

Kathrin Kuhr, Dominic Sasunna, Nicolas Frenzel Baudisch, Vinay Pitchika, Fabian Zimmermann, Cristiana Ohm, A. Rainer Jordan

6. Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6): Datenverarbeitung und statistische Methoden

Indizes: Datenanalyse, Datenmanagement, DMS 6, epidemiologische Studien, Querschnittsstudien, Zahnärzte, zahnärztliche Versorgung

Zusammenfassung

Einführung: Die 6. Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6) ist eine kombinierte Querschnitts- und Kohortenstudie mit dem Hauptziel der Gesundheitsberichterstattung zu oralen Erkrankungen in Deutschland. Basierend auf den querschnittlichen Studiendaten konnten aktuelle Prävalenzschätzungen sowie Trendanalysen zur Entwicklung der Mundgesundheit und des Versorgungsstatus in Deutschland auf der Basis von repräsentativen Daten durchgeführt werden. Assoziationen zwischen Mundgesundheit und weiteren Probandenmerkmalen wurden untersucht. Ziel dieses Artikels ist es, Details zur Datenverarbeitung und statistischen Analyse der querschnittlichen Daten zu geben. **Gewichtung der Stichprobe:** Um Abweichungen der Stichprobe von der Bevölkerungsstruktur in Deutschland zu korrigieren, wurden im Rahmen der statistischen Analyse Gewichtungsfaktoren verwendet mit dem Ziel, deutschlandweit repräsentative Aussagen für die untersuchten Altersgruppen des DMS • 6-Querschnitts treffen zu können. Es wurden unterschiedliche Arten von Gewichten berechnet: Designgewichte, Non-Response-Gewichte und Anpassungsgewichte zur Kalibration an amtliche Strukturzahlen. **Verrechnung quantitativer Variablen:** Basierend auf den im Rahmen der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung und der sozialwissenschaftlichen Interviews erfassten Variablen wurden die für die Datenanalyse benötigten Indizes und transformierten Variablen definiert. Zahnmedizinische Merkmale wurden dabei auf Probandenebene aggregiert. **Statistische Methoden:** Für die epidemiologische Deskription wurden Prävalenzen und Mittelwerte mit zugehörigen 95%-Konfidenzintervallen berechnet. Regressionsmodelle wurden angepasst, um das Ausmaß der Assoziationen zwischen interessierenden Probandenmerkmalen und mundgesundheitsbezogenen Zielgrößen abzuschätzen. Für Trendbeschreibungen zur zeitlichen Entwicklung der Mundgesundheit und des Versorgungsstatus in Deutschland wurden Angaben zur epidemiologischen Deskription der DMS • 6 und der Vorgängerstudien vergleichend gegenübergestellt.

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Beschrieben werden die notwendigen Bearbeitungsschritte von den erfassten Rohdaten zu den Studienergebnissen und somit zentrale methodische Aspekte der 6. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS • 6).

EINFÜHRUNG

Die 6. Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6) ist ein oralepidemiologischer und sozialwissenschaftlicher Untersuchungs- und Befragungssurvey auf national repräsentativer Ebene. Sie steht in direkter Reihe mit den fünf vorangegangenen Mundgesundheitsstudien, die vom Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) seit 1989 durchgeführt

wurden¹⁻⁵. Das Hauptziel der Studien war dabei die Gesundheitsberichterstattung zu oralen Erkrankungen in Deutschland.

Die DMS • 6 ist eine kombinierte Querschnitts- und Kohortenstudie und gehört damit zu den Beobachtungsstudien. Wie die Vorgängerstudien auch umfasst sie für Deutschland repräsentative Querschnitterhebungen für ausgewählte Altersgruppen (DMS • 6-Querschnitt). Der Zuschnitt dieser Altersgruppen folgte den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für oralepidemiologische Studien⁶. Dies waren stellvertretend für ältere Kinder 12-Jährige, für jüngere Erwachsene 35- bis 44-Jährige und für jüngere Seniorinnen und Senioren 65- bis 74-Jährige (im Folgenden WHO-Altersgruppen). Zusätzlich wurde eine Altersgruppe 8- und 9-jähriger jüngerer Kinder in die Studie eingeschlossen, um neben Fragen zu Zahn- und Kieferfehlstellungen auch Informationen zur Mundgesundheit im Wechselgebiss zu gewinnen. Drei weitere Altersgruppen wurden im Rahmen einer ersten

Folgeuntersuchung der DMS V untersucht (DMS • 6-Kohorte). Für die 20-Jährigen (junge Volljährige), die 43- bis 52-Jährigen (ältere Erwachsene) und die 73- bis 82-Jährigen (ältere Seniorinnen und Senioren) wurden die neu erfassten Daten auf Individualbasis verknüpft mit den Daten der DMS V, sodass erstmals im Rahmen der Deutschen Mundgesundheitsstudien longitudinale Auswertungen ermöglicht wurden.

Die Querschnittskomponente der DMS • 6 erlaubte aktuelle Prävalenzschätzungen sowie Trendanalysen zur Entwicklung der Mundgesundheit und des Versorgungsstatus in Deutschland auf der Basis von repräsentativen Daten. Basierend auf den querschnittlichen Daten konnten Assoziationen zwischen Mundgesundheit und weiteren Probandenmerkmalen untersucht werden. Die auf Individualbasis verknüpfbaren längsschnittlichen Daten der DMS • 6-Kohorte bieten zusätzlich die Möglichkeit, Veränderungen oraler Erkrankungen im Lebensverlauf sowie deren Schutz- und Risikofaktoren zu analysieren.

