

Einfluss häuslichen, differenziellen Lernens auf die Mundhygiene bei Kindern

Eine verblindete, randomisierte, kontrollierte, klinische Studie

Influence of a home-based, differential learning on the oral hygiene of children

A blinded, randomized, controlled, clinical trial

AUTOREN: Loay Leghrouz | Manasi R. Khole | Christian H. Splieth | Julian Schmoeckel

Abteilung für Präventive Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde, ZZMK Universitätsmedizin Greifswald, Greifswald, Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel: Das richtige Zähneputzen ist für Kinder ein komplizierter Prozess. Ziel dieser Studie war es daher, die Wirkung des häuslichen, differenziellen Lernens zur Verbesserung des Zähneputzens zu untersuchen.

Methoden: In dieser prospektiven, kontrollierten, einfach verblindeten, randomisierten klinischen Studie wurden 44 Kinder (Alter: $5,6 \pm 1,6$ Jahre; 24 weiblich, Baseline QHI [Quigley-Hein-Index] > 3 , PBI [Papillenblutungsindex] $> 0,3$, mittlerer dmft = 9 bzw. DMFT = 1,6) zufällig einer Test- und einer Kontrollgruppe (jede Gruppe $n = 22$) zugeteilt, indem das Kind selbst einen unbeschrifteten Umschlag aus einer Kiste zog. Alle Kinder erhielten die Anweisungen und Informationen zur Mundhygiene in diesen verschlossenen Umschlägen und wurden aufgefordert, diese Anweisungen zu Hause zu befolgen. Lediglich die Kinder der Testgruppe erhielten Instruktionen mit Übungen nach der Methodik des differenziellen Lernens, während die Kinder der Kontrollgruppe Instruktionen zum Putzen nach der KAI-Putztechnik erhielten. Bei Studienbeginn und Follow-ups nach 4 und 12 Wochen wurden Plaque- und Gingivaindizes (QHI, PBI) in beiden Gruppen durch 2 kalibrierte und verblindete Untersucher (L.L. und M.K.) erhoben.

Ergebnisse: Zu Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Test- und der Kontrollgruppe in Bezug auf Plaque- und Gingivaindizes (QHI: $4,2 \pm 0,5$ und $4,2 \pm 0,5$; $p = 0,9$; PBI: $0,7 \pm 0,4$ und $0,6 \pm 0,2$; $p = 0,8$). Bei den Follow-ups nach 4 und 12 Wochen zeigten beide Gruppen bessere Mundgesundheitsindizes, die Testgruppe aber insgesamt deutlicher. Der Unterschied bei den Plaqueindizes verfehlte knapp die statistische Signifikanz (4-Wochen-Recall; QHI/Test: $2,1 \pm 0,9$; Kontrolle: $2,6 \pm 0,9$; $p = 0,1$). Dagegen zeigte sich im 4-Wochen-Recall bereits ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Gingivaindizes (PBI/Test: $0,1 \pm 0,2$ vs. Kontrolle: $0,4 \pm 0,2$; $p < 0,001$). Beim 12-Wochen-Recall zeigte die Testgruppe statistisch signifikante und klinisch relevante bessere Mundgesundheitsindizes als die Kontrollgruppe (12-Wochen-Recall, QHI/Test: $1,9 \pm 0,8$ vs. Kontrolle: $3,3 \pm 0,9$; $p < 0,001$; PBI/Test: $0,1 \pm 0,1$ vs. Kontrolle: $0,5 \pm 0,2$; $p < 0,001$).

Schlussfolgerungen: Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass das differenzielle Lernen auch bei Kindern mit hohem Kariesrisiko und initial schlechter Mundhygiene zu Mundhygieneverbesserungen führt, die der konventionellen Lernmethode durch Wiederholung mittelfristig überlegen ist.

Schlüsselwörter:

Mundhygieneverbesserungen, Lernmethode, Richtiges Zähneputzen, Plaqueindizes, Gingivaindizes

ABSTRACT

Aim: Proper toothbrushing is a complicated process for children. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of a home-based, differential learning to improve toothbrushing.

Methods: In this prospective, controlled, single-blinded, randomized clinical trial, 44 children (age 5.6 ± 1.6 years; 24 female, baseline Quigley-Hein index [QHI] > 3 , papillary bleeding index [PBI] > 0.3 , mean dmft = 9 and DMFT = 1.6) were randomly assigned to a test group or a control group (each group $n = 22$) after the child drew an unlabeled envelope from a box. All children received oral hygiene instructions and information in these sealed envelopes and were asked to follow the respective instructions at home. Only the children in the test group received instructions with exercises using a rotational/differential model of learning, whereas the children in the control group received instructions on brushing using the COI (chewing, outside, and inner surfaces)

Zitierweise: Leghrouz L, Khole MR, Splieth CH, Schmoeckel J (2022) Einfluss häuslichen, differenziellen Lernens auf die Mundhygiene bei Kindern. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 44(4):34-41. <https://doi.org/10.1007/s44190-022-0628-z>

Eingereicht: 28.09.2022 / Angenommen: 10.10.2022 / Online publiziert: 24.11.2022 · © Der/die Autor(en) 2022

brushing technique. At baseline and follow-up after 4 and 12 weeks respectively, plaque and periodontal indices (QHI, PBI) were assessed in both groups by two calibrated and blinded investigators (L.L. and M.K.).

Results: At baseline, there were no significant differences between the test and control groups in plaque and periodontal indices (QHI: 4.2 ± 0.5 and 4.2 ± 0.5 ; $p = 0.9$; PBI: 0.7 ± 0.4 and 0.6 ± 0.2 ; $p = 0.8$). At the 4- and 12-week follow-ups, both groups had better oral health indices, but the overall differences were better in the test group. At the 4-week follow-up, the difference in plaque indices (QHI) just missed statistical significance (test group: 2.1 ± 0.9 ; control group: 2.6 ± 0.9 ; $p = 0.1$). In contrast, the 4-week follow-up already showed a statistically significant difference with regard to PBI values (test group: 0.1 ± 0.2 vs. control group: 0.4 ± 0.2 ; $p < 0.001$). At the 12-week follow-up, the test group showed statistically significant and higher clinically relevant oral health indices than the control group (QHI test group: 1.9 ± 0.8 vs. control group: 3.3 ± 0.9 ; $p < 0.001$; PBI test group: 0.1 ± 0.1 vs. control group: 0.5 ± 0.2 ; $p < 0.001$).

