

J. Esch¹

Lachgas in der Kinderzahnheilkunde

Sedation with nitrous-oxide-oxygen in paediatric dentistry



J. Esch

Einleitung: Der Umgang mit Schmerzen und Ängsten ist in der Zahnmedizin von vorrangiger Bedeutung. Deshalb ist die Lachgassedierung oder auch Inhalationssedierung ein wichtiges Hilfsmittel bei ängstlichen Patienten in fast jedem Lebensalter.

Material und Methode: Die Inhalationssedierung wird dabei mit einer Lokalanästhesie kombiniert. Oft ist auch die Gabe eines lokalen Anästhetikums erst durch die Lachgassedierung möglich. Patienten mit ausgeprägtem Würgereiz können gerade mit der Lachgassedierung leichter behandelt werden. Längere Eingriffszeiten lassen sich sowohl für den Patienten als auch für das zahnärztliche Team komfortabler bewältigen. Kinder sind besonders dankbare Patienten, wobei Lachgas ca. ab dem 4.ten Lebensjahr eingesetzt werden kann.

Ergebnisse und Schlussfolgerung: Lachgas ist eine gut steuerbare und risikoarme Sedierungsmaßnahme, die die Angst reduziert, das Verhalten der Kinder während der Behandlung verbessert und dadurch eine leichtere Durchführung, sowie eine angemessene Qualität der zahnärztlichen Versorgung gewährleistet. Damit stellt die Lachgassedierung eine Alternative zur Intubationsnarkose dar.

(Dtsch Zahnärztl Z 2013, 68: ?-?)

Schlüsselwörter: Lachgassedierung, Inhalationssedierung

Introduction: Pain and anxiety management is of paramount importance in dentistry. Therefore the nitrous oxide-oxygen sedation or inhalation sedation is an important tool for anxious patients at almost every age.

Material and Method: The inhalation sedation is combined with local anesthesia. The possibility of giving local anesthesia is often only possible when the patient is sedated. It is easier to treat patients with a prominent gag reflex. Prolonged treatment is better to manage for the patient and for the dental team. Children are appreciative patients, which can be treated earliest at the age of 4 years.

Results and Conclusion: Nitrous oxide-oxygen is a good controllable and low-risk sedation method, which reduces anxiety, improves behaviour of the child during dental treatment and ensures a smoothly procedure of an appropriate quality. Consequently the nitrous oxide-oxygen sedation is an alternative to general anesthesia.

Keywords: sedation with nitrous-oxide-oxygen, inhalation sedation

¹ Berlepschstr.2, 81373 München

Peer-reviewed article: eingereicht: 04.01.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 25.02.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0???-00??

Einleitung

Lachgas (N_2O) hat neben der anxiolytischen Wirkung [2] auch eine schmerzlindernde und sedative Wirkung. Durch die Sedierung wird die Angst reduziert und die Schmerzwahrnehmung vermindert (Abb. 1). Die Behandlungswilligkeit wird erhöht und einer entstehenden Zahnarztangst [6, 47] wird vorgebeugt. Bei nicht kooperativen Patienten, z.B. Phobikern, Menschen mit Behinderungen und insbesondere bei behandlungsunwilligen Kindern, ist eine zahnärztliche Behandlung ohne Sedierung oft sehr schwierig oder sogar unmöglich. In vielen Fällen kann diese von kleinen Kindern dann nur in Allgemeinanästhesie erfolgen, was mit hohem personellen, organisatorischem und materiellem Aufwand [32] und zudem mit eigenen Risiken verbunden ist. Deshalb erfreut sich die Lachgassedierung auch „minimal sedation“ genannt, einer zunehmenden Beliebtheit [29].

Aufgrund der Tatsache, dass die Anwendung der Sedierung mit N_2O durch Zahnärzte in der Zahnarztpraxis in einigen europäischen Ländern auf gewisse rechtliche Probleme gestoßen ist, hat sich der CED (Council of European Dentists, www.eudental.eu) mithilfe einiger Experten auf diesem Gebiet entschieden, eine Resolution auszuarbeiten, um die Vorteile, Sicherheit und Zweckmäßigkeit des Einsatzes von N_2O in der Zahnarztpraxis zu betonen und dafür zu plädieren, dass ein derartiges Instrument in der Hand des praktizierenden Zahnarztes verbleibt und unter bestimmten Voraussetzungen von ausgebildeten und geprüften Zahnärzten angewendet werden kann [14].