Dieser Artikel soll die durchgeführten Bearbeitungsschritte von den erfassten Rohdaten über datenverarbeitende Schritte und statistische Analyseverfahren hin zur Berichtslegung der Studienergebnisse ausführlicher darstellen. Dazu werden Details zur Gewichtung der Stichprobe, zur Verrechnung quantitativer Variablen und zur statistischen Methodik präsentiert, die für die gesamte Studiauswertung relevant sind. Ergänzende spezifischere Informationen sind den einzelnen Ergebnisartikeln zu den verschiedenen zahnmedizinischen und sozialwissenschaftlichen Themen zu entnehmen. Im Folgenden werden Details zur Verarbeitung der querschnittlichen Daten berichtet. Details zur Verarbeitung der längsschnittlichen Daten werden zu einem späteren Zeitpunkt (2026) publiziert. Die Untersuchung der 8- und 9-Jährigen erfolgte in einer zeitlich vorgelagerten Feldphase; Details zu Gewichtung, Datenverarbeitung und statistischer Methodik wurden bereits andernorts beschrieben und sind nicht Teil dieses Artikels^{7,8}.

Die DMS • 6 ist von der Ethikkommission der Universität Witten/Herdecke, Witten, genehmigt worden (Antrag Nr. S-249/2021). Die Studie ist im Deutschen Register Klinischer Studien registriert (Registernummer DRKS00028701). Nähere Details zu Forschungsziel, Studiendesign und Charakteristika der Studienteilnehmenden sowie zur Feldarbeit und zur Datenerhebung wurden in gesonderten Methodenartikeln dargestellt^{9,10}.

GEWICHTUNG DER STICHPROBE

Um Abweichungen der Stichprobe von der Bevölkerungsstruktur in Deutschland zu korrigieren, wurden im Rahmen der statistischen Analyse Gewichtungsfaktoren verwendet mit dem Ziel, deutschlandweit repräsentative Aussagen für die untersuchten Altersgruppen des DMS • 6-Querschnitts treffen zu können.

Im Folgenden wird die Berechnung der Gewichtungsfaktoren für die drei WHO-Altersgruppen beschrieben. Jede Altersgruppe wird

dabei als eigene zu gewichtende Stichprobe verstanden. Es wurden unterschiedliche Arten von Gewichten berechnet: Designgewichte, Non-Response-Gewichte und Anpassungsgewichte zur Kalibration an amtliche Strukturzahlen.

Das Designgewicht korrigiert für etwaige Verzerrungen aufgrund unterschiedlicher Auswahlwahrscheinlichkeiten und war notwendig, da das Stichprobendesign der DMS • 6 disproportional bezüglich der Bundesländer aufgesetzt wurde⁹. Zudem sollten unterschiedliche Größen der Stichprobengemeinden ausgeglichen werden.

Die Non-Response-Gewichtung hatte das Ziel, die Zusammensetzung der Nettostichprobe (Studienteilnehmende) an die Zusammensetzung der ursprünglich gezogenen Bruttostichprobe anzugleichen. Dazu wurden Metamerkmale genutzt, die anhand der Bruttostichprobe zur Verfügung standen. Antworten aus der Non-Response-Befragung wurden nicht herangezogen, da die Abweichungen zwischen der Nettostichprobe der Hauptstudie und der Nettostichprobe der Non-Response-Befragung marginal waren¹⁰. Zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren wurden multivariable logistische Regressionsmodelle angepasst, in denen die Wahrscheinlichkeit der Studienteilnahme unter Berücksichtigung der erklärenden Variablen Bundesland, Geschlecht, Alter, BIK-Gemeindegrößenklasse und Staatsangehörigkeit geschätzt wurde. Die Non-Response-Gewichtung war der zweite Schritt nach der Designgewichtung und bot die Grundlage für ein modifiziertes Designgewicht, das in der Multiplikation des Non-Response-Gewichts mit dem Designgewicht bestand. Durch diese Gewichtung wurden zum einen die durch das Design bedingten Disproportionalitäten bei den Auswahlwahrscheinlichkeiten repropotionalisiert und zum anderen unterschiedliche Teilnahmewahrscheinlichkeiten angeglichen.

In einem dritten Schritt erfolgte eine Kalibration an amtliche Strukturzahlen (Anpassungsgewichtung). Das Anpassungsgewicht baute auf dem modifizierten Designgewicht auf. Nach Anwendung der ersten beiden Gewichtungsschritte wurde versucht, die Stichprobe weiter an bekannte Grundgesamtheitsmerkmale anzugleichen. Als Orientierung dienten dabei Informationen über die Grundgesamtheit aus Daten der amtlichen Statistik (amtliche Bevölkerungsfortschreibung Stand 31.12.2022, Mikrozensus Stand 2022)^{11,12}. Die Berechnung der Gewichtungsfaktoren erfolgte in einem iterativen Randsummenverfahren. Berücksichtigt wurden die Merkmale Bundesland, Geschlecht, Alter, BIK-Gemeindegrößenklasse und Staatsangehörigkeit sowie Haushaltsgröße und Schulbildung. Die Gewichtungsfaktoren des Anpassungsgewichts wurden auf den Bereich 0,2 bis 5,0 beschränkt. Abschließend fand eine Normierung auf die Nettofallzahlen der Stichproben statt.

