

Casale, Gino; Kauder, Melissa; Hennemann, Thomas; Vrban, Robert  
**Effekte eines Hochintensiven Intervalltrainings auf das symptomsspezifische  
Unterrichtsverhalten von Schülern mit einer  
Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung**

*Empirische Sonderpädagogik 14 (2022) 1, S. 100-119*



Quellenangabe/ Reference:

Casale, Gino; Kauder, Melissa; Hennemann, Thomas; Vrban, Robert: Effekte eines Hochintensiven Intervalltrainings auf das symptomsspezifische Unterrichtsverhalten von Schülern mit einer Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung - In: Empirische Sonderpädagogik 14 (2022) 1, S. 100-119 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-255324 - DOI: 10.25656/01:25532

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-255324>

<https://doi.org/10.25656/01:25532>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Pabst Science Publishers <https://www.psychologie-aktuell.com/journale/empirische-sonderpaedagogik.html>

#### Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. den Inhalt nicht für kommerzielle Zwecke verwenden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work, provided that the work or its contents are not used for commercial purposes.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



#### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

*Empirische Sonderpädagogik*, 2022, Nr. 1, S. 100-119  
ISSN 1869-4845 (Print) · ISSN 1869-4934 (Internet)

# Effekte eines Hochintensiven Intervalltrainings auf das symptomsspezifische Unterrichtsverhalten von Schülern mit einer Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung

*Gino Casale<sup>a</sup>, Melissa Kauder<sup>b</sup>, Thomas Hennemann<sup>b</sup>, Robert Vrban<sup>c</sup>*

<sup>a</sup> Bergische Universität Wuppertal

<sup>b</sup> Universität zu Köln

<sup>c</sup> Pädagogische Hochschule Heidelberg

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwiefern sich das symptomsspezifische Unterrichtsverhalten von zwei Erstklässlern mit einer Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) während eines Hochintensiven Intervalltrainings (HIIT) entwickelt und welches Muster die Verhaltensentwicklung während der Interventionsphase zeigt. In einer kontrollierten Einzelfallstudie mit AB-Design wurden zwei Erstklässler einer Förderschule mit dem sonderpädagogischen Förderschwerpunkt Emotionale und soziale Entwicklung sowie einer fachärztlich diagnostizierten ADHS über einen Zeitraum von vier Wochen mit einem HIIT bestehend aus einer Aufwärmphase, einer anschließenden Erholungsphase, drei Belastungsintervallen und jeweils drei dazwischenliegenden Erholungsphasen gefördert. In den Messzeitpunkten der A- (n = 14) und B-Phasen (n = 19) wurde das symptomsspezifische Unterrichtsverhalten über Direct Behavior Rating Multiple-Item-Skalen (DBR-MIS) erfasst. Die Datenauswertung erfolgte durch die Überlappungskennwerte NAP und Tau-U sowie über Piecewise Linear Regression Modelle (PLM). Die Ergebnisse sind insgesamt uneindeutig, zeigen allerdings bei beiden Schülern substantielle Verhaltensverbesserungen mit moderaten Effekten während des HIIT, die sich insbesondere für das unaufmerksame Unterrichtsverhalten zeigen. Entgegen unserer Hypothese treten die Verhaltensverbesserungen stärker unmittelbar nach Einführung des Trainings und nicht kontinuierlich über die Zeit ein, allerdings ohne signifikante Level- oder Slope-Effekte. Das HIIT stellt somit eine vielversprechende schulische Fördermethode für Schüler\*innen mit ADHS dar, wenngleich weitere Wirksamkeitsnachweise fehlen und zukünftige Studien die zwischen Sport und Verhalten moderierenden Faktoren (v. a. die kognitive Performanz) systematisch untersuchen sollten.

*Schlüsselwörter:* Intervalltraining, ADHS, Sportförderung, körperliche Aktivität

## Effects of a High-Intensity Interval Training on the Symptom-specific Classroom Behavior of Students with Attention-Deficit-Hyperactivity-Disorder

### Abstract

The present study investigated to what extent the symptom-specific classroom behavior of two first graders with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) developed during High-Intensity Interval Training (HIIT) and what pattern the behavioral development showed during the intervention phase. In a controlled single-case study with AB design, two first graders of a special school with special educational needs in emotional and social development and a formal ADHD diagnosis participated in a HIIT over a period of four weeks. The HIIT consisted of a warm-up phase, a subsequent recovery phase, three load intervals and three intervening recovery phases each. At the measurement points of the A (n = 14) and B (n = 19) phases, symptom-specific classroom behavior was measured using Direct Behavior Rating Multiple-Item Scales (DBR-MIS). Data analysis was performed using the overlap indices NAP and Tau-U and Piecewise Linear Regression models (PLM). Results were mixed, but substantial behavioral improvements with moderate effects occurred during HIIT for both students, especially for inattentive classroom behavior. Contrary to our hypothesis, the behavioral improvements were stronger immediately after the introduction of training and not continuously over time, although neither significant level nor slope effects were identified in the PLM models. HIIT shows the potential as a school support method for students with ADHD, although more evidence about the effects is necessary, and future studies should systematically investigate the moderating factors between exercise and behavior (especially cognitive performance).

*Keywords:* high intensity interval training, ADHD, sports, physical activity

### ADHS bei Kindern und Jugendlichen

Die Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist eine neurologische Entwicklungsstörung, die sich im Kern durch die drei Symptomverhaltensweisen Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität vor dem zwölften Lebensjahr äußert (American Psychiatric Association, 2013). National wie international sind ca. 5% aller 6- bis 18-jährigen Kinder und Jugendlichen von einer ADHS betroffen (Bachmann et al., 2017; Klasen et al., 2016; Mohammadi et al., 2021), wobei in der Gruppe der Schüler\*innen mit einem sonderpädagogischen Förderschwerpunkt in der emotionalen und sozialen Entwicklung bis zu 80% aller Kinder und Jugendlichen klinisch relevante Auffälligkeiten einer ADHS zeigen (Hennemann et al., 2020). ADHS-Symptome führen zu Beeinträchti-

gungen akademischer, sozialer und emotionaler Merkmale sowie zu Verhaltensproblemen, die mit starken Schwierigkeiten in Schule und Unterricht assoziiert sind und einen negativen Einfluss auf die individuelle Entwicklung von Schüler\*innen haben können (DuPaul et al., 2016). Hinzu kommt, dass eine ADHS insbesondere im Schulalter relevant wird, da die akademischen und sozialen Anforderungen im schulischen Kontext mit den Kernsymptomen interferieren (Frölich et al., 2021). Dies macht auch die Bedeutsamkeit sonderpädagogischer Förderung – im Sinne der „Förderung von Bildung und Erziehung unter erschwerten Bedingungen“ (Wember, 2003, S. 32) - von Schüler\*innen mit ADHS deutlich.

Die Ätiologie einer ADHS ist sehr komplex. Einem biopsychosozialen Entwicklungsverständnis folgend bedingen verschiedene biologische, (neuro)psycho-

logische und soziale Faktoren, die miteinander interagieren, die Entwicklung einer ADHS (Frölich et al., 2021). Insbesondere in der Schule spielen dabei die exekutiven Funktionen (v.a. die inhibitorische Kontrolle, das Arbeitsgedächtnis und die kognitive Flexibilität) eine wichtige Rolle, da diese bei zahlreichen schulischen Anforderungssituationen (z. B. Stillarbeitsphasen, Organisation des Arbeitsprozesses, Prüfungssituationen) besonders gefordert werden. Gerade bei Schüler\*innen mit ADHS sind die exekutiven Funktionen allerdings häufig beeinträchtigt (z. B. Barkley, 2015; Pineda-Alhucema et al., 2018).

Aufgrund der Komplexität des Störungsbildes und seiner biopsychosozialen Ätiologie wird aus klinischer Perspektive häufig ein multimodales Handlungskonzept zum Umgang mit Schüler\*innen mit ADHS vorgeschlagen (Frölich et al., 2021). Schulbasierte Interventionen sind in diesem Zusammenhang ein „wichtiger Bestandteil einer evidenzbasierten Behandlungsstrategie“ (Richard et al., 2015, S. 6) bei ADHS. Wirksame Methoden wie z. B. verhaltenstherapeutische Ansätze (z. B. Linderkamp & Lauth, 2011) können dabei durch alltagskompatible und ressourcenschonende Methoden wie z. B. körperliche Aktivität ergänzt werden.

### Körperliche Aktivität und ADHS

Bewegung und Sport zählen zu den grundlegenden Bestandteilen schulischer Bildung im Allgemeinen sowie sonderpädagogischer Förderung im Besonderen (siehe z. B. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalens, 2005) und auch das Potential körperlicher Aktivität als schulische Fördermaßnahme bei ADHS wird zunehmend diskutiert. Theoretisch wird davon ausgegangen, dass Sport einen positiven Einfluss auf neuronale bzw. kognitive Prozesse (insbesondere auf die exekutiven Funktionen) nimmt und dieser Einfluss wiederum zu einer Reduktion des Symptomverhaltens führt (z. B. Archer & Kostrze-

wa, 2012; Dishman et al., 2006; Hopkins & Bucci, 2010). Mehrere Meta-Analysen und systematische Reviews zeigen, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die exekutiven Funktionen bei mittleren bis starken Effekten haben kann (Den Heijer et al., 2017; Suarez-Mazano et al., 2018; Welsch et al., 2021). Ebenso weisen einige Meta-Analysen und Reviews auf die positiven Effekte zur Reduktion des Symptomverhaltens von ADHS sowie weiterer Verhaltensmerkmale hin (Cerrillo-Urbina et al., 2015; Cornelius et al., 2017; Neudecker et al., 2019; Zang, 2014). Differenziert nach Merkmalen der jeweiligen körperlichen Aktivität konnte mehrfach gezeigt werden, dass eine anaerobe körperliche Aktivität, in der die Herzfrequenz bedeutsam gesteigert wird, einen bedeutsamen Einfluss auf kognitive, emotionale und behaviorale Merkmale nimmt (Cornelius et al., 2017; Neudecker et al., 2019).