In Deutschland ist die Inhalations-sedierung mit Lachgas und Sauerstoff wenig, in angelsächsischen und skandinavischen Ländern dagegen sehr verbreitet. Sie ist die einzig weitgehend sichere Sedierungsmethode, die ohne die Anwesenheit eines Anästhesisten angewendet werden kann und die sowohl in ihrer Länge als auch in ihrer Tiefe den Bedürfnissen des Patienten angepasst werden kann. Während diese Methode bei sorgfältiger Durchführung und gutem Ausbildungsstand der Anwender für die Patienten nahezu gefahrlos [33] ist, besteht möglicherweise bei der Exposition des zahnärztlichen Personals über lange Zeit ein gewisses Schädigungs-

potenzial. Deshalb ist es bei der Lachgas-sedierung wichtig, die Verunreinigung der Arbeitsumgebung zu reduzieren, was mit verschiedenen Methoden durchaus effizient möglich ist [22].

Definition

Die Lachgassedierung ist eine Methode der „minimal sedation“, wenn nicht mehr als 50 % Lachgas zusammen mit Sauerstoff verabreicht wird und kein anderes zusätzliches Sedativum verwendet wird neben einer Lokalanästhesie [5]. Wenn Lachgas mit Sauerstoff mit anderen Sedativa kombiniert wird oder mehr als 50 % Lachgas verabreicht wird, dann spricht man von „moderate sedation“ früher „conscious sedation“ [16]. Die moderate Sedierung kann wie folgt definiert werden: Verfahren, bei dem durch Einsatz von Arzneimitteln das zentrale Nervensystem gedämpft wird, sodass eine Behandlung durchgeführt werden kann, der verbale Kontakt mit dem Patienten jedoch während der gesamten Sedierungsdauer erhalten bleibt. Der Sicherheitsspielraum der Arzneimittel und Verfahren, die bei der moderaten Sedierung für Zahnbehandlungen zum Einsatz kommen, sollte so groß sein, dass ein Bewusstseinsverlust unwahrscheinlich ist [4].

Geschichte

Im Jahre 1844 erfolgte der erste medizinische Einsatz von Lachgas durch *Horace Wells* an einem zahnärztlichen Patienten. Somit wird Lachgas seit über 150 Jahren in der Medizin genutzt und weist erstaunlich wenige Nebenwirkungen auf. Lachgas ist eines der am besten untersuchten medizinischen Gase mit klaren Indikationen und Kontraindikationen. Die der Substanz in der Frühphase ihres Gebrauchs angelasteten Todesfälle waren nach übereinstimmender Meinung auf die Hypoxie bei alleiniger Lachgasanwendung ohne Sauerstoff zurück zu führen [30, 42]. Im Übrigen ist die maximal mögliche Zufuhr von Lachgas in den meisten Geräten sinnvollerweise auch auf 50 % limitiert. Die heute in Deutschland zugelassenen Lachgasgeräte (Abb. 2) sind mit modernsten Sicherheitsstandards ausgestattet. So verhindert ein „Nitro-lock“ dass, falls kein

Sauerstoff fließt, auch die Lachgaszufuhr sofort gestoppt wird.

Bereits 1960 wurde die Inhalations-sedierung in der Zahnmedizin in den USA etabliert. 1973 verwendeten nach Angaben von *Wright* [49] 44 % der US-amerikanischen Kinderzahnärzte Lachgas. Im Jahre 1980 war dieser Anteil auf 73 % [7], 1996 sogar auf 89 % gestiegen [48]. In den Niederlanden ist das Verfahren seit 1986 eingeführt und in der Schweiz existieren seit 2004 Kurse an den Universitäten. In Schweden bieten ca. 65 % der zahnärztlichen Praxen Inhalations-sedierung an. In Deutschland setzten 2010 bereits 25 % der zertifizierten Kinderzahnärzte des Bundesverbandes der Kinderzahnärzte (Bukiz, www.kinderzahnaerzte.de) Lachgas ein [21] und die Tendenz ist steigend.

Richtlinien zur Anwendung der Inhalations-sedierung in der Zahnheilkunde existieren in den USA [3], Kanada und – in Europa [23, 14] – der Schweiz [41], den Niederlanden, Skandinavien, Großbritannien [25] und Schottland. Für Europa und Deutschland gibt es seit Mai 2012 eine neue Resolution des Council of European Dentists, die Empfehlungen hinsichtlich der Durchführung, Qualitätssicherung und Ausbildung vorschlägt [14]. Eigene deutsche Empfehlungen der DGAI/IAZA in Zusammenarbeit mit der DGZMK werden im Laufe des Jahres erwartet.

