



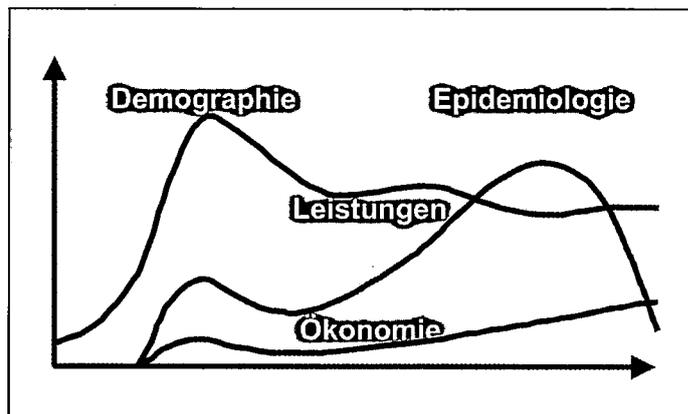
INSTITUT DER DEUTSCHEN ZAHNÄRZTE

Ralph Kaufhold, Peter Biene-Dietrich,
Uwe Hofmann, Wolfgang Micheelis,
Lothar Scheibe, Markus Schneider

Ökonomische Effekte der Individual- prophylaxe

Dokumentation eines computergestützten
Simulationsmodells

Materialienreihe
Band 22



Ökonomische Effekte der Individualprophylaxe

Materialienreihe
Band 22

Ralph Kaufhold, Peter Biene-Dietrich, Uwe Hofmann,
Wolfgang Micheelis, Lothar Scheibe, Markus Schneider

Ökonomische Effekte der Individualprophylaxe

Dokumentation eines computergestützten Simulationsmodells

Herausgeber:

Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ)

in Trägerschaft von

Bundeszahnärztekammer

– Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärztekammern e.V. –

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung – Körperschaft des öffentl. Rechts –
50931 Köln, Universitätsstr. 71–73

Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser
Köln München 1999

Autoren:

Dipl.-Volksw. Ralph Kaufhold
Institut der Deutschen Zahnärzte
Köln

Dr. Peter Biene-Dietrich
BASYS GmbH
Augsburg

Dr. Uwe Hofmann
BASYS GmbH
Augsburg

Dr. Wolfgang Micheelis
Institut der Deutschen Zahnärzte
Köln

Dipl.-Math. Lothar Scheibe
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
Köln

Dr. Markus Schneider
BASYS GmbH
Augsburg

Redaktion:

Inge Bayer
Institut der Deutschen Zahnärzte
Köln

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ökonomische Effekte der Individualprophylaxe:

Dokumentation eines computergestützten Simulationsmodells / [Hrsg.: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ)]. Ralph Kaufhold: ... – Köln ; München : Dt. Zahnärzte-Verl. DÄV-Hanser, 1999
(Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte ; Bd. 22)
ISBN 3-934280-14-5

ISBN 3-934280-14-5

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © by Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser
Köln München 1999

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	7
1 Einführung	9
2 Prophylaktische Versorgung in Deutschland	15
2.1 Kollektivprophylaxe	15
2.2 Gruppenprophylaxe	16
2.3 Individualprophylaxe	17
3 Aufbau des Simulationsmodells COSIMO-PX	21
3.1 Modul Bevölkerung	23
3.1.1 Daten	23
3.1.2 Demographisches Prognosemodell	24
3.1.3 Ergebnisse	29
3.2 Modul Mundgesundheit	33
3.2.1 Daten	34
3.2.2 Säkularer Trend	36
3.2.3 Ergebnisse	38
3.3 Modul Leistungen	45
3.3.1 Daten	46
3.3.2 Kategoriale Leistungsaufteilung	46
3.3.3 Ableitung zahnärztlicher Leistungen	48
3.4 Modul Ökonomie	59
3.4.1 Kategoriale Umsatzbestimmung	59
3.4.2 Ergebnisse	62
4 Individualprophylaktisches Wirkungsmodell	65
4.1 Modellstruktur	66
5 Benutzeroberfläche	73
6 Beispielszenario	77
6.1 Vorgaben	77
6.2 Zahnmedizinische Effekte der Individualprophylaxe	78
6.3 Wirtschaftliche Effekte der Individualprophylaxe	80

7	Ausblick	89
8	Zusammenfassung	95
9	Summary	99
10	Literaturverzeichnis	103
	Anhang	107
	Verzeichnis der Abbildungen	109
	Verzeichnis der Abkürzungen	111
	Verzeichnis der Tabellen	113
	Veröffentlichungen des Instituts der Deutschen Zahnärzte	115

Geleitwort

Seit vielen Jahren steht die Prävention im Zentrum der zahnärztlichen Aufmerksamkeit. Mit ihrem im Jahr 1995 vorgestellten Konzept „Prophylaxe ein Leben lang“ machte die Bundeszahnärztekammer deutlich, wie wichtig die Umorientierung von einer restaurativen hin zu einer präventiven Zahnheilkunde ist und auch die aktuellen Ergebnisse der „Dritten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III)“ zeigen, daß sich die Mundgesundheit in den zurückliegenden Dekaden deutlich verbessert hat. Insbesondere Kinder und Jugendliche haben von diesem – durchaus als rasant zu bezeichnenden – Trend profitiert. Daß Maßnahmen der Kollektiv-, Gruppen- und Individualprophylaxe einen wichtigen Anteil an dieser Entwicklung haben, ist in einer Vielzahl von oralepidemiologischen Studien belegt und wird inzwischen allgemein akzeptiert. Weitestgehend unbeantwortet ist jedoch die wichtige Frage nach den finanziellen Effekten der Prävention für das Gesundheitssystem insgesamt.

Da das Thema „Prävention“ für das Institut der Deutschen Zahnärzte einen Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit darstellt, lag es nahe, die ökonomischen Effekte der Individualprophylaxe im Rahmen eines interdisziplinären Projektes zu analysieren. Das forschungspolitische Anliegen war es, vorhandene oralepidemiologische, ökonomische und demographische Daten systematisch zu verknüpfen und auf dieser Basis die zukünftige finanzielle Entwicklung in der zahnärztlichen Versorgung abzuschätzen. Realisiert wurde dieses Vorhaben als computergestütztes Simulationsmodell (Kurztitel COSIMO-PX), welches es dem Anwender erlaubt, verschiedene Prophylaxe-Szenarien zu definieren. Zum ersten Mal steht den Entscheidungsträgern im Gesundheitswesen damit ein Instrument zur Verfügung, mit dessen Hilfe unterschiedliche Annahmenkonstellationen gleichsam durchgespielt werden können und gleichzeitig die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt ist.

Die aus meiner Sicht zentrale Schlußfolgerung ist, daß ganz offensichtlich auch die präventive Dienstleistung ihren „Preis“ hat. Dies bedeutet aber auch, daß die von den Kostenträgern vielfach geäußerten Erwartungen an mögliche Einsparvolumen der Prävention nicht – oder jedenfalls nicht kurzfristig – zu realisieren sind. Prophylaxe kann die restaurative Spätversorgung nicht in jedem Fall vermeiden, aber oft in eine spätere Lebensphase verlagern. Sie ermöglicht breiten Bevölkerungskreisen mit gesunden Zäh-

nen bis in ein relativ hohes Lebensalter zu leben – mit allem Gewinn an Schmerzvermeidung, Gesundheitssteigerung und Lebensqualität. Auch wenn sich angesichts enger finanzieller Spielräume jede Art der (zahn-)medizinischen Versorgung an Kosten-Nutzen-Kriterien messen lassen muß, darf niemals vergessen werden, daß das zentrale Anliegen der Prävention die Krankheits- und nicht die Kostenvermeidung ist. Der große Erfolg zahnmedizinischer Prävention ist die Erhaltung gesunder oraler Strukturen und die daran geknüpfte Steigerung der Lebensqualität des Patienten.

Mit diesem Simulationsmodell des IDZ wurde wissenschaftliches Neuland betreten, indem zwischen der oralepidemiologischen Forschung und der gesundheitsökonomischen Forschung erstmals ein Brückenschlag erfolgte. Vor diesem Hintergrund versteht sich das Modell als ein gelungenes, jedoch auch entwicklungsfähiges Instrument zur Politikberatung, welches in der Lage ist, die politische Diskussion zu beleben und gleichzeitig zu versachlichen.

Für das große Engagement bei der Entwicklung des Simulationsmodells und der Erstellung der vorliegenden Publikation dankt das IDZ den Kollegen des Instituts BASYS/Augsburg und der Abteilung Statistik der KZBV. Alle Forschungsbeteiligte haben durch ihren kreativen und kritischen Einsatz sehr zum Gelingen dieses innovativen Projektes beigetragen.

Prof. Dr. Burkhard Tiemann
Geschäftsführender Direktor des IDZ

Köln, im September 1999

1 Einführung

In den westlichen Industrieländern hat sich der Umfang der Karieserfahrung während der letzten Jahrzehnte deutlich verringert. Dieses als „Caries Decline“ bezeichnete Phänomen (vgl. Künzel, 1997) ist in der oralepidemiologischen Forschungsliteratur sehr gut dokumentiert. Ein eindrucksvolles Beispiel über Ausmaß und Dynamik dieser Entwicklung bietet eine 23jährige schwedische Verlaufsstudie (vgl. Ahacic, Barenthin und Thorslund, 1998). Dort wurden in den Jahren 1968, 1974, 1981 und 1991/92 repräsentative Stichproben schwedischer Erwachsener über ihre Mundgesundheit interviewt. Die Befragten wurden gebeten, ihren Mundgesundheitszustand einer der folgenden Kategorien zuzuordnen: „vollständiger bzw. weitreichender Zahnverlust“, „Brücken, Kronen bzw. viele Füllungen“ oder „wenige Füllungen bzw. naturgesundes Gebiß“. Die zentralen Ergebnisse dieser Studien sind in den folgenden Abbildungen 1 bis 3 dargestellt.

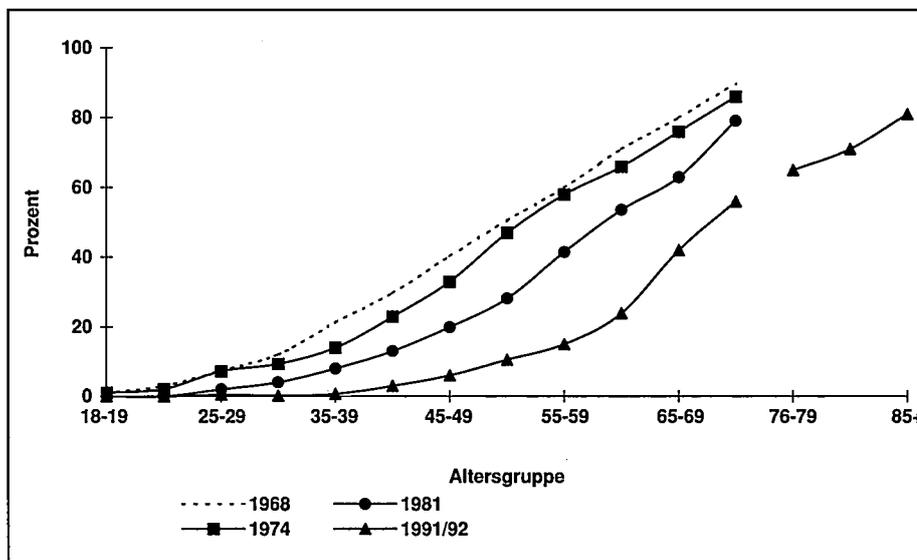


Abbildung 1: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit vollständigem oder weitreichendem Zahnverlust (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92 (Quelle: Ahacic, Barenthin und Thorslund, 1998)

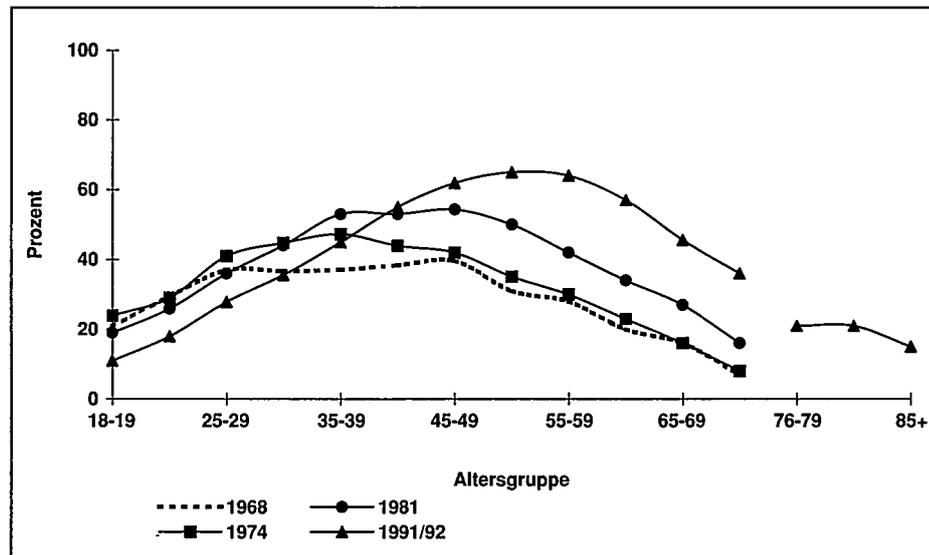


Abbildung 2: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit Brücken, Kronen oder vielen Füllungen (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92 (Quelle: Ahacic, Barenthin und Thorslund, 1998)

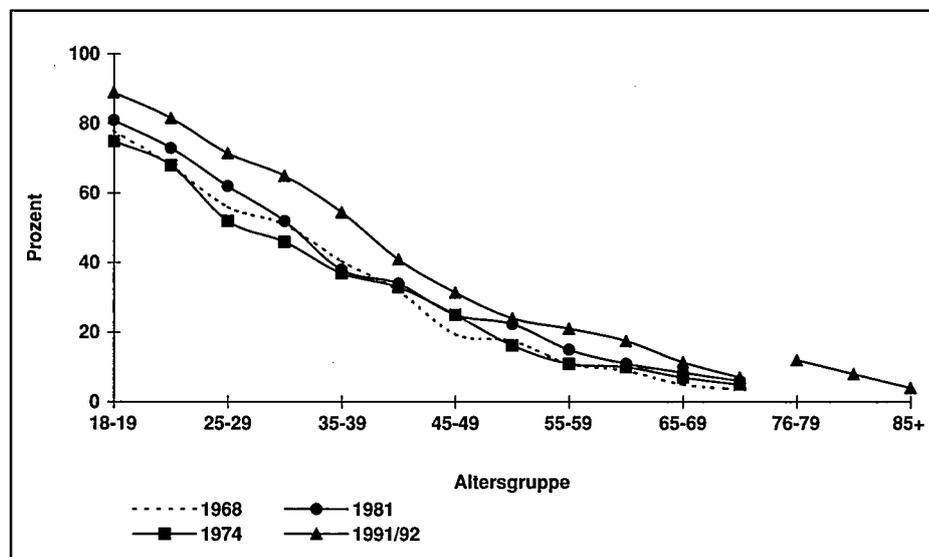


Abbildung 3: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit wenigen Füllungen oder naturgesundem Gebiß (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92 (Quelle: Ahacic, Barenthin und Thorslund, 1998)

Bezogen auf die jeweilige Gesamtstichprobe hat sich der Anteil der Personen mit vollständigem bzw. weitreichendem Zahnverlust zwischen 1968 und 1991 von 38 Prozent auf 13 Prozent reduziert (vgl. Abb. 1). Gleichzeitig ist die mit Brücken, Kronen bzw. vielen Füllungen versorgte Personen-Gruppe kontinuierlich von 30 Prozent auf 45 Prozent gewachsen (vgl. Abb. 2). In der Kategorie wenige Füllungen bzw. naturgesundes Gebiß erreicht der Anstieg von 32 Prozent auf 42 Prozent eine ähnliche Dimension (vgl. Abb. 3). Wie Abbildung 1 zeigt, hat sich der Zahnverlust im Beobachtungszeitraum deutlich in die älteren Jahrgänge verlagert. In den Altersgruppen jenseits des 50. Lebensjahres ist der Personenanteil mit vollständigem oder weitreichendem Zahnverlust um über 40 Prozent gesunken. Diese Beobachtung korrespondiert mit der in Abbildung 2 dargestellten Entwicklung. Es zeigt sich, daß der Anteil der Personen mit Brücken, Kronen bzw. vielen Füllungen bei den über 50jährigen im Durchschnitt um mehr als 30 Prozent gestiegen ist. Bei den Jüngeren ist die Bedeutung der Brücken- und Kronenversorgung gesunken, gleichzeitig kann innerhalb dieser Altersgruppen eine Zunahme der naturgesunden Gebisse beobachtet werden. Abbildung 3 verdeutlicht, daß in dieser Kategorie zwischen 1968 bis 1981 nur relativ geringe Veränderungen aufgetreten sind. Erst ab 1981 hat eine dynamische Verbesserung eingesetzt, von der jedoch die Jungen mehr als die Alten profitiert haben.

Ausgehend von diesen Beobachtungen können für die westlichen Industrieländer einige grundlegende Entwicklungstrends abgeleitet werden. Für die Kinder und Jugendlichen wird erwartet, daß deren Kariesbefall weiter bis auf ein sehr niedriges Niveau zurückgehen wird (vgl. Marthaler, O'Mullane, Vrbic, 1996). Ein gestiegenes Gesundheitsbewußtsein und eine verbesserte Mundhygiene lassen eine Zunahme der Parodontalerkrankungen in dieser Altersgruppe eher unwahrscheinlich erscheinen. In mittleren und höheren Altersgruppen weist der Zahnverlust eine deutlich sinkende Tendenz auf (vgl. Fejerskov und Baelum, 1998). Dies führt dazu, daß mehr Zähne über einen längeren Zeitraum einem Risiko zu erkranken ausgesetzt sind. Einer amerikanischen Prävalenzstudie zufolge ist eine höhere Zahl erhaltener Zähne mit einer umfangreicheren Karieserfahrung, mit mehr Parodontalerkrankungen und häufigeren Zahnarztbesuchen verbunden (vgl. Joshi et al., 1996).

Das zahnärztliche Behandlungsspektrum wird angesichts dieser Mundgesundheitstrends und des demographischen Alterns der Bevölkerung nicht unverändert bleiben. Einen synoptischen Überblick, wie sich die Gewichte wahrscheinlich verlagern werden, vermittelt Tabelle 1 (vgl. Tab. 1).

In Deutschland haben insbesondere Kinder und Jugendliche von der Entwicklung hin zu einer besseren Mundgesundheit profitiert. Beispielsweise hat sich in den alten Bundesländern bei den 12jährigen die Karieserfahrung zwischen 1983 und 1997 um über 80 Prozent reduziert. Daß die zahnmedizinische Prophylaxe einen positiven Einfluß auf die orale Gesundheit aus-

Tabelle 1: Entwicklungstrends in der Zahnmedizin			
Zahnmedizin		Tendenz kurzfristig	Ausblick langfristig
1. Karies	a) allgemein	–	–
	b) Wurzelkaries	+	++
	c) Keildefekte	+	–
	d) Ästhetik	+	++
2. Parodontitis	a) 55% leichte Fälle	–	--
	b) 35% mittlere Fälle	–	--
	c) 10% schwere Fälle	=	=
3. Endodontie		+	+
4. Stomatologie	a) allgemeine Untersuchung	+	+
	b) Diagnostik, Beratung	+	+
5. Prothetik	a) festsitzend	=*	–
	b) abnehmbar	=*	–
6. Kieferorthopädie	a) Kinder	=*	=
	b) Erwachsene	+	=
7. Kinderzahnheilkunde		+	?
8. Implantologie		+	+
9. Kiefergelenk und Muskulatur		+	+
10. Gerodontologie		≥	?
11. Systematische und medikationsbedingte Zahnmedizin		+	++
12. Unfälle		+	++
13. Notfälle		+	
14. Recall – Nachsorge – Praxis-Management		++	++
15. Systematische präventive Betreuung		++	++
Legende: + Zunahme = gleichbleibend			
++ starke Zunahme ≥ zunehmend bis gleichbleibend			
– Abnahme * anspruchsvoller			
-- starke Abnahme ? unklar			
Quelle: Saxer, 1998			

übt, ist in der internationalen Forschungsliteratur gut dokumentiert und kann heute nicht mehr ernsthaft in Frage gestellt werden. In einer zweijährigen klinischen Studie an schwedischen Schulkindern im Alter von 6 bis 14 Jahren wurde gezeigt, daß mittels eines betreuungsintensiven Prophylaxeprogramms Kariesneuerkrankungen nahezu vollständig verhindert werden können (vgl. Axelsson und Lindhe, 1974). Auch bei erwachsenen Patienten können mit ausgefeilten präventiven Betreuungskonzepten ähnliche Erfolge

erzielt werden. Dies belegen die Ergebnisse einer ebenfalls in Schweden durchgeführten Längsschnittstudie über 15 Jahre (vgl. Axelsson, Lindhe und Nyström, 1991). Die Resultate derartiger Studien, die mit einer begrenzten Anzahl von Probanden und einem strengen Recallsystem durchgeführt werden, lassen sich jedoch nicht einfach auf die Gesamtbevölkerung eines Landes übertragen. Unterschiedliche Bildungsniveaus, der Zugang zu Präventionsmaßnahmen, soziale Komponenten und die Aufklärung über die Notwendigkeit zahnmedizinischer Prophylaxe sind Barrieren, die es zu überwinden gilt (vgl. Hellwig, 1996).

Während der positive Einfluß der präventiven Versorgung auf die Mundgesundheit nicht mehr angezweifelt wird, werden die einer präventiven Versorgung direkt zuschreibbaren finanziellen Konsequenzen für das Gesundheitswesen sehr unterschiedlich beurteilt. Das Bundesgesundheitsministerium schätzt, daß in den vergangenen Jahren in der gesetzlichen Krankenversicherung aufgrund der verbesserten Mundgesundheit mehrere Milliarden DM eingespart werden konnten. Der Löwenanteil der Einsparungen entfiel dabei auf den Bereich der prothetischen Versorgung. Für die Zukunft könnten nach Ansicht des Bundesgesundheitsministeriums durch einen Ausbau der Prophylaxe weitere Einsparpotentiale erschlossen werden (vgl. Bauer, Neumann und Saekel, 1995). In der Schweiz, einem Land mit einer relativ langen Prophylaxetradition, werden die ökonomischen Effekte der Prophylaxe anders beurteilt. Dort wird davon ausgegangen, daß trotz Prophylaxe die Pro-Kopf-Ausgaben in der Zahnmedizin nicht sinken werden und das zahnmedizinische Auftragsvolumen zumindest gleich bleiben, vermutlich sogar eher zunehmen wird (vgl. Lutz, 1994).

Angesichts einer solchen Bandbreite möglicher finanzieller Effekte stellt sich den Akteuren im Gesundheitswesen die Frage, ob bzw. welche der Untersuchungen sie als Entscheidungsgrundlage, z.B. hinsichtlich der Ausgestaltung und Vergütung prophylaktischer Leistungen, heranziehen können. Oftmals ist die Reichweite der Untersuchungen begrenzt, da entweder die dynamischen Zusammenhänge zwischen Mundgesundheitsentwicklung und zahnärztlichem Behandlungsbedarf nicht berücksichtigt werden oder die abgeleiteten Prognosen eher qualitativer Art sind.

Um eine transparente Diskussion der langfristigen wirtschaftlichen Effekte einer individualprophylaktischen Versorgung von Kindern und Jugendlichen zu ermöglichen, wurde das im folgenden vorgestellte computergestützte Simulationsmodell „COSIMO-PX“ entwickelt. Mittels einer klar definierten mathematischen Struktur werden demographische, oralepidemiologische und ökonomische Daten miteinander verknüpft. Gleichzeitig bietet das Modell die Möglichkeit, wichtige Einflußfaktoren auf das Ergebnis, z.B. die Inanspruchnahmequote und die Wirksamkeit individualprophylaktischer Leistungen, zu variieren. Damit ist es möglich, verschiedene Szenarien zu schaffen, die resultierenden wirtschaftlichen Effekte auf Mikro- und Makroebene zu ermitteln und miteinander zu vergleichen.

2 Prophylaktische Versorgung in Deutschland

Die zahnmedizinische Prävention verfolgt das Ziel, über eine Reduktion der Krankheitsrisiken zu einer Verbesserung der Mundgesundheit beizutragen. Die Vorbeugung vor oralen Krankheiten erfolgt dabei auf mehreren Ebenen. Wie Tabelle 2 (vgl. Tab. 2) entnommen werden kann, wird zwischen der kollektiven Prophylaxe, die sich an die Bevölkerung insgesamt richtet, der semikollektiven Prophylaxe bzw. Gruppenprophylaxe und der Individualprophylaxe unterschieden.

Tabelle 2: Prophylaxe-Ebenen und zugeordnete Maßnahmen

Kollektiv- oder Populationsprophylaxe

- Trinkwasserfluoridierung (nicht in Deutschland)
- Speisesalzfluoridierung
- fluoridierte Zahnpasten

Gruppenprophylaxe

- allgemeine Mundhygieneinstruktionen
- Zahnputzübungen
- Ernährungshinweise
- Fluoridanwendungen

Individualprophylaxe

- Risikodiagnostik
- eventuelle Frühbehandlung und/oder Intensivbetreuung
- Mundhygieneberatung
- Zahnputzübungen
- Ernährungsberatung
- Fluoridapplikationen (einschließlich Fluoridanamnese)
- Fissurenversiegelungen
- professionelle Zahnreinigung (keine vertragszahnärztliche Leistung)

© IDZ, 1999

2.1 Kollektivprophylaxe

Zu den Maßnahmen, die der Kollektivprophylaxe zugeordnet werden können, zählen die Trinkwasserfluoridierung, die Speisesalzfluoridierung und die fluoridierten Zahnpasten.

Mit Trinkwasserfluoridierung wird die künstliche Anreicherung des in vielen Trinkwassern natürlich vorkommenden Fluorids bezeichnet. Internationale Untersuchungen beispielsweise aus der Schweiz und den USA zeigen, daß allein durch die Trinkwasserfluoridierung die Karieshäufigkeit von Kindern und Jugendlichen deutlich vermindert wird und dieser Effekt bis in das Erwachsenenalter anhält. Potentielle Nutznießer der Trinkwasserfluoridierung sind alle Einwohner eines Landes, die an eine zentrale Wasserversorgung angeschlossen sind. Der einzelne bekommt ohne eigene Mitwirkung den Fluoridträger ins Haus geliefert und nimmt im Rahmen seiner herkömmlichen Ernährungsweise Fluorid in prophylaktisch wirksamer Konzentration zu sich (vgl. WldO, 1979). In Deutschland ist die Trinkwasserfluoridierung aufgrund der aktuellen Gesetzeslage nicht möglich.

Langzeitstudien aus der Schweiz, Ungarn und Kolumbien (vgl. Hellwig, 1998) zeigen, daß die karieshemmenden Effekte des fluoridierten Speisesalzes mit denen der Trinkwasserfluoridierung vergleichbar sind (vgl. Rübiger, 1989). In Deutschland wird fluoridiertes Speisesalz seit 1991 als Alternative zum herkömmlichen Kochsalz flächendeckend angeboten. Im Jahr 1998 lag der Marktanteil des Fluorsalzes bei etwa 30 Prozent (vgl. IfK, 1999). Die Verbreitung des mit Fluor angereicherten Speisesalzes wird durch das zur Zeit noch bestehende Verbot, es in der Lebensmittelproduktion und in Großküchen zu verwenden, begrenzt.

Über die präventive Effektivität der fluoridierten Zahnpasten liegt wissenschaftlicher Konsens vor. Bei der Benutzung einer Fluoridzahnpasta handelt es sich um eine lokale Fluoridanwendung, die den Zweck verfolgt, das Fluoriddepot des Oberflächenschmelzes zu erhalten bzw. eine Fluoridanreicherung zu erreichen. In Deutschland haben die fluoridierten Zahnpasten am Gesamtverbrauch der Zahnpasten im Zeitraum zwischen 1990 und 1994 einen Anteil von über 90 Prozent erreicht (vgl. Marthaler, O'Mullane, Vrbic, 1996).

2.2 Gruppenprophylaxe

Die gesetzliche Grundlage für die Gruppenprophylaxe bildet § 21 des Sozialgesetzbuches V (SGB V), welcher 1989 durch das Gesundheits-Reformgesetz geschaffen und 1993 im Rahmen des Gesundheits-Strukturgesetzes geändert und ergänzt wurde.

§ 21 SGB V beschreibt die Gruppenprophylaxe als eine gemeinsame Aufgabe der Krankenkassen, der Zahnärzte und des öffentlichen Gesundheitsdienstes, Maßnahmen zur Erkennung und Verhütung von Zahnerkrankungen zu fördern. Diese Maßnahmen richten sich an Kinder, die das 12. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, und werden vorrangig in Gruppen, in erster Linie in Kindergärten und Schulen, durchgeführt. Sie erstrecken sich auf die Untersuchung der Mundhöhle, die Erhebung des Zahnstatus, das Demonstrieren

und Üben des Zähneputzens, auf die Ernährungsberatung, auf die kontrollierte Anwendung von Fluoriden und auf die Motivation zum regelmäßigen Zahnarztbesuch. Hinzu kommen Informationsveranstaltungen für Eltern und Erzieherinnen (vgl. Stein und Specke, 1997).

Die aus der sozialen Schichtzugehörigkeit erwachsenden Risikounterschiede, an Karies oder Parodontopathien zu erkranken, können beispielsweise durch die Form der „aufsuchenden“ Prophylaxe verringert werden.

2.3 Individualprophylaxe

Die zahnmedizinische Individualprophylaxe (IP) ergänzt die Maßnahmen der Gruppenprophylaxe sinnvoll und führt diese fort. Kinder und Jugendliche, die das 6., aber noch nicht das 18. Lebensjahr vollendet haben, können gemäß §22 SGB V an der individualprophylaktischen Versorgung, die in der Zahnarztpraxis erbracht wird, teilnehmen. Im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung stehen dem Zahnarzt verschiedene kommunikativ-pädagogische Leistungen zur Förderung des oralen Gesundheitsverhaltens und zahnmedizinische Leistungen zur Senkung des Erkrankungsrisikos zur Verfügung. Im einzelnen erstreckt sich die Individualprophylaxe auf folgende Positionen des „Einheitlichen Bewertungsmaßstabes für zahnärztliche Leistungen“ (Bema-Z)¹:

- Mundhygienestatus (Bema-Nr. IP 1)
- Intensivmotivation (Bema-Nr. IP 2)
- Remotivation (Bema-Nr. IP 3)
- Lokale Fluoridierung der Zähne (Bema-Nr. IP 4)
- Fissurenversiegelung (Bema-Nr. IP 5)

Diese individualprophylaktischen Leistungen werden im Rahmen eines dreijährigen Behandlungszyklus erbracht, über dessen Struktur Abbildung 4 (vgl. Abb. 4) informiert.

Die individualprophylaktische Versorgung beginnt mit der Erhebung des Mundhygienestatus. Dieser umfaßt die Beurteilung der Mundhygiene und des Zahnfleischzustandes, die Feststellung und Beurteilung von Plaque-Retentionsstellen sowie die Erhebung geeigneter Indizes. Mit Hilfe der Indizes können Veränderungen des Mundhygienestatus gemessen und kontrolliert werden.

¹ Der Einheitliche Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen enthält alle zahnärztlichen Leistungen, die im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung erbracht werden können. Neben einer inhaltlichen Beschreibung legt der Bema-Z die Punktzahl jeder einzelnen zahnärztlichen Leistung fest. Die Vergütung erfolgt nach der Formel "Punktzahl * Punktwert" (vgl. Liebold, Raff und Wissing, 1998).

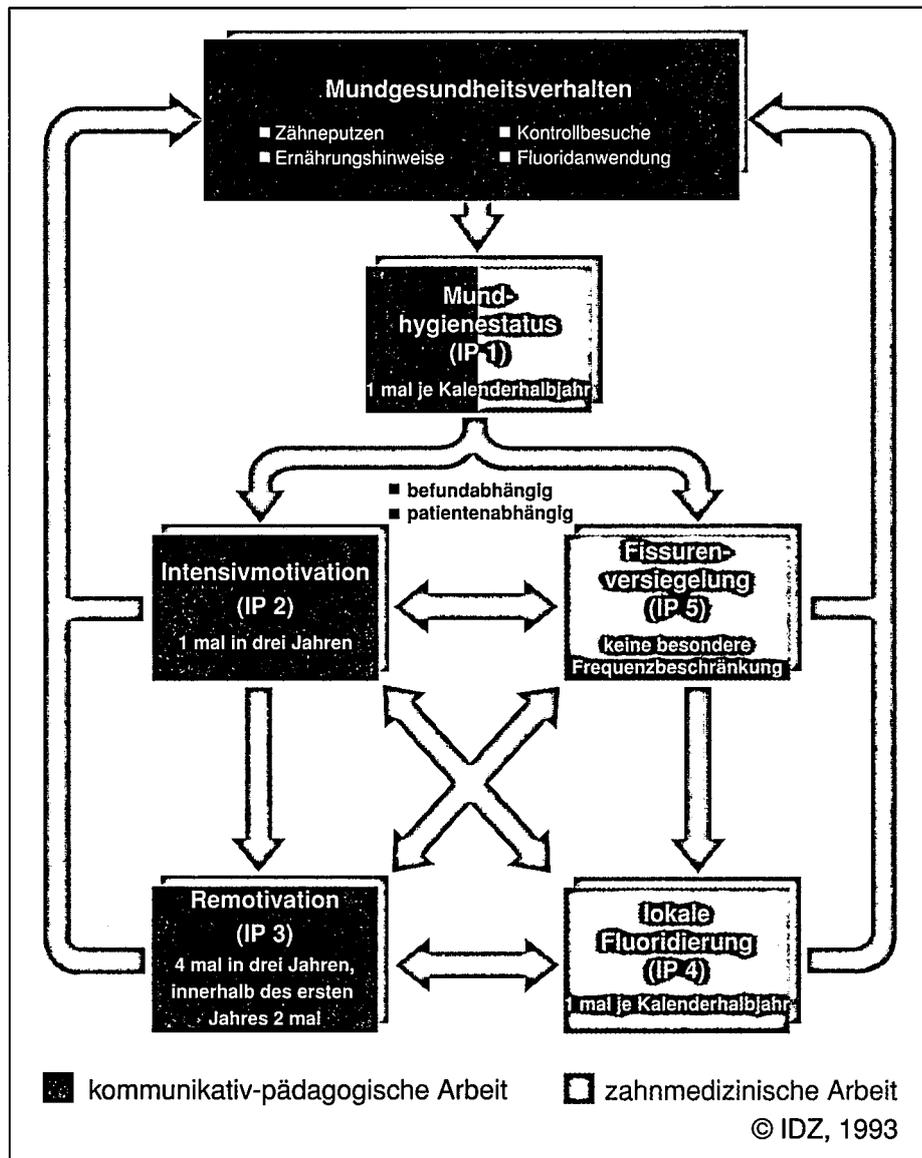


Abbildung 4: Gefüge der IP-Positionen im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung

Der Erfolg der Individualprophylaxe ist in jeder Phase von der Mitarbeit des Patienten (englisch „Compliance“) abhängig. Mit der Intensivmotivation soll beim Patienten die Einsicht geweckt werden, daß in erster Linie er selbst für seine Mundgesundheit verantwortlich ist, um auf diesem Wege sein Engagement für die Mundhygiene (englisch „Empowerment“) zu fördern. Dieser

Ansatz entspricht dem Prinzip von Oral health self care. Die Motivationsförderung startet mit der Aufklärung über die Entstehung von Karies und Parodontopathien (vgl. hierzu auch Kapitel 3.2) sowie mit Hinweisen für eine zahngesunde Ernährung. Durch die Demonstration von Zahnputztechniken an Modellen und anschließendes praktisches Üben sollen die Fähigkeiten des Patienten zur häuslichen Zahn- und Mundpflege verbessert werden.

