, 2010, 2014, 2016), dennoch sind weder die Effekte noch die visuellen Stärken mittels empirischer Studien hinreichend verifiziert. Auch für sogenannte neurotypische Menschen liegen ebenfalls keine einschlägigen und empirisch verifizierten Untersuchungen vor, in denen gezeigt wird, welchen Weg die Kinder gehen.

Forschungstrends folgend, wird die phonologische Bewusstheit und damit Orientierung an der Lautung als wesentliches Orientierungsmerkmal gesehen (z. B. Galuschka, Ise, Krick & Schulte-Körner, 2014; Klatte, Steinbrink, Bergström & Lachmann, 2017). Das psychologisch orientierte Forscherteam von Konderding, Bergström, Lachmann und Klatte (2021) zeigte beispielsweise in

Bezug auf das grapho-phonologische computergestützte Trainingsprogramm Lautarium – und stellvertretend für andere zentrale Forschungsrichtungen – auf, dass Kinder mit Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten, zu denen i. d. R. Kinder mit Trisomie 21 gezählt werden, in ihren Fähigkeiten der phonologischen Bewusstheit gefördert werden können. Es wurden signifikante Effekte hinsichtlich der Verbesserung der phonologischen Bewusstheit nachgewiesen, was potenziell für eine Orientierung an der Lautung sprechen könnte. Allerdings gab es hier nur eine Versuchsgruppe von  $n = 27$  und eine Kontrollgruppe  $n = 14$  und die Effekte konnten zudem nur kurzfristig beobachtet werden. Untersucht wurde in Studien nicht die Komponente der Schriftorientierung, auch wenn die Beobachtung, dass sich Kinder beim Schriftspracherwerb an Logogrammen orientieren (Frith, 1986; Günther, 1986; Valtin, 1994), bisher nicht widerlegt wurde. Das Forschungsdesiderat erstaunt, da Kinder mit LRS oder Kinder mit sprachlichen Auffälligkeiten, wie mehrere Kinder mit Trisomie 21, potenziell in allen Komponenten der phonologischen Informationsverarbeitung schlechtere Leistungen als Kontrollkinder mit unauffälliger Schriftsprachentwicklung zeigen (Araújo & Faisca, 2019; Brandenburg, Kleszczewski, Fischbach, Schuchardt, Büttner & Hasselhorn, 2015; Melby-Lervåg, Lyster & Hulme, 2012; Ziegler, Pech-Georgel, George & Lorenzi, 2009). Da sich phonologische und schriftsprachliche Fähigkeiten aber gegenseitig beeinflussen (Osburg, 2000; Valtin, 2010), können die Herausforderungen auf phonologischer Ebene sowohl Ursache als auch Folge einer LRS sein (Castles & Coltheart, 2004; Ziegler & Goswami, 2005). Auch in Längsschnittstudien mittels EEG bei Säuglingen mit einem sogenannten genetisch bedingten LRS-Risiko konnte ein Zusammenhang zwischen Phonemwahrnungskompetenz und späterem Erfolg beim Schriftspracherwerb mittels deutlicher Korrelationen gezeigt werden (Lyytinen, Erskine, Hämäläinen, Torppa & Ronimus, 2015; Molfese, 2000; Schaadt, Männel, van der Meer, Pannekamp, Oberecker & Friederici, 2015; Schulte-Körner & Bruder, 2010). Die Studien belegen zudem, dass es Korrelationen zwischen phonologischer Informationsverarbeitung und LRS gibt. Korrelationen, dass der Weg über die Lautung – oder Schreibung – zum Erfolg führt, konnten bisher maximal durch kurzfristige Effekte gezeigt werden, nicht aber aufgrund von Aneignungswegen oder nachhaltiger Wirkung (Hartmann 2001). Wenn also in dem Experiment gezeigt werden kann, dass die Orientierung an der Schreibung die Kinder beim Erwerb der alphabetischen Strategie leitet, wäre in einem nächsten Schritt zu analysieren, ob die Schriftorientierung generell Kindern den Zugang zum Schriftspracherwerb erweitert und deshalb die Ganzwortmethode bei jenen Kindern zum Erfolg führt.

### 2.3 Mentale Volition

Sprache ist für Menschen das wichtigste kulturelle Mittel zur Kommunikation. Sie ist darüber hinaus auch Denkwerkzeug, weil sie eine Kommunikation mit sich selbst erlaubt. Das ist ein zentraler Faktor bei der Entwicklung der mentalen Volition. Letztere bezieht sich auf Prozesse, die das Setzen und Realisieren von Zielen ermöglichen. Laut, flüsternd, vor sich hin murmelnd oder in gedanklicher Form strukturieren Selbstgespräche zielgerichtetes menschliches Handeln. Erwachsene sprechen mit sich selbst zumeist still in ihrem Kopf. In diesem Falle handelt es sich um sprachliches (verbales) Denken im Gegensatz zu bildlichem (visuellen) Denken. Letzteres wird als typisch für Personen mit Trisomie 21 angesehen.

Rodriguez und Palacios (2007) konnten zeigen, dass gehörlose Kinder sogenannte „private gestures“, also Privatgebärden, nutzen. Gehörlose Kinder gebärden sogar mit sich selbst vor einem Spiegel und führen auf diesem Weg Selbstgespräche.

Sowohl das Vorhandensein als auch Einschränkungen des Prozesses der Entwicklung des verbalen Denkens lassen sich bei Kindern mit Trisomie 21 auf allen fünf Stufen beobachten:

- (1) interaktives Lautieren (eingebettet in mimische und gestische Kommunikation),
- (2) Interaktion mit Kommentaren von Erwachsenen (geteilte sprachliche Aufmerksamkeit),
- (3) entfaltete Selbstgespräche (äußere Monologe als Nachahmung von Kommentaren),
- (4) zunehmend reduziertere Selbstgespräche („Privatsprache“) und
- (5) innere Sprache (sprachliches Denken).

Da der für die mentale Volition benötigte präfrontale Kortex erst postnatal zu reifen anfängt, ist es auch der sozial und kulturell beeinflussbarste Teil des menschlichen Gehirns. Seine Funktionen sind jedoch keinesfalls auf sprachliches Denken begrenzt. Auch das bildliche Denken ist eng mit den Exekutivfunktionen verbunden. Bildliches Denken ist außerdem für Literalität genauso wichtig wie sprachliches Denken. Buchstabenkenntnis hat beispielsweise immer zwei Seiten, eine bildliche und eine lautsprachliche (Dehaene, 2010, S. 233). Genau hier setzt die Spekulation an,

dass die Förderung durch Frühlesen mit der Ganzwortmethode bei Kindern mit Trisomie 21 vor allem das bildliche Denken auf Kosten des sprachlichen Denkens fördern könnte.

### 3 Empirische Untersuchungen

#### 3.1 Lautsprache

##### 3.1.1 Hypothesen

Im Rahmen der Teilstudie zur Lautsprache lassen wir uns von den beiden folgenden Hypothesen leiten:

- H 1: Kinder mit Trisomie 21 erzielen bei Aufgaben zur produktiven Diskrimination eine deutlich höhere Fehlerquote als bei Aufgaben zur perceptiven Diskrimination.
- H 2: Bei phonologischen Oppositionen, bei denen in Perzeptionsaufgaben Fehler auftreten, ist das Auftreten auch produktiver Fehler überwahrscheinlich.

Das Teilprojekt Lautsprache zielt somit auf einen Vergleich perceptiver und produktiver Ausspracheleistungen von Kindern mit Trisomie 21 bezüglich Fehlerhäufigkeiten in beiden Aufgabenbereichen. Im Sinne der leitenden Hypothesen (vgl. 2.1) stehen zwei Fragen im Fokus:

1. Unterliegen produktive Ausspracheleistungen einer durchschnittlich höheren Fehleranfälligkeit als perceptiv Leistungen bei der Phonemdiskrimination?
2. Treten Produktionsfehler überzufällig häufig in solchen phonologischen Gegenstandsbereichen auf, die auch in Perzeptionsaufgaben fehleranfällig sind, sodass Letztere als Prädiktoren gedeutet werden können?

##### 3.1.2 Methodisches Design

Das Durchschnittsalter der am Experiment teilnehmenden Personen mit Trisomie 21 war 8;1 Jahre (Standardabweichung = 2;6). Das Geschlecht war bei 3 Teilnehmenden männlich und bei 6 weiblich. Das mentale Alter lag im Bereich von 4 bis 7 Jahren.



Abb. 5: Aufgabenbeispiel Perzeption (Tasse – Tasche mit 4 Ablenkern)

Im Experiment 1 (Perzeption) wurden den Kindern 36 farbige Bildtafeln mit je sechs Bildern präsentiert (s. Abb. 5). Zwei der sechs Bilder repräsentieren ein Minimalpaar (hier: Tasche – Tasse), die übrigen vier Bilder stellen Ablenker dar (zufällige Auswahl und Anordnung), um die Zufallswahrscheinlichkeit richtiger Treffer zu minimieren. Durch Klicken auf das Lautsprechersymbol wird das Suchbild benannt (zwecks Vergleichbarkeit der Darbietungen per Audioaufnahme, auf Wunsch des Kindes auch mehrfach), dann soll das Kind das Suchbild zeigen. Das gezeigte Bild wurde während der Durchführung protokolliert.

