

# **Untersuchung zum Einfluss von schwerer Karies und Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation im Hinblick auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med. dent.

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von: Sarra Altner (geb. Boukhobza)  
Geburtsdatum: 04.11.1992

angefertigt an der: Universitätszahnmedizin Leipzig,  
Poliklinik für Kinderzahnheilkunde und Primärprophylaxe

Betreuer: Prof. Dr. Christian Hirsch, M. Sc.

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 22.11.2022

# Inhaltsverzeichnis

1. Einführung .....	1
1.1 Allgemeine Angaben zum Krankheitsbild von Karies und Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) .....	1
1.1.2 Ätiologie, klinisches Erscheinungsbild und Klassifizierung von Karies.....	2
1.1.3 Ätiologie, klinisches Erscheinungsbild und Klassifizierung der MIH.....	4
1.2 Einfluss von Karies und MIH auf die MLQ von Kindern.....	6
1.2.1 Messinstrumente für MLQ.....	6
1.2.2 Einfluss der Karies auf die MLQ von Kindern .....	8
1.2.3 Einfluss der MIH auf die MLQ von Kindern .....	10
1.3 Therapiemethoden von Karies und MIH.....	11
1.3.1 Therapie von Karies .....	11
1.3.2 Therapie von MIH .....	12
1.4 Ziel der Studie .....	14
2. Publikationsmanuskript .....	16
3. Zusammenfassung.....	28
4. Literaturverzeichnis.....	31
5. Anlagen .....	40

## **1. Einführung**

### **1.1 Allgemeine Angaben zum Krankheitsbild von Karies und Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH)**

#### **1.1.1 Prävalenz und epidemiologische Bedeutung von Karies und MIH**

Karies ist weltweit die häufigste chronische Kinderkrankheit, besonders in weniger entwickelten Ländern liegt die Morbidität bei Kindern und Jugendlichen zum Teil bei fast 90% (Kazeminia et al. 2020). In Europa ist die Prävalenz zwar deutlich niedriger, dennoch sind auch hier mehr als 50% der Kinder betroffen (Kassebaum et al. 2015, Jin et al. 2016). In Deutschland konnte in den vergangenen 30 Jahren ein massiver Kariesrückgang in allen Altersgruppen beobachtet werden. Die Daten der fünften deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) zeigten hier eine Reduzierung der DMFT-Werte (kariöse, fehlende und gefüllte Zähne) bei den 12-Jährigen um etwa 75% (Jordan und Micheelis 2016). Dennoch konnte in dieser Altersgruppe nach wie vor bei jedem fünften Kind eine Karies festgestellt werden (Pieper et al. 2013, Kassebaum et al. 2015, Jordan und Micheelis 2016). Die Kariesverteilung unterliegt starken sozioökonomischen und sozialen Schwankungen (Reisine und Psoter 2001, Schwendicke et al. 2015). Zahlreiche nationale und internationale Publikationen belegen, dass die Kariesinzidenz bei Kindern aus sozial schwächeren Haushalten weiterhin sehr viel höher ist, als bei Mädchen und Jungen privilegierterer sozialer Schichten (Miura et al. 1997, Engelman et al. 2016).

Der positive Trend, der in Deutschland beim Rückgang der Karies beobachtet werden konnte, ist in einem Paradigmenwechsel von einer restaurativen zu einer eher präventionsorientierten Zahnheilkunde zu sehen. Das Fundament dieses Erfolges bildet eine Novellierung der Sozialgesetzgebung vor über 30 Jahren (Sozialgesetzbuch 1989). Zu den darin festgeschriebenen Präventionsmethoden gehört die Verwendung von Fluoriden in Zahnpasten und Trinkwasser, fluoridiertes Kochsalz und regelmäßige zahnärztliche Untersuchungen in Schulen und Kindergärten. Auf zahnärztlicher Ebene umfassen die Strategien zur Kariesbekämpfung regelmäßige Prophylaxesitzungen, Ernährungs- und Mundhygieneinstruktionen sowie die Verwendung von Fluoridgelen.

Trotz einer Vielzahl an Möglichkeiten zur Prävention ist die Karies weiterhin ein Problem, das nicht nur die orale Gesundheit der Kinder einschränkt, sondern auch ihre Lebensqualität massiv beeinträchtigt.

Neben der Karies ist in den letzten Jahren ein anderes Krankheitsbild in der pädiatrischen Zahnheilkunde zunehmend in den Fokus gerückt: die Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH). Aufgrund der weltweit hohen Prävalenz und der massiven Beeinträchtigung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ) der betroffenen Kinder hat diese Strukturstörung einen nahezu ebenso großen Stellenwert wie die Karies. Die MIH zählt zu den qualitativen Schmelzdefekten und ist nach Weerheijm et al. (2001) als Hypomineralisation systemischer Ursache von einem, oder mehreren ersten bleibenden Molaren (First Permanent Molars, FPM) und/oder Inzisiven, definiert. Die geschädigten Zähne weisen gelbe bis braune Trübungen bis hin zu posteruptiven Zahnschmelzeinbrüchen auf (Almuallem und Busuttill-Naudi 2018). Die Prävalenz von MIH variiert in den verschiedenen Ländern der Welt sehr stark. Die Werte schwanken zwischen 1% und 40% (Schwendicke et al. 2018, Zhao et al. 2018), was allerdings auch auf große Unterschiede bei der Erhebung der Daten zurückzuführen ist. Die deutschlandweiten Untersuchungen belegen, dass hierzulande etwa jedes zehnte Kind von einer MIH betroffen ist (Petrou 2013, Petrou et al. 2014, Amend et al. 2021). Die Daten der DMS V bestätigen dies, wobei in der Gruppe der 12-Jährigen, laut der oben genannten Untersuchung, sogar fast 30% betroffen sind (Jordan und Micheelis 2016). Damit hat dieses Krankheitsbild die Karies als häufigste Erkrankung der Zähne von Kindern dieser Altersgruppe überholt, was den außerordentlichen Stellenwert der MIH in der Kinderzahnheilkunde und die zahlreiche Forschung auf diesem Gebiet erklärt (Schwendicke et al. 2018).

### **1.1.2 Ätiologie, klinisches Erscheinungsbild und Klassifizierung von Karies**

Karies ist die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanz. Im Jahre 1882 entwickelte Willoughby Dayton Miller die chemoparasitäre Kariestheorie, die als Meilenstein für die Pathogenese der Karies anzusehen ist (Miller 1890). Für die Entstehung einer kariösen Läsion sind jedoch mehrere, voneinander abhängige Faktoren notwendig. Laut Keyes

sind dies: Substrat, Mikroorganismen und Wirtsfaktoren (Keyes 1962). Nur wenige Jahre danach fügte König diesem Modell den Faktor Zeit hinzu (König 1971). Grundsätzlich stehen die Prozesse der Demineralisation und Remineralisation der Zahnhartsubstanz im Gleichgewicht. Ein Überschuss an organischen Säuren führt zu einem Ungleichgewicht, wodurch Demineralisationen überwiegen und eine Karies entsteht. Das klinische Erscheinungsbild von kariösen Läsionen ist je nach Schweregrad unterschiedlich (Reich et al. 1999). Initialläsionen oder sogenannte ‚White spots‘ sind weiße Entkalkungen an Kariesprädispositionsstellen, die meist Fissuren, Grübchen oder Approximalkontakte betreffen (Zero et al. 1999). Ein Fortschreiten der Demineralisation kann durch Verlust von Zahnhartsubstanz zur Kavitation der Initialläsion führen. Die Kriterien der World Health Organisation (WHO) beschreiben eine Karies durch Vorhandensein oder Abwesenheit einer Kavitation (Selwitz et al. 2007). Liegt keine Kavitation vor, so ist laut der Kriterien der Zahn bzw. die Zahnfläche als gesund zu betrachten (Campus et al. 2019). Die Verwendung der WHO-Kriterien für die Kariesklassifizierung sind zwar aufgrund der weltweiten Akzeptanz und Anwendbarkeit von Vorteil, jedoch sollte die genauere Erfassung und Kategorisierung von nicht-kavitierten Läsionen berücksichtigt werden. Die Notwendigkeit eines evidenzbasierten Systems, das eine standardisierte Karieserkennung und -diagnose in unterschiedlichen Umgebungen und Situationen ermöglicht, führte zur Entwicklung des Internationalen Karieserkennungs- und Bewertungssystems (ICDAS) (Ismail et al. 2007, Pitts et al. 2013). ICDAS I wurde im Jahr 2002 entwickelt und nach einigen Anpassungen im Jahre 2005 in ICDAS II umgewandelt und erneut veröffentlicht. Mit dieser Klassifizierung können kariöse Veränderungen an Okklusal- und Glattflächen der Zähne, Restaurationen sowie Versiegelungen differenziert werden. Bei Vorhandensein einer Karies kann diese in sechs Schweregradkategorien unterteilt werden, die von initialen visuellen Veränderungen bis hin zu großflächigen Kavitationen reicht (Gugnani et al. 2011). Bereits einige Jahre später begann die *American Dental Association* (ADA) mit der Entwicklung einer eigenen Klassifikation, die den Anspruch hatte, nicht nur in der klinischen Praxis von Nutzen zu sein, sondern auch gleichzeitig aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigen sollte (Young et al. 2015). Das

Bewertungssystem der ADA beurteilt jede Oberfläche der Zähne basierend auf folgenden Kriterien: Zahnoberfläche, Vorhandensein oder Fehlen einer Kariesläsion, Ausmaß der Veränderung und Einschätzung der Läsionsaktivität. Es werden drei verschiedene Schweregrade einer Karies unterschieden: Initiale kariöse Läsionen beschränken sich auf den Schmelz oder die äußerste Dentinschicht auf der Wurzeloberfläche. Das klinische Erscheinungsbild umfasst eine weißlich bis bräunliche Veränderung der Zahnhartsubstanz. Diese anfänglichen Läsionen sind nicht kavitiert und können durch Fluoridierungen oder andere remineralisierende Therapien aufgehalten werden. Hält die Demineralisation an, so kommt es zu einer tieferen Kavitation, die schließlich die Schmelz-Dentin-Grenze überschreitet. Diese Art der Läsion wird als *caries media* eingestuft. Obwohl die Grübchen und Fissuren intakt erscheinen können, lässt sich eine Dentinbeteiligung oft durch einen dunkelgrauen Schatten oder eine durch den Schmelz sichtbare Transluzenz erkennen. Wird keine konservierende Behandlung durchgeführt, kann das Fortschreiten der Karies zu einer pulpanahen Läsion führen (*caries profunda*). Klinisch ist hierbei eine deutliche Kavitation ersichtlich, bei der das Dentin freigelegt ist.

### **1.1.3 Ätiologie, klinisches Erscheinungsbild und Klassifizierung der MIH**

Auf der 6. Jahrestagung der *European Academy of Pediatric Dentistry* wurde der Begriff „Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation“ erstmals eingeführt, um das klinische Erscheinungsbild einer systemisch bedingten Schmelzhypomineralisation zu beschreiben. Betroffen sind ein oder mehrere erste bleibende Molaren mit oder ohne Beteiligung von permanenten Schneidezähnen (Weerheijm et al. 2003). Die Ursache ist ein Mangel an Kalzium- und Phosphat in der von den Ameloblasten gebildeten Matrix (Onat und Tosun 2013). Die Amelogenese der Sechs-Jahres-Molaren findet in der Regel zwischen dem achten Schwangerschaftsmonat bis zum vierten Lebensjahr statt (Teaford et al. 2007). Etwa zeitgleich werden auch die bleibenden Schneidezähne gebildet (dritter Monat bis zum fünften Lebensjahr). Die Mineralisationsstörung tritt demnach in dieser Entwicklungsperiode auf, jedoch ist die genaue Pathogenese und Ätiologie der MIH immer noch unbekannt (Silva et al. 2016). Eine Reihe von prä-, peri- und postnatalen Faktoren, wie z. B. Antibiotikaeinnahme, fieberhafte Erkrankungen

und Vitamin D-Mangel wurden diskutiert und experimentell oder retrospektiv überprüft. Bisher konnte kein monokausaler Zusammenhang zwischen einer potentiellen Noxe und der Hypomineralisation der betroffenen Zähne festgestellt werden. Es ist davon auszugehen, dass jegliche Art von systemischem Stress ab einer gewissen Intensität in der perinatalen Phase die Aktivität der Ameloblasten während der Sekretions- und/oder Reifungsphase potentiell stören kann. Der Schmelz ist bei den betroffenen Zähnen nicht vollständig mineralisiert, was zu einem überempfindlichen Zahn mit geringer Widerstandskraft führt (Lygidakis et al. 2008). Die Störung kann lokal begrenzt sein oder sich über die gesamte Oberfläche der Zahnkrone ausdehnen, wobei die weißen bis bräunlichen Opazitäten immer eine scharfe Abgrenzung zwischen dem betroffenen und dem gesunden Zahnschmelz aufweisen. Aufgrund der Porosität des strukturgestörten Zahnschmelzes ist dieser mechanisch weniger resistent und kann durch die auftretenden Kräfte beim Kauen leicht abplatzen (Lygidakis et al. 2010).