Conclusion: Use of a differential model of learning improves oral hygiene even in children with high caries risk and initial poor oral hygiene, and in the medium term is superior to a repetitive, conventional learning method.

Keywords:

Oral hygiene, improvement, Methods of learning, Correct toothbrushing, Plaque index, Papilla bleeding index

Obwohl Karies eine vermeidbare Krankheit ist, stellt sie immer noch eine der am weitesten verbreiteten chronischen Erkrankungen bei Kindern dar [1]. Laut der Weltgesundheitsorganisation [2] leiden ca. 530 Mio. Kinder an Milchzahnkaries. Diese enorme Zahl zeigt die Notwendigkeit, so früh wie möglich mit der Kariesprävention zu beginnen. Angesichts vieler Studien und systematischer Übersichtsarbeiten sowie evidenzbasierter Maßnahmen zur Kariesprävention bei Milchzähnen hat das Zähneputzen mit Fluorid einen größeren Effekt bei der Vorbeugung von Zahnkaries als die Ernährungslenkung [3, 4, 5]. Somit ist eine

effiziente Mundhygiene von zentraler Bedeutung, und sie sollte auch langfristig aufrechterhalten werden [6]. Dabei ist festzustellen, dass sich das Zahnputzverhalten mit zunehmendem Alter des Kindes und der Dauer des Zähneputzens entwickelt. So müssen die Zahnputzfähigkeiten von Kindern unter 10 Jahren verbessert und überwacht werden [7]. Eine sinnvolle Methode könnte dabei das differenzielle Lernen sein, das sich im Sport, aber auch beim Training des Zähneputzens bei Schulkindern [8] und in der zahnärztlichen Ausbildung als wirksam gezeigt hat [9]. Es bedarf jedoch noch weiterer Forschung, um seine Wirksamkeit, insbesondere in der häuslichen Anwendung, zu beweisen.

Die traditionelle Zahnputzmethode beruht auf Wiederholungen und Korrek-

turen, um bestimmte Bewegungen zu perfektionieren [10, 11]. Das differenzielle Lernen basiert auf möglichst vielen Variationen der zu trainierenden Bewegung und nicht auf Bewegungswiederholung bzw. -korrektur als Grundlage des Lernens [12]. Um den Lernenden ein optimales Ergebnis zu ermöglichen, wird der Lernprozess durch Hinzufügen verschiedener Bewegungen zur Zielbewegung somit befördert [13, 14].

Daher war das Ziel dieser randomisierten, kontrollierten, verblindeten, klinischen Studie, die Auswirkungen des differenziellen Lernens zu Hause auf das Zähneputzen zu untersuchen. Dabei wurden insbesondere die Reduktion von Plaque und Gingivitis bei Kindern im Alter von 3 bis 8 Jahren im Vergleich zum gewohnten Zähneputzen mittels Instruk-

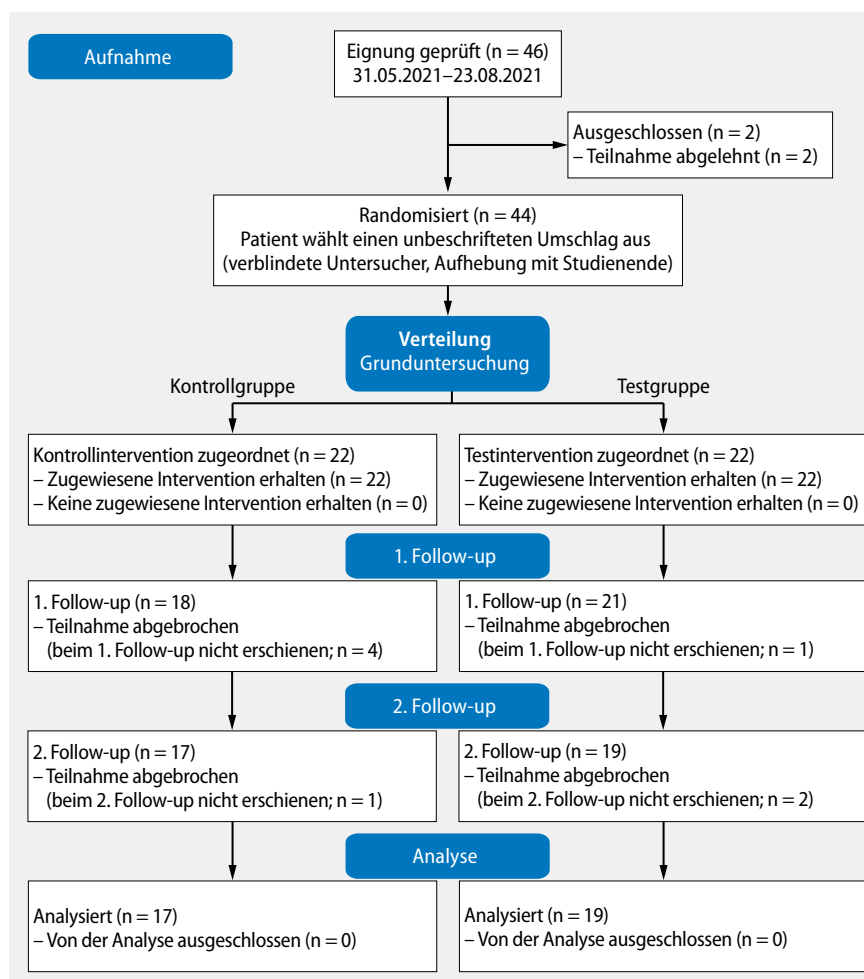


Abbildung 1 Flow-Chart nach CONSORT für diese randomisierte kontrollierte Studie
Figure 1 CONSORT flow diagram for this randomized, controlled trial

tionen als Trainingsmethode über einen Zeitraum von 3 Monaten betrachtet.