Eigenschaften des Lachgases (N_2O)

Medizinisches Lachgas ist ein stabiles, reaktionsträges, farb- und geruchloses Gas, das schwerer als Luft ist. Lachgas zählt zu den Treibhausgasen. Jedoch machen medizinische Lachgas-Emissionen nach UN-Angaben nur 0,05 % der gesamten Treibhausgasemissionen aus und werden bei Klimaschutzmaßnahmen nicht berücksichtigt (www.unfccc.int). Ein direkter Zusammenhang zwischen medizinischem Lachgas und der Problematik des „Ozon-Lochs“ besteht nicht [44].

Lachgas wird über die Lunge aufgenommen und ist aufgrund seines niedrigen Blut-Gas-Verteilungskoeffizienten von 0,47 und seines geringen Fett-Blut-Verteilungskoeffizienten das am besten steuerbare inhalative Medikament in der Anästhesie. Es reizt nicht die



Abbildung 1 Lachgasbehandlung mit Quantiflex MDM-Gerät beim Kind und angelegtem Pulsoximeter. Im Hintergrund Raumluftmessgerät G200.

Figure 1 Nitrous oxide treatment with Quantiflex MDM device in children and applied pulse oximeter. Background indoor air meter G200.



Abbildung 2 Elektronisches Lachgasgerät DMDM (Digital Monitored Dial Mixer) der Fa. Matrx (USA), www.porterinstrument.com.

Figure 2 Electronic nitrous oxide device DMDM (Monitored Digital Dial Mixer) from Matrx (USA), www.porterinstrument.com.



Abbildung 3 Die Ausbildung und Schulung muss von zugelassenen Personen in optimaler Umgebung stattfinden.

Figure 3 Education and training needs to take place by authorized personnel in an optimal environment.



Abbildung 4 Zahnärztliche Lachgasbehandlung eines Kindes mit Kofferdam.

Figure 4 Dental nitrous oxide treatment of a child with a rubber dam.

Atemwege, verursacht keine Atemdepression und wird weder im Gewebe (Muskel-, Knochen-, Fettgewebe) aufgenommen noch durch die Leber oder Niere verstoffwechselt. Die Blut-Hirn-Schranke wird leicht passiert und 3–5 min nach der Inhalation von Lachgas tritt eine klinische Wirkung auf. Die Elimination erfolgt über die Lunge. Die Sedierungstiefe kann durch die Änderung der eingeatmeten Lachgaskonzentration schnell vom Zahnarzt sehr gut variiert werden. Studien zeigen, dass sowohl die GABA- als auch die NMDA-Rezeptoren (ionotrope Glutamatrezeptoren) vom Lachgas beeinflusst werden [20, 27].

Theoretisch können sehr hohe Dosen von Lachgas, wenn die Behandlung beendet ist, zu einer Diffusionshypoxie führen. Um diese vollkommen aus-

zuschließen wird dem Patienten im Anschluss an die Inhalationssedierung 3–5 min lang reiner Sauerstoff verabreicht. Die Möglichkeit einer Schädigung des im Operationssaal oder in der zahnärztlichen Praxis tätigen Personals durch entweichende anästhetische Gase, darunter auch Lachgas, ist in den 70iger und 80iger Jahren stark betont worden [12, 15, 43]; Schwerpunkt der Untersuchungen war damals die Fertilität weiblichen Personals [28]. Eine Zuordnung der gesundheitlichen Auffälligkeiten war nicht möglich und aus Gründen des Studienaufbaus wurden manche der Arbeiten kritisiert [9, 19].

Die einzige konkret nachgewiesene schwerwiegende Nebenwirkung von Lachgas ist die Hemmung der Methioninsynthese [37], welche bei vielstündiger, hochkonzentrierter Applikation zu

einem der perniziösen Anämie analogen Krankheitsbild führt. Diese Bedingungen sind bei der zahnärztlichen Anwendung nicht gegeben. Durch Missbrauch entstehen bei langfristiger vielstündiger Anwendung periphere und zentrale Neuropathien [11]. Missbrauch ist möglicherweise dort nicht ganz auszuschließen, wo Lachgas leicht verfügbar ist wie beispielsweise auch in der zahnärztlichen Praxis.

In der sogenannten TRG 900 (Technische Regel für Gefahrstoffe) sind die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin festgelegt. Er beträgt für Lachgas 100 ppm (parts per million = ml/m^3) oder 180 mg/m^3 im 8h-Mittel. Um möglichst niedrige Werte zu erzielen sollte die Lachgasabgabe in die Arbeitsumgebung verhindert werden. Geeignete Ausrüstung und entsprechendes Verhalten des Patienten durch nonverbale Kommunikation mit dem Behandlungsteam, gut und dicht sitzende Nasenmaske, aus der gleichzeitig überschüssiges und ausgeatmetes Gas an der Quelle abgesaugt wird, tragen dazu bei. Eine wichtige Möglichkeit zum Schutz des Arbeitsplatzes ist ein konsequenter Austausch der Raumluft. Auch die „Staff-rotation“ trägt zur Minimierung der eigenen Arbeitsplatzbelastung bei.