Das Ziel der weiteren individualprophylaktischen Betreuung ist es, einem Nachlassen der Bemühungen des Patienten um seine Mundhygiene vorzubeugen. Dies kann nur durch regelmäßige Kontrollen der Mundhygiene und gegebenenfalls durch eine Remotivation, welche auf den Inhalten der Intensivmotivation aufbaut, erreicht werden.

Als begleitende Maßnahme zu den Bema-Positionen IP 1, IP 2 und IP 3 ist die lokale Fluoridierung zur Schmelzhärtung mit Lack, Gel oder ähnlichem angezeigt. Dabei sind häusliche Fluoridierungsmaßnahmen, z. B. mit Fluoridspülungen und Fluoridgelees, durch den Patienten zu berücksichtigen.

Das bisher beschriebene systematische Präventionskonzept wird durch die Fissurenversiegelung der ersten und zweiten Molaren (Backenzähne) ergänzt. In der Regel erfolgt die Fissurenversiegelung in mehreren Phasen. Der beste Zeitpunkt zur Versiegelung der ersten bleibenden Molaren nach ihrem vollständigen Durchbruch ist die Altersspanne zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr. Im Alter von 11 bis 13 Jahren werden die zweiten Molaren nach ihrem vollständigen Durchbruch versiegelt. Bei der einfachen Fissurenversiegelung werden kariesfrei erscheinende Spalten und Grübchen der Molaren nach einer Zahnreinigung und Konditionierung gezielt mit einer dünnen Kunststoffschicht überzogen. Dieser Versorgung kommt eine besondere Bedeutung zu, da das Fissurensystem der Molaren besonders kariesgefährdet ist. Diese Gefahr erwächst aus den Schwierigkeiten, die oftmals zerklüfteten Kauflächen der Molaren sauberzuhalten. Erschwerend kommt hinzu, daß das Ernährungsverhalten von Kindern häufig kariesfördernd ist und sie noch nicht über die Motivation und die feinmotorische Voraussetzung für eine effektive Plaquekontrolle verfügen. Auch im Falle eines bereits eingetretenen kleinen kariösen Defekts ist eine sogenannte erweiterte Fissurenversiegelung nach entsprechender Reinigung und Präparation sinnvoll: Durch den Kunststoffüberzug werden die kariesverursachenden Mikroorganismen so eingemauert, daß sie absterben oder zumindest ihre Stoffwechselaktivitäten so einschränken, daß die Läsion nicht mehr fortschreiten kann (vgl. Staehle, 1997).

3 Aufbau des Simulationsmodells COSIMO-PX

Mit dem Ziel, den Einfluß der Individualprophylaxe auf die wirtschaftliche Situation in der zahnärztlichen Versorgung analysieren zu können, wurde das computergestützte Simulationsmodell COSIMO-PX entwickelt und unter Verwendung der Programmiersprache Visual Basic realisiert. Da die Individualprophylaxe ihre positive Wirkung auf die Mundgesundheit erst mittel- bis langfristig voll entfaltet, muß das Simulationsmodell eine zeitliche Dimension aufweisen, welche es ermöglicht, die gegenwärtige individualprophylaktische Versorgung und deren zukünftige Ergebnisse in einen Zusammenhang zu stellen. Der gewählte Prognosezeitraum für die Simulation umfaßt daher die Jahre von 1989 bis 2040. Aufgrund der aktuellen Datenlage beziehen sich in der vorliegenden Version des Simulationsmodells alle Berechnungen und daraus abgeleiteten Aussagen in erster Linie auf die alten Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland. Jedoch kann davon ausgegangen werden, daß zumindest aus qualitativer Sicht die Ergebnisse auch für die neuen Bundesländer zutreffen.

Wie Abbildung 5 zeigt (vgl. Abb. 5), besteht das Simulationsmodell aus den Modulen „Bevölkerung“, „Mundgesundheit“, „Leistungen“ und „Ökonomie“. Über Schnittstellen werden die demographischen, oralepidemiologischen und wirtschaftlichen Daten miteinander verknüpft. Die Berechnungen des Simulationsmodells gehen zunächst von einer durch Individualprophylaxe unbeeinflussten Entwicklung der Mundgesundheit durchschnittlicher Patienten aus. Für diese Situation werden die resultierenden Leistungsmengen zahnärztlicher Versorgungsformen pro Kopf ermittelt und anschließend auf die Bevölkerung hochgerechnet. Durch den Einbezug der entsprechenden Vergütung wird der Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor bestimmt.

Von der mit Einführung der individualprophylaktischen Versorgung einsetzenden Verbesserung der Mundgesundheit bleibt das zahnärztliche Leistungsgeschehen nicht unberührt. Mengenschiebungen, wie sie beispielsweise zwischen dem festsitzenden und herausnehmbaren Zahnersatz auftreten, führen auch zu Veränderungen des Gesamthonorarvolumens. Diese wirtschaftlichen Effekte der Individualprophylaxe werden durch einen Vergleich der Honorarumsätze mit und ohne Individualprophylaxe ermittelt.

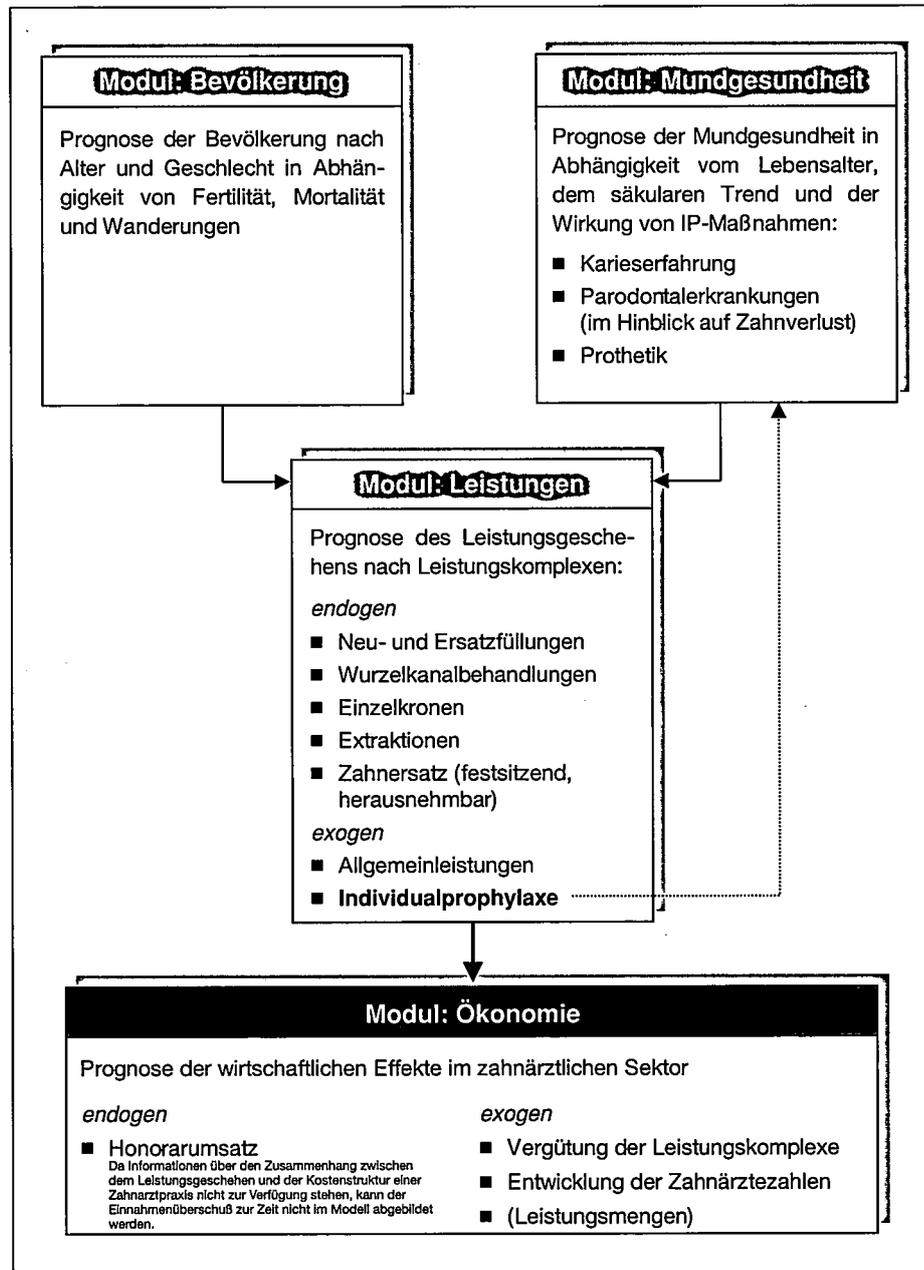


Abbildung 5: Struktur des Simulationsmodells

3.1 Modul Bevölkerung

Für die wirtschaftliche Situation im zahnärztlichen Sektor ist nicht nur die Gesamtbevölkerung, sondern auch deren Altersstruktur von Bedeutung. Beispielsweise werden die Nachfrage und der Bedarf in der prothetischen Versorgung durch den Anteil der älteren und alten Menschen beeinflusst.

Für das Simulationsmodell wurde ein demographisches Prognosemodell entwickelt, dessen Aktualisierung anhand allgemein zugänglicher Datenquellen möglich ist. Im folgenden Kapitel werden zunächst die verwendeten Datenquellen benannt, der formale Aufbau des Prognosemodells vorgestellt und schließlich die wichtigsten Ergebnisse präsentiert.

3.1.1 Daten

Die Datenbasis für das Bevölkerungsmodul bilden die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Daten zur Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Hierbei wird im wesentlichen auf die jährlich erscheinenden Statistischen Jahrbücher zurückgegriffen. Lediglich bei den Geborenen nach deren Geschlecht und Alter der Mutter handelt es sich um eine Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes.

Die Grundgesamtheit des Simulationsmodells ist die Bevölkerung der alten Bundesländer. Da das Statistische Bundesamt ab dem Jahr 1995 die Bevölkerungsdaten der alten Bundesländer einschließlich Ostberlin ausweist, wurden die Daten der Jahre 1989 bis 1994 dieser neuen Abgrenzung angepaßt. Die dazu erforderlichen Informationen wurden durch das Statistische Bundesamt zur Verfügung gestellt. In einigen Fällen war es dennoch notwendig, die Struktur Ostberlins zu schätzen, da die entsprechenden Daten nicht verfügbar waren, z. B. für die Bevölkerung nach Alter und Geschlecht des Jahres 1989. Durch den rückwirkenden Einbezug Ostberlins wird eine zukünftige Aktualisierung des Modells wesentlich vereinfacht.

Im Einzelnen basiert die Bevölkerungsprognose auf folgenden Daten:

- Bevölkerung nach Alter und Geschlecht zum Jahresende (1989–1997)
- Geborene nach deren Geschlecht und Alter der Mutter (1989–1997)
- Gestorbene nach Alter und Geschlecht (1989–1997)

Während zur Bevölkerung und zu den Geborenen die Daten jeweils in Jahresschritten vorliegen, basieren die derzeitigen Auswertungen des Statistischen Bundesamtes hinsichtlich der Gestorbenen auf 5 Jahrgänge umfassende Altersklassen. Bei einer langfristigen Bevölkerungsprognose kann dies insbesondere in den höheren Altersstufen zu „Ausreißerwerten“ führen, die das Gesamtergebnis des Simulationsmodells jedoch nicht beeinträchtigen.

3.1.2 Demographisches Prognosemodell

Das Modul „Bevölkerung“ lehnt sich an die „achte koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes“ an (vgl. Bretz, 1986; Sommer, 1994). Zentrale Größen der Bevölkerungsprognose sind Fertilität, Mortalität und Wanderungen. Eine steigende Lebenserwartung der Bevölkerung wurde im Modell nicht explizit berücksichtigt, da vor allem in der jüngeren Vergangenheit der Einfluß der Wanderungen sowohl auf die Bevölkerung insgesamt als auch auf deren Altersstruktur eine weitaus größere Bedeutung hatte. Implizit können jedoch sowohl für die Geborenen als auch für die Gestorbenen Anpassungen erfolgen, da die Geburten- und Sterbeziffern manuell korrigiert werden können.

Eine Unterscheidung von Gruppen einer Bevölkerung ist ratsam, wenn solche Gruppen in verschiedenen Familienverbänden leben und ein unterschiedliches „generatives Verhalten“ erkennen lassen. Unter den für die Bundesrepublik Deutschland geltenden Bedingungen ist es daher sinnvoll, nach der Staatsangehörigkeit, mindestens der von deutschen und anderen Staatsangehörigen, zu unterscheiden (vgl. Mackensen, 1989). Aus Gründen der Datenverfügbarkeit mußte auf eine solche Gruppierung im Modell allerdings verzichtet werden.

Die Prognose beruht im wesentlichen darauf, daß die alters- und geschlechtsspezifischen Geburten- und Sterbeziffern sowie die Wanderungen fortgeschrieben werden, indem für ein betrachtetes Jahr in der Zukunft der Mittelwert der vorangegangenen beiden Jahre berechnet wird. Implizit wird hiermit unterstellt, daß die Strukturen der unmittelbaren Vergangenheit auch in der Zukunft Gültigkeit besitzen.

Bevölkerung insgesamt

Die Bevölkerungsfortschreibung basiert auf der allgemeinen demographischen Grundgleichung:

$$(1) \quad BEV_i = BEV_{i-1} + GEB_i - GEST_i + WD_i$$

BEV = Bevölkerung

GEB = Geborene

GEST = Gestorbene

WD = Wanderungssaldo

i = Jahr

Diese Gleichung besagt, daß die Bevölkerung am Ende des Jahres i gleich der Bevölkerung am Ende des Vorjahres $i-1$ zuzüglich der Geburten, abzüglich der Sterbefälle und zuzüglich des Wanderungssaldos im Jahr i ist.

Dabei sind die absoluten Größen ex post registrierte Ereignisse oder ex ante zu schätzende Werte (vgl. Mackensen, 1989).

Wie bereits erwähnt, ist für die zugrundeliegende Fragestellung nach den wirtschaftlichen Effekten der Individualprophylaxe in der zahnärztlichen Versorgung nicht nur die Entwicklung der Gesamtbevölkerung, sondern auch die Veränderung der Bevölkerungsstruktur hinsichtlich Alter und Geschlecht von Bedeutung. In Gleichung (2) werden diese Anforderungen berücksichtigt.

$$(2) \quad BEV_{i,a,g} = \begin{cases} GEB_{i,g} - GEST_{i,a,g} + WD_{i,a,g} & \forall a < 1 \\ BEV_{i-1,a-1,g} - GEST_{i,a,g} + WD_{i,a,g} & \forall a \geq 1 \end{cases}$$

a = Alter
g = Geschlecht

Die Zahl der Kinder, welche am Jahresende das erste Lebensjahr noch nicht vollendet haben, entspricht demnach den Geborenen des jeweiligen Jahres abzüglich der Gestorbenen unter Einjährigen zuzüglich der zugewanderten unter Einjährigen. Für alle übrigen Altersstufen findet die gleiche Formel Verwendung, jedoch dient in diesen Fällen die Bevölkerung des Vorjahres als Bezugsgröße.

Die Gesamtbevölkerung eines Jahres ergibt sich durch die Summenbildung über das Geschlecht und das Alter.

$$(3) \quad BEV_i = \sum_{a,g} BEV_{i,a,g}$$

Geborene

Hinsichtlich der Geborenen werden zunächst für die Jahre, in denen entsprechende Daten zur Verfügung stehen, aus den Geborenen nach Geschlecht und Alter der Mutter die Geburtenziffern² berechnet.

² Die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Geburtenziffern werden nicht verwendet, da diese zum einen auf den Bevölkerungsdaten im Jahresdurchschnitt basieren (das Simulationsmodell verwendet Bevölkerungsdaten zum Jahresende) und zum anderen nicht getrennt für männliche und weibliche Neugeborene vorliegen.

$$(4) \quad \text{GBZ}_{i,g}^f = \frac{\text{GEB}_{i,g}^f}{(\text{BEV}_{i-1,f-1,w} + \text{BEV}_{i,f,w})/2} \quad \forall i \in [1989, 1997]$$

GBZ = Geburtenziffer
 f = Alter der Mutter
 w = weiblich

Die Gleichung (4) setzt die Anzahl der von Frauen im Alter f im Jahr i geborenen Jungen bzw. Mädchen in Beziehung zum Mittelwert der um ein Jahr jüngeren Frauen des Vorjahres und der gleichaltrigen Frauen des Jahres i . Die Mittelwertbildung verfolgt hierbei das Ziel, aus den Bevölkerungsdaten zum Jahresende eine Annäherung an die Bevölkerung im Jahresdurchschnitt zu erreichen.

Die nach Gleichung (4) berechneten Geburtenziffern bilden das Grundgerüst für die Prognose der Geburten. Durch einfache Mittelwertbildung über die vorangegangenen beiden Jahre werden die Geburtenziffern in die Zukunft projiziert.

$$(5) \quad \text{GBZ}_{i,g}^f = \alpha_i * \frac{\text{GBZ}_{i-2,g}^f + \text{GBZ}_{i-1,g}^f}{2} \quad \forall i \in [1998, 2040]$$

α = Korrekturfaktor für Geburtenziffern

Der Faktor α_i stellt einen Korrekturfaktor dar, mit dessen Hilfe die Erwartungen an die zukünftige Entwicklung der Geburtenziffern im Modell modelliert werden können. Die unten vorgestellten Ergebnisse der Bevölkerungsprognose gehen von unkorrigierten Geburtenziffern, d.h. $\alpha_i = 1$, aus. Angesichts der in den vergangenen 20 Jahren relativ geringfügigen Schwankungen der Geburtenziffern erscheint diese Annahme plausibel. Mit $\alpha_i > 1$ bzw. $\alpha_i < 1$ ließen sich aber auch die Auswirkungen eines zukünftigen Anstiegs bzw. Absinkens der Geburtenziffern aufzeigen.

Zur Prognose der Geburten wird der umgekehrte Weg wie in Gleichung (4) eingeschlagen. Die Geburtenziffern nach Gleichung (5) werden mit dem Mittelwert der weiblichen Bevölkerung der Jahre i und $i-1$ multipliziert und über das Alter der Mutter und das Geschlecht der Kinder aufsummiert.

$$(6) \quad \text{GEB}_i = \sum_{f,g} \text{GBZ}_{i,g}^f * \frac{\text{BEV}_{i-1,f-1,w} + \text{BEV}_{i,f,w}}{2} \quad \forall i \in [1998, 2040]$$

Gestorbene

Die Prognose der Gestorbenen vollzieht sich analog zur Schätzung der Geborenen in drei Schritten. Zunächst werden auf der Grundlage publizierter Daten die Sterbeziffern berechnet.

$$(7) \quad STZ_{i,k,g} = \frac{GEST_{i,k,g}}{\sum_a \frac{BEV_{i-1,a-1,g} + BEV_{i,a,g}}{2}} \quad \begin{array}{l} \forall a \in k \text{ und} \\ \forall i \in [1989, 1997] \end{array}$$

STZ = Sterbeziffer
k = Altersklasse

Im Gegensatz zu den Geborenen sind die Daten über die Gestorbenen – mit Ausnahme der unter einjährigen Kinder – nur für Altersklassen von fünf Jahrgängen verfügbar. Für die Zwecke des Modells müssen jedoch aus den Sterbeziffern nach Altersklassen die Gestorbenen nach Alter berechnet werden. Hierzu bieten sich zwei Verfahren an: Zum einen können die berechneten Sterbeziffern interpoliert werden, um so zu einer Annäherung an die Sterbeziffern nach Alter zu gelangen. Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Sterbeziffern nach Altersklassen unterschiedslos auf alle Jahrgänge einer Altersklasse anzuwenden.

Für das Simulationsmodell wurde der pragmatische zweite Weg gewählt, da der Aufwand zur Realisierung der ersten Alternative in keinem Verhältnis zum erwarteten Erkenntnisgewinn steht. Als Konsequenz mußte allerdings in Kauf genommen werden, daß dieses Verfahren insbesondere für die ältere Bevölkerung zu einer deutlichen Überschätzung der Gestorbenen am unteren und zu einer deutlichen Unterschätzung der Gestorbenen am oberen Rand der jeweiligen Altersklasse führt.

Die nach Gleichung (7) berechneten Sterbeziffern bilden analog zu den Geburtenziffern die Grundlage für die Fortschreibung. Wiederum ergibt sich der prognostizierte Wert eines Jahres als Mittelwert der vorangegangenen beiden Jahre.

$$(8) \quad STZ_{i,k,g} = \beta_i * \frac{STZ_{i-2,k,g} + STZ_{i-1,k,g}}{2} \quad \forall i \in [1998, 2040]$$

β = Korrekturfaktor für Sterbeziffern

Auch in der Gleichung (8) ist ein Korrekturfaktor β_i enthalten, mit dessen Hilfe Veränderungen der Sterbeziffern modelliert werden können. Ein-

schränkend ist allerdings anzumerken, daß der Korrekturfaktor auf alle Altersklassen gleichförmig wirkt, während eine steigende Lebenserwartung zu einem wesentlichen Teil auf die Verringerung der Säuglingssterblichkeit zurückzuführen ist. Dieser Zusammenhang wird im vorliegenden Simulationsmodell allerdings nicht berücksichtigt. Für die unten präsentierte Bevölkerungsprognose wurde $\beta_i = 1$ gewählt.

Mit Hilfe der Sterbeziffern nach Gleichung (8) können nunmehr die Gestorbenen nach Alter und Geschlecht prognostiziert werden. Hierzu werden zusätzlich die Mittelwerte der jeweiligen Jahresendbevölkerung des betrachteten sowie des Vorjahres herangezogen.

$$(9) \quad \text{GEST}_{i,a,g} = \text{STZ}_{i,k,g} * \frac{\text{BEV}_{i-1,a-1,g} + \text{BEV}_{i,a,g}}{2} \quad \begin{array}{l} \forall a \in k \text{ und} \\ \forall i \in [1998, 2040] \end{array}$$

Durch Summenbildung über das Geschlecht und das Alter erhält man die Gesamtzahl der in einem Jahr gestorbenen Menschen.

$$(10) \quad \text{GEST}_i = \sum_{a,g} \text{GEST}_{i,a,g} \quad \forall i \in [1997, 2040]$$

Aus den Gleichungen (2) und (9) wird deutlich, daß zwischen der Bevölkerung und der Zahl der Gestorbenen ein interdependenter Zusammenhang besteht. Zur Prognose der Gestorbenen nach Alter und Geschlecht in einem Jahr i ($\text{GEST}_{i,a,g}$) benötigt man die zugehörige Bevölkerungsgruppe ($\text{BEV}_{i,a,g}$). Auf der anderen Seite wird nach Gleichung (2) die Bevölkerung mit Hilfe der Gestorbenen prognostiziert. Aus diesem Grund wurden die Berechnungen für das Bevölkerungsmodul als iteratives System angelegt, das nach den bisherigen Erfahrungen stabil läuft und sich bereits nach wenigen Iterationen einer eindeutigen Lösung nähert.

Wanderungen

Wanderungsbewegungen stellen für jede Bevölkerungsprognose den größten Unsicherheitsfaktor dar. Da sie in erheblichem Umfang von politischen und wirtschaftlichen Verhältnissen im In- und Ausland beeinflusst werden, weisen sie im Zeitablauf keinerlei Konstanz auf. Hinzu kommt, daß sich das Simulationsmodell allein auf die alten Bundesländer bezieht, wodurch auch die Binnenwanderung zwischen den alten und neuen Bundesländern Berücksichtigung finden muß. Alles in allem wird deutlich, daß die zukünftige Entwicklung der Wanderungen und damit auch des Wanderungssaldos nicht aus den Daten der Vergangenheit abgeleitet werden kann. Die Konse-

quenz ist, daß die zukünftigen Wanderungssalden als exogene Größen in das Modell einfließen.

Die konkrete Vorgehensweise besteht darin, zunächst für die vergangenen Jahre die alters- und geschlechtsspezifischen Wanderungssalden durch Umstellung der Gleichung (2) zu ermitteln.

$$(11) \quad WD_{i,a,g} = \begin{cases} BEV_{i,a,g} - GEB_{i,g} + GEST_{i,a,g} & \forall a < 1 \text{ und} \\ & \forall i \in [1989, 1997] \\ BEV_{i,a,g} - BEV_{i-1,a-1,g} + GEST_{i,a,g} & \forall a \geq 1 \text{ und} \\ & \forall i \in [1989, 1997] \end{cases}$$

Für die Vergangenheit können die Wanderungssalden als Differenz zwischen der tatsächlichen und der natürlichen Bevölkerungsbewegung ermittelt werden. Der Gesamtwanderungssaldo eines Jahres ergibt sich durch einfache Summenbildung.

$$(12) \quad WD_i = \sum_{a,g} WD_{i,a,g} \quad \forall i \in [1989, 1997]$$

Zur Prognose wird die Logik der Gleichungen (11) und (12) umgekehrt. Ein für das Jahr i exogen vorgegebener Gesamtwanderungssaldo wird gemäß der Alters- und Geschlechtsstruktur der beiden vorangegangenen Jahre aufgeteilt.

$$(13) \quad WD_{i,a,g} = \frac{WD_{i-2,a,g} + WD_{i-1,a,g}}{WD_{i-2} + WD_{i-1}} * WD_i \quad \forall i \in [1998, 2040]$$

Die Annahme einer im Zeitablauf konstanten Alters- und Geschlechtsstruktur wurde gewählt, da keine konkreten Anhaltspunkte existieren, aus denen sich eine bessere Verteilung ableiten ließe. Neben den absoluten Wanderungen bildet also deren Alters- und Geschlechtsstruktur das zweite Unsicherheitsmoment innerhalb einer Bevölkerungsprognose.

Mit Hilfe der Wanderungen nach Gleichung (13), der Gestorbenen nach Gleichung (9) und der Geborenen nach Gleichung (6) ist eine Bevölkerungsprognose anhand der Gleichung (2) möglich.

3.1.3 Ergebnisse

Im Trend stimmen die Ergebnisse des oben vorgestellten Prognosemodells mit den publizierten Ergebnissen der achten koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes und den Modellrechnun-

gen zur Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland des Bundesinnenministeriums (vgl. Bundesministerium des Inneren, 1995) überein. Wie Abbildung 6 zeigt (vgl. Abb. 6), steigt die Gesamtbevölkerung in den alten Bundesländern seit 1990 kontinuierlich an und wird im Jahre 2000 mit etwa 68,1 Mio. Einwohnern ihr Maximum im Beobachtungszeitraum erreichen. Ab diesem Zeitpunkt verringert sich die Bevölkerungszahl kontinuierlich bis auf 54,7 Mio. Einwohner im Jahr 2040.

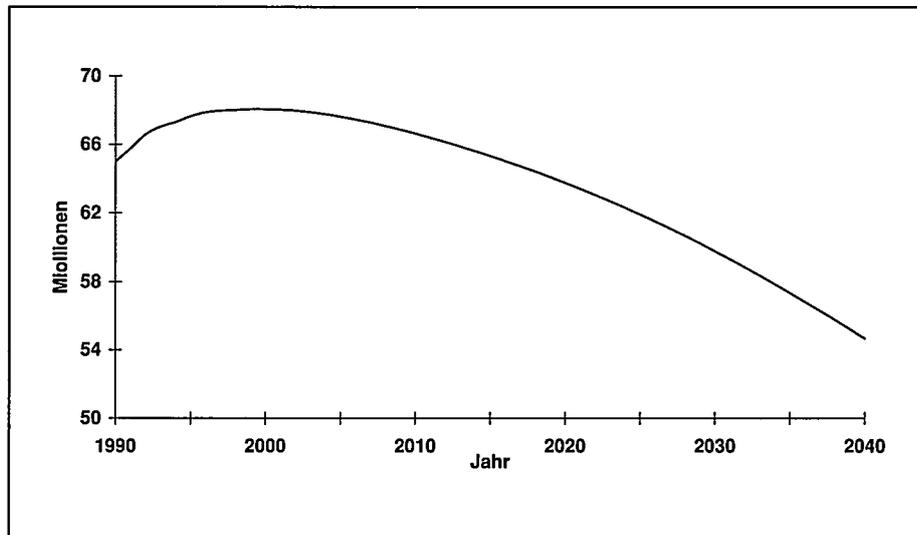


Abbildung 6: Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Millionen) von 1990 bis 2040

Ein genaueres Bild über die Einflußfaktoren auf die Bevölkerungsbewegung liefert Abbildung 7 (vgl. Abb. 7), welche die Entwicklung der Geborenen, der Gestorbenen und der Wanderungen einander gegenübergestellt. Sie zeigt, daß sich die Zahl der Geborenen und der Gestorbenen zu Beginn der 90er Jahre etwa im Gleichgewicht befand. Der Anstieg der Gesamtbevölkerungszahl resultiert demnach allein auf einem positiven Wanderungssaldo. Ab 1998 liegt die Zahl der Geburten dauerhaft unter der Zahl der Gestorbenen. Bis ins Jahr 2000 kann der jährliche Wanderungssaldo die wachsenden Sterbefallüberschüsse ausgleichen. Ab diesem Zeitpunkt sind die Geburtendefizite allerdings höher als die Wanderungssalden, so daß die Gesamtbevölkerung sinkt. An dieser Stelle sei noch mal daran erinnert, daß die Wanderungssalden ab dem Jahre 1998 als exogene Größen in das Modell einfließen.

Nicht nur die Zahl, sondern auch der Altersaufbau der Bevölkerung unterliegt Veränderungen. In Abbildung 8 (vgl. Abb. 8) spiegeln sich deutlich die demographischen Ereignisse der letzten Jahrzehnte, z. B. die geburtenstar-

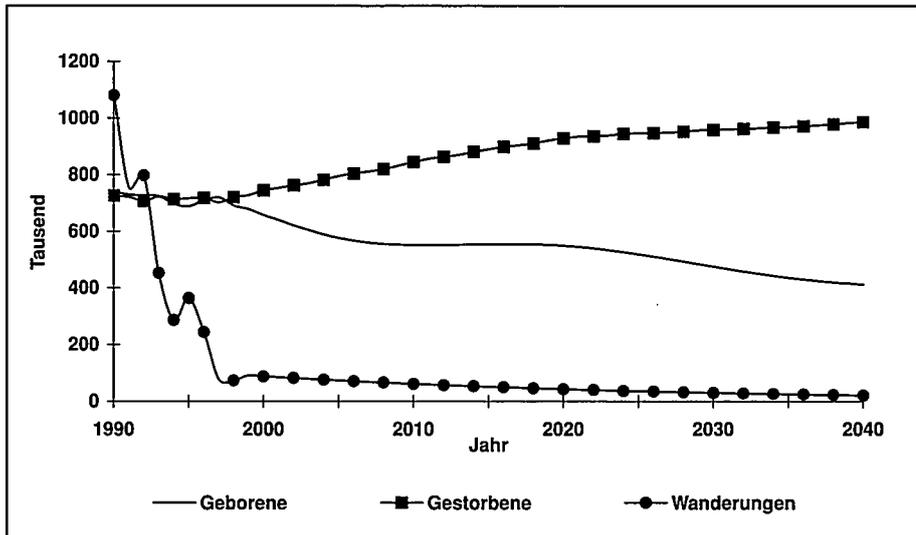


Abbildung 7: Geburten, Sterbefälle und Wanderungen der Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Tausend) von 1990 bis 2040

ken Jahrgänge um das Jahr 1965 und der Geburtenrückgang Mitte der 70er Jahre, sowie die in das Modell einfließenden Annahmen. Der Vergleich der Altersaufbauten der Jahre 1995 und 2040 zeigt deutlich den Effekt des demographischen Alterns der westdeutschen Bevölkerung. Die Zahl der unter 20jährigen ist merklich gesunken, während gleichzeitig die Zahl der über 60jährigen stark gestiegen ist.

Abschließend sei nochmals nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die vorliegende Bevölkerungsprognose auf derzeitigen Erkenntnissen basiert und Entwicklungen der Vergangenheit in die Zukunft projiziert werden. Die tatsächliche Bevölkerungsentwicklung wird aber durch weitere Faktoren beeinflusst, die heute kaum abgeschätzt werden können. Dies betrifft sowohl die natürliche als auch die räumliche Bevölkerungsbewegung.

Für die natürliche Bevölkerungsbewegung ist zunächst die zukünftige Entwicklung der Lebenserwartung von Interesse. Diese dürfte in näherer Zukunft weiter zunehmen, jedoch kann kaum eine Aussage über das quantitative Ausmaß der Steigerung getroffen werden. Weiterhin beeinflusst die Geburtenrate die Bevölkerungsentwicklung wesentlich. Ob diese auf dem heutigen niedrigen Niveau verharrt, weiter sinkt oder beispielsweise im Zuge einer möglichen Verbesserung der ökonomischen Situation wieder ansteigt, vermag im Augenblick niemand zu sagen. So können beispielsweise auch politische Entscheidungen wie etwa die Höhe des Kindergeldes oder -freibetrages einen Einfluß auf die Geburtenrate nehmen. Hinsichtlich der Wanderungen seien an dieser Stelle nur einige bestimmende Faktoren genannt:

- gesetzgeberische Maßnahmen, z. B. im Bereich des Asylrechts,
- wirtschaftliche Entwicklung im In- und Ausland,
- unvorhergesehene Ereignisse, z. B. Kriege und Naturkatastrophen.

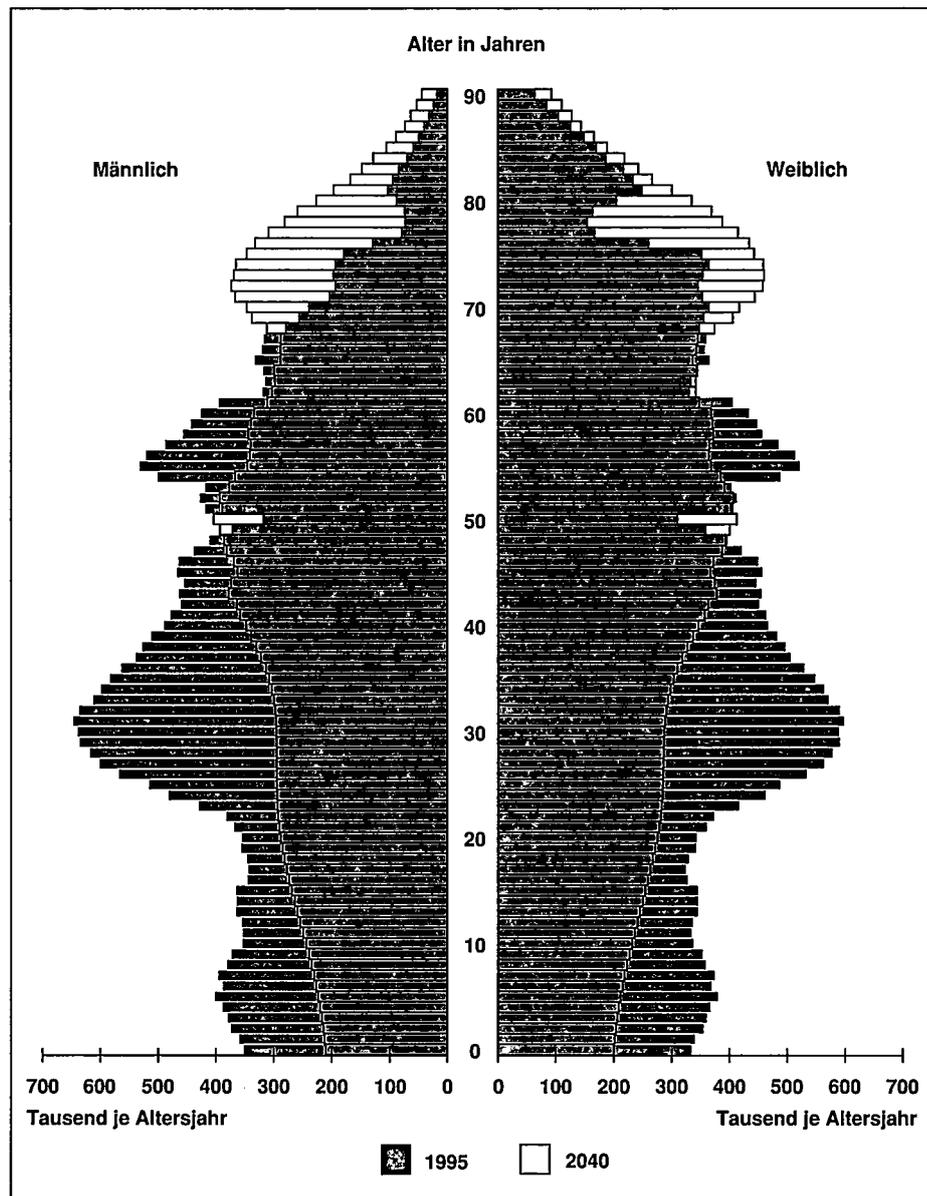


Abbildung 8: Altersaufbau der Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Tausend) von 1995 und 2040

Dieser kursorische Überblick verdeutlicht nochmals die Notwendigkeit vereinfachender Annahmen für eine Bevölkerungsprognose, da niemals alle Einflußfaktoren vollständig durch ein Modell abgebildet werden können.