VERRECHNUNG QUANTITATIVER VARIABLEN

Das zahnmedizinisch-klinische Untersuchungsprogramm umfasste Zahnbefunde, parodontale Befunde, Karies, Wurzelkaries, Molaren-

Tab. 1 Übersicht zu den Variablen aus der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung

Zahnbefunde - Vollbezahnung (ja nein) - Zahnlosigkeit (Basis 32 Zähne; ja nein)^a - Anzahl vorhandener Zähne - Anzahl fehlender Zähne gesamt / ersetzt / nicht ersetzt Restorationen - Füllungen (ja nein) - Teilkronen/Inlays (ja nein) - Vollkronen (ja nein)	Plaque - Modifizierter marginaler Plaque-Index (mMPI; % Segmente mit Plaque) Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH) - MIH (ja nein) - Maximaler Ausprägungsgrad (keine MIH begrenzte Opazität umschriebener Schmelzeinbruch großflächiger Schmelzeinbruch atypische Restauration Extraktion wegen MIH) - Anzahl Zähne mit MIH
Karies <i>Kronenkaries</i> - Anzahl kariöser, fehlender, restaurierter Zahnflächen (DMFS, DS, MS, FS) - Anzahl kariöser, fehlender, restaurierter Zähne (DMFT, DT, MT, FT) - Anzahl restaurierter und primär gesunder Zähne (FST, ST) (dynamischer) Significant Caries Index (SiC, dSiC) - Karieserfahrung (DMFT > 0; ja nein) - Kariesfreiheit (DMFT = 0; ja nein) - Anzahl Zähne mit aktiver Initialläsion - Fissurenversiegelung (ja nein) - Anzahl versiegelter Zähne <i>Wurzelkaries</i> - Root Caries Index (RCI; %) - Wurzelkaries (ja nein zahnlos) - Anzahl Zähne mit aktiver Wurzelkaries- oder Sekundärläsion - Anzahl Zähne mit gefüllter Wurzelfläche	Erosionen (BEWE) - Erosionen (ja nein) - Maximaler Ausprägungsgrad (keine Erosion initialer Verlust der Oberflächenstrukturen klinisch manifester Defekt = Substanzverlust auf < 50 % der am stärksten betroffenen Zahnfläche klinisch manifester Defekt = Substanzverlust ≥ 50 % der am stärksten betroffenen Zahnfläche) - Risikoeinstufung (kein erhöhtes Risikolevel gering erhöhtes Risikolevel mittleres Risikolevel hohes Risikolevel) Mundschleimhautbefunde Verdacht auf ... - Karzinom (ja nein) - Leukoplakie (ja nein) - Lichen Planus (ja nein) - Raucherkeratose (ja nein) - Candida (ja nein) - Prothesenbedingte Veränderung (ja nein) - Sonstiges (ja nein)
Parodontale Befunde <i>Bluten auf Sondieren (BOP)</i> - BOP (% Messstellen) <i>Sondierungstiefe (ST)^b</i> - mittlere ST (mm) - ST ≥ 4 mm / ≥ 6 mm (ja nein) - Anzahl Zähne mit ST ≥ 4 mm / ≥ 6 mm - Anteil Flächen mit ST ≥ 4 mm / ≥ 6 mm (%) <i>klinisches Attachmentlevel (CAL)^b</i> - mittleres CAL (mm) - CAL ≥ 3 mm / ≥ 5 mm (ja nein) - Anzahl Zähne mit CAL ≥ 3 mm / ≥ 5 mm - Anteil Flächen mit CAL ≥ 3 mm / ≥ 5 mm (%) <i>EFP/AAP-Klassifikation</i> - Parodontitis: Status und Stadium (parodontal gesund Gingivitis Parodontitis-Fall: Stadium I / II / III / IV zahnlos nicht klassifiziert) - Parodontitis: Grad (Grad A Grad B Grad C) - CDC/AAP-Falldefinition (keine oder milde Parodontitis moderate Parodontitis schwere Parodontitis zahnlos nicht klassifiziert) - Community Periodontal Index (CPI; Grad 0, 1 oder 2 Grad 3 Grad 4 zahnlos)^b	Zahnersatz <i>Festsitzender Zahnersatz</i> - Brücken (ja nein) - Implantate (ja nein) - Anzahl Implantate^a <i>Abnehmbarer Zahnersatz</i> - Abnehmbarer Zahnersatz (ja nein; n)^a - Kunststoffteilprothesen (ja nein; n) - Modellgussprothesen (ja nein; n) - kombinierter Zahnersatz (ja nein; n) - Hybridprothesen (ja nein; n) - Totalprothesen (ja nein; n) - Trageverhalten (Zahnersatz wird getragen Zahnersatz wird nicht oder nur sporadisch getragen) - klinische Prothesenqualität (keine Mängel, sehr gute Qualität akzeptabler Zustand, gute Qualität leichte Mängel, mäßige Qualität große Mängel, schlechte Qualität) - Prothetische Leitversorgung (vollbezahnt, kein Zahnersatz Lückengebiss, kein Zahnersatz ≥ 1 Kronenversorgung ≥ 1 Festsitzender Zahnersatz (Brücke/Implantat) ≥ 1 Teilprothese ≥ 1 Totalprothese)^a Funktionelle Kapazität - Belastbarkeitsstufe (voll belastbar leicht reduziert stark reduziert nicht belastbar) - Therapiefähigkeit (normal leicht reduziert stark reduziert keine) - Mundhygienefähigkeit (normal leicht reduziert stark reduziert keine) - Eigenverantwortlichkeit (normal reduziert keine)