Eine häufig angewendete Form anaerober körperlicher Aktivität ist das Hochintensive Intervalltraining (HIIT). Beim HIIT handelt es sich um eine spezifische Form des Ausdauertrainings, bei dem mehrfach wiederkehrend auf eine hochintensive Belastungsphase eine Erholungsphase folgt (Wahl et al., 2010). Eine eindeutige Definition zum HIIT existiert nicht, jedoch lassen sich mit (1) der Intensität und der Dauer der Belastungsintervalle, (2) der Intensität und der Dauer der Erholungsphase und (3) der gesamten Trainingsdauer mindestens drei Kernmerkmale in Abgrenzung zu anderen Trainingsansätzen identifizieren (Stone & Kilding, 2009). So sollten die sich wiederholenden Belastungsintervalle zwischen zehn Sekunden und 300 Sekunden bei einer maximalen Herzfrequenz von 90-100% liegen (Laursen & Jenkins, 2002). Diese Belastungsintervalle werden durch gleich lange oder kürzere Erholungsphasen mit aktiver oder passiver Regeneration (z. B. leichte Bewegung oder völlige Inaktivität) unterbrochen (Laursen & Jenkins, 2002; Wahl et al., 2010). Die gesamte Trainingsdauer hängt von der Gesamtzahl an Intervallen ab, die

je nach Form der Aktivität und nach Fitnessstand des Trainierenden zwischen vier und zwölf Minuten liegen kann (Laursen & Jenkins, 2002; MacInnis & Gibala, 2016). Hinsichtlich der Ausgestaltung des HIIT für Kinder und Jugendliche ziehen Eddolls et al. (2017) in einem systematischen Review über die Effekte von HIIT auf die physische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen folgende Conclusio: „Running-based sessions, at an intensity of >90% heart rate maximum/100–130% maximal aerobic velocity, two to three times a week and with a minimum intervention duration of 7 weeks, elicit the greatest improvements in participant health.“ (Eddolls et al., 2017, S. 2372).

Zur Wirksamkeit des HIIT bei Schüler\*innen mit ADHS existieren recht wenige Studien, deren Befunde zudem gemischt sind. In einer Kontrollgruppenstudie von Engel et al. (2018) mit 85 Schüler\*innen mit ADHS im Alter von elf bis zwölf Jahren wurden positive Effekte eines HIIT im Sportunterricht auf die psychische Stimmung ermittelt (Engel et al., 2018). In einer weiteren Kontrollgruppenstudie von Meßler et al. (2018) mit 28 Schüler\*innen mit ADHS im Alter von acht bis 13 Jahren wurden positive Effekte des HIIT auf die körperliche Fitness, die wahrgenommene Lebensqualität und die soziale Akzeptanz durch Gleichaltrige erzielt. In einer kontrollierten Einzelfallstudie im AB-Design mit zwei Förderschülern (4. Klasse) mit ADHS wurden starke Reduktionen des unterrichtsbezogenen Symptomverhaltens während der Intervention mittels HIIT ermittelt (Casale et al., 2019). Gegenteilige Befunde liefert eine Studie mit 130 Kindern und Jugendlichen (sechs bis 13 Jahre) mit und ohne ADHS von Wymbs et al. (2021), in der die Effekte eines Intervalltrainings mit niedriger und hoher Belastung auf die Produktivität im Lernen, die Stimmung und das Symptomverhalten untersucht wurden. In der Studie wurden keine Unterschiede zwischen beiden Trainingsbedingungen gefunden; vielmehr deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Kinder und Jugendlichen mit ADHS in der HIIT-Gruppe

eine schlechtere Stimmung und negativeres Verhalten unmittelbar nach der Intervention zeigten (Wymbs et al., 2021).

## **Desiderata, Fragestellungen & Hypothesen**

Der theoretisch anzunehmende Effekt von körperlicher Aktivität durch ein HIIT auf das Symptomverhalten von Schüler\*innen mit ADHS wurde bislang insgesamt vergleichsweise wenig geprüft. Zudem liegen sowohl Befunde zu positiven (Casale et al., 2019; Engel et al., 2018; Meßler et al., 2018) als auch zu Null- bzw. negativen Effekten (Wymbs et al., 2021) vor. Die Effekte auf das symptomspezifische Unterrichtsverhalten wurden bislang nur in einer kontrollierten Einzelfallstudie mit zwei Schülern untersucht (Casale et al., 2019). Damit fehlen empirische Belege dafür, ob und welchen Einfluss ein HIIT auf die symptomspezifische Verhaltensentwicklung im Unterricht nehmen kann. Dementsprechend liegen auch keine Analysen zu Unterschieden potenzieller Effekte zwischen den Kernsymptomen sowie keine Erkenntnisse dazu vor, ob sich die verhaltensbezogenen Effekte eher unmittelbar oder kontinuierlich einstellen. Um diese Forschungslücken zu schließen, prüfen wir in der vorliegenden Studie die Effekte eines HIIT zur Reduktion symptomspezifischen Unterrichtsverhaltens bei Schüler\*innen mit ADHS. Neben der Frage, inwieweit sich das Symptomverhalten während der Intervention verringert (Forschungsfrage 1), interessiert uns vor allem, ob Unterschiede zwischen den Symptomtypen hinsichtlich ihrer Reduktion während des HIIT bestehen (Forschungsfrage 2) und mit welchem Muster potenzielle Effekte einsetzen (Forschungsfrage 3). Wir gehen davon aus, dass sich das symptomspezifische Unterrichtsverhalten während des HIIT mit moderaten bis starken Effekten reduziert (Hypothese 1), dass es Unterschiede dieser Reduktion zwischen den einzelnen Kernsymptomen (Unaufmerksamkeit,

Hyperaktivität, Impulsivität) gibt (Hypothese 2) und dass mögliche Interventionseffekte kontinuierlich (und nicht ausschließlich unmittelbar) nach einiger Zeit der Trainingsumsetzung auftreten (Hypothese 3; Eddolls et al., 2017).

## Methode

### Stichprobe

Die vorliegende Studie fand an einer Förderschule mit dem Förderschwerpunkt Emotionale und soziale Entwicklung in Nordrhein-Westfalen statt. Die Schule wurde durch eine schriftliche Einladung zur Teilnahme durch die Zweitautorin auf die Studie aufmerksam und bekundete ihr Interesse zur Teilnahme. Nach einem ersten Informationsgespräch über Ziele und Ablauf der Studie sagte die Schule zu. Eine erste Klasse aus der Schule zeigte besonders großes Interesse an der Studienteilnahme, da zum Studienzeitpunkt zwei Schüler der Klasse eine fachärztlich diagnostizierte ADHS hatten. Diese beiden Schüler (Cris, 7 Jahre und Lio<sup>1</sup>, 6 Jahre) nahmen freiwillig an der Studie teil. Die Erziehungsberechtigten wurden vor Beginn der Studie über die Ziele und Inhalte der Trainingseinheiten schriftlich aufgeklärt und ihr Einverständnis zur Studienteilnahme ihrer Kinder wurde schriftlich eingeholt. Cris und Lio nahmen unter verdeckten Bedingungen an der Studie teil. Ihnen wurde gesagt, dass sie an einem Studienprojekt teilnehmen, das Freude und Spaß an Bewegung vermittelt.

Cris und Lio gaben beide an, dass sie in ihrer Freizeit keinen Vereinssport betreiben. Cris maß zum Studienzeitpunkt 1,30 m und wog 32 kg. Sein Body Mass Index (BMI) betrug zum Studienzeitpunkt somit 18,93, was für sein Alter ein Übergewicht indiziert. Lio maß zum Studienzeitpunkt 1,12 m und wog 20 kg. Sein BMI betrug somit 15,94, was für sein Alter ein Normalgewicht indiziert.

Bei beiden Schülern lag die Diagnose einer einfachen Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung nach ICD-10 (F90.0) durch eine Kinder- und Jugendpsychiaterin vor. Beide Schüler waren zum Zeitpunkt der Studie medikamentös mit einem Methylphenidatpräparat, das sie über die gesamte Studiendauer morgens zum Frühstück gegen sieben Uhr einnahmen, eingestellt. Über die exakte Dosierung liegen den Autor\*innen keine Angaben vor, sie veränderte sich allerdings für beide Schüler über die gesamte Studiendauer nicht. Die Werte der Skala „Hyperaktivität“ aus dem Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ; Goodman, 1997) indizieren sowohl für Cris (Summenwert von 9) als auch für Lio (Summenwert von 8) ein auffälliges Problemverhalten.

### Design und Vorgehen

Für die Evaluation von Interventionseffekten in angewandten Settings hat die kontrollierte Einzelfallforschung mindestens vier Vorteile: Erstens kann durch Einzelfalldesigns die Responsivität einzelner Schüler\*innen oder kleinerer Gruppen von Schüler\*innen auf eine spezifische Intervention untersucht werden (Riley-Tilman et al., 2020). Zweitens ermöglicht sie die Erfassung individueller Merkmale einzelner Schüler\*innen, die den Erfolg der Intervention erklären könnten (ebd.). Drittens ermöglichen die wiederholten und engmaschigen Messungen in Baseline- und Interventionsphase einen systematischen Vergleich von Entwicklungsverläufen vor und während der Intervention sowie von spezifischen Mustern von Interventionseffekten, die wiederum zur Entwicklung evidenzbasierter Fördermethoden genutzt werden können (Huitema & McKean, 2000). Viertens ist der Ansatz in hohem Maße praktikabel, insbesondere für Studien mit kleinen Zielpopulationen (wie z. B. Schüler\*innen mit psychischen Störungen; Maggin et al., 2018).