3.2 Modul Mundgesundheit

Die wirtschaftliche Entwicklung im zahnärztlichen Sektor ist eng mit der Entwicklung der Mundgesundheit verbunden, ist sie doch die bestimmende Einflußgröße auf den zahnmedizinischen Behandlungsbedarf. Wichtige Zielkrankheiten im Hinblick auf den oralen Gesundheitszustand sind Karies und Parodontopathien (vgl. IDZ, 1991).

Karies ist ein Prozeß der Entkalkung und Auflösung von Zahnschmelz und Dentin, der unter Beteiligung von Bakterien bei entsprechender Substratzufuhr, z. B. Zucker, an der Zahnoberfläche beginnt und in die Tiefe fortschreitet. Die als Plaque organisierten Bakterien wandeln das zugeführte Substrat in organische Säuren, vor allem Milchsäure, um. Wenn dies lange und vor allem oft genug geschieht, entwickeln sich kariöse Läsionen (vgl. Roulet, Fath und Zimmer, 1996). Unbehandelte Karies wird als Primärkaries bezeichnet; Sekundärkaries entspricht einer kariösen Läsion, die an einem Füllungsrand neu auftritt.

Parodontopathien sind Erkrankungen des Zahnhalteapparates, deren häufigste Formen durch bakterielle Infektionen hervorgerufen werden. Ohne therapeutische Maßnahmen führen parodontale Erkrankungen zu einer Destruktion des Zahnhalteapparates bis hin zum Zahnverlust. Der Zahnhalteapparat, das Parodont, umfaßt alle Stützgewebe, welche die mechanischen Belastungen des Zahnes auffangen.

Zur epidemiologischen Messung von Karies und Parodontopathien stehen jeweils mehrere Indizes zur Verfügung. Für das Simulationsmodell fiel die Wahl auf den DMFT-Index und den CPITN-Index. Beide Indizes zeichnen sich dadurch aus, daß aus den durch sie dokumentierten Veränderungen der Mundgesundheit prinzipiell Rückschlüsse auf das resultierende zahnärztliche Leistungsgeschehen gezogen werden können.

Der DMFT ist die Summe der kariösen (D = decayed), fehlenden (M = missing) und gefüllten (F = filled) Zähne (T = teeth). Zu beachten ist, daß jeder Zahn nur einmal gezählt wird. Ein gefüllter und gleichzeitig kariöser Zahn ist daher der D-Komponenten zuzurechnen. Mit der M-Komponente sollten, so die Idealvorstellung, nur die Zähne erfaßt werden, die aufgrund von Karies extrahiert werden mußten. Allerdings bestehen in der Realität große Schwierigkeiten, ex post festzustellen, ob ein Zahnverlust durch Karies oder durch Parodontopathien verursacht wurde. Diesem Umstand wird dahingehend Rechnung getragen, daß bei der Datenerhebung nicht zwischen diesen beiden Möglichkeiten des Zahnverlustes unterschieden wird. Zähne, die wegen

Traumas, kieferorthopädischen oder anderen nicht-pathologischen Gründen fehlen, werden jedoch nicht durch die M-Komponente erfaßt (vgl. IDZ, 1992).

CPITN ist die Abkürzung für „community periodontal index of treatment needs“. Der Index wird mit Hilfe einer speziellen Knopfsonde erhoben. Dazu wird das Gebiß in Sextanten eingeteilt und jeder Sextant nach der schwersten darin vorkommenden Erkrankung gemäß definierter Indexgrade, sogenannter CPI-Codes, eingestuft. Aus dem Indexgrad läßt sich auf die notwendige Behandlung schließen (vgl. Rateitschak, 1989).

Während der DMFT in der epidemiologischen Forschungsliteratur sehr gut dokumentiert ist, sind insbesondere überregionale Studien zum CPITN rar. Dies ist der Hauptgrund, warum die Parodontopathien in der aktuellen Version des Simulationsmodells nicht explizit berücksichtigt werden. Diese notwendige Reduzierung des Modells auf die Kariesdynamik muß bei der Interpretation der Simulationsergebnisse berücksichtigt werden. Im folgenden wird die Mundgesundheit der westdeutschen Bevölkerung aus verschiedenen Blickwinkeln – Querschnitts-, Längsschnitts- und diagonale Betrachtung – analysiert.

3.2.1 Daten

Als Datenquelle zum DMFT wurden in erster Linie epidemiologische Studien mit einem überregionalen Bevölkerungsbezug verwendet. Im wesentlichen sind dies der nationale IDZ-Survey des Jahres 1989 (vgl. IDZ, 1991) und die A0-, A5- und A10-Studien der Jahre 1978, 1983 und 1989 der Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (vgl. Patz und Naujoks, 1980; Naujoks und Hüllebrand, 1985; Dünninger et al., 1995). Über die Mundgesundheit alter und hochbetagter Menschen gibt die Berliner Altersstudie (BASE) aus den Jahren 1990-1993 (vgl. Nitschke und Hopfenmüller, 1999) wertvolle Hinweise. Die aktuellen oralepidemiologischen Daten (IDZ, 1999) der bevölkerungsrepräsentativen „Dritten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III)“ lagen zum Zeitpunkt der Modellerstellung von COSIMO-PX noch nicht vor.

Der IDZ-Survey lieferte erstmals auf der Basis einer repräsentativen Stichprobe der westdeutschen Wohnbevölkerung die Vorkommenshäufigkeiten von Zahnkaries, Erkrankungen des Zahnhalteapparates und Zahnstellungs- und Bißlagefehlern; ebenfalls wird der prothetische Versorgungsstatus ausgewiesen. Die Berücksichtigung wichtiger Einstellungs- und Verhaltensaspekte im Mundgesundheitsbereich sowie der Einbezug wichtiger soziologischer Faktoren ermöglichen es darüber hinaus, Zusammenhänge und Determinanten des oralen Krankheitsgeschehens in den alten Bundesländern zu analysieren (vgl. IDZ, 1991).

Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde hat in re-

Tabelle 3: Oralepidemiologische Daten nach Altersgruppen aus verschiedenen Studien (alte Bundesländer)											
DMFT Alter	A0-Studie 1978	A5-Studie 1983	A10-Studie 1989	IDZ- Survey 1989	BASE 1993	DT Alter	A0-Studie 1978	A5-Studie 1983	A10-Studie 1989	IDZ- Survey 1989	BASE 1993
8-9		2,3	2,0	1,5		8-9		1,5	0,8	0,8	
13-14		10,8	6,4	5,1		13-14		2,8	3,2	2,1	
15-24	14,5	14,8	11,6			15-24	5,2	4,5	3,9		
25-34	16,2	16,8	15,6			25-34	4,2	3,7	3,2		
35-44	17,1	17,7	17,3	16,7		35-44	3,3	3,2	2,5	2,0	
45-54	19,5	19,2	18,5	18,4		45-54	2,5	2,6	2,1	1,7	
55-64	21,8	20,8	21,1			55-64	2,5	1,9	1,7		
älter als 64	23,0	23,2	23,0			älter als 64	1,5	1,6	1,1		
70-74					24,6	70-74					1,7
75-79					25,9	75-79					1,5
80-84					25,5	80-84					1,6
85-89					26,5	85-89					1,4
90-94					27,6	90-94					0,7
älter als 94					27,0	älter als 94					1,1
MT Alter	A0-Studie 1978	A5-Studie 1983	A10-Studie 1989	IDZ- Survey- 1989	BASE 1993	FT Alter	A0-Studie 1978	A5-Studie 1983	A10-Studie 1989	IDZ- Survey 1989	BASE 1993
8-9		0,0	0,1	0,0		8-9		0,8	1,1	0,7	
13-14		2,3	0,2	0,1		13-14		5,7	3,0	3,0	
15-24	1,6	2,7	0,8			15-24	7,7	7,2	7,0		
25-34	2,7	2,2	2,0			25-34	9,3	10,9	10,4		
35-44	4,8	3,6	3,4	3,6		35-44	9,0	10,9	11,5	11,1	
45-54	9,5	7,2	5,8	7,3		45-54	7,5	9,4	10,5	9,4	
55-64	14,6	11,8	11,2			55-64	5,4	7,1	8,2		
älter als 64	17,8	17,8	16,2			älter als 64	3,7	3,8	5,8		
70-74					19,7	70-74					3,2
75-79					21,8	75-79					2,6
80-84					21,6	80-84					2,4
85-89					23,5	85-89					1,6
90-94					26,7	90-94					0,3
älter als 94					25,1	älter als 94					0,8

gelmäßigen Abständen bis ins Jahr 1989 anhand identischer und reproduzierbarer Kriterien die Mundgesundheit von Patientenstichproben aus zahnärztlichen Praxen in den alten Bundesländern erhoben. Dabei wurde der Schwerpunkt immer auf die Kariesdiagnostik gelegt. Diese Daten ermöglichen es, die Entwicklung der Mundgesundheit nachzuzeichnen und darauf aufbauend Prognosen zu erstellen (vgl. Dünninger et al., 1995).

Repräsentative zahnmedizinische Daten, die Aufschluß über den zahnmedizinischen Befund, den Versorgungsgrad und den Behandlungsbedarf der älteren Bevölkerung geben, sind in Deutschland kaum vorhanden. Im Rahmen der Berliner Altersstudie wurde ein zahnmedizinischer Grunddatensatz, der auch soziologische Faktoren berücksichtigt, erhoben. Die zugrundeliegende Zufallsstichprobe ist repräsentativ für die über 70jährigen Bewohner Berlins (vgl. Nitschke und Hopfenmüller, 1996).

Die Daten der oben kurz vorgestellten Studien sind in Tabelle 3 (vgl. Tab. 3) zusammenfassend dargestellt.

3.2.2 Säkularer Trend

Die Mundgesundheit hat sich in der Vergangenheit in allen Altersgruppen verbessert. Verantwortlich für diese Veränderungen ist das Zusammenwirken mehrerer Einflußfaktoren. Zu nennen sind hier insbesondere die allgemeinen Lebensumstände, das soziologische Gesundheitsbewußtsein, die Wirkung fluoridierter Zahnpasten, die Effekte von Gruppen- und Individualprophylaxe. Die individualprophylaktischen Leistungen stellen allerdings ein relativ junges Element in dieser Faktorenmischung dar. Erst mit Inkrafttreten des Gesundheits-Reformgesetzes zum 1. Januar 1989 wurde die Individualprophylaxe für Kinder und Jugendliche in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) aufgenommen.

Der Begriff „säkularer Trend“ bezeichnet die Entwicklung der Mundgesundheit, die sich in Abwesenheit allgemein zugänglicher individualprophylaktischer Versorgungsangebote vollziehen würde. Das Jahr 1989 stellt demnach eine Zäsur dar. Vor diesem Zeitpunkt ist jede Verbesserung der Mundgesundheit primär auf den säkularen Trend zurückzuführen, nach diesem Zeitpunkt folgt die Entwicklung der Mundgesundheit einem Trend, der den säkularen Trend und die durch Zahnärzte erbrachte Individualprophylaxe miteinander verbindet (individualprophylaktischer Trend).

Um den Einfluß der Individualprophylaxe auf die Mundgesundheit und damit auf die wirtschaftliche Situation des zahnärztlichen Sektors herausfiltern zu können, ist es notwendig, beide Entwicklungen analytisch voneinander zu trennen. Von daher wird für das Simulationsmodell ausgehend von den Daten der Jahre 1978 bis 1989 und unter Einbezug oralepidemiologischen Fachwissens ein hypothetischer säkularer Trend für die Jahre 1989 bis 2040 definiert.

Bezogen auf die Vergangenheit besteht das konkrete Vorgehen des Simulationsmodells darin, die Daten der Tabelle 3 (vgl. Tab. 3) miteinander zu verknüpfen, wobei die IDZ-Studie im wesentlichen das Niveau vorgibt, während die zeitliche Entwicklung des DMFT und seiner Einzelkomponenten sich primär an den Studien A0, A5 und A10 orientiert.

Die Tabelle 3 liefert wichtige Hinweise über Struktur und Zusammenhänge der Mundgesundheitsentwicklung im Zeitraum zwischen 1978 bis 1989. In den Altersgruppen 8-9, 13-14 und 15-24 Jahre ist der DMFT zwischen 20 und 50 Prozent gesunken. Ab dem 25. Lebensjahr ist die Verbesserung der Mundgesundheit mit weniger als 10 Prozent deutlich geringer. In der Altersgruppe der über 64jährigen ist keine Verbesserung zu beobachten. Die Zahl un behandelter kariöser Zähne ist in allen Altersgruppen deutlich gesunken. Die Ursachen dafür liegen nicht nur in einer niedrigeren Neuerkrankungsrate, sondern ebenfalls in einem höheren Versorgungsgrad. Auch die Zahl fehlender Zähne hat sich merklich reduziert. In der Altersgruppe der 13-14jährigen beträgt dieser Rückgang nahezu 100 Prozent, in den Altersgruppen über 25 Jahren im Durchschnitt über 20 Prozent. Eine zentrale Beobachtung ist, daß in den höheren Altersgruppen das Absinken der M-Komponenten immer von einem Anstieg der gefüllten Zähne begleitet wird. Die gefüllten Zähne verbleiben demnach länger im Mund.

Zur Festlegung des zukünftigen säkularen Trends werden neben den Beobachtungen der Vergangenheit auch theoretische Überlegungen berücksichtigt. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, daß der säkulare Trend über das Jahr 1989 hinaus zu einer Verbesserung der Mundgesundheit führen wird, jedoch wird sich diese Entwicklung zunehmend abschwächen.

Aus diesen Annahmen leiten sich drei Forderungen hinsichtlich der Entwicklung des DMFT in der Quer-, Längs- und Diagonalbetrachtung ab. Im Querschnitt, welcher sich jeweils auf ein bestimmtes Jahr bezieht, muß gelten, daß der DMFT über die Altersklassen zunimmt. Wird die Entwicklung der Mundgesundheit verschiedener Altersgruppen im Längsschnitt betrachtet, so muß deren DMFT im Zeitablauf sinken. Die Diagonalanalyse befaßt sich mit der Entwicklung der Mundgesundheit über den Lebensbogen eines Menschen. Hierbei muß gelten, daß der DMFT mit zunehmendem Alter nicht sinkt.

Die Ergebnisse dieser komplexen Überlegungen bilden die Eckpunkte für den säkularen Trend und sind in Tabelle 4 (vgl. Tab. 4) dargestellt.

Auch wenn die Definition des säkularen Trends auf der Basis sorgfältig ausgewählter Studien und unter Einbezug von Expertenwissen erfolgte, kann nicht erwartet werden, daß die Ergebnisse allgemeine Zustimmung erfahren. Möglicher Kritik kann entgegengehalten werden, daß der säkulare Trend nicht dazu dient, „exakte“ Voraussagen zu machen, sondern grundle-

Tabelle 4: Eckpunkte für den säkularen Trend der Mundgesundheits nach Altersgruppen aus verschiedenen Studien (alte Bundesländer)									
DMFT	1989	2000	2020	2040	DT	1989	2000	2020	2040
Alter					Alter				
8	1,5	0,9	0,6	0,5	8	0,8	0,3	0,1	0,1
14	5,1	3,3	2,3	1,8	14	2,1	0,7	0,1	0,1
19	11,7	9,3	7,8	7,2	19	3,9	1,9	0,9	0,7
29	15,6	14,6	12,4	11,6	29	3,2	1,7	0,8	0,6
39	16,7	15,8	14,7	13,9	39	2,0	0,9	0,4	0,4
49	18,4	17,3	16,0	15,3	49	1,7	0,7	0,3	0,3
59	21,1	19,8	18,6	17,9	59	1,7	0,7	0,2	0,2
72	24,5	23,4	22,1	21,5	72	1,6	0,6	0,2	0,2
77	25,7	24,8	23,5	22,9	77	1,5	0,5	0,1	0,1
82	26,9	26,1	25,0	24,4	82	1,4	0,5	0,1	0,1
87	27,4	26,7	25,7	25,2	87	1,1	0,4	0,1	0,1
92	27,7	27,3	26,3	25,8	92	0,6	0,2	0,1	0,1
MT	1989	2000	2020	2040	FT	1989	2000	2020	2040
Alter					Alter				
8	0,0	0,0	0,0	0,0	8	0,7	0,6	0,5	0,4
14	0,1	0,0	0,0	0,0	14	2,9	2,6	2,2	1,7
19	0,8	0,7	0,6	0,6	19	7,0	6,7	6,3	5,9
29	2,0	1,8	1,5	1,4	29	10,4	11,1	10,1	9,6
39	3,6	3,4	2,9	2,6	39	11,1	11,5	11,4	10,9
49	7,3	6,2	5,4	4,9	49	9,4	10,4	10,3	10,1
59	11,2	10,2	9,1	8,5	59	8,2	8,9	9,3	9,2
72	19,7	17,3	15,1	13,8	72	3,2	5,5	6,8	7,5
77	21,6	19,8	17,6	16,5	77	2,6	4,5	5,8	6,3
82	23,3	21,9	20,2	19,3	82	2,2	3,7	4,7	5,0
87	25,0	23,8	22,3	21,5	87	1,3	2,5	3,3	3,6
92	26,7	25,6	24,2	23,5	92	0,4	1,5	2,0	2,2

gende Entwicklungen aufzuzeigen. Schon allein dieses Vorhaben ist für einen Prognosezeitraum von mehr als 50 Jahren naturgemäß mit einem Risiko behaftet. Da der Einfluß individualprophylaktischer Leistungen auf die Umsatzentwicklung im zahnärztlichen Sektor über eine Veränderung des säkularen DMFT modelliert wird (vgl. Kapitel 4), reagiert das Gesamtergebnis der Simulation auf Korrekturen des säkularen Trends relativ stabil.

3.2.3 Ergebnisse

Tabelle 4 enthält die Eckpunkte des DMFT und seiner Komponenten für 12 Altersjahrgänge in den Jahren 1989, 2000, 2020 und 2040. Um die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Individualprophylaxe und wirtschaftlicher Situation im zahnärztlichen Sektor beantworten zu können, ist es notwendig, die Entwicklung der Mundgesundheits durchschnittlicher Individuen

über den Lebensbogen verfolgen zu können. Dies ist nur möglich, wenn in jedem Jahr des Beobachtungszeitraums für alle Altersstufen die Werte des DMFT und seiner Komponenten bekannt sind.

Mit Hilfe von Interpolationsverfahren können die Lücken zwischen den vorgegebenen Eckpunkten geschlossen werden. Im wesentlichen stehen hierzu verschiedene Verfahren zur Verfügung, z. B. Regressions- und Polynomialverfahren sowie Spline-Funktionen. Die Wahl fiel auf das Verfahren der Spline-Funktion, da es nach der allgemeinen Erfahrung zu sehr „glatten“ Kurven führt, die zudem noch exakt durch die vorgegebenen Punkte verlaufen. Spline-Funktionen berechnen Polynome dritten Grades, die jeweils den Bereich zwischen zwei benachbarten Punkten interpolieren (vgl. Sedgewick, 1992). Im Simulationsmodell wurde der Algorithmus 547 der Association for Computing Machinery³ übernommen.

Querschnittsanalyse

In einem ersten Schritt werden ausgehend von den vorgegebenen Eckpunkten die Zahlen kariöser, gefüllter und fehlender Zähne in den Jahren 1989, 2000, 2020 und 2040 für alle Altersstufen berechnet. Das Ergebnis dieser Berechnung wird anhand der Verteilung des DMFT und seiner Einzelkomponenten für das Jahr 1989 beispielhaft in der Abbildung 9 (vgl. Abb. 9) dargestellt.

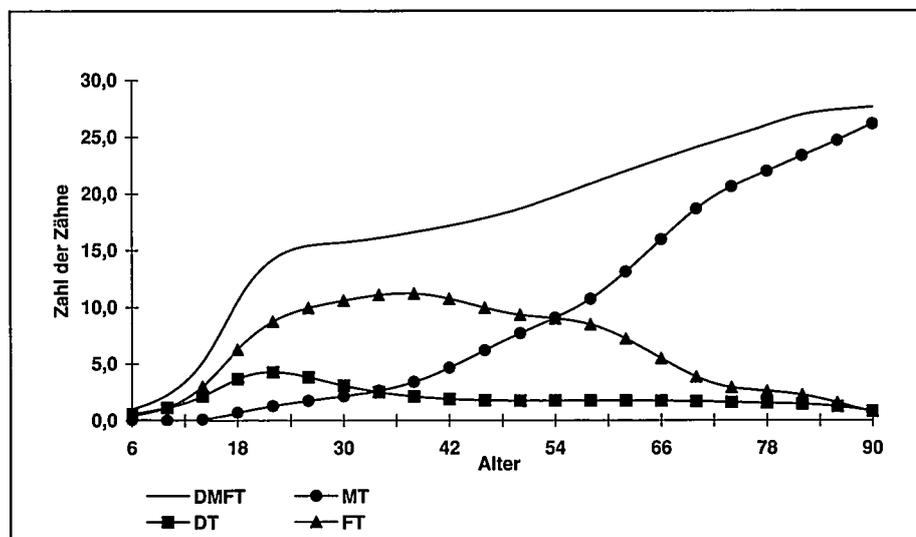


Abbildung 9: Karieserfahrung 6-90jähriger in den alten Bundesländern (DMFT, DT, MT und FT) für 1989

³ Vergleiche: www.acm.org/calgo/contents

Die Abbildung 9 zeigt (vgl. Abb. 9), daß der DMFT insbesondere in den unteren Altersstufen stark ansteigt. Der deutlichste Anstieg findet hierbei im Alter zwischen 12 und 24 Jahren statt. Diese Beobachtung ist vornehmlich auf die starke Zunahme der kariösen und gefüllten Zähne zurückzuführen.

Ein wichtiger soziologischer Einflußfaktor auf diese Entwicklung ist die latente Risikobereitschaft dieser Altersgruppe, an Karies zu erkranken. Dabei wird dieses Risiko eher unbewußt eingegangen, da die Mundgesundheit im Interessengefüge junger Menschen tendenziell eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. Laurisch und Margraf-Stiksrud, 1998).

Während die Anzahl der kariösen Zähne etwa ab dem 20. Lebensjahr kontinuierlich abnimmt, ist dies bei den gefüllten Zähnen erst mit einer zeitlichen Verzögerung von 15 Jahren der Fall. Die Abnahme gefüllter Zähne wird begleitet von einem deutlichen Anstieg der fehlenden Zähne. Gefüllte Zähne werden demnach ab dem 35. Lebensjahr zunehmend extrahiert und im Anschluß mit festsitzendem oder herausnehmbarem Zahnersatz versorgt.

Wie oben ausgeführt, bildet die Kariesdynamik den Kern des Simulationsmodells. Obwohl aus praktischen Erwägungen bei der Erhebung der M-Komponenten nicht zwischen den karies- und parodontopathiebedingten Extraktionen unterschieden wird, ist es dennoch möglich, die fehlenden Zähne ex post den beiden Zielkrankheiten zuzuordnen. Auf diesem Wege können die Parodontalerkrankungen zumindest im Hinblick auf den Zahnverlust als ein deskriptives Element in das Modell eingegliedert werden. Die Grundlage

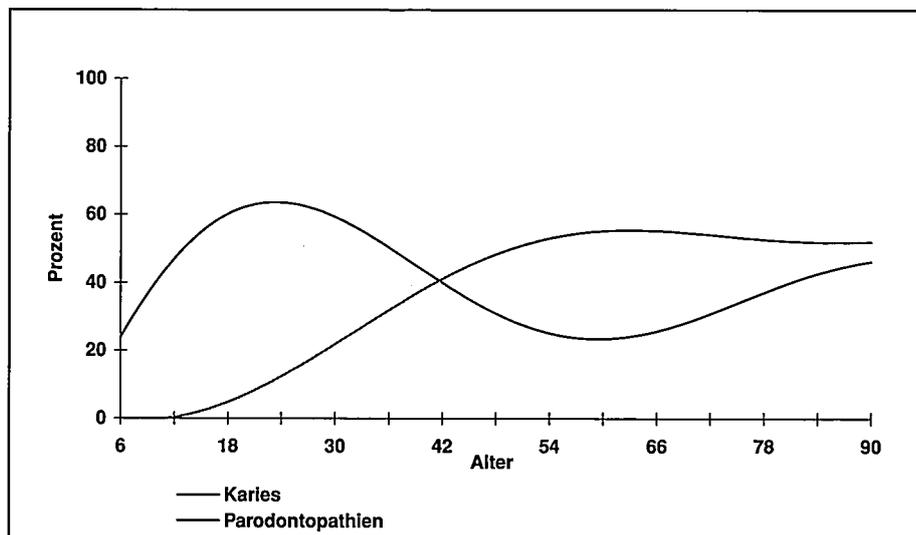


Abbildung 10: Gründe für den Zahnverlust für 1989 (Quelle: Reich und Hiller, 1989)

dazu liefert eine prospektive Studie aus dem Jahr 1990, die sich mit den Gründen für den Zahnverlust in den alten Bundesländern beschäftigt (vgl. Reich und Hiller, 1993). Ausgehend von den Rohdaten der Zahnverluststudie wurde ein Schlüssel für die Aufteilung der M-Komponenten entwickelt.

Die Abbildung 10 zeigt (vgl. Abb. 10), daß bis zum Alter von ca. 40 Jahren die Karies den Hauptgrund für Zahnextraktionen darstellt. Zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr wächst der Einfluß der Parodontalerkrankungen auf den Zahnverlust deutlich. Ab dem 60. Lebensjahr ist beim kariesbedingten Zahnverlust ein erneuter Anstieg zu beobachten. Verantwortlich dafür ist, daß durch den Abbau des Parodonts die Zahnwurzeln freigelegt werden und sich damit das Risiko, an (Wurzel-)Karies zu erkranken, deutlich erhöht.

Längsschnittanalyse

Nachdem in der Querschnittsanalyse die Werte des DMFT und seiner Komponenten für die vier vorgegebenen Jahre über alle Altersstufen hinweg interpoliert wurden, erfolgt in einem zweiten Schritt eine Interpolation über die Zeit. Als Ergebnis erhält man für jedes Jahr des Beobachtungszeitraums für alle Altersstufen die Zahl der Zähne mit Karieserfahrung. In den folgenden vier Abbildungen werden die Entwicklungen von DMFT, DT, MT und FT für vier ausgewählte Altersstufen, die jeweils die Jugendlichen, die jungen Erwachsenen, die Erwachsenen und die Senioren repräsentieren, dargestellt.

Betrachtet man die säkulare Entwicklung des DMFT (vgl. Abb. 11), so zeigt

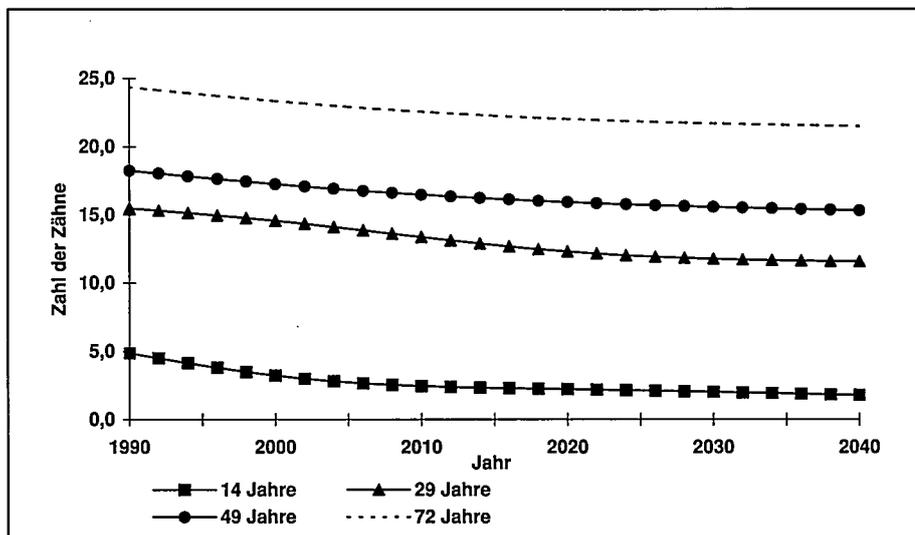


Abbildung 11: Entwicklung der Karieserfahrung (DMFT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040

sich, daß er in allen Altersstufen sinkt. Während sich bei den 49jährigen und 72jährigen diese Verbesserung gleichmäßig vollzieht, fällt in den jüngeren Altersstufen der überwiegende Teil des Rückgangs in die erste Hälfte des Beobachtungszeitraums. Insgesamt gilt, daß mit zunehmendem Alter die absolute und die relative Verbesserung der Mundgesundheit geringer ausfällt. Dies hängt damit zusammen, daß die eingeschlifften Verhaltensmuster älterer Menschen nur noch geringfügig modifiziert werden können.

Die Zahl der kariösen Zähne reduziert sich (vgl. Abb. 12), gemessen an den Ausgangswerten des Jahres 1990, deutlich. Altersunabhängig gilt, daß die größten Rückgänge im Zeitraum bis 2010 stattfinden, ab diesem Jahr kommt es nur noch zu geringfügigen Veränderungen. Die Entwicklung des DT ist der Saldo zweier entgegengesetzter Einflüsse. Während die zahnärztliche Füllungstherapie die Zahl kariöser Zähne reduziert, führt die Kariesinzidenz zu einer Erhöhung.

Wie beim DMFT ist auch bei der Zahl fehlender Zähne ein Absinken für alle Altersstufen zu beobachten (vgl. Abb. 13). Dabei fällt der absolute Rückgang bei älteren Personen, bedingt durch die hohen Werte im Jahr 1990, deutlicher aus.

Die Entwicklung der gefüllten Zähne nimmt in den ausgewählten Altersstufen jeweils einen unterschiedlichen Verlauf (vgl. Abb. 14). Das bei den Jugendlichen zu beobachtende Absinken der F-Komponenten findet seine Ursache – wenn auch nicht im gleichen Umfang – im Rückgang der Kariesinzidenz.

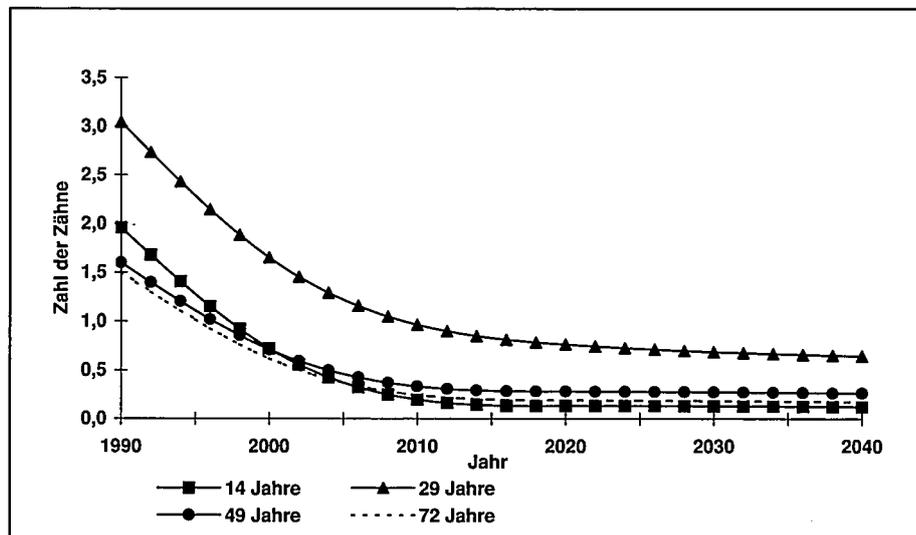


Abbildung 12: Entwicklung der kariösen Zähne (DT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040

In den höheren Altersstufen beruht der Anstieg der F-Komponenten in erster Linie auf einer Reduktion der Extraktionen. In diesem Fall findet eine deutliche Verschiebung zwischen zwei Komponenten des DMFT statt. Bei

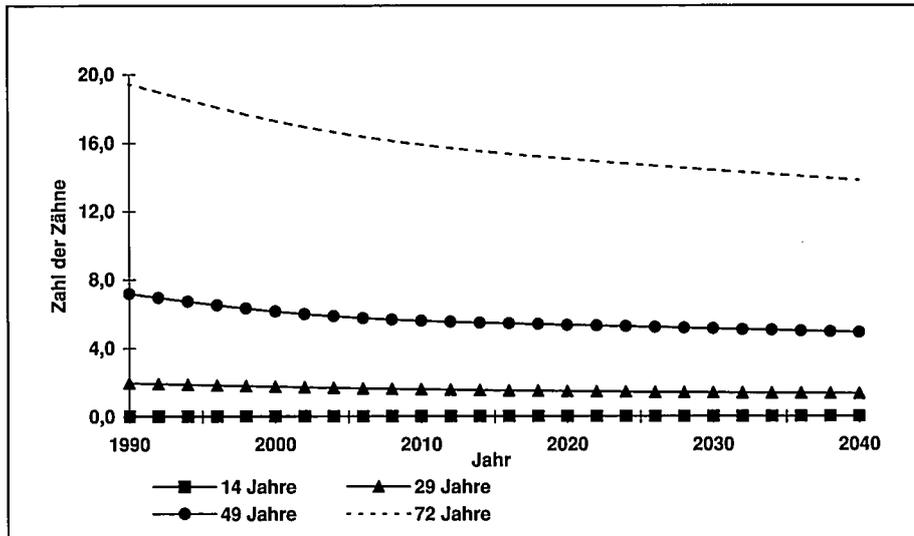


Abbildung 13: Entwicklung der fehlenden Zähne (MT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040

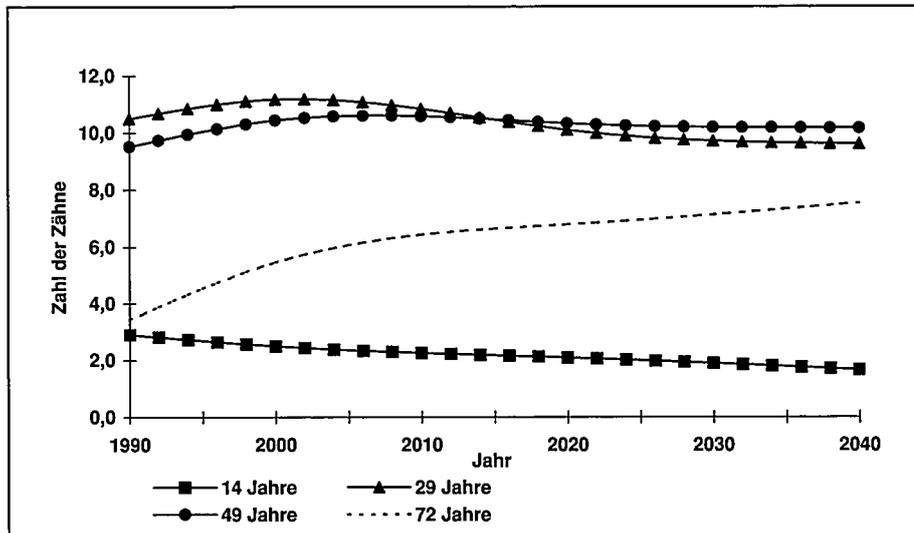


Abbildung 14: Entwicklung der gefüllten Zähne (FT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040

den 29jährigen kommt es, bedingt durch das Absinken der Extraktionszahlen, zunächst zu einer Erhöhung der gefüllten Zähne. Etwa ab dem Jahr 2000 führt die niedrige Zahl der Kariesneuerkrankungen dann auch zu einem Rückgang der F-Komponenten.