Die 36 Minimalpaare beinhalten phonologische Oppositionen bezüglich der Artikulationsstelle (z. B. vorn – hinten), des Artikulationsmodus (z. B. plosiv – frikativ), des Überwindungsmodus (lenis – fortis) sowie für vokalische Phoneme bezüglich der Zungenlage (hoch – tief; vorn – hinten) und der Lippenformation (rund – breit – entspannt). Insgesamt werden so 20 Phonempaaire teils mehrfach abgeprüft.



Abb. 6: Aufgabenbeispiel Produktion („Eis“)

Im Experiment 2 (Produktion) wurden den Kindern 36 farbige Einzelbilder gezeigt (s. Abb. 6), die sie „vertonen“, also in ein Aufnahmegerät sprechen sollten. Die Items sind nach phonetischen Kriterien so ausgewählt, dass bei Berücksichtigung aller im Zielwort enthaltenen Laute nahezu alle Sprachlaute (in dieser Fassung noch ohne [j, ø, œ, y]) in unterschiedlichen phonetischen Kontexten analysiert werden können (Summe: 164 Prüflaute). Die Audioaufnahmen wurden anschließend im Peer-Review-Verfahren durch geschulte Tandems phonetisch transkribiert.

Aufgrund der ungleichen Itemzahl (20 phonologische Oppositionen in 36 Minimalpaaren im perceptiven Teil gegenüber 164 Prüflauten im produktiven Teil) wurde ein relativer Vergleich der Fehleranfälligkeit angestellt. Die Auswertung erfolgte zunächst getrennt für beide Experimente. Für die Perzeptionsaufgaben wurde im ersten Schritt für jede phonologische Opposition ausgezählt, wie viele der vorgeschprochenen Items richtig gezeigt wurden. Im zweiten Schritt (Tab. 1) wurde für die produktiven Leistungen ausgewertet, welche Phoneme in welcher Wortposition (initial, medial, final) gemessen an der Gesamtzahl von Phonemrealisierungen wie oft richtig realisiert, fehlgebildet (im Sinne einer phonetischen Abweichung) oder durch Hinzufügungen (Adjunktionen), Auslassungen (Elisionen) oder Ersetzungen (Substitutionen) verändert wurden. Diese Werte wurden abschließend für jedes Kind addiert:

logische Opposition ausgezählt, wie viele der vorgeschprochenen Items richtig gezeigt wurden. Im zweiten Schritt (Tab. 1) wurde für die produktiven Leistungen ausgewertet, welche Phoneme in welcher Wortposition (initial, medial, final) gemessen an der Gesamtzahl von Phonemrealisierungen wie oft richtig realisiert, fehlgebildet (im Sinne einer phonetischen Abweichung) oder durch Hinzufügungen (Adjunktionen), Auslassungen (Elisionen) oder Ersetzungen (Substitutionen) verändert wurden. Diese Werte wurden abschließend für jedes Kind addiert:

Tab. 1: Auswertungsschritt 2: Phonemrealisierungen

Beispiel: Kind X						
Phoneme	Wortposition	richtige Realisierung	Fehlbildung (phonetisch)	Elision	Substitution	$\Sigma$ in Zielwörtern
b	b-	3	–	–	–	3
	-b-	1	–	3	1	5
	gesamt	4	0	3	1	8
p ...						
Phoneme gesamt (+ Adjunktionen)	richtig	Fehlbildung	Adjunktion	Elision	Substitution	
170	127	4 (+1S)	6	13	19	
170	127	5		38		
170	127			43		

Im dritten Auswertungsschritt (Tab. 2) wurde getrennt für alle untersuchten phonologischen Oppositionen zusammengefasst, bei welchem Kind Perzeptions- und Produktionsfehler auftraten:

Tab. 2: Auswertungsschritt 3: Vergleich Perzeption und Produktion

Opposition plosiv – frikativ ([t, k, s, z, f, ʃ])					
	Perzeption – = falsch + = richtig	Produktion – = falsch + = richtig	E – = Elision + = keine E.	S – = Subst. + = keine Subst.	F – = Fehlbild. + = keine F.
Kind Y	+	–	+	+	–

Ein Pluszeichen signalisiert, dass im jeweiligen Bereich keine Fehler auftraten, ein Minuszeichen weist auf Fehler ungeachtet ihrer Anzahl hin. Kind Y hatte beispielsweise alle Perzeptionsaufgaben richtig gelöst, Produktionsfehler traten ausschließlich als Fehlbildungen auf.

Produktive Fehler wurden dabei nur berücksichtigt, sofern sie Phonemrealisierungen betrafen, die auch im perceptiven Teil überprüft wurden. Andere Phoneme, die distinktive Merkmale der jeweiligen Opposition enthielten, wurden zwecks Vergleichbarkeit nicht berücksichtigt. Beispiel: Die Opposition fortis – lenis wurde im perceptiven Teil nur an zwei Minimalpaaren überprüft, die beide auf der Diskrimination von /f-v/ beruhen. Folglich wurden produktive Fehler nur bei

der Artikulation von Wörtern mit [f, v] erfasst. Andere Fortis- und Lenis-Laute (z. B. [d, t, p, b, g, k, s, z, ...]) wurden in diesem Auswertungsteil nicht berücksichtigt.

Im vierten Auswertungsschritt (Tab. 3) wurden schließlich Fehlerquoten für beide Experimente errechnet und miteinander verglichen:

Tab. 3: Auswertungsschritt 4: Vergleich Fehlerquoten

Kind	Fehlerpunkte (2 pro Fehler) Perzeption	Fehlerpunkte (2 pro Fehler) (F, A, E, S)	Fehlerquote
	<b>Oppositionen gesamt: 36</b>	<b>Prüflaute gesamt: 164</b>	
Kind Z	12 (0)	114 (0)	0,17 : 0,35

Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden richtige Leistungen mit 0 Punkten, nicht entscheidbare (z. B. kein eindeutiges Zeigen bei den Perzeptionsaufgaben, Nichtverwendung des Zielwortes bei den Produktionsaufgaben) mit einem Punkt und Fehler mit 2 Punkten bewertet und die Summe durch 2 dividiert, bevor diese Fehlerzahl durch die Gesamtzahl der Items dividiert wurde. Das Kind Z (s. Tab. 3) hatte beispielsweise bei den Perzeptionsaufgaben sechs Fehler (12 Punkte), keine unentscheidbaren Lösungen und somit eine gerundete Fehlerquote von 0,17 (6:36) gegenüber einer Fehlerquote im produktiven Teil von 0,35 (57 Fehler geteilt durch 164 Prüflaute).

## 3.2 Schriftsprache

### 3.2.1 Hypothese

Folgende Hypothese ist handlungsleitend für die Teilstudie zur Schriftsprache: Kinder mit Trisomie 21 identifizieren quantitativ häufiger korrekte Buchstaben in einem geschriebenen Wort als korrekte Laute aus dem Lautstrom eines gesprochenen Wortes.

Die ungleiche Korrelation von sprachlichen Einheiten im Deutschen zwischen geschriebener und gesprochener Sprache ist offensichtlich. Die deutsche Sprache besteht aus 26 Graphemen, die als Alphabet bezeichnet werden (plus drei Umlauten und einem <ß>, was jedoch nicht als Majuskel auftreten kann, und Buchstabengruppen, wie z. B. (sch) oder (au)). Ihnen stehen je nach Zählweise ca. 40 Phoneme gegenüber. Die Konstruktion von GPK stellt für neurotypische Kinder eine Herausforderung dar, besonders aber für Kinder mit Besonderheiten in der Sprache oder Kognition. Wie sich jene Kinder in der alphabetischen Phase (Frith, 1986) Gesetzmäßigkeiten der Schrift konstruieren und wie sie Hypothesen über Graphem-Phonem-Korrespondenzen aufstellen, ob sie sich primär am phonologischen Input oder primär am graphemischen orientieren, das soll in der vorliegenden Studie untersucht werden.

### 3.2.2 Methodisches Design

Die Versuchspersonen sind Kinder mit der Diagnose Trisomie 21, die bereits den Symbolcharakter von Schrift erkannt haben, wissen, was ein Wort ist und sich mittels der alphabetischen Strategie der Schrift nähern (Frith 1986). Dieses wurde im Vorfeld mittels des Leeren Blatts von Mechthild Dehn (1994) überprüft.

Die Kinder sitzen vor einem Tablet bzw. Laptop und können Bilder und Wörter selbstständig anklicken. In zwei Durchgängen werden den Kindern Wörter präsentiert. Im ersten Durchgang werden die Wörter lautsprachlich präsentiert und mit einem Bild als semantische Hilfe unterlegt. Im zweiten Durchgang wird das Wort schriftlich dargeboten, ebenfalls wird ein Bild dazu präsentiert. Jeder Durchgang umfasst 24 Wörter, je vier Wörter beziehen sich auf einen Laut bzw. Buchstaben.

Für die Durchführung des Telexperiments benötigt ein neurotypisches Kind am Schulanfang ca. zehn Minuten. Für Kinder mit Trisomie 21 ist ein erweiterter Zeitumfang einzuplanen.