MATERIAL UND METHODEN

Diese 2-armige, einfach verblindete, randomisierte, kontrollierte, klinische Studie wurde nach ethischer Genehmigung durch die Ethikkommission der Universität Greifswald durchgeführt (Reg.-Nr. BB 031/21). Darüber hinaus wurde die Studie in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki [15] durchgeführt und folgte den CONSORT-Richtlinien (Abb. 1).

Einschlusskriterien waren Kinder mit schlechter Mundhygiene (QHI [Quigley-Hein-Index] >3) im Alter von 3 bis 8 Jahren, Bedarf an Unterstützung beim Zähneputzen durch die Eltern und Bereitschaft des Patienten und der Eltern, zu einem Kontrolltermin nach ca. 4 und 12 Wochen zu erscheinen. Ausschlusskriterien waren Patienten mit zu behandelnden akuten Schmerzen, Patienten mit schwerwiegenden systemischen Erkrankungen, die während ihrer zahnärztlichen Behandlung besondere Aufmerksamkeit erfordern, und natürlich Eltern oder Kinder, die die Teilnahme an der Studie verweigerten.

Aufgrund des gewählten Altersbereichs und der Variabilität beim Zahnwechsel konnte eine höchstmögliche Bandbreite und damit interne Validität der Studie gewährleistet werden. Die Pa-

tienten wurden sowohl mündlich als auch schriftlich umfassend über das Ziel der Studie, den Studienablauf und den möglichen Nutzen dieser Studie aufgeklärt. Die Eltern bzw. Betreuer hatten Zeit und Gelegenheit, sich nach den Details der Studie zu erkundigen und zu entscheiden, ob sie daran teilnehmen wollen oder nicht. Als obligatorische Voraussetzung für die Teilnahme an dieser Studie wurde bei jedem Kind von einem Elternteil eine frei gegebene, schriftliche Zustimmung eingeholt.

Diese Studie war einfach verblindet, d. h. den Untersuchern zum Mundhygienestatus (QHI, PBI) war die Gruppenzugehörigkeit (Test- vs. Kontrollgruppe) nicht bekannt. Die Kinder wurden nach dem Zufallsprinzip aufgenommen, indem die Informationen und Anweisungen für die beiden Gruppen in weiße unbeschriftete Umschläge gelegt wurden. Es war also jeweils die Hälfte der Umschläge mit den jeweiligen Instruktionen vorhanden. Diese Umschläge wurden willkürlich gemischt (wie bei Spielkarten) und schließlich in eine Schachtel gelegt. Während der Basisuntersuchung bat der Untersucher die Patienten, zufällig einen Umschlag aus der Schachtel auszuwählen. Die Patienten wurden aufgefordert, diesen erst zu Hause zu öffnen. Außerdem wurden sie gebeten, den Umschlag zum 2. Kontrolltermin wieder mitzubringen und erst nach der Untersuchung, also

nach Beendigung des Studienzeitraums, zurückzugeben.

Die Untersuchungen zu Studienbeginn und bei den Recall-Besuchen nach 4 und 12 Wochen umfassten gängige Mundhygieneindizes: den Papillenblutungsindex (PBI) nach Mühlemann und Saxer [16] und den Plaqueindex nach Quigley Hein (QHI), modifiziert nach Turesky et al. [17].

Das Studienflussdiagramm ist in **Abb. 1** dargestellt. Baseline erhielten die Kinder die Basisuntersuchung mit der Messung von Plaque- und Blutungsscores.

Anschließend wurde für alle Kinder die routinemäßige Mundhygienesitzung durchgeführt, und die Eltern wurden aufgefordert, zu Hause nachzuputzen. Im 1. Follow-up (Woche 4) und 2. Follow-up (Woche 12) erfolgte erneut die Messung der Plaque- und Blutungsscores.

Für die Kontrollgruppe wurden die üblichen Instruktionen zum Zähneputzen in den unbeschrifteten verschlossenen Umschlag gelegt. Die Teilnehmer wurden in einer definierten Putzsequenz (KAI-Technik: okklusale Flächen, bukkale Flächen und palatinale/linguale Flächen) und in horizontalem Putzen angeleitet, wobei die Zahnbürste senkrecht zu den Zahnflächen angelegt und das Putzen durch Hin- und Herbewegung erfolgen sollte. Die Kinder und Eltern wurden gebeten, die Zahnputzsequenz und -technik täglich zu wiederholen.

Bei der Testgruppe zum häuslichen differenziellen Lernen erhielten die Teilnehmer die Instruktionen ebenfalls in dem unbeschrifteten, verschlossenen Umschlag und wurden darin gebeten, das Zähneputzen mit den verschiedenen angegebenen Übungen zu Hause durchzuführen (jede Übung für 3 Tage, dann Wechsel, **Tab. 1**). Diese Übungen wurden auch mit Bildern dargestellt.

Zur Motivation der Einhaltung des Studienprotokolls erhielten beide Gruppen in dem Briefumschlag einen Stickerbogen und ein Blatt, auf dem die Patienten jeden Tag, an dem sie geputzt haben, einen Sticker aufkleben sollten.

Der Plaqueindex wurde mit dem Quigley-Hein-Index (QHI) modifiziert nach Turesky et al. [17] nach Anfärbung der

Tabelle 1 Reihenfolge der Übungen, die während des Zähneputzens unter Verwendung des häuslichen, differenziellen Lernansatzes jeweils für 3 Tage in der Testgruppe angewendet werden sollte

Table 1 Sequence of exercises to be used for 3 days each (before rotating to the next exercise) for brushing teeth in the home-based, rotation model of learning test group

Nr. Übung	Übung
1	Zähneputzen im Liegen
2	Zähneputzen mit einem bedeckten Auge (d. h. mit der Hand)
3	Zähneputzen mit großen Handschuhen
4	Zähneputzen mit der nichtdominanten Hand (d. h. bei Rechtshändern mit links)
5	Beim Zähneputzen mit beiden Händen die Zahnbürste greifen
6	Unterschiedliche Reihenfolge des Zähneputzens im Vergleich zur praktischen Demonstration (d. h. beginnend mit der Reinigung der Innenflächen anstelle der Kauflächen)
7	Zähneputzen bei geschlossenen Augen
8	Zähneputzen mit einem Hindernis am Ellbogen der dominanten Hand (beispielsweise wickeln Sie dazu ein Stück Stoff/Schal um den Ellbogen)
9	Zähneputzen während des Ansehens von einem 3–5 min langen Video (z. B. bei YouTube)

Plaque mit einer Plaqueanfärbelösung (Mira-2-Ton, Hager & Werken, Duisburg, Deutschland) gemessen (**Abb. 2**). Die Plaqueansammlung wurde auf den bukkalen Flächen aller Zähne auf einer 6-stufigen Skala gemessen: Score 0 (keine Plaque) bis Score 5 (Plaque reicht bis zum koronalen Drittel).