Indikationen/Kontraindikationen in der Kinderzahnheilkunde

Nachdem die Anamnese erhoben wurde, können Patienten, die der ASA I oder II-Kategorie genügen, unter „mimimal“ oder „moderate sedation“ behandelt werden [4]).

Gemäß der ASA Klassifizierung (American Society of Anesthesiologists) zur ambulanten Anästhesie entspricht ASA I dem normalen gesunden Patienten und ASA II dem Patienten mit leichter Systemerkrankung. Ab ca. 4 Jahren ist die Lachgassedierung sinnvoll [23]. Bisweilen ist sie nach Babl [8] auch bei kleineren Kindern anwendbar. Voraussetzung ist, dass die Compliance und emotionale Reife des Kindes soweit ausgeprägt sind, dass sich das Kind freiwillig auf den Zahnarztstuhl legt und die Nasenmaske aufsetzt.

Die Kontraindikationen für die Lachgassedierung sind entsprechend der Resolu-

Medikament	HWZ (min)	GF (h)
Midazolam	120–180	10–15
Propofol	180–300	15–25
Remifentanyl	3–4	20 min
Lachgas	4–6	30 min

Tabelle 1 Halbwertszeiten verschiedener Medikamente.

Table 1 Half-lives of various drugs.

tion der CED (Council of European Dentists):

- 1) beeinträchtigte Kommunikationsfähigkeit
- 2) beeinträchtigte Nasenatmung
- 3) schwere psychische oder Verhaltens-/Persönlichkeitsstörungen
- 4) B12- oder Folsäuremangel/-störung
- 5) chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD)
- 6) neuromuskuläre Störungen (z.B. multiple Sklerose)
- 7) chemotherapeutisch mit Bleomycin-Präparaten behandelter Krebs
- 8) erstes Schwangerschaftstrimenon

Lachgas ist leichter löslich als Stickstoff im Blut. Deshalb diffundiert es leicht in Körperhöhlräume und ersetzt dort den Stickstoff. Dabei wirkt es volumenvergrößernd, so dass die Lachgasinhalation bei Sinusitis oder Otitis Media kontraindiziert [3] ist, weil es sonst zu Schmerzen aufgrund der Volumenausdehnung bzw. Druckerhöhung kommt.

Die Indikationen für die Lachgassedierung werden von der CED wie folgt aufgeführt:

- 1) ängstliche oder verunsicherte Patienten
- 2) Patienten mit geringer Bewältigungskapazität (z.B. Probleme mit der Verhaltensführung = BMP Behaviour Management Problems, Dentalphobie, Nadelphobie)
- 3) ausgeprägter Würgereflex
- 4) Patienten mit speziellen Bedürfnissen, die kommunizieren
- 5) Patienten, die eine spezielle Behandlung benötigen (z.B. Notfallbehandlung, komplizierte und lange Behandlung, kleine orale Operationen in Verbindung mit Lokalanästhesie)

Die inhalative Lachgassedierung ist bei Kindern und Erwachsenen noch besser

wirksam, wenn sie durch Techniken der Verhaltenssteuerung unterstützt wird. Eine Cochrane-Übersicht aus dem Jahr 2012 [31] hat positive Auswirkungen von N₂O auf das Verhalten bzw. die Ängste ergeben. Außerdem wurde es als „Standardverfahren“ in der Kinder- und Jugendzahnheilkunde beschrieben [36]. Es kann bei sorgfältiger Patientenauswahl bei bis zu 90 % der Fälle erfolgreich sein [14].

Bei der Behandlung mit Lachgas wird weder auf die lokale Betäubung noch auf die üblichen psychologischen verhaltensführenden Maßnahmen z.B. Tell-Show-Do (TSD) verzichtet. Lachgas kann zur Unterstützung der Tranceinduktion oder zur Aufrechterhaltung des hypnotischen Zustandes eingesetzt werden. Gerade im Akutfall und bei chirurgischen Eingriffen bei Kindern hat es sich bewährt. *Veerkamp* konnte zeigen, dass auch sehr ängstliche Kinder, die in mehreren aufeinander folgenden Sitzungen mit Lachgas behandelt wurden, auch später noch signifikant weniger ängstlich waren, selbst wenn sie dann ohne Lachgas behandelt wurden [45]. Die Lachgassedierung in Verbindung mit Lokalanästhesie ist eine kostengünstige Alternative zur Intubationsnarkose [18, 23], bei der zudem die medizinische Indikation sicherzustellen ist.