Im ersten Durchgang bekommen die Kinder folgende Aufgabe: „Hier *hörst* du, was du suchen sollst.“ Beim Klicken auf das Tablet hören sie zunächst einen Sprachlaut (z. B. [t]) und anschließend wird ihnen ein Bild gezeigt (z. B. Bild Boot). Wenn die Kinder nun auf das Bild klicken, wird ihnen das entsprechende Wort (z. B. <Boot>) vorgesprochen. Sie sollen angeben, ob der Ziellaut in dem Wort enthalten ist. Den Kindern wird erklärt, dass der Haken für „im Wort enthalten“ steht und das Kreuz für „nicht enthalten“. Zu dem Laut [t] werden den Kindern die Wörter *Tisch*, *Auto*, *Maus*, *Boot* (Beispiel in Abb. 7) präsentiert; jeweils in einem Wort ist das Zielobjekt nicht enthalten.



Abb. 7: Aufgabenbeispiel für Laute im Wort erkennen ([t] in Boot)

Im zweiten Durchgang werden den Kindern geschriebene Wörter dargeboten (Beispiel in Abb. 8) . „Hier siehst du, was du suchen sollst!“ Die Kinder sehen beispielsweise ein <K> und sollen angeben, ob in dem Wort <KUH> das Zielgraphem enthalten ist. Auch hier werden zu jedem Graphem vier Wörter präsentiert, in denen das Zielgraphem in drei Wörtern enthalten ist.



Abb. 8: Aufgabenbeispiel für Grapheme im Wort erkennen

Die Grapheme wurden nach bestimmten Kriterien ausgesucht:

1. Es wurden weitgehend „lauttreue“ Konsonanten (Con-Sonanz) mit unterschiedlichen Artikulationsstellen ausgewählt, so dass die akustische Identifikation relativ leicht gelingen kann. Folgende Grapheme repräsentieren im Experiment diese Gruppe: <M>, <T>, <L>, <K>.
2. Es wurden Vokale ausgewählt, die in den Zielwörtern relativ lautreu verschriftet werden können. Folgende Grapheme repräsentieren diese Gruppe: <A>, <O>.
3. Die Wörter sollen möglichst zweisilbig sein, die Bedeutung sollte den Versuchspersonen möglichst bekannt sein, es sollte sich um ein relativ gut darstellbares Bild/ Substantiv handeln und das Zielgraphem soll nur einmal im Wort vorhanden sein und sowohl initial, medial und final auftreten.

Allen Teilnehmenden wurde zunächst die Aufgabe mit der lautlichen Variante dargeboten, da angenommen wurde, dass diese Aufgabe für sie eine größere kognitive Herausforderung darstellt und so ein Konzentrationsmangel bei dieser Aufgabe möglichst ausgeschlossen werden sollte. Sollte sich herausstellen, dass sich die Hypothese nicht bestätigt, müsste eine Randomisierung vorgenommen werden und die Aufgaben müssten mittels Zufallsgenerator präsentiert werden. Denkbar wäre, zu einem In-Between-Design zu wechseln.

### 3.3 Mentale Volition

#### 3.3.1 Hypothese

Die Hypothese lautet: *Die Mehrzahl der Personen mit Trisomie 21 neigt in den ausgewählten Experimenten zu visuellen kognitiven Strategien, gemessen mit Verzögerungszeiten bei der Lösung der Planungsaufgabe unter artikulatorischer Suppression.*

Im Teilprojekt mentale Volition ist der Fokus auf Problemlösungsstrategien von Kindern mit Trisomie 21 gerichtet. Zur Untersuchung der mentalen Volition bei Planungsaufgaben werden traditionell Konstruktionsaufgaben eingesetzt, in denen aktuelle Lösungsschritte unter Beachtung der folgenden Lösungsschritte ausgeführt werden sollen (Simon, 1975; Shallice, 1982). Für die Beantwortung der Frage, ob Personen mit Trisomie 21 tatsächlich eher bildliche oder doch eher sprachliche Problemlösungsstrategien nutzen, hat sich in der Forschungspraxis die Anwendung von Planungsaufgaben mit artikulatorischer Suppression bewährt (Williams, Bowler & Jarrold, 2012). Die Methode der artikulatorischen Suppression geht auf Forschungen zum phonologischen Arbeitsgedächtnis zurück (Baddeley, 1986; Baddeley & Hitch, 1974).

### 3.3.2 Methodisches Design

Besonders bewährt hat sich als Planungsaufgabe der sogenannte „Turm zu Hanoi“. Das Spiel wurde 1883 vom französischen Mathematiker Édouard Lucas beschrieben und wird deshalb auch als „Lucas-Türme“ bezeichnet: Gegeben sind drei senkrechte Stäbe A, B und C (Abb. 9).

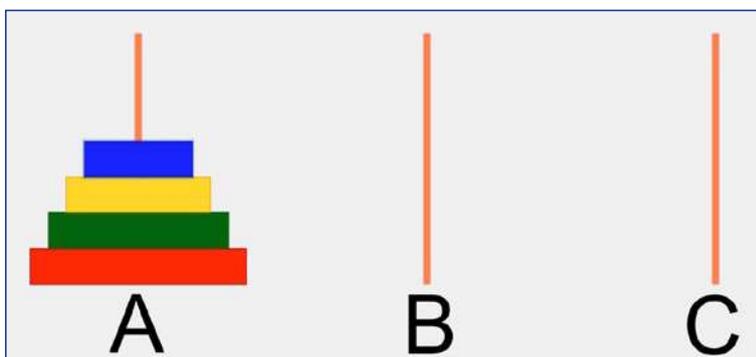


Abb. 9: Turm zu Hanoi, Ausgangsposition mit drei senkrechten Stäben A, B und C

Auf dem ersten Stab (A) befindet sich eine Anzahl von  $n$  Scheiben. Sie sind in Form eines Haufens angeordnet. Der Endzustand ist dadurch definiert, dass der am Anfang auf dem Stab A befindliche Haufen auf den Stab B oder C gebracht werden soll. Er soll dort die gleiche Anordnung haben (Abb.10).



Abb. 10: Möglicher Endzustand eines Durchgangs beim Turm zu Hanoi

Mit der Instruktion an die am Experiment Teilnehmenden wird gefordert, dass ein Endzustand möglichst schnell mit wenigen Zügen erreicht werden soll. Als besondere Vorschrift ist zu beachten, dass immer nur eine einzelne Scheibe verlagert werden darf und dass es nicht erlaubt ist, eine größere auf eine kleinere Scheibe zu legen (und dass immer nur eine obenliegende Scheibe bewegt werden darf). Die Stäbe A, B und C können für Zwischenzüge benutzt werden (Abb. 11).

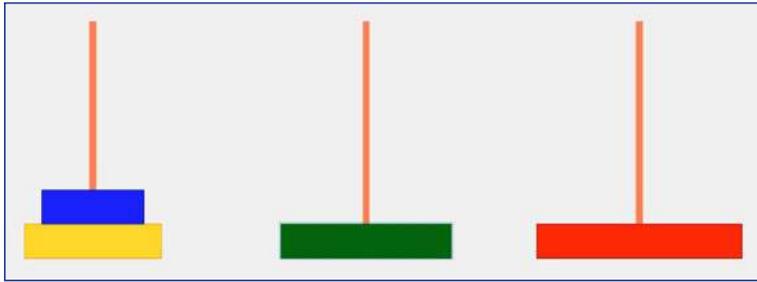


Abb. 11: Turm zu Hanoi, Nutzung der Stäbe für Zwischenzüge

Nach Vorführung und Erläuterung der Regeln soll das Experiment ohne verbale Störung in einem ersten Durchgang mit folgendem Ziel durchgeführt werden: Die Versuchspersonen sollen auf einem anderen Stab als A (also auf B oder C) mit möglichst wenigen Zügen entsprechend der oben genannten Regel die Scheiben der Größe nach sortieren. Die benötigte Zeit wurde in Sekunden als Zeitwert  $t_1$  gemessen.

Dann wurde das Experiment mit verbalem Störer (artikulatorische Suppression) wiederholt – und zwar mit folgender Zusatzaufgabe: Die Versuchspersonen wiederholten während der Lösung der Aufgabe ständig die Worte „Dienstag“ und „Donnerstag“. Auch in diesem Durchgang wurde die benötigte Zeit gestoppt. Sie ergibt den Zeitwert  $t_2$ .

Ist die Zeitdifferenz ( $t_2-t_1$ ) positiv oder gleich null, ist es wahrscheinlich, dass der geringe Lernzuwachs der Person vom verbalen Störer (artikulatorische Suppression) bei der zweiten Lösung der Aufgabe aufgehoben oder ausgebremst wurde, da sie genauso viel oder mehr Zeit für die Lösung mit verbalem Störer als beim ersten Mal benötigte.

Ist die Zeitdifferenz ( $t_2-t_1$ ) negativ, ist es wahrscheinlich, dass der Lernzuwachs der Person vom verbalen Störer (artikulatorische Suppression) bei der Lösung nicht aufgehoben oder ausgebremst wurde, da sie trotz verbalem Störer weniger Zeit für die zweite Lösung als beim ersten Mal benötigte.

Um die individuelle Arbeitsgeschwindigkeit zu relativieren, empfiehlt es sich, die Zeitdifferenzen zu homogenisieren. Dies leistete in den Voruntersuchungen mit neurotypischen Personen der  $D_t$ -Wert mit folgender Formel hinreichend gut:

$$D_t = [(t_2-t_1)/(t_2+t_1)]*100.$$

Für eine Annahme der Hypothese, dass Personen mit Trisomie 21 eher zu visuellen kognitiven Strategien neigen, sollte sich die Verteilung der Werte für  $D_t$  bei Personen mit Trisomie 21 signifikant durch höhere Häufigkeiten im negativen Bereich, verglichen mit neurotypischen Personen, auszeichnen.