Die Zahnfleischentzündung wurde anhand des Papillenblutungsindex (PBI) bewertet. Dafür wurde eine Parodontalsonde genutzt. Der PBI reicht von Score 0 (keine Blutung/entzündungsfreie Gingiva) bis Score 4 (starke Blutung/schwere Entzündung).

Zu den verschiedenen Zeitpunkten (Baseline, Woche 4 und 12) wurden die Plaque- und Blutungsscores durch 2 verblindete Untersucher erhoben, die für die Bewertung von Plaque- und Papillenblutungsscores im Vorfeld kalibriert wurden. Zu Validierungszwecken wurden die Interuntersucherreliabilität (zwischen L.L. und M.K.) und die Intrauntersucherreliabilität bewertet, indem 30 Fotos im Vorfeld ausgewertet wurden, die unterschiedliche Plaque- bzw. Papillenblutungsscores darstellten. Das „inter-examiner weighted kappa“ betrug 0,8 (PBI) und 0,9 (QHI) und das „intra-examiner weighted kappa“ 0,9 (PBI) und 0,9 (QHI), was eine sehr gute Übereinstimmung darstellt.

TEILNAHME UND STATISTISCHE ANALYSEN

Die Stichprobengröße wurde vorab mit dem Programm G*power Version 3.1 (Franz Faul, Universität Kiel, Deutschland) berechnet, wobei bei den Nachuntersuchungen ein Unterschied von 0,5 beim QHI als primäre Zielvariable zwischen den Gruppen angenommen wurde und $\alpha = 5\%$ und Power $(1 - \beta) = 0,9$ festgelegt wurden, was zu 18 Kindern für jede Gruppe führte. Um Drop-outs beim Follow-up zu kompensieren (Annahme ca. 20 % Drop-outs), umfasste die endgültige Stichprobe in der Test- und der Kontrollgruppe jeweils 22 Kinder (insgesamt $n = 44$).

Die Daten wurden mit Microsoft Excel (Version 2010; Microsoft, Redmond, WA, USA) für Windows dokumentiert und analysiert. Die Signifikanzschranke wurde auf einen p-Wert kleiner 0,05 fest-



Abbildung 2 Darstellung nach Anfärben der Plaque vor Erhebung des Quigley-Hein-Index (QHI) modifiziert nach Turesky et al. [17]

Figure 2 Plaque staining for assessment using the Quigley–Hein index (QHI) modified by Turesky et al. [17]

gelegt. Mittelwerte, Standardabweichung (SD), absolute Zahlen und Prozentsätze wurden für die deskriptive Analyse berechnet. Vergleiche zwischen den beiden Studiengruppen wurden unter Verwendung des t-Tests unabhängiger Stichproben für quantitative Variablen (Alter, dmft/DMFT, PBI und QHI) und unter Verwendung des Chi-Quadrat-Tests für qualitative Variablen (Geschlecht) durchgeführt.

ERGEBNISSE

Insgesamt wurden 44 Kinder zwischen Mai und August 2021 für die Studie rekrutiert. In die abschließende, statistische Auswertung gingen 36 Teilnehmer (17 Kontrollgruppe, 19 Testgruppe) ein (Durchschnittsalter $5,6 \pm 1,6$ Jahre). Grund für den Abbruch war das Versäumen der Kontrolltermine (Drop-outs Testgruppe: $n = 3$; Kontrollgruppe: $n = 5$, **Abb. 1**). Die Baseline-Charakteristika der Studienstichprobe (**Tab. 2**) sowie die Baseline-Charakteristika der Drop-outs (**Tab. 3**) gaben weder einen Anhalt für eine systematische Verzerrung in Bezug auf die Verteilung in Test- bzw. Kontrollgruppe noch bezüglich anderer Charakteristika der Drop-outs.

PLAQUE

Initial wurden meist hohe Mittelwerte des Plaqueindex erhoben, die für beide

Gruppen nahezu identisch und damit statistisch nicht unterschiedlich waren (QHI: Testgruppe: $4,2 \pm 0,5$ vs. Kontrollgruppe: $4,2 \pm 0,5$; $p = 0,9$; **Tab. 2**).

Beim 4-Wochen-Recall waren die Plaquewerte bei den Probanden beider Gruppen um etwa die Hälfte verringert. Trotz eines kleinen Vorteils in der Testgruppe war der Unterschied zwischen beiden Gruppen nicht statistisch signifikant (Testgruppe: QHI = $2,1 \pm 1,0$ vs. Kontrollgruppe: QHI = $2,6 \pm 0,9$; $p = 0,1$). Beim 12-Wochen-Recall hatte die Testgruppe sich weiter verbessert, und die Kontrollgruppe war wieder zurückgefallen, sodass ein klar statistisch signifikanter Unterschied bestand (Testgruppe: QHI = $1,9 \pm 0,8$ vs. Kontrollgruppe: QHI = $3,3 \pm 0,9$; $p < 0,001$; **Tab. 4** und **Abb. 3**). Innerhalb beider Gruppen waren die Verbesserungen des Plaqueindex zwischen Baseline und Recall ebenfalls statistisch signifikant ($p < 0,001$).