Die wesentlichen Wirkungen sind Euphorie, Entspannung, Verlust des Zeitgefühls und Erhöhung der Suggestibilität [46] (individuelle Beeinflussbarkeit psychomotorischer und psychischer Funktionen). Das Bewusstsein bleibt erhalten und die Schutzreflexe intakt. Der Würgereflex wird dabei reduziert und die Schmerzschwelle erhöht. Die Kooperation wird verstärkt. Die He-

rabsetzung des Zeitgefühls und der entspannte Zustand ermöglichen es dem Kind, auch längere Behandlungszeiten zu akzeptieren. Zudem vermindert oder eliminiert es die Zahnarztangst [7].

Ausbildung

Die theoretische und praktische Ausbildung kann in Deutschland oder im Ausland erworben werden, wobei unbedingt ein mehrtägiger Kurs mit ausreichend praktischen Übungen, Rollenspielen und Notfallmanagement (BLS = Basic Life Support) zu empfehlen ist (Abb. 3). Ebenfalls sollten Strategien zur Angst- und Verhaltenssteuerung, technische Aspekte verschiedener Sedierungsgeräte, chemische, physiologische und biologische Aspekte von Lachgas gelehrt werden. Die Ausbildung und Schulung muss von zugelassenen Personen in optimaler Umgebung (z.B.: Praxis, Klinik, Universität) stattfinden. Der Auszubildende sollte 5 Beurteilungen, 5 Beobachtungen und 5 behandelte Fälle nachweisen [14].

Anwendung der Lachgassedierung in der Kinderzahnheilkunde

Ziel ist die leichte Sedierung bei erhaltenem Bewusstsein. Das bedeutet, das Kind sollte die Augen offen haben und auf Anweisungen adäquat reagieren. Nüchternheit ist nicht erforderlich, jedoch ist es sinnvoll nur eine leichte Mahlzeit spätestens 2 Stunden vor der Behandlung einzunehmen [25]. Bei Kindern ist das Einverständnis der Eltern einzuholen [3].



Abbildung 5 Pulsoximeter zeigen während der Behandlung die Sauerstoffsättigung und die Herzfrequenz an.

Figure 5 Pulse oximeter showing during treatment the oxygen saturation and heart rate.



Abbildung 6 Gerät zur Messung der Raumluftkonzentration von N₂O, 0–1000ppm, G200 Geotechnical Instruments (UK) Ltd, <http://www.geotechuk.com/>.

Figure 6 Device for measuring the air concentration of N₂O, 0–1000ppm, G200 Geotechnical Instruments (UK) Ltd., <http://www.geotechuk.com/>.

(Abb. 1–6, Tab. 1: J. Esch)

Ablauf beim Kind

- a) Abklärung einer Erkältung
- b) Behandlung in liegender Position
- c) Anbieten des Lachgases als Unterstützung, die stark und mutig macht
- d) Lachgas kindgerecht erklären: „wie Tauchen im Meer“ oder „Schweben wie ein Astronaut im Weltraum“
- e) Anlegen eines Pulsoximeter
- g) Einstellung des „total flow“ je nach Alter und Größe des Kindes mit 100 % Sauerstoff
- h) Aufsetzen der Nasenmaske und Kontrolle des Atembeutels auf korrekten Durchfluss
- i) Dosierung ist vom Atemvolumen abhängig und wird individuell bestimmt
- j) Kontakt zum Patienten halten
- k) Ansprechen des Lachgas-Gefühls
- l) Schrittweises Einleiten/Titrieren von Lachgas bis der gewünschte Effekt erreicht ist, meist reichen 20–30 %, nie höher als 50 %
- m) Anwendung von Kofferdam (Abb. 4)
- n) Behandlung des Kindes
- o) Gegen Ende Lachgas abstellen und 5 min Sauerstoff geben

Im Allgemeinen ist die Wirkung eines Medikamentes nach ca. 5 HWZ (Halbwertszeiten) abgeklungen. Nach einer Lachgassedierung ist deshalb der Patient nach ca. 30 min wieder geschäftsfähig. (Tab. 1) Die European Academy of Paediatric Dentistry, die American Academy of Paediatric Dentistry und die British Society of Paediatric Dentistry empfehlen alle eine „Titrationstechnik“, bei der die N₂O- Konzentration im Sauerstoffgemisch je nach Ansprechen des Patienten etwa jede Minute in Schritten von 5 bis 10 % gesteigert wird, bis die gewünschte sedierende Wirkung erreicht ist [14].