Eine signifikante experimentelle Bestätigung der Hypothese wäre ein Beitrag zur Verifikation der in der wissenschaftlichen Literatur häufig zu findenden Aussage, Personen mit Trisomie 21 hätten eine Neigung zum visuellen Denken.

Für das Matching verwendeten wir den Development-Trajektorie-Ansatz innerhalb eines Between-Subjects-Designs (Thomas, Annaz, Ansari, Serif, Jarrold & Karmiloff-Smith, 2009; Thomas, Purser & Herwegen, 2012). Teilnehmende dieser Teiluntersuchung waren:

- 17 Personen mit Trisomie 21 im Alter zwischen 6 und 25 Jahren (Durchschnittsalter 14 Jahre) und
- 17 neurotypische Personen im Alter zwischen 7 und 25 Jahren (Durchschnittsalter 14 Jahre).

Die folgende Abbildung (Abb.12) zeigt die Regressionslinien der ermittelten Werte für das mentale Alter über dem chronologischen Alter für beide Gruppen:

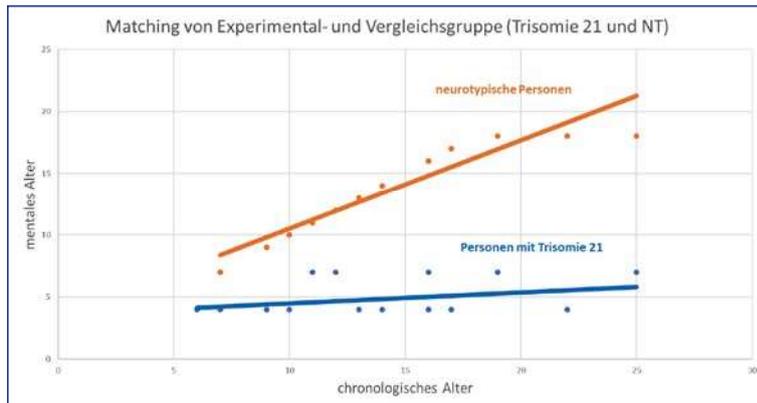


Abb. 12: Matching. Vergleich der Regressionslinien des mentalen Alters (Y-Achse) in den beiden untersuchten Gruppen (Trisomie 21: Personen mit Downsyndrom, NT: neurotypische Personen) über dem chronologischen Alter (X-Achse)

Das chronologische Alter wies in beiden Gruppen eine vergleichbare Varianz auf. Das mentale Alter der Personen mit Trisomie 21 lag jedoch im Verhältnis zum chronologischen Alter deutlich unter dem der neurotypischen Personen.

## 4 Limitationen

Bei allen drei Teilprojekten handelt es sich um Quasiexperimente. Die vorgegebene Zuteilung der Versuchsgruppen ermöglicht, das Experiment jederzeit mit einer anderen Versuchsleitung durchzuführen. Die fehlende Randomisierung lässt jedoch eventuelle Störvariablen außer Acht. Das beeinträchtigt die interne Validität der Experimente. Neben der Trisomie 21 können z. B. auch Schulbildung oder Motivation einen Einfluss auf die Messvariablen haben.

Tatsächlich nahm an den Experimenten immer nur ein Bruchteil der untersuchten Personen der Stichprobe teil. Das lag daran, dass die Teilnahme an den Experimenten sowohl die Bereitschaft als auch die Fähigkeit voraussetzen, sich den Regeln der Experimente zu stellen. Letzteres wurde bei allen 54 Teilnehmenden überprüft.

In den Teilprojekten Lautsprache und Schriftsprache war dies jeweils bei 9 von 54 Personen mit Trisomie 21 gegeben und im Teilprojekt mentale Volition bei 17 von 54 der untersuchten Personen.

Die Durchführung von drei Experimenten pro Person erwies sich als Überforderung. Deshalb musste jeweils entschieden werden, welches der drei Experimente dem Sprachentwicklungsstand, der Motivation und den kognitiven Voraussetzungen am besten entsprach.

Im Rahmen dieser Vorstudie wurden die Experimente zur Lautsprache, Schriftsprache und mentalen Volition noch in sehr kleinen und uneinheitlichen Stichproben durchgeführt, keine der untersuchten Personen nahm an allen Experimenten teil. Daher können hier auch noch keine empirischen Zusammenhänge zwischen den Einzelleistungen festgestellt werden. Im Rahmen einer zweiten Vorstudie (derzeit in der Auswertung) wird dies aber vorbereitet, indem vor einer größeren Hauptuntersuchung nochmals eine kleine Proband:innenzahl alle Experimente durchführt. Dafür werden Kinder im Einschulungsalter ohne bekannte kognitive Beeinträchtigungen mit sonderpädagogischem Förderbedarf im Schwerpunkt Sprache ausgewählt, um erste Anhaltspunkte für einen Vergleich mit der hier untersuchten Personengruppe von Menschen mit Trisomie 21 zu gewinnen.

## 5 Ergebnisse, Diskussion und Auswirkungen für die Praxis

### 5.1 Ergebnisse im Teilprojekt Lautsprache

Bezüglich der ersten Fragestellung kann für die hier untersuchte Stichprobe festgestellt werden, dass bei den Aufgaben zur produktiven Diskrimination eine deutlich höhere Fehlerquote (gerundeter relativer Mittelwert: 35) als bei den Aufgaben zur perceptiven Diskrimination (gerundeter relativer Mittelwert: 14) erzielt wurde.

Nur circa ein Drittel (28,7 %) der Varianz der Variable „Produktion von Phonemen“ kann mit der Variablen „Perzeption von Phonemen“ erklärt werden. Die einfache lineare Regression ist nicht signifikant (vgl. Abb. 13). Die fehlenden zwei Drittel der Varianz können wahrscheinlich auf zusätzliche Beeinträchtigungen von Perzeption und Sprechmotorik zurückgeführt werden, wie zum Beispiel der mit einer Trisomie 21 einhergehenden Simultandysgnosie (Zimpel, 2013; Zimpel, 2016; Zimpel & Rieckmann, 2020) und der kinästhetischen Dyspraxie (Zimpel & Röhm, 2018).

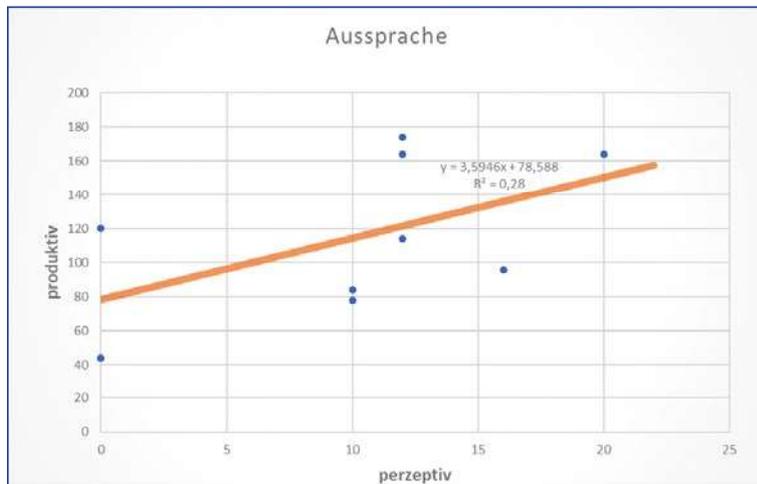


Abb. 13: Regressionslinie der Fehlerhäufigkeiten bei der produktiven Phonemdiskrimination (Y-Achse) über den Fehlerhäufigkeiten bei der perzeptiven Phonemdiskrimination (X-Achse)

Ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde berechnet, um die Unterschiede zwischen den Fehlerhäufigkeiten perzeptiver und produktiver Diskriminierung von Phonemen zu überprüfen. Es zeigt sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen perzeptiver (Median = 17) und produktiver Diskriminierung (Median = 35),  $z = -2,666$ ,  $p = 0,005$ ,  $r = 0,63$ .

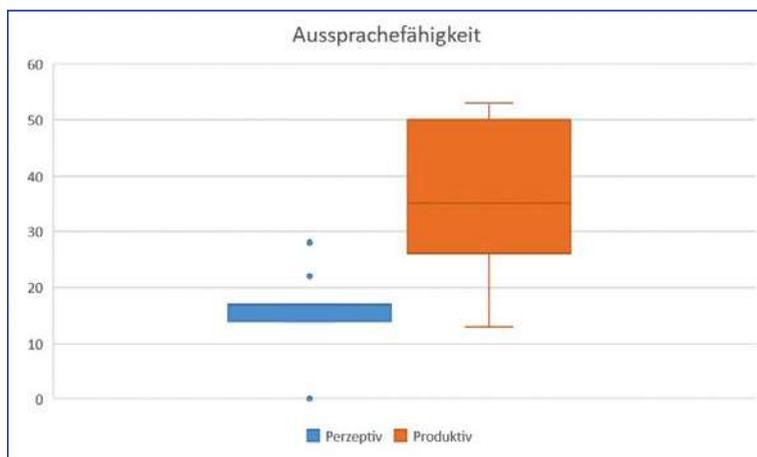


Abb. 14: Ergebnisse. Unterschiedliche Verteilungen der Fehlerhäufigkeiten bei der perzeptiven und bei der produktiven Diskriminierung von Phonemen. Y-Achse: Verteilungen der Fehlerhäufigkeiten; X-Achse: Experimente (perzeptive und produktive Phonemdiskrimination)

Wie Abbildung 14 illustriert, ist die zentrale Tendenz zu Fehlern bei den untersuchten Personen mit Trisomie 21 bei der produktiven Diskriminierung signifikant höher als bei der perzeptiven Diskriminierung, bei einer hohen Effektstärke ( $r = 0,63$ ;  $0,1 \leq r < 0,3$  schwach;  $0,3 \leq r < 0,5$  mittel;  $r > 0,5$  hoch).