GINGIVITIS

Zu Studienbeginn war die Zahnfleischgesundheit in beiden Gruppen nahezu gleich (PBI: Testgruppe: $0,7 \pm 0,4$ vs. Kontrollgruppe: $0,6 \pm 0,2$; $p = 0,8$; **Tab. 2**). Beim 1. Recall waren die Mittelwerte des PBI in beiden Gruppen signifikant geringer als Baseline. In der Testgruppe wurde zudem bereits nach 4 Wochen ein statistisch signifikant niedrigerer PBI regist-

Tabelle 2 Baseline-Charakteristika der Studienstichprobe unterschieden nach Gruppenzugehörigkeit
Table 2 Baseline characteristics of the control and test groups

Baseline-Variablen	Kontrollgruppe	Testgruppe	p-Wert
Teilnehmer	n = 22	n = 22	
Geschlecht	Weiblich, n = 15 (68 %)	Weiblich, n = 9 (41 %)	0,07
Durchschnittsalter (Jahre ± SD)	5,4 ± 1,5	5,7 ± 1,7	0,5
Min.–Max.	3–8, (Alter >5; n = 7)	3–8, (Alter >5; n = 7)	
Mittlerer dmft (dmft ± SD)	8,4 ± 3,9	9,8 ± 4,3	0,3
Min.–Max.	1–16, (dmft <4; n = 2)	0–20, (dmft <4; n = 2)	
Mittlerer DMFT (DMFT ± SD)	1,8 ± 1,7	1,5 ± 2,2	0,7
Mittlerer QHI (QHI ± SD)	4,2 ± 0,5	4,2 ± 0,5	0,9
Min.–Max.	3,5–4,9	3,1–5	
Mittlerer PBI (PBI ± SD)	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,4	0,8
Min.–Max.	0,1–1,2	0–1,5	

PBI Papillenblutungsindex, QHI Quigley-Hein-Index, SD Standardabweichung

Tabelle 3 Baseline-Charakteristika der Drop-outs bis zum 2. Follow-up (n = 8; davon 3 in Testgruppe)
Table 3 Baseline characteristics of drop-outs during the study (n = 8; of which 3 were in the test group)

Geschlecht	Durchschnittsalter (Jahr ± SD)	Mittlerer dmft (dmft ± SD)	Mittlerer DMFT (DMFT ± SD)	Mittlerer QHI (QHI ± SD)	Mittlerer PBI (PBI ± SD)	
Weiblich	n = 5 (62,5 %)	5,5 ± 1,7	9,5 ± 6,2	2,5 ± 1,7	4,2 ± 0,5	0,5 ± 0,2

PBI Papillenblutungsindex, QHI Quigley-Hein-Index, SD Standardabweichung

Tabelle 4 Mittelwerte für Plaqueindizes (QHI) und Papillenblutungsindex (PBI) im ersten Follow-up und im zweiten Follow-up in der Test- und Kontrollgruppe

Table 4 Mean plaque index (QHI) and papilla bleeding index (PBI) values at the first and second follow-up in the test and control groups

Follow-up-Variablen	1. Recall Kontrollgruppe	1. Recall Testgruppe	p-Wert	2. Recall Kontrollgruppe	2. Recall Testgruppe	p-Wert
Teilnehmer	n = 18	n = 21		n = 17	n = 19	
Mittlerer QHI (QHI ± SD)	2,6 ± 0,9	2,1 ± 0,9	0,1	3,3 ± 0,9	1,9 ± 0,8	<0,001
Mittlerer PBI (PBI ± SD)	0,4 ± 0,2	0,1 ± 0,2	<0,001	0,5 ± 0,2	0,1 ± 0,1	<0,001

SD Standardabweichung

riert als in der Kontrollgruppe (PBI: 0,1 ± 0,2 vs. 0,4 ± 0,2; p < 0,001). Beim 2. Recall (3 Monate) stieg der mittlere PBI in der Kontrollgruppe im Vergleich zum 1. Recall-Besuch wieder an, blieb aber in der Testgruppe stabil niedrig. Daher waren die Unterschiede zwischen beiden Gruppen auch hier statistisch signifikant und außerdem klinisch relevant (**Tab. 4** und **Abb. 4**).

DISKUSSION

Studiendesign

In dieser randomisierten, einfach verblindeten Studie, die darauf abzielte, die Nutzung des differenziellen Lernens in der Zahnpflegeerziehung von Kindern auf der Ebene der häuslichen Prophylaxe zu untersuchen, wurden 44 Kinder zwischen 3 und 8 Jahren zu Studienbeginn

rekrutiert, und 36 Probanden konnten nach der Studiendauer von mindestens 12 Wochen (2. Follow-up) in die statistische Auswertung aufgenommen werden. Die Studie wurde mit einer alterstypischen Gruppe gesunder Kinder durchgeführt, sodass ähnliche psychomotorische und kognitive Fähigkeiten der Kinder zu erwarten sind.

Die Anzahl der notwendigen Teilnehmer wurde analog zu ähnlichen Mundhygienestudien kalkuliert [8, 18], um klinisch relevante und statistisch signifikante Unterschiede zu erkennen.

Die Kinder wurden in 2 Gruppen aufgeteilt, indem sich das jeweilige Kind selbst einen unbeschrifteten verschlossenen Umschlag aus der Kiste aussuchte. Die Randomisierung lag somit nicht in der Hand der Untersucher bzw. Studienbetreuung. Um standardisierte Bedingungen zu schaffen und die Wirkung des differenziellen Lernens als Motivations- und Lerntool für das Zähneputzen zu untersuchen, erhielten alle Studienteilnehmer im Briefumschlag eine Zahnputzanleitung. Allerdings wurden die spezifischen Übungen in der Methodik des differenziellen Lernens nur in den Umschlägen der Testgruppe beigelegt.

Die Kontrollgruppe erhielt die Standardanweisungen zum Zähneputzen gemäß der KAI-Technik mit Aufforderungen zum wiederholten Training. Zwar erhielten als Motivationsstütze beide Gruppen ein Stickerblatt, doch ein Großteil der Eltern hat dieses nicht wieder zum Kontrolltermin mitgebracht, und es konnte somit nicht ergänzend ausgewertet werden.

Die Anzahl an Drop-outs lag für Familien/Kinder mit erhöhtem Kariesrisiko und damit oft eher geringer Compliance mit 18 % (n = 8) etwas unter dem Erwartungswert (20 %), und er war vorrangig neutral, da hiervon 63 % (n = 5) bereits initial zwischen Gruppeneinteilung und erstem Recall ausfielen (**Tab. 3**). Das Gesamtverhältnis war mit 3:5 in Test- bzw. Kontrollgruppe recht ausgewogen und das differenzielle Lernen scheint eher zu geringeren Ausfällen beim häuslichen Mundhygienetraining zu führen. Somit kann für den Vergleich zwischen Test- und Kontrollgruppe ein Drop-out-be-

dingter Bias ausgeschlossen werden. In dieser Studie gab es zu Studienbeginn zudem keine signifikanten Unterschiede im QHI oder PBI weder zwischen den Studiengruppen (Tab. 2) noch im Vergleich mit den Drop-outs (Tab. 3). Dies bestätigt die Integrität der Randomisierungs- und Rekrutierungsbedingungen.