<sup>1</sup> Die Schülernamen sind Pseudonyme.

Die vorliegende kontrollierte Einzelfallstudie wurde von November bis Dezember 2018 mit einem AB-Design umgesetzt. Die A-Phase lief über einen Zeitraum von drei Wochen mit täglichen Messungen. In diesem Zeitraum wurde in der Klasse der herkömmliche Unterricht umgesetzt. Der Interventionszeitraum erstreckte sich über vier Wochen, ebenfalls mit täglichen Messungen. Die Schule hatte an zwei Tagen im Studienverlauf unterrichtsfrei, so dass sich 14 Messungen in der A- und 19 Messungen in der B-Phase ergaben. Alle Datenerhebungen wurden im Anschluss an die erste Unterrichtsstunde durchgeführt.

Das HIIT wurde zweimal wöchentlich (jeweils dienstags und mittwochs) vor der ersten Unterrichtsstunde durchgeführt. Sowohl Lio als auch Cris waren über den Studienzeitraum jeden Tag in der Schule anwesend und nahmen an allen Interventionseinheiten ( $n = 10$ ) und Erhebungen teil. Für jede Interventionseinheit wurde ein Protokoll geführt, um die durchgeführten Übungseinheiten und deren Dauer zu dokumentieren (Eddolls et al., 2017). Ein Abgleich dieser Protokolle mit der Interventionsplanung (siehe Anhang I) durch die Zweitautorin ergab, dass alle Interventionseinheiten exakt wie geplant umgesetzt werden konnten, so dass die Umsetzungstreue bei 100% lag. Die Interventionseinheiten waren in Anlehnung an Casale et al. (2019) gestaltet. Die detaillierte Beschreibung des HIIT befindet sich im Anhang. Die Entwicklung bzw. Auswahl der einzelnen Intervalleinheiten erfolgte partizipativ unter Einbezug der beiden Schüler. Das Training wurde mit Cris und Lio zusammen durchgeführt und von der Zweitautorin, einer Studentin des BA-Studiengangs Lehramt Sonderpädagogik, angeleitet. Zu Beginn jeder Interventionseinheit erfolgte eine fünfminütige Aufwärmphase durch leichte körperliche Aktivität (z. B. Fangen oder Fußball). Im Anschluss an die Aufwärmphase erfolgten drei Belastungsphasen von jeweils vier Minuten mit dazwischenliegenden Pausenzeiten von drei Minuten. In den Belastungsphasen

wurden die Schüler dazu aufgefordert, sich maximal anzustrengen, um mehr als 90% ihrer maximalen Herzfrequenz bzw. 100-130% ihrer maximalen aeroben Kapazität zu erreichen (Eddolls et al., 2017, S. 47). In den Erholungsphasen wurden die Schüler aufgefordert, sich ruhig auf den Boden zu legen, ihre Atmung zu regulieren und zu entspannen.

## Erhebungsinstrumente

### *Strengths and Difficulties Questionnaire – Lehrkraftversion (SDQ-L)*

Zur Erfassung der problematischen ADHS-Symptomverhaltensweisen wurde die Lehrkraftversion des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ-L) eingesetzt. Der SDQ (Goodman, 1997) erfasst das prosoziale und psychopathologische Verhalten von Kindern und Jugendlichen im Alter von vier bis 17 Jahren über insgesamt fünf Skalen, die allesamt mit jeweils fünf Items operationalisiert werden: die ressourcenorientierte Skala „Prosoziales Verhalten“, die externalisierenden Problemskalen „Hyperaktivität“ und „Verhaltensprobleme“ sowie die internalisierenden Problemskalen „Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen“ und „Emotionale Probleme“. In der vorliegenden Studie füllte die Klassenlehrerin ausschließlich die Skala „Hyperaktivität“ für beide Schüler aus, um passende Items für die Verlaufsdiagnostik auszuwählen. Für die Skala „Hyperaktivität“ im SDQ lässt sich unabhängig von den am häufigsten postulierten Faktorenstrukturen lokale stochastische Unabhängigkeit nachweisen (siehe Garrido et al., 2020). Zudem bewegt sich die interne Konsistenz der Items für die Lehrkraftversion über zahlreiche Studien hinweg durchschnittlich im guten Bereich  $>.80$  (siehe zusammenfassend bspw. Stone et al., 2010). Schließlich wurden die Items des SDQ bereits für verlaufsdiagnostische Zwecke geprüft und Messinvarianz über aufeinanderfolgende Messzeitpunkte nachgewiesen (Voß & Gebhardt, 2017). Aus die-

sem Grund gehen wir davon aus, dass die Items der Skala „Hyperaktivität“ das latente Konstrukt angemessen abbilden und auch für eine verlaufdiagnostische Erfassung symptomspezifischer Verhaltensmerkmale geeignet sind.

### **Direct Behavior Rating – Multiple Item Skala (DBR-MIS)**

Zur Erfassung des symptom-spezifischen Unterrichtsverhaltens wurden Direct Behavior Rating - Multiple Item Skalen konstruiert (DBR-MIS; Christ et al., 2009). DBR-MIS sind eine Kombination aus systematischer direkter Verhaltensbeobachtung und Verhaltensbeurteilungen mit Ratingskalen, die in der Regel zwei bis fünf Verhaltensweisen durch spezifische Items operationalisieren. Dadurch lassen sich engmaschige Verhaltensverläufe im Rahmen quantitativer Einzelfallstudien effizient und flexibel erfassen (siehe z. B. Matta et al., 2020). Mehrere Studien weisen auf eine gute bis sehr gute Genauigkeit, Reliabilität, Validität und Änderungssensitivität von DBR-MIS hin (siehe z.B. Casale et al., 2021; Chafouleas et al., 2012; Matta et al., 2020; Smith et al., 2018; Volpe & Briesch, 2015). Zur Identifikation passender Items für die DBR-MIS wurde schrittweise vorgegangen (analog zu Casale et al., 2019). Zunächst wurde anhand der SDQ-Skala „Hyperaktivität“ geprüft, welche Symptomverhaltensweisen bei beiden Schülern am auffälligsten waren. Dies waren zwei Items, die jeweils indikativ für ein Kernsymptom der ADHS waren: „Leicht ablenkbar; unkonzentriert“ (Aufmerksamkeitsstörung) sowie „Unruhig, überaktiv; kann nicht lange still sitzen“ (Hyperaktivität). In einem zweiten Schritt wurden Interviews mit der Klassenlehrerin geführt, um zu überprüfen, a) ob diese Items bei den beiden Schülern in der Klasse generell beurteilbar sind und b) ob weitere Symptomverhaltensweisen fehlten, die zwar nicht im SDQ geführt werden, für das Symptomverhalten der Schüler aber relevant sind. Beide Lehrkräfte bestätigten die Relevanz und Be-

obachtbarkeit der beiden SDQ-Items, merkten allerdings auch an, dass ein Item zur Erfassung des Kernsymptoms zur Impulsivität fehlte. Aus diesem Grund wurde zusätzlich das Item „Verliert die Beherrschung“ als Indikator für Impulsivität generiert, so dass insgesamt drei Items auf die DBR-MIS aufgenommen wurden. Für jedes Item entwickelte die Zweitautorin eine Operationalisierung, wie sich dieses in konkreten Situationen im Klassenraum äußern könnte. Die drei Items wurden jeweils hinsichtlich ihrer Auftretenshäufigkeit auf einer sechsstufigen Likert-Skala im Anschluss an die erste Unterrichtsstunde von der Zweitautorin beurteilt. Die Anwesenheit der Zweitautorin im Unterricht wurde gegenüber den Schüler\*innen über ein Studienprojekt der Universität begründet. Die Schüler wussten nicht, dass ihr Verhalten beobachtet und beurteilt wurde.

## **Ergebnisse**

### **Deskriptive Analysen**

Die erhobenen Daten wurden mit der Statistiksoftware R (R Core Team, 2018) und dem Paket *Single-Case Data Analyses for Single and Multiple Baseline Designs* (scan; Wilbert & Lüke, 2021) in der Version 0.51 ausgewertet. Für die Datenanalyse wurden die Rohwerte der DBR-MIS verwendet. Zum einen wurde über alle drei Items der DBR-MIS der Summenwert berechnet, der somit indikativ für das gesamte ADHS-Symptomverhalten im Unterricht ist. Darüber hinaus wurden auch die Rohwerte der einzelnen Items analysiert, um die Verhaltensverläufe hinsichtlich der einzelnen Kernsymptome der ADHS differenziert zu betrachten und mögliche symptom-spezifische Effekte zu identifizieren.

Als deskriptive Kennwerte wurden zunächst die Mittelwerte und Standardabweichungen, die Mediane sowie die Trends für die A- und B-Phasen berechnet (Tabelle 1). Sowohl für Cris als auch für Lio lassen sich



für jedes einzelne Item und somit auch für den Summenwert niedrigere Mittelwerte in der Interventionsphase konstatieren. Die Standardabweichungen weisen mit einer Ausnahme (Item 3 bei Cris) auf eine stabilere Baselinephase im Vergleich zur Interventionsphase hin. Die Trendeffekte der Interventionsphase sind allesamt geringer als jene in der Baselinephase, was auf eine günstige Verhaltensentwicklung nach Einführung der Intervention hinweist. Deskriptiv lässt sich demnach für alle Symptomverhaltensweisen im Unterricht eine Reduktion des Symptomverhaltens bei beiden Schülern zeigen, die auch in den Verlaufskurven visuell erkennbar ist (Abbildungen 1 & 2).