Tab. 4: Ergebnisse zu den unterschiedlichen Verteilungen der Fehlerhäufigkeiten bei der perzeptiven und bei der produktiven Diskriminierung von Phonemen

	perzeptiv	produktiv
<b>Mittelwert</b>	14,33	35,22
<b>Varianz</b>	84,75	187,44
<b>Beobachtungen</b>	9	9

Zumindest für die untersuchte Stichprobe kann gesichert festgestellt werden (vgl. Tab. 4), dass die produktive Aussprache für Personen mit Trisomie 21 deutlich schwieriger und fehleranfälliger ist als die perzeptive.

Die Vermutung, dass produktive Fehler in Experiment 2 überzufällig häufig phonologische Oppositionen betreffen, die auch in den Perzeptionsaufgaben des Experiments 1 fehlerbelastet sind (Hypothese 2), wird durch die Ergebnisse insgesamt ebenfalls bestätigt. Aufgrund der geringen Fallzahlen, die sich hier noch auf unterschiedliche Phonemgruppen und phonologische Oppositionen verteilen, erfolgte hier nur eine qualitative Auswertung. Sie zeigt unter anderem, dass die Aussprache von Vokalen weniger Schwierigkeiten bereitet (sechs der neun Kinder machten hier keine Fehler) als die von Konsonanten (zwei der neun Kinder machten hier keine Fehler). Dabei unterscheiden sich die Fehlerzahlen in beiden Experimenten offenbar abhängig von der phonologischen Kategorie (Tab. 5):

Tab. 5: Vergleich der Fehlerquoten für ausgewählte Phonemgruppen

Unterschiede Phonemgruppen	mittlere relative Fehlerzahl Perzeption	mittlere relative Fehlerzahl Produktion
alle Konsonanten	19	38
bezüglich Artikulationsstelle	19	39
u. a. vorn – hinten	32	30
bezüglich Artikulationsmodus	19	38
u. a. plosiv – frikativ	20	47
bezüglich Überwindungsmodus	36	21

Während Fehler bezüglich der Artikulationsstelle und des Artikulationsmodus die Gesamtgruppe aller Konsonanten sehr gut repräsentieren, trifft dies für den Überwindungsmodus nicht zu (nicht signifikant), hier untertrifft die Fehlerzahl in der Produktion deutlich die hypothesengeleitete Erwartung. Innerhalb dieser Gruppen erweisen sich einzelne phonologische Oppositionen wie plosiv – frikativ als prominente Hinweisgeber (signifikant), während andere wie vorn – hinten (nicht signifikant) weniger repräsentativ erscheinen.

## 5.2 Ergebnisse im Teilprojekt Schriftsprache

Für das Telexperiment Schriftsprache konnte bestätigt werden, dass es den Kindern leichter fällt, Buchstaben im Wort zu identifizieren als Sprachlaute im gesprochenen Wort. Während die gesprochene Sprache flüchtig ist, kann das geschriebene Wort längere Zeit betrachtet werden. In dem Experiment hat sich jedoch gezeigt, dass die Verweildauer vor dem Wort gering bzw. sogar eher flüchtig ist, und trotzdem kann hier relativ sicher ein Treffer erfolgen.

Das Durchschnittsalter der am Experiment teilnehmenden Personen mit Trisomie 21 war 10;9 Jahre (Standardabweichung = 4;3). Das Geschlecht bei allen Teilnehmerinnen war weiblich und ihr mentales Alter lag im Bereich von 4 bis 6 Jahren.

Mehr als die Hälfte der Personen mit Trisomie 21 (5 von 9) erkannte alle Grapheme unabhängig von deren Position im Wort. Bei der auditiven Präsentation von Phonemen in wechselnden Wortpositionen erkannte keine dieser Personen alle vorgegebenen Laute.

Etwas mehr als ein Drittel (34,5 %) der Varianz der Variable „visuelle Erkennung von Graphemen“ kann mit der Variablen „auditive Erkennung von Phonemen“ erklärt werden. Die einfache lineare Regression ist jedoch nicht signifikant (vgl. Abb. 15). Die fehlenden zwei Drittel der Varianz können auch hier wahrscheinlich auf zusätzliche Beeinträchtigungen von Perzeption und Sprechmotorik zurückgeführt werden, wie zum Beispiel der mit einer Trisomie 21 einhergehenden Simultandysgnosie (Zimpel, 2013; Zimpel, 2016; Zimpel & Rieckmann, 2020) und der kinästhetischen Dyspraxie (Zimpel & Röhm, 2018).

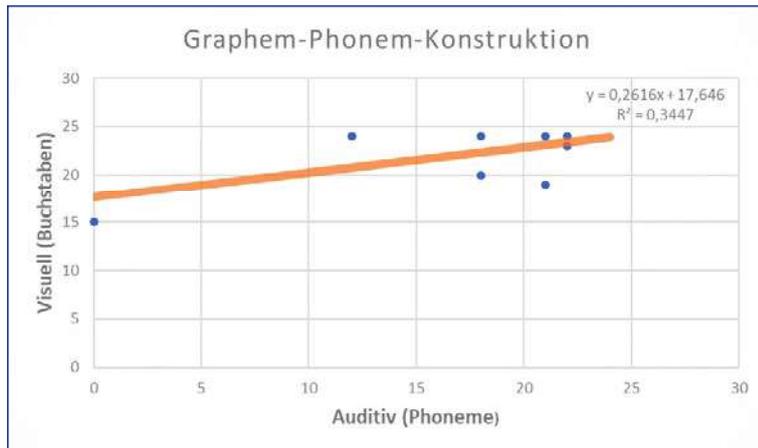


Abb. 15: Regressionslinie der visuell erkannten Grapheme (Y-Achse) über den akustisch erkannten Phonemen (X-Achse)

Ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde berechnet, um die Unterschiede zwischen den Anzahlen auditiv erkannter Phoneme und visuell erkannter Grapheme zu überprüfen. Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen auditivem (Median = 18) und visuellem Erkennen (Median = 24),  $z = -2,320$ ,  $p = 0,02$ ,  $r = 0,59$ .

Tab. 6: Ergebnisse zu den unterschiedlichen Verteilungen der Anzahlen auditiv erkannter Phoneme und visuell erkannter

	auditiv	visuell
<b>Mittelwert</b>	16,22	21,89
<b>Varianz</b>	52,19	10,36
<b>Beobachtungen</b>	9	9

Wie Tabelle 6 und Abbildung 16 zeigen, ist die zentrale Tendenz der richtigen Erkennung von Zeichen bei den untersuchten Personen mit Trisomie 21 bei auditiv erkannten Phonemen signifikant geringer als bei den visuell erkannten Graphemen, bei einer hohen Effektstärke ( $r = 0,59$ ;  $0,1 \leq r < 0,3$  schwach;  $0,3 \leq r < 0,5$  mittel;  $r > 0,5$  hoch).

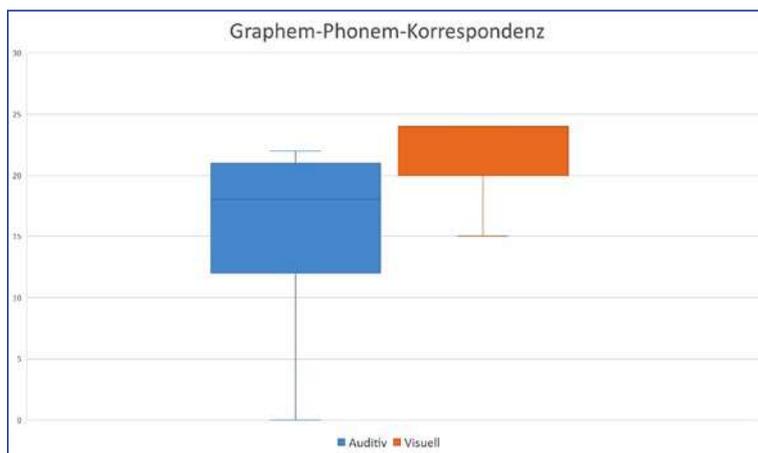


Abb. 16: Ergebnisse. Unterschiedliche Verteilungen der Anzahl auditiv erkannter Phoneme und visuell erkannter Grapheme. Y-Achse: Verteilungen der Anzahlen richtig erkannter Zeichen; X-Achse: Experimente (auditive Erkennung von Phonemen und visuelle Erkennung von Graphemen)

Zumindest für die untersuchte Stichprobe kann gesichert festgestellt werden, dass den Personen mit Trisomie 21 das Erkennen von Graphemen leichter fällt als das Erkennen von Phonemen.