In der Studie wurden 2 bewährte und validierte Mundhygieneindizes verwendet, um die Plaquemenge und das Ausmaß an Zahnfleischentzündungen zu bewerten, die durch eine verbesserte mechanische Plaqueentfernung reduziert werden sollten und üblicherweise zur Kontrolle von oralpräventiven Maßnahmen eingesetzt werden [19, 20]. Beide stellen daher ein etabliertes klinisches und wissenschaftliches Instrument dar.

MUNDHYGIENEVERBESSERUNG

Die Kinder wiesen eingangs dieser Studie nicht nur eine schlechte Mundhygiene auf, sondern auch sehr hohe Werte in der Karieserfahrung (ϕ knapp 9 dmft bzw. 1,5 DMFT bei einem Durchschnittsalter von 5,6 Jahren), die im Vergleich zur durchschnittlichen Karieserfahrung in Deutschland deutlich erhöht waren (6- bis 7-Jährige: 1,7 dmft; 12-Jährige: 0,5 DMFT) [21, 22]. Die anfänglichen Plaque- und Gingivitiswerte waren ebenfalls hoch im Vergleich zu anderen Studien, die die Plaquekontrolle durch Zähneputzen bei Kindern untersuchten [18, 23]. Das zusammengenommen bedeutet, dass die Teilnehmer dieser Studie ganz klar sog. „Kariesrisikokinder“ waren, die primär besonders von Prävention profitieren, dafür jedoch in der Vergangenheit eher wenig empfänglich waren.

Interessanterweise zeigten die Kinder in beiden Studiengruppen signifikante Verbesserungen in der Mundhygiene bis zum 1. Follow-up. Bei der Kontrollgruppe ist dies wohl auch durch den Hawthorne-Effekt bedingt, bei dem schon die Teilnahme an einer Beobachtungsstudie Veränderungen bewirkt [24]. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Durchführung einer randomisierten, kontrollierten klinischen Studie, die solche Effekte neutralisiert.

Das differenzielle Lernen beim Zähneputzens reduzierte die Plaque- und Gin-

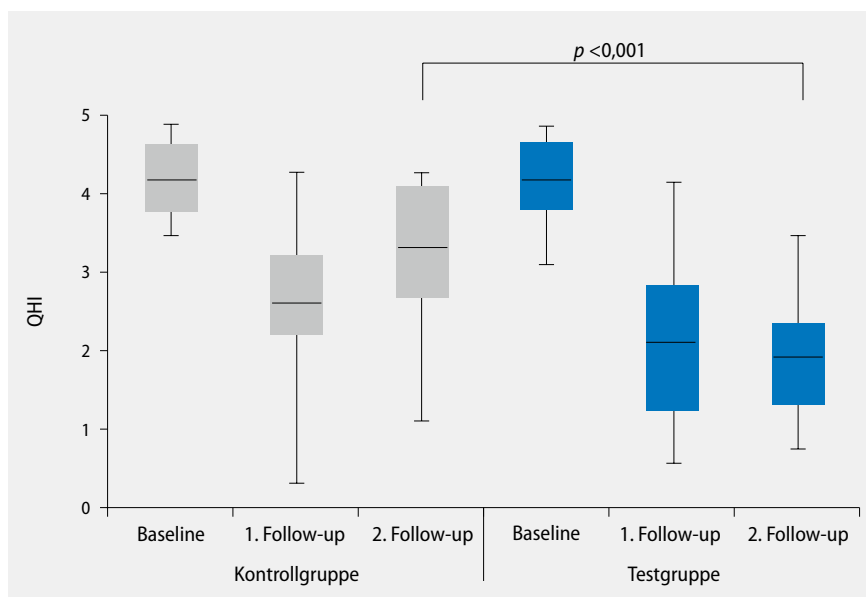


Abbildung 3 Entwicklung des Quigley-Hein-Index (QHI) in Kontroll- und Testgruppe bei Studienbeginn und Nachuntersuchungen, dargestellt mittels Boxplots mit Mittelwert (Linie) und 1. bis 4. Quartile

Figure 3 Boxplot of changes in the Quigley–Hein index (QHI) in the control and test groups from baseline to the follow-ups with mean (line) and first to fourth quartiles

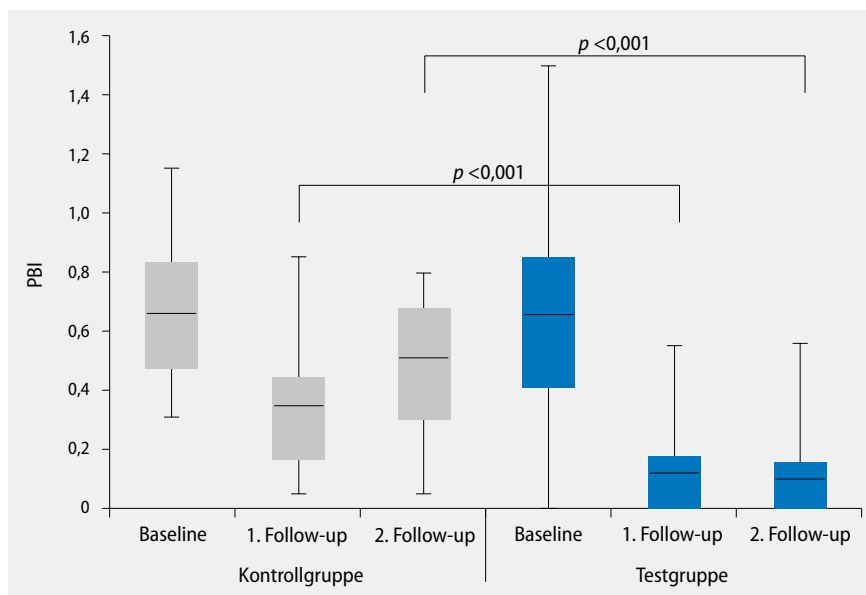


Abbildung 4 Entwicklung des Papillenblutungsindex (PBI) in Kontroll- und Testgruppen von Studienbeginn zu den Nachuntersuchungen mittels Boxplots mit Mittelwert (Linie) und 1. bis 4. Quartile