## Prüfung der Hypothesen

### *Symptomspezifische Verhaltensverbesserung während des HIIT*

Zur Analyse der Verhaltensentwicklung während des HIIT im Vergleich zur Baselinephase wurden Überlappungsindizes berechnet. Diese geben das Ausmaß der

Datenpunkte in der Interventionsphase an, die nicht mit den Datenpunkten aus der Baselinephase überlappen und somit eine Verbesserung der abhängigen Variablen indizieren (siehe auch Parker et al., 2011a). Für Verhaltensdaten empfehlen Manolov und Moeyaert (2017) insbesondere den Nonoverlap of all Pairs (NAP; Parker & Vannest, 2009) und den Tau-U (Parker et al., 2011b). Der NAP gibt an, wie viel Prozent der Messwerte in der Interventionsphase über den Messwerten in der Baselinephase liegen, d. h. es findet ein paarweiser Vergleich der Daten aus Baseline- und Interventionsphase statt. Nach Parker und Vannest (2009) sind mittlere Effekte durch Werte von 66 % bis 92 % und starke Effekte durch Werte von 93 % bis 100 % gekennzeichnet. Tau-U analysiert Interventionseffekte ebenfalls hinsichtlich der Differenz zwischen A- und B-Phase, berücksichtigt jedoch zusätzlich etwaige Trends in beiden Phasen, die bei einem starken Trend in der Baselinephase und dessen Fortsetzung in der Interventionsphase zu Scheineffekten bzw. bei gegenläufigen Trends in Baseline- und Interventionspha-

Tabelle 1. Deskriptive Statistiken der Verhaltensverläufe für beide Schüler

|   | $N_A$     | $N_B$     | $M_A$<br>(SD)                 | $M_B$<br>(SD)                | $Med_A$      | $Med_B$      | $Trend_A$   | $Trend_B$    |
|---|-----------|-----------|-------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>Cris</b>                                       |           |           |                               |                              |              |              |             |              |
| Verliert die Beherrschung                         | 14        | 19        | 3.79<br>(0.80)                | 3.37<br>(0.90)               | 4.00         | 3.00         | 0.01        | -0.04        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 14        | 19        | 3.36<br>(0.84)                | 2.84<br>(0.96)               | 3.00         | 3.00         | 0.08        | 0.00         |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 14        | 19        | 3.71<br>(0.91)                | 2.53<br>(0.84)               | 4.00         | 3.00         | -0.02       | -0.05        |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>14</b> | <b>19</b> | <b>10.86</b><br><b>(1.46)</b> | <b>8.74</b><br><b>(2.13)</b> | <b>10.50</b> | <b>9.00</b>  | <b>0.07</b> | <b>-0.08</b> |
| <b>Lio</b>  |           |           |                               |                              |              |              |             |              |
| Verliert die Beherrschung                         | 14        | 19        | 4.36<br>(0.63)                | 3.42<br>(0.96)               | 4.00         | 3.00         | 0.04        | -0.05        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 14        | 19        | 3.71<br>(0.61)                | 3.21<br>(0.98)               | 4.00         | 3.00         | 0.08        | -0.04        |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 14        | 19        | 3.79<br>(0.70)                | 2.84<br>(0.83)               | 4.00         | 3.00         | -0.02       | -0.01        |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>14</b> | <b>19</b> | <b>11.86</b><br><b>(1.41)</b> | <b>9.47</b><br><b>(2.27)</b> | <b>12.00</b> | <b>10.00</b> | <b>0.10</b> | <b>-0.11</b> |

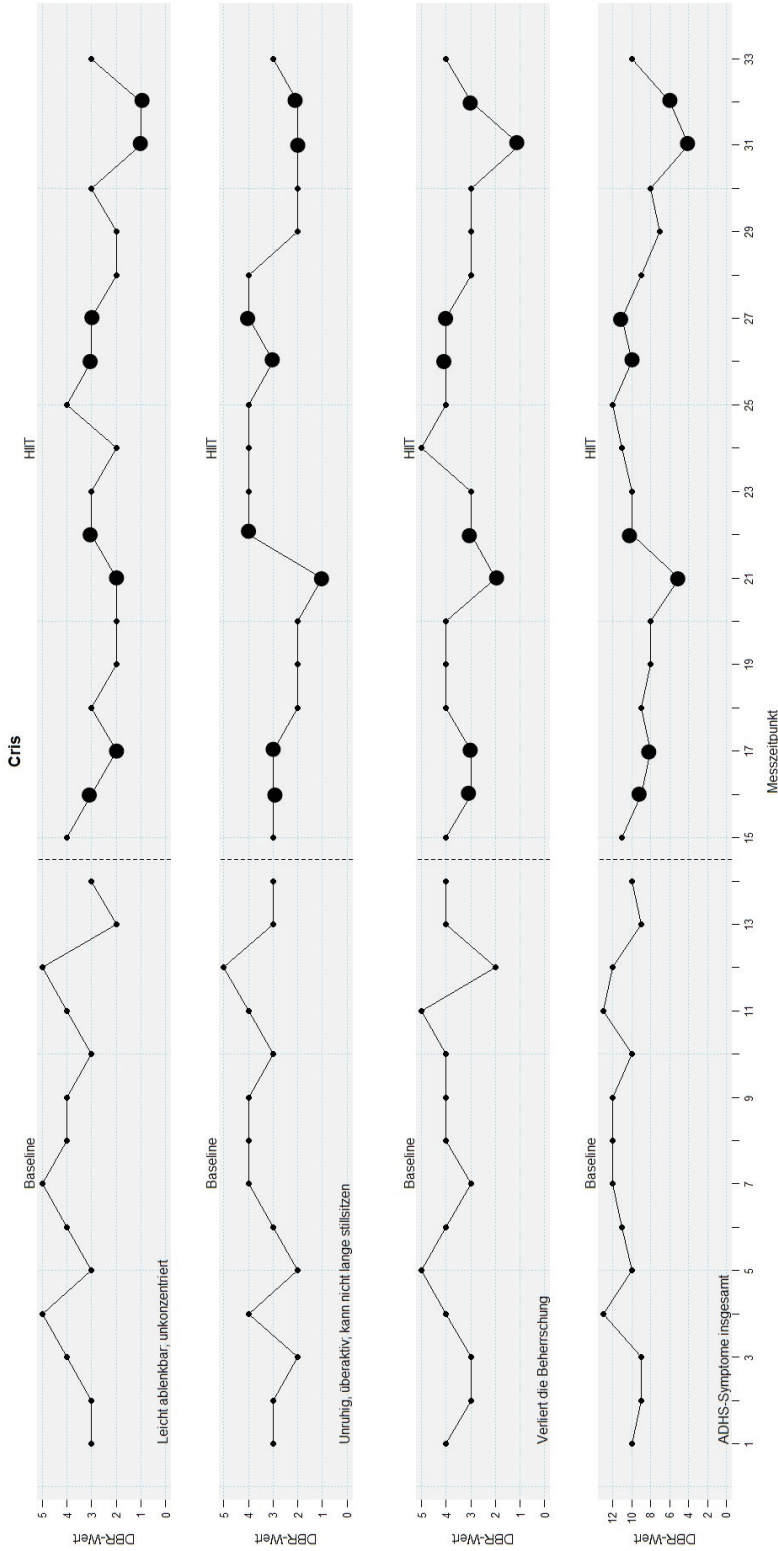


Abbildung 1. Verläufe des symptom-spezifischen Unterrichtsverhaltens von Cris. Die Messzeitpunkte an den Tagen der Intervention sind fett hervorgehoben.