### 5.3 Ergebnisse im Teilprojekt mentale Volition

Die folgende Abbildung (Abb. 17) vergleicht die Häufigkeitsverteilungen der verzögernden Wirkung artikulatorischer Suppression auf der Y-Achse (Ordinate) bei den beiden Gruppen von untersuchten Personen auf der X-Achse (Abszisse):

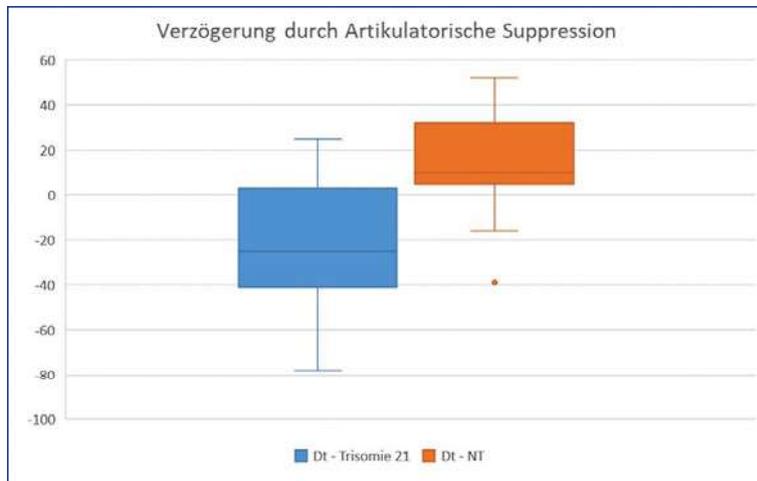


Abb. 17: Ergebnisse. Unterschiedliche Verteilungen der Verzögerung der Lösungszeiten bei der Planungsaufgabe durch artikulatorische Suppression  $D_t$ . Y-Achse: Verteilungen der  $D_t$ -Werte; X-Achse: untersuchte Gruppen (Trisomie 21: Personen mit Downsyndrom, NT: neurotypische Personen)

Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde geprüft, ob sich die Messwerte der Verzögerung bei der Lösung der Planungsaufgabe durch artikulatorische Suppression bei den Versuchspersonen mit Trisomie 21 von den neurotypischen Personen unterscheiden. Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen den Personen mit Trisomie 21 (mittlerer Rang = 11,91) und den neurotypischen Personen (mittlerer Rang = 23,09),  $U = 49,5$ ,  $z = -3,27$ ,  $p < 0,001$ ,  $r = 0,26$ .

Tab. 7: Ergebnisse der Verzögerung der Planungsaufgabe durch artikulatorische Suppression innerhalb der beiden Gruppen (Trisomie 21: Personen mit Downsyndrom, NT: neurotypische Personen)

	$D_t$ – Trisomie 21	$D_t$ – NT
<b>Mittelwert</b>	-24,29	14,94
<b>Varianz</b>	989,22	510,56
<b>Beobachtungen</b>	17	17

Die hoch signifikanten Unterschiede (siehe auch Tabelle 7) bestätigen unsere Hypothese, dass Personen mit Trisomie 21 eher zum bildlichen Denken neigen als neurotypische, allerdings nur mit einer schwachen Effektstärke ( $r = 0,26$ ;  $0,1 \leq r < 0,3$  schwach;  $0,3 \leq r < 0,5$  mittel;  $r > 0,5$  hoch).

### 5.4 Diskussion der Ergebnisse

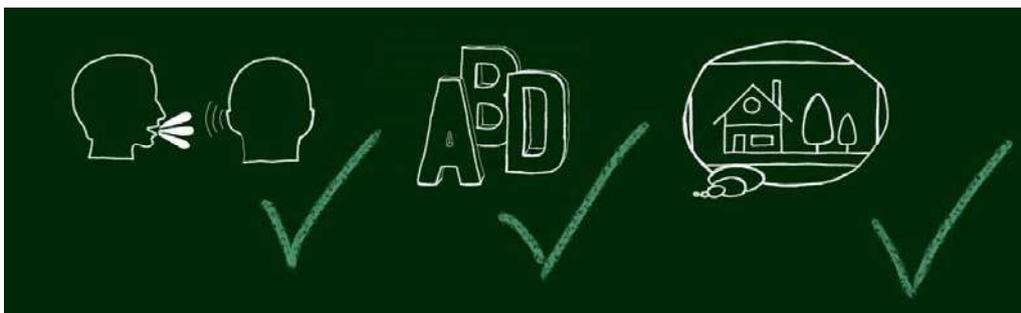


Abb. 18: Im Rahmen der Voruntersuchung konnten die einzelnen Säulen der alternativen Argumentationslinie zur Anwendung des Frühlesens mit der Ganzwortmethode bei Personen mit Trisomie 21 verifiziert werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte ergeben keinen Widerspruch zur alternativen Argumentationslinie: Die Flüchtigkeit des gesprochenen Wortes stellt für die Simultandysgnosie bei Trisomie 21 eine größere Schwierigkeit dar als das visuell konstante Schriftbild. Die Neigung zum Bilddenken könnte ein Nebeneffekt der fehlenden Verinnerlichung der Lautsprache als Werkzeug der mentalen Volition sein (Abb. 18).

In unserer Voruntersuchung sollten die Voraussetzungen für diese alternative Argumentationslinie geprüft werden. Diese Voraussetzungen wären dann gegeben, wenn sich folgende Thesen im Rahmen der Möglichkeiten dieser Voruntersuchung bestätigen lassen: Personen mit Trisomie 21 fällt das Erkennen von einzelnen Lauten leichter als das Artikulieren dieser Laute, fällt das Erkennen einzelner Buchstaben leichter als das Erkennen von Lauten und lösen Planungsaufgaben eher visuell als sprachlich. Dies hat sich in den Experimenten bestätigt.

Dass die Verifikation dieser Argumentationslinie jedoch einer weiteren Ausdifferenzierung bedarf, sei hier am Beispiel des Teilprojektes Lautsprache erläutert: Kinder mit Trisomie 21 zeigen überdurchschnittlich häufig Beeinträchtigungen im Erwerb und Gebrauch der Aussprache (Dietz-Itzo, Vergara, Barros, Miranda & Martinez, 2021, von Knebel, Osburg & Zimpel, 2022), wobei noch weitgehend unerforscht ist, inwieweit solche Ausspracheauffälligkeiten bedingt sind durch kognitive Einschränkungen der phonologischen Diskrimination und/oder durch Einschränkungen des sprechmotorischen Vollzugs bei der Artikulation. Die Ergebnisse dieser Vorstudie zur Lautsprache deuten darauf hin, dass beide Verursachungsfaktoren bedeutsam sind und dabei nicht in einem zufälligen Zusammenhang stehen. Für den Teilbereich der Aussprache korrespondiert das Verhältnis von Perzeption und Produktion mit der Relation von phonologischen und phonetischen Kompetenzen: Während phonetische Entwicklungsstörungen ausschließlich die Sprechmotorik und damit die Produktion betreffen, können sich phonologische Störungen sowohl auf die Produktion auswirken (z. B. durch Substitutionen und Auslassungen) als auch auf die Perzeption durch Diskriminationsfehler. Darin kann zumindest ein möglicher Grund für die bestätigte erste Hypothese gesehen werden, dass produktive Leistungen fehleranfälliger sind als perzeptive.

Dabei gilt eine ausreichende Perzeptionsfähigkeit als notwendige Bedingung einer uneingeschränkten Aussprache (Piszczan, 2014, 6; Baese-Berk, 2019). In den Ergebnissen zeigt sich das darin, dass im Sinne der zweiten Hypothese Produktionsfehler in solchen phonologischen Gegenstandsbereichen gehäuft auftreten, in denen auch perzeptive Fehler gemacht werden. Zwar bedarf dieses Ergebnis noch einer quantitativen Bestätigung und scheint auch nicht für alle phonologischen Oppositionen gleichermaßen zu gelten, vorläufig bestätigt es aber die Annahme der perzeptiven Grundlegung produktiver Ausspracheleistungen.

### 5.5 Auswirkungen für die Praxis

Sollte sich die oben genannte alternative Argumentationslinie weiterhin bestätigen, ließen sich daraus wichtige Konsequenzen für die Praxis sprachlicher Förderung in Therapie und Unterricht folgern. Baese-Berk (2019) untersuchte den Einfluss ausgewählter Trainingsparadigmen im Zweitspracherwerb auf Sprachperzeptions- und Sprachproduktionsleistungen der Proband:innen. Sie konnte nachweisen, dass innerhalb der Modalitäten ein Produktionstraining produktive Leistungen ebenso verbessert wie ein Perzeptionstraining perzeptive Leistungen. Modalitätsübergreifend zeigt sich aber, dass zwar ein Perzeptionstraining auch zu Verbesserungen der Sprachproduktion führt, umgekehrt aber ein Produktionstraining keine Verbesserungen der Perzeptionsleistungen herbeiführt. Baese-Berk führt dies darauf zurück, dass die perzeptive Entwicklung der produktiven vorausgeht und sie so auch unterstützt. Bei kindlichen Aussprachestörungen mit phonologischer Bedingtheit und perzeptiven Diskriminationsfehlern müsste demnach die Erarbeitung perzeptiver Leistungen am Anfang stehen.