Die von MIH betroffenen Zähne zeigen klinisch eine erhebliche Varianz in der Ausprägung der Symptome und im Erscheinungsbild. Um die Schweregrade der betroffenen Zähne zu differenzieren, entwickelten Wetzell und Reckel bereits 1991 ein Klassifikationssystem, das im deutschsprachigen Raum lange Zeit sehr gebräuchlich war. Dieses unterteilt die hypomineralisierten Zähne in drei Schweregrade: Schweregrad I beschreibt einzelne Schmelzareale mit weißlich bis bräunliche Verfärbungen an den Kauflächen bzw. Höckerspitzen oder an den Vestibulärflächen von Schneidezähnen. Im Schweregrad II ist fast die gesamte Zahnkrone betroffen. Die Farbe des Zahnschmelzes ist überwiegend gelbbraun und es besteht die Gefahr einer Schmelzfraktur. Im Gegensatz zu Schweregrad I können die betroffenen Zähne hypersensibel sein. Zähne mit geschädigtem Zahnschmelz sind dem Schweregrad III zuzuordnen. Der gesamte Zahnbereich weist in diesem Fall große, gelb-bräunliche Bereiche auf und die Zähne reagieren kälteempfindlich (Wetzell und Reckel 1991). In Anlehnung an die Klassifikation von Wetzell et al. publizierten Mathu-Muju und Wright (2006) ein Schema, das die MIH-Zähne ebenfalls in drei Schweregrade einteilt: *mild*, *moderate* und *severe*. Dieser Index ist mittlerweile im angloamerikanischen

Sprachraum sehr verbreitet und findet bei zahlreichen Publikationen Anwendung (Mathu-Muju und Wright 2006). Ein weiteres, international sehr gebräuchliches System zur Klassifikation von MIH-betroffenen Zähnen wurde 2010 von Lygidakis et al. (2010) veröffentlicht. Hier werden die strukturgestörten Zähne lediglich in zwei Schweregrade eingeteilt, nämlich in *mild* und *severe*. Kommen nur Farbveränderungen des Zahnschmelzes vor und ist der Zahn sonst intakt, so handelt es sich um eine milde Ausprägung. Bei der schweren Form sind die betroffenen Zähne hypomineralisiert und weisen einen posteruptiven Schmelzverlust und Veränderungen der Zahnmorphologie auf.

Bei den beschriebenen Klassifikationen wird das Vorhandensein von Hypersensibilitäten nicht berücksichtigt. Generell fehlte zudem ein standardisiertes Bewertungskriterium, das Defektgröße und Überempfindlichkeit an den einzelnen Zähnen berücksichtigt und eine Behandlungsempfehlung vorschlägt. Ein solcher Index kann dann sowohl für epidemiologische Studien zur Datenerhebung, als auch zur Zustandsbeurteilung und Behandlungsplanung verwendet werden. Während der Frühjahrstagung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde in Würzburg im Jahr 2016, traf sich eine internationale Arbeitsgruppe, um eine Klassifikation zu erarbeiten, die diese unterschiedlichen Funktionen erfüllt. So entstand der sogenannte MIH-Treatment-Need-Index (MIH-TNI) zur Klassifizierung und Therapiefindung von hypomineralisierten Zähnen (Bekes und Steffen 2016). Der MIH-TNI differenziert die erkrankten Zähne nach dem Vorhandensein von Schmelzdefekten und deren Ausmaß sowie dem Auftreten von Hypersensibilitäten. Insgesamt entstehen so acht Schweregradtypen, denen jeweils eine Therapieempfehlung zugeordnet wird.

## **1.2 Einfluss von Karies und MIH auf die MLQ von Kindern**

### **1.2.1 Messinstrumente für MLQ**

Die Forschung im Bereich der MLQ hat vor etwa zwei Jahrzehnten begonnen und ist mittlerweile ein etabliertes Studienfach mit zahlreichen Publikationen (John et al. 2004,



Mehta und Kaur 2011). Frühere Methoden zur Messung der Mundgesundheit verwendeten hauptsächlich klinische, zahnmedizinische Indizes und konzentrierten sich nur auf das Vorhandensein oder die Abwesenheit von oralen Erkrankungen. Dies gab jedoch keinerlei Hinweise oder Informationen über das orale Wohlbefinden des Menschen. Aus diesem Grund wurden Bewertungskriterien zur Erfassung der Lebensqualität entwickelt, die sowohl physische, als auch psychosoziale Aspekte verschiedener Krankheiten und Behandlungen auf die Mundgesundheit evaluieren sollen (Skaret et al. 2004, Locker und Quiñonez 2011). Das Ausmaß der Beeinträchtigung des Wohlbefindens durch orale Erkrankungen, sowie der Einfluss von zahnärztlichen Versorgungen wird hierdurch vergleichbar. Das zunehmende Interesse an diesem multidimensionalen Konzept der Mundgesundheit hat zur Entwicklung zahlreicher Theorien und Messinstrumente geführt. Diese wurden zunächst überwiegend für Erwachsene konzipiert. Mittlerweile, gibt es aber auch einige Fragebögen, die eine Bestimmung der MLQ bei Kindern und Jugendlichen erlauben: das Child-Perceptions-Questionnaire (CPQ) (Jokovic et al. 2004, Jokovic et al. 2006), der Child-Oral-Impacts-on-Daily-Performances-Index (C-OIDP) (Gherunpong et al. 2004), das Child-Oral-Health-Impact-Profile (COHIP) (Broder und Wilson-Genderson 2007), die Early-Child-Oral-Health-Impact-Scale (ECOHIS) (Pahel et al. 2007) und die Scale of Oral Health Outcomes for 5-Year-old Children (SOHO-5) (Tsakos et al. 2012).

Der ECOHIS und CPQ sind die verbreitetsten Fragebögen zur Messung der MLQ bei Heranwachsenden. Zur Bewertung oraler Beeinträchtigungen auf die Lebensqualität von Kindern im Alter von 0-5 Jahren und ihren Familien, wurde der ECOHIS-Fragebogen konzipiert. Aufgrund des Alters dieser Probanden wird der Fragebogen stellvertretend von den Eltern ausgefüllt, da diese Kinder in der Regel noch nicht lesen können und oft Schwierigkeiten haben die Fragen zu verstehen und angemessen zu beantworten. Das Selbstkonzept und die Gesundheitskenntnisse von Kindern sind altersabhängig und das Ergebnis einer kontinuierlichen kognitiven, emotionalen, sozialen und sprachlichen Entwicklung. Gemäß der Entwicklungspsychologie für Kinder beginnt mit ungefähr sechs Jahren das abstrakte Denken (Dumontheil 2014). Alle

anderen Fragebögen zur Erhebung der MLQ können aufgrund der unterschiedlichen Altersklasse von den Teilnehmern selbst ausgefüllt werden.

Für diese Dissertation wurde als Messinstrument der CPQ-G8-10 verwendet, der von Bekes et al. (2021) übersetzt und validiert wurde. Mit diesem Fragebogen werden insgesamt vier verschiedene Dimensionen untersucht, die folgende Unterkategorien beinhalten: ‚orale Symptome‘, ‚funktionale Einschränkungen‘ sowie ‚emotionales und soziales Wohlbefinden‘. Die 25 Fragen des CPQ werden auf einer Skala von 0 bis 4 bewertet, sodass am Ende ein Summenwert von 0 bis 100 entsteht. Das Messinstrument wurde bereits in weitere Sprachen übersetzt, validiert und als klinisch geeignet befunden.

### **1.2.2 Einfluss der Karies auf die MLQ von Kindern**

Trotz Fortschritten bei der Prävention ist die Kariesprävalenz bei Kindern und Jugendlichen immer noch hoch (Anil und Anand 2017). Karies kommt im Kindesalter fünfmal häufiger vor als Asthma Bronchiale, siebenmal häufiger als allergische Rhinitis und vierzehnmal häufiger als chronische Bronchitis (Selwitz et al. 2007). Obwohl sich Karies nachteilig auf die allgemeine Gesundheit und das Wohlbefinden der Heranwachsenden auswirken kann, haben bisher nur wenige Studien die Folgen dieser Erkrankung auf die Lebensqualität der Kinder im Schulalter untersucht. Zu den bekannten negativen Auswirkungen der Karies gehören Kauprobleme, verminderter Appetit, Gewichtsverlust, Schlafstörungen und Verhaltensänderungen (Acs et al. 1992, Souza et al. 2018).

Sowohl kariöse Milch- als auch bleibende Zähne können die Lebensqualität von Kindern erheblich mindern, wobei hier große qualitative Unterschiede bestehen (Michaelis et al. 2021). Wenngleich die Milchzähne nur temporär im Mund verbleiben, sind sie aus verschiedenen Gründen wichtig: als Orientierungshilfe für die durchbrechenden bleibenden Zähne und zur korrekten Entwicklung der Sprache. Ferner kann ein vorzeitiger Verlust eines Milchzahnes einen Platzmangel im bleibenden Gebiss zur Folge haben, aus der möglicherweise eine komplexe kieferorthopädische Therapie resultiert.

Bei beiden Dentitionen führt eine unbehandelte Karies, ab einer gewissen Größe der Läsion, zu Komplikationen. Pulpaschmerzen sind in der Regel das erste klinische Anzeichen einer Pathologie der unbehandelten Karies. Eine anhaltende Entzündung des Endodonts verursacht Schmerzen und führt schließlich zu einer vollständigen Zerstörung des Zahnnerven und einer periapikalen Entzündung (Estrela et al. 2011). Die Zähne reagieren dementsprechend empfindlicher auf mechanische und thermische Reize sowie Belastungen, wodurch die Kinder ihre Essgewohnheiten anpassen und gewisse Nahrungsmittel vermeiden (Khanh et al. 2015). Dies führt oft zu einem Wechsel auf weiche und verarbeitete Nahrungsmittel. Diese Lebensmittel sind in der Regel kariogener und haben einen geringen Nährwert, was das Fortschreiten der Karies und die anschließende Zunahme des Verzehrs weicher Lebensmittel indirekt verstärkt. Ein weiterer negativer Aspekt dieser Lebensmittel ist ihre passive Wirkung auf das Wachstum und die Entwicklung der Kinder (Gilchrist et al. 2015). Dies kann zu einer ausgeprägten Mangelernährung führen, die sich negativ auf die körperliche und geistige Entwicklung des Kindes auswirkt (Sheetal et al. 2013).

Leider sind die oralen und funktionalen Konsequenzen der Karies nicht die einzigen Folgen dieser Erkrankung. Zahlreiche Studien belegen, dass es eine nichtbehandelte Karies erhebliche Auswirkungen auf das emotionale und soziale Wohlbefinden der Mädchen und Jungen ausübt. Dies lässt sich durch die Beeinträchtigung des Selbstwertgefühls der Kinder aufgrund von verändertem und gestörtem Kauen, Sprechen und sozialem Auftreten erklären (Kaur et al. 2017, Eid et al. 2020). Pourat und Nicholson (2009) zeigten, dass Kinder mit unbehandelter Karies eine höhere Schulabwesenheitsquote aufwiesen sowie Schwierigkeiten bei der Erledigung von Schularbeiten hatten. Diese Aspekte stehen möglicherweise in direktem Zusammenhang mit Schlafproblemen aufgrund von schmerzhaften kariösen Läsionen. Diese und andere Studien weckten das Interesse an den Auswirkungen von Karies und dem Einfluss auf das Wachstum von Kindern und Jugendlichen.