BEWE = Basic Erosive Wear Examination, CDC/AAP = Centers for Disease Control/American Academy of Periodontology, EFP/AAP = European Federation of Periodontology/American Academy of Periodontology, n = Anzahl

^a Variablen für gesamtes Gebiss und separat für Ober- und Unterkiefer berechnet

^b Variablen für Full-Mouth-Recording (28 Zähne mit je 6 Messstellen) und Partial-Mouth-Recording (12 Indexzähne mit je 3 Messstellen) berechnet

Inzisiven-Hypomineralisation (MIH), Erosionen, Zahnersatz, Mundschleimhautbefunde, Plaque und die zahnmedizinische funktionelle Kapazität. Die zahnmedizinisch-klinischen Untersuchungen wurden in einem standardisierten Manual vorgegeben. Der Großteil der quantitativen Variablen wurde nicht auf Probandenebene, sondern zum Beispiel

auf Zahnebene, auf Zahnflächenebene oder auf Kieferebene erfasst. Für die Datenanalyse wurden diese Variablen in geeigneter Weise auf Probandenebene aggregiert, etwa als Anzahl oder Anteil betroffener Zähne, als Vorhandensein eines Befundes (Prävalenz) oder als arithmetisches Mittel über alle befundeten Flächen. Bei der Aggregation der

Tab. 2 Übersicht zu den sozialwissenschaftlichen Variablen aus der schriftlichen Befragung

Soziodemografie - Alter (Jahre) - Geschlecht (männlich weiblich divers) - Body Mass Index (kg/m²) Sozioökonomischer Status (SES) - SES-Index (SES-Gesamtscore, SES-Subscore Bildung, SES-Subscore Beruf, SES-Subscore Einkommen) - SES-Gruppe (niedrig mittel hoch) - Bildungsgruppe (niedrig mittel hoch) - Schulbildung (< 10 Jahre 10 Jahre > 10 Jahre) - Monatl. Nettoäquivalenzeinkommen (Euro) - Subjektiver sozialer Status (niedrig mittel hoch)	Gesundheitsökonomie - Status Krankenversicherung (GKV GKV + Zusatzversicherung PKV andere keine Krankenversicherung) - Bedarf an einer zahnärztlichen oder kieferorthopädischen Untersuchung oder Behandlung in den letzten 12 Monaten (ja nein) - Verzicht auf eine zahnärztliche Untersuchung oder Behandlung wegen Kosten in den letzten 12 Monaten (ja nein) - Verzicht auf eine kieferorthopädische Untersuchung oder Behandlung wegen Kosten in den letzten 12 Monaten (ja nein) - Inanspruchnahme einer zahnärztlichen oder kieferorthopädischen Behandlung in den letzten 12 Monaten (ja nein) - Höhe des Selbstzahlungsbetrags für zahnärztliche oder kieferorthopädische Behandlung in den letzten 12 Monaten (Euro)
Migration - Migrationsgeschichte (Menschen mit Migrationsgeschichte Menschen ohne Migrationsgeschichte) - Einwanderergeneration (1. Generation: selbst nach Deutschland immigriert 2. Generation: beide Elternteile im Ausland geboren) - Aufenthaltsdauer (Jahre) - Einreisealter (Jahre) - Gesprochene Sprache im Haushalt (Deutsch andere Deutsch + andere) - Selbsteinschätzung Deutschkenntnisse (sehr gut gut mittelmäßig wenig gar nicht) - Art des Aufenthaltsstatus (deutsche Staatsbürgerschaft unbefristeter Aufenthalt befristeter Aufenthalt) - Herkunftsregion (Deutschland Westeuropa Osteuropa Nordamerika, Australien, Neuseeland Mittel- und Südamerika Asien Afrika Türkei arabische Staaten)	Pflegebedarf und Behinderung - Inanspruchnahme von Pflegediensten in den letzten 12 Monaten (ja nein) - Bezug von Pflegeleistungen (ja nein) - Pflegegrad (Pflegegrad 1 Pflegegrad 2 Pflegegrad 3 Pflegegrad 4 Pflegegrad 5) - Ämtlich anerkannte Behinderung (Grad der Behinderung < 50 % Schwerbehinderung: Grad der Behinderung ≥ 50 % nein) Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) - Oral Health Impact Profile (OHIP-G5-Summenscore) Fluoridprophylaxe - Verwendung fluoridhaltige Zahnpasta (ja nein) - Verwendung fluoridiertes Speisesalz (in der Regel nicht ab und zu in der Regel ja) Zuckerkonsum - Kurzskala des Marburger Zuckerindex (MSI-S-Gesamtscore) Zahnbehandlungsangst - Modified Dental Anxiety Scale (mDAS-Summenscore)

Daten wurden alle vorhandenen Werte genutzt; es gab keine Anforderung an die Vollständigkeit der Daten. Sofern nicht anders angegeben, basierten die Variablenberechnungen auf Angaben zu 28 Zähnen; Weisheitszähne wurden ausgeschlossen (Ausnahme: totale Zahnlosigkeit). Eine Übersicht über die Variablen der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung findet sich in Tabelle 1.