Auch wenn in dieser Vorstudie ausschließlich Kinder mit Trisomie 21 untersucht wurden, darf angenommen werden, dass diese Ergebnisse und Schlussfolgerungen gleichermaßen für alle Kinder mit phonologisch-phonetischen Auffälligkeiten gelten. So führte Yousif (2018) eine Gruppenuntersuchung durch, in der sie durch Einzelwort- und Ganzäußerungsanalysen phonologische Auffälligkeiten in der produktiven Aussprache von Kindern mit Trisomie 21 und neurotypischen Kindern verglich. Signifikante Unterschiede bestehen demnach darin, dass der Ausspracherwerb von Kindern mit Trisomie 21 später einsetzt und langsamer verläuft als diejenigen neurotypischen Kinder, beide Gruppen das phonologische System aber in vergleichbarer Weise aufbauen.

Das Experiment zur Schriftsprache gibt potenzielle Antworten auf die Frage, welcher primäre Zugang Kinder mit Trisomie 21 beim Erlernen von Schrift unterstützen könnte – der Zugang über Buchstaben oder über Sprachlaute. Auch wenn für einen erfolgreichen Schriftspracherwerb immer beide Zugänge benötigt werden, kann anhand des Experiments der primäre Zugang des Individuums sichtbar werden. Die Hypothese konnte bestätigt werden: Es gelingt den neun untersuchten Kindern mit der Diagnose Trisomie 21 treffsicherer, Buchstaben statt Laute aus Wörtern zu diskriminieren. Das könnte ein Indiz für die Wirksamkeit des Frühlesens für die Lautsprachentwicklung sein.

Die Bestätigung der Hypothese lässt zudem die Interpretation zu, dass Kinder durch den Zugang über ausgewählte Wörter oder Buchstaben ihr Wissen über Laute der deutschen Sprache erweitern können (vgl. Telexperiment Lautsprache) und damit über Schrift zum Lesen (und ggf. auch zu einer veränderten phonologischen Bewusstheit) gelangen. Die phonologische Bewusstheit würde damit, so wäre weiter zu prüfen, keine notwendige Voraussetzung für den Schriftspracherwerb darstellen (Brinkmann, 2015, 166f.; Osburg, 2000; Valtin, 2010). Wenn sich die Hypothese auch bei einer größeren Probandengruppe bestätigen würde, dann wäre zu überprüfen, ob der didaktische Zugang zur Schrift nicht nur für Kinder mit Trisomie 21, sondern auch für neurotypische Kinder radikal überdacht werden müsste.

Unbestritten ist, dass Kinder mit Trisomie 21 (aufgrund ihrer Besonderheiten in der Kompetenz der Simultanerfassung und ihrer phonologischen Fähigkeiten) durchaus einen erschwerten Zugang zur Schrift haben können. Trotz Studien (Bird & Buckley, 2000; Oelwein, 2007) ist auch für sie in der inklusiven Praxis immer noch der Ansatz verbreitet, sich der Schrift über die Lautung zu nähern. So gibt es beispielsweise keine schulischen Lehrwerke, die die Schrift zum Ausgangspunkt der Betrachtung nehmen. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Voruntersuchung kann jene phonologische Zugriffsweise maximal ein Angebot sein, was aber als wenig effektiv gelten kann. Viel bedeutsamer ist es, den Weg über die Schreibung zu wählen und hier fundierte Analysen hinsichtlich des kognitiven Erkennens von Schrift unter den individuellen Bedingungen zu erforschen.

Die Beschriftung von Gegenständen im Klassenraum, das Arbeiten mit Schlüsselwörtern und die Thematisierung von Schrift von Anfang an – in Verbindung mit der Lautsprache wären zentrale didaktische Konsequenzen (zu weiteren von Knebel, Osburg & Zimpel, 2022).

Die Neigung von Lernenden mit Trisomie 21 während der Schulzeit, Selbstgespräche oder Gespräche mit fiktiven Personen zu führen, wird oft falsch als psychisches Problem gedeutet. Unsere Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass Personen mit Trisomie 21 für den Prozess der Verinnerlichung sprachlichen Denkens einfach mehr Zeit benötigen. Für die Entwicklung ihrer mentalen Volition sollten Selbstgespräche nicht unterbunden, sondern gefördert werden, zum Beispiel durch explizite sprachliche Begleitung von Lernhandlungen.

Bird und Buckley (2000, S. 49) nehmen die visuellen Stärken bei Trisomie 21 als gegeben hin und argumentieren wie folgt: „Kindern mit Down-Syndrom kann durch die Einbeziehung zusätzlicher Möglichkeiten der motorischen und visuellen Verarbeitung von Informationen geholfen werden. Sprache, die durch symbolische Bewegungen, wie Zeichen, Gestik oder das Fingeralphabet und visuelle Methoden, wie Bilder, Symbole, Worte und Formeln (multisensorische Methoden), unterstützt wird, hilft den Kindern, sich Informationen zu merken.“

Diese einerseits wertvollen Überlegungen vernachlässigen jedoch andererseits die Bedeutung der mit einer Trisomie 21 einhergehenden Simultandysgnosie und der kinetischen Dyspraxie, die oben schon mehrfach erwähnt wurden. Diese Besonderheiten erzeugen eine große Verantwortung bei methodischen Entscheidungen. Multisensorische Methoden überlasten schnell den Umfang der Aufmerksamkeit. Hier gilt also nicht „Viel hilft viel!“, sondern „Weniger ist mehr!“

## Literatur

- Araújo, S. & Faisca, L. (2019). A meta-analytic review of naming-speed deficits in developmental dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 23, 349-368.
- Ayyad, H., Bustan, S. A. & Ayyad, F. (2021). Phonological development in school-aged Kuwaiti Arabic children with Down syndrome: A pilot study. *Journal of Communication Disorders*, 93, 106-128.
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47-89). New York, NY: Academic Press. doi:https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Baese-Berk, M. M. (2019). Interactions between speech perception and production during learning of novel phonemic categories. *Attention, Perception & Psychophysics*, 81, 981-1005.

- Berg, M., & Schiefele, C. (2021). Entwicklung des kindlichen Sprachverständnisses in den ersten beiden Schuljahren am SBBZ Sprache. *Forschung Sprache*, 9(3), 19-30.
- Bird, G. & Buckley, S. (2000). *Handbuch für Lehrer von Kindern mit Down-Syndrom*. Eltersdorf: g&s.
- Brandenburg, J., Kleszczewski, J., Fischbach, A., Schuchardt, K., Büttner, G. & Hasselhorn, M. (2015). Working memory in children with learning disabilities in reading versus spelling: Searching for overlapping and specific cognitive factors. *Journal of Learning Disabilities*, 48, 622-634.
- Brinkmann, E. (2015). Wie eignen sich Kinder die Rechtschreibung an? In E. Brinkmann (Hrsg.), *Rechtschreiben in der Diskussion. Schriftspracherwerb und Rechtschreibunterricht* (S. 164-174). Grundschulverband, Frankfurt a.M.
- Buschmann, A. & Jooss, B. (2011). Frühdiagnostik bei Sprachverständnisstörungen: Ein häufig unterschätztes Störungsbild mit langfristig gravierenden Folgen für die Betroffenen. *Forum Logopädie*, 25(1), 20-27.
- Buschmann, A., Jooss, B., Rupp, A., Dockter, S., Feldhusen, F., Blaschikowitz, H., Heggen, I. & Pietz, J. (2008). Children with developmental language delay at 24 months of age: Results of a diagnostic work-up. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(3), 223-229.
- Castles, A. & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, 91, 77-111.
- Chapman, R. S. (2006). Language learning in Down syndrome: The speech and language profile compared to adolescents with cognitive impairment of unknown origin. *Down Syndrome Research and Practice*, 10(2), 61-66.
- Christodoulou, C. (2015). *Morphosyntactic Illusions in Down Syndrome*. The Role of Phonetics and Phonology. Boston.
- Clark, A., O'Hare, A., Watson, J., Cohen, W., Cowie, H., Elton, R., Nasier, J & Seckl, J. (2007). Severe receptive language disorder in childhood. Familial aspects and long-term outcomes: Results from a Scottish study. *Archives of Disease in Childhood*, 92, 614-619.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences* 24(1), 87-114, DOI: 10.1017/S0140525X01003922
- Dehaene, S. (2010). *Lesen. Die größte Erfindung der Menschheit und was dabei in unseren Köpfen passiert*. 2. Aufl. München: Knaus.
- Dehn, M. (1994). *Zeit für die Schrift: Lesenlernen und Schreibenkönnen* (4rd ed.). Bochum: Kamp.
- Dietz-Itza, E., Vergara, P., Barros, M., Miranda, M. & Martinez, V. (2021). Assessing phonological profiles in children and adolescents with down syndrome: The effect of elicitation methods. *Frontiers in Psychology*, 1-9. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.662257/full>
- Doman, G. & Doman, J. (1994). *How to teach your baby to read. The gentle revolution*. New York: Avery.
- Frith, U. (1986). Psychologische Aspekte des orthografischen Wissens: Entwicklung und Entwicklungsstörung. In G. Augst (Hrsg.), *New trends in graphemics and orthography* (S. 218-233). New York: De Gruyter.
- Galuschka, K., Ise, E., Krick, K. & Schulte-Körne, G. (2014). Effectiveness of treatment approaches for children and adolescents with reading disabilities: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PloS One*, 9, e89900.
- Günther, K. B. (1986). Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien In H. Brügelmann (Hrsg.), *ABC und Schriftsprache: Rätsel für Kinder, Lehrer und Forscher* (S. 32-54). Konstanz 1986.
- Hartmann, E. (2001). *Möglichkeiten und Grenzen einer präventiven Intervention zur phonologischen Bewusstheit von lautsprachgestörten Kindergartenkindern* (Doctoral dissertation, Université de Fribourg).
- Jones, H. N., Crisp, K. D., Kuchibhatla, M., Mahler, L., Risoli, T., Jones, C. W. & Kishnani, P. (2019). Auditory-perceptual speech features in children with down syndrome. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 124(4), 324-338. Retrieved from <https://meridian.allenpress.com/ajidd/article-abstract/124/4/324/364926/Auditory-Perceptual-Speech-Features-in-Children>
- Klatte, M., Steinbrink, C., Bergström, K. & Lachmann, T. (2017). *Lautarium: Ein computerbasiertes Trainingsprogramm für Grundschul Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten: Manual*. Hogrefe Förderprogramme. Göttingen: Hogrefe.
- Knebel, U. von, Osburg, C. & Zimpel, A. (2022, i.D.). Mündlichkeit, Schriftlichkeit, Neurodiversität. In U. Carle & M. Gutzmann (Hrsg.), *Anfangsunterricht. Beiträge zur Reform der Grundschule*. Frankfurt a.M.
- Konerding, M., Bergström, K., Lachmann, T. & Klatte, M. (2021). Wirksamkeit des computergestützten grapho-phonologischen Trainingsprogramms Lautarium bei Kindern mit Lese-Rechtschreib-Störung. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 70(4), 333-355.
- Lyytinen, H., Erskine, J., Hämäläinen, J., Torppa, M. & Ronimus, M. (2015). Dyslexia-early identification and prevention: Highlights from the Jyväskylä longitudinal study of dyslexia. *Current Developmental Disorders Reports*, 2, 330-338.
- Manske, C. (2004). *Entwicklungsorientierter Lese- und Schreibunterricht für alle Kinder: Die nichtlineare Pädagogik nach Vygotskij*. Weinheim: Beltz.
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H. & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138, 322-352.
- Molfese, D. L. (2000). Predicting dyslexia at 8 years of age using neonatal brain responses. *Brain and Language*, 72, 238-245.
- Oelwein, P. L. (2007). *Kinder mit Down-Syndrom lernen lesen*. 5. Aufl. Eltersdorf: g&s.
- Osburg, C. (2000). *Gesprochene und geschriebene Sprache. Aussprachestörungen und Schriftspracherwerb*. (2rd ed.), Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Piszczan, T. (2014). *Perzeptionsschulung im Englischunterricht der Grundschule und orthografische Einflüsse auf die phonologische Repräsentation – Empirische Ergebnisse und Überlegungen*. Erfurt: Universität Erfurt – E-Book.
- Rodriguez, C. & Palacios, P. (2007). Do private gestures have a self-regulatory function? A case study. *Infant Behavior & Development* 30, 180-194.
- Schaadt, G., Männel, C., van der Meer, E., Pannekamp, A., Oberecker, R. & Friederici, A. D. (2015). Present and past: Can writing abilities in school children be associated with their auditory discrimination capacities in infancy? *Research in Developmental Disabilities*, 47, 318-333.
- Schulte-Körne, G., Bruder, J. (2010). Clinical neurophysiology of visual and auditory processing in dyslexia: A review. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 121, 1794-1809.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 298, 199-209. DOI: 10.1098/rstb.1982.0082
- Simon, H. A. (1975). The functional equivalence of problem solving skills. *Cognitive Psychology*, 7, 268-288. DOI: 10.1016/0010-0285(75)90012-2