### **1.2.3 Einfluss der MIH auf die MLQ von Kindern**

Die poröse Beschaffenheit des MIH-Schmelzes und posteruptive Schmelzverluste führen zu Überempfindlichkeit und Schmerzen, die häufig die Hauptbeschwerden der Patienten sind und die Lebensqualität beeinträchtigen können (Bekes et al. 2021). Das Ausmaß der Beschwerden ist, wie bei der Karies, abhängig vom Schweregrad der Strukturstörung. Je mehr Zähne im Gebiss eines Kindes betroffen und je stärker die einzelnen Zähne geschädigt sind, umso schwerer beeinträchtigt dies das Wohlbefinden der Patienten (Ebel et al. 2018, Joshi et al. 2022). Die Hypersensibilität kann auch zu Problemen bei der Mundhygiene führen, da die Kinder aufgrund der Empfindlichkeit das Zähneputzen vernachlässigen, was eine vermehrte Plaquebildung begünstigt (Ebel et al. 2018). Die Behandlung dieser Zähne stellt für die meisten Zahnärzte eine große Herausforderung dar, da es in der Regel aufgrund der schlechten Anästhesierbarkeit zu Misserfolgen bei Restaurationen und Zahnextraktionen kommt. Der hypomineralisierte Zahnschmelz reduziert die isolatorischen Eigenschaften der Zahnoberfläche, weshalb die Pulpa nicht ausreichend vor externen thermischen Reizen geschützt ist. Infolgedessen reagiert der Zahn überempfindlich auf heiße und kalte Speisen und Getränke. Diese chronische Belastung kann zu einer Entzündungsreaktion innerhalb der Pulpa führen. Bei schweren Verlaufsformen kommt es zu einer pH-Absenkung des periapikalen Gewebes. Das Pulpagewebe wird hyperreaktiv und kann bei bereits geringer Stimulation stark gereizt werden (Rodd et al. 2007). Die klinische Konsequenz ist ein hypersensibler Zahn, der selbst bei einer Erhöhung der Lokalanästhesiedosis nur schwer zu betäuben ist. Zur effizienten Behandlung von MIH-Zähnen kann deshalb adjuvant ein Analgetikum verschrieben werden, um Schmerzen zu verringern (Bekes 2020).

Bei stark betroffenen Frontzähnen steht vor allem die eingeschränkte Ästhetik im Vordergrund. Die weiß bis bräunlichen Verfärbungen können negative soziale Reaktionen hervorrufen, wodurch psychische Belastungen und Einschränkungen des Selbstbewusstseins bei den Betroffenen entstehen können (Scheffel et al. 2014).

## **1.3 Therapiemethoden von Karies und MIH**

### **1.3.1 Therapie von Karies**

Der Erhalt der Milchzähne hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung des Kiefergelenks, den Durchbruch und Anordnung der bleibenden Zähne, die Aussprache und die kognitive Entwicklung der Kinder (de Castro et al. 2017). Die Kariestherapie im Milchgebiss ist die häufigste Behandlung in der Kinderzahnheilkunde, wofür eine breite Palette von Materialien und Techniken zur Verfügung steht. Kompomere, Komposite, Glasionomerzemente und Stahlkronen gehören hierbei zu den am meisten verwendeten Materialien (Çolak et al. 2013). Seit 2018 darf aufgrund der EU-Quecksilberverordnung kein Amalgam bei Kindern und Jugendlichen unter 15 Jahren sowie bei Schwangeren und Stillenden verwendet werden. Somit ist die Füllungstherapie mit Amalgam im Milchzahngewebis kontraindiziert (Raff 2018). Die Langlebigkeit der Restauration hängt grundsätzlich von einer Reihe von Faktoren ab, die mit klinischen Variablen, den Eigenschaften der zahnmedizinischen Materialien und den Fähigkeiten des Anwenders zusammenhängen. Glasionomerzemente weisen eine minimale Schrumpfung und gute Beständigkeit gegen Mikroleakage auf, jedoch sind sie ästhetisch weniger ansprechend und mechanisch weniger belastbar als Kompomere bzw. Komposite. Sie eignen sich somit gut für provisorische Versorgungen und bei der Behandlung von Patienten mit Kooperationschwierigkeiten, da die Verarbeitung weniger komplex ist als bei adhäsiven Werkstoffen. Auf eine absolute Trockenlegung, die gerade bei kleinen Kindern schwierig zu erzielen ist, kann bei Glasionomerzementen verzichtet werden (Chadwick und Evans 2007).

Kompomere, die Mitte der 1990er Jahre in die Zahnmedizin eingeführt wurden, sind Kunststoffe auf Acrylatbasis (Krämer und Frankenberger 2016). Sie sind das gängigste Material für die Füllungstherapie im Milchzahngewebis. Der Werkstoff bietet eine gute Ästhetik und weist ein stabiles Abrasionsverhalten und geringe Schrumpfung auf. Die physikalischen Eigenschaften der Kompomere sind generell etwas reduzierter als die von Kompositen, jedoch zeigen sie bessere Resultate als Glasionomerzemente (Qvist et al. 2004). Komposite sind hochästhetisch, bruch- und abrasionsfest (Villarreal et al.

2011). Im Gegensatz zu anderen Materialien ist die Verarbeitung von Kompositen aufwändiger und erfordert eine absolute Trockenlegung, wodurch der Einsatz in der Kinderzahnheilkunde eingeschränkt und nur bei guter Kooperation möglich ist (Çolak et al. 2013).

Bei fortgeschrittenen kariösen Läsionen mit Pulpabeteiligung ist meist eine endodontische Intervention notwendig. Abhängig vom Ausmaß der Nervenschädigung kommen unterschiedliche Techniken zum Erhalt des Zahnes zur Anwendung. Bei der Pulpotomie wird nur der pathologisch veränderte Anteil (koronale Pulpa oder ein Teil der Wurzelpulpa) des Organs entfernt und die gesunde Wurzelpulpa mit einem Wundverband erhalten (Naik und Hegde 2005). Dieser Bereich wird dadurch von der äußeren Umgebung isoliert, so dass der Zahn im Wurzelbereich seine Vitalität beibehalten kann. Ist eine Blutstillung während der Pulpotomie nicht möglich oder handelt es sich um eine nekrotische Pulpa, so ist eine Pulpektomie indiziert (Ahmed 2014). Die Pulpa wird bei der Pulpektomie vollständig (Kronen- und Wurzelpulpa) entfernt und der Wurzelkanal erweitert, um anschließend mit einem resorbierbaren Wurzelfüllmaterial gefüllt zu werden. Nach einer endodontischen Therapie oder bei mehrflächigem Substanzverlust sollte eine Stahlkrone eingesetzt werden (Seale 2002, Malekzadeh Shafaroudi et al. 2021). Hierbei wird der ganze Zahn überkrönt, um die Zahnform wiederherzustellen und die Frakturgefahr zu verringern.

### **1.3.2 Therapie von MIH**

Die Behandlung von MIH ist eine Herausforderung, da das klinische Erscheinungsbild und der individuelle Behandlungsbedarf sehr unterschiedlich sind. Es steht ein breites Spektrum an Therapieoptionen zur Verfügung, das von der Prävention von Schmelzverlusten über Desensibilisierungsstrategien bis hin zu restaurativen Behandlungen reicht. Auch die Extraktion eines stark geschädigten Zahnes muss in Einzelfällen erwogen werden, was in der Regel weitere prothetische, chirurgische oder orthodontische Maßnahmen zur Folge hat. (Mathu-Muju und Wright 2006, Jälevik und Möller 2007, Lygidakis 2010).

Grundsätzlich stehen zur Defektversorgung der MIH-geschädigten Zähne dieselben Füllungswerkstoffe wie bei kariösen Zähnen zur Verfügung. Aufgrund der reduzierten mechanischen Eigenschaften der porösen Schmelzareale und des geringeren adhäsiven Verbundes zum Zahnschmelz gibt es jedoch einige Unterschiede. Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass Amalgamrestaurationen bei MIH-Molaren hohe Misserfolgsraten aufweisen. Amalgam ist ein nicht-adhäsives Material und seine Verwendung in atypisch geformten MIH-Kavitäten ist kontraindiziert (Kotsanos et al. 2005). Darüber hinaus könnte die fehlende Haftung und die Notwendigkeit einer retentiven Kavität den bestehenden Substanzdefekte durch die Präparation und weiteren Schmelzverlust verschlimmern. Adhäsive Restaurationen oder Versiegelungen scheinen besser geeignet zu sein, jedoch ist der Schmelzverbund bei MIH-Zähnen nachweislich schlechter im Vergleich zu gesundem Schmelz, was zu einer geringeren Haftfestigkeit der Füllung führt (Lygidakis et al. 2009, Krämer et al. 2018). Bei Vorhandensein von posteruptiven Schmelzverlusten oder gar kariösen Läsionen bei MIH-Zähnen scheint Komposit das am besten geeigneten Material zu sein, da es keine retentive Präparation benötigt. Es gibt Studien die belegen, dass selbstständige Adhäsivsysteme, im Vergleich zu anderen Haftvermittlern mit Ätztvorgang, ähnliche oder sogar bessere Haftungsergebnisse auf MIH-Schmelz erzielen. Dies sollte angesichts der einfacheren Anwendung und des Wegfalls von Ätz- und Spülvorgängen, die während der Behandlung Schmerzen verursachen können, in Betracht gezogen werden (Sönmez und Saat 2017, Lagarde et al. 2020).

Glasionomerelemente können zur provisorischen Versorgung von MIH-Zähnen verwendet werden, z. B. bei erschwerter Trockenlegung während des Zahndurchbruchs (Fragelli et al. 2015, Mendonça et al. 2020). Die langfristige Retention dieser Restaurationen ist aufgrund der geringen Abnutzungs- und Frakturresistenz begrenzt. Letzteres ist besonders bei der Versorgung von Höckern oder Randleisten relevant, wie es bei von MIH betroffenen Zähnen häufig der Fall ist. Bei schwerer und ausgeprägter MIH mit starken Hypersensibilitäten könnte gegebenenfalls auch die Zahnextraktion eine Option sein. Die Extraktion eines Sechsjahrmolaren führt nicht zwangsläufig zu weiteren zahnmedizinischen

Maßnahmen. Einige Studien haben gezeigt, dass ein anschließender spontaner Lückenschluss durch aufrückende zweite und dritte Molaren zu zufriedenstellenden Ergebnissen führt, wobei die Prognose im Oberkiefer besser ist als im Unterkiefer (Jälevik und Möller 2007, Baroni et al. 2019). Der Erfolg eines spontanen Lückenschlusses ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Hier spielt das Alter des Kindes und die Anlage und Anatomie der aufrückenden Zähne eine wichtige Rolle. (Kirschneck und Proff 2020).

Frontzähne, die von großflächigen von Opazitäten und Verfärbungen betroffen sind, können in der Regel zufriedenstellend mit Kompositmaterialien behandelt werden. Ähnlich wie bei der Therapie kariöser Frontzähne sind hier exzellente ästhetische Ergebnisse möglich. Eine minimalinvasive Alternative, bei der auf die Abtragung verfärbter Schmelzareale verzichtet werden kann, stellen Infiltrationstechniken dar. Auch hier kann die Ästhetik durch Reduktion der Opazitäten verbessert werden (Nogueira et al. 2021).

#### **1.4 Ziel der Studie**

Im Rahmen der Datenauswertung einer patientenbasierten Studie zum Einfluss schwerer hypomineralisierter bzw. kariöser Zähne auf die Lebensqualität von 7- bis 11-jährigen Kindern, wurden in der vorliegenden Dissertation die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- Beeinflusst schwere Karies bzw. Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (kurz: MIH) die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (kurz: MLQ) der Kinder (quantifiziert durch die deutsche Version des Child-Perceptions-Questionnaire für 8- bis 10-jährige Kinder, kurz: CPQ-G8–10)?
- Übt eine der beiden Erkrankungen einen stärkeren Einfluss auf die MLQ der Kinder aus?
- Führt eine geeignete Therapie zu einer Verbesserung der Lebensqualität?
- Gibt es Unterschiede im Vergleich beider Erkrankungen im Hinblick auf den Therapieerfolg?



Diese Studie beschäftigte sich mit der Fragestellung, ob und in welchem Ausmaß, eine befundorientierte Therapie zu einer Verbesserung der MLQ bei Kindern mit schwerer MIH und schwerer Karies führen kann. Ferner wurde untersucht, bei welcher der beiden Krankheitsbilder die MLQ als Folge der Therapie sich stärker verbessert hat. Es wurden nur Patienten aus der „High-Severity-Category“ (starker Schweregrad) der von 2021 von Michaelis et al. publizierten Schweregradklassifikation in die Studie eingeschlossen.

## **2. Publikationsmanuskript**

Autoren:

Sarra Altner, Markus Ebel, Valentin Ritschl, Tanja Stamm, Christian Hirsch, Katrin Bekes

Titel:

Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study

Bibliographie:

Altner S, Ebel M, Ritschl V, Stamm T, Hirsch C, Bekes K. Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study.

International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022 Mar 3.