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Befragungen wurden unter anderem Informationen aus den Themenbereichen Soziodemografie (zum Beispiel Alter, Geschlecht, Bildung, Einkommen, Migrationsgeschichte), Mundhygieneverhalten (zum Beispiel Häufigkeit Zähneputzen, Häufigkeit Zahnzwischenraumreinigung), Inanspruchnahme zahnärztlicher Leistungen (zum Beispiel Zahnarztbesuche, professionelle Zahnreinigung), Allgemeinmedizin (zum Beispiel Diabetes mellitus, Herz-Kreislauf-Erkrankungen), mundgesundheitsbezogene Lebensqualität, Rauchverhalten und Zuckerkonsum erfasst. Basierend auf den erfassten quantitativen Variablen wurden die für die Datenanalyse benötigten Indizes und transformierten Variablen definiert. Eine Übersicht über die sozialwissenschaftlichen Variablen findet sich in den Tabellen 2 und 3.

Das Manual zur zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung, die sozialwissenschaftlichen Fragebogen sowie die Dokumentation für die Definition transformierter Variablen mit Details zur Verrechnung quantitativer Variablen sind an anderer Stelle veröffentlicht¹³. Als

qualitätssichernde Maßnahme wurden die Variablentransformationen intern und extern validiert. Die Datenverarbeitung erfolgte unter Verwendung von IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) und R Version 4.4.1 (R Core Team, Wien, Österreich).

STATISTISCHE METHODEN

In die Datenauswertung gingen die Studienteilnehmenden ein, die alle definierten Einschlusskriterien für das Analyseset erfüllten:

- Der Zahnbefund wurde vollständig erhoben.
- Der Kariesbefund wurde vollständig erhoben.
- Der Parodontalbefund wurde mindestens an 2 Quadranten erhoben.

In der Altersgruppe der 12-Jährigen waren nur die ersten beiden Kriterien relevant. Fehlende Angaben zur sozialwissenschaftlichen Befragung führten nicht zum Ausschluss aus dem Analyseset. Je nach Fragestellung erfolgte die Auswertung der Daten unter Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren; primär wurden die modifizierten Designgewichte verwendet. Die Auswertung erfolgte unter Verwendung von IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA), R Version 4.4.1 (R Core Team, Wien, Österreich) und Stata/MP18.0 (StataCorp. 2023, College Station, TX, USA).

Tab. 3 Übersicht zu den sozialwissenschaftlichen Variablen aus der persönlichen Befragung

Inanspruchnahme Präventionsleistungen - Inanspruchnahmeverhalten (kontrollorientiert beschwerdeorientiert) - Häufigkeit Zahnarztbesuche (nur bei Problemen <1-mal im Jahr ≥1-mal im Jahr ≥1-mal alle 6 Monate) - Inanspruchnahme PZR (ja nein weiß nicht) - Häufigkeit PZR (nie in der Regel nicht zur PZR <1-mal im Jahr ≥1-mal im Jahr ≥1-mal alle 6 Monate) - Zahnarztpraxistreue (Praxiswechsel fast nach jedem Besuch Praxiswechsel ab und zu in der Regel kein Praxiswechsel) - Verwendung Bonusheft (ja nein)	Medizinische Geografie - Verkehrsmittel zur Zahnarztpraxis - zu Fuß (genannt nicht genannt) - mit dem Fahrrad (genannt nicht genannt) - mit dem ÖPNV (genannt nicht genannt) - mit einem Privatfahrzeug (genannt nicht genannt) - sonstiges (genannt nicht genannt) - Dauer für Weg zur Zahnarztpraxis (≤10 min ≤30 min ≤60 min ≤90 min >90 min)
Mundhygieneverhalten - verwendete Zahnbürste (elektrisch manuell beides keine) - Zahnzwischenraumreinigung (ja nein) - Hilfsmittel zur Zahnzwischenraumreinigung (Zahnseide Zahnsticks Zahnzwischenraumbürsten mehrere keine) - Häufigkeit Zähneputzen (<1-mal täglich 1-mal täglich 2-mal täglich >2-mal täglich) - Häufigkeit Zahnzwischenraumreinigung (nie <1-mal wöchentlich ≥1-mal wöchentlich ≥1-mal täglich)	Kardiometabolische Erkrankungen^c Diabetes mellitus - Diabetes mellitus (Typ-1-Diabetes Typ-2-Diabetes Gestationsdiabetes kein Diabetes) - Manifestationsalter Diabetes (Jahre) - Diabetesdauer (Jahre) - Kontrollierter Diabetes (HbA_{1c}-Wert <7 % HbA_{1c}-Wert ≥7 %) - Diabetesbehandlung bei Erstmanifestation / aktuell (nur Insulin nur Tabletten bzw. GLP-1-Analoga Kombinationen: Insulin und Tabletten Diät oder andere Behandlung oder keine Behandlung) - Komplikationen von Diabetes mellitus - Retinopathie (ja nein weiß nicht) - Erblindung (ja nein weiß nicht) - Eiweiß im Urin (ja nein weiß nicht) - Nierenversagen (ja nein weiß nicht) - Dialyse (ja nein weiß nicht) - Nervenleiden (ja nein weiß nicht) - Amputation (ja nein weiß nicht) - Diabetischer Fuß (ja nein weiß nicht)
Zahnmedizinische Behandlungen - Inanspruchnahme Parodontitisbehandlung (ja nein weiß nicht) - Inanspruchnahme kieferorthopädische Behandlung (ja nein)	
Selbsteinschätzung Gesundheitszustand und -kompetenz - Selbsteinschätzung des allgemeinen Gesundheitszustands / des Mundgesundheitszustands (sehr schlecht schlecht mittelmäßig gut sehr gut) - Kontrollüberzeugung^a (sehr viel viel einiges wenig nichts) - Gesundheitskompetenz^b (nie selten manchmal oft immer)	
Versorgungsforschung - Zahnarztpraxis nah genug an Wohnort gelegen (ja nein) - Schwierigkeiten bei Terminvereinbarung beim Zahnarzt in den letzten 12 Monaten (ja nein)	
Rauchverhalten - Rauchstatus (täglich gelegentlich nicht mehr nie) - Dauer der Rauchexposition (Jahre) - Anzahl der gerauchten Zigaretten pro Tag / pro Woche	Herz-Kreislauf-Erkrankungen - Herzinfarkt (ja nein weiß nicht) - Angina pectoris (ja nein weiß nicht) - Herzinsuffizienz (ja nein weiß nicht) - Herzrhythmusstörungen (ja nein weiß nicht) - Claudicatio intermittens (ja nein weiß nicht) - Schlaganfall (ja nein weiß nicht) - Bluthochdruck (ja nein weiß nicht) - Erhöhte Blutfette/Cholesterinwerte (ja nein weiß nicht)