Diagonalanalyse

Um Aussagen zu den induzierten ökonomischen Effekten der Individualprophylaxe machen zu können, muß die Entwicklung der Mundgesundheit durchschnittlicher Individuen über den Lebensbogen verfolgt werden. Dieses Ziel wird erreicht, indem die Daten der Querschnitts- und der Längsschnittsanalyse „umsortiert“ werden. Dieses Verfahren wird als Diagonalanalyse bezeichnet und läßt sich am einfachsten anhand eines Beispiels erläutern.

Ein 14jähriger des Jahres 1990 ist der 15jährige des Jahres 1991, ..., ist der 29jährige des Jahres 2005, ..., ist der 49jährige des Jahres 2025 usw. Dieser durchschnittlichen Person werden die entsprechenden jährlichen Werte des DMFT und seiner Komponenten zugeordnet. Eine graphische Darstellung des Ergebnisses findet sich in Abbildung 15 (vgl. Abb. 15).

Die Diagonalanalyse bildet die Grundlage für die weiteren Berechnungen im Simulationsmodell.

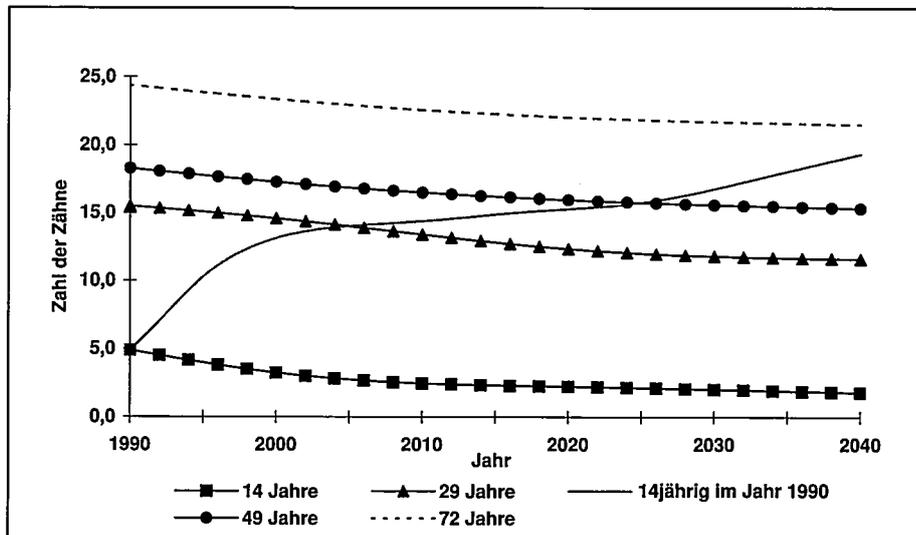


Abbildung 15: Entwicklung der Karieserfahrung (DMFT) eines 14jährigen des Jahres 1989 im säkularen Trend von 1990 bis 2040

3.3 Modul Leistungen

Das Ziel des Simulationsmodells, die Wirkung der Individualprophylaxe auf die Umsatzentwicklung im zahnärztlichen Sektor abzuschätzen, erfordert einen Brückenschlag zwischen den oralepidemiologischen Daten und den zahnärztlichen Versorgungsdaten. Im Modul „Leistungen“ werden aus der Entwicklung der Mundgesundheit im Lebenszyklus die zugrundeliegenden bzw. resultierenden zahnärztlichen Leistungen abgeleitet.

In der zahnmedizinischen Versorgungsforschung wurde die Beziehung zwischen Mundgesundheit und Leistungsgeschehen bis auf wenige Ausnahmen (vgl. Douglas und Gammon, 1984; Hefti, 1986; Schneider, 1988) unter der *ceteris paribus*-Annahme (vgl. Saekel, 1994) oder auf qualitativer Ebene (vgl. Saxer, 1998) untersucht. Mit dem Versuch, diese Zusammenhänge formal zu erfassen, wurde demnach wissenschaftliches Neuland betreten. Vor diesem Hintergrund möchte das Simulationsmodell über sein definiertes Ziel hinaus auch einen Beitrag dazu liefern, der Diskussion über eine problemgerechte Verknüpfung von Epidemiologie und Ökonomie den Weg zu ebnen.

Die Ableitung zahnärztlicher Versorgungsformen aus der Veränderung der Mundgesundheit wird durch Unterschiede in der begrifflichen Abgrenzung sehr erschwert. So enthält der FT, welcher die Zahl der gefüllten Zähne erfaßt, beispielsweise keine Informationen darüber, ob es sich bei der Versorgung um ein- bzw. mehrflächige Füllungen oder um Kronen im Sinne der Leistungsdefinition des Bema handelt. Ebenso besagt der MT lediglich, wie viele Zähne fehlen. Angaben darüber, ob und wie die Zahnlücken prothetisch versorgt werden, sind in ihm nicht enthalten. In der zahnärztlichen Abrechnungsstatistik hingegen wird nicht die Zahl der fehlenden Zähne, sondern die Art ihrer Versorgung erfaßt.

Um den oben angesprochenen Brückenschlag vollziehen zu können, werden also Zusatzinformationen benötigt, welche jedoch in der Regel nicht der oralepidemiologischen Forschungsliteratur oder den Statistiken zur zahnärztlichen Versorgung entnommen werden können. Der einzige Weg, an diese Informationen zu gelangen, führt über Sonderanalysen, auf deren Ergebnisse und deren Einbeziehung in das Modell in den folgenden Abschnitten näher eingegangen wird.

Die grundsätzliche Vorgehensweise im Modul „Leistungen“ besteht darin, zunächst aus den Veränderungen des DT, MT und FT zwischen zwei Lebensjahren die zahnärztlichen Leistungen pro Kopf zu ermitteln. Aus naheliegenden Gründen kann dabei die reale Vielfalt zahnärztlicher Versorgungsformen nicht in Gänze im Modell abgebildet werden. Im Zuge der notwendigen Vereinfachung wurden folgende Kernleistungen ausgewählt:

- Füllungen,
- Einzelkronen,

- Wurzelkanalbehandlungen,
- Extraktionen,
- festsitzender Zahnersatz und
- herausnehmbarer Zahnersatz.

In einem zweiten Arbeitsschritt werden die Leistungen pro Kopf auf die westdeutsche Bevölkerung hochgerechnet.

Den oben aufgeführten Leistungen ist noch die Individualprophylaxe hinzuzufügen. Im Gegensatz zu den anderen Versorgungsformen stellen individualprophylaktische Leistungen allerdings eine exogene Größe des Modells dar, die den säkularen Trend und damit auch das Leistungsgeschehen in den anderen Bereichen verändern.

3.3.1 Daten

Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung in Deutschland werden im Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) veröffentlicht. Diese Publikation informiert umfassend über die gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten, die Einnahmen- und Ausgabenseite der gesetzlichen Krankenversicherung, das Abrechnungs- und Einzelleistungsgeschehen in der vertragszahnärztlichen Versorgung, die betriebswirtschaftlichen Daten der Zahnarztpraxen sowie die Zahnarzt- und Bevölkerungszahlen.

Für das hier vorgestellte Forschungsprojekt sind insbesondere die Abrechnungs- und Einzelleistungstatistiken von Interesse, da mit ihrer Hilfe das Simulationsmodell hinsichtlich der Leistungsmengen kalibriert werden kann und für die oben aufgeführten Kernleistungen Durchschnittspreise (vgl. Kapitel 3.4.1) abgeleitet werden können.

3.3.2 Kategoriale Leistungsaufteilung

Um die Informationen der Einzelleistungstatistik für die Zwecke des Simulationsmodells nutzen zu können, war es notwendig, im Rahmen einer Sonderanalyse aus den über 150 Bema-Leistungen die relevanten Positionen auszuwählen und den sieben Kernleistungen zuzuordnen. Bei der Auswahl der Bema-Leistungen wurden die zahnärztlichen Leistungen, die im Modell nicht variiert werden können, als sogenannte „Allgemeinleistungen“ zusammengefaßt. Dies sind beispielsweise alle Leistungen zur systematischen Behandlung von Parodontopathien oder kieferorthopädische Behandlungen. Die Aufteilung der verbliebenen Leistungen auf die Kernleistungen wird im folgenden als „kategoriale Leistungsaufteilung“ bezeichnet.

Tabelle 5: Kategoriale Leistungsaufteilung für die alten Bundesländer für das Jahr 1995				
Kernleistungen	Leitgröße	Anzahl Leitgröße (in Tsd.)	Bereichsleistungen (Bema-Nummern)	Auxiliäre Leistungen (Bema-Nummern)
Füllungen	Bema-Nrn.: 13a, 13b, 13c, 13d	51.362	13a, 13b, 13c, 13d	u. a. Ä1, 12, 25, 26, Rö-Leistungen, Anästhesien
Wurzelkanalbehandlung	Bema-Nr.: 35	6.387	35	32, u. a. Rö-Leistungen
Einzelkronen	Bema-Nrn.: 20a, 20b, 20c	4.783	20a, 20b, 20c sowie zugeh. ZE-Leistungen	u. a. Ä1, 12, Rö-Leistungen
Extraktionen	Bema-Nrn.: 43, 44, 45, 47a, 47b, 48	11.747	43, 44, 45, 47a, 47b, 48	u. a. Ä1, 46, 51a, 51b, Rö-Leistungen, Anästhesien
ZE-festsitzend (Brücken)	Zahl der ersetzten Zähne (Brückenglieder)	2.110	91a-c (z. T.), 92a, 92b sowie zugeh. ZE-Leistungen	u. a. Ä1, 8, 12, 23, Rö-Leistungen, Anästhesien
ZE-herausnehmbar (Teil- und Vollprothesen) – definitive Versorgung –	Zahl der ersetzten Zähne	17.280	96a, 96b, 96c, 97a, 97b, 91a-c (z. T.), 91d, 93/1, 93/2, 93/3 sowie zugeh. ZE- Leistungen, Interimsprothesen	u. a. Ä1, 105, 106, Rö-Leistungen, Anästhesien
ZE-Erweiterung von herausnehmbaren Prothesen	Zahl der ersetzten Zähne	1.660	100b (z. T.) sowie zugeh. ZE-Leistungen	
IP (Kons + Kfo)	Bema-Nr.: IP1	3.340	IP1, IP2, IP3, IP4, IP5	12
Quelle: KZBV-Statistik, Sonderanalyse 1998				

Zu Beginn der kategorialen Leistungsaufteilung wird für jede Kernleistung eine Leitgröße festgelegt. Als Leitgrößen werden jene zahnmedizinischen Leistungen angesehen, die als typisch für die betrachtete Kernleistung gelten können und daher eine Quantifizierung der Kernleistung erlauben. In der Rubrik „Bereichsleistungen“ werden alle Leistungen zusammengefaßt, die in einem unmittelbaren Zusammenhang zu den Kernleistungen stehen. Typische, die Bereichsleistungen begleitende Leistungen werden als „auxiliäre Leistungen“ bezeichnet. Beispiele für auxiliäre Leistungen, die in der Regel nicht nur einer Kernleistung zugeordnet werden können, sind die Röntgenleistungen und die Anästhesien.

Für den Bereich der prothetischen Versorgung ergibt sich die Schwierigkeit, daß die Bezugsgröße für die Bema-Leistungen nicht der einzelne Zahn ist. Beispielsweise unterscheidet die Bema-Nr. 96 „Versorgung eines Lückengebisses durch eine partielle Prothese einschließlich einfacher Haltevorrichtungen“ nur die drei Gruppen 1 bis 4, 5 bis 8 und mehr als 8 fehlende Zähne. Es war daher zusätzlich notwendig, die abgerechneten Brücken, Teil- und Vollprothesen auf die Zahl der zu ersetzenden Zähne umzurechnen.

Das Ergebnis der kategorialen Leistungsaufteilung für das Jahr 1995 ist in der Tabelle 5 (vgl. Tab. 5) dargestellt. Mit Ausnahme der Individualprophylaxe bezieht sich die Anzahl der Leitgrößen immer auf die Zahl der behandelten Zähne bzw. Zahnlücken.

Auf der Grundlage der aus der Einzelleistungsstatistik ermittelten Anzahl an Leitgrößen für das Jahr 1995 und den Modellergebnissen erfolgt die Kalibrierung des Simulationsmodells (vgl. Kapitel 3.3.3). Dabei muß allerdings beachtet werden, daß sich die Ergebnisse des Modells auf die Gesamtbevölkerung beziehen, während in der Einzelleistungsstatistik der KZBV nur der in der GKV versicherte Personenkreis Berücksichtigung findet. Um diese Lücke zu schließen, werden die kategorialen Leistungsmengen zur Kalibrierung pauschal um 12 Prozent erhöht. Dies entspricht in etwa dem Anteil der Personen, die sich in der privaten Krankenversicherung gegen das Krankheitsrisiko absichern (vgl. Statistisches Bundesamt, 1996).

3.3.3 Ableitung zahnärztlicher Leistungen

Zentrale Themen dieses Kapitels sind die angewandten Verfahren, mit deren Hilfe aus den gegebenen Mundgesundheitsdaten die Pro-Kopf-Mengen der Kernleistungen abgeleitet werden.

Füllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen

Um aus der Entwicklung der Mundgesundheit die Zahl der von Zahnärzten gelegten Füllungen zu ermitteln, genügt die alleinige Beobachtung des FT

nicht. Als Bestandsgröße gibt der FT an, wieviele Zähne zu einem bestimmten Zeitpunkt gefüllt sind; Informationen über zugrundeliegende Zustandsänderungen gefüllter Zähne liefert er jedoch nicht. Wird ein gefüllter Zahn erneut kariös (Sekundärkaries) oder extrahiert, so stellt dies einen Abfluß aus dem FT-Pool dar. Ein Zufluß tritt auf, wenn primär- oder sekundärkariöse Zähne gefüllt oder überkront werden. Füllungen, die zwischen zwei Beobachtungszeitpunkten – z. B. aufgrund eines Füllungsverlustes – erneuert werden, wirken auf den FT bestandsneutral.

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, zwischen Neu- und Ersatzfüllungen zu unterscheiden. Die Versorgung eines primärkariösen Zahnes wird als Neufüllung bezeichnet. Zu den Ersatzfüllungen zählen Füllungen aufgrund von Sekundärkaries oder Füllungen, die aus anderen Gründen notwendig werden. Dazu gehören beispielsweise der schon erwähnte Füllungsverlust oder der Wunsch eines Patienten nach einem anderen Füllungsmaterial.

Zur Unterscheidung von Neu- und Ersatzfüllungen werden Informationen über die altersbezogene Verteilung von Primär- und Sekundärkaries benötigt. Die einzige Möglichkeit, bevölkerungsrepräsentative Daten zu erhalten, lag in einer Sonderzählung des Datenbestandes der Mundgesundheitsstudie des IDZ aus dem Jahre 1989. Die durch eine Regressionsgleichung geglätteten Ergebnisse sind in Abbildung 16 enthalten.

Wie Abbildung 16 zeigt (vgl. Abb. 16), ist der Anteil der sekundärkariösen Zähne an der Summe der kariösen Zähne in jungen Jahren sehr gering

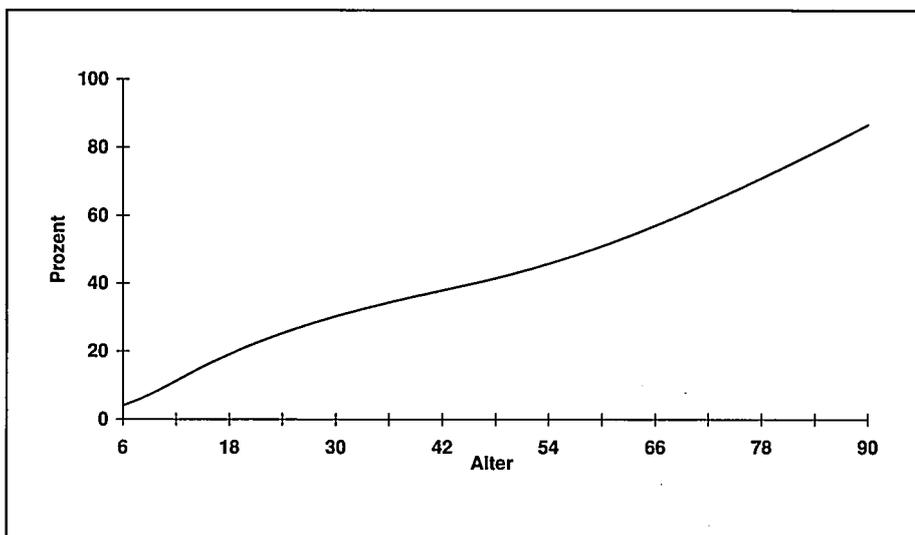


Abbildung 16: Anteil sekundärkariöser Zähne nach Alter (in Prozent) für 1989
(Quelle: IDZ-Survey 1989/Sonderauswertung)

und erhöht sich mit zunehmendem Alter kontinuierlich. Da eine Differenzierung nach primär- und sekundärkariösen Zähnen nur für das Jahr der IDZ-Erhebung möglich war, wird diese Verteilung für den gesamten Prognosezeitraum des Simulationsmodells als konstant unterstellt. Zwar ist das Verhältnis von Primär- zu Sekundärkaries nicht unabhängig von der Entwicklung der Mundgesundheit, jedoch fehlen jegliche Anhaltspunkte, um dieses Verhältnis zu dynamisieren.

Faßt man die vorherigen Ausführungen formal zusammen, so lassen sich die jährlichen Neufüllungen einer durchschnittlichen Person anhand folgender Gleichung berechnen:

$$(14) \quad NF_{i,a} = \Delta FT_{i,a} + e * \Delta MT_{i,a} + \Delta ST_{i,a}$$

$$\text{mit: } \Delta FT_{i,a} = FT_{i,a} - FT_{i-1,a-1}$$

$$\Delta MT_{i,a} = MT_{i,a} - MT_{i-1,a-1}$$

$$\Delta ST_{i,a} = S_a * DT_{i,a} - S_{a-1} * DT_{i-1,a-1}$$

NF = Neufüllungen

ST = sekundärkariöse Zähne

e = Anteil der gefüllten Zähne an den extrahierten Zähnen

s = Anteil der sekundärkariösen Zähne an den kariösen Zähnen (vgl. Abb. 16)

Der Wert $\Delta FT_{i,a}$ gibt die Nettoveränderung der gefüllten Zähne innerhalb eines Jahres an. Da mit zunehmendem Alter die Zahl der jährlich extrahierten Zähne an Bedeutung gewinnt, wird $\Delta FT_{i,a}$ etwa ab dem 40. Lebensjahr negativ. Die im Laufe eines Jahres extrahierten Zähne werden in $\Delta MT_{i,a}$ erfaßt. Angaben dazu, wieviele der gezogenen Zähne zum Zeitpunkt der Extraktion gefüllt waren, sind den Autoren nicht bekannt. Zur Ermittlung der Neufüllungen mußte dieser Anteil e daher geschätzt werden. Mangels Daten wurde vereinfachend angenommen, daß e altersunabhängig und im Zeitablauf konstant ist. Die gegenwärtige Fassung des Simulationsmodells unterstellt:

$$e = 0,800^4$$

Rechnerisch wird $\Delta ST_{i,a}$ durch einfache Differenzenbildung zwischen den sekundärkariösen Zähnen der Gegenwart und der Vergangenheit bestimmt. Die Zahl der sekundärkariösen Zähne wird mit Hilfe der in Abbildung 16 (vgl. Abb. 16) vorgestellten Ergebnisse ermittelt. Inhaltlich kann die Nettogröße $\Delta ST_{i,a}$ so interpretiert werden, daß sie die Zu- und Abflüsse aus dem

⁴ Der gewählte Wert stellt sicher, daß negative Neufüllungen auf individueller Ebene nicht auftreten. Dies wäre aufgrund der formalen Darstellung in Gleichung (14) ein mögliches, aber nicht plausibles Ergebnis.

Bestand gefüllter Zähne zusammenfaßt. Sekundärkariöse Zähne können gefüllt und gefüllte Zähne können sekundärkariös werden. Die im Zuge dieses Kreislaufes innerhalb eines Jahres gefüllten Zähne zählen aber nicht zu den Neu-, sondern zu den Ersatzfüllungen.

Ein wichtiger Einflußfaktor auf die Zahl der Ersatzfüllungen ist neben der Sekundärkaries die Lebens- bzw. Verweildauer einer Füllung. Zwar gibt es einige Untersuchungen zu diesem Thema (vgl. Westermann, Kerschbaum und Hain, 1990; Sinha, 1993), jedoch liegen deren Ergebnisse in keiner für das Modell verwertbaren Form vor.

Ein weiteres Argument, das gegen die exogene Vorgabe einer durchschnittlichen Verweildauer spricht, ist, daß dieses Vorgehen keinen Raum für die Kalibrierung des Modells läßt.

Aus diesen Gründen wurde zur Berechnung der Ersatzfüllungen folgender Ansatz gewählt:

$$(15) \quad EF_{i,a} = p * FT_{i,a}$$

EF = Ersatzfüllungen
p = Anteil der Ersatzfüllungen an den gefüllten Zähnen

Die Ersatzfüllungen, die innerhalb eines Jahres gelegt werden, bestimmen sich als Anteil der vorhandenen Füllungen.

Zur Bestimmung des Parameter p werden zunächst für das Jahr 1995 die Neu- und Ersatzfüllungen aller Altersstufen mit den entsprechenden Bevölkerungszahlen multipliziert und anschließend aufaddiert. Der Parameter p wird nunmehr so festgelegt, daß die aus dem Modell abgeleitete Summe aus Neu- und Ersatzfüllungen mit der in der kategorialen Leistungsaufteilung bestimmten Anzahl der Füllungen übereinstimmt. Hieraus ergibt sich ein Wert von:

$$p = 0,084$$

Dies ist so zu interpretieren, daß im Durchschnitt pro Jahr 8,4 Prozent aller Füllungen ersetzt werden. In diesem Anteilswert sind die zahnärztlichen Versorgung in Form von Einzelkronen nicht enthalten.

Der FT besagt nicht, ob die Versorgung einer kariösen Läsion mittels einer Füllung oder einer Einzelkrone erfolgte. Die mit dem Simulationsmodell untersuchte Fragestellung erfordert aber eine Unterscheidung, da die Vergütung beider Versorgungsformen deutliche Unterschiede aufweist. Aufgrund

einer recht dünnen Datenbasis kann eine Trennung nur auf einfache Weise in das Modell implementiert werden.

Ausgehend von der Annahme, daß in der Karieskarriere eines Zahnes die Einzelkrone den Füllungen folgt, werden sie ebenfalls als fester Anteil an den gefüllten Zähnen definiert.

$$(16) \quad KR_{i,a} = q * FT_{i,a}$$

KR = Einzelkrone

q = Anteil der überkronten Zähne an den gefüllten Zähnen

Der Parameter q wird analog zu den Ersatzfüllungen so bestimmt, daß die Gesamtzahl der Einzelkronen für das Jahr 1995 mit der kategorialen Leistungsmenge übereinstimmt. Der Wert von

$$q = 0,011$$

besagt, daß pro Jahr 1,1 Prozent der im FT erfaßten Zähne mit einer Einzelkrone versorgt werden.

Faßt man die Ergebnisse für Ersatzfüllungen und Einzelkronen zusammen, so werden pro Jahr 9,5 Prozent aller Füllungen ersetzt, was einer durchschnittlichen Verweildauer einer Füllung von etwa 10,5 Jahren entspricht.

Unabhängig von den Behandlungsanlässen werden Wurzelkanalbehandlungen immer mit einer Füllung oder Überkronung des betroffenen Zahnes abgeschlossen. Das Fehlen epidemiologischer Daten zur Wurzelkanalbehandlung läßt es nur zu, diese ebenfalls als Anteilswert zu modellieren. Als Bezugsgröße werden die Ersatzfüllungen und Einzelkronen gewählt, da angenommen wird, daß Wurzelkanalbehandlungen mit zunehmender Karieserfahrung wahrscheinlicher werden.

$$(17) \quad WK_{i,a} = r * (EF_{i,a} + KR_{i,a})$$

WK = Wurzelkanalbehandlung

r = Anteil der Wurzelkanalbehandlungen an den Ersatzfüllungen und den Einzelkronen

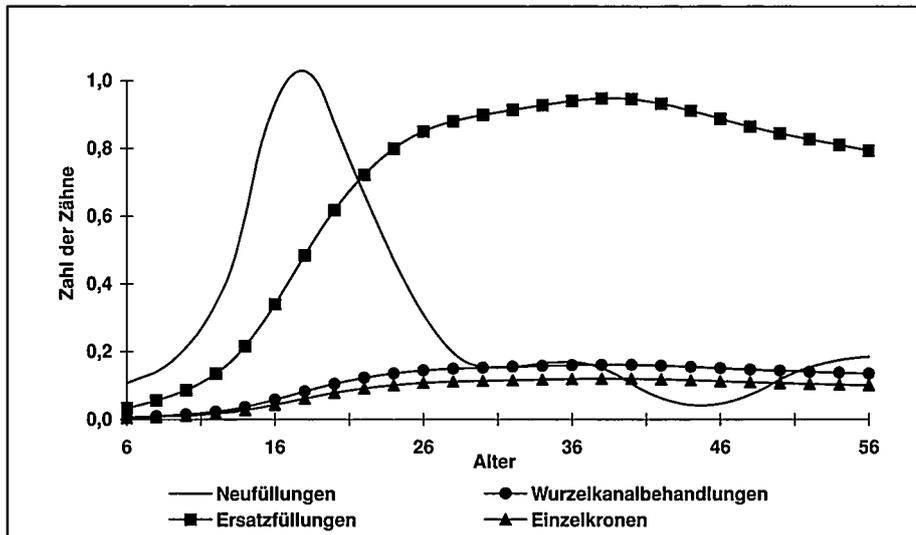


Abbildung 17: Zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Füllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen im säkularen Trend

Zur Bestimmung des Parameters r wird das oben beschriebene Verfahren angewendet. Die Kalibrierung mittels der Daten der kategorialen Leistungsaufteilung führt zu einem Wert von:

$$r = 0,150.$$

In 15 Prozent aller Fälle wird die Versorgung mit Ersatzfüllungen und Einzelkronen also von einer Wurzelkanalbehandlung begleitet.

In der Abbildung 17 (vgl. Abb. 17) werden die aus der säkularen Entwicklung der Mundgesundheit abgeleiteten Neu- und Ersatzfüllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen am Beispiel eines 6jährigen des Jahres 1990 vorgestellt.

In der Diagonalanalyse zeigt sich, daß Neufüllungen vornehmlich in jüngeren Jahren durchgeführt werden. Im Alter von 18 Jahren wird mit etwa einer Neufüllung pro Jahr das Maximum erreicht, danach reduzieren sich die jährlichen Neufüllungen deutlich, bis sie ab dem 45. Lebensjahr langsam wieder zunehmen. Die Zahl der jährlichen Ersatzfüllungen übersteigt ab dem 25. Lebensjahr die Zahl der Neufüllungen. Die meisten Ersatzfüllungen werden im Alter von etwa 40 Jahren gelegt. Die mathematische Definition der Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen führt dazu, daß ihre altersabhängige Entwicklung einen ähnlichen Verlauf wie die Ersatzfüllungen nimmt.

Extraktionen, festsitzender und herausnehmbarer Zahnersatz

Mit den bisher angesprochenen zahnärztlichen Leistungen wird das Ziel verfolgt, auftretende Karies zu stoppen und vorhandene Defekte restaurativ zu versorgen. Ist die Zerstörung eines Zahnes jedoch soweit vorangeschritten, daß eine Rettung nicht mehr möglich ist, wird eine Extraktion notwendig.

Aus der Entwicklung des MT, der den kariesbedingten Zahnverlust erfaßt, kann durch einfache Differenzenbildung auf die Zahl der klinisch notwendigen und in Zahnarztpraxen durchgeführten Extraktionen geschlossen werden.

$$(18) \quad EX_{i,a} = b * (MT_{i,a} - MT_{i-1,a-1})$$

EX = Extraktionen

b = Kalibrierungsfaktor

Obwohl zwischen Oralepidemiologie und Abrechnungsstatistik im Hinblick auf den Zahnverlust ein sehr enger inhaltlicher Zusammenhang besteht, muß an dieser Stelle über die eigentliche Kalibrierung hinaus eine weitere Korrektur durchgeführt werden, mit der berücksichtigt wird, daß in der Abrechnungsstatistik die Extraktionen von Weisheitszähnen erfaßt werden, während bei der Erhebung des MT fehlende Weisheitszähne bisher nicht mitgezählt wurden⁵. Zur Kalibrierung werden zunächst die altersspezifischen Extraktionen des Jahres 1995 mit den entsprechenden Bevölkerungszahlen multipliziert und anschließend über alle Altersstufen aufaddiert. Die aus dem Modell abgeleiteten Extraktionen und die kategorialen Leistungen stimmen für folgenden Wert von b überein:

$$b = 0,908$$

In der Regel folgt der Extraktion eines Zahnes eine Versorgung mit festsitzendem Zahnersatz (Brücken) oder herausnehmbarem Zahnersatz (Teil- und Vollprothesen). Da es keine prospektiven Studien gibt, die sich dem Zusammenhang zwischen Zahnverlust und prothetischer Versorgung widmen, wurde erneut eine Sonderauswertung der IDZ-Mundgesundheitsstudie aus dem Jahr 1989 durchgeführt. Dabei wurden die Versorgungsformen in die Kategorien „Unversorgt“, „Festsitzender Zahnersatz“ und „Herausnehmbarer Zahnersatz“ eingeteilt und in Beziehung zu der Anzahl der fehlenden Zähne gesetzt. Das Ergebnis dieser Sonderauswertung, das wiederum

⁵ In ihren jüngsten Empfehlungen für qualifizierte epidemiologische Untersuchungen schlägt die WHO vor, die Weisheitszähne wieder in die Berechnungen des DMFT mit einzubeziehen (vgl. WHO, 1997).

durch eine Regressionsgleichung geglättet wurde, findet sich in Abbildung 18 (vgl. Abb. 18).

Die Abbildung 18 zeigt, daß – statistisch gesehen – eine einzelne Zahn­ lücke in 65 Prozent der Fälle unversorgt bleibt und in 35 Prozent der Fälle feststehend mit einer Brücke versorgt wird. Mit zunehmender Zahl fehlender Zähne sinkt der Anteil der unversorgten Zähne, liegt aber immer über dem Anteil feststehend versorgter Zähne. Mit mehr als 45 Prozent erreicht der feststehende Zahnersatz seine größte Reichweite bei 5 fehlenden Zähnen. Die Bedeutung des herausnehmbaren Zahnersatzes nimmt mit der Zahl fehlender Zähne kontinuierlich zu. Ab dem 10. fehlenden Zahn ist dies die dominierende und ab dem 25. fehlenden Zahn die alleinige Versorgungsform.

Die in Abbildung 18 präsentierte Verteilung beruht auf bevölkerungsrepräsentativen Daten für die Altersgruppe der 35–54jährigen. Obwohl davon auszugehen ist, daß diese Verteilung altersabhängig ist, erscheint der Versuch einer weiteren Differenzierung zum jetzigen Zeitpunkt wenig sinnvoll. Akzeptiert man geringe Fallzahlen, so ist es durchaus möglich, die Altersgruppe der 35–54jährigen zu teilen und entsprechende Verteilungen zu berechnen. Der Versuch, aus diesen Verteilungen eine altersabhängige Verteilung zu konstruieren, setzt jedoch starke Annahmen voraus, die je nach Ausgestaltung das Modellergebnis merklich beeinflussen. Vor diesem Hintergrund ist die Annahme einer altersunabhängigen Verteilung über den gesamten Prognosezeitraum die pragmatischste Lösung.

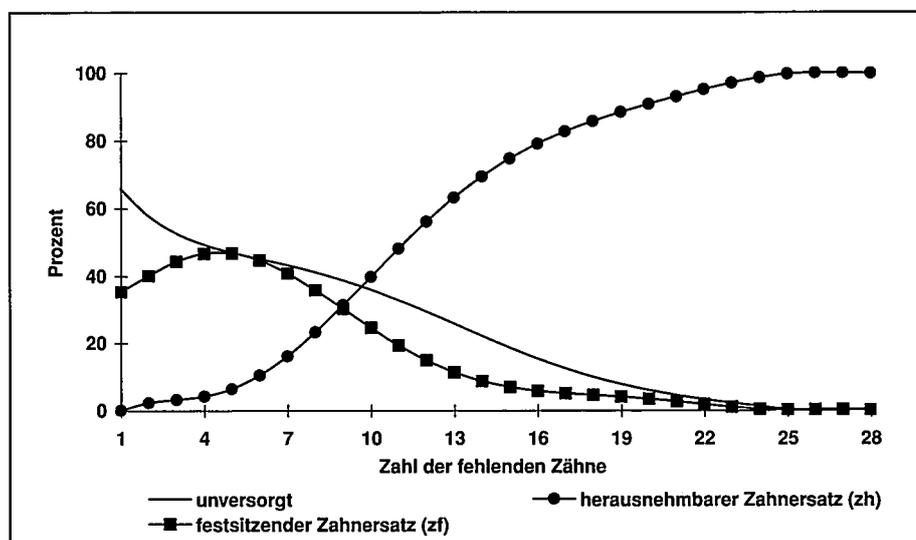


Abbildung 18: Anteil prothetischer Versorgungsformen in Abhängigkeit von der Anzahl fehlender Zähne (in Prozent) für 1989 (Quelle: IDZ-Survey 1989/Sonderauswertung)

Ausgehend von der Verteilung „Formen prothetischer Versorgung in Abhängigkeit von der Anzahl fehlender Zähne“ und den kalibrierten Daten zur Entwicklung des Zahnverlustes, wird der Bestand an festsitzend bzw. herausnehmbar ersetzten Zähne ermittelt. Darauf aufbauend werden aus den Veränderungen des Bestandes die zugrundeliegenden zahnärztlichen Leistungen abgeleitet.

Der Bestand an festsitzend ersetzten Zähnen ist demnach:

$$(19) \quad ZF_{i,a} = zf_{MT_{i,a}} * MT_{i,a}$$

ZF = festsitzender Zahnersatz

zf = Anteil der durch festsitzenden Zahnersatz versorgten Zähne an den fehlenden Zähnen

Eine grafische Darstellung der Funktion $zf_{MT_{i,a}}$ ist in Abbildung 18 enthalten.

Die jährliche Neuversorgung mit festsitzendem Zahnersatz wird durch Differenzenbildung bestimmt.

$$(20) \quad \Delta ZF_{i,a} = c * \max(ZF_{i,a} - ZF_{i-1,a-1}, 0)$$

c = Kalibrierungsfaktor

Mit zunehmendem Alter tritt der herausnehmbare Zahnersatz vermehrt an die Stelle des festsitzenden Zahnersatzes, mit der Folge, daß die Zahl der durch Brücken ersetzten Zähne bei älteren Menschen abnimmt. Da dieser Rückgang an keine zahnärztliche Leistung im Bereich der festsitzenden Prothetik gebunden ist, wird für diese Fälle durch die Bildung des Maximums ein Wert von Null ermittelt.

Die Kalibrierung des Modells nach dem bereits mehrfach beschriebenen Verfahren ergibt den Wert:

$$c = 1,002$$

Der Bestand herausnehmbar ersetzter Zähne wird analog zum festsitzenden Zahnersatz bestimmt.

$$(21) \quad ZH_{i,a} = zh_{MT_{i,a}} * MT_{i,a}$$

ZH = herausnehmbarer Zahnersatz

zh = Anteil der durch herausnehmbaren Zahnersatz versorgten
Zähne an den fehlenden Zähnen

Eine grafische Darstellung der Funktion $zh_{MT_{i,a}}$ findet sich in Abbildung 18.

Beim herausnehmbaren Zahnersatz wird zwischen einer Erst- und Folgeversorgung unterschieden. Diese Differenzierung ist notwendig, da mit fortschreitendem Alter eines Patienten die Wahrscheinlichkeit, daß eine vorhandene Prothese durch eine neue Prothese ersetzt wird, steigt.