<https://doi:10.3390/ijerph19052983>



Article

# Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study

Sarra Altner <sup>1</sup>, Markus Ebel <sup>2</sup>, Valentin Ritschl <sup>3,4</sup>, Tanja Stamm <sup>3,4</sup>, Christian Hirsch <sup>5</sup> and Katrin Bekes <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Pediatric Dentistry, University Clinic of Dentistry, Medical University of Vienna, Sensengasse 2a, 1090 Vienna, Austria; sarra.altner@meduniwien.ac.at

<sup>2</sup> Private Pediatric Dentistry Practice 'Leo Löwenzahn', 51465 Bergisch Gladbach, Germany; markus-ebel@gmx.de

<sup>3</sup> Section for Outcomes Research, Center for Medical Statistics, Informatics, and Intelligent Systems, Medical University Vienna, 1090 Vienna, Austria; valentin.ritschl@meduniwien.ac.at (V.R.); tanja.stamm@meduniwien.ac.at (T.S.)

<sup>4</sup> Ludwig Boltzmann Institute for Arthritis and Rehabilitation, 1090 Vienna, Austria

<sup>5</sup> Department of Pediatric Dentistry, University of Leipzig, Liebigstr. 12, 04103 Leipzig, Germany; christian.hirsch@medizin.uni-leipzig.de

\* Correspondence: katrin.bekes@meduniwien.ac.at; Tel.: +43-140070-2801



**Citation:** Altner, S.; Ebel, M.; Ritschl, V.; Stamm, T.; Hirsch, C.; Bekes, K. Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 2983. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052983>

Academic Editor: Christian Mertens

Received: 4 February 2022

Accepted: 1 March 2022

Published: 3 March 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Background: Treatment of oral diseases can have a long-lasting impact on a child's life well beyond its childhood years. The purpose of this study was to compare the impact of treatment on the oral-health-related quality of life (OHRQoL) of children with severe caries and severe molar incisor hypomineralization (MIH). Methods: A total of 210 children (mean age 9 years; 49% female) with severe caries (inner third of dentin) and severe MIH (post-eruptive breakdown, crown destruction) were included in the study. Both groups were matched according to age, gender, and social status. The German version of the Child Perception Questionnaire for 8–10-year-olds (CPQ-G8–10) was used before and after treatment to analyze the impact on OHRQoL. Results: Patients with severe MIH showed a significantly higher total CPQ score (17.8 ( $\pm 10.6$ )) before treatment compared to the caries group (13.8 ( $\pm 14.3$ )). The mean CPQ score in all subdomains decreased significantly after therapy in the MIH group. Children with severe carious lesions had similar results except in the domain "functional limitations", as treatment led to only minor changes (2.9 ( $\pm 3.6$ ) to 2.2 ( $\pm 2.6$ )). Conclusions: Despite a narrower treatment spectrum, patients with severe MIH experienced a greater overall improvement in OHRQoL compared to the caries group.

**Keywords:** molar incisor hypomineralization; caries; oral health related quality of life; oral health; pediatric dentistry

## 1. Introduction

Nowadays, pediatric dentists are regularly confronted with two distinct dental diseases when treating children: caries and molar incisor hypomineralization [1,2]. The most common oral disease plaguing children all over the world is dental caries. It is a global burden affecting all age groups and segments of the human population. Currently, it is estimated that 621 million children worldwide are affected by dental caries [3]. In developed countries, such as Germany, caries remains a major health concern as shown in a recent survey with 44% of 6-year-olds having at least one carious lesion [4,5]. Although it is, in principle, a preventable and curable disease, facts such as socioeconomic status, dental hygiene, and dietary factors can increase the likelihood of carious lesions' occurrence and severity [6].

The second big challenge in pediatric dentistry is molar incisor hypomineralization, a qualitative defect that usually affects one or more permanent molars (PFM) and incisors [7].

Compared to caries, research on MIH is still in its infancy. The condition was only introduced and recognized in 2001 by the European Academy of Pediatric Dentistry (EAPD), with a recent prevalence of 13.1% worldwide and 28.7% in Germany [4,8]. The affected teeth can show signs of post-eruptive enamel breakdown and severe hypersensitivity. Often children with severe MIH are unable to carry out daily activities, such as tooth brushing, talking, smiling, and consumption of hot or cold foods. Knowledge about its etiology is still far from settled. MIH differs from caries as the treatment options are fewer since conservative treatment methods are limited due to the defective enamel interfering with the durability of many materials used [9].

Both diseases share a similarity, as they harm the patient's oral-health-related quality of life (OHRQoL) [10,11]. OHRQoL is a complex, multidimensional construct that captures the individual's subjective perception of oral health, functional well-being, and emotional and social well-being [12]. Several instruments assess the oral-health-related quality of life in children at different age groups, each focusing on the different phases of child development [13]. The Children Perceptions Questionnaire (CPQ) is the most widely used instrument, as it is validated, reliable, and cross-culturally adapted [14]. Although it is already known that both oral diseases impact the oral-health-related quality of life in children, majority of the studies focus on these conditions separately and rarely compare their impact on the OHRQoL. Since caries is a thoroughly researched and well-understood disease, with treatment mainly being standardized, this lack in comparison might mislead some practitioners into thinking that treatment success with carious lesions is higher as compared to MIH-affected teeth.

This study thus aims to explore whether treatment of severe caries lesions leads to more significant improvements in the quality of life than treatment of severe MIH. It does so by assessing the OHRQoL of children aged 7–11 with severe MIH and carious lesions before and after therapy. Comparing the treatment success is especially of interest for cases with severe MIH. Unlike the treatment of mildly affected teeth, where the options are narrower, severe MIH comes with a slightly wider range of possibilities. This makes severe MIH in principle more comparable to caries and the possibility of improving OHRQoL more likely.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design

This is a matched-pair study. This study investigated the influence of treatment on OHRQoL in children with severe MIH and caries aged 7–11 years. The participants were matched by age, gender, and social status to reduce bias.

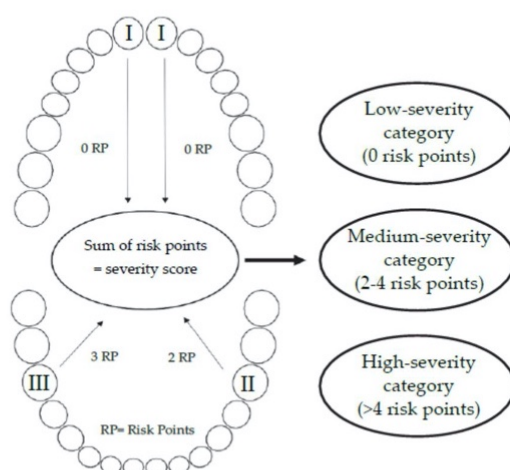
### 2.2. Subjects and Setting

Participants were recruited from Leo Löwenzahn, a private dental clinic in Bergisch Gladbach, Germany, between November 2019 and August 2020. Every dental employee at the clinic was thoroughly briefed about the study and patient-recruitment process. A leading calibrated examiner (M.E.) was chosen to perform all clinical examinations. The examiner was trained and calibrated by using standardized methods and clinical pictures for the assessment of molar incisor hypomineralization and dental caries.

The children were diagnosed based on clinical and radiological examinations, and their teeth were evaluated under artificial light using an air/water syringe, a dental mirror, and a standardized probe.

A laser-induced fluorescence with a Kavo-DIAGNOdent pen was used for caries detection combined with visual-tactile examination. When indicated (presence or suspicion of caries), a radiograph was taken, and the judgment criteria provided by the World Health Organization (WHO) and American Dental Association (ADA) were used for classification [15]. For the diagnosis of MIH, the criteria suggested by the European Academy of Pediatric Dentistry (EAPD) [16] were used.

Based on the MIH severity classification by Mathu-Muju and Wright [17], a risk point system developed by Michaelis et al. [18] (Figure 1) was used to classify the patients affected by caries or MIH: (1) low-severity category (LSC; 0 risk points); (2) medium-severity category (MSC; 2–4 risk points); and (3) high-severity category (HSC; >4 risk points). According to this scheme, this study only included children aged between 7 and 11 years with high-severity carious lesions and MIH-affected teeth. This risk point system was adapted from the ADA Caries Classification [19] and categorizes the subject-related severity of caries disease similarly. It assumes that initial carious lesions ( $\leq 1/3$  into dentin) and MIH severity class I [17] do not affect OHRQoL. Therefore, zero “risk points” are assigned to this category. Likewise, caries extending into the middle third of dentin is subsumed under the MIH severity class II, and two “risk points” are assigned. The maximum risk score of three points is assigned to teeth with severely advanced caries (middle third of dentin or deeper) or severity class III hypomineralized teeth (hypersensitivity and post-eruptive enamel defect). The sum of the subjects’ risk scores categorizes the patients into their corresponding severity category, making the severity of both conditions comparable. Patients with a severity score of 0 were assigned to the low-severity category (LSC), the medium-severity category (MSC) required a severity score of 2–4, and children with a severity score of >4 were included in the high-severity category (HSC).



Caries Classification System (Young et al., 2015)  
according to American Dental Association  
Risk Points: idea of the authors

I – Initial E0-D1: 0 Risk Points  
Lesion in outer one-third of dentin

II – Moderate D2: 2 Risk Points  
Radiolucency extends into the middle one-third  
of the dentin

III – Advanced D3: 3 Risk Points  
Radiolucency extends into the inner one-third  
of the dentin

Severity Types of MIH by Mathu-Muju K, Wright JT  
(2006): Risk Points: idea of the authors

I – Mild Type: 0 Risk Points  
Isolated opacities; no dental hypersensitivity

II – Moderat Type: 2 Risk Points  
Demarcated opacities or enamel breakdown limited to 2  
surfaces; hyper sensitivity reported as normal

III – Severe Type: 3 Risk Points  
Enamel breakdown of more than 2 surfaces or crown  
destruction; history of hypersensitivity

**Figure 1.** Schematic presentation for detection of the severity score of the patients’ caries-affected or MIH-affected teeth to divide them into severity categories (Michaelis et al.).

Patients who were affected by both diseases were excluded. Furthermore, all participants who showed disease symptoms or had an illness (e.g., sinusitis, otitis media) in the last month before entering the study that could interfere with the oral findings were excluded. In addition, children with an ongoing or finished orthodontic treatment or orthodontic anomalies, such as crowding, crossbite, open bite, or any type of malocclusion

in general, were also excluded. Moreover, dental anomalies, bruxism, secondary caries, enamel hypoplasia, and dental or gingival trauma were also excluded from the study.

The enrolment into this study was voluntary. The legal guardian of the patients was informed about the study verbally and signed an informed consent form after their verbal assent was obtained. This study was approved by the ethics committee of the University of Leipzig (AZ: 152/19-ek)

### 2.3. Sample Size

Sample size calculation was performed regarding the comparison between two group's oral health-related quality of life in children with severe MIH and severe caries. A confidence interval of 95% was applied, as an error probability of 5% is quite common. A G\*power analysis ([www.gpower.hhu.de](http://www.gpower.hhu.de) (accessed on 30 January 2020)) was used to compute a sample size with significant statistical power to eliminate any calculation errors. Therefore, this matched-pairs study included 210 children (103 females and 107 males). This resulted in a distribution of 105 participants for each group.

### 2.4. Variables

To assess the child's OHRQoL before and after treatment, the validated German version of the CPQ8–10 was used [14]. This questionnaire contains 25 questions focusing on the participants' oral health (five items), functional limitations (five items), emotional well-being (five items), and social well-being (ten items). Questions ask about the frequency of events in the child's last four weeks. Responses are made on an ordinal scale (0 = never, 1 = once/twice, 2 = sometimes, 3 = often, 4 = every day/almost every day). Thus, the highest scores result in a less favorable OHRQoL. Only children who had full command of the German language and could complete the CPQ-G8–10 without their caregiver's assistance were included in this study.

### 2.5. Data Sources and Measurements

The dentist and dental assistants informed all participants about the format of the present study. If a patient fulfilled all inclusion criteria, the participant and caregiver were asked about any prior diseases in the previous month that could influence OHRQoL. After ruling out any exclusion criterion, the questionnaires were distributed when written consent from the children's caregiver was obtained. Children with more than two missing items were excluded from the study and further analysis. To ensure the patient's anonymity, every participant's name was replaced with a randomly assigned number.

### 2.6. Bias

As the participants were not supervised by staff while completing the questionnaire in the waiting room, it cannot be excluded that the caregivers helped answer the questionnaire in some cases even though they were instructed not to. Standardized methods were implemented, as seen in the setting section, to minimize potential sources of bias.

### 2.7. Statistical Methods

The following variables were investigated: age (in years), sex (male/female), and social status according to Winkler and Stolzenberg (low, middle, and high) [20]. Only MIH and caries-affected teeth in the high-severity category were included in this study.