GLP-1 = Glucagon-like Peptide 1, HbA_{1c} = glykiertes Hämoglobin, PZR = professionelle Zahnreinigung, ÖPNV = Öffentlicher Personennahverkehr

^a Wie viel kann man selbst tun, um die Gesundheit seiner Zähne zu erhalten oder zu verbessern?

^b Wie oft benötigen Sie Hilfe von jemandem beim Lesen von Anweisungen, Beipackzetteln oder anderem schriftlichen Material von Ihrem Arzt oder Ihrer Apotheke?

^c Selbstangabe zu ärztlichen Diagnosestellungen

Fehlende Werte

Alle drei Teilerhebungen – zahnmedizinisch-klinische Untersuchung, persönliche Befragung mit Rechnerunterstützung (*Computer Assisted Personal Interview*, CAPI) und Papierfragebogen zum Selbstausfüllen (*Paper and Pencil Interview*, PAPI) – wurden bei 95,2 % der Studienteilnehmenden durchgeführt. Sozialwissenschaftliche Interviews fehlten in 4,8 % der Fälle (PAPI 4,7 %, CAPI 0,7 %). Der Anteil zusätzlich fehlender Werte aufgrund Verweigerung oder Nichterhebbarkeit der Untersuchung, fehlender Angaben oder unplausibler Einträge variierte zwischen 0 % bis 12 % je erfasster Variable (*item missingness*). Grundsätzlich gab es die wenigsten fehlenden Werte bei Merkmalen, die im Rahmen der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung oder des CAPI erfasst wurden (meist 0 % bis 1 %). Der Anteil fehlender Werte bei Merkmalen, die mittels des PAPI erfasst wurden, war mit 2 % bis 12 % am höchsten.

Dies korrespondiert mit der Abfrage sensibler personenbezogener Informationen wie Einkommen in diesem Erhebungsmodus. Fehlende Werte wurden nicht ersetzt. Für die epidemiologische Deskription wurden die verfügbaren Fälle (*Available Case Analysis*) genutzt, für Regressionsanalysen im Rahmen der Assoziationsanalysen die Fälle, für die gültige Werte zu allen interessierenden Variablen vorlagen (*Complete Case Analysis*).

Beschreibung des Studienkollektivs

Zur Charakterisierung der Studienteilnehmenden wurden deskriptive Analysen der sozialwissenschaftlichen Merkmale durchgeführt. Für stetige Variablen wurden Mittelwert und Standardabweichung angegeben, für kategoriale Variablen absolute (*n*) und relative Häufigkeiten (in %). Die Auswertungen basierten auf ungewichteten Daten, die Darstellung der Ergebnisse erfolgte getrennt nach Altersgruppen.

Epidemiologische Deskription

Die epidemiologische Deskription diente dazu, die erste Fragestellung der DMS • 6 beantworten zu können: Wie hoch sind die aktuellen Prävalenzen oraler Erkrankungen?

Es wurden Prävalenzen und Mittelwerte mit zugehörigen 95%-Konfidenzintervallen (KI) berechnet; dazu wurde ein gewichteter Datensatz verwendet. Um bevölkerungsrepräsentative Prävalenzdaten zu erhalten, wurden zahnlose Studienteilnehmende in die Prävalenzberechnung miteinbezogen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte getrennt nach Altersgruppen für die Studienteilnehmenden des DMS • 6-Querschnitts. Innerhalb der Altersgruppen wurde zusätzlich nach Subgruppen hinsichtlich interessierender sozialwissenschaftlicher Merkmale differenziert, zum Beispiel nach Geschlecht (männlich/weiblich), Bildungsgruppe (niedrig/mittel/hoch), Migrationsgeschichte (ja/nein), Vorhandensein mindestens einer kardiovaskulären Erkrankung (ja/nein).

Assoziationsanalysen

Die Assoziationsanalysen dienten dazu, die zweite Fragestellung der DMS • 6 beantworten zu können: Welche Assoziationen zwischen der Mundgesundheit und weiteren Probandenmerkmalen gibt es?