Dies ist beispielsweise dann erforderlich, wenn eine neue Zahnücke nicht durch die Erweiterung einer angrenzenden Teilprothese versorgt werden kann. In diesem Fall erhalten alle Zahnücken, die durch die vorhandene Prothese versorgt wurden, eine Folgeversorgung.

Die während eines Lebensjahres zu beobachtende Bestandsveränderung herausnehmbar ersetzter Zähne wird als Erstversorgung interpretiert.

$$(22) \quad \Delta ZHE_{i,a} = (ZH_{i,a} - ZH_{i-1,a-1})$$

ZHE = Erstversorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz

Da im Lebenszyklus ein Rückgang der herausnehmbar ersetzten Zähne nicht beobachtet werden kann, wird auf die Bildung des Maximums verzichtet.

Die Zahl der im Rahmen einer Folgeversorgung herausnehmbar ersetzten Zähne wird als Anteil des vorhandenen Bestandes definiert.

$$(23) \quad \Delta ZHF_{i,a} = d * ZH_{i,a}$$

ZHF = Folgeversorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz

d = Kalibrierungsfaktor

Die Berechnung des Parameters d erfolgt anhand des bekannten Verfahrens. Bei der kategorialen Leistungsaufteilung wird zwischen der Herstellung neuer und der Erweiterung vorhandener Teil- und Vollprothesen unter-

schieden. Da diese Unterscheidung für die aus dem Modell abgeleiteten zahnärztlichen Leistungen nicht möglich ist, erfolgt die Kalibrierung anhand der Summe der Leitgrößen der angesprochenen kategorialen Leistungen. Daraus folgt ein Wert von:

$$d = 0,045$$

Bei 4,5 Prozent der mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgten Zahn-
lücken handelt es sich um eine Folgeversorgung.

Die aus dem säkularen Trend resultierenden Extraktionen und deren anschließende prothetische Versorgung werden in Abbildung 19 (vgl. Abb. 19) am Beispiel eines 6jährigen des Jahres 1990 präsentiert.

Bis zum 14. Lebensjahr spielen Extraktionen für einen durchschnittlichen 6jährigen des Jahres 1990 keine Rolle. Im Alter zwischen 14 und 18 Jahren kommt es zunächst zu einem deutlichen Anstieg der jährlichen Extraktionen, dem ein deutlicher Abschwung folgt. Ab dem 28. Lebensjahr steigt die Zahl der jährlichen Extraktionen kontinuierlich an. Die jährliche Versorgung mit feststehendem Zahnersatz folgt bis zum Alter von 47 Jahren auf einem niedrigeren Niveau der Entwicklung der Extraktionen. Ab dem 47. Lebensjahr nimmt die Bedeutung der Brückenversorgungen langsam ab, während die des herausnehmbaren Zahnersatzes stark an Bedeutung gewinnt. Nach dem 50. Lebensjahr werden jährlich mehr Zähne herausnehmbar als feststehend ersetzt.

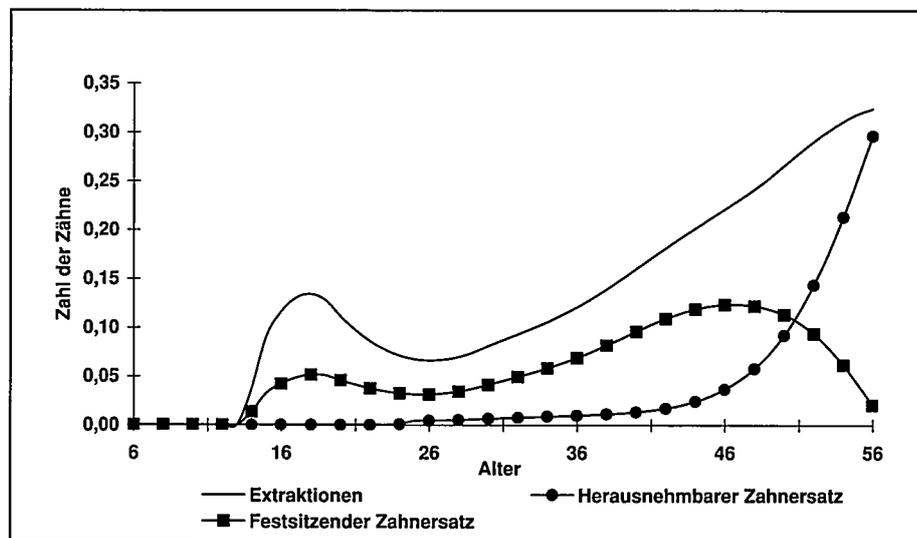


Abbildung 19: Zahnärztliche Versorgung für einen 6jährigen des Jahres 1990 mit Extraktionen, feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz im säkularen Trend

Die Abbildung 19 verdeutlicht auch, daß trotz des langen Beobachtungszeitraums von 51 Jahren das Simulationsmodell die Effekte der Individualprophylaxe auf den herausnehmbaren Zahnersatz nur ansatzweise einfangen kann, da die zahnärztliche Versorgung mit Teil- und Vollprothesen erst im fortgeschrittenen Alter an Bedeutung gewinnt.

3.4 Modul Ökonomie

Im Modul „Ökonomie“ werden die aus der Entwicklung der Mundgesundheit abgeleiteten zahnärztlichen Leistungen bewertet. Dazu wird, ausgehend von der kategorialen Leistungsaufteilung, zunächst ein entsprechendes Preissystem entwickelt, mit dessen Hilfe die Honorarumsätze pro Kopf berechnet werden. Unter Einbezug der Bevölkerungsdaten können dann die Gesamthonorarumsätze im zahnärztlichen Sektor bestimmt werden.

Ausdrücklich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß das Simulationsmodell zur Zeit lediglich die Einnahmenseite des zahnärztlichen Sektors abbildet. Diese Beschränkung ist notwendig, da es keine allgemeingültigen Informationen darüber gibt, wie sich die Kostenstruktur einer Zahnarztpraxis durch die Erbringung individualprophylaktischer Leistungen verändert. Ohne Frage dürfen die Kosten der Praxisführung bei der Diskussion der Simulationsergebnisse nicht außer acht gelassen werden, da sie darüber entscheiden, in welcher Weise sich Veränderungen des Honorarumsatzes auf den zahnärztlichen Einnahmenüberschuß auswirken.

3.4.1 Kategoriale Umsatzbestimmung

Den Ausgangspunkt für die kategoriale Umsatzbestimmung bildet die in Kapitel 3.3.1 (vgl. Kap. 3.3.1) vorgestellte kategoriale Leistungsaufteilung. In einem ersten Schritt werden für jede Kernleistung die zugehörigen Bema-Punktevolumina der Bereichs- und Auxiliarleistungen des Jahres 1995 ermittelt. Die Umrechnung der Punktevolumina in DM-Beträge erfolgt anhand der durchschnittlichen Punktwerte in den alten Bundesländer für die beiden Bereiche allgemeine, konservierende und chirurgische Behandlung sowie Prothetik. Wird der einer Kernleistung zugeordnete Gesamthonorarumsatz durch die Anzahl der Leitgrößen dividiert, so erhält man den durchschnittlichen Honorarumsatz je Leitgröße, welcher im folgenden als Preis interpretiert wird. Eine Übersicht über das gewählte Vorgehen bietet Tabelle 6 (vgl. Tab. 6).

Selbstverständlich können die so ermittelten Preise je Leitgröße nicht zur finanziellen Abschätzung realer zahnärztlicher Versorgungssituationen herangezogen werden. Bei der kategorialen Leistungsaufteilung ging es darum, die Bema-Leistungen nach zahnmedizinischen Versorgungskriterien den Bereichsleistungen einer Kernleistung zuzuordnen. So umfassen bei-

Tabelle 6: Kategoriale Umsatzbestimmung für die alten Bundesländer für das Jahr 1995						
Kernleistungen	Leitgröße	Anzahl Leitgröße (in Tsd.)	Bereichsleistungen	Auxiliäre Leistungen		„Preis“
			a) Bema-Punktevolumen in Mio. b) Honorarumsatz in Mio. DM	a) Bema-Punktevolumen in Mio. b) Honorarumsatz in Mio. DM	Gesamthonorarumsatz in Mio. DM	durchschnittlicher Honorarumsatz je Leitgröße in DM
Füllungen	Bema-Nrn.: 13a, 13b, 13c, 13d	51.362	a) 1.503,8 b) 2.447,3*	a) 584,9 b) 911,9	3.359,2	65,4
Wurzelkanalbehandlung	Bema-Nr.: 35	6.387	a) 95,8 b) 149,4	a) 277,8 b) 433,1	582,5	91,2
Einzelkronen	Bema-Nrn.: 20a, 20b, 20c	4.783	a) 888,8 b) 1.231,0	a) 176,8 b) 275,6	1.506,6	315,0
Extraktionen	Bema-Nrn.: 43, 44, 45, 47a, 47b, 48	11.747	a) 264,2 b) 411,9	a) 315,4 b) 491,7	903,6	76,9
ZE-festsitzend (Brücken)	Zahl der ersetzten Zähne (Brückenglieder)	2.110	a) 790,1 b) 1.094,3	a) 147,0 b) 229,2	1.323,5	627,3
ZE-herausnehmbar Teil- und Vollprothesen) – definitive Vers. –	Zahl der ersetzten Zähne	17.280	a) 1.022,6 b) 1.416,3	a) 278,7 b) 434,5	1.850,8	107,1
ZE-Erweiterung von herausnehmbaren Prothesen	Zahl der ersetzten Zähne	1.660	a) 60,4 b) 83,7		83,7	50,4
ZE-herausnehmbar insgesamt	Zahl der ersetzten Zähne	18.940	a) 1.083,0 b) 1.500,0	a) 278,7 b) 434,5	1.934,5	102,1
* inkl. Füllungszuschläge						
Quelle: KZBV-Statistik, Sonderanalyse 1998						

spielsweise die Bereichsleistungen der Kernleistung „Extraktionen“ alle Bema-Leistungen, nach denen die Entfernung eines Zahnes abgerechnet werden kann. Je nach Behandlungsanlaß unterscheiden sich die zugeordneten Punktzahlen deutlich. Die Bandbreite reicht von 10 Punkten für die „Entfernung eines einwurzeligen Zahnes einschließlich Wundversorgung“ bis hin zu 78 Punkten für die „Entfernung eines verlagerten oder retinierten Zahnes durch Osteotomie einschließlich Wundversorgung“. Während die für das Modell entwickelten Preise demnach eine mit den Abrechnungsmengen gewichtete durchschnittliche Punktzahl widerspiegeln, existiert ein entsprechender durchschnittlicher Behandlungsanlaß in der Realität natürlich nicht.

Im Gegensatz zu den anderen Kernleistungen ist für die Kernleistung „Individualprophylaxe“ nicht der Zahn, sondern die Teilnahme der Kinder und Jugendlichen am Prophylaxeprogramm die entsprechende Bezugsgröße. Ein vollständiger Programmzyklus besitzt einen zeitlichen Rahmen von drei Jahren. Innerhalb dieses Zeitraums können die Bema-Leistungen IP 1 bis IP 4 unterschiedlich oft abgerechnet werden. Wie oft die Bema-Leistung IP 5 „Versiegelung von kariesfreien Fissuren der bleibenden Molaren (Zähne 6 und 7) mit aushärtenden Kunststoffen“ über den gesamten Zeitraum der Teilnahme am Prophylaxeprogramm erbracht wird, hängt von der durchschnittlichen Lebensdauer der Fissurenversiegelung ab. Unter den Annahmen, daß ein Teilnehmer am Prophylaxeprogramm alle zugehörigen Leistungen zuzüglich der Auxiliarleistungen erhält und die durchschnittliche Lebensdauer einer Fissurenversiegelung erfahrungsgemäß etwa 9 Jahre beträgt, ergibt sich ein Preis für die Kernleistung „Individualprophylaxe“ von 162,50 DM pro Jahr.

Auf eine Fortschreibung der Punktwerte wird verzichtet, da diese von nicht prognostizierbaren Einflüssen abhängen. Zum einen sind die Punktwerte das Ergebnis von Verhandlungen zwischen den Kassenzahnärztlichen Vereinigungen und den Spitzenverbänden der gesetzlichen Krankenkassen bzw. von Schiedsamtentscheidungen und zum anderen können sie durch die Gesundheitspolitik aktiv beeinflußt werden. Beispielsweise wurde der Punktwert für prothetische und kieferorthopädische Leistungen durch das Gesundheits-Strukturgesetz (GSG) im Jahre 1993 um 10 Prozent abgesenkt. Die Annahme konstanter Punktwerte und damit auch konstanter Preisstrukturen schränkt die Aussagefähigkeit des Modells nicht ein, sondern führt vielmehr dazu, daß die wirtschaftlichen Effekte der Individualprophylaxe nicht durch Preiseffekte verwischt werden. Aus ähnlichen Überlegungen heraus verwenden nahezu alle gesamtwirtschaftlichen Modelle zur Prognose des Wirtschaftswachstums konstante Preisstrukturen.

Im Jahr 1995 wurden über die Kassenzahnärztlichen Vereinigungen zahnärztliche Honorare zuzüglich Versichertenanteile in Höhe von etwa 14,9 Mrd. DM abgerechnet (vgl. KZBV, 1998). Die kumulierten Honorarumsätze der Kernleistungen ohne Individualprophylaxe umfassen etwa

9,6 Mrd. DM, dies entspricht rund 64 Prozent des Gesamthonorarumsatzes im zahnärztlichen Sektor.

3.4.2 Ergebnisse

Im Kern beschreibt das Simulationsmodell anhand der Honorarumsätze die ökonomische Entwicklung in der zahnärztlichen Versorgung. Diese werden zunächst auf individueller Ebene für jede Altersstufe berechnet, indem die im Modul „Leistungen“ ermittelten zahnärztlichen Leistungen pro Kopf mit den oben definierten Preisen (vgl. Tabelle 6) bewertet werden. Im folgenden wird das beschriebene Verfahren zunächst auf den säkularen Trend angewendet.

In Abbildung 20 (vgl. Abb. 20) werden die zahnärztlichen Honorarumsätze, die einem durchschnittlichen 6jährigen des Jahres 1990 bis zu seinem 56. Lebensjahr in den Leistungsbereichen Füllungen, Einzelkronen, Wurzelkanalbehandlungen, Extraktionen, festsitzender und herausnehmbarer Zahnersatz zugeordnet werden können, dargestellt.

Nahezu über den gesamten Beobachtungszeitraum werden die höchsten Honorarumsätze im Bereich der Füllungstherapie erzielt. Lediglich zwischen dem 41. und 52. Lebensjahr wird für den festsitzenden Zahnersatz ein größeres Honorarvolumen ermittelt. Im Alter von 19 Jahren erreicht die Umsatzentwicklung im Füllungsbereich mit etwa 100 DM ihr Maximum und

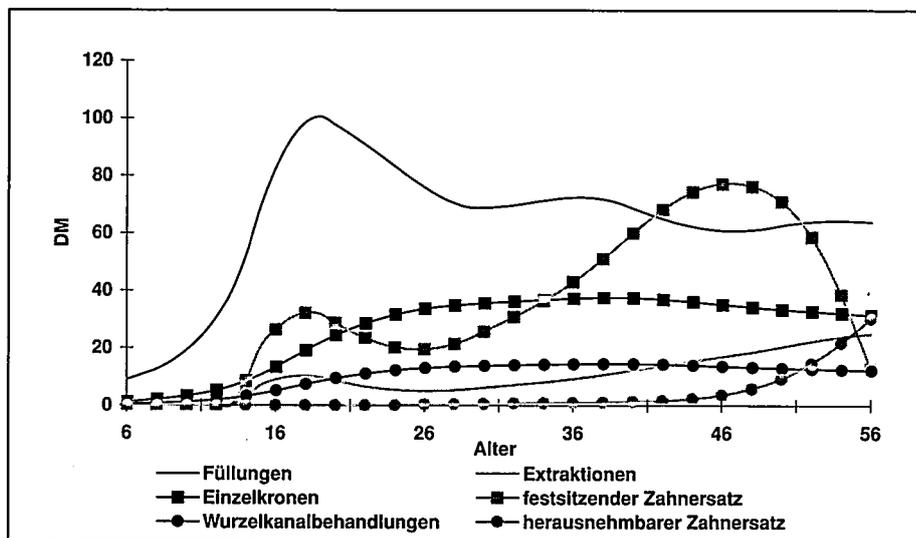


Abbildung 20: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 im säkularen Trend (in DM)

weist im folgenden Lebensabschnitt einen im Trend sinkenden Verlauf auf. Die mit Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen erwirtschafteten Honorarumsätze steigen bis zum 30. Lebensjahr deutlich an und verharren danach auf dem erreichten Niveau. Ab diesem Alter wachsen die mit Extraktionen erzielten zahnärztlichen Einnahmen nahezu linear. In der Zeit bis zum 14. Lebensjahr spielt der kariesbedingte Zahnverlust keine Rolle. Demzufolge besteht auch kein Versorgungsbedarf im Bereich der Prothetik. Im Alter von 47 Jahren erreicht die finanzielle Bedeutung des festsitzenden Zahnersatzes mit etwa 77 DM ihren höchsten Stand, reduziert sich in den folgenden Jahren aber rapide. Etwa zum gleichen Zeitpunkt entwickeln sich die Einnahmen aus der Versorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz mit deutlichen Zuwachsraten, erreichen im Beobachtungszeitraum jedoch nicht das Niveau der festsitzenden Versorgung.

Altersabhängige Honorarumsätze, wie sie beispielhaft für einen durchschnittlichen 6jährigen des Jahres 1990 dargestellt wurden, ermittelt das Simulationsmodell für jede Altersstufe in jedem Jahr des Beobachtungszeitraums. Unter Einbezug der Daten des Moduls „Bevölkerung“ kann der Gesamthonorarumsatz im zahnärztlichen Sektor berechnet werden⁶. Die Berechnungen erfolgen sowohl für eine konstante als auch für eine variable Bevölkerung. Im Falle der konstanten Bevölkerung – für das Modell wurde die Bevölkerung des Jahres 1995 gewählt – beruht jegliche Veränderung des Honorarumsatzes allein auf dem säkularen Trend der Mundgesundheit, da demographische Einflüsse ausgeblendet sind.

Bei konstanter Bevölkerung bleiben die Gesamteinnahmen im zahnärztlichen Sektor bis ins Jahr 2005 nahezu unverändert. Nach einer fast linearen Abwärtsbewegung liegt der Gesamthonorarumsatz des Jahres 2040 etwa 3 Prozent unter dem Wert des Jahres 2004 (vgl. Abb. 21). Hauptsächlich wird diese Entwicklung durch einen Umsatzrückgang im Bereich des herausnehmbaren Zahnersatzes verursacht, der durch einen geringen Mehrumsatz bei der Brückenversorgung nicht kompensiert werden kann. Werden die Berechnungen mit einer variablen Bevölkerung durchgeführt, so zeigt sich der demographische Einfluß auf die Entwicklung des Honorarumsatzes. Bis ins Jahr 2007 steigen die zahnärztlichen Honorarumsätze deutlich an, reduzieren sich mit dem Rückgang der Bevölkerungszahlen allerdings auch wieder (vgl. Abb. 21). Betrachtet man die einzelnen Leistungsbereiche der zahnärztlichen Versorgung, so weisen sie in den Jahren 2007 bis 2040 alle einen Rückgang des Honorarumsatzes auf.

⁶ Die Berechnung der Honorarumsätze im zahnärztlichen Sektor erfolgt unter der Annahme, daß die gesamte Bevölkerung der alten Bundesländer Mitglied des GKV-Systems ist (vgl. Kapitel 3.3.2). Weiterhin sind in den Umsatzzahlen nur die Honorarumsätze inklusive der Allgemeinleistungen enthalten, d. h. Material- und Laborkosten des Zahnersatzes finden keine Berücksichtigung.

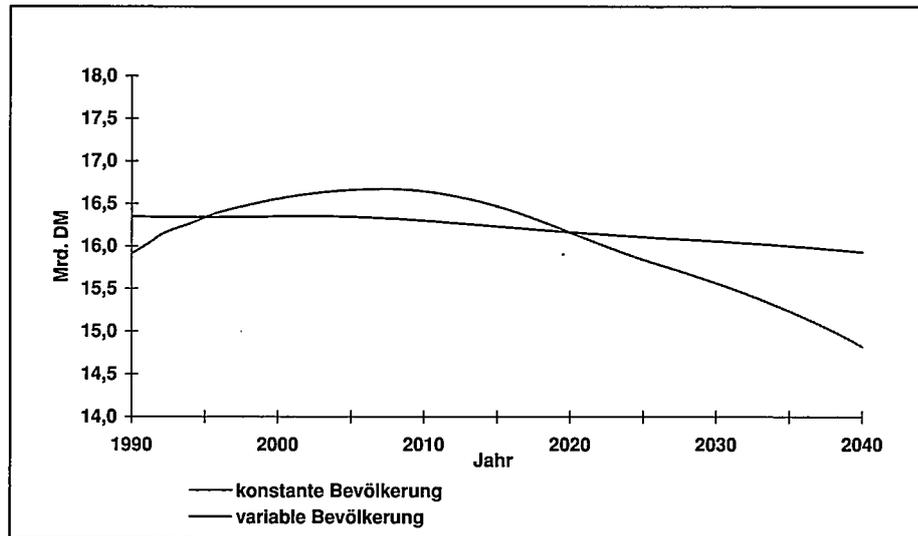


Abbildung 21: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor im säkularen Trend (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040

Die durch Individualprophylaxe hervorgerufene Verbesserung der Mundgesundheit führt zu Abweichungen von dieser säkularen Entwicklung des Honorarumsatzes. Diese wirtschaftlichen Effekte der individualprophylaktischen Versorgung werden allgemein in Kapitel 4 und anhand eines Beispiels in Kapitel 6 (vgl. Kap. 4 und Kap. 6) diskutiert.

4 Individualprophylaktisches Wirkungsmodell

Individualprophylaktische Maßnahmen üben einen positiven Einfluß auf die Entwicklung der Mundgesundheit aus. Der Erfolg eines individualprophylaktischen Versorgungsprogramms hängt von den Leistungsinhalten des Programms, von der Betreuungsdichte durch den Zahnarzt, von der Zugangsberechtigung – Beginn und Dauer – des Programms und der Patientencompliance ab.

Der Erfolg der Individualprophylaxe ist um so größer,

- je mehr Versorgungsmöglichkeiten dem Zahnarzt zur Verfügung stehen,
- je höher die Betreuungsdichte ist,
- je früher und je länger ein Patient am Programm teilnehmen kann und
- je besser der Patient die Inhalte des Programms umsetzt.

Bei der Bestimmung des inanspruchnahmeberechtigten Personenkreises orientiert sich das Simulationsmodell an den Regelungen des § 22 SGB V. Dort wird festgelegt, daß Versicherte, die das 6., aber noch nicht das 18. Lebensjahr vollendet haben, die in Kapitel 2.3 (vgl. Kap. 2.3) beschriebenen individualprophylaktischen Leistungen in Anspruch nehmen können. Der Umkehrschluß lautet, daß die Erwachsenenprophylaxe und deren zahnmedizinische und ökonomische Effekte zur Zeit nicht im Modell verankert sind. Diese Einschränkung beruht auf dem Mangel an entsprechenden Daten.

Nach der Beendigung der individualprophylaktischen Versorgung bauen sich die Erfolge der Individualprophylaxe langsam wieder ab. Die Höhe der durch Individualprophylaxe induzierten wirtschaftlichen Effekte hängt entscheidend davon ab, bis in welches Alter sich die Prophylaxeerfolge bei Kindern und Jugendlichen halten. Während Untersuchungen aus den USA zu dem Ergebnis kommen, daß sich der Gesundheitsvorsprung bei den über 45jährigen verliert, geht man in der Schweiz von einem Alter über 55 Jahren aus (vgl. Lutz, 1994). Für das Simulationsmodell wurde eine Altersgrenze von 50 Jahren gewählt.

Das Simulationsmodell unterscheidet demnach zwischen folgenden drei Altersgruppen:

- 6 bis 17 Jahre
Versicherte dieser Altersgruppe können von der GKV finanzierte individualprophylaktische Leistungen in Anspruch nehmen.
- 18 bis 49 Jahre
Über diesen Zeitraum bauen sich die in der Jugend erzielten Prophylaxerfolge wieder ab.
- 50 Jahre und älter
Ab dieser Altersgrenze stimmen die Zuwachsraten des DMFT im säkularen Trend und im Trend mit der Individualprophylaxe wieder überein.

4.1 Modellstruktur

Um die Wirkung der Individualprophylaxe auf die Entwicklung des Kariesindex DMFT und seiner drei Einzelkomponenten zu modellieren, genügt es, einen formalen Zusammenhang zwischen der Individualprophylaxe und drei der vier Größen zu konstruieren. Sind drei Größen bekannt, ist die vierte Größe eindeutig bestimmt.

Für die Altersgruppen der 6-17jährigen und der über 50jährigen bilden jeweils die gefüllten Zähne das Residuum. Die Zahl gefüllter Zähne errechnet sich nach der Formel:

$$(24) \quad FT = DMFT - DT - MT$$

DT = kariöse Zähne
MT = fehlende Zähne
FT = gefüllte Zähne

In der Altersgruppe der 18–49jährigen werden die Einflüsse der Individualprophylaxe auf DT, MT und FT modelliert, so daß der DMFT die abhängige Größe darstellt.

$$(25) \quad DMFT = DT + MT + FT$$

Die Wirkung der Individualprophylaxe wird als Abweichung vom säkularen Trend modelliert. Dieser wurde im Modul „Mundgesundheit“ (vgl. Kapitel 3.2.2) bestimmt, so daß die jährlichen Veränderungen des säkularen DMFT über den Lebensbogen ermittelt werden können. Für die 6–17jährigen Kinder und Jugendlichen sind diese Veränderungen durchgehend positiv. Individualprophylaktische Leistungen führen dazu, daß die jährlichen Zuwächse reduziert werden. Ausgehend vom säkularen Wert des DMFT bei Eintritt in

das Prophylaxeprogramm ergibt sich der durch Individualprophylaxe beeinflusste DMFT, indem zum DMFT des Vorjahres der reduzierte säkulare Zuwachs des Folgejahres addiert wird. Eine analoge Vorgehensweise wird auch für die Einzelkomponenten DT und MT angewendet.

Grundsätzlich kann nicht erwartet werden, daß die maximale Wirkung individualprophylaktischer Leistungen auf die Mundgesundheit unmittelbar mit Beginn der Inanspruchnahme durch den Patienten erreicht ist. Realistisch ist, daß sich die positive Wirkung über einen Zeitraum aufbaut. Diese Entwicklung wird mittels folgender Funktion berücksichtigt:

$$(26) \quad y(u, \bar{v}) = \begin{cases} u/\bar{v} & \text{für } 0 \leq u < \bar{v} \\ 1 & \text{für } u \geq \bar{v} \end{cases}$$

\bar{v} = notwendiger Zeitraum, um die maximale Wirkung der Individualprophylaxe zu erreichen
 u = Zeitraum seit Beginn der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen
 y = Aufbaufunktion

Vom Eintritt in das Prophylaxeprogramm (hier gilt: $u = 0$) bis zum Zeitpunkt \bar{v} baut sich die Wirkung der Individualprophylaxe also linear auf.

Nach Vollendung des 17. Lebensjahres scheidet der Teilnehmer aus dem Prophylaxeprogramm aus. Der nachfolgend einsetzende Abbau des Gesundheitsvorsprunges wird durch eine Funktion $z(a)$ berücksichtigt. Im Alter von 50 Jahren haben sich die Effekte der Individualprophylaxe schließlich verbraucht. Die Funktion $z(a)$ muß demnach folgende Eigenschaften besitzen:

$$(27) \quad \begin{aligned} z(17) &= 1 \\ z(50) &= 0 \\ z(a) &< 0 \end{aligned}$$

z = Abbaufunktion

Die Funktion $z(a)$ kann für die Einzelkomponenten des DMFT einen durchaus unterschiedlichen Verlauf annehmen.

Kariesindex (DMFT)

Die jährliche Veränderung des DMFT über den Lebensbogen wird für den säkularen Trend wie folgt ermittelt:

$$(28) \quad \Delta \text{DMFT}_{i,a}^{\text{st}} = \text{DMFT}_{i,a}^{\text{st}} - \text{DMFT}_{i-1,a-1}^{\text{st}}$$

st = säkularer Trend

Ungeachtet des Alters gilt Gleichung (28) für alle Personen, die zu keinem Zeitpunkt individualprophylaktische Leistungen in Anspruch genommen haben. Durch Individualprophylaxe verringert sich laut Definition die Steigung des Kariesindex im säkularen Trend (DMFT^{st}). Während der Teilnahme an einem Versorgungsprogramm wird die Wirkung der Individualprophylaxe mittels eines konstanten Prozentsatzes (t_{DMFT}) im Modell berücksichtigt. Der Tatsache, daß sich die Wirkung der Individualprophylaxe erst über einen gewissen Zeitraum nach Eintritt in das Versorgungsprogramm aufbaut, wird mit der Funktion $y(u, \bar{v})$ Rechnung getragen.

Faßt man diese Überlegungen zusammen, so ergibt sich die jährliche Veränderung des DMFT während der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen als:

$$(29) \quad \Delta \text{DMFT}_{i,a}^{\text{ip}} = y(u, \bar{v}) * (1 - t_{\text{DMFT}}) * \Delta \text{DMFT}_{i,a}^{\text{st}} \quad \forall i \in (6, \dots, 17)$$

ip = individualprophylaktischer Trend

t = Wirkung der Individualprophylaxe

Ausgehend von der Gleichung (29) kann die durch Individualprophylaxe beeinflusste Entwicklung des DMFT über den gesamten Lebensbogen bestimmt werden.

$$(30) \quad \text{DMFT}_{i,a}^{\text{ip}} = \begin{cases} \text{DMFT}_{i-1,a-1}^{\text{ip}} + \Delta \text{DMFT}_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (6, \dots, 17) \\ \text{DT}_{i,a}^{\text{ip}} + \text{FT}_{i,a}^{\text{ip}} + \text{MT}_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (18, \dots, 49) \\ \text{DMFT}_{i-1,a-1}^{\text{ip}} + \Delta \text{DMFT}_{i,a}^{\text{st}} & \forall a \in (50, \dots, 90) \end{cases}$$

Nach Ausscheiden aus dem Versorgungsprogramm baut sich der Gesundheitsvorsprung über einen längeren Zeitraum vollständig ab. Für diese Zeit zwischen dem 18. und 49. Lebensjahr ist der DMFT^{ip} eine abhängige Größe, die sich als Summe ihrer Einzelkomponenten bestimmt. Ab einem Alter von 50 Jahren sind die jährlichen Zuwächse des DMFT^{ip} und des DMFT^{st} identisch.

Für jeden Wert t_{DMFT} größer als Null ist der DMFT eines Teilnehmers an der individualprophylaktischen Versorgung geringer als der DMFT eines Versicherten, der keine individualprophylaktischen Leistungen in Anspruch ge-

nommen hat. Diese Wirkung der Individualprophylaxe wird im Rahmen einer Beispielrechnung in Kapitel 6.2 (vgl. Kap. 6.2) vorgestellt.

Kariöse Zähne (DT)

Im säkularen Trend wird die jährliche Veränderung kariöser Zähne durch einfache Differenzenbildung ermittelt.

$$(31) \quad \Delta DT_{i,a}^{\text{st}} = DT_{i,a}^{\text{st}} - DT_{i-1,a-1}^{\text{st}}$$

Da die Zahl der kariösen Zähne ab einem bestimmten Alter wieder abnimmt, kann ΔDT^{st} auch negative Werte annehmen. Oralepidemiologische Untersuchungen zeigen, daß dieser Rückgang etwa ab dem 20. Lebensjahr einsetzt.

Analog zum DMFT wird die Wirkung der Individualprophylaxe als ein fester Prozentsatz (t_{DT}) definiert, der seine Wirkung über einen vorgegebenen Zeitraum aufbaut.

$$(32) \quad \Delta DT_{i,a}^{\text{ip}} = y(u, \bar{v}) * (1 - t_{\text{DT}}) * \Delta DT_{i,a}^{\text{st}} \quad \forall i \in (6, \dots, 17)$$

Ein Teilnehmer an der individualprophylaktischen Versorgung verfügt im Alter von 17 Jahren über weniger kariöse Zähne als ein gleichaltriger Versicherter, dessen Mundgesundheitsentwicklung allein dem säkularen Trend folgt. Nach Beendigung des Versorgungsprogrammes baut sich dieser Gesundheitsvorsprung über die Zeit wieder ab. Dies führt dazu, daß sich die Anzahl kariöser Zähne im individualprophylaktischen Trend und im säkularen Trend einander angleichen. Im Modell wird der im Alter von 17 Jahren erreichte Gesundheitsvorsprung durch die Funktion $z_{\text{DT}}(a)$ beschrieben. Ab dem 50. Lebensjahr sind individualprophylaktischer und säkularer Trend identisch. Die Zahl kariöser Zähne ergibt sich also für die einzelnen Altersjahrgänge als:

$$(33) \quad DT_{i,a}^{\text{ip}} = \begin{cases} DT_{i-1,a-1}^{\text{ip}} + \Delta DT_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (6, \dots, 17) \\ DT_{i,a}^{\text{st}} - z_{\text{DT}}(a) * (DT_{17}^{\text{st}} - DT_{17}^{\text{ip}}) & \forall a \in (18, \dots, 49) \\ DT_{i-1,a-1}^{\text{st}} + \Delta DT_{i,a}^{\text{st}} & \forall a \in (50, \dots, 90) \end{cases}$$

$DT_{17} =$ Anzahl der kariösen Zähne im Alter von 17 Jahren

Eine Diskussion der individualprophylaktischen Wirkung auf die Entwicklung der kariösen Zähne findet sich in Kapitel 6.2 (vgl. Kap. 6.2).

Fehlende Zähne (MT)

Die Berechnung der jährlichen Veränderungen fehlender Zähne im säkularen Trend erfolgt analog zu den kariösen Zähnen.

$$(34) \quad \Delta MT_{i,a}^{st} = MT_{i,a}^{st} - MT_{i-1,a-1}^{st}$$

Da ein einmal verlorener Zahn zwar prothetisch ersetzt aber niemals nachwachsen kann, ist $\Delta MT_{i,a}^{st}$ immer größer oder gleich Null.

Während der Zeit, in der ein Patient an der individualprophylaktischen Versorgung teilnimmt, baut sich deren voller Einfluß – wie in den vorherigen Fällen auch – in einer vorgegebenen Zeitspanne auf. Die Wirkung der individualprophylaxe wird im Modell durch den Faktor t_{MT} repräsentiert. Nachdem die Patienten das Prophylaxeprogramm verlassen haben, reduziert sich die individualprophylaktische Wirkung kontinuierlich. Dieser Abbau wird durch die Funktion $z_{MT}(a)$ modelliert, die sich direkt auf t_{MT} bezieht. Ab dem 50. Lebensjahr stimmen die jährlichen Veränderungen im individualprophylaktischen und im säkularen Trend überein.

Unter Einfluß der Individualprophylaxe ist die jährliche Veränderung der fehlenden Zähne demnach:

$$(35) \quad \Delta MT_{i,a}^{ip} = \begin{cases} y(u, \bar{v}) * (1 - t_{MT}) * \Delta MT_{i,a}^{st} & \forall a \in (6, \dots, 17) \\ (1 - z_{MT}(a)) * t_{MT} * \Delta MT_{i,a}^{st} & \forall a \in (18, \dots, 49) \\ \Delta MT_{i,a}^{st} & \forall a \in (50, \dots, 90) \end{cases}$$

Ausgehend von der Gleichung (35) wird die absolute Anzahl fehlender Zähne ermittelt, indem zu den fehlenden Zähnen des Vorjahres die Veränderungen des aktuellen Jahres hinzuaddiert werden.

$$(36) \quad MT_{i,k}^{ip} = MT_{i-1,a-1}^{ip} + \Delta MT_{i,a}^{ip}$$

Ein Teilnehmer an der individualprophylaktischen Versorgung hat stets weniger fehlende Zähne als ein gleichaltriger Patient, dessen Mundgesundheit

sich allein nach dem säkularen Trend entwickelt. Diese Differenz vergrößert sich bis zum 50. Lebensjahr und ist danach konstant.