Data analysis included descriptive statistics and Wilcoxon signed-rank test to determine the significance of differences in overall CPQ scores before and after therapy in each group. The scores of each domain (oral symptoms, functional limitations, emotional well-being, and social well-being) of the CPQ-G8–10 were added, and a mean value and range were calculated. Several analyses were conducted to test for significant mean differences between groups using the matched pairs approach, where similar patients were compared (according to age, sex, and social status). *p*-Values and 95% confidence intervals (CI) were calculated and considered significant if less than 0.05. For all other mean difference tests

for variables, such as gender, age, and social status, the same criteria for significance were applied. A Bonferroni correction was used to compare the CPQ domains before and after therapy, with  $p$ -values < 0.05 considered indicative of significance.

### 3. Results

#### 3.1. Participants

A total of 210 patients aged 7 to 11 years old were included in the present study (Table 1). The median age of the participants was nine years ( $\pm 2$ ) and equal in both groups, as they were matched by age. The gender was almost distributed equally with 103 females and 107 males. According to Winkler and Stolzenberg [20], more than half (54%) of the study population belonged to the middle class and 27% to the lower social class. The majority of the children were Caucasian (83%), and only 17% had a non-Caucasian background. Most patients (84%) were treated in a conscious state, followed by 11% of children treated under general anesthesia and only 5% with the help of nitrous oxide.

**Table 1.** Summary of Sample Data ( $n = 210$  patients).

	All $n$ (%)	MIH $n$ (%)	Caries $n$ (%)
Gender			
Male ♂	107 (51)	52 (47.6)	55 (52.4)
Female ♀	103 (49)	53 (52.4)	50 (47.6)
Social status *			
Low	57 (27.1)	9 (8.6)	48 (45.7)
Medium	114 (54.3)	68 (64.8)	46 (43.8)
High	39 (18.6)	28 (26.7)	11 (10.5)
Ethnicity			
Caucasian	174 (82.9)	95 (90.5)	79 (75.2)
Non-Caucasian	36 (17.2)	10 (9.5)	26 (24.8)
Age **			
Mean	9.0 years	9.0 years	9.0 years
7 years	12 (5.7)	6 (5.7)	6 (5.7)
8 years	66 (31.4)	32 (30.5)	32 (30.5)
9 years	59 (28.1)	30 (28.6)	30 (28.6)
10 years	53 (25.2)	26 (24.8)	26 (24.8)
11 years	20 (9.5)	10 (10.5)	10 (10.5)
Treatment methods			
Conscious	177 (84.3)	96 (91.4)	81 (77.1)
Nitrous oxide	11 (5.2)	5 (4.8)	6 (5.7)
General anesthesia	22 (10.5)	4 (3.8)	18 (17.1)

\* after Winkler and Stolzenberg; \*\* at the beginning of treatment.

#### 3.2. Main Results

A total of 914 teeth were diagnosed, of which 339 teeth were affected by MIH and 575 by dental caries. In the MIH group, 313 permanent teeth and 26 deciduous teeth were included. Regarding the permanent teeth, 57% were treated invasively, and 20% underwent a minimally invasive treatment. The majority of the teeth in the caries group were deciduous posterior teeth ( $n = 525$ ; 91%). In addition, 45% of affected deciduous teeth required a filling, and 26% needed to be extracted. (Appendix A).

Table 2 shows the classification of all included teeth according to the dentition type and localization. Generally, posterior teeth were more often affected than anterior in the MIH group, and no deciduous anterior teeth were diagnosed with MIH. Most permanent posterior teeth (57%) and almost all (97%) anterior teeth required invasive therapy (Table A1).

**Table 2.** Affected and Treated Teeth in MIH and Caries Group.

Therapy index	MIH teeth (n=339) n (%)				Cariou teeth (n=575) n (%)			
	Anterior teeth 46 (13.5)		Posterior teeth 293 (86.4)		Anterior teeth 74 (12.8)		Posterior teeth 501 (87.1)	
	Deciduous 0 (0.0)	Permanent 46 (100.0)	Deciduous 26 (8.8)	Permanent 267 (91.1)	Deciduous 56 (75.6)	Permanent 18 (24.3)	Deciduous 469 (93.6)	Permanent 32 (6.3)
No therapy	0 (0.0)	2 (0.9)	0 (0.0)	1 (0.4)	9 (16.1)	0 (0.0)	6 (1.3)	0 (0.0)
Non-invasive	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (7.7)	33 (12.4)	1 (1.8)	0 (0.0)	18 (3.8)	1 (3.1)
Minimal-invasive	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (19.2)	67 (25.1)	0 (0.0)	5 (27.8)	26 (5.5)	17 (53.1)
Invasive	0 (0.0)	44 (95.6)	16 (61.5)	153 (57.3)	22 (39.3)	13 (72.2)	239 (51.0)	14 (43.8)
Endodontic treatment	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (1.9)	0 (0.0)
Prosthodontic treatment	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.8)	11 (4.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Endodontic + prosthodontic treatment	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	48 (10.2)	0 (0.0)
Extraction	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (7.7)	1 (0.4)	24 (42.9)	0 (0.0)	123 (26.2)	0 (0.0)

In Table 3, CPQ results before and after therapy in the MIH and Caries group are listed. The total CPQ in the MIH group was the highest, with an initial value of 17.8 (±10.6), whereas children in the caries group started with 13.8 (±14.3). The total CPQ and most subdomains decreased significantly (p<0.001) after therapy in both groups (Appendix B). Compared to all subdomains, the most impact in both diseases manifested mainly in the domain ‘oral symptoms’. Here, the score before (6.4[±2.9]; 6.5[±4.3]) and after (3.2[±1.7]; 3.2[±2.3]) therapy was similar in both groups. Whereas there is a significant difference (p>0.01) in the subscale ‘functional limitations’ before treatment since the MIH group had a higher score (4.9[±3.3]) than the caries group (2.9[±3.6]) to begin with. However, after therapy, both groups achieved similar results (2.1[±1.9] and 2.2[±2.6]). The total CPQ was higher in the MIH group with 17.8 (±10.6) than the caries group (13.9[±14.2]), which demonstrates a significant difference of sum scores (p<0.02). After therapy, a similar total CPQ sum was achieved by both groups (7.5[±4.7]; and 7.3[±6.7]), although yet again, the MIH group had a slightly higher score.

**Table 3.** Comparison of the Means and Confidence Intervals for CPQ Subscale Scores for the MIH and Caries Group Before and After Therapy.

CPQ Domain	Before							After							
	MIH			Caries				P-value	MIH			Caries			
	Mean CPQ (SD)	Lower	Upper	Mean CPQ (SD)	Lower	Upper	Mean CPQ (SD)		Lower	Upper	Mean CPQ (SD)	Lower	Upper	P-value	
Total CPQ	17.88 (10.60)	10	25	13.88 (14.23)	4	19	0.022	7.54 (4.75)	4	10	7.30 (6.71)	2	12	0.767	
Oral symptoms	6.36 (2.99)	4	8	6.54 (4.30)	3	9	0.724	3.16 (1.70)	2	4	3.22 (2.36)	1	5	0.841	
Functional limitations	4.90 (3.33)	2	7	2.97 (3.64)	0	5	<0.001	2.08 (1.90)	0	3	2.22 (2.63)	0	4	0.652	
Emotional wellbeing	5.06 (4.01)	2	8	2.83 (3.89)	1	4	<0.001	1.97 (2.19)	1	2	1.21 (1.66)	0	2	0.005	
Social wellbeing	1.55 (2.60)	0	3	1.53 (3.46)	0	2	0.964	0.33 (0.79)	0	0	0.66 (1.47)	0	1	0.049	



The CPQ questionnaire also included two introductory questions on the child's overall well-being and oral health. The distribution of the ratings for these questions was examined individually for each group (Table 4). The "overall well-being" in the MIH group before therapy was mostly positively rated with 79% "very good" ratings, whereas there were more mediocre or negative ratings in the caries group. After therapy, the "excellent" ratings in the MIH group almost doubled (15% to 29%). Before therapy, children with MIH had a compromised oral well-being, as 63% opted for the answer "moderate". Children with severe carious lesions had mixed feelings since the votes for the ratings are somewhat equally distributed.

**Table 4.** Comparison of Questions concerning Overall well-being and Oral Health ( $n = 210$  patients) Before and After Therapy.

	MIH ( $n = 105$ )				Caries ( $n = 105$ )				MIH Vs. Caries	
	Overall Well-Being $n$ (%)		Oral Health $n$ (%)		Overall Well-Being $n$ (%)		Oral Health $n$ (%)		Overall Well-Being	Oral Health
	Before Therapy	After Therapy	Before Therapy	After Therapy	Before Therapy	After Therapy	Before Therapy	After Therapy	$p$ -Value	
Excellent	16 (15.2)	30 (28.6)	1 (1.0)	3 (2.9)	18 (17.1)	19 (18.1)	0.727	4 (3.8)	0.727	1
Very good	83 (79.0)	63 (60.0)	10 (9.5)	22 (21.0)	54 (51.4)	60 (57.1)	1	36 (34.3)	1	0.307
Good	6 (5.7)	12 (11.4)	17 (16.2)	56 (53.3)	24 (22.9)	24 (22.9)	0.280	28 (26.7)	0.280	0.001
Moderate	0 (0.0)	0 (0.0)	66 (62.9)	24 (22.9)	8 (7.6)	1 (1.0)	1	32 (30.5)	1	1
Poor	0 (0.0)	0 (0.0)	11 (10.5)	0 (0.0)	1 (1.0)	1 (1.0)	1	5 (4.8)	1	0.236

Table 5 portrays the difference in means of the CPQ domains between the MIH and caries groups. The means of total CPQ and domains "functional limitations" and "emotional well-being" were higher in the MIH group and thus led to a significance compared with the caries group.

**Table 5.** Difference in Means between MIH and Caries group in CPQ domains.

CPQ Domain	MIH	Caries	$p$ -Value
Oral symptoms	3.20 (2.64)	3.32 (3.34)	0.766
Functional limitations	2.83 (2.83)	0.75 (2.57)	<0.001
Emotional well-being	3.09 (3.81)	1.62 (2.82)	0.002
Social well-being	1.22 (2.58)	0.88 (2.56)	0.335
Total CPQ	10.33 (9.35)	6.57 (9.42)	0.004

#### 4. Discussion

The overall results showed that children with severe forms of MIH and carious teeth had a significantly better OHRQoL score after treatment. Interestingly, the overall average increase in OHRQoL was greater for children with severe MIH compared to those with severe caries. This refuted our initial assumption that the broader therapy spectrum and more established best-practice standards for caries result in a greater increase in overall OHRQoL after treatment. The lower original total CPQ sum can partially explain the greater improvement of the total CPQ score for the MIH group before treatment. However, after therapy, the total CPQ score in both groups was significantly lower and at a similar level, implying success regarding the well-being in both groups. These results align with previous studies that have focused on the diseases MIH and caries separately. For example, Dias et al. [21] showed that school children with severe MIH have a reduced OHRQoL with a total CPQ of 15.1 ( $\pm 10.9$ ), which is comparable to ours (17.9 ( $\pm 10.6$ )). A recent study in Brazil [22] also arrived at similar findings regarding OHRQoL in caries-affected children. Children with untreated caries had a mean score of 15.2 ( $\pm 12.7$ ), which is similar to our findings before therapy (13.9 ( $\pm 14.2$ )). However, to the best of our knowledge, this is the

first investigation in the field to compare the treatment success of children with severe MIH to those with severe carious lesions.

In the present study, in the caries group, only a few affected permanent teeth needed treatment compared to the MIH group. Severe caries in these teeth are unlikely due to the age group of the participants, as the progression of caries takes more time with newly erupted teeth. The possibility of them already being severely damaged was thus low. In comparison, the MIH group consisted mostly of permanent teeth, as the probability and occurrence for deciduous molar hypomineralization (DMH) is known to be rather rare in deciduous teeth (9%) [23].

Our findings reflect the difference in treatment options for MIH and caries. Children with carious lesions in the primary dentition were not solely treated with direct restoration, as sometimes an endodontic treatment or extraction was required. The MIH-affected teeth were mostly treated with fillings and preventive measurements, such as fissure sealants. Only one tooth was extracted in this group.

Although both groups showed surprisingly similar overall scores at the last elicitation of the OHRQoL scores, indicating comparable satisfaction with the treatment, there were substantial differences in the sub-domains. Before and even after therapy, the domain “oral symptoms” were similar in both groups, which was to be expected. Due to constant penetration of oral bacteria through the hypomineralized and often defective enamel, inflammatory reactions in the pulp can cause hypersensitivity that is characteristic of MIH-affected teeth. Caries can have a similar effect on the pulp as with progressive penetration of bacteria, namely a pulp inflammation, the occurrence of which leads to severe pain.