Bei zu schneller Administration kann Schwindel oder Übelkeit auftreten [38]. Die gesprochenen Worte werden unter dem Einfluss des Lachgases verstärkt, weshalb der Behandler mit sprachlichen Mitteln eine beruhigende entspannte Atmosphäre schaffen sollte. Das Kind sollte nicht sprechen oder durch den Mund atmen. Die Anwendung von Kofferdam unterstützt dies automatisch. Darüber hinaus wird auch die Raumluftkontamination reduziert. Nach der Injektion des Lokalanästhetikums kann das Lachgas reduziert werden auf ein Niveau, bei dem sich der Patient kooperativ verhält [3]. Gegen Ende

der Behandlung wird das Lachgas abgestellt und ca. 5 min lang reiner Sauerstoff gegeben [3, 38]. Der Puls und die Sauerstoffsättigung werden überprüft. Instruktionen bezüglich des Verhaltens nach der Behandlung (z.B. Lokalanästhesie, Extraktionen) sind selbstverständlich. Danach kann das Kind die Praxis in elterlicher Begleitung verlassen [17]. Ein längeres Verweilen in der Praxis nach der Behandlung ist nicht erforderlich.

Das visuelle Monitoring [3, 5] (Reaktion auf verbale oder physikalische Reize, Beobachtung der Atmung, Hautkolorit) wird durch ein Pulsoximeter (Abb. 5) ergänzt. Eine Überdosierung würde zu unerwünschten Nebenwirkungen wie Unruhe, Schwindel, Übelkeit, Schweißbildung, Kopfschmerzen und im Einzelfall zu Erbrechen [26] führen. Bei dem ersten Anzeichen einer Überdosierung (Stirnfalten, zunehmende Unruhe, kalter Schweiß) wird umgehend mit einer Reduktion der Lachgaskonzentration reagiert. Dabei wird das Lachgas sofort eliminiert und durch Sauerstoff substituiert. Somit sind die Gegenmaßnahmen in Falle einer Überdosierung so gut steuerbar wie bei keiner anderen Sedierungsmethode. In der Patientenakte wird die Herzfrequenz, die arterielle Blutsauerstoffsättigung, die Länge des Eingriffs, die maximale Dosierung und die Dauer der Nachbelüftung mit 100 %igem Sauerstoff dokumentiert [3].

Spezielle Lachgasgeräte für die Zahnheilkunde (z.B. FA. Matrx, FA. Porter Brown; www.porterinstrument.com) mischen Lachgas und Sauerstoff. Die Geräte müssen die geltenden europäischen Normen erfüllen und entsprechend den Herstellerangaben regelmäßig gewartet werden. Dies ist zu dokumentieren [14]. Das titrierte Gemisch, wobei immer die kleinste notwendige Dosis [16] verwendet werden sollte, wird über eine Nasenmaske kontinuierlich eingeatmet. Dabei kann nicht mehr als 50 % Lachgas verabreicht werden und damit auch nicht weniger als 50 % Sauerstoff. In den meisten Fällen reichen 20–30 % Lachgas bei Kindern zur Sedierung aus. Die zahnärztlichen Lachgasgeräte müssen einen so genannten „Nitro-lock“ [3] besitzen, das bedeutet, dass kein Lachgas ohne Sauerstoff gegeben werden kann. Sie besitzen einen Durchfluss-

messer für die individuelle Einstellung des Gasflusses und der Lachgaskonzentration, ein Notluftventil, rückatmungssichere Schläuche mit geringem Atemwiderstand und ein effektives Absaugsystem für das ausgeatmete und überschüssige Gas.

Eine qualifizierte Ausbildung des Behandlers [3, 14], seiner Assistenz [14, 40] und eine fachgerechte Installation sind erforderlich, um eine sichere Anwendung zu gewährleisten. Die Raumluftkonzentration wird sowohl durch integrierte Absaugsysteme, durch Lüften der Praxisräume, durch Verhindern von Sprechen des Patienten, Verwendung von Kofferdam, als auch durch Kontrolle von Undichtigkeiten und Wartung der Geräte vermindert. Sie sollte auch durch Messungen regelmäßig überprüft werden. Geräte zur Lachgasmessung im Behandlungszim-

mer sind im Handel z.B. von der FA. Geotech (www.geotechuk.com) erhältlich (Abb. 6).