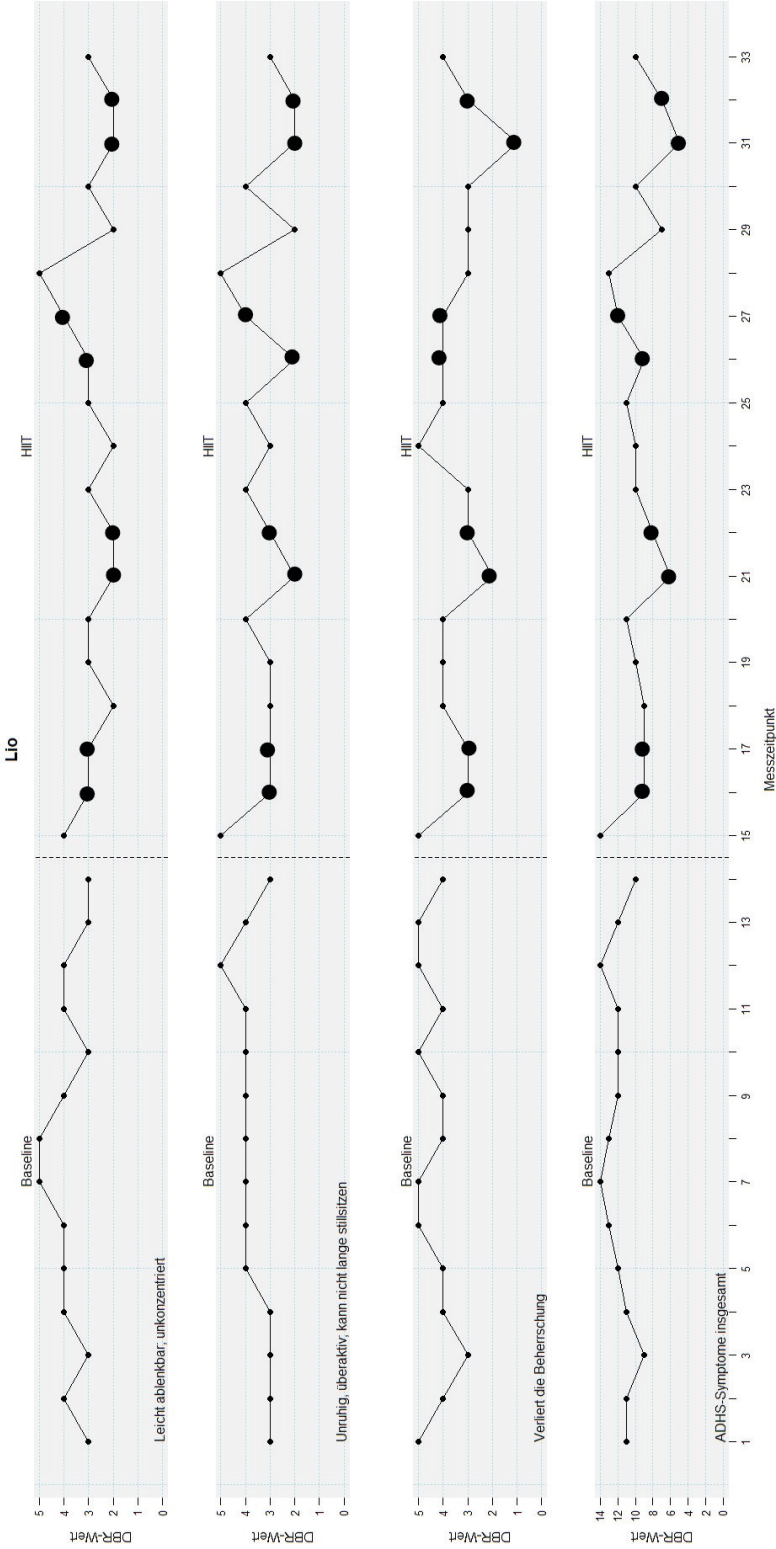


Abbildung 2. Verläufe des symptom-spezifischen Unterrichtsverhaltens von Lio. Die Messzeitpunkte an den Tagen der Intervention sind fett hervorgehoben.

se zu scheinbaren Nulleffekten führen, die sich mittels nicht-trendbasierter Nonoverlap-Methoden nicht erkennen lassen (Parker et al., 2011). In der vorliegenden Studie wurde der Tau-U „non-overlap with Phase B trend with baseline trend controlled“ (Parker et al., 2011, S. 291) genutzt, der die Nicht-Überlappung aller Paare zwischen der Baseline- und der Interventionsphase sowie den Trend der Interventionsphase abzüglich des Trends der Baselinephase indiziert. Zur Interpretation des Tau-U liegen empirisch ermittelte Richtwerte vor, die ab 0.20 einen kleinen, zwischen 0.20 bis 0.60 einen moderaten, zwischen 0.60 bis 0.80 als einen großen und über 0.80 einen sehr großen Effekt indizieren (Vannest & Ninci, 2015).

Sowohl beim NAP als auch beim Tau-U kann zudem ein p-Wert berechnet werden, der darüber informiert, ob die Datenreihen in A- und B-Phase voneinander unterschiedlich genug sind, um eine Nullhypothese über ihre Gleichheit zu widerlegen (Brossart et al., 2018). Ein p-Wert unter .05 bestätigt die Unterschiedlichkeit der Datenreihen in A- und B-Phase und stärkt somit die Annahme, dass der Effekt auch tatsächlich auf die Intervention zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse des NAP (Tabelle 2) weisen bei Cris insgesamt auf eine Verhaltensverbesserung mit mittlerem Effekt hin (79% für den Summenwert der DBR-MIS). Die symp-

tomspezifische Analyse zeigt allerdings, dass die Verhaltensverbesserung besonders ausgeprägt für aufmerksamkeitsgestörtes Verhalten (82%) und weniger stark für hyperaktives (64%) und impulsives (63%) Symptomverhalten ist. Bei Lio weisen die NAP-Ergebnisse insgesamt sowie für alle Symptomverhaltensweisen auf eine Verhaltensverbesserung mit mittlerem Effekt hin, wobei auch hier die stärkste Verhaltensverbesserung für das aufmerksamkeitsgestörte Symptomverhalten zu konstatieren ist (80%). Während die p-Werte des NAP bei Lio sowohl für den Summenwert als auch für alle spezifischen Items auf signifikante Interventionseffekte hinweisen, ist dies bei Cris nur für das aufmerksamkeitsgestörte Symptomverhalten sowie den Summenwert der Fall.

Die Ergebnisse des Tau-U (Tabelle 2) weisen bei Cris und Lio für den Summenwert wie auch für die einzelnen Verhaltensweisen auf eine Verhaltensreduktion mit mittlerem Effekt hin. Die stärkste Verhaltensverbesserung zeigte Cris im aufmerksamkeitsgestörten Symptomverhalten, wohingegen sich vor allem Lios impulsives Symptomverhalten reduzierte. Während die p-Werte von Tau-U bei Lio sowohl für den Summenwert als auch für alle spezifischen Items auf signifikante Interventionseffekte hinweisen, ist dies bei Cris nur für das aufmerksamkeitsgestörte Symptomverhalten sowie den Summenwert der Fall.

Tabelle 2. Ergebnisse der Überlappungsindizes NAP und Tau-U

|   | NAP (p)           | Tau-U (p)           |
|---|-------------------|---------------------|
| <b>Cris</b>                                       |                   |                     |
| Verliert die Beherrschung                         | 63% (.083)        | -0.24 (.088)        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 64% (.076)        | -0.28 (.095)        |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 82% (.000)        | -0.44 (.001)        |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>79% (.003)</b> | <b>-0.38 (.003)</b> |
| <b>Lio</b>  |                   |                     |
| Verliert die Beherrschung                         | 78% (.002)        | -0.44 (.001)        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 66% (.048)        | -0.32 (.018)        |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 80% (.001)        | -0.38 (.005)        |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>82% (.000)</b> | <b>-0.41 (.001)</b> |

### Analyse unmittelbarer und kontinuierlicher Interventionseffekte

Um zu untersuchen, mit welchem Muster sich das Verhalten während des HIIT entwickelt, wurden die Daten regressionsbasiert über Piecewise Linear Regression Modelle (PLM) analysiert (Huitema & McKean, 2000). Über PLM kann ein Baseline-Trend über die Berechnung eines Trend-Effekt kontrolliert sowie zwischen unmittelbaren (Level-Effekt) und kontinuierlichen (Slope-Effekt) Interventionseffekten differenziert werden.

Bei beiden Schülern sind sowohl für jedes einzelne Symptomverhalten als auch für die Summenwerte der DBR-MIS die Level-Effekte deutlich höher als die Slope-Effekte. Die gefundenen Verhaltensverbesserungen während des HIIT traten somit vermutlich eher unmittelbar nach Einführung der Intervention ein. Allerdings lassen sich keine signifikanten Level- oder Slope-Effekte nachweisen, so dass ausgehend von den regressionsbasierten Analysen zwar von einer positiven Verhaltensentwicklung während des Trainings ausgegangen werden kann, diese Verhaltensentwicklung jedoch nicht kausal auf die Intervention zurückgeführt werden darf.

### Diskussion

#### Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

In der vorliegenden kontrollierten Einzelfallstudie mit AB-Design wurde überprüft, ob sich das symptomspezifische Unterrichtsverhalten von zwei Schülern mit ADHS während eines HIIT reduziert, ob eine symptomspezifische Verhaltensentwicklung erkennbar ist und welches Muster die Verhaltensentwicklung zeigt. Für beide Schüler konnte während des HIIT eine substantielle Reduktion des Symptomverhaltens im Unterricht insbesondere für das unaufmerksame Verhalten nachgewiesen werden. Bei beiden Schülern trat die Verhaltensverbesserung tendenziell stärker unmittelbar nach Einführung des HIIT auf, wenngleich dieser Effekt nicht kausal auf die Intervention zurückgeführt werden darf und die Ergebnisse somit gemischt sind. Einerseits erweitern sie den aktuellen Forschungsstand zur Wirksamkeit von HIIT auf das Symptomverhalten von Schüler\*innen mit ADHS um Erkenntnisse über symptomspezifische Effekte und deren Muster. Andererseits sind die gefundenen Effekte uneindeutig, so dass weitere Studien zur Prüfung schulischer Verhaltensverbesserung durch HIIT erforderlich sind, zumal es auch Studien gibt, die auf Null-Effekte der Intervention auf das symptomspezifische

Tabelle 3. Ergebnisse der Piecewise Linear Regression Analysen (PLM)

|   | <i>Intercept (SE)</i> | <i>Trend</i> | <i>Level</i> | <i>Slope</i> |
|---|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Cris</b>                                       |                       |              |              |              |
| Verliert die Beherrschung                         | 3.70** (0.49)         | 0.01         | -0.14        | -0.05        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 2.78** (0.52)         | 0.08         | -1.02        | -0.08        |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 3.88** (0.49)         | -0.02        | -0.55        | -0.03        |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>10.36** (1.07)</b> | <b>0.07</b>  | <b>-1.71</b> | <b>-0.15</b> |
| <b>Lio</b>  |                       |              |              |              |
| Verliert die Beherrschung                         | 4.08** (0.47)         | 0.04         | -0.67        | -0.09        |
| Unruhig, überaktiv, kann nicht lange still sitzen | 3.12** (0.46)         | 0.08         | -0.60        | -0.12        |
| Leicht ablenkbar, unkonzentriert                  | 3.90** (0.45)         | -0.02        | -0.72        | 0.00         |
| <b>Summenwert</b>                                 | <b>11.10** (0.15)</b> | <b>0.10</b>  | <b>-1.99</b> | <b>-0.21</b> |

ADHS-Verhalten hinweisen (siehe Wymbs et al., 2021).