- Thomas, M. S. C., Annaz, D., Ansari, D., Serif, G., Jarrold, C. & Karmiloff-Smith, A. (2009). Using developmental trajectories to understand developmental disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 336-358.
- Thomas, M. S. C., Purser, H. R. & Herwegen, J. (2012). Cognition: The developmental trajectory approach. In E. K. Farran und A. Karmiloff-Smith (Hg.), *Neurodevelopmental Disorders Across the Lifespan: A neuroconstructivist approach*. (S. 13-35) Oxford: Oxford University Press.
- Valtin, R. (1994). Ein Stufenmodell des Rechtschreiblernens. In I. Naegele & R. Valtin (Hrsg.), *Rechtschreibunterricht in den Klassen 1-6. Grundlagen-Erfahrungen-Materialien* (S. 32-37). Frankfurt a.M.: Arbeitskreis Grundschule.
- Valtin, R. (2010). Phonologische Bewusstheit: eine notwendige Voraussetzung beim Lesen- und Schreibenlernen? *LOGOS interdisziplinär*, 18(1), 4.
- Wiesner, B. (2014). *YES, WE CAN! Handbuch zum Unterrichtsmaterial*. <http://www.downsyndromzentrum.at/Produkte/handbuch-yes-we-can.html>
- Wilken, E. (2014). *Sprachförderung bei Kindern mit Down-Syndrom: Mit ausführlicher Darstellung des GuK-Systems*. (12rd ed.), Stuttgart: Kohlhammer.
- Williams, D.M., Bowler, D.M. & Jarrold C. (2012). Inner speech is used to mediate short-term memory, but not planning, among intellectually high-functioning adults with autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology* 24, 225-239.
- Yang, Y., Conners, F. A. & Merrill, E. C. (2014): Visuo-spatial ability in individuals with Down syndrome: is it really a strength? *Research in Developmental Disabilities* 35(7), 1473-500. doi: 10.1016/j.ridd.2014.04.002
- Yousif, N. S. (2018). *Phonological Development in Children with Down Syndrome: An Analysis of Patterns and Intervention Strategies*. London: University of Reading. Retrieved from [http://centaur.reading.ac.uk/80614/1/2185950\\_Yousif\\_thesis.pdf](http://centaur.reading.ac.uk/80614/1/2185950_Yousif_thesis.pdf)
- Ziegler, J. C. & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3-29.
- Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F. & Lorenzi, C. (2009). Speech-perception-in-noise-deficits in dyslexia. *Developmental Science*, 12, 731-745.
- Zimpel, A. F. (2010). Zur Neuropsychologie des abstrakten Denkens unter den Bedingungen einer Trisomie 21. *Leben mit Down-Syndrom* 63, 28-35.
- Zimpel, A. F. (2013). Studien zur Verbesserung des Verständnisses von Lernschwierigkeiten bei Trisomie 21 – Bericht über die Ergebnisse einer Voruntersuchung. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 24(1), 35-47. DOI: 10.1024/1016-264X/a000085
- Zimpel, A. F. (2014). Bessere Bildungschancen für Menschen mit Trisomie 21. Ergebnisse einer neuropsychologischen Studie. *Behinderte Menschen* 2, 15–27.
- Zimpel, A. F. (2016). *Trisomie 21 – Was wir von Menschen mit Down-Syndrom lernen können. 2000 Personen und ihre neuropsychologischen Befunde*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Zimpel, A. F. (2022): Freies Spiel, Theory of Mind und Neurodiversitätsforschung. *Report Psychologie* 2, 15-19.
- Zimpel, A. F. & Rieckmann, T. (2020). The Influence of Trisomy 21 on Subitising Limit. *International Journal of Disability, Development and Education*, DOI: 10.1080/1034912X.2020.1737317
- Zimpel, A. F. & Röhm, A. C. (2018). A Study of Imitation Ability in People with Trisomy 21. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 29, 223-235, DOI: 10.1024/1016-264X/a000232

## Zu den Autor:innen

*Prof. Dr. Ulrich von Knebel* ist Professor für Pädagogik bei Beeinträchtigung der Sprache und des Sprechens in der Fakultät für Erziehungswissenschaft (Arbeitsbereich Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung) an der Universität Hamburg. Seine Schwerpunkte liegen in der didaktischen Strukturierung unterrichtsimmanenter Sprachförderung und der pädagogischen Diagnostik bei sprachlichen Beeinträchtigungen.

*Prof. Dr. Claudia Osburg* ist Professorin für Grundschulpädagogik in der Fakultät für Erziehungswissenschaft (FB Schulpädagogik, Sozialpädagogik und Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung) an der Universität Hamburg. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in der didaktischen Strukturierung inklusiver Lernsettings insbesondere für Kinder mit Auffälligkeiten in der gesprochenen und geschriebenen Sprache.

*Prof. Dr. André Frank Zimpel* ist Professor für Pädagogik bei Beeinträchtigung der geistigen Entwicklung und Autismus in der Fakultät für Erziehungswissenschaft (Arbeitsbereich Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung) an der Universität Hamburg. Seine Schwerpunkte liegen in der didaktischen Strukturierung unterrichtsimmanenter Förderung der kognitiven Entwicklung und der pädagogischen Diagnostik bei Neurodiversität.

## Korrespondenzadressen

*Prof. Dr. Ulrich von Knebel*, Universität Hamburg, Fakultät für Erziehungswissenschaft, Arbeitsbereich Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung, Sedanstraße 19, 20146 Hamburg

*Prof. Dr. Claudia Osburg*, Universität Hamburg, Fakultät für Erziehungswissenschaft, FB Schulpädagogik, Sozialpädagogik und Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung, Von-Melle Park 8, 20146 Hamburg

*Prof. Dr. André Frank Zimpel*, Universität Hamburg, Fakultät für Erziehungswissenschaft, Arbeitsbereich Pädagogik bei Behinderung und Benachteiligung, Sedanstraße 19, 20146 Hamburg