In Kapitel 6.2 (vgl. Kap. 6.2) wird die Wirkung der Individualprophylaxe auf die Entwicklung fehlender Zähne anhand eines Beispiels präsentiert.

Gefüllte Zähne (FT)

Die Berechnung der jährlichen Veränderungen gefüllter Zähne im säkularen Trend erfolgt analog des bekannten Schemas:

$$(37) \quad \Delta FT_{i,a}^{\text{st}} = FT_{i,a}^{\text{st}} - FT_{i-1,a-1}^{\text{st}}$$

Im Alter von etwa 40 Jahren beginnt die Zahl gefüllter Zähne zu sinken, so daß ab diesem Zeitpunkt ΔFT^{st} kleiner Null wird.

Mit Ausnahme der Zeit zwischen dem 18. und 49. Lebensjahr bilden die gefüllten Zähne eine Residualgröße des Modells. Lediglich in der Abbauphase individualprophylaktischer Erfolge wird eine Annahme hinsichtlich der Entwicklung der gefüllten Zähne formuliert. Für diesen Zeitraum bildet der DMFT die abhängige Größe.

$$(38) \quad \Delta FT_{i,a}^{\text{ip}} = \Delta FT_{i,a}^{\text{st}} \quad \forall a \in (18, \dots, 49)$$

Diese Annahme berücksichtigt, daß das zahnärztliche Versorgungsverhalten kariöser Läsionen unabhängig davon ist, ob der Patient zu einem früheren Zeitpunkt individualprophylaktische Leistungen in Anspruch genommen hat oder nicht.

$$(39) \quad FT_{i,a}^{\text{ip}} = \begin{cases} DMFT_{i-1,a-1}^{\text{ip}} - DT_{i,a}^{\text{ip}} - MT_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (6, \dots, 17) \\ FT_{i-1,a-1}^{\text{ip}} + \Delta FT_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (18, \dots, 49) \\ DMFT_{i-1,a-1}^{\text{ip}} - DT_{i,a}^{\text{ip}} - MT_{i,a}^{\text{ip}} & \forall a \in (50, \dots, 90) \end{cases}$$

Von den Annahmen an die individualprophylaktische Wirkung (t_{DMFT} , t_{DT} und t_{MT}) hängt es ab, ob im Vergleich zum säkularen Trend mehr oder weniger gefüllte Zähne vorhanden sind. Wie sich die Entwicklung der gefüllten Zähne durch die Individualprophylaxe verändert, wird anhand eines Beispiels in Kapitel 6.2 (vgl. Kap. 6.2) diskutiert.

5 Benutzeroberfläche

Im Kapitel 3 wurde die formale Struktur des Simulationsmodells beschrieben sowie zentrale Ergebnisse vorgestellt, insbesondere der Bevölkerungsprognose, des säkularen Trends und der Modellkalibrierung (vgl. Kap. 3). Diese Ergebnisse bilden das Fundament zur Berechnung der zahnmedizinischen und ökonomischen Effekte der Individualprophylaxe. Wie Abbildung 22 zeigt (vgl. Abb. 22), können über eine Benutzeroberfläche wichtige Einflussfaktoren der individualprophylaktischen Versorgung variiert werden. Zu den Einflussfaktoren zählen die medizinische Wirkung der Individualprophylaxe, die Inanspruchnahmequote individualprophylaktischer Leistungen, die Zahnärztezah und die Wahl zwischen einer konstanten und variablen Bevölkerung. Damit die Resultate verschiedener Szenarien miteinander verglichen werden können, müssen die Simulationsrechnungen jeweils von den gleichen Grundlagen ausgehen. Um dies zu gewährleisten, sind die Bevölkerungsprognose, der säkulare Trend und die Kalibrierung im Rahmen einer normalen Simulationsrechnung nicht veränderbar.

Vorgaben															
Abnahme der jährlichen Zuwachsraten durch Individualprophylaxe über den Zeitraum der Inanspruchnahme* – in Prozent – <table border="1"> <thead> <tr> <th>DMFT</th> <th>DT</th> <th>MT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>75,0</td> <td>80,0</td> <td>85,0</td> </tr> </tbody> </table>	DMFT	DT	MT	75,0	80,0	85,0	Inanspruchnahmequote der 6- bis unter 18jährigen* – in Prozent – <table border="1"> <thead> <tr> <th>1990</th> <th>1995</th> <th>2010</th> <th>2040</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,0</td> <td>30,0</td> <td>50,0</td> <td>60,0</td> </tr> </tbody> </table>	1990	1995	2010	2040	10,0	30,0	50,0	60,0
DMFT	DT	MT													
75,0	80,0	85,0													
1990	1995	2010	2040												
10,0	30,0	50,0	60,0												
Zeitraum, bis maximale Wirkung der Individualprophylaxe erreicht ist – in Jahren – <table border="1"> <tbody> <tr> <td>3,0</td> </tr> </tbody> </table>	3,0	Anzahl der Zahnarztpraxen in den alten Bundesländern* – Index: 1995 = 100 – <table border="1"> <thead> <tr> <th>1990</th> <th>1995</th> <th>2010</th> <th>2040</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table>	1990	1995	2010	2040	85	100	130	170					
3,0															
1990	1995	2010	2040												
85	100	130	170												
* grau unterlegte Felder können nicht verändert werden	Bevölkerung in den alten Bundesländern <input type="radio"/> Konstante Bevölkerung (Stand 1995) <input checked="" type="radio"/> Variable Bevölkerung														

Abbildung 22: Benutzeroberfläche zur Definition eines individualprophylaktischen Szenarios

Zahnmedizinische Wirkung der Individualprophylaxe

Individualprophylaktische Leistungen verbessern die Mundgesundheit über das Niveau des säkularen Trends hinaus. Wie in Kapitel 4 gezeigt (vgl. Kap. 4), wird die zahnmedizinische Wirkung der Individualprophylaxe als prozentuale Reduktion der jährlichen Karieszuwachsrate des säkularen Trends modelliert.

Die Benutzeroberfläche bietet für den DMFT, DT und MT die Möglichkeit, den Rückgang im Zeitraum der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen einzeln vorzugeben. Die Veränderung des FT ist damit bestimmt, wird im Modell aber nicht explizit ausgewiesen, da sie nicht konstant ist.

Die gewählten Werte sollten positiv sein; negative Werte würden bedeuten, daß von einer auf Individualprophylaxe zurückzuführenden Verschlechterung der Mundgesundheit ausgegangen wird. Grundsätzlich gilt, daß je höher die gewählten Werte sind, die Wirksamkeit der Individualprophylaxe um so höher eingeschätzt wird. Ein Wert von 100 Prozent führt dazu, daß der DMFT, DT oder MT über den Zeitraum der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen nicht weiter wächst. Für den DMFT und den MT kann der gewählte Wert nicht über 100 Prozent liegen, da ein Zahn mit Karieserfahrung zwar restaurativ versorgt bzw. prothetisch ersetzt werden kann, eine Heilung im Sinne einer Rückkehr in den naturgesunden Zustand aber nicht möglich ist. Für den DT existiert diese Obergrenze nicht, da die Zahl kariöser Zähne durchaus sinken kann. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn innerhalb eines Jahres mehr Zähne restaurativ versorgt werden als an Karies neu erkranken.

Eine weitere Möglichkeit, den Einfluß Individualprophylaxe zu modellieren, besteht hinsichtlich des zur Entfaltung der vollen zahnmedizinischen Wirkung notwendigen Zeitraums. Im Modell kann diese Zeitspanne ein bis zwölf Jahre umfassen.

Inanspruchnahmequote individualprophylaktischer Leistungen

Die wirtschaftlichen Effekte der Individualprophylaxe hängen in hohem Maße vom Umfang der Inanspruchnahme entsprechender Versorgungsangebote ab. Der Kreis der inanspruchnahmeberechtigten Personen umfaßt laut § 22 Abs. 1 bis 3 SGB V alle Versicherten, die das 6., aber noch nicht das 18. Lebensjahr vollendet haben.

Für die Simulationsrechnungen kann dieser Kreis in Teilnehmer und Nicht-Teilnehmer an der individualprophylaktischen Versorgung aufgespalten werden. Während bei den Nicht-Teilnehmern die Entwicklung der Mundgesundheit dem im Kapitel 3.2.3 beschriebenen säkularen Trend folgt (vgl.

Kap. 3.2.3), entwickelt sich die Mundgesundheit der Teilnehmer gemäß den Vorgaben an die zahnmedizinische Wirkung der Individualprophylaxe.

Modelltheoretisch wird ein Teilnehmer dadurch charakterisiert, daß er nach Eintritt in die individualprophylaktische Versorgung diese erst mit Erreichen der Altersgrenze wieder verläßt. Das in der Realität durchaus beobachtbare Verhalten einer sporadischen Teilnahme wird im Modell nicht abgebildet. In der Klassifikation gibt es demnach nur Versicherte, welche die Individualprophylaxe ganz oder gar nicht nutzen.

Zur Definition eines Szenarios können für vier Jahre, von denen zwei frei wählbar sind, Inanspruchnahmequoten zwischen 0 Prozent und 100 Prozent vorgegeben werden. Ausgehend von diesen Werten werden die Inanspruchnahmequoten der anderen Jahre mittels linearer Interpolation berechnet.

Zahnärztezahlen

Mit dem in Kapitel 3.3.3 (vgl. Kap. 3.3.3) beschriebenen Verfahren ist es möglich, aus der Entwicklung der Mundgesundheit die zahnärztlichen Leistungen pro Kopf zu ermitteln und auf die westdeutsche Bevölkerung hochzurechnen. Durch die Bewertung der Leistungsvolumina mit den entsprechenden Preisen gelangt man zum jährlichen Gesamthonorarumsatz im zahnärztlichen Sektor. Welche finanziellen Konsequenzen sich für eine durchschnittliche Zahnarztpraxis ergeben, hängt entscheidend von der Entwicklung der Zahnärztezahlen ab.

Eine Orientierung, wie viele Zahnärzte in Zukunft in Deutschland tätig sein werden, bietet eine im Jahre 1997 vom Institut für Gesundheits-System-Forschung (IGSF) vorgelegte Studie. Für die Prognose der Zahl der Zahnärzte bis zum Jahr 2020 wird der Bestand des Jahres 1994 mit altersgruppen- und geschlechtsspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten der Allgemeinbevölkerung fortgeschrieben und jährlich um die Zahl der neu approbierten Zahnärzte erhöht (vgl. Kern, Beske und Hallauer, 1997). Je nach betrachtetem Szenario erhöht sich demnach die Zahl der zahnärztlichen Praxisinhaber jährlich um 0,9 Prozent oder um 1,6 Prozent (vgl. Abb. 23).

Im Simulationsmodell ist die Entwicklung der Zahl der Praxisinhaber nicht unveränderbar vorgegeben, vielmehr können beliebige Veränderungen unterstellt werden. Dazu sind für das Anfangsjahr, das Endjahr und ein frei wählbares Jahr die Zahl der Praxisinhaber als Index, bezogen auf das Basisjahr 1995, anzugeben. Diese Werte werden im Rahmen einer Simulationsrechnung zunächst über die Zeit linear interpoliert, um anschließend die absolute Zahl der Praxisinhaber berechnen zu können.

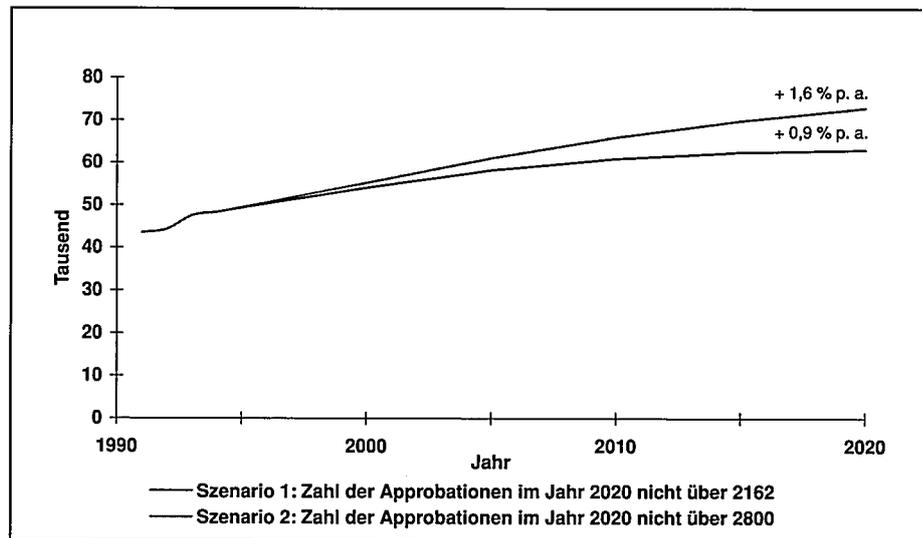


Abbildung 23: Entwicklung der zahnärztlichen Praxisinhaber in Deutschland von 1990 bis 2020 (Quelle: Kern, Beske und Hallauer, 1997)

Bevölkerung

Im Simulationsmodell wird die ökonomische Situation des zahnärztlichen Sektors durch die Entwicklung der Mundgesundheit und der Bevölkerung beeinflusst. Wie bereits in Kapitel 3.4.2 für den säkularen Trend gezeigt (vgl. Kap. 3.4.2), können die starken Veränderungen der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung die Effekte einer verbesserten Mundgesundheit durchaus dominieren. Aus diesem Grund bietet das Simulationsmodell die Möglichkeit, die Berechnungen sowohl auf der Grundlage konstanter als auch variabler Bevölkerungszahlen durchzuführen. Wird eine konstante Bevölkerung gewählt, gilt für den gesamten Beobachtungszeitraum die Bevölkerungszahl und -struktur des Jahres 1995. In diesem Fall ist die demographische Komponente ausgeblendet und der singuläre wirtschaftliche Einfluß der Individualprophylaxe kann analysiert werden. Bei Wahl der variablen Bevölkerung greift das Simulationsmodell auf die Ergebnisse des Moduls „Bevölkerung“ zurück.

6 Beispielszenario

Im folgenden Kapitel werden die zahnmedizinischen und ökonomischen Effekte der Individualprophylaxe eines realitätsnahen Beispielszenarios vorgestellt und diskutiert.

6.1 Vorgaben

In einer schwedischen Längsschnittstudie der Jahre 1971 bis 1973 wurde die Wirkung einer systematischen individualprophylaktischen Versorgung auf die Mundgesundheit von 7–14jährigen Kindern untersucht. Das umfangreiche Versorgungsprogramm umfaßte Maßnahmen von der Ernährungsberatung bis hin zu einer professionellen Zahnreinigung im Abstand von jeweils 14 Tagen. Mit dieser hohen Betreuungsdichte konnten Kariesneuerkrankungen nahezu vollständig verhindert werden. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe war die individualprophylaktisch beeinflusste Kariesinzidenz um 97 Prozent geringer (vgl. Axelsson und Lindhe, 1974). Diese klinische Studie zeigt, welche Verbesserung der Mundgesundheit mit Individualprophylaxe maximal erzielt werden kann. Jedoch bleibt offen, ob bzw. wie solche intensiven Versorgungskonzepte in der Realität umgesetzt werden können.

Einen recht guten Einblick in die Wirksamkeit der individualprophylaktischen Versorgung in Deutschland bietet die bevölkerungsrepräsentative Mundgesundheitsstudie des IDZ aus dem Jahr 1997 (vgl. IDZ, 1999). Sie belegt, daß in den alten Bundesländern die 12jährigen Kinder, welche keinen Zahn versiegelt hatten, einen um 90 Prozent höheren DMFT aufwiesen als gleichaltrige, die mindestens über eine Fissurenversiegelung verfügten.

Vor dem Hintergrund beider Studien wurde für die Beispielsimulation unterstellt, daß die Individualprophylaxe die jährlichen Inzidenzraten des DMFT, DT und MT zwischen dem 6. und 18. Lebensjahr wie folgt reduziert:

- DMFT: 75 Prozent
- DT: 80 Prozent
- MT: 85 Prozent

Als Zeitraum, der bis zur vollen Entfaltung der individualprophylaktischen Wirkung benötigt wird, wurden drei Jahre gewählt. Innerhalb dieser Zeit-

spanne kann ein Patient alle im Bema verankerten individualprophylaktischen Leistungen mindestens einmal in Anspruch nehmen. Es wurde also davon ausgegangen, daß nur im Zusammenspiel aller Maßnahmen der gewünschte Erfolg erzielt werden kann.

Nach Berechnungen der KZBV nahmen – jeweils bezogen auf das erste Halbjahr – 1991 etwa 8,7 Prozent, 1995 etwa 24,2 Prozent und 1997 etwa 27,3 Prozent der inanspruchnahmeberechtigten Kinder und Jugendlichen in den alten Bundesländern individualprophylaktische Leistungen in Anspruch (vgl. KZBV, 1997; KZBV, 1998). In den neuen Bundesländern war die Inanspruchnahmequote jeweils etwa doppelt so hoch. Ausgehend von diesen Informationen wurden für die Simulationsrechnung – jeweils für das ganze Jahr – folgende Werte vorgegeben:

Inanspruchnahmequote

- 1990: 10 Prozent
- 1995: 30 Prozent
- 2010: 50 Prozent
- 2040: 60 Prozent

Die vorgegebene Entwicklung bei den zahnärztlichen Praxisinhabern orientiert sich am Szenario 2 des IGSF (vgl. Kern, Beske und Hallauer, 1997). Dazu wurde deren Prognose bis in das Jahr 2040 unter den Annahmen fortgeschrieben, daß die Zahl der Praxisinhaber weiter steigt, sich diese Entwicklung insgesamt aber verlangsamt. Im einzelnen wurde folgende Entwicklung unterstellt:

Zahl der zahnärztlichen Praxisinhaber

- 1990: 85 Prozent
- 1995: 100 Prozent (Basisjahr)
- 2015: 130 Prozent
- 2040: 170 Prozent

6.2 Zahnmedizinische Effekte der Individualprophylaxe

Nach Einführung der individualprophylaktischen Versorgung folgt die Entwicklung der Mundgesundheit nicht mehr uneingeschränkt dem säkularen Trend. Je nach Dauer der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen kommt es innerhalb eines Altersjahrgangs zu Unterschieden. Am Beispiel eines 6jährigen des Jahres 1990 werden der säkulare und der individualprophylaktische Trend der Mundgesundheit einander gegenübergestellt.

Im Modell wird die Mundgesundheit durch den Kariesindex DMFT beschrieben. Abbildung 24 zeigt, daß ein Patient, welcher individualprophylaktische Leistungen in Anspruch genommen hat, im Vergleich zum säkularen Trend

über den gesamten Beobachtungszeitraum eine geringere Karieserfahrung aufweist (vgl. Abb. 24). Mit Vollendung des 17. Lebensjahres erlischt die Zugangsberechtigung zur individualprophylaktischen Versorgung. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Gesundheitsvorsprung 3,3 Zähne. Bis zum 50. Lebensjahr reicht die Wirkung der Individualprophylaxe, so daß der Gesundheitsvorsprung auf 5,2 Zähne ausgebaut werden kann. In den folgenden Lebensjahren bleibt der Abstand zwischen säkularem und individualprophylaktischem Trend konstant.

Als Summenindex faßt der DMFT die Entwicklungen seiner Komponenten zusammen. Welchen Einfluß die Individualprophylaxe jeweils auf die Zahl kariöser, gefüllter und fehlender Zähne hat, zeigt Abbildung 25 (vgl. Abb. 25). Zwischen dem 6. und 18. Lebensjahr führt die Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen dazu, daß weniger Zähne kariös, gefüllt und extrahiert werden. Bei den kariösen Zähnen wird ein Gesundheitsvorsprung von 0,6 Zähnen erzielt. Dieser baut sich jedoch bis zum 50. Lebensjahr ab, so daß ab diesem Zeitpunkt die Zahl der kariösen Zähne im individualprophylaktischen und säkularen Trend identisch ist. Vor dem 15. Lebensjahr spielt der Zahnverlust keine Rolle, mit der Folge, daß der Gesundheitsvorsprung am Ende der individualprophylaktischen Versorgung mit 0,3 Zähnen gering ausfällt. Da die Wirkung der Individualprophylaxe aber noch in den folgenden 22 Jahren zu spüren ist, kann sich der Gesundheitsvorsprung auf 1,9 Zähne versechsfachen. Bei den gefüllten Zähnen bleibt der im Alter von 17 Jahren erreichte Vorteil von 3,3 Zähnen über den gesamten Beobachtungszeitraum konstant.

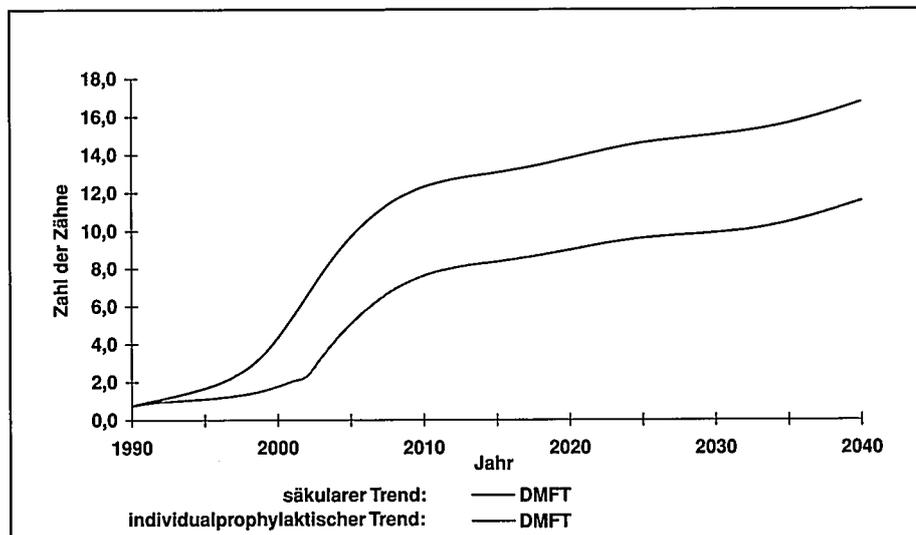


Abbildung 24: Entwicklung der Karieserfahrung (DMFT) eines 6jährigen des Jahres 1990 von 1990 bis 2040

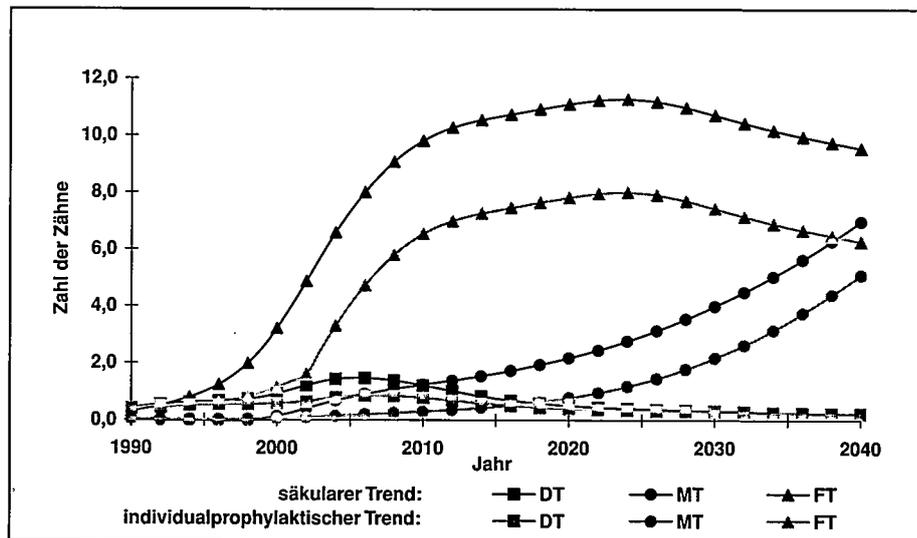


Abbildung 25: Entwicklung der kariösen, fehlenden und gefüllten Zähne eines 6jährigen des Jahres 1990 von 1990 bis 2040

Während das Ergebnis bei den kariösen und fehlenden Zähnen aus qualitativer Sicht durchaus typisch ist, hängt die Entwicklung der gefüllten Zähne stark von den Annahmen an die Wirkung der Individualprophylaxe ab. Je nach Annahmenkonstellation kann die Zahl der gefüllten Zähne ganz oder zumindest teilweise über der Zahl des säkularen Trends liegen.

6.3 Wirtschaftliche Effekte der Individualprophylaxe

Am Beispiel eines 6jährigen des Jahres 1990 wurde gezeigt, daß die individualprophylaktische Versorgung die Mundgesundheit über das Niveau des säkularen Trends hinaus verbessert. Die damit verbundenen Veränderungen des zahnärztlichen Honorarumsatzes sind in den Abbildungen 26 und 27 (vgl. Abb. 26 und Abb. 27) dargestellt.

Die jährlichen Honorarumsätze für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Füllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen verringern sich unter dem Einfluß der Individualprophylaxe. Dabei ist der Rückgang bei den Füllungen über den gesamten Beobachtungszeitraum am größten. Werden diese drei Kernleistungen zusammengefaßt, so liegt der Honorarumsatz im individualprophylaktischen Trend durchschnittlich um 25 Prozent unter dem Honorarumsatz des säkularen Trends.

Für die Kernleistungen Extraktionen, festsitzender und herausnehmbarer Zahnersatz stellt sich der Einfluß der Individualprophylaxe nicht so einheit-

lich dar. Bis zum 50. Lebensjahr werden einem 6jährigen des Jahres 1990, der individualprophylaktische Leistungen nachfragt, weniger Zähne extrahiert und es wird demzufolge auch ein geringerer Honorarumsatz erzielt.

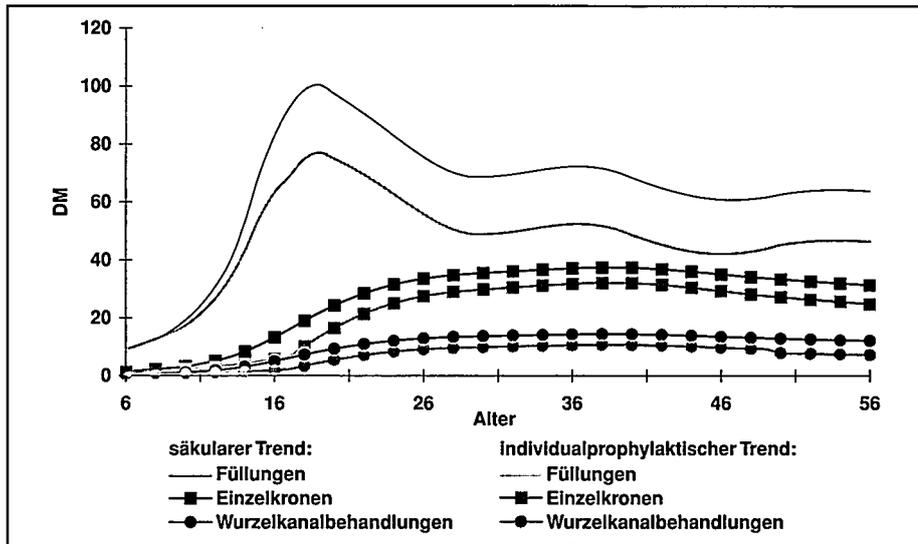


Abbildung 26: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Füllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen (in DM)

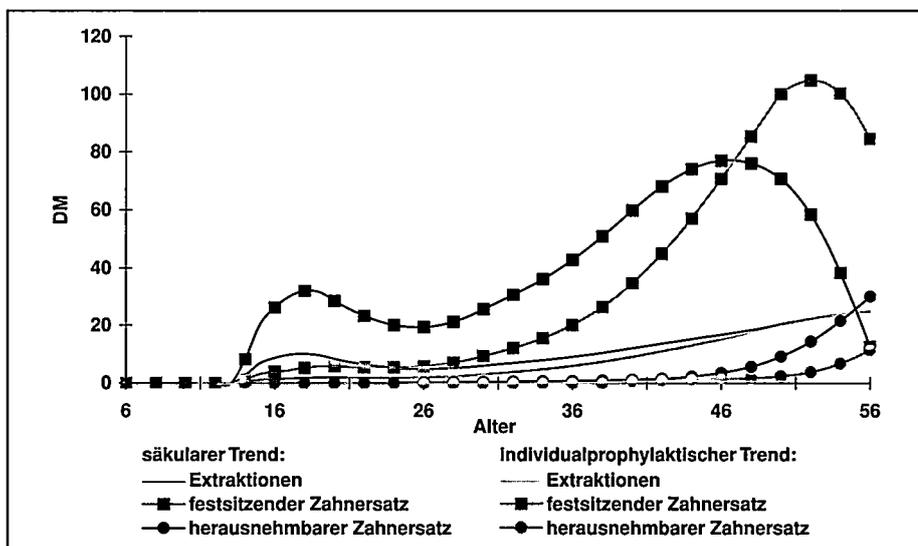


Abbildung 27: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Extraktionen, festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz (in DM)

Diese Verschiebung des Zahnverlustes im Lebensbogen nach hinten führt zu deutlichen Veränderungen bei den jährlichen Honorarumsätzen für fest-sitzenden und herausnehmbaren Zahnersatz. Bis zum 46. Lebensjahr liegt der Honorarumsatz für die Brückenversorgung im individualprophylaktischen Trend unter dem Niveau des säkularen Trends, um ihn dann deutlich zu übersteigen. Für den herausnehmbaren Zahnersatz kommt es erst ab dem 46. Lebensjahr zu einer bemerkenswerten Abweichung. Ab diesem Zeitpunkt öffnet sich die Schere zwischen säkularem und individualprophylaktischem Trend jedoch recht schnell.

Insgesamt wird für einen 6jährigen des Jahres 1990 – bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum – mit der prothetischen Versorgung nominal ein geringerer Honorarumsatz erwirtschaftet.

Die Umsatzveränderungen, welche sich im Beispielszenario für den zahnärztlichen Sektor ergeben, werden durch Summation der mit Hilfe des Bevölkerungsmoduls hochgerechneten individuellen Honorarumsätze ermittelt.

Zahnärztlicher Sektor (konstante Bevölkerung)

Durch die Wahl einer konstanten Bevölkerung konzentriert sich die Analyse der Entwicklung des Honorarumsatzes auf den unmittelbaren Einfluß einer sich verändernden Mundgesundheit. Allein durch den säkularen Trend, d. h. ohne den Einfluß der Individualprophylaxe, verbessert sich die Mundgesundheit der Bevölkerung. Dies führt dazu, daß der Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor zwischen 1990 und 2040 nahezu linear von 16,3 Mrd. DM auf 15,9 Mrd. DM sinkt (vgl. Abb. 28). Hauptverantwortlich für diese Entwicklung ist ein Rückgang des Honorarumsatzes bei der teil- und vollprothetischen Versorgung, der durch einen leichten Honorarzuwachs im Bereich des fest-sitzenden Zahnersatzes nicht kompensiert werden kann.

Mit Einführung der Individualprophylaxe – im Simulationsmodell ist dies das Jahr 1990 – erhöht sich der Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor um 140 Mio. DM. Dies ist allein auf die Teilnahme von 10 Prozent der inanspruchnahmeberechtigten Kinder und Jugendlichen an der individualprophylaktischen Versorgung zurückzuführen. Bis 1998 wächst der Abstand zur säkularen Entwicklung des Honorarumsatzes, im wesentlichen wegen der steigenden Inanspruchnahmequote, auf 348 Mio. DM (vgl. Abb. 28). In den anderen Kernleistungsbereichen treten zu Beginn des Beobachtungszeitraums nur geringe Abweichungen zur säkularen Entwicklung des Honorarumsatzes auf. Das Jahr 1998 markiert gleichzeitig eine Trendwende. Im Jahr 2018 liegt der individualprophylaktisch beeinflusste Honorarumsatz erstmals unter dem des säkularen Trends. Bis ins Jahr 2040 wächst diese Differenz auf 148 Mio. DM. Aufgrund der zahnmedizinischen Effekte der Individualprophylaxe sinken, mit Ausnahme des fest-sitzenden Zahnersatzes,

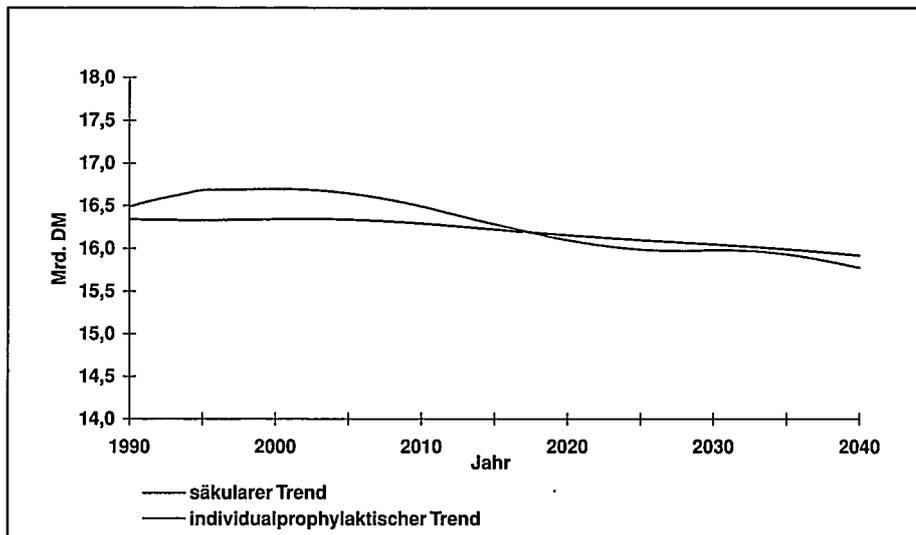


Abbildung 28: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit konstanter Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040

die Umsätze in den einzelnen Leistungsbereichen der zahnärztlichen Versorgung deutlich. Der im Bereich der Individualprophylaxe und der Brückenversorgung erzielte höhere Honorarumsatz kann diese Honorareinbußen nicht ausgleichen.

Zahnärztlicher Sektor (variable Bevölkerung)

Abbildung 29 vermittelt einen Einblick in die große Bedeutung der demographischen Komponente auf die Entwicklung des Honorarumsatzes. Der umsatzmindernde Einfluß einer säkularen Verbesserung der Mundgesundheit wird durch den prognostizierten Bevölkerungsanstieg mehr als ausgeglichen. Ausgehend von 15,9 Mrd. DM im Jahr 1990 steigt der säkulare Honorarumsatz bis 2007 auf 16,7 Mrd. DM (vgl. Abb. 29). Etwa die Hälfte dieses Honoraranstieges entfällt auf die Leistungsbereiche Füllungen und Kronen. In der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraums wirken die säkulare Verbesserung der Mundgesundheit und der Bevölkerungsrückgang in die gleiche Richtung, mit der Folge, daß der Honorarumsatz bis ins Jahr 2040 auf 14,8 Mrd. DM sinkt. Im Zeitraum zwischen 2010 und 2040 sinkt der säkulare Honorarumsatz in allen zahnärztlichen Leistungsbereichen mit Ausnahme des herausnehmbaren Zahnersatzes. Die positive Entwicklung des säkularen Honorarumsatzes bei den Teil- und Vollprothesen steht in einem engen Zusammenhang mit dem Wachstum der Bevölkerungsgruppe der über 60jährigen.