Die Verhaltensverbesserungen von Cris und Lio zeigten sich zwar über alle ADHS-Symptome hinweg, waren allerdings für das aufmerksamkeitsgestörte Verhalten am stärksten. Damit sind die Ergebnisse konsistent zu bisherigen Forschungsbefunden, in denen der Einfluss des HIIT auf das Symptomverhalten von Kindern und Jugendlichen mit ADHS untersucht wurde. Signifikante Verbesserungen wurden teilweise nur auf das aufmerksame bzw. unaufmerksame Verhalten und nicht auf Hyperaktivität bzw. Impulsivität festgestellt (Verret, et al., 2012). Dies wirft die Frage auf, inwiefern Kinder und Jugendliche mit unterschiedlichen ADHS-Subtypen von einem HIIT profitieren, zumal die ADHS-Subtypen mit unterschiedlichen kognitiven Profilen assoziiert sind (Geurts et al., 2005) und diese wiederum den Effekt von körperlicher Aktivität auf das Verhalten moderieren (Leahy et al., 2020). Wenngleich bereits empirische Hinweise für diese Hypothese vorliegen, sollten in zukünftigen Studien differenzielle Effekte in Abhängigkeit der ADHS-Subtypen unter Einbezug potenzieller kognitiver Moderatorvariablen untersucht werden (Hartanto et al., 2016). In diesem Zusammenhang wäre es ebenfalls wichtig, auch Schüler\*innen einzubeziehen, die keine Medikamente erhalten und dabei die Effekte zwischen medikamentös behandelten und unbehandelten Schüler\*innen systematisch zu vergleichen, da Methylphenidatpräparate unabhängig von weiteren pädagogischen oder psychologischen Interventionen das Symptomverhalten von ADHS reduzieren können (Sibley et al., 2014). Für die hier vorliegende Untersuchung spielt die Medikation allerdings eine nachgelagerte Rolle, da die Bedingungen der Vergabe sowohl in Baseline- als auch in Interventionsphase für die beiden Schüler identisch waren und ein Vergleich zwischen A- und B-Phase somit von der Medikation unberührt bleibt.

Entgegen unserer Hypothese stellten sich die Verhaltensverbesserungen während des HIIT sowohl bei Cris als auch bei Lio eher

unmittelbar und weniger kontinuierlich ein. Allerdings weist der Forschungsstand zur Wirksamkeit von HIIT auf behaviorale Merkmale von Kindern und Jugendlichen eher darauf hin, dass sich Effekte über eine längere Zeit einstellen, so dass in zukünftigen Studien möglichst eine längere Interventionsphase anzulegen wäre (Eddolls et al., 2017; Leahy et al., 2020). Dementsprechend könnte auch ein Zuwendungseffekt, der die Verhaltensverbesserungen als Resultat der zusätzlichen sozialen Interaktionen während des HIIT erklärt, sehr wahrscheinlich sein (Hager et al., 2000), zumal weder die Level- noch die Slope-Effekte signifikant wurden. Diesen Effekt könnte man in zukünftigen Studien dadurch kontrollieren, dass bereits in der Baselinephase Übungen umgesetzt werden, die den Einheiten der Interventionsphase in Bezug auf Dauer und Struktur ähnlich sind, allerdings die abhängige Variable nicht trainieren. Weiterhin liegen Studienergebnisse zum Einfluss von körperlicher Aktivität in der Schule auf die Quantität und Intensität der Lehrkraft-Schüler-Interaktionen und des Lehrkraft-Feedbacks vor (z. B. Dudley et al., 2012; Nicaise et al., 2007). Ein potenzieller Effekt von körperlicher Aktivität auf die Qualität der Lehrkraft-Schüler-Interaktion und damit verbundene Effekte auf kognitive, emotionale und behaviorale Merkmale der Schüler\*innen könnte dementsprechend in zukünftigen Studien geprüft werden.

### Methodische Limitationen

Das hier angewendete AB-Design ist erstens ein quasi-experimentelles (und kein experimentelles) Studiendesign (Shadish & Sullivan, 2011). Das bedeutet, dass die gefundenen Effekte nicht ausschließlich auf die Intervention zurückgeführt werden können und durchaus andere, nicht kontrollierte Ereignisse oder Reifungsprozesse einen Einfluss auf die Verhaltensentwicklung in der Interventionsphase haben konnten (Jain & Spieß, 2012). Durch Hinzufügen einer weiteren A-Phase bzw. einer weiteren A- und B-Phase ließe sich die interne Validität entsprechend steigern.

Zweitens konnte in der vorliegenden Studie aus schulorganisatorischen Gründen der Interventionsbeginn nicht randomisiert-zeitversetzt einsetzen. Durch einen solchen randomisiert-gestaffelten Interventionsbeginn ließe sich eine Verhaltensentwicklung in der B-Phase allerdings noch wahrscheinlicher auf die Einführung der Intervention zurückführen (Edgington, 1987).

Drittens ähnelten sich die beiden teilnehmenden Schüler in ihren biophysischen und psychologischen Profilen sehr und zudem besuchten beide die gleiche Klasse. So konnte keine Variation über ADHS-Subtypen bzw. Unterrichtsettings untersucht werden, was die externe Validität der Studie und die Generalisierbarkeit der Ergebnisse entsprechend einschränkt. Hinzu kommt, dass die Auswahl der Schüler vor allem auf der fachärztlichen Klassifikation durch eine Person beruhte und keine weiteren Informationen zur dimensionalen Beschreibung des Störungsbildes vorlagen. Grundsätzlich stellt sich dabei die Frage, nach welchen Kriterien bzw. auf Grundlage welcher Informationen die Zielpopulation ausgewählt wird (siehe auch Stein & Abelein, 2016). In zukünftigen Studien könnten daher Einzelfalldesigns mit multiplen Baselines über mehrere Schüler\*innen mit unterschiedlichen Subtypen, die zusätzlich durch dimensionale Erhebungsinstrumente ermittelt werden, von Interesse sein, um differentielle Effekte über Subtypen zu untersuchen. Eine aktuelle Simulationsstudie zeigt, dass in einem solchen Design bereits mit zwei Schüler\*innen ausreichend Power für generalisierende Aussagen generiert werden könnte (Lanovaz & Turgeon, 2020).

Viertens wurden die Daten aus der Verhaltensverlaufdiagnostik nur von einer Person, die gleichzeitig auch die Intervention durchführte, über DBR-MIS ermittelt. Mögliche Effekte durch die Testleiterin sind dementsprechend nicht auszuschließen, wenngleich die Fehleranfälligkeit bei geschulten Ratern stark reduziert ist (z. B. Schlientz et al., 2009). DBR-MIS erfassen Verhalten außerdem grundsätzlich recht akkurat, allerdings

gibt es auch einen nachgewiesenen Einfluss der beurteilenden Person auf die Verhaltensurteile (z. B. Briesch et al., 2010; Casale et al., 2017; 2021). Dieser wäre in zukünftigen Studien entweder über einen zweiten Rater oder über vergleichende Verhaltensbeobachtungen zu kontrollieren. Hinzu kommt, dass die Items für die DBR-MIS aus den Lehrkraftbeurteilungen mittels SDQ abgeleitet wurden und nur einen sehr begrenzten und subjektiven Ausschnitt von symptom-spezifischen ADHS-Verhaltensweisen repräsentieren. Viele Facetten der Kernsymptome des Störungsbildes werden dementsprechend in dieser Studie nicht erfasst. Da die abgeleiteten Items allerdings aus den Lehrkrafturteilen resultieren, ist davon auszugehen, dass vor allem die Verhaltensweisen erfasst wurden, die aus Perspektive der Lehrkräfte den größten Förderbedarf aufweisen. Einige Autor\*innen argumentieren, dass in der Verlaufdiagnostik genau dieses idiosynkratische Vorgehen einer möglichst ganzheitlichen Erfassung des Konstruktes vorzuziehen sei (z. B. Volpe & Briesch, 2015).

### Praktische Implikationen

Vor dem Hintergrund der genannten methodischen Limitationen und der gemischten Evidenzlage scheint sich durch das HIIT vor allem das selektiv-aufmerksame und konzentrierte Verhalten von Schüler\*innen zu verbessern, was mit Blick auf die Bedeutsamkeit dieser Verhaltensdimension in schulischen Kontexten unabhängig von vorliegenden Verhaltensstörungen vielversprechend erscheint. Dementsprechend ließe sich durch diese zeitökonomische und alltagskompatible Intervention das Unterrichtsverhalten von Schüler\*innen niederschwellig verbessern. Dabei ist zu bedenken, dass die Passung des HIIT als Bestandteil einer evidenzbasierten sonderpädagogischen Praxis nicht pauschal generalisierbar ist, sondern im Einzelfall unter Berücksichtigung der Professionalität der anwendenden Personen und der Bedürfnisse der Schüler\*innen beurteilt werden muss (Hillenbrand, 2015).