Figure 4 Boxplot of changes in the papilla bleeding index (PBI) in the control and test groups from the beginning of the study to the follow-up examinations with mean (line) and first to fourth quartiles

givascores zu allen Zeitpunkten im Vergleich zu den jeweiligen Baseline-Werten signifikant. Anfänglich zeigte sich, dass differenzielle und traditionelle Lerntechniken zu einer ähnlichen Verbesserung in der Erwerbsphase führen. Während je-

doch beim differenziellen Lernen in der Retentionsphase meist weitere Verbesserungen zu erwarten sind, wurde bei traditionell trainierten Gruppen nur ein Leistungserhalt oder sogar eine Umkehrung in Richtung Ausgangsleistung be-

obachtet [12, 25, 26, 27]. Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit der vorliegenden Studie, in der durch differenzielles Lernen trainierte Kinder bzw. Eltern in der Retentionsphase (1. und 2. Follow-up) im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant besser abschnitten – auch nach weiteren 8 Wochen (zwischen dem ersten und zweiten Recall) mit dem gewohnten Zähneputzen ohne die Durchführung der bereitgestellten Übungen. Dies belegt die Wirksamkeit des differenziellen Lernens zur Optimierung des Zähneputzens sowohl kurzfristig als auch mittelfristig und deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien auch aus anderen Fachbereichen [8, 27].

Während dieser klinischen Studie konnte auch eine signifikante Verbesserung des PBI für beide Gruppen beobachtet werden. Gingivitis kann sich aufgrund von Plaqueansammlungen in den zervikalen Bereichen der Zähne innerhalb weniger Tage entwickeln und sich nach Plaqueentfernung jedoch auch zügig wieder verringern [27]. Daher kann der PBI als sekundärer und sehr robuster Parameter für die Mundhygiene angesehen werden. Die Entwicklung der Gingivitiscores folgt und bestätigt deutlich die Ergebnisse der Plaquescores in dieser Studie (**Abb. 3, Abb. 4**) und steht im Einklang mit einer anderen Studie zum Zähneputzen [8], wo die Übungen jedoch in der Schule trainiert und überwacht werden konnten.

Daher sollte wohl der Beitrag der Eltern beim Zähneputzen bei diesen recht jungen Kariesrisikokindern (3 bis 8 Jahre), bei denen zu Hause noch durch die Eltern nachgeputzt werden sollte, als einer der wichtigsten Faktoren angesehen werden. Da das Zähneputzen zu Hause erfolgt, ist es nicht möglich, den Prozess direkt zu verfolgen oder zu kontrollieren, ob, von wem und inwieweit die Übungen zu Hause tatsächlich durchgeführt wurden. Obwohl wir mittels der Stickerbögen versuchten sicherzustellen, dass die Anweisungen zu Hause befolgt werden, liegt dies außerhalb unseres Kenntnisstands. Da jedoch die Eltern in beiden Gruppen die Anweisungen erhielten, die Zähne ihrer Kinder auf die gleiche Weise zu putzen wie die Kinder selbst, kann sicherlich angenommen werden, dass die Wirkung

dieser Methode nicht nur für die Kinder, sondern insbesondere auch für deren Eltern gilt [9].

Die Bereitstellung von einfachen Anweisungen und Informationen für die Eltern an sich war also sehr nützlich und hilfreich, um das Zähneputzen für alle Kinder zu verbessern. Die Anwendung der differenziellen Lernmethode war jedoch klar erfolgreicher und erforderte zudem keine teuren oder komplizierten Fähigkeiten oder Materialien (**Tab. 1**). So wäre es also leicht möglich, diese Methode auch im Rahmen der Individualprophylaxe in Privatpraxen anzuwenden. Es könnte als spielerische Zahnputzlermethode dargestellt werden, die wirksam ist, Freude bereitet und im Grunde nicht mehr Aufwand bedeutet oder zusätzliche Zeit erfordert, und dafür müsste nur darüber aufgeklärt und ein entsprechendes Hinweisblatt mit Übungen mitgegeben werden.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass es bislang nur eine Studie gibt, die sich mit dem Zusammenhang des differenziellen Lernens beim Zähneputzen befasst [8], während die restlichen Studien die Auswirkungen des differenziellen Lernens auf verschiedene Bereiche (meist Themen rund um Sportübungen) behandeln [12, 25, 28]. Daher ist diese vorliegende Studie eine der ersten, die die Wirkung der Methodik des differenziellen Lernens auf die Mundhygiene (zu Hause, inklusive Nachputzen der Eltern) bei „Kariesrisikokindern“ mit sehr hohem Präventionsbedarf zeigt und bei der erstaunlicherweise für den Erfolg kaum eine direkte persönliche Anleitung notwendig war.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Methode des häuslichen differenziellen Lernens führt auch bei Kindern mit hohem Kariesrisiko und schlechter Mundhygiene zu deutlichen Mundhygieneverbesserungen. Die differenzielle Lernmethode war der konventionellen Lernmethode über Wiederholungen insbesondere aufgrund weiterer Verbesserungen in der Retentionsphase mittelfristig überlegen. Eine Implementierung des Konzepts des differenziellen Lernens in die Individualprophylaxe wäre günstig und einfach und wird daher nahegelegt.

Nichtsdestoweniger sind weitere größer angelegte Studien mit einem längeren Beobachtungszeitraum zu empfehlen, um die Wirksamkeit des häuslichen differenziellen Lernens auf die Mundgesundheit noch besser zu belegen.