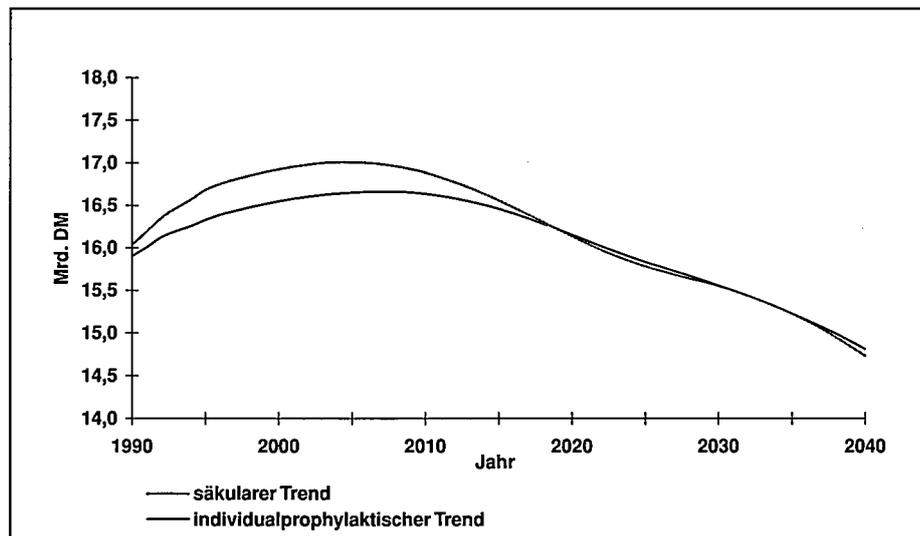


Abbildung 29: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit variabler Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040

Ähnlich wie im Falle einer konstanten Bevölkerung sind bei der individualprophylaktisch beeinflussten Entwicklung des Honorarumsatzes zwei Phasen zu erkennen. Im Zeitraum zwischen 1990 und 2018 wird der Honorarumsatz des säkularen Trends zunächst übertroffen (vgl. Abb. 29). Mit 368 Mio. DM kann der größte Überschuß im Jahr 2000 erzielt werden. Sein Maximum von 17,0 Mrd. DM erreicht der Honorarumsatz des individualprophylaktischen Trends im Jahr 2005. In den folgenden Jahren bewirken der Rückgang der Bevölkerung und eine auf die Individualprophylaxe zurückzuführende Verbesserung der Mundgesundheit eine Umkehr der Entwicklung. Im Jahr 2040 liegt der Honorarumsatz im individualprophylaktischen Trend mit 14,7 Mrd. DM um 1,3 Mrd. DM unter dem Volumen des Startjahres 1990. Im Vergleich zur konstanten Bevölkerung fällt auf, daß die Umsatzdifferenz zwischen individualprophylaktischem und säkularem Trend geringer ausfällt. Dies liegt daran, daß die Altersgruppe der 20-40jährigen, in welcher die auf Individualprophylaxe zurückzuführenden Honorarrückgänge pro Kopf am größten sind, bei einer variablen Bevölkerung deutlich kleiner ist als bei einer konstanten Bevölkerung.

Eine Antwort auf die Frage, welche finanzielle Wirkung die Individualprophylaxe bei variabler Bevölkerung in den einzelnen zahnärztlichen Leistungsbereichen entfaltet, geben die Abbildungen 30 und 31 (vgl. Abb. 30 und Abb. 31).⁷

⁷ Die aus den Abbildungen abgeleiteten Aussagen, gelten – qualitativ – auch für den Fall einer konstanten Bevölkerung.

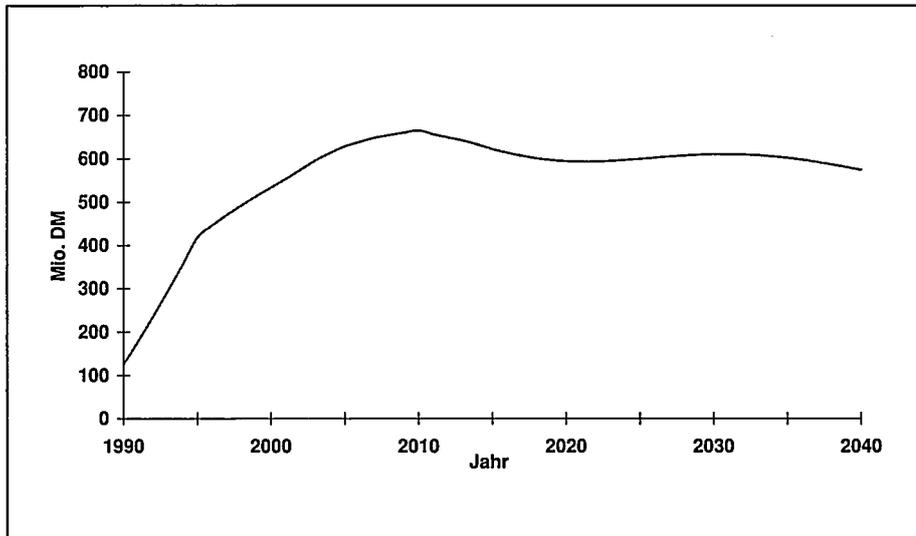


Abbildung 30: Individualprophylaktischer Honorarumsatz mit variabler Bevölkerung (in Mio. DM) von 1990 bis 2040

Im Jahre 1990 beträgt das Honorarvolumen, welches im Rahmen der individualprophylaktischen Versorgung erzielt wird, 126 Mio. DM. In den ersten Jahren des Beobachtungszeitraums führen das Bevölkerungswachstum und der Anstieg der Inanspruchnahmequote zu einem steigenden Honorarumsatz. Der im Jahre 2000 einsetzende Bevölkerungsrückgang wird zunächst durch eine weiter steigende Inanspruchnahmequote kompensiert. Mit 665 Mio. DM im Jahr 2010 erreichen die Umsatzzahlen ihr Maximum. Ab diesem Jahr überwiegt jedoch die demographische Entwicklung, so daß der individualprophylaktische Honorarumsatz eine sinkende Tendenz aufweist (vgl. Abb. 30).

Die durch Individualprophylaxe ausgelösten Veränderungen des Honorarvolumens werden als Differenz zwischen den Honorarumsätzen im individualprophylaktischen und im säkularen Trend berechnet. Abbildung 31 zeigt, daß im Beispielszenario die individualprophylaktische Versorgung zu sehr deutlichen Rückgängen des Honorarvolumens in den Leistungsbereichen Füllungen, Wurzelkanalbehandlungen und Kronen führt. Im Jahr 2040 betragen diese Rückgänge bei den Füllungen 354 Mio. DM, bei den Wurzelkanalbehandlungen 81 Mio. DM und bei den Kronen 111 Mio. DM. Der bis in das Jahr 2024 zu beobachtende Rückgang des Honorarumsatzes bei den Extraktionen erfährt gegen Ende des Beobachtungszeitraums eine leichte Trendwende und liegt im Jahr 2040 bei 43 Mio. DM (vgl. Abb. 31).

Für die Leistungsbereiche festsitzender und herausnehmbarer Zahnersatz kann die zeitliche Entwicklung der Veränderungen des Honorarumsatzes in

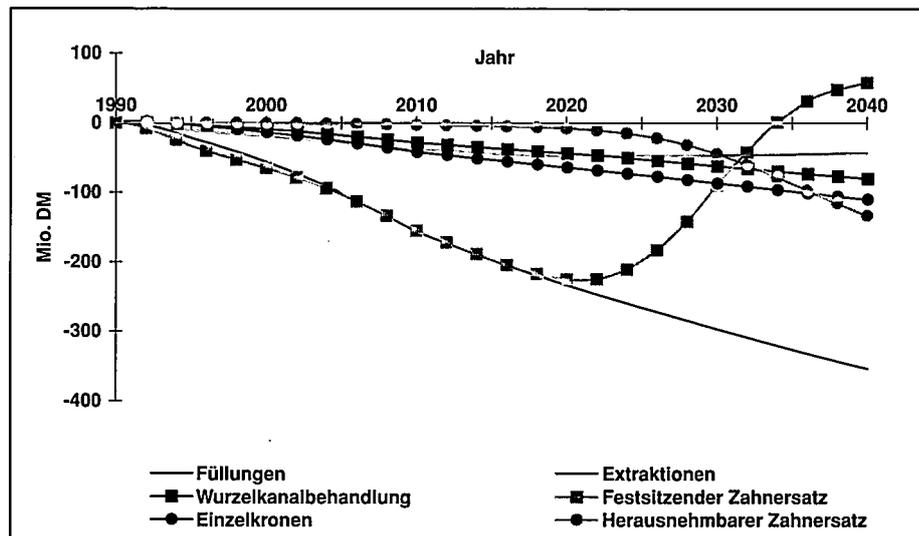


Abbildung 31: Veränderungen des Honorarumsatzes in den einzelnen zahnärztlichen Leistungsbereichen durch Individualprophylaxe mit variabler Bevölkerung (in Mio. DM) von 1990 bis 2040

zwei Phasen eingeteilt werden. Während beim herausnehmbaren Zahnersatz in den Jahren zwischen 1990 und 2020 nahezu keine Abweichungen zu beobachten sind, geht der Honorarumsatz in der Brückenversorgung im gleichen Zeitraum um 225 Mio. DM zurück. Ab dem Jahr 2020 steigen – so die Prognose – die mit feststehendem Zahnersatz erwirtschafteten Honorarumsätze und erzielen im Jahr 2040 ein Umsatzplus von 58 Mio. DM. Gleichzeitig sinkt der Honorarumsatz mit Teil- und Vollprothesen um 133 Mio. DM (vgl. Abb. 31). Diese Entwicklung beruht darauf, daß Individualprophylaxe zu einer Verschiebung des Zahnverlustes von „jung“ nach „alt“ führt. Aus diesem Grund verliert die Brückenversorgung in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums in den unteren Altersgruppen an Bedeutung, während sie in der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraums für die höheren Altersgruppen an Bedeutung gewinnt. Dadurch sinkt der zahnmedizinische Bedarf an teil- und vollprothetischen Versorgungsformen.

Zahnärztliche Praxisinhaber (variable Bevölkerung)

Einen Eindruck, wie sich die Einnahmensituation eines niedergelassenen Zahnarztes in Zukunft darstellen könnte, erhält man, indem der Gesamthonorarumsatz im zahnärztlichen Sektor auf die Praxisinhaber umgelegt wird. Im Beispielszenario wird angenommen, daß sich die Zahl der zahnärztlichen Praxisinhaber zwischen 1990 und 2040 verdoppelt (vgl. hierzu Kap. 6.1). Wie Abbildung 32 zeigt (vgl. Abb. 32), wird eine solche

Entwicklung den wirtschaftlichen Einfluß der Individualprophylaxe deutlich dominieren. Während der Gesamthonorarumsatz im zahnärztlichen Sektor erst gegen Ende des Beobachtungszeitraums knapp unter das Niveau des Ausgangsjahres sinkt, weist die Entwicklung des Honorarumsatzes auf individueller Ebene eine eindeutig sinkende Tendenz auf. Sowohl im säkularen als auch im individualprophylaktischen Trend reduziert sich der Honorarumsatz unter obiger Annahme um etwa 50 Prozent.

Demgegenüber nimmt sich der Einfluß der Individualprophylaxe gering aus. Bis ins Jahr 2020 führt die individualprophylaktische Versorgung zu einem Mehrumsatz, welcher ein Volumen von 9 Tsd. DM pro Jahr aber nicht überschreitet. In der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraums besteht zwischen dem individualprophylaktischen und dem säkularen Trend kein nennenswerter Unterschied.

Wichtig ist, daß der Umsatzes nur eine Seite des betriebswirtschaftlichen Geschehens einer Zahnarztpraxis widerspiegelt. Die Frage, wie der Einnahmenüberschuß auf Veränderungen des Honorarumsatzes reagiert, kann aus dem Modell heraus nicht beantwortet werden (vgl. Kapitel 3.4).

Da die Erbringung individualprophylaktischer Leistungen für den Zahnarzt mit personellem und materiellem Mehraufwand verbunden ist, erscheint es jedoch wahrscheinlich, daß der Einnahmenüberschuß in der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraums unter das Niveau des säkularen Trends sinkt.

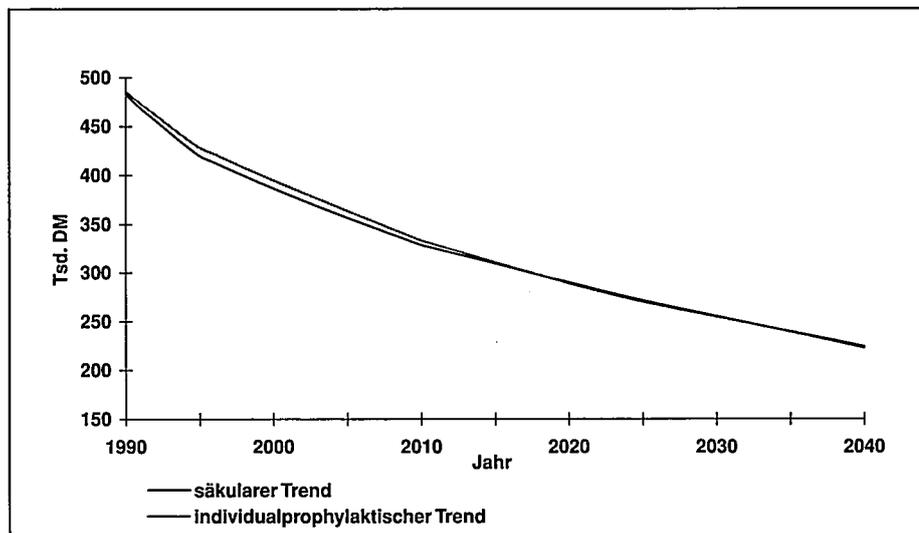


Abbildung 32: Honorarumsatz pro zahnärztlichem Praxisinhaber mit variabler Bevölkerung (in Tsd. DM) von 1990 bis 2040

7 Ausblick

Die Zielsetzung des vorgestellten Simulationsmodells besteht darin, die langfristigen ökonomischen Effekte der individualprophylaktischen Versorgung von Kindern und Jugendlichen im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung abzuschätzen. Dieses Vorhaben erfordert einen Brückenschlag zwischen der Oralepidemiologie und der Ökonomie, zwei wissenschaftlichen Disziplinen, welche in der Regel unverknüpft nebeneinanderstehen. In der konkreten Umsetzung wurde die Mundgesundheit, ausgedrückt durch den DMFT-Index, als Determinante der zahnärztlichen Tätigkeit aufgefaßt. Die mit der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen einhergehende Verbesserung der Mundgesundheit beeinflusst den Bedarf an konservierend-chirurgischen beziehungsweise prothetischen Leistungen und damit auch die wirtschaftliche Entwicklung im zahnärztlichen Sektor.

Ein grundsätzliches Problem der Modellentwicklung beruht auf den unterschiedlichen Fragestellungen, welche die oralepidemiologische und die ökonomische Forschung an gleiche Sachverhalte richten. Dies führt dazu, daß die zur inhaltlichen Aufladung des Modells erforderlichen Daten nicht beziehungsweise nicht in geeigneter Form publizierten Quellen entnommen werden konnten. Durch entsprechende Sonderzählungen der Ursprungsdaten oralepidemiologischer Studien und zahnärztlicher Abrechnungsstatistiken konnte dieser Informationsmangel teilweise überwunden werden. Wo dieser Weg nicht beschritten werden konnte, stützt sich das Modell auf Annahmen, die unter Einbezug von Expertenwissen formuliert wurden. Für die Zukunft ist es wünschenswert, bei der Datenerhebung die Zusammenhänge zwischen (zahn-)medizinischen und wirtschaftlichen Aspekten der Gesundheitsversorgung stärker zu berücksichtigen, um die problemgerechte Verzahnung beider wissenschaftlicher Disziplinen zu fördern.

Die durch individualprophylaktische Leistungen ausgelösten ökonomischen Veränderungen im zahnärztlichen Sektor weisen keinen monokausalen Zusammenhang auf, sondern unterliegen einer theoretisch unbegrenzten Zahl von Einflußfaktoren. Angesichts dieser Komplexität kann das Modell nur einen Ausschnitt aus der Realität darstellen. Bestimmte Zusammenhänge, die im Zentrum des Interesses stehen, werden somit in den Vordergrund gerückt. Im einzelnen sind dies die Wirksamkeit und Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen, die Bevölkerungsentwicklung und die Zahl der niedergelassenen Zahnärzte. Diese Größen können durch den Benutzer des Simulationsmodells beliebig variiert werden.

Wie jede andere Prognose schreibt das Simulationsmodell die aus Daten der Vergangenheit abgeleiteten Entwicklungen in die Zukunft fort. Strukturbrüche oder unerwartete Einflüsse, wie sie beispielsweise durch Veränderungen der Patientenselbstbeteiligung im Bereich der prothetischen Versorgung ausgelöst werden können, wurden nicht in die mathematische Struktur des Modells eingebaut. Zwar ist dies grundsätzlich durch die Verwendung stochastischer, d.h. zufallsabhängiger Variablen möglich, allerdings erscheint es zum jetzigen Zeitpunkt fraglich, inwieweit dies die Aussagekraft des Simulationsmodells erhöhen könnte.

In seiner aktuellen Fassung spiegelt das Modell die auf Karieserkrankungen zurückzuführenden Honorarumsätze wieder. Um die inhaltliche Reichweite des Modells zu erweitern, sollte bei einer Weiterentwicklung dem Einbau der Parodontalerkrankungen die höchste Priorität eingeräumt werden. Unabdingbare Voraussetzung für ein solches Vorhaben ist, daß die oralepidemiologische Forschung die dazu notwendige Datenbasis erweitert. Im Bereich der Karies könnte das Modell durch die Verwendung von Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Zuständen „Gesund“, „Kariös“, „Gefüllt“ und „Fehlend“ eines Zahnes modifiziert werden. Ob dies in absehbarer Zeit möglich sein wird, erscheint offen, da die zur Datenerhebung notwendigen Längsschnittstudien eine mehrjährige Laufzeit und damit verbunden einen hohen logistischen und finanziellen Aufwand erfordern. Ein wichtiger Faktor, der bisher nicht ausreichend durch die Modellstruktur abgebildet wird, ist die Veränderung des zahnärztlichen Behandlungsansatzes hin zu minimalinvasiven Methoden. Um diesen Aspekt berücksichtigen zu können, sind oralepidemiologische Studien über die Interdependenzen zwischen der Behandlungsmethode und der Entwicklung der Mundgesundheit erforderlich. Bisher berücksichtigt das Modell lediglich die individualprophylaktische Versorgung von Kindern und Jugendlichen. Da für die Zukunft von einer steigenden Bedeutung der Erwachsenenprophylaxe ausgegangen werden kann, ist eine Weiterentwicklung des Modells in diese Richtung sicher sinnvoll. Um die wirtschaftlichen Effekte für den niedergelassenen Zahnarzt detaillierter abbilden zu können, muß das Modell um den Aspekt der betriebswirtschaftlichen Kosten erweitert werden. Dies ist jedoch nur möglich, wenn ein geeigneter Datenbestand geschaffen wird.

Als wesentliches Ergebnis der präsentierten Beispielrechnung – vgl. Kapitel 6 – bleibt festzuhalten, daß mit Einführung der Individualprophylaxe das Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor zunächst spürbar ansteigt. Dieser Effekt ist unmittelbar an die Vergütung der individualprophylaktischen Leistungen geknüpft. In den folgenden Jahren führt die individualprophylaktische Versorgung zu einer Verbesserung der Mundgesundheit. Die daraus resultierenden Rückgänge der Honorarumsätze in den Bereichen der konservierend-chirurgischen und prothetischen Versorgung können etwa ab der Mitte des Beobachtungszeitraums trotz steigender Inanspruchnahmequoten nicht mehr durch die individualprophylaktischen Einnahmen kom-

pensiert werden. Das Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor beginnt zu sinken.

Wie sich dieses Ergebnis unter *ceteris paribus*-Bedingungen verändert, zeigt Abbildung 33 (vgl. Abb. 33). Wird ein höherer Wirkungsgrad der Individualprophylaxe als im Beispielszenario unterstellt, so liegt das Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor vollständig unter dem Referenzniveau. Verantwortlich dafür ist, daß die konservierend-chirurgischen und prothetischen Honorarumsätze sinken, ohne daß in der individualprophylaktischen Versorgung ein Mehrumsatz erzielt werden kann. Eine höhere Inanspruchnahmequote erhöht zunächst das zahnärztliche Honorarvolumen, da der individualprophylaktische Umsatz die Honorarrückgänge in den anderen Bereichen deutlich übertrifft. Im letzten Drittel des Beobachtungszeitraums halten sich der Anstieg und der Rückgang etwa die Waage, so daß der Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit dem des Beispielszenarios übereinstimmt. Werden sowohl ein höherer Wirkungsgrad als auch eine höhere Inanspruchnahmequote der Individualprophylaxe vorgegeben, sind ab der Mitte des Beobachtungszeitraums die größten Rückgänge des zahnärztlichen Honorars zu verzeichnen.

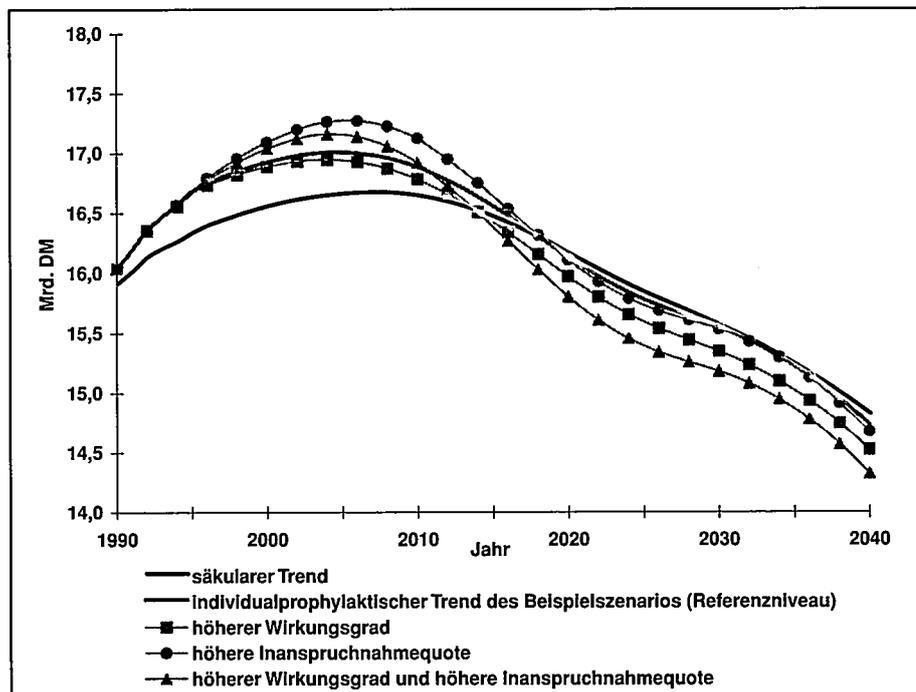


Abbildung 33: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit variabler Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040

Verschiedene Handlungsalternativen, die sich den Akteuren im Gesundheitswesen vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse anbieten, werden im folgenden kurz umrissen.

Da die Vergütung der Individualprophylaxe für Kinder und Jugendliche von der Solidargemeinschaft der gesetzlichen Krankenversicherung übernommen wird, ist die individuelle Entscheidung über eine Inanspruchnahme des Versorgungsangebotes frei von finanziellen Aspekten. Die regelmäßige Teilnahme an der individualprophylaktischen Versorgung führt zu einer nachhaltigen Verbesserung der Mundgesundheit. Dies hat zur Folge, daß der erwachsene Patient zunächst weniger prothetische Leistungen nachfragt, was in einem System mit Selbstbeteiligungen eine direkte finanzielle Entlastung bedeutet. Jedoch kann der Zahnverlust nicht vollständig verhindert, sondern in erster Linie „nur“ zeitlich verschoben werden, so daß der Bedarf an prothetischen Versorgungsformen und damit auch das finanzielle Engagement im fortgeschrittenen Alter wieder ansteigt. Obwohl der Beobachtungszeitraum des Modells 50 Jahre umfaßt, kann die Frage, ob ein Patient über seinen gesamten Lebensbogen finanziell be- oder entlastet wird, nicht beantwortet werden. Eine solche Information ist auch zu abstrakt, als daß sie das individuelle Verhalten beeinflussen könnte. Wichtig ist die Erkenntnis, daß der in der Jugend erzielte Gesundheitsvorsprung sich langsam Schritt für Schritt verbraucht, dieser Abbau aber durchaus verhindert werden kann. Angesichts eines gestiegenen allgemeinen Gesundheitsbewußtseins kann die Bereitschaft des erwachsenen Patienten, sich aktiv – auch finanziell – an der individualprophylaktischen Versorgung zu beteiligen, als hoch eingeschätzt werden.

Bisher stellen die Ausgaben für die individualprophylaktische Versorgung von Kindern und Jugendlichen für die gesetzlichen Krankenkassen eine Investition in die Zukunft dar, deren langfristige finanzielle Effekte unsicher sind. Die Erwartungen, daß die Individualprophylaxe kurzfristig zu deutlichen Einsparungen führt (vgl. Saekel, 1994), kann durch die Ergebnisse des Beispielszenarios nicht gestützt werden. Rein monetäre Gesichtspunkte sind als alleiniger Bewertungsmaßstab der Prävention jedoch vollkommen ungeeignet, da sie den an die Verbesserung der Mundgesundheit geknüpften Nutzen eines Patienten außer acht lassen. Eine – nicht abschließende – Zusammenstellung von Nutzenaspekten, welche zu einer umfassenden Beurteilung der Prävention unerlässlich ist, kann der Tabelle 7 (vgl. Tab. 7) entnommen werden.

Darüber hinaus zeigt Abbildung 33 (vgl. Abb. 33), daß durch eine Erhöhung des Wirkungsgrades und der Inanspruchnahmequote individualprophylaktischer Leistungen das Einsparvolumen für die Krankenkassen deutlich wächst. Ein höherer Wirkungsgrad der Individualprophylaxe kann durch qualitätssichernde Maßnahmen oder durch eine Umgestaltung des individualprophylaktischen Leistungsprogramms erreicht werden. An eine mögliche Umgestaltung sind auch Vergütungsfragen geknüpft, zu deren Beantwortung

Tabelle 7: Nutzenaspekte der Kariesprävention

- Schmerzfreiheit
- Vollständige Kariesfreiheit
- Verbesserte Okklusion
- Soziale Akzeptanz
- Psychologischer Wert eigener Zähne
- Weniger unansehnliche Versorgungen
- Weniger Fehlzeiten in Schule und Beruf
- Weniger Extraktionen
- Weniger Angst

Quelle: Schwarz, 1998

tung das Simulationsmodell wertvolle Hinweise liefern kann. Für die Simulationsrechnungen kann die Höhe des zahnärztlichen Honorars aller abgebildeten Leistungen verändert werden. Wie bereits angesprochen, können die in der Jugend erzielten Erfolge der Individualprophylaxe stabilisiert werden. Jedoch sind die Möglichkeiten, den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkasse um Maßnahmen zur Erwachsenenprophylaxe auszudehnen, angesichts des engen finanziellen Spielraums limitiert. Ein Anreizsystem, welches die Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen durch den erwachsenen Patienten fördert, erscheint vorteilhaft. Beispielsweise könnten diese Anreize durch die Etablierung eines individualprophylaktischen Zuschußsystems oder durch Anknüpfung an das bestehende Bonus-system in der prothetischen Versorgung geschaffen werden.

Eine repräsentative Befragung niedergelassener Zahnärzte (vgl. Schneller, Micheelis und Mittermeier, 1998) zeigt, daß sich der präventive Gedanke bei der Zahnärzteschaft eindeutig durchgesetzt hat. Über 90 Prozent der Zahnärzte halten eine moderne Zahnmedizin ohne Prophylaxe für kaum noch vorstellbar. Etwa zwei Drittel der Zahnärzte schätzen jedoch die heutigen oralpräventiven Methoden für noch nicht dauerhaft wirksam genug ein. In der Tat belegen zahlreiche Studien, daß zum Beispiel Fissurenversiegelungen nur eine begrenzte Zeit die Zahnflächen schützen, daß Fluoridierungsprogramme oft zu früh abgebrochen werden und daß Maßnahmen der Aufklärung und Motivierung zu einer verbesserten Selbstvorsorge bislang häufig noch nicht in ausreichendem Maß zu Hause umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund ist auch die Aussage einzuordnen, daß mit der Individualprophylaxe alle Altersgruppen erfaßt werden sollen und Maßnahmen zur Förderung der Patientenmitarbeit im Vordergrund stehen. Die deutsche Zahnärzteschaft hat zu diesem Themenkomplex bereits 1995 ein umfassendes Konzept unter dem Titel „Prophylaxe ein Leben lang“ vorgelegt (vgl. IDZ, 1998).

Im Hinblick auf das Thema der Finanzierung der Individualprophylaxe sprechen sich die Zahnärzte sehr deutlich für eine finanzielle Direktbeteiligung

der erwachsenen Patienten aus, um über dieses gesundheitsökonomische Steuerungsinstrument deren Compliance zu erhöhen. Knapp 40 Prozent der im Rahmen der oben erwähnten Studie befragten Zahnärzte sind der Auffassung, daß sich die Individualprophylaxe finanziell nicht trägt. Diese Aussage findet ihre Bestätigung in den Ergebnissen der Beispielrechnung. Mit Einführung der Individualprophylaxe erhöht sich zunächst das Honorarvolumen eines durchschnittlichen Zahnarztes. Diesen Mehreinnahmen stehen jedoch Investitionsausgaben und laufende Kosten, zum Beispiel für die Einrichtung eines Prophylaxeraumes oder die Anstellung einer Prophylaxehelferin, seitens des Zahnarztes gegenüber. Somit führen die Mehreinnahmen nicht automatisch zu einem höheren Gewinn für den Zahnarzt. Gleichzeitig zeigen die Modellergebnisse auch, daß der Einfluß einer steigenden Zahl niedergelassener Zahnärzte einen deutlich größeren Einfluß auf die Einnahmenentwicklung hat als die Individualprophylaxe selbst.

Ohne Zweifel liegt das Ziel einer verbesserten Mundgesundheit im Interesse aller Akteure im Gesundheitswesen. Die individualprophylaktische Versorgung stellt im Verbund mit der Gruppen- und Kollektivprophylaxe ein geeignetes Instrument dar, dieses Vorhaben zu erfüllen. Da die Zahnärzte und Krankenkassen jedoch nicht die wirtschaftliche Seite ihres Handelns außer acht lassen können, ist die Frage nach den ökonomischen Effekten einer individualprophylaktischen Versorgung wichtig. Mit Hilfe des Simulationsmodells können Entwicklungstrends für unterschiedliche Umweltszenarien ermittelt werden. Die Möglichkeit, verschiedene Annahmenkonstellationen gleichsam „durchspielen“ zu können, verdeutlicht den heuristischen Charakter des Modells. In seiner jetzigen Fassung stellt das Simulationsmodell ein geeignetes Instrument zur Politikberatung dar, gestattet es doch einen kleinen Einblick in die Zukunft.

8 Zusammenfassung

In den westlichen Industrieländern hat sich der Umfang der Karieserfahrung in allen Altersgruppen während der letzten Jahrzehnte deutlich verringert. Auch für Deutschland ist dieses als „Caries Decline“ bezeichnete Phänomen in der oralepidemiologischen Forschungsliteratur gut dokumentiert. Hierzulande haben insbesondere Kinder und Jugendliche von dieser Entwicklung profitiert. Daß Leistungen der Kollektiv-, Gruppen- und Individualprophylaxe einen positiven Einfluß auf diese Entwicklung ausüben, wird heute nicht mehr ernsthaft in Frage gestellt.

Während hinsichtlich der zahnmedizinischen Prophylaxeeffekte ein Grundkonsens besteht, werden die induzierten wirtschaftlichen Effekte für das Gesundheitswesen sehr unterschiedlich beurteilt. Die Einschätzungen reichen von Einsparungen in Milliardenhöhe bis hin zu einem annähernd gleichbleibenden Ausgabenvolumen. Den gesundheitspolitischen Akteuren helfen solche Aussagen wenig, wenn es darum geht, Entscheidungen hinsichtlich des zahnmedizinischen Leistungskataloges und der Leistungsvergütung zu treffen.

Um eine solide Basis für die Diskussion des Einflusses einer individualprophylaktischen Versorgung von Kindern und Jugendlichen auf das zahnärztliche Honorarvolumen zu schaffen, wurde das computergestützte Simulationsmodell „COSIMO-PX“ entwickelt. Erstmals wurden in einer klar definierten mathematischen Struktur demographische, oralepidemiologische und ökonomische Daten miteinander verknüpft. Der Prognosezeitraum umfaßt die Jahre 1989 bis 2040. Diese große Zeitspanne ist notwendig, da individualprophylaktische Maßnahmen ihre Wirkung auf die Mundgesundheit und damit auf die Ökonomie erst mittel- bis langfristig voll entfalten. Alle Berechnungen und daraus abgeleiteten Aussagen beziehen sich auf die alten Bundesländer.

Für die wirtschaftliche Situation des zahnärztlichen Sektors ist nicht nur die Entwicklung der Gesamtbevölkerung, sondern auch die Veränderung der Altersstruktur von Bedeutung. Zentrale Größen der modelleigenen Bevölkerungsprognose sind Geburten- und Sterbeziffern sowie Wanderungen. Im Trend stimmt die Prognose mit den publizierten Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes überein. Bis kurz nach der Jahrtausendwende steigt die Bevölkerungszahl, um anschließend kontinuierlich bis unter das Niveau

des Ausgangsjahres 1989 zu sinken. Gleichzeitig steigt der Anteil der älteren und alten Menschen deutlich an.

Wichtige Zielkrankheiten im Hinblick auf den oralen Gesundheitszustand sind Karies und Parodontopathien. Letztere konnten mangels geeigneter Daten nicht berücksichtigt werden, so daß das Simulationsmodell allein die Kariesdynamik widerspiegelt. Diese Einschränkung ist bei der Interpretation der Modellergebnisse zu beachten. Die Karieserfahrung eines Patienten wird mit Hilfe des DMFT-Index beschrieben. Als Summenindex erfaßt er die kariösen (D = decayed), fehlenden (M = missing) und gefüllten (F = filled) Zähne (T = teeth).

Eine notwendige Voraussetzung, um die Zusammenhänge zwischen der Individualprophylaxe und der Entwicklung des zahnärztlichen Honorarvolumens analysieren zu können, war die Definition eines sogenannten „säkularen Trends“ der Mundgesundheit als Bezugsgröße. Dieses theoretische Konstrukt gibt an, wie sich die Mundgesundheit im Prognosezeitraum dynamisch entwickeln würde, wenn es keine individualprophylaktische Versorgung gäbe. Im säkularen Trend spiegeln sich die allgemeinen Lebensumstände, das soziologische Gesundheitsbewußtsein der Bevölkerung, die Wirkung fluoridierter Zahnpasten und die Effekte der Gruppenprophylaxe. Auch in Zukunft, so die zentrale Annahme, wird der säkulare Trend zu einer weiteren Verbesserung der Mundgesundheit führen, allerdings wird sich diese Entwicklung zunehmend abschwächen.

Nimmt ein junger Patient an der im SGB V beschriebenen individualprophylaktischen Versorgung teil, so verbessert sich seine Mundgesundheit über das Niveau des säkularen Trends hinaus. Im Modell wurde berücksichtigt, daß sich der im Zeitraum der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen aufgebaute Erfolg nach dem Ausscheiden aus der Versorgung schrittweise wieder abbaut. Amerikanischen und Schweizer Studien zufolge hat sich der in der Jugend erarbeitete Gesundheitsvorsprung bis zum 45. bzw. bis zum 55. Lebensjahr verbraucht.

Das Modell erlaubt, die Entwicklung der Mundgesundheit auf individueller Ebene über den Lebensbogen zu verfolgen. Aus den jährlichen Veränderungsraten des DMFT wird das durchschnittliche zahnärztliche Leistungsgeschehen pro Kopf abgeleitet. Da aus naheliegenden Gründen die reale Vielfalt zahnärztlicher Versorgungsformen nicht vollständig im Modell wiedergegeben werden kann, wurden zur Beschreibung des Leistungsgeschehens folgende Leistungsgruppen gebildet: Neu- und Ersatzfüllungen, Einzelkronen, Wurzelkanalbehandlungen, Extraktionen, festsitzender und herausnehmbarer Zahnersatz. Diese Liste ist noch um die Individualprophylaxe zu erweitern, die jedoch als exogene Größe Eingang in das Modell findet.