In the domain “functional limitations”, the MIH group stood out with a significantly higher score before therapy compared to caries, which means that children with severely affected MIH teeth have more limitations, oftentimes because they suffer more than children with carious lesions. This shows that untreated MIH teeth lead to serious restrictions in the masticatory process, which is eased by treatment to a greater degree than in those with severe caries. Multiple studies corroborate these findings and show similar results for the functional limitations (4.5 ( $\pm 1.6$ ) and 4.2 ( $\pm 4.2$ )) [14,24]. One explanation why the functional limitations are not as comprehensive for carious teeth is the phenomenon of chronification. Due to the formation of tertiary dentine, a protective shield to avoid further pulp irritation is built. This means that even a tooth with an advanced lesion and large cavity can be asymptomatic for a certain amount of time.

The domain “emotional well-being” also shows a significantly higher value in the MIH group before therapy compared to the caries group, meaning that the patients experienced more emotional distress. Dias et al. observed similar results in the emotional well-being domain with 6.5 ( $\pm 6.5$ ) to ours (5.1 ( $\pm 4.0$ )). In children suffering from MIH, the molars are extensively affected and typically also the buccal surface of the incisor. This is connected with an impairment in oral aesthetics, which might dissuade children from smiling and indirectly affect the parents. This can have a reflexive negative influence on the emotional wellbeing of the child, which is alleviated through the restoration of adequate aesthetics. The emotional well-being in the caries group is less affected since most of the anterior teeth that are affected are deciduous teeth, and due to the age group, it is a common, socially accepted phenomenon that children do have anterior gaps for a specific time until the permanent teeth erupt. A Brazilian study [22] that investigated the impact of caries on the OHRQoL had similar results in the emotional well-being section (3.5 ( $\pm 4.2$ )) as ours (2.8 ( $\pm 3.9$ )) as well as a study from Turkey [25] that achieved an almost identical value after treatment of carious lesions.

Before therapy, the domain “social well-being” was similar in both groups, yet patients with MIH show a significantly better OHRQoL than the caries group after therapy. One of the reasons for the general positive effect in both groups is that malocclusion and aesthetic limitations have similar effects on social as they do on emotional well-being, which becomes especially important in this age group. Good results after therapy typically lessen the stress due to negative social feedback.

MIH fares better because treatment of carious lesions includes extractions and usage of stainless-steel crowns, which is in itself not as aesthetically pleasing as a filling and therefore does not improve social well-being as well as in the MIH group. Similarly, 43% of anterior teeth were removed in the caries group, which may not be an aesthetically ideal solution.

Furthermore, many studies have shown that socioeconomic status significantly impacts caries occurrence in children [6]. In the caries group, almost a quarter of all children included were non-Caucasian, whereas in the MIH group, it was only one-tenth. This is in accordance with findings that show that socioeconomic factors can make it more likely to incur caries and can themselves have an impact via spillover effects on the OHRQoL [26]. Several studies show that MIH seems to be independent of socioeconomic influence and other factors that negatively affect the OHRQoL [27–29]. Furthermore, untreated caries can be associated with infections, thereby indirectly leading to discomfort, pain, lack of appetite, and weight loss. Facts that might similarly depress the well-being of the patients.

A particular strength of this study is filling an important gap in the literature regarding the comparison between severe caries and severe MIH that might prove especially interesting and relevant for practitioners and their expectations regarding treatment success. The results should encourage general dentists to treat severely affected MIH teeth and carious lesions according to guidelines, as they lead to a significant betterment of OHRQoL.

A potential weakness of this study is the challenges of comparing two different diseases. Differences in etiology, therapy options, and causes that effect the patients' OHRQoL can impact the recovery potential and process and the associated OHRQoL. One should bear this in mind when interpreting the results. Although existent, these risks are attenuated in our case since we restricted our focus to cases of severe MIH and caries, which have a, relatively speaking, similar treatment spectrum. We also restrict the evaluation period to a one-year follow-up, which reduces the effect that different etiological factors have on the treatment success, as socioeconomic factors might impact the treatment success over the long run and thereby influence the OHRQoL.

## 5. Conclusions

We observed a great improvement in OHRQoL in patients with severe MIH and severe caries. Despite a slightly more restricted spectrum of therapy options, there was a greater relative improvement in the MIH group. This can partly be explained by the lower level of OHRQoL before treatment in the MIH group and more aesthetically optimal treatment solutions for MIH patients.

**Author Contributions:** Conceptualization, S.A., M.E., C.H. and K.B.; data curation, M.E.; formal analysis, M.E., V.R. and T.S.; investigation, S.A. and M.E.; methodology, S.A.; project administration, M.E.; resources, S.A. and M.E.; supervision, C.H. and K.B.; validation, S.A. and K.B.; visualization, C.H.; writing—original draft, S.A.; writing—review and editing, M.E., V.R., C.H. and K.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of University of Leipzig (AZ: 152/19-ek).

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** The datasets of this article are available from the corresponding author on a reasonable request.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## Appendix A

**Table A1.** Overview of the Therapy Score and Treated Teeth in the MIH and Caries Group.

Therapy Index	MIH Teeth (n = 340) n (%)		Caries Teeth (n = 575) n (%)	
	Deciduous Teeth 26 (7.5)	Permanent Teeth 314 (92.3)	Deciduous Teeth 525 (91.3)	Permanent Teeth 50 (8.7)
No therapy	0 (0.0)	4 (1.2)	15 (2.6)	0 (0.0)
Non-invasive	2 (0.5)	33 (9.7)	19 (3.3)	1 (0.2)
Minimal-invasive	5 (1.4)	67 (19.7)	26 (4.5)	22 (3.8)
Invasive	16 (4.7)	197 (57.8)	261 (45.4)	27 (4.7)
Endodontic treatment	0 (0.0)	1 (0.3)	9 (1.6)	0 (0.0)
Prosthetic treatment	1 (0.3)	11	0 (0.0)	0 (0.0)
Endodontic + prosthetic treatment	0 (0.0)	0 (0.0)	48 (8.4)	0 (0.0)
Extraction	2 (0.6)	1 (0.3)	147 (25.6)	0 (0.0)

## Appendix B

**Table A2.** Means and Confidence Intervals for CPQ Subscale Scores for the MIH and Caries Group Before and After Therapy.

CPQ Domain	MIH							Caries						
	Before			After			p-Value	Before			After			p-Value
	Mean CPQ	CI 95%		Mean CPQ	CI 95%			Mean CPQ	CI 95%		Mean CPQ	CI 95%		
	Lower	Upper		Lower	Upper		Lower	Upper		Lower	Upper			
Total CPQ	17.88 (10.60)	10	25	7.54 (4.75)	4	10	<0.001	13.88 (14.23)	4	19	7.30 (6.71)	2	12	<0.001
Oral symptoms	6.36 (2.99)	4	8	3.16 (1.70)	2	4	<0.001	6.54 (4.30)	3	9	3.22 (2.36)	1	5	<0.001
Functional limitations	4.90 (3.33)	2	7	2.08 (1.90)	0	3	<0.001	2.97 (3.64)	0	5	2.22 (2.63)	0	4	0.087
Emotional wellbeing	5.06 (4.01)	2	8	1.97 (2.19)	1	2	<0.001	2.83 (3.89)	1	4	1.21 (1.66)	0	2	<0.001
Social wellbeing	1.55 (2.60)	0	3	0.33 (0.79)	0	0	<0.001	1.53 (3.46)	0	2	0.66 (1.47)	0	1	0.018

## References

1. Wright, J.T. Diagnosis and treatment of molar-incisor hypomineralization. In *Handbook of Clinical Techniques in Pediatric Dentistry*; Wiley: Jamesburg, NJ, USA, 2015; pp. 99–106.
2. Anderson, M. Risk assessment and epidemiology of dental caries: Review of the literature. *Pediatr. Dent.* **2002**, *24*, 377–385.
3. Kassebaum, N.; Bernabé, E.; Dahiya, M.; Bhandari, B.; Murray, C.; Marcenes, W. Global burden of untreated caries: A systematic review and metaregression. *J. Dent. Res.* **2015**, *94*, 650–658. [[CrossRef](#)]
4. Jordan, A.R.; Micheelis, W. *Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie-(DMS IV)*; Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV Köln: Köln, Germany, 2016.
5. Grund, K.; Goddon, I.; Schüler, I.M.; Lehmann, T.; Heinrich-Weltzien, R. Clinical consequences of untreated dental caries in German 5- and 8-year-olds. *BMC Oral Health* **2015**, *15*, 140. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
6. Reisine, S.T.; Psoter, W. Socioeconomic status and selected behavioral determinants as risk factors for dental caries. *J. Dent. Educ.* **2001**, *65*, 1009–1016. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Weerheijm, K.L.; Jalevik, B.; Alaluusua, S. Molar-incisor hypomineralisation. *Caries Res.* **2001**, *35*, 390–391. [[CrossRef](#)]
8. Schwendicke, F.; Elhennawy, K.; Reda, S.; Bekes, K.; Manton, D.J.; Krois, J. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J. Dent.* **2018**, *68*, 10–18. [[CrossRef](#)]

9. Lygidakis, N. Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): A systematic review. *Eur. Arch. Paediatr. Dent.* **2010**, *11*, 65–74. [[CrossRef](#)]
10. Velandia, L.M.; Alvarez, L.V.; Mejia, L.P.; Rodriguez, M.J. Oral health-related quality of life in Colombian children with Molar-Incisor Hypomineralization. *Acta Odontol. Latinoam.* **2018**, *31*, 38–44. [[PubMed](#)]
11. Nora, A.D.; da Silva Rodrigues, C.; de Oliveira Rocha, R.; Soares, F.Z.M.; Minatel Braga, M.; Lenzi, T.L. Is caries associated with negative impact on oral health-related quality of life of pre-school children? A systematic review and meta-analysis. *Pediatr. Dent.* **2018**, *40*, 403–411.
12. John, M.; Hujoel, P.; Miglioretti, D.L.; LeResche, L.; Koepsell, T.; Micheelis, W. Dimensions of oral-health-related quality of life. *J. Dent. Res.* **2004**, *83*, 956–960. [[CrossRef](#)]
13. Skaret, E.; Astrom, A.; Haugejorden, O. Oral Health Related Quality of Life (OHRQoL) review of existing instruments and suggestions for use in oral health outcome research in Europe. In *European Global Oral Health Indicators Development Project*; Quintessence International: Paris, France, 2004; pp. 99–110.
14. Bekes, K.; Ebel, M.; Omara, M.; Boukhobza, S.; Dumitrescu, N.; Priller, J.; Redzic, N.K.; Nidetzky, A.; Stamm, T. The German version of Child Perceptions Questionnaire for children aged 8 to 10 years (CPQ-G8–10): Translation, reliability, and validity. *Clin. Oral Investig.* **2021**, *25*, 1433–1439. [[CrossRef](#)]
15. Pitts, N.B.; Ekstrand, K.R.; Foundation, I. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)—Methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community Dent. Oral Epidemiol.* **2013**, *41*, e41–e52. [[CrossRef](#)]
16. Weerheijm, K.L.; Duggal, M.; Mejare, I.; Papagiannoulis, L.; Koch, G.; Martens, L.C.; Hallonsten, A.L. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: A summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003. *Eur. J. Paediatr. Dent.* **2003**, *4*, 110–113. [[PubMed](#)]
17. Mathu-Muju, K.; Wright, J.T. Diagnosis and treatment of molar incisor hypomineralization. *Compend. Contin. Educ. Dent.* **2006**, *27*, 604–610, quiz 611.
18. Michaelis, L.; Ebel, M.; Klode, C.; Hirsch, C. Influence of caries and molar incisor hypomineralization on oral health-related quality of life in children. *Clin. Oral Investig.* **2021**, *25*, 5205–5216. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Young, D.A.; Nový, B.B.; Zeller, G.G.; Hale, R.; Hart, T.C.; Truelove, E.L.; Ekstrand, K.R.; Featherstone, J.D.; Fontana, M.; Ismail, A. The American Dental Association caries classification system for clinical practice: A report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J. Am. Dent. Assoc.* **2015**, *146*, 79–86. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Winkler, J.; Stolzenberg, H. Social class index in the Federal Health Survey. *Gesundheitswesen* **1999**, *61*, S178–S183.
21. Dias, F.; Gradella, C.M.F.; Ferreira, M.C.; Oliveira, L.B. Molar-incisor hypomineralization: Parent’s and children’s impact perceptions on the oral health-related quality of life. *Eur. Arch. Paediatr. Dent.* **2020**, *22*, 273–282. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Lima, S.L.d.A.; Santana, C.C.P.; Paschoal, M.A.B.; Paiva, S.M.; Ferreira, M.C. Impact of untreated dental caries on the quality of life of Brazilian children: Population-based study. *Int. J. Paediatr. Dent.* **2018**, *28*, 390–399. [[CrossRef](#)]
23. Elfrink, M.; Ten Cate, J.; Jaddoe, V.; Hofman, A.; Moll, H.; Veerkamp, J. Deciduous molar hypomineralization and molar incisor hypomineralization. *J. Dent. Res.* **2012**, *91*, 551–555. [[CrossRef](#)]
24. Shojaeipour, S.; Jalali, F.; Shokrizadeh, M.; Madvar, R.R.; Torabi-Parizi, M.; Shojaeipour, R. Assessing the prevalence of molar-incisor hypomineralization and its effects on oral health-related quality of life in children aged 8–12 years in the city of Kerman, Iran. *J. Oral Health Oral Epidemiol.* **2020**, *9*, 143–148.
25. Güzel, K.G.U.; Daloğlu, M.; Sönmez, I. Evaluation of Changes in Quality of Life After Dental Treatment in Children. *Meandros Med. Dent. J.* **2018**, *19*, 283. [[CrossRef](#)]
26. Do, L.G.; Spencer, A. Oral health-related quality of life of children by dental caries and fluorosis experience. *J. Public Health Dent.* **2007**, *67*, 132–139. [[CrossRef](#)]
27. Wuollet, E.; Laisi, S.; Alaluusua, S.; Waltimo-Sirén, J. The association between molar-incisor hypomineralization and dental caries with socioeconomic status as an explanatory variable in a group of Finnish children. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 1324. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Temilola, O.D.; Folayan, M.O.; Oyedele, T. The prevalence and pattern of deciduous molar hypomineralization and molar-incisor hypomineralization in children from a suburban population in Nigeria. *BMC Oral Health* **2015**, *15*, 73. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
29. Mahoney, E.K.; Morrison, D.G. Further examination of the prevalence of MIH in the Wellington region. *N. Z. Dent. J.* **2011**, *107*, 79–84.