Assoziationen zwischen Mundgesundheit und weiteren Probandenmerkmalen wie Bildung, Migrationsgeschichte, Rauchen, Mundhygieneverhalten, chronische Erkrankungen oder Ernährung wurden zunächst deskriptiv durch Kreuztabellen sowie Balkendiagramme (zwei kategoriale Variablen), Gegenüberstellung der Lage- und Streuungsmaße sowie Boxplots (eine kategoriale und eine stetige Variable) oder Korrelationskoeffizienten sowie Streudiagramme (zwei stetige Variablen) analysiert.

Regressionsmodelle mit gemischten Effekten wurden angepasst, um das Ausmaß der Assoziationen zwischen interessierenden Einflussgrößen (Expositionen) und mundgesundheitsbezogenen Zielgrößen abzuschätzen. Verwendet wurden zum Beispiel generalisierte lineare Modelle mit Normal- oder Gammaverteilung sowie Poisson-Regressionen mit robustem Standardfehler. Ausgehend von univariablen Modellen für die Einflussgrößen integrierten weitere Modelle schrittweise Kovariaten wie Alter, Geschlecht und Bildung als feste Effekte und eine zusammengesetzte Regionsvariable als zufälligen Effekt. Die Regionsvariable mit zwölf Kategorien wurde gebildet als Kombination der Merkmale Region (Nord-/Ost-/Süd-/Westdeutschland) und Gemeindegroße (Landregion, Stadtregion, Großstadtregion). Sie wurde anstelle der Untersuchungszentren als zufälliger Effekt in die Modelle aufgenommen, da die Anzahl der Zentren mit $n = 90$ zu groß war und die Modelle dafür nicht angepasst werden konnten. Als Ergebnis der Modelle wurden Regressionskoeffizienten (b) für generalisierte lineare

Modelle oder Prävalenzratios (PR) für Poisson-Regressionen mit zugehörigen 95%-KI und p -Werten berichtet.

Für die Assoziationsanalysen wurden ungewichtete querschnittliche Daten aller Altersgruppen – sowohl aus dem DMS • 6-Querschnitt als auch aus der DMS • 6-Kohorte – genutzt. Je nach Fragestellung wurden die Altersgruppen geeignet zusammengefasst.

Trendanalysen

Die Trendanalysen dienten dazu, die dritte Fragestellung der DMS • 6 beantworten zu können: Wie ist die Entwicklung der Mundgesundheit und des Versorgungsstatus in Deutschland von 1989 bis 2023? Auf der Grundlage der DMS • 6-Querschnittskomponente sowie der Vorgängerstudien DMS I/II bis DMS V wurde eine Trendbeschreibung zur zeitlichen Entwicklung der Mundgesundheit und des Versorgungsstatus in Deutschland vorgenommen. Dazu wurden Angaben zur epidemiologischen Deskription und Versorgung oraler Erkrankungen vergleichend gegenübergestellt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte getrennt nach Altersgruppen. Trendanalysen, die über die hier genannten hinausgehen, werden in den jeweiligen Ergebnisartikeln im Detail beschrieben. Bei der Analyse sowie der Präsentation der Ergebnisse wurde insbesondere berücksichtigt und diskutiert, dass es methodische Unterschiede zwischen den Studien gab. So wurden zum Beispiel die Untersuchungen im Rahmen der DMS I und II in zahnärztlichen Praxen durchgeführt, während die Probanden seit der DMS III in mobile Untersuchungszentren eingeladen wurden. Auch die Erhebungsprotokolle der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchung sowie die sozialwissenschaftliche Befragung wurden im Laufe der Jahre weiterentwickelt und an neue wissenschaftliche Standards angepasst.

Sensitivitätsanalysen

Für die epidemiologische Deskription wurde primär das modifizierte Designgewicht zur Gewichtung des Datensatzes herangezogen. Im Rahmen von Sensitivitätsanalysen wurden die Auswertungen unter Verwendung des Anpassungsgewichts wiederholt. Die Analysen zeigten keine inhaltlich relevanten Abweichungen der Schätzergebnisse. Sofern weitere Sensitivitätsanalysen durchgeführt wurden, sind diese in den jeweiligen Ergebnisartikeln beschrieben.

INTERESSENKONFLIKT

KK, DS, FZ, CO und ARJ sind angestellt bei der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV). Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der „Empfehlungen für die Durchführung, Berichterstattung, Bearbeitung und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten in medizinischen Fachzeitschriften“ der ICMJE besteht. Die Interpretation

der Daten und die Darstellung der Informationen werden nicht durch persönliche oder finanzielle Beziehungen zu Personen oder Organisationen beeinflusst.

AUTORENLEISTUNGEN

Alle in der Arbeit aufgeführten Autoren haben einen ausreichenden Beitrag geleistet, um die Kriterien für die Autorenschaft gemäß den ICMJE-Richtlinien zu erfüllen. Alle Autoren haben das endgültige Manuskript gelesen und genehmigt.

KK ist stellvertretende Studienleiterin der DMS • 6, verantwortlich für die Datenanalyse und Verfasserin des Manuskripts.

DS ist Datenmanager der DMS • 6 und mitverantwortlich für die Datenanalyse.

NFB ist ehemaliger stellvertretender Studienleiter und verantwortlich für das sozialwissenschaftliche Studiensetting.

VP ist wissenschaftlicher Berater der DMS • 6, mitverantwortlich für die statistischen Auswertungen und Mitverfasser des Manuskripts.

FZ ist verantwortlich für die sozialwissenschaftliche Analyse und Mitverfasser des Manuskripts.

CO ist Projektmanagerin der DMS • 6.

ARJ ist Studienleiter der DMS • 6, verantwortlich für die Entwicklung der zahnmedizinisch-klinischen Untersuchungen und Mitverfasser des Manuskripts.