Schlussfolgerung

Die Inhalationssedierung ist in vielen Ländern etabliert und bewährt [10, 13, 24, 39, 48, 50]. Von der European Academy of Paediatric Dentistry (www.eapd.gr) wird sie als Sedierungsmethode der ersten Wahl angeführt [23]. Das zahnärztliche Team kann die Lachgassedierung ohne eigene Risiken anwenden [33], wenn eine effektive Absaugung an der Nasenmaske und ausreichende Raumventilation vorhanden ist. Die Lachgassedierung ist ein geeignetes und weitgehend sicheres Verfahren [8, 50] für Patient und Personal. Der Einsatz von Lachgas bei Kindern setzt selbstver-

ständig eine profunde Ausbildung voraus [1, 3, 14, 23, 35]. Bei richtlinienkonformer Anwendung ist die Lachgassedierung eine sehr patientenfreundliche Methode, welche die Kinderbehandlung sehr erleichtert. Sie wird als eine der sichersten Sedierungsmethoden bezeichnet [34, 40, 50]. DZZ

Interessenskonflikt: Die Autorin erklärt, dass kein Interessenskonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Jacqueline Esch
Spezialist für Kinder- und Jugendzahn-
heilkunde der DGZMK/DGK
Berlepschstr.2, 81373 München
esch@kinderzahnarzte.com

Literatur

- Alcaino EA: Conscious sedation in paediatric dentistry: current philosophies and techniques. *Annals of the Royal Australasian College of Dental Surgeons* 2000;15:206–210
- Alexopoulos E, Hope A, Clark SL et al.: A report on dental anxiety levels in children undergoing nitrous oxide inhalation sedation and propofol target controlled infusion intravenous sedation. *Europ J Paediatr Dent* 2007;8:82–86
- American Academy of Pediatric Dentistry: Guideline on use of nitrous oxide for pediatric dental patients. Internet: 2009 http://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/G_Nitrous.pdf
- American Dental Association: Guidelines for the use of sedation and general anaesthesia by dentists. Internet: 2007 http://www.ada.org/sections/about/pdfs/anaesthesia_guidelines.pdf
- American Society of Anesthesiologists: Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 2002;96:1004–17
- Arnrup K, Broberg AG, Berggren U et al.: Treatment outcome in subgroups of uncooperative child dental patients: an exploratory study. *Int J Paediatr Dent* 2003;13:304–19
- Association of Pedodontic Diplomates: Survey of attitudes and practices in behaviour management. *Pediatr Dent* 1981;3:246
- Babl FE, Oakley E, Seaman C et al.: High-concentration nitrous oxide for procedural sedation in children: adverse events and depth of sedation. *Pediatrics* 2008;121:528–32
- Baden JM, Rice SA: Metabolism and toxicity of inhaled anesthetics. In: Miller RD (Hrsg): *Anesthesia*, 5th Edition, Churchill Livingstone, Philadelphia 2000:147
- Berge TI: Acceptance and side effects of nitrous oxide oxygen sedation for oral surgical procedures. *Acta Odontol Scand* 1999;57:201
- Brotsky JB, Cohen EN, Brown BW et al.: Exposure to nitrous oxide and neurologic disease among dental professionals. *Anesth Analg* 1981;60:297
- Buring JE, Hennekens CH, Mayrent SL: Health experiences of operating room personnel. *Anesthesiology* 1985;62:325
- Carr CR, Wilson S, Nimer S et al.: Behavior management techniques among pediatric dentists practicing in the southeastern USA. *Ped Dentistry* 1998;21:347
- CED Council of European Dentists, Internet: 2012. <http://www.eudental.eu/index.php?ID=2741>
- Cohen EN, Brown BW, Wu ML et al.: Occupational disease in dentistry and chronic exposure to trace anesthetic gases. *J Am Dent Assoc* 1980;101:21
- Coté JC, Wilson S: Guidelines for monitoring and management of pediatric patients during and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures: an update, American Academy of Pediatrics, American Academy of Pediatric Dentistry, *Pediatrics* 2006;118:6:2587–2602
- Coulthard P: Conscious sedation guidance. *Evid-based Dent* 2006;7:90–91
- Crawford AN: The use of nitrous oxide/oxygen inhalation sedation with local analgesia as an alternative to general anaesthesia for dental extractions in children. *Br Dent J* 1990;168:395
- Dale O, Husum B: Nitrous oxide: A threat to personnel and global environment? *Acta Anaesthesiol Scand* 1994;38:777
- Dzolic R: Nitrous oxide: a study of neurons. Academic Medical Center, University of Amsterdam, 1996
- Esch J: Anxiolyse und Sedierung mit Lachgas in der Kinderzahnheilkunde, *Quintessenz* 2009;10:1215–1223
- Esch J, Schneck H, Bujara N: Exposition gegen N₂O während zahnärztlicher Lachgassedierung von Kindern. Der Einfluss unterschiedlicher Scavenging-Maßnahmen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2003;58:244–248
- European Academy of Pediatric Dentistry. Hallonsten AL, Jensen B, Raadal M, Veerkamp J, Hosey MT, Poulsen S: EAPD Guidelines on Sedation in Paediatric Dentistry, Internet: <http://www.eapd.gr/dat/EE8559BA/file.pdf>
- Hallonsten AL: Sedation by the use of inhalation agents in dental care. *Acta Anaesthesiol Scand* 1987;32:31
- Hosey MT: UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Managing anxious children: the use of conscious sedation in paediatric dentistry. *Int J Paediatr* 2002;12:359–372
- Haupt MI, Limb R, Livingston RL: Clinical effects of nitrous oxide conscious sedation in children. *Pediatr Dent* 2004;26:29–36