## Literatur

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Archer, T. & Kostrzewa, R. M. (2012). Physical exercise alleviates ADHD symptoms: regional deficits and development trajectory. *Neurotoxicity Research*, *21*, 195–209. <https://doi.org/10.1007/s12640-011-9260-0>
- Bachmann, C. J., Philipsen, A. & Hoffmann, F. (2017). ADHD in Germany: Trends in Diagnosis and Pharmacotherapy: A Country-wide Analysis of Health Insurance Data on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) in Children, Adolescents and Adults From 2009–2014. *Deutsches Ärzteblatt International*, *114*, 141–148. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0141>
- Barkley, R. A. (2015). Executive functioning and self-regulation viewed as an extended phenotype. In R. Barkley (Hrsg.), *Attention-deficit Hyperactivity Disorder - a Handbook for Diagnosis and Treatment*. (S. 405–434) Guilford Press.
- Brossart, D. F., Laird, V. C. & Armstrong, T. W. (2018). Interpreting Kendall's Tau and Tau-U for single-case experimental designs. *Cogent Psychology*, *5*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/23311908.2018.1518687>
- Casale, G., Brüggemann, M. & Hennemann, T. (2019). Aufmerksamkeitsstörungen im Unterricht durch körperliche Aktivität reduzieren? Konzeption und erste Befunde eines Hochintensiven Intervalltrainings für Schüler mit ADHS. *Empirische Sonderpädagogik*, *11*, 71–80. [https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/Redaktion/Journale/esp-2019-1/esp\\_1-2019\\_71-80.pdf](https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/Redaktion/Journale/esp-2019-1/esp_1-2019_71-80.pdf)
- Casale, G., Grosche, M., Volpe, R. J. & Hennemann, T. (2017). Zeit- und personenspezifische Einflüsse auf die Messgenauigkeit von Verhaltensverlaufsdiagnostik bei Schülern mit externalisierenden Verhaltensproblemen. *Empirische Sonderpädagogik*, *9*. S. 143 – 164. Verfügbar unter: [https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/2-2017\\_20171018/esp\\_2-2017\\_143-164.pdf](https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/2-2017_20171018/esp_2-2017_143-164.pdf)
- Casale, G., Volpe, R. J., Briesch, A. M., Hennemann, T. & Grosche, M. (2021). Dependability of Direct Behavior Rating Single- and Multi-Item Scales Across Raters and Occasions in Two School Subjects. *Assessment for Effective Intervention*, *46*, 143–154. <https://doi.org/10.1177/1534508419836498>
- Cerrillo-Urbina, A. J., García-Hermoso, A., Sánchez-López, M., Pardo-Guijarro, M. J., Santos Gómez, J. L. & Martínez-Vizcaíno, V. (2015). The effects of physical exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Child: Care, Health and Development*, *41*, 779–788. <https://doi.org/10.1111/cch.12255>
- Chafouleas, S. M., Sanetti, L. M. H., Kilgus, S. P. & Maggin, D. M. (2012). Evaluating Sensitivity to Behavioral Change Using Direct Behavior Rating Single-Item Scales. *Exceptional Children*, *78*, 491–505. <https://doi.org/10.1177/001440291207800406>
- Christ, T. J., Riley-Tillman, T. C. & Chafouleas, S. M. (2009). Foundation for the Development and Use of Direct Behavior Rating (DBR) to Assess and Evaluate Student Behavior. *Assessment for Effective Intervention*, *34*, 201–213. <https://doi.org/10.1177/1534508409340390>
- Cornelius, C., Fedewa, A. L. & Ahn, S. (2017). The effect of physical activity on children with ADHD: a quantitative review of the literature. *Journal of Applied School Psychology*, *33*, 136–170. <https://doi.org/10.1080/15377903.2016.1265622>
- Den Heijer, A. E., Groen, Y., Tucha, L., Fuermaier, A. B. M., Koerts, J., Lange, K. W., Thome, J. & Tucha, O. (2017). Sweat it out? The effects of physical exercise on cognition and behavior in children and adults with ADHD: A systematic literature review. *Journal of Neural Transmission*, *124*, 3–26. <https://doi.org/10.1007/s00702-016-1593-7>




- Dishman, R. K., Berthoud, H.-R., Booth, F. W., Cotman, C. W., Edgerton, V. R., Fleshner, M. R., Gandeia, S. C., Gomez-Pinilla, F., Greenwood, B. N., Hillman, C. H., Kramer, A. F., Levin, B. E., Moran, T. H., Russo-Neustadt, A. A., Salamone, J. D., Van Hoomissen, J. D., Wade, C. E., York, D. A. & Zigmond, M. J. (2006). Neurobiology of Exercise. *Obesity*, *14*, 345–355. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.46>
- Dudley, D. A., Okely, A. D., Pearson, P., Cotton, W. G. & Caputi, P. (2012). Changes in physical activity levels, lesson context, and teacher interaction during physical education in culturally and linguistically diverse Australian schools. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *9*, 1–9. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-114>
- DuPaul, G. J., Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M. & Maczuga, S. (2016). Academic and Social Functioning Associated with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Latent Class Analyses of Trajectories from Kindergarten to Fifth Grade. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *44*, 1425–1438. <https://doi.org/10.1007/s10802-016-0126-z>
- Eddolls, W. T., McNarry, M. A., Stratton, G., Winn, C. O. & Mackintosh, K. A. (2017). High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. *Sports Medicine*, *47*, 2363–2374. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0753-8>
- Edgington, E. S. (1987). Randomized single-subject experiments and statistical tests. *Journal of Counseling Psychology*, *34*, 567–574. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(96\)00012-5](https://doi.org/10.1016/0005-7967(96)00012-5)
- Engel, F. A., Wagner, M., Roth, A., Scharenberg, S., Bossmann, T., Woll, A. & Sperlich, B. (2018). Hochintensives Intervalltraining im Sportunterricht. *German Journal of Exercise and Sport Research*, *48*, 120–128. <https://doi.org/10.1007/s12662-018-0492-5>
- Frölich, J., Döpfner, M. & Banaschewski, T. (2021). *ADHS in Schule und Unterricht. Pädagogisch-didaktische Ansätze im Rahmen des multimodalen Behandlungskonzepts* (2., aktual. Aufl.). Kohlhammer.
- Garrido, L. E., Barrada, J. R., Aguasvivas, J. A., Martínez-Molina, A., Arias, V. B., Golino, H. F., Legaz, E., Ferris, G. & Rojo-Moreno, L. (2020). Is small still beautiful for the Strengths and Difficulties Questionnaire? Novel findings using exploratory structural equation modeling. *Assessment*, *27*, 1349–1367. <https://doi.org/10.1177/1073191118780461>
- Geurts, H. M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H. & Sergeant, J. A. (2005). ADHD subtypes: do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology*, *20*, 457–477. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.11.001>
- Goodman, R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *38*, 581–586. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1997.tb01545.x>
- Hager, W., Hübner, S. & Hasselhorn, M. (2000). Zur Bedeutung der sozialen Interaktion bei der Evaluation kognitiver Förderprogramme. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, *14*, 106–115. <https://doi.org/10.1024//1010-0652.14.23.106>
- Hartanto, T. A., Krafft, C. E., Iosif, A. M. & Schweitzer, J. B. (2016). A trial-by-trial analysis reveals more intense physical activity is associated with better cognitive control performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology*, *22*, 618–626. <https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1044511>
- Hennemann, T., Casale, G., Leidig, T., Fleskes, T., Döpfner, M. & Hanisch, C. (2020). Psychische Gesundheit von Schülerinnen und Schülern an Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Emotionale und soziale Entwicklung (PEARL) – Ein interdisziplinäres Kooperationsprojekt zur Entwicklung von Handlungsempfehlungen. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, *14*, 44–57.

- Hillenbrand, C. (2015). Evidenzbasierung sonderpädagogischer Praxis – Widerspruch oder Gelingensbedingung? *Zeitschrift für Heilpädagogik*, *66*, 312–324.
- Hopkins, M. E. & Bucci, D. J. (2010). BDNF expression in perirhinal cortex is associated with exercise-induced improvement in object recognition memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, *94*, 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2010.06.006>
- Huitema, B. E. & Mckean, J. W. (2000). Design Specification Issues in Time-Series Intervention Models. *Educational and Psychological Measurement*, *60*, 38–58. <https://doi.org/10.1177/00131640021970358>
- Jain, A., & Spieß, R. (2012). Versuchspläne der experimentellen Einzelfallforschung. *Empirische Sonderpädagogik*, *4*, 211–245. [https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/3-4-2012\\_20130104/ESP-3-4-2012\\_02.pdf](https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/3-4-2012_20130104/ESP-3-4-2012_02.pdf)
- Klasen, F., Petermann, F., Meyrose, A.-K., Barkmann, C., Otto, C., Haller, A.-C., Schlack, R., Schulte-Markwort, M. & Ravens-Sieberer, U. (2016). Verlauf psychischer Auffälligkeiten von Kindern und Jugendlichen: Ergebnisse der BELLA-Kohortenstudie. *Kindheit und Entwicklung*, *25*, 10–20. <https://doi.org/10.1026/0942-5403/a000184>
- Lanovaz, M. J. & Turgeon, S. (2020). How many tiers do we need? Type I errors and power in multiple baseline designs. *Perspectives on behavior science*, *43*, 605–616. <https://doi.org/10.1007/s40614-020-00263-x>
- Laurson, P. B. & Jenkins, D. G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. Optimising Training Programmes and Maximising Performances in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Medicine*, *32*, 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Leahy, A. A., Mavilidi, M. F., Smith, J. J., Hillman, C. H., Eather, N., Barker, D. & Lubans, D. R. (2020). Review of high-intensity interval training for cognitive and mental health in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *52*, 2224–2234. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002359>
- Linderkamp, F. & Lauth, G. (2011). Zur Wirksamkeit pharmakologischer und psychotherapeutischer Therapien bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Erwachsenenalter: eine empirische Metaanalyse. *Verhaltenstherapie*, *21*, 229–238. <https://doi.org/10.1159/000332429>
- MacInnis, M. J. & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, *595*, 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Maggin, D. M., Cook, B. G. & Cook, L. (2018). Using Single-Case Research Designs to Examine the Effects of Interventions in Special Education. *Learning Disabilities Research & Practice*, *33*, 182–191. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12184>
- Manolov, R. & Moeyaert, M. (2017). Recommendations for Choosing Single-Case Data Analytical Techniques. *Behavior Therapy*, *48*, 97–114. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2016.04.008>
- Matta, M., Volpe, R. J., Briesch, A. M. & Owens, J. S. (2020). Five direct behavior rating multi-item scales: Sensitivity to the effects of classroom interventions. *Journal of School Psychology*, *81*, 28–46. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2020.05.002>
- Meßler, C. F., Holmberg, H. C. & Sperlich, B. (2018). Multimodal Therapy Involving High-Intensity Interval Training Improves the Physical Fitness, Motor Skills, Social Behavior, and Quality of Life of Boys With ADHD: A Randomized Controlled Study. *Journal of Attention Disorders*, *22*, 806–812. <https://doi.org/10.1177/1087054716636936>

- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalens (2005). Rahmenvorgabe Bewegungserziehung und Sport in der sonderpädagogischen Förderung. Abrufbar unter [https://www.schulsport-nrw.de/fileadmin/user\\_upload/schulsportpraxis\\_und\\_fortbildung/pdf/entwurf\\_rahmenvorgabe\\_sonderpaed\\_foerderung.pdf](https://www.schulsport-nrw.de/fileadmin/user_upload/schulsportpraxis_und_fortbildung/pdf/entwurf_rahmenvorgabe_sonderpaed_foerderung.pdf) (abgerufen am 22.09.2021, 05:40 Uhr).
- Mohammadi, M. R., Zarafshan, H., Khaledghi, A., Ahmadi, N., Hooshyari, Z., Mostafavi, S. A., Ahmadi, A., Hooshyari, Z., Alavi, S., Shakiba, A. & Salமான, M. (2021). Prevalence of ADHD and its comorbidities in a population-based sample. *Journal of Attention Disorders, 25*, 1058–1067. <https://doi.org/10.1177/1087054719886372>
- Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K. & Woll, A. (2019). Exercise interventions in children and adolescents with ADHD: A systematic review. *Journal of Attention Disorders, 23*, 307–324. <https://doi.org/10.1177/1087054715584053>
- Nicaise, V., Cogérino, G., Fairclough, S., Bois, J. & Davis, K. (2007). Teacher feedback and interactions in physical education: Effects of student gender and physical activities. *European Physical Education Review, 13*, 319–337. <https://doi.org/10.1177/1356336X07081799>
- Parker, R. I., Vannest, K. J. & Davis, J. L. (2011a). Effect size in single-case research: A review of nine non-overlap techniques. *Behavior Modification, 35*, 303–322. <https://doi.org/10.1177/0145445511399147>
- Parker, R. I. & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: Nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy, 40*, 357–367. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2008.10.006>
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L. & Sauber, S. B. (2011b). Combining nonoverlap and trend for single-case research: Tau-U. *Behavior Therapy, 42*, 284–299. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2010.08.006>
- Pineda-Alhucema, W., Aristizabal, E., Escudero-Cabarcas, J., Acosta-Lopez, J. E. & Vélez, J. I. (2018). Executive function and theory of mind in children with ADHD: A systematic review. *Neuropsychology Review, 28*, 341–358. <https://doi.org/10.1007/s11065-018-9381-9>
- R Core Team. (2018). R [Computer software].. <https://www.R-project.org>.
- Riley-Tillman, T. C., Burns, M. K. & Kilgus, S. P. (2020). *Evaluating educational interventions: Single-case design for measuring response to intervention*. Guilford.
- Schlientz, M. D., Riley-Tillman, T. C., Briesch, A. M., Walcott, C. M. & Chafouleas, S. M. (2009). The impact of training on the accuracy of Direct Behavior Ratings (DBR). *School Psychology Quarterly, 24*, 73–83. <https://doi.org/10.1037/a0016255>
- Shadish, W. R. & Sullivan, K. J. (2011). Characteristics of single-case designs used to assess intervention effects in 2008. *Behavior Research Methods, 43*, 971–980. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0111-y>
- Sibley, M. H., Kuriyan, A. B., Evans, S. W., Waxmonsky, J. G. & Smith, B. H. (2014). Pharmacological and psychosocial treatments for adolescents with ADHD: An updated systematic review of the literature. *Clinical psychology review, 34*, 218–232. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.02.001>
- Smith, R. L., Eklund, K. & Kilgus, S. P. (2018). Concurrent validity and sensitivity to change of Direct Behavior Rating Single-Item Scales (DBR-SIS) within an elementary sample. *School Psychology Quarterly, 33*, 83–93. <https://doi.org/10.1037/spq0000209>
- Stein, R. & Abelein, P. (2016). Förderung bei Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsstörungen. Kohlhammer.
- Stone, N. M. & Kilding, A. E. (2009). Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Medicine, 39*, 615–642. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939080-00002>

- Stone, L. L., Otten, R., Engels, R. C., Vermulst, A. A. & Janssens, J. M. (2010). Psychometric properties of the parent and teacher versions of the strengths and difficulties questionnaire for 4-to 12-year-olds: a review. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 13, 254–274. <https://doi.org/10.1007/s10567-010-0071-2>
- Suarez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., De La Torre-Cruz, M. & Martínez-López, E. J. (2018). Acute and chronic effect of physical activity on cognition and behaviour in young people with ADHD: A systematic review of intervention studies. *Research in Developmental Disabilities*, 77, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.03.015>
- Vannest, K. J. & Ninci, J. (2015). Evaluating Intervention Effects in Single-Case Research Designs. *Journal of Counseling & Development*, 93, 403–411. <https://doi.org/10.1002/jcad.12038>
- Verret, C., Guay, M.-C., Berthiaume, C., Gardiner, P. & Béliveau, L. (2012). A Physical Activity Program Improves Behavior and Cognitive Functions in Children With ADHD: An Exploratory Study. *Journal of Attention Disorders*, 16, 71–80. <https://doi.org/10.1177/1087054710379735>
- Volpe, R. J. & Briesch, A. M. (2015). Multi-item direct behavior ratings: Dependability of two levels of assessment specificity. *School Psychology Quarterly*, 30, 431–442. <https://doi.org/10.1037/spq0000115>
- Voß, S. & Gebhardt, M. (2017). Monitoring der sozial-emotionalen Situation von Grundschülerinnen und Grundschulern. Ist der SDQ ein geeignetes Verfahren? *Empirische Sonderpädagogik*, 9, 19–35. [http://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/1-2017\\_20170810/esp\\_1-2017\\_19-35.pdf](http://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/1-2017_20170810/esp_1-2017_19-35.pdf)
- Wahl, P., Hägele, M., Zinner, C., Bloch, W. & Mester, J. (2010). High Intensity Training (HIT) für die Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit von Normalpersonen und im Präventions- & Rehabilitationsbereich. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 160, 627–636. <https://doi.org/10.1007/s10354-010-0857-3>
- Welsch, L., Allio, O., Kelly, P., Fawcner, S., Booth, J. & Niven, A. (2021). The effect of physical activity interventions on executive functions in children with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 20, Article 100379. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2020.100379>
- Wember, F. B. (2003). Bildung und Erziehung bei Behinderungen: Grundfragen einer wissenschaftlichen Disziplin im Wandel. In A. Leonhardt & F. B. Wember (Hg.), *Grundfragen der Sonderpädagogik: Bildung - Erziehung - Behinderung: ein Handbuch* (S. 12–57). Beltz.
- Wilbert, J. & Lüke, T. (2021). *scan: Single-Case Data Analyses for Single and Multiple Baseline Designs. R package version 0.51*. <https://CRAN.R-project.org/package=scan>
- Wymbs, F. A., Wymbs, B., Margherio, S. & Burd, K. (2021). The Effects of High Intensity versus Low Intensity Exercise on Academic Productivity, Mood, and Behavior among Youth with and without ADHD. *Journal of Child and Family Studies*, 30, 460–473. <https://doi.org/10.1007/s10826-020-01880-5>
- Zang, Y. (2019). Impact of physical exercise on children with attention deficit hyperactivity disorders: Evidence through a meta-analysis. *Medicine*, 98, e17980. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017980>

## AutorInnenhinweise

 Gino Casale  
<https://orcid.org/0000-0003-2780-241X>

*Korrespondenzadresse:*  
 Methodik und Didaktik in den Förderschwerpunkten Lernen sowie emotionale und soziale Entwicklung,  
 Bergische Universität Wuppertal,  
 Gaußstraße 20, D-42119 Wuppertal

E-Mail: [gcasale@uni-wuppertal.de](mailto:gcasale@uni-wuppertal.de)

## Anhang I: Detaillierte Darstellung des Hochintensiven Intervalltrainings

### 1. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 16 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Sprints von Wand zu Wand
2. Belastungsintervall: Im Raum laufen mit gleichzeitigen Boxbewegungen
3. Belastungsintervall: Side-Steps im maximalen Tempo

### 2. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 17 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Kniebeugen und abwechselnder Ballwurf
2. Belastungsintervall: Sprint von Wand zu Wand
3. Belastungsintervall: Hoch- und runter auf einer Bank springen

### 3. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 21 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Slalomsprints plus Gegenstände transportieren
2. Belastungsintervall: Sprint von Wand zu Wand
3. Belastungsintervall: Schultreppe im maximalen Tempo hoch und runter laufen

### 4. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 22 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Stopptanz
2. Belastungsintervall: Auf der Stelle laufen und dabei Boxen
3. Belastungsintervall: schnelle Fußballetappen im 3er-Team

### 5. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 26 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Parkourlauf mit Hindernissen
2. Belastungsintervall: schnelle Fußballetappen im 3er-Team
3. Belastungsintervall: Stopptanz

### 6. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 27 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Kniebeugen und Stretksprung mit dem Ball
2. Belastungsintervall: Fangen spielen
3. Belastungsintervall: Stopptanz

### 7. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 31 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2-minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Sprints von Wand zu Wand
2. Belastungsintervall: schnelle Fußballetappen im 3er-Team
3. Belastungsintervall: Parkourlauf mit Hindernissen

### 8. Trainingseinheit (Messzeitpunkt 32 der Interventionsphase):

3 x 4-minütige Belastungsintervalle und 3 x 2 minütige Erholungsphasen

1. Belastungsintervall: Side-Steps im maximalen Tempo
2. Belastungsintervall: schnelle Fußballetappen im 3er-Team
3. Belastungsintervall: Stopptanz