### **3. Zusammenfassung**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med. dent.

Untersuchung zum Einfluss von schwerer Karies bzw. Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation im Hinblick auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern

eingereicht von: Sarra Altner (geboren Boukhobza)

angefertigt an der: Universitätszahnmedizin Leipzig  
Poliklinik für Kinderzahnheilkunde und Primärprophylaxe

betreut von: Prof. Dr. Christian Hirsch, M. Sc.

Monat und Jahr der Einreichung: Mai 2022

---

Kinder, die von Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) betroffen sind, leiden häufig an stark hypersensiblen Zähnen. Dies erschwert die Nahrungsaufnahme durch Schmerzen beim Essen und Trinken und verschlechtert die häusliche Mundhygiene, was ein erhöhtes Kariesrisiko zur Folge hat. Darüber hinaus beeinträchtigen gelblich-bräunliche Opazitäten an den Fazialflächen der Inzisiven das Erscheinungsbild der Kinder. Mädchen und Jungen mit kariösen Zähnen zeigen ab einem bestimmten Schweregrad ganz ähnliche Symptome wie Kinder mit MIH. Auch hier vermindern schmerzende Molaren und optisch veränderte kariöse Frontzähne die Lebensqualität der Betroffenen erheblich.

Das Ziel der Studie war es, den Effekt von therapeutischen Maßnahmen bei Kindern mit schwerer Karies und schwerer MIH auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) durch einen Vorher-Nachher-Vergleich zu analysieren. Ferner sollte untersucht werden, bei welchem der beiden Krankheitsbilder eine stärkere Verbesserung der Lebensqualität erzielt werden kann. Zu diesem Zweck wurden 210

Kinder der Kinderzahnarztpraxis ‚Leo Löwenzahn‘ aus Bergisch Gladbach untersucht und in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe bestand aus Probanden mit mindestens zwei schweren kariösen Läsionen, die Kinder der zweiten Gruppe hatten mindestens zwei stark hypomineralisierte Zähne. Um die Einschlusskriterien zu erfüllen, durften die Kinder nur eine der beiden Erkrankungen aufweisen. In dieser Studie wurde das von Michaelis et al. (2021) entwickelte Risikoschema verwendet, was sowohl Probanden mit MIH als auch mit Karies in drei Schweregradkategorien differenziert. Im Rahmen einer klinischen Untersuchung wurde zunächst die Schwere der einzelnen erkrankten Zähne bewertet. Bei den MIH-Probanden geschah dies mit Hilfe der MIH-Klassifikation von Mathu-Muju & Wright (2006). Das Ausmaß der kariösen Zerstörung wurde unter Zuhilfenahme eines Diagno-Pens nach der ADA-Kariesklassifikation (American Dental Association) bewertet. Unter Berücksichtigung des klinischen Schweregrades der Erkrankung der Zähne wurden bei beiden Krankheitsbildern Risikopunkte verteilt, die zu einem Summenwert addiert einen entsprechenden Risiko-Score ergaben. Die Summe der Risikowerte der Probanden ordnet die Patienten in die entsprechende "Schweregradkategorie" ein, so dass der Schweregrad beider Erkrankungen vergleichbar ist. Für diese Studie wurden nur Kinder im Alter von 7 und 11 Jahren aus der High-Severity-Category eingeschlossen. Um die subjektive Beeinträchtigung der MLQ der Probanden zu erheben wurde die deutsche Version des Child-Perceptions-Questionnaire-8-10 (CPQ-G8–10) verwendet. Die Datenanalyse wurde mit der Software SPSS 22 (IBM Corp., USA) durchgeführt und umfasste die deskriptive Analyse und Wilcoxon-Rangsummen-Test. P-Werte wurden als signifikant angesehen, wenn sie kleiner als 0,05 waren.

Das Durchschnittsalter der Studienteilnehmer lag bei 9 ( $\pm 2$ ) Jahren und war in beiden Gruppen gleich, da sie nach Alter gematched wurden. Nach Winkler und Stolzenberg (2009) gehörte mehr als die Hälfte (54%) der Studienpopulation zur Mittelschicht. Die meisten Patienten (84%) wurden im Wachzustand behandelt, die übrigen unter Sedierung oder Narkose. In der MIH-Gruppe waren die Seitenzähne häufiger betroffen als die Frontzähne, wobei die Hälfte der bleibenden Seitenzähne (57%) und fast alle (97%) Frontzähne eine invasive Therapie benötigten. Der Gesamt-CPQ in der MIH-

Gruppe war mit einem Ausgangswert von 17,8 am höchsten, während der Wert bei den Probanden der Kariesgruppe 13,8 betrug. Dies zeigt, dass bei vergleichbarem Schweregrad, Patienten mit stark ausgeprägter MIH stärker in ihrer Lebensqualität beeinträchtigt wurden als Kinder mit entsprechenden kariösen Läsionen. Innerhalb der Subdomänen zeigte sich die stärkste Beeinträchtigung bei beiden Erkrankungen im Bereich "orale Symptome". Ein signifikanter Unterschied ( $p > 0,01$ ) vor der Behandlung bestand in der Domäne "funktionelle Einschränkungen", da die MIH-Gruppe einen deutlich höheren Wert ( $4,9 \pm 3,3$ ) als die Kariesgruppe ( $2,9 \pm 3,6$ ) aufwies. Das bestätigt, dass Kinder mit MIH-Zähnen funktionell mehr eingeschränkt waren. Nach der Therapie erreichten beide Gruppen einen ähnlichen CPQ-Gesamtwert ( $7,5 \pm 4,7$  bzw.  $7,3 \pm 6,7$ ). Dies zeigt, dass bei einer adäquaten zahnärztlichen Sanierung bei beiden Erkrankungen, trotz unterschiedlicher Bereiche der Einschränkung, eine ähnliche Verbesserung in der MLQ erreicht werden konnte.

Die Ergebnisse dieser Dissertation bestätigen die Hypothese, dass eine befundorientierte und adäquate Therapie die Lebensqualität der betroffenen Kinder bei beiden Krankheitsbildern anzuheben vermag. Der Ausgangswert beim CPQ-G8–10 war zwar bei Probanden mit schwerer MIH signifikant höher als bei Patienten mit schwerer Karies, dennoch konnte die MLQ nach geeigneter Therapie in beiden Gruppen auf das gleiche Niveau angehoben werden. Vor dem Hintergrund der massiven Auswirkungen beider Krankheitsbilder auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Betroffenen hat das klinische Management eine zentrale Bedeutung.



#### 4. Literaturverzeichnis

Acs, G., et al. (1992). "Effect of nursing caries on body weight in a pediatric population." *Pediatric Dentistry* **14**: 303.

Ahmed, H. M. A. (2014). "Pulpectomy procedures in primary molar teeth." *European Journal of General Dentistry* **3**: 3-10.

Almuallem, Z. und A. Busuttli-Naudi (2018). "Molar incisor hypomineralisation (MIH)–an overview." *British Dental Journal* **225**: 601-609.

Amend, S., et al. (2021). "Prevalence of molar-incisor-hypomineralisation (MIH) among 6–12-year-old children in Central Hesse (Germany)." *Clinical Oral Investigations* **25**: 2093-2100.

Anil, S. und P. S. Anand (2017). "Early childhood caries: prevalence, risk factors, and prevention." *Frontiers in Pediatrics* **5**: 157.

Baroni, C., et al. (2019). "Molar incisor hypomineralization: supplementary, restorative, orthodontic, and esthetic long-term treatment." *Quintessence International* **50**: 412-417.

Bekes, K. (2021). *Molaren Inzisiven Hypomineralisation*, Quintessenz, Berlin.

Bekes, K., et al. (2021). "Changes in oral health-related quality of life after treatment of hypersensitive molar incisor hypomineralization–affected molars with a sealing." *Clinical Oral Investigations* **25**: 1-6.

Bekes, K. und R. Steffen (2016). "The Würzburg MIH concept: Part 1. The MIH Treatment Need Index (MIH TNI). A new index to assess and plan the treatment in patients with Molar Incisor Hypomineralization (MIH)." *European Archives of Paediatric Dentistry* **5**: 355-361.

Broder, H. L. und M. Wilson-Genderson (2007). "Reliability and convergent and discriminant validity of the Child Oral Health Impact Profile (COHIP Child's version)." *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **35**: 20-31.

Campus, G., et al. (2019). "Comparison of ICDAS, CAST, Nyvad's criteria, and WHO-DMFT for caries detection in a sample of Italian schoolchildren." *International Journal of Environmental Research and Public Health* **16**: 4120.

Chadwick, B. und D. Evans (2007). "Restoration of class II cavities in primary molar teeth with conventional and resin modified glass ionomer cements: a systematic review of the literature." *European Archives of Paediatric Dentistry* **8**: 14-21.

Çolak, H., et al. (2013). "Early childhood caries update: A review of causes, diagnoses, and treatments." *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* **4**: 29.

De Castro, A. d. M., et al. (2017). "Importance of deciduous teeth: maternal perceptions and early childhood caries." *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada* **17**: 1-9.

Dumontheil, I. (2014). "Development of abstract thinking during childhood and adolescence: The role of rostral lateral prefrontal cortex." *Developmental Cognitive Neuroscience* **10**: 57-76.

Ebel, M., et al. (2018). "The severity and degree of hypomineralisation in teeth and its influence on oral hygiene and caries prevalence in children." *International Journal of Paediatric Dentistry* **28**: 648-657.

Eid, S. A., et al. (2020). "Untreated dental caries prevalence and impact on the quality of life among 11 to 14-year-old Egyptian schoolchildren: a cross-sectional study." *BMC Oral Health* **20**: 1-11.

Engelmann, J. L., et al. (2016). "Association between dental caries and socioeconomic factors in schoolchildren—a multilevel analysis." *Brazilian Dental Journal* **27**: 72-78.

Estrela, C., et al. (2011). "Diagnostic and clinical factors associated with pulpal and periapical pain." *Brazilian Dental Journal* **22**: 306-311.

Fragelli, C. M. B., et al. (2015). "Molar incisor hypomineralization (MIH): conservative treatment management to restore affected teeth." *Brazilian Oral Research* **29**: 1-7.

Gherunpong, S., et al. (2004). "Developing and evaluating an oral health-related quality of life index for children; the CHILD-OIDP." *Community Dental Health* **21**: 161-169.