27. Jevtovic-Todorovic V, Todorovic SM, Mennerick S et al.: Nitrous oxide (laughing gas) in an NMDA antagonist neuroprotectant and neurotoxin. *Nat Med* 1998;4:460–463
28. Kline J: Maternal occupation: effects on spontaneous abortions and malformations. *Occup Med* 1986;1:381
29. Krauss B, Green SM: Procedural sedation and analgesia in children. *Lancet* 2006;367:766–780
30. Litch W: Anaesthesia and Anaesthetics. In: *The American System of Dentistry*. Lea Brothers, Philadelphia 1887, 144
31. Lourenço-Matharu L, Ashley PF, Furness S: Sedation of children undergoing dental treatment. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 3. Art. No.: CD003877. DOI: 10.1002/14651858.CD003877.pub4.
32. Lyratzopoulos G, Blain KM: Inhalation sedation with nitrous oxide as an alternative to dental general anaesthesia for children. *J Public Health Med* 2003;25:303–312
33. Makkes PC, Jonker MJ, Turk T: Nitrous-oxide sedation indispensable in the dental care of anxious people and the mentally impaired. *Ned tijdsch Geneeskde* 2006;150:1055–1058
34. Malamed SE, Clark MS: Nitrous oxide-oxygen: a new look at a very old technique. *J Calif Dent Assoc* 2003;31:397–403
35. Martens LC, Marks LA: La sédation au protoxyde d'azote en pratique quotidienne.; Sedation with nitrous oxide in daily practice. *Rev Belge Med Dent* 2003;58:257–269
36. NICE Sedation in children and young people (CG112) 2010. Sedation for diagnostic and therapeutic procedures in children and young people. <http://egap.evidence.nhs.uk/CG112>
37. Nunn JF, Chanarin I: Nitrous oxide inactivates methionine synthase. Nitrous oxide/N₂O. Elsevier, New York 1985, 211
38. Paterson SA, Tahmassebi JF: Paediatric dentistry in the new millennium: 3. Use of inhalation sedation in paediatric dentistry. *Dent Update* 2003;30:350–356, 358
39. Peretz B, Katz J, Zilburg I et al.: Response to nitrous oxide and oxygen among dental phobic patients. *Int Dent J* 1998;48:17
40. Society for the Advancement of Anaesthesia in Dentistry: A report from the standing committee on sedation for Dentistry, London, The Society 2004, Internet: <http://www.saad.org.uk/files/documents/scsdat-2007.pdf>
41. Schweizerische Vereinigung für Kinderzahnmedizin. Standards und Richtlinien zur Anwendung der Inhalations-sedierung in der zahnärztlichen Praxis. Internet: 2002 <http://www.kinderzahn.ch/index.php/de/weiter-und-fortbildung/lachgassedation/richtlinien>
42. Smith WD: Evans – before and after. *Br Dent J* 1908;124:115
43. Spence AA, Cohen EN, Brown BW: Occupational hazards for operating room-based physicians: analysis of data from the United States and the United Kingdom. *JAMA* 1977;238:955
44. Stenqvist O, Husum B, Dale O: Nitrous oxide: an ageing gentleman. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:135–137
45. Veerkamp et al.: Anxiety reduction using nitrous oxide: a permanent solution? *ASDCJ Dent Child* 1995;62:44–48
46. Whalley MG, Brooks GB: Enhancement of suggestibility and imaginative ability with nitrous oxide. *Psychopharmacology* 2009;203:745–752
47. Willumsen T, Vassend O: Effects of cognitive therapy, applied relaxation and nitrous oxide sedation. A five-year follow-up study of patients treated for dental fear. *Acta Odontol Scand* 2003;61:93–99
48. Wilson S: A survey of the American Academy of Pediatric Dentistry membership: nitrous oxide and sedation. *Pediatr Dent* 1996;18:287
49. Wright GZ, McAulay DJ: Current premedicating trends in pedodontics. *J Dent Child* 1973;40:185
50. Zier JI, Liu M: Safety of high-concentration nitrous oxide by nasal mask for pediatric procedural sedation: experience with 7802 cases. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:1107–1112