DANKSAGUNG

Bei der Berechnung der Gewichtungsfaktoren wurde die Studienleitung durch das GESIS Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften, Köln (Deutschland), beratend unterstützt. Wir danken hiermit Dr. Matthias Sand, Mitarbeiter im Bereich Survey Design and Methodology, für seinen wertvollen Beitrag.

LITERATUR

1. Micheelis W, Bauch J (Hrsg.): Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse des nationalen IDZ-Survey 1989. Köln: Deutscher Ärzte-Verl.; 1991 (IDZ-Materialienreihe, Bd. 11.1)
2. Micheelis W, Bauch J (Hrsg.): Mundgesundheitszustand und -verhalten in Ostdeutschland. Ergebnisse des IDZ-Ergänzungssurvey 1992. Köln: Deutscher Ärzte-Verl.; 1993 (IDZ-Materialienreihe, Bd. 11.3)
3. Micheelis W, Reich E (Hrsg.): Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997. Köln: Deutscher Ärzte-Verl.; 1999 (IDZ-Materialienreihe, Bd. 21)
4. Micheelis W, Schiffner U (Hrsg.): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Köln: Deutscher Zahnärzte Verl. DÄV; 2006 (IDZ-Materialienreihe, Bd. 31)
5. Jordan AR, Micheelis W (Hrsg.): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Köln: Deutscher Zahnärzte Verl. DÄV; 2016 (IDZ-Materialienreihe, Bd. 35)
6. World Health Organization: Oral health surveys: basic methods (5th Edition). Genf: WHO; 2013
7. Jordan AR, Kuhr K, Ohm C, Frenzel Baudisch N: Methodology of the Sixth German Oral Health Study (DMS • 6) to survey tooth and jaw misalignment. J Orofac Orthop 2023; 84(Suppl 1): 10–18
8. Jordan AR, Kuhr K, Ohm C, Frenzel Baudisch N, Kirschneck C: Sechste Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6). Zahn- und Kieferfehlstellungen bei Kindern. Köln: IDZ; 2021
9. Jordan AR, Frenzel Baudisch N, Ohm C, Zimmermann F, Sasunna D, Cholmakow-Bodechtel C, Krämer M, Kuhr K: 6. Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6): Forschungsziel, Studiendesign und Charakteristika der Studienteilnehmenden. Dtsch Zahnärztl Z 2025; 80: 64–73
10. Ohm C, Kuhr K, Zimmermann F, Frenzel Baudisch N, Cholmakow-Bodechtel C, Krämer M, Jordan AR: 6. Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS • 6): Feldarbeit, Datenerhebung und Qualitätssicherung. Dtsch Zahnärztl Z 2025; 80: 74–81
11. Statistisches Bundesamt (Destatis): Bevölkerungsfortschreibung 2022, Stand: 31.12.2022; 2022. Weitere Informationen unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html
12. Statistisches Bundesamt (Destatis): Sonderauswertung Mikrozensus 2022; 2022. Weitere Informationen unter: <https://erhebungsportal.destatis.de/Erhebungsportal/informationen/informationen-zum-mikrozensus-3629>
13. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Ergebnisportal der Deutschen Mundgesundheitsstudie • 6; 2025. <https://www.Deutsche-Mundgesundheitsstudie.de/> (verfügbar unter: Studienüberblick/Methodik)

6th German Oral Health Study (DMS • 6): data processing and statistical methods

Keywords: cross-sectional studies, data analysis, data management, DMS 6, epidemiologic studies

Objectives: The 6th German Oral Health Study (DMS • 6) is a combined cross-sectional and cohort study with the main objective of reporting oral diseases in Germany. Based on cross-sectional data, current prevalence estimates and trend analyses on the development of oral health and care status in Germany were conducted using representative data. Associations between oral health and further participant characteristics were examined. The aim of this article is to provide details on data handling and statistical analysis of the cross-sectional data.

Sample weighting: Weighting factors were used as part of the statistical analysis to correct for deviations between the analysis set and the population structure in Germany. The objective was to make nationwide representative statements for the age groups examined in the cross-sectional component of the DMS • 6. Different types of weights were calculated: design, non-response, and calibration weights. **Processing of quantitative variables:** The indices and transformed variables required for data analysis were defined based on variables collected in clinical examinations and social science interviews. Dental characteristics were aggregated at the participant level. **Statistical methods:** For epidemiological description, prevalence rates, and means with associated 95 % confidence intervals were calculated. Regression models were adjusted to estimate the strength of associations between participant characteristics of interest and oral health-related outcomes. To describe trends in the temporal development of oral health and dental care status in Germany, epidemiological descriptions from DMS • 6 and previous studies were compared.



Kathrin Kuhr

Dr. rer. medic. Kathrin Kuhr Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Dominic Sasunna Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Dr. rer. pol. Nicolas Frenzel Baudisch infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft, Bonn; bis 2023: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Vinay Pitchika, Ph. D. Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Klinikum der Universität München, München

Fabian Zimmermann, M. A. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Cristiana Ohm, M. A. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Prof. Dr. med. dent. A. Rainer Jordan, M.Sc. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln

Kontakt: Institut der Deutschen Zahnärzte, DMS • 6 Study Group, Universitätsstraße 73, 50931 Köln, E-Mail: dms6@idz.institute

Porträtfoto K. Kuhr: Philippe Ramakers/Intuitive Fotografie