Gilchrist, F., et al. (2015). "The impact of dental caries on children and young people: what they have to say?" *International Journal of Paediatric Dentistry* **25**: 327-338.

Gugnani, N., et al. (2011). "International caries detection and assessment system (ICDAS): a new concept." *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* **4**: 93.

Ismail, A. I., et al. (2007). "The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries." *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **35**: 170-178.

Jälevik, B. und M. Möller (2007). "Evaluation of spontaneous space closure and development of permanent dentition after extraction of hypomineralized permanent first molars." *International Journal of Paediatric Dentistry* **17**: 328-335.

Jin, L., et al. (2016). "Global burden of oral diseases: emerging concepts, management and interplay with systemic health." *Oral Diseases* **22**: 609-619.

John, M., et al. (2004). "Dimensions of oral-health-related quality of life." *Journal of Dental Research* **83**: 956-960.

Jokovic, A., et al. (2006). "Short forms of the Child Perceptions Questionnaire for 11–14-year-old children (CPQ 11–14): development and initial evaluation." *Health and Quality of Life Outcomes* **4**: 1-9.

Jokovic, A., et al. (2004). "Questionnaire for measuring oral health-related quality of life in eight-to ten-year-old children." *Pediatric Dentistry* **26**: 512-518.

Jordan, A. R. und W. Micheelis (2016). Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie-(DMS IV), Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln.

Joshi, T., et al. (2022). "Impact of molar incisor hypomineralization on oral health-related quality of life in 8–10-year-old children." *Clinical Oral Investigations* **26**: 1753-1759.

Kassebaum, N., et al. (2015). "Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression." *Journal of Dental Research* **94**: 650-658.

Kaur, P., et al. (2017). "Impact of dental disorders and its influence on self esteem levels among adolescents." *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR* **11**: ZC05-ZC08.

Kazemina, M., et al. (2020). "Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis." *Head & Face Medicine* **16**: 1-21.

Keyes, P. (1962). "Recent advances in dental caries research. Bacteriology. Bacteriological findings and biological implications." *International Dentistry Journal* **12**: 443-464.

Khanh, L. N., et al. (2015). "Early childhood caries, mouth pain, and nutritional threats in Vietnam." *American Journal of Public Health* **105**: 2510-2517.

Kirschneck, C. und P. Proff (2020). "Extraction of MIH-affected molars and orthodontic space closure." *Molaren Inzisiven Hypomineralisation, Springer* **2**: 187-196.

König, K. G. (1971). *Karies und Kariesprophylaxe*, Goldmann, München.

Kotsanos, N., et al. (2005). "Treatment management of first permanent molars in children with Molar-Incisor Hypomineralisation." *European Journal of Paediatric Dentistry* **6**: 179-184.

Krämer, N. und R. Frankenberger (2016). "Füllungsmaterialien für das Milchgebiss." *Der Freie Zahnarzt* **60**: 80-86.

Krämer, N., et al. (2018). "Bonding strategies for MIH-affected enamel and dentin." *Dental Materials* **34**: 331-340.

Lagarde, M., et al. (2020). "Strategies to optimize bonding of adhesive materials to molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review." *International Journal of Paediatric Dentistry* **30**: 405-420.

Locker, D. und C. Quiñonez (2011). "To what extent do oral disorders compromise the quality of life?" *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **39**: 3-11.

Lygidakis, N. (2010). "Treatment modalities in children with teeth affected by molar-incisor enamel hypomineralisation (MIH): a systematic review." *European Archives of Paediatric Dentistry* **11**: 65-74.

Lygidakis, N., et al. (2009). "Retention of fissure sealants using two different methods of application in teeth with hypomineralised molars (MIH): a 4 year clinical study." *European Archives of Paediatric Dentistry* **10**: 223-226.

Lygidakis, N., et al. (2010). "Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH)." *European Archives of Paediatric Dentistry* **11**: 75-81.

Lygidakis, N. A., et al. (2008). "Molar-incisor-hypomineralisation (MIH). Retrospective clinical study in Greek children. I. Prevalence and defect characteristics." *European Archives of Paediatric Dentistry* **9**: 200-206.

Malekzadeh Shafaroudi, A., et al. (2021). "Clinical applications of stainless-steel crowns (SSC) in pediatric dentistry: A narrative review." *Clinical Excellence* **10**: 12-23.

Mathu-Muju, K. und J. T. Wright (2006). "Diagnosis and treatment of molar incisor hypomineralization." *Compendium of Continuing Education in Dentistry* **27**: 604-610.

Mehta, A. und G. Kaur (2011). "Oral health-related quality of life—the concept, its assessment and relevance in dental research and education." *Indian Journal of Dentistry* **2**: 26-29.

Mendonça, F. L., et al. (2020). "Simplified occlusal replica adapted technique with glass ionomer cement for molar-incisor hypomineralization–affected molars: An 18-month follow-up." *The Journal of the American Dental Association* **151**: 678-683.

Miller, W. D. (1890). *The micro-organisms of the human mouth: the local and general diseases which are caused by them*, Classics of Dentistry Library, Philadelphia.

Miura, H., et al. (1997). "Socioeconomic factors and dental caries in developing countries: a cross-national study." *Social Science & Medicine* **44**: 269-272.

Naik, S. und A. M. Hegde (2005). "Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study." *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* **23**: 13.

Nogueira, V. K. C., et al. (2021). "Structural integrity of MIH-affected teeth after treatment with fluoride varnish or resin infiltration: An 18-Month randomized clinical trial." *Journal of Dentistry* **105**: 103570.

Onat, H. und G. Tosun (2013). "Molar incisor hypomineralization." *Journal of Pediatric Dentistry* **1**: 23-29.

Pahel, B. T., et al. (2007). "Parental perceptions of children's oral health: the Early Childhood Oral Health Impact Scale (ECOHIS)." *Health and Quality of Life Outcomes* **5**: 1-10.

Petrou, M. A., et al. (2014). "Prevalence of Molar–Incisor–Hypomineralisation among school children in four German cities." *International Journal of Paediatric Dentistry* **24**: 434-440.

Pieper, K., et al. (2013). "Caries prevalence in 12-year-old children from Germany: results of the 2009 national survey." *Community Dental Health* **30**: 138-142.

Pitts, N. B., et al. (2013). "International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS)– methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries." *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **41**: 41-52.

Pourat, N. und G. Nicholson (2009). "Unaffordable dental care is linked to frequent school absences." *Center for Healthcare Policy and Research* **9**: 1-6.

Qvist, V., et al. (2004). "Class II restorations in primary teeth: 7-year study on three resin-modified glass ionomer cements and a compomer." *European Journal of Oral Sciences* **112**: 188-196.

Raff, A. (2018). "Mehrkostenregelungen durch neue EU-Quecksilberverordnung." *Der Freie Zahnarzt* **62**: 48-49.

Reich, E., et al. (1999). "Caries-risk assessment." *International Dental Journal* **49**: 15-26.

Reisine, S. T. und W. Psoter (2001). "Socioeconomic status and selected behavioral determinants as risk factors for dental caries." *Journal of Dental Education* **65**: 1009-1016.

Rodd, H. D., et al. (2007). "Pulpal status of hypomineralized permanent molars." *Pediatric Dentistry* **29**: 514-520.

Scheffel, D. L. S., et al. (2014). "Esthetic dental anomalies as motive for bullying in schoolchildren." *European Journal of Dentistry* **8**: 124-128.

Schwendicke, F., et al. (2015). "Socioeconomic inequality and caries: a systematic review and meta-analysis." *Journal of Dental Research* **94**: 10-18.

Schwendicke, F., et al. (2018). "Global burden of molar incisor hypomineralization." *Journal of Dentistry* **68**: 10-18.

Seale, N. S. (2002). "The use of stainless steel crowns." *Pediatric Dentistry* **24**: 501-505.

Selwitz, R. H., et al. (2007). "Dental caries." *The Lancet* **369**: 51-59.

Sheetal, A., et al. (2013). "Malnutrition and its oral outcome—a review." *Journal of Clinical and Diagnostic Research* **7**: 178.

Silva, M. J., et al. (2016). "Etiology of molar incisor hypomineralization - A systematic review." *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **44**: 342-353.

Skaret, E., et al. (2004). "Oral Health Related Quality of Life (OHRQoL) review of existing instruments and suggestions for use in oral health outcome research in Europe." European Global Oral Health Indicators Development Project, Quintessence International, Paris.

Sönmez, H. und S. Saat (2017). "A clinical evaluation of deproteinization and different cavity designs on resin restoration performance in MIH-affected molars: two-year results." *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* **41**: 336-342.

Souza, J. G. S., et al. (2018). "Impact of untreated dental caries on the daily activities of children." *Journal of Public Health Dentistry* **78**: 197-202.

Sozialgesetzbuch (1989). Fünftes Buch Gesetzliche Krankenversicherung, Deutschland.

Teaford, M. F., et al. (2007). *Development, function and evolution of teeth*, Cambridge University Press, Cambridge.



Tsakos, G., et al. (2012). "Developing a new self-reported scale of oral health outcomes for 5-year-old children (SOHO-5)." *Health and Quality of Life Outcomes* **10**: 1-8.

Villarroel, M., et al. (2011). "Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* **23**: 73-87.

Weerheijm, K. L., et al. (2003). "Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens, 2003." *European Journal of Paediatric Dentistry* **4**: 110-113.

Weerheijm, K. L., et al. (2001). "Molar-incisor hypomineralisation." *Caries Research* **35**: 390-391.

Wetzel, W. und U. Reckel (1991). "Fehlstrukturierte Sechsjahrmolaren nehmen zu—eine Umfrage." *Zahnärztliche Mitteilung* **81**: 650-651.

Young, D. A., et al. (2015). "The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs." *The Journal of the American Dental Association* **146**: 79-86.

Zero, D. T. (1999). "Dental caries process." *Dental Clinics of North America* **43**: 635-664.

Zhao, D., et al. (2018). "The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies." *International Journal of Paediatric Dentistry* **28**: 170-179.

## 5. Anlagen

### Darstellung des eigenen Beitrags

#### Erklärung über den wissenschaftlichen Beitrag des Promovenden zur Publikation

<b>Name, Vorname:</b>	Altner, Sarra
<b>Institut:</b>	Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Leipzig, Poliklinik für Kinderzahnheilkunde und Primärprophylaxe
<b>Angestrebter Doktorgrad:</b>	Dr. med. dent.
<b>Thema der Dissertation:</b>	Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study

Hiermit erkläre ich, dass ich bei der Erstellung und Veröffentlichung der Publikation:

Altner S, Ebel M, Ritschl V, Stamm T, Hirsch C, Bekes K

#### **Treatment of Severe Caries and Molar Incisor Hypomineralization and Its Influence on Oral Health-Related Quality of Life in Children: A Comparative Study**

folgenden wissenschaftlichen Beitrag geleistet habe:

- zahnärztliche Untersuchung der Studienteilnehmer
- Datenerfassung für die statistische Auswertung
- Interpretation der Ergebnisse
- Erstellung des Manuskripts

Wien, 31.05.2022

Altner Sarra

## **Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar eine Vergütung oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Die aktuellen gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf die Zulassung der klinischen Studien, die Bestimmungen des Tierschutzgesetzes, die Bestimmungen des Gentechnikgesetzes und die allgemeinen Datenschutzbestimmungen wurden eingehalten. Ich versichere, dass ich die Regelungen der Satzung der Universität Leipzig zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis kenne und eingehalten habe.

Wien, 31.05.2022

Sarra Altner

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank nachstehenden Personen entgegenbringen, ohne deren Mithilfe die Anfertigung dieser Dissertation nie zustande gekommen wäre:

Zunächst möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Christian Hirsch für die Betreuung dieser Arbeit, sowie der freundlichen Hilfe und Unterstützung danken.

Mein Dank gebührt auch Prof. Dr. Bekes, nicht nur für ihre große fachliche und persönliche Unterstützung, sondern auch für den Freiraum, den sie mir während des Schreibens der Arbeit geschaffen hat.

Ein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Dr. Markus Ebel. Er hat mich bei jedem Schritt der Dissertation begleitet und war bei der Planung, Durchführung, Auswertung, sowie Verfassung der Dissertation eine große Stütze. Seine Begeisterung und Leidenschaft für das Thema, sowie ansteckender Arbeitseifer haben mir das Schreiben der Dissertation leicht von der Hand gehen lassen.

Zu guter Letzt möchte ich meinem Ehemann, Partner und besten Freund, Franz Altner, zutiefst danken. Er stand mir stets beiseite und fand selbst spät nachts noch die passendste Formulierung, den kleinsten Kommafehler und die größte Geduld für mich und meine Dissertation.