KORRESPONDENZADRESSE

OA Dr. Julian Schmoeckel

ZZMK Universitätsmedizin Greifswald
Abteilung für Präventive Zahnmedizin und
Kinderzahnheilkunde

Walther-Rathenau-Str. 42

17475 Greifswald

julian.schmoeckel@uni-greifswald.de

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2436-3001>

Funding

Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Die Studie wurde nach ethischer Genehmigung durch die Ethikkommission der Universität Greifswald (Reg.-Nr. BB 031/21) und in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und folgte den CONSORT-Richtlinien. Es liegt von allen Studienteilnehmern oder deren Eltern/gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme vor.

Interessenkonflikt

L. Leghrouz, M.R. Khole, C.H. Splieth, J. Schmoeckel geben an, dass im Zusammenhang mit diesem Beitrag kein Interessenkonflikt besteht.

LITERATUR

1. Benjamin RM (2010) Oral health: the silent epidemic. *Public Health Rep* 125:158–159
2. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence (2018): Global, regional and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195

- countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Lond Engl* 392:1789–1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
3. Kaewkamnerdpong I, Krisdapong S (2018) The associations of school oral health-related environments with oral health behaviours and dental caries in children. *Caries Res* 52:166–175. <https://doi.org/10.1159/000485747>
 4. Munday P (2008) Delivering better oral health: an evidence-based toolkit for prevention. *Vital* 5:13–13. <https://doi.org/10.1038/vital731>
 5. Vallejos-Sánchez AA, Medina-Solis CE, Maupomé G, Casanova-Rosado JF, Minaya-Sánchez M, Villalobos-Rodelo JJ, Pontigo-Loyola AP (2008) Sociobehavioral factors influencing toothbrushing frequency among schoolchildren. *J Am Dent Assoc* 139:743–749. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0256>
 6. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege DAJ (2017) *Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016*. DAJ, Bonn
 7. Pujar P, Subbareddy VV (2013) Evaluation of the tooth brushing skills in children aged 6–12 years. *Eur Arch Paediatr Dent: Off J Eur Acad Paediatr Dent* 14:213–219. <https://doi.org/10.1007/s40368-013-0046-3>
 8. Pabel S-O, Freitag F, Hrasky V, Zapf A, Wiegand A (2018) Randomised controlled trial on differential learning of toothbrushing in 6- to 9-year-old children. *Clin Oral Investig* 22:2219–2228. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2313-x>
 9. Pabel S-O, Pabel A-K, Schmickler J, Schulz X, Wiegand A (2017) Impact of a differential learning approach on practical exam performance: a controlled study in a preclinical dental course. *J Dent Educ* 81:1108–1113. <https://doi.org/10.21815/JDE.017.066>
 10. Ogasawara T, Watanabe T, Kasahara H (1992) Readiness for toothbrushing of young children. *ASDC J Dent Child* 59:353–359
 11. Simmons S, Smith R, Gelbier S (1983) Effect of oral hygiene instruction on brushing skills in preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 11:193–198. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1983.tb01877.x>
 12. Schöllhorn W, Hegen P, Davids K (2012) The nonlinear nature of learning – a differential learning approach. *Open Sports Sci J* 5:100–112. <https://doi.org/10.2174/1875399X01205010100>
 13. Frank T, Michelbrink M, Beckmann H, Schöllhorn W (2008) A quantitative dynamical systems approach to differential learning: self-organization principle and order parameter equations. *Biol Cybern* 98:19–31. <https://doi.org/10.1007/s00422-007-0193-x>
 14. Schöllhorn WI, Mayer-Kress G, Newell KM, Michelbrink M (2009) Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Hum Mov Sci* 28:319–333. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.10.005>
 15. WMA – The World Medical Association-Declaration of Helsinki 2008. <https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/declaration-of-helsinki/doh-oct2008/>. Zugriffen: 26. Apr. 2022
 16. Saxer UP, Mühlemann HR (1975) Motivation and education. *Schweiz Monatsschrift Zahnheilkd Rev Mens Suisse Odonto-Stomatol* 85:905–919
 17. Turesky S, Gilmore ND, Glickman I (1970) Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *J Periodontol* 41:41–43. <https://doi.org/10.1902/jop.1970.41.41.41>
 18. Van Palenstein Helderma WH, Kyaing MM, Aung MT, Soe W, Rosema NAM, van der Weijden GA, van't Hof MA (2006) Plaque removal by young children using old and new toothbrushes. *J Dent Res* 85:1138–1142. <https://doi.org/10.1177/154405910608501214>
 19. Takahashi N, Nyvad B (2008) Caries ecology revisited: microbial dynamics and the caries process. *Caries Res* 42:409–418. <https://doi.org/10.1159/000159604>
 20. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB (2007) Dental caries. *Lancet Lond Engl* 369:51–59. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60031-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60031-2)
 21. Splieth CH, Santamaria RM, Basner R, Schüler E, Schmoeckel J (2019) 40-year longitudinal caries development in German adolescents in the light of new caries measures. *Caries Res* 53:609–616. <https://doi.org/10.1159/000501263>
 22. Schmoeckel J, Santamaria RM, Basner R, Schankath E, Splieth CH (2021) Oral health trends in children: results from the epidemiological surveys accompanying group prophylaxis in Germany. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 64:772–781. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03341-w>
 23. Taschner M, Rumi K, Master AS, Wei J, Strate J, Pelka M (2012) Comparing efficacy of plaque removal using professionally applied manual and power toothbrushes in 4- to 7-year-old children. *Pediatr Dent* 34:61–65
 24. Sedgwick P, Greenwood N (2015) Understanding the Hawthorne effect. *BMJ* 351:h4672. <https://doi.org/10.1136/bmj.h4672>
 25. Schöllhorn WI, Humpert V, Oelenberg M, Michelbrink M, Beckmann H (2008) Differenzielles und mentales Training im Tennis. *Leistungssport* 38:10–14
 26. Serrien B, Tassignon B, Baeyens J-P, Clijssen R (2018) A critical review on the theoretical framework of differential motor learning and meta-analytic review on the empirical evidence of differential motor learning. <https://doi.org/10.31236/osf.io/6jqeg>
 27. Loe H, Theilade E, Jensen SB (1965) Experimental gingivitis in man. *J Periodontol* 36:177–187. <https://doi.org/10.1902/jop.1965.36.3.177>
 28. Beckmann H, Schöllhorn WI (2006): Differenzielles Lernen im Kugelstoßen. *Leistungssport* 36:44–50