Die Bewertung dieser Leistungsgruppen erfolgt anhand durchschnittlicher zahnärztlicher Honorare, welche aus den Abrechnungsdaten der gesetzli-

chen Krankenversicherung ermittelt wurden. Mit Hilfe der Ergebnisse der Bevölkerungsprognose wird zunächst das Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor bestimmt und anschließend auf die zahnärztlichen Praxisinhaber aufgeteilt.

Grundsätzlich vergleicht das Modell das zahnärztliche Honorarvolumen des säkularen Trends und das zahnärztliche Honorarvolumen unter Einfluß individualprophylaktischer Leistungen. Die an die Individualprophylaxe gekoppelte Verbesserung der Mundgesundheit führt in den anderen Leistungsgruppen zu Mengenveränderungen und damit auch zu einer Abweichung vom säkularen Honorarvolumen.

Über eine Benutzeroberfläche können wichtige Einflußfaktoren der individualprophylaktischen Versorgung – prinzipiell beliebig – variiert werden. Zu den Einflußfaktoren zählen der Wirkungsgrad und die Inanspruchnahmequote individualprophylaktischer Leistungen, die Anzahl zahnärztlicher Praxisinhaber und die Wahl zwischen einer konstanten bzw. variablen Bevölkerung.

In einem realitätsnahen Szenario (vgl. Kap. 6) erhöht sich mit Einführung der Individualprophylaxe zunächst das Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor. Dieser Anstieg ist allein auf die erstmalige Teilnahme von Kindern und Jugendlichen an der individualprophylaktischen Versorgung zurückzuführen. Kurzfristig treten in den anderen Leistungsgruppen keine nennenswerten Mengenveränderungen auf. Mit einsetzender Verbesserung der Mundgesundheit sinkt das für Neu- und Ersatzfüllungen, Einzelkronen, Wurzelkanalbehandlungen, Extraktionen, festsitzenden und herausnehmbaren Zahnersatz erzielte Honorarvolumen. Jedoch kann die Individualprophylaxe den Zahnverlust nicht dauerhaft verhindern, sondern verschiebt ihn von „jung“ nach „alt“. Dies führt dazu, daß das mit festsitzendem Zahnersatz erzielte Honorar etwa ab Mitte des Beobachtungszeitraums wieder ansteigt. Insgesamt kann dieser Anstieg gemeinsam mit den Einnahmen aus der individualprophylaktischen Versorgung den Rückgang in den anderen Leistungsgruppen jedoch nicht ausgleichen, so daß etwa ab Mitte des Beobachtungszeitraums das individualprophylaktisch beeinflusste Honorarvolumen im zahnärztlichen Sektor unter das Niveau des säkularen Trends sinkt. Interpretiert man die Individualprophylaxe als eine Gesundheitsinvestition, so können Erträge im Sinne von Einsparungen für das Gesundheitswesen erst mittel- bis langfristig erzielt werden. Eine allein auf die finanziellen Effekte der Prophylaxe reduzierte Diskussion erfaßt jedoch nur einen Teil der Wirklichkeit, da intangible, d. h. monetär nicht meßbare Kosten- und Nutzenaspekte, z. B. im Hinblick auf Schmerz- und Angstgefühle der Patienten – also Fragen der gesundheitlichen Lebensqualität –, außer acht gelassen werden.

Der in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums im zahnärztlichen Sektor auf Individualprophylaxe zurückzuführende Mehrumsatz entspricht nicht

automatisch einem höheren Einnahmenüberschuß für die niedergelassenen Zahnärzte. Um individualprophylaktische Leistungen in den Praxen erbringen zu können, müssen zunächst personelle und materielle Voraussetzungen geschaffen werden. Dies ist naturgemäß mit höheren Kosten für den Praxisinhaber verbunden.

9 Summary

Caries experience has decreased significantly in all age groups in the western industrialized nations over the last few decades. In Germany too the phenomenon of the decline in caries is well documented in the research literature on oral epidemiology. Children and adolescents are among the main beneficiaries of this trend in this country. No one now seriously doubts that collective, group and individual prophylactic provision is contributing positively to this development.

Whereas a basic consensus exists as to the preventive effects where dental health is concerned, the induced economic repercussions for the public health care system are subject to widely varying assessments. The estimates range from savings on a scale of billions of marks to virtually unchanged total expenditure. Such statements are of little help to those responsible for determining health policy in their decision-making on the catalogue of dental treatment services to be offered and the relevant remuneration.

To provide a firm foundation for discussing the effect of individual prophylactic care directed towards children and adolescents on the aggregate level of fees payable to dentists, the computer-aided simulation model "COSIMO-PX" was developed. Demographic, oral-epidemiological and economic data are here combined in a clearly defined mathematical structure for the first time. The forecast period runs from 1989 to 2040. This extended chronology is necessary because the full impact of individual prophylactic measures on oral health and hence also on the economy is felt only in the medium to long term. All the calculations and conclusions based on them apply to West Germany.

The economic situation of the dental sector is influenced not only by the overall population trend but also by changes in age structure. The central parameters of the model's population forecast are birth and death rates and migration. The forecast trend is in good agreement with the published results of the Federal Statistical Office. The population increases until just after the millennium and then falls steadily to a level just below that of the first year of the reference period, 1989. At the same time the proportion of elderly and old people rises significantly.

Important target pathologies for oral health status are caries and periodontopathies. The latter cannot be taken into account owing to the lack of ap-

propriate data, and so the simulation model reflects the dynamic variation of caries only. This restriction must be borne in mind when interpreting the model's results. A patient's caries experience is described by the DMFT index, which is a measure of the total number of Decayed (cariou), Missing and Filled Teeth.

To permit analysis of the correlations between individual prophylaxis and the variation of aggregate dentists' remuneration, a "secular trend" of oral health first had to be defined as a reference magnitude. This theoretical construct indicates what the dynamic variation of oral health over the forecast period would be in the absence of individual prophylactic care. The secular trend takes account of general living conditions, the population's sociological awareness of health issues, the effect of fluoridated toothpastes and the impact of group prophylaxis. According to the central assumption, the secular trend will lead to a further improvement in oral health in the future, although the rate of improvement will steadily decline.

If a young patient takes part in the individual prophylactic care programme described in Book V of the German Social Law Code (SGB V), his or her oral health will improve over and above the level of the secular trend. The model allows for the finding that the benefits accumulated over the period of utilization of individual prophylactic services are gradually eroded once the subject drops out. American and Swiss studies show that the health advantage gained in youth has been lost by the age of 45 and 55 respectively.

The model allows the variation of an individual's oral health to be tracked over the course of his or her life. Average per capita utilization of dental services can be determined from the annual rates of change in the DMFT index. Since the real diversity of forms of dental treatment can for obvious reasons not be completely reflected in the model, dental service provision is described in terms of the following treatment groups: new and replacement fillings; single crowns; root canal treatments; extractions; and fixed and removable prostheses. This list must be supplemented by individual prophylaxis, which, however, is incorporated in the model as an exogenic variable.

The valuation of these treatment groups is based on average dentist's fees, obtained from the payment records of the statutory medical insurance scheme. Aggregate fees in the dental sector are first determined on the basis of the results of the population forecast and then divided among the individual principals of dental practices.

The model is designed to compare aggregate dentists' fees according to the secular trend with aggregate dentists' fees as influenced by individual prophylactic provision. The improvement in oral health accruing from individual prophylaxis results in quantitative changes in the other treatment groups and hence in a departure from the "secular" level of aggregate fees.

A user interface is available to vary important determinants of individual prophylactic care; any degree of variation is in principle possible. These determinants include the efficiency and rate of utilization of individual prophylactic care services, the number of dental-practice principals and the choice of a static or variable population.

In a realistic scenario (cf. Section 6), aggregate fees in the dental sector initially increase with the introduction of individual prophylaxis. This rise is attributable solely to children and adolescents coming into individual prophylactic care for the first time. In the short term any changes in the other treatment groups are negligible. As oral health status improves, the aggregate level of fees earned for new and replacement fillings, single crowns, root canal treatments, extractions and fixed and removable prostheses declines. However, individual prophylaxis cannot prevent tooth loss permanently, but shifts it from "young" to "old". As a result, fees earned from fixed prostheses go up again from about the middle of the reference period. Overall, though, this increase, together with revenue from individual prophylactic care, is insufficient to compensate for the fall in the other treatment groups, so that aggregate fees in the dental sector as influenced by individual prophylaxis fall below the level of the secular trend from about the middle of the period of observation. If individual prophylaxis is deemed to be an investment in health, a return in terms of savings on public-health costs can be earned only in the medium to long term. Yet a debate confined to the financial effects of prophylaxis reflects only a part of the real situation, because it disregards intangible (i.e. non-monetary) cost-benefit aspects such as patients' subjective pain and anxiety – that is to say, matters of health-related quality of life.

The additional turnover from individual prophylaxis accruing to the dental sector in the first half of the reference period does not automatically correspond to higher surplus revenue for practising dentists. If a practice is to offer individual prophylactic services, it must first equip itself with the necessary staff and facilities. This of course entails higher costs for the principal.

10 Literaturverzeichnis

Ahacic, K., Barenthin, I., Thorslund, M.: Changes in Swedish dental health 1968-91. *Swed Dent J* 22 (1998), S. 211–222

Axelsson, P., Lindhe, J.: The effect of a preventive programme on dental plaque, gingivitis and caries in schoolchildren. Results after one and two years. *J Clin Periodontol* 1 (1974), S. 126–138

Axelsson, P., Lindhe, J., Nyström, B.: On the prevention of caries and periodontal disease. Results of a 15-year longitudinal study in adults. *J Clin Periodontol* 18 (1991), S. 182–189

Bauer, J., Neumann, Th., Saekel, R.: Mundgesundheit und zahnmedizinische Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland 1994. Erfolge, Defizite, Aussichten. Berlin 1995

Bretz, M.: Bevölkerungsvorausrechnungen: Statistische Grundlagen und Probleme. *Wirtschaft und Statistik* 4/1986, S. 233–260

Bundesministerium des Inneren (Hrsg.): Modellrechnungen zur Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2040. Bonn 1995

Dougllass, C. W., Gammon, M. D.: The epidemiology of dental caries and its impact on the operative dentistry curriculum. *J Dent Educ* 48 (1984), S. 547–555

Dünninger, P., Uhl, J., Einwag, J., Naujoks, R.: Die Veränderung der Mundgesundheit in der Bundesrepublik Deutschland – das Projekt A10. *Dtsch Zahnärztl Z* 50 (1995), S. 40–44

Fejerskov, O., Baelum, V.: Changes in prevalence and incidence of the major oral diseases. In: Guggenheim, B., Shapiro, S. (Eds.): *Oral Biology at the Turn of the Century: Misconceptions, Truths, Challenges and Prospects*. Basel, 1998

Hefti, A.: Einfluss der Prophylaxe auf die Entwicklung der Behandlungsbedürfnisse. *Schweiz Mschr Zahnmed* 96 (1986), S. 1314–1321

Hellwig, E.: Salzfluoridierung – ein effektiver und sicherer Weg der Kariesprophylaxe. *Oralprophylaxe* 20 (1998), S. 182–189

Hellwig, E.: Zahnmedizinische Prophylaxe – eine neue Herausforderung. Referat auf der Informationsveranstaltung „Zahnmedizinische Versorgung in Deutschland und in der Schweiz – ein Systemvergleich“ der KZBV am 03.12.1996 in Bonn

IDZ, *Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.)*: Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse des nationalen IDZ-Survey 1989. Köln 1991

IDZ, *Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.)*: Oral Health in Germany: Diagnostic Criteria and Data Recording Manual. Instructions for examination and documentation of oral health status. Köln 1992

- IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.):* Curriculum Individualprophylaxe in der vertragszahnärztlichen Versorgung. Handreichung für Referenten zur Fortbildung von Zahnärzten und zahnärztlichen Assistenzberufen. Köln 1993, 2. Auflage
- IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.):* Prophylaxe ein Leben lang. Ein lebensbegleitendes oralprophylaktisches Betreuungskonzept. Köln 1998, 2. Auflage
- IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.):* Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997. Köln 1999
- IfK, Informationsstelle für Kariesprophylaxe:* Deutsche greifen verstärkt zu Jodsalz mit Fluorid. Pressemitteilung 1/9 (1999)
- Joshi, A., Douglass, C.W., Feldman, H., Mitchell, P., Jette, A.:* Consequence of Success: Do More Teeth Translate into More Disease and Utilization? *Journal of Public Health Dentistry* 56 (1996), S. 190–197
- Kern, A.O., Beske, F., Hallauer, J.F.:* Prognose zur Zahl und Struktur der Zahnärzte in Deutschland bis zum Jahr 2020. IDZ-Information Nr. 1/97
- Künzel, W.:* Caries decline in Deutschland. Eine Studie zur Entwicklung der Mundgesundheit. Heidelberg 1997
- KZBV, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.):* KZBV Jahrbuch 97. Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung. Köln, 1997
- KZBV, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.):* KZBV Jahrbuch 98. Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung. Köln, 1998
- Laurisch, L., Margraf-Stiksrud, J.:* 13–18 Jahre. In: IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte (Hrsg.): Prophylaxe ein Leben lang. Ein lebensbegleitendes oralprophylaktisches Betreuungskonzept. Köln 1998, 2. Auflage, S. 53–67
- Liebold, R., Raff, H., Wissing, K.-H.:* Kommentar zum BEMA-Z. Einheitlicher Bewertungsmaßstab für vertragszahnärztliche Leistungen. Band 1. Stand August 1998
- Lutz, F.:* Prävention – Ein unternehmerisches Opfer? In: Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie/Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich (Hrsg.): *Orale Gesundheit – Selbstpflege und zahnmedizinische Betreuung: Strategien für Patient und Praxis.* Zürich 1994, S. 7–12
- Mackensen, R.:* Wie sicher sind die demographischen Prognosen. In: Robert Bosch Stiftung (Hrsg.): *Beiträge zur Gesundheitsökonomie 23. Die demographische Herausforderung. Das Gesundheitssystem angesichts einer veränderten Bevölkerungsstruktur.* Gerlingen 1989, S. 17–67
- Marthaler, T.M., O'Mullane, D.M., Vrbic, V.:* The Prevalance of Dental Caries in Europe 1990–1995. ORCA Saturday Afternoon Symposium 1995. *Caries Res* 30 (1996), S. 237–255
- Naujoks, R., Hüllebrand, G.:* Mundgesundheit in der Bundesrepublik. *Zahnärztl Mitt* 75 (1985), S. 417–419
- Nitschke, I., Hopfenmüller, W.:* Die zahnmedizinische Versorgung älterer Menschen. In: Mayer, K. U.: *Die Berliner Altersstudie.* Berlin 1996, S. 429–448
- Nitschke, I., Hopfenmüller, W.:* Should the DMFT Index be used in Gerodontologie? *Journal of Dental Research* 78 (1999), Special Issue. Abstract No. 467

- Patz, J., Naujoks, R.:* Morbidität und Versorgung der Zähne in der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Dtsch Zahnärztl Z 35 (1980), S. 259–264
- Räbiger, J.:* Zahnmedizinische Prävention. Vorschläge zur optimalen Organisation und Finanzierung in der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt/Main, New York, 1989
- Rateitschak, K. (Hrsg.):* Parodontologie. Stuttgart, New York 1989, 2. Auflage
- Reich, E., Hiller, K.-A.:* Reasons for tooth extraction in the western states of Germany. Community Dent Oral Epidemiol 21 (1993), S. 379–383
- Roulet, J.-F., Fath, S., Zimmer, St.:* Lehrbuch Prophylaxehelferin. München, Wien, Baltimore 1996
- Saekel, R.:* Kosten und Nutzen der Kariesprophylaxe. In: Informationskreis Mundhygiene und Ernährungsverhalten (Hrsg.): Kariesprophylaxe für alle?! Frankfurt 1994, S. 39–44
- Saxer, U. P., 1998. zitiert nach Butz, R.: Zahnmedizin im Wandel. In: Das Konzept Präventivzahnmedizin – PZM – der Zahnärztekammer Nordrhein. Eine Zusammenstellung der Grundlagen. Stand: März 1998*
- Schneider, M.:* Möglichkeiten und Auswirkungen der Förderung der Zahnprophylaxe und Zahnerhaltung durch Bonussysteme. Köln 1988
- Schneller, T., Micheelis, W., Mittermeier, D.:* Akzeptanz und Arbeitsstrategien zur Individualprophylaxe im Spiegel niedergelassener Zahnärzte in Deutschland. IDZ-Information Nr. 1/98, Köln 1998
- Schwarz, E.:* Is caries prevention cost-effective? Does anybody care? Acta Odontol Scand 56 (1998), S. 187–192
- Sedgewick, R.:* Algorithmen. Bonn 1992
- Sinha, M.:* Qualität und Wirtschaftlichkeit in der zahnmedizinischen Versorgung. In: Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.): Beiträge zur Qualitätssicherung in der Zahnmedizin. Baden-Baden 1993, Schriftenreihe Band 18, S. 1–266
- Sommer, B.:* Entwicklung der Bevölkerung bis 2040. Ergebnis der achten koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. Wirtschaft und Statistik 7/1994, S. 497–503
- Staehe, H. J.:* Fissurenversiegelungen und präventive Adhäsivfüllungen. In: Einwag, J., Pieper, K. (Hrsg.): Kinderzahnheilkunde. München, Wien, Baltimore 1997, S. 205–228
- Stein, H., Specke, H. K.:* Handbuch der zahnmedizinischen Gruppenprophylaxe. Ein Kompendium für Zahnärzte, Krankenkassen, Gesundheitsämter, Kindergärten und Schulen. Loseblatt-Ausgabe, Heidelberg, Stand Oktober 1997
- Statistisches Bundesamt:* Versicherte in der Kranken- und Rentenversicherung 1995. Fachserie 13, Reihe 1, Wiesbaden 1996
- Westermann, W., Kerschbaum, Th., Hain, H.:* Verweildauer von ausgedehnten Amalgamfüllungen. Dtsch Zahnärztl Z 45 (1990), S. 743–747
- WHO, World Health Organization:* Oral Health Surveys: Basic Methods. 4th ed., WHO, Genf 1997
- WIdO, Wissenschaftliches Institut der Ortskrankenkassen (Hrsg.):* Zahnmedizinische Prophylaxe. Schriftenreihe Band 4, Bonn 1979

Anhang

Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit vollständigem oder weitreichendem Zahnverlust (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92
- Abbildung 2: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit Brücken, Kronen oder vielen Füllungen (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92
- Abbildung 3: Anteil schwedischer Erwachsener (in Prozent) mit wenigen Füllungen oder naturgesundem Gebiß (Selbsteinschätzung) in verschiedenen Altersgruppen von 1968 bis 1991/92
- Abbildung 4: Gefüge der IP-Positionen im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung
- Abbildung 5: Struktur des Simulationsmodells
- Abbildung 6: Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Millionen) von 1990 bis 2040
- Abbildung 7: Geburten, Sterbefälle und Wanderungen der Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Tausend) von 1990 bis 2040
- Abbildung 8: Altersaufbau der Bevölkerung in den alten Bundesländern (in Tausend) von 1995 und 2040
- Abbildung 9: Karieserfahrung 6–90jähriger in den alten Bundesländern (DMFT, DT, MT und FT) für 1989
- Abbildung 10: Gründe für den Zahnverlust für das Jahr 1989
- Abbildung 11: Entwicklung der Karieserfahrung (DMFT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040
- Abbildung 12: Entwicklung der kariösen Zähne (DT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040
- Abbildung 13: Entwicklung der fehlenden Zähne (MT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040
- Abbildung 14: Entwicklung der gefüllten Zähne (FT) im säkularen Trend von 1990 bis 2040
- Abbildung 15: Entwicklung der Karieserfahrung (DMFT) eines 14jährigen des Jahres 1989 im säkularen Trend von 1990 bis 2040
- Abbildung 16: Anteil sekundärkariöser Zähne nach Alter (in Prozent) für 1989
- Abbildung 17: Zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Füllungen, Einzelkronen und Wurzelkanalbehandlungen im säkularen Trend
- Abbildung 18: Anteil prothetischer Versorgungsformen in Abhängigkeit von der Anzahl fehlender Zähne (in Prozent) für 1989

- Abbildung 19: Zahnärztliche Versorgung für einen 6jährigen des Jahres 1990 mit Extraktionen, festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz im säkularen Trend
- Abbildung 20: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 im säkularen Trend (in DM)
- Abbildung 21: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor im säkularen Trend (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 22: Benutzeroberfläche zur Definition eines individualprophylaktischen Szenarios
- Abbildung 23: Entwicklung der zahnärztlichen Praxisinhaber in Deutschland von 1990 bis 2020
- Abbildung 24: Entwicklung der Karieserfahrung eines 6jährigen des Jahres 1990 von 1990 bis 2040
- Abbildung 25: Entwicklung der kariösen, fehlenden und gefüllten Zähne eines 6jährigen des Jahres 1990 von 1990 bis 2040
- Abbildung 26: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Füllungen, Einzelkronen, Wurzelkanalbehandlungen (in DM)
- Abbildung 27: Honorarumsatz für die zahnärztliche Versorgung eines 6jährigen des Jahres 1990 mit Extraktionen, festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz (in DM)
- Abbildung 28: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit konstanter Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 29: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit variabler Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 30: Individualprophylaktischer Honorarumsatz mit variabler Bevölkerung (in Mio. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 31: Veränderungen des Honorarumsatzes in den einzelnen zahnärztlichen Leistungsbereichen durch Individualprophylaxe mit variabler Bevölkerung (in Mio. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 32: Honorarumsatz pro zahnärztlichem Praxisinhaber mit variabler Bevölkerung (in Tsd. DM) von 1990 bis 2040
- Abbildung 33: Honorarumsatz im zahnärztlichen Sektor mit variabler Bevölkerung (in Mrd. DM) von 1990 bis 2040

Verzeichnis der Abkürzungen

a	= Alter
b	= Kalibrierungsfaktor
BASE	= Berliner Altersstudie
Bema	= Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen
BEV	= Bevölkerung
c	= Kalibrierungsfaktor
COSIMO-PX	= computergestütztes Simulationsmodell der Prophylaxe
CPITN	= community periodontal index of treatment needs
d	= Kalibrierungsfaktor
DMFT	= Kariesindex/-erfahrung
DT	= decayed teeth
DT ₁₇	= Anzahl der kariösen Zähne im Alter von 17 Jahren
e	= Anteil der gefüllten Zähne an den extrahierten Zähnen
EF	= Ersatzfüllungen
EX	= Extraktionen
f	= Alter der Mutter
FT	= filled teeth
g	= Geschlecht
GBZ	= Geburtenziffer
GEB	= Geborene
GEST	= Gestorbene
GKV	= Gesetzliche Krankenversicherung
i	= Jahr
IDZ	= Institut der Deutschen Zahnärzte
IGSF	= Institut für Gesundheits-System-Forschung
ip	= individualprophylaktischer Trend
IP	= Individualprophylaxe
k	= Altersklasse
KR	= Einzelkrone
KZBV	= Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
max.	= Maximum
Mio.	= Millionen
MT	= missing teeth
Mrd.	= Milliarden
NF	= Neufüllungen
p	= Anteil der Ersatzfüllungen an den gefüllten Zähnen

q	= Anteil der überkronten Zähne an den gefüllten Zähnen
r	= Anteil der Wurzelkanalbehandlungen an den Ersatzfüllungen und den Einzelkronen
Rö	= Röntgen
s	= Anteil der sekundärkariösen Zähne an den kariösen Zähnen
SGB V	= Sozialgesetzbuch „Fünftes Buch“
st	= säkularer Trend
ST	= sekundärkariöse Zähne
STZ	= Sterbeziffer
t	= Wirkung der Individualprophylaxe
Tsd.	= Tausend
u	= Zeitraum seit Beginn der Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen
\bar{v}	= notwendiger Zeitraum, um die maximale Wirkung der Individualprophylaxe zu erreichen
vgl.	= vergleiche
w	= weiblich
WD	= Wanderungssaldo
WK	= Wurzelkanalbehandlung
y	= Aufbaufunktion
z	= Abbaufunktion
ZE	= Zahnersatz
zf	= Anteil der durch festsitzenden Zahnersatz versorgten Zähne an den fehlenden Zähnen
Zf	= festsitzender Zahnersatz
zh	= Anteil der durch herausnehmbaren Zahnersatz versorgten Zähne an den fehlenden Zähnen
ZH	= herausnehmbarer Zahnersatz
ZHE	= Erstversorgung mit herausnehmbaren Zahnersatz
ZHF	= Folgeversorgung mit herausnehmbaren Zahnersatz
\forall	= für alle
Δ	= Differenz
Σ	= Summe
\in	= Element von
α	= Korrekturfaktor für Geburtenziffern
β	= Korrekturfaktor für Sterbeziffern

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Entwicklungstrends in der Zahnmedizin

Tabelle 2: Prophylaxe-Ebenen und zugeordnete Maßnahmen

Tabelle 3: Oralepidemiologische Daten nach Altersgruppen aus verschiedenen Studien (alte Bundesländer)

Tabelle 4: Eckpunkte für den säkularen Trend der Mundgesundheit nach Altersgruppen aus verschiedenen Studien (alte Bundesländer)

Tabelle 5: Kategoriale Leistungsaufteilung für die alten Bundesländer für das Jahr 1995

Tabelle 6: Kategoriale Umsatzbestimmung für die alten Bundesländer für das Jahr 1995

Tabelle 7: Nutzenaspekte der Kariesprävention

Veröffentlichungen des Instituts der Deutschen Zahnärzte

Stand: September 1999

Materialienreihe

Amalgam – Pro und Contra. Gutachten – Referate – Statements – Diskussion. Wissenschaftliche Bearbeitung und Kommentierung von G. Knolle, IDZ-Materialienreihe Bd. 1, 3., erweiterte Aufl., ISBN 3-7691-7830-0, Deutscher Ärzte-Verlag, 1992

Parodontalgesundheit der Hamburger Bevölkerung. Epidemiologische Ergebnisse einer CPITN-Untersuchung. G. Ahrens/J. Bauch/K.-A. Bublitz/I. Neuhaus, IDZ-Materialienreihe Bd. 2, ISBN 3-7691-7812-2, Deutsche Ärzte-Verlag, 1988

Zahnarzt und Praxiscomputer. Ergebnisse einer empirischen Erhebung. S. Becker/F. W. Wilker, unter Mitarbeit von W. Micheelis, IDZ-Materialienreihe Bd. 3, ISBN 3-7691-7813-0, Deutscher Ärzte-Verlag, 1988

Der Zahnarzt im Blickfeld der Ergonomie. Eine Analyse zahnärztlicher Arbeitshaltungen. W. Rohmert/J. Mainzer/P. Zipp, IDZ-Materialienreihe Bd. 4, 2., unveränderte Aufl., ISBN 3-7691-7814-9, Deutscher Ärzte-Verlag, 1988

Möglichkeiten und Auswirkungen der Förderung der Zahnprophylaxe und Zahnerhaltung durch Bonussysteme. M. Schneider, IDZ-Materialienreihe Bd. 5, ISBN 3-7691-7815-7, Deutscher Ärzte-Verlag, 1988

Mundgesundheitsberatung in der Zahnarztpraxis. T. Schneller/D. Mittermeier/D. Schulte am Hülse/W. Micheelis, IDZ-Materialienreihe Bd. 6, ISBN 3-7691-7817-3, Deutscher Ärzte-Verlag, 1990

Aspekte zahnärztlicher Leistungsbewertung aus arbeitswissenschaftlicher Sicht. M. Essmat/W. Micheelis/G. Rennenberg, IDZ-Materialienreihe Bd. 7, ISBN 3-7691-7819-X, Deutscher Ärzte-Verlag, 1990

Wirtschaftszweig Zahnärztliche Versorgung. E. Helmstädter, IDZ-Materialienreihe Bd. 8, ISBN 3-7691-7821-1, Deutscher Ärzte-Verlag, 1990

Bedarf an Zahnärzten bis zum Jahre 2010. E. Becker/F.-M. Niemann/J. G. Brecht/F. Beske, IDZ-Materialienreihe Bd. 9, ISBN 3-7691-7823-8, Deutscher Ärzte-Verlag, 1990

Der Praxiscomputer als Arbeitsmittel. Prüfsteine und Erfahrungen. M. Hildmann, unter Mitarbeit von W. Micheelis, IDZ-Materialienreihe Bd. 10, ISBN 3-7691-7824-6, Deutscher Ärzte-Verlag, 1991

Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse des nationalen IDZ-Survey 1989. Gesamtbearbeitung: W. Micheelis, J. Bauch, mit Beiträgen von J. Bauch/P. Dünninger/R. Eder-Debye/J. Einwag/J. Hoeltz/K. Keß/R. Koch/W. Micheelis/R. Naujoks/K. Pieper/E. Reich/E. Witt, IDZ-Materialienreihe Bd. 11.1, ISBN 3-7691-7825-4, Deutscher Ärzte-Verlag, 1991

Oral Health in Germany: Diagnostic Criteria and Data Recording Manual. Instructions for examination and documentation of oral health status. – With an appendix of the sociological survey instruments for the assessment of oral health attitudes and behavior. J. Einwag/K. Keß/E. Reich, IDZ-Materialienreihe Bd. 11.2, ISBN 3-7691-7826-2, Deutscher Ärzte-Verlag, 1992

Mundgesundheitszustand und -verhalten in Ostdeutschland. Ergebnisse des IDZ-Ergänzungssurvey 1992. Gesamtbearbeitung: W. Micheelis, J. Bauch, mit Beiträgen von J. Bauch/A. Borutta/J. Einwag/J. Hoeltz/W. Micheelis/P. Potthoff/E. Reich/H. Stechemesser, IDZ-Materialienreihe Bd. 11.3, ISBN 3-7691-7834-3, Deutscher Ärzte-Verlag, 1993

Risikogruppenprofile bei Karies und Parodontitis. Statistische Vertiefungsanalysen der Mundgesundheitsstudien des IDZ von 1989 und 1992. Gesamtbearbeitung: W. Micheelis, E. Schroeder, mit Beiträgen von J. Einwag/W. Micheelis/P. Potthoff/E. Reich/E. Schroeder, IDZ-Materialienreihe Bd. 11.4, ISBN 3-7691-7839-4, Deutscher Ärzte-Verlag, 1996

Psychologische Aspekte bei der zahnprothetischen Versorgung. Eine Untersuchung zum Compliance-Verhalten von Prothesenträgern. T. Schneller/R. Bauer/W. Micheelis, IDZ-Materialienreihe Bd. 12, 2., unveränderte Aufl., ISBN 3-7691-7829-7, Deutscher Ärzte-Verlag, 1992

Gruppen- und Individualprophylaxe in der Zahnmedizin. Ein Handbuch für die prophylaktische Arbeit in Kindergarten, Schule und Zahnarztpraxis. Gesamtbearbeitung: N. Bartsch, J. Bauch, mit Beiträgen von N. Bartsch/J. Bauch/K. Dittrich/G. Eberle/J. Einwag/H. Feser/K.-D. Hellwege/E. H. Horschelmann/K. G. König/C. Leitzmann/F. Magri/J. Margraf-Stiksrud/W. Micheelis/H. Pantke/E. Reihlen/R. Roehl/F. Römer/H. P. Rosemeier/T. Schneller, IDZ-Materialienreihe Bd. 13, ISBN 3-7691-7829-9, Deutscher-Ärzte-Verlag, 1992

Betriebswirtschaftliche Entscheidungshilfen durch den Praxiscomputer. E. Knappe/V. Laine/P. Klein/S. Schmitz, IDZ-Materialienreihe Bd. 14, ISBN 3-7691-7831-9, Deutscher Ärzte-Verlag, 1992

Qualitätssicherung in der zahnmedizinischen Versorgung. Weißbuch. J. Bauch/J. Becker/E.-A. Behne/B. Bergmann-Krauss/P. Boehme/C. Boldt/K. Bößmann/K. Budde/D. Buhtz/H.-J. Gronemeyer/K. Kimmel/H.-P. Küchenmeister/W. Micheelis/P. J. Müller/T. Muschallik/C.-T. Plöger/M. Schneider/H. Spranger/M. Steudle/B. Tiemann/J. Viohl/K. Walther/W. Walther/J. Weitkamp/P. Witzel, IDZ-Materialienreihe Bd. 15, 2. Aufl., ISBN 3-7691-7837-8, Deutscher Ärzte-Verlag, 1995

Prophylaxe ein Leben lang. Ein lebensbegleitendes oralprophylaktisches Betreuungskonzept. Gesamtbearbeitung: J. Bauch, mit Beiträgen von N. Bartsch/J. Einwag/H.-J. Gülzow/G. Johnke/W. Kollmann/L. Laurisch/J. Margraf-Stiksrud/T. Schneller/K.-P. Wefers, IDZ-Materialienreihe Bd. 16, 2., unveränderte Aufl., ISBN 3-7691-7844-0, Deutscher Ärzte-Verlag, 1998

Streß bei Zahnärzten. Ch. von Quast, IDZ-Materialienreihe Bd. 17, ISBN 3-7691-7840-8, Deutscher Ärzte-Verlag, 1996

Zahnärztliche Qualitätszirkel. Grundlagen und Ergebnisse eines Modellversuches. W. Micheelis/W. Walther/J. Szecsenyi, IDZ-Materialienreihe Bd. 18, 2., unveränderte Aufl., ISBN 3-7691-7846-7, Deutscher Ärzte-Verlag, 1998

Hygiene in der Zahnarztpraxis. Ergebnisse einer Pilotstudie zu den betriebswirtschaftlichen Kosten. V. P. Meyer/D. Buhtz, IDZ-Materialienreihe Bd. 19, ISBN 3-7691-7842-4, Deutscher Ärzte-Verlag, 1998

Amalgam im Spiegel kritischer Auseinandersetzungen. Interdisziplinäre Stellungnahmen zum „Kieler Amalgam-Gutachten“. S. Halbach, R. Hickel, H. Meiners, K. Ott, F. X. Reichl, R. Schiele, G. Schmalz, H. J. Staehle, IDZ-Materialienreihe Bd. 20, ISBN 3-7691-7847-5, Deutscher Ärzte-Verlag, 1999

Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997. Gesamtbearbeitung: W. Micheelis, E. Reich, mit Beiträgen von R. Heinrich/M. John/E. Lenz/W. Micheelis/P. Pott-hoff/E. Reich/P. A. Reichart/U. Schiffner/E. Schroeder/I. von Törne/K.-P. Wefers, IDZ-Materialienreihe Bd. 21, ISBN 3-7691-7848-3, Deutscher Ärzte-Verlag, 1999

Broschürenreihe

Zur medizinischen Bedeutung der zahnärztlichen Therapie mit festsitzendem Zahnersatz (Kronen und Brücken) im Rahmen der Versorgung. T. Kerschbaum, IDZ-Broschürenreihe Bd. 1, ISBN 3-7691-7816-5, Deutscher Ärzte-Verlag, 1988

Zum Stand der EDV-Anwendung in der Zahnarztpraxis. Ergebnisse eines Symposions. IDZ-Broschürenreihe Bd. 2, ISBN 3-7691-7818-1, Deutscher Ärzte-Verlag, 1989

Mundgesundheit in der Bundesrepublik Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse einer bevölkerungsrepräsentativen Erhebung des Mundgesundheitszustandes und -verhaltens in der Bundesrepublik Deutschland. IDZ-Broschürenreihe Bd. 3, ISBN 3-7691-7822-X, Deutscher Ärzte-Verlag, 1990

Interprofessionelle Zusammenarbeit in der zahnärztlichen Versorgung. Interprofessional Cooperation in Dental Care. Dokumentation – Documentation FDI-Symposium Berlin, September 1992. IDZ-Broschürenreihe Bd. 4, ISBN 3-7691-7833-5, Deutscher Ärzte-Verlag, 1993

Sonderpublikationen

Das Dental Vademekum. Hg.: Bundeszahnärztekammer – Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärztekammern, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Redaktion: IDZ, 6. Ausgabe, ISBN 3-7691-4072-9, Deutscher Ärzte-Verlag, 1997

Dringliche Mundgesundheitsprobleme der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Zahlen – Fakten – Perspektiven. W. Micheelis, P. J. Müller, ISBN 3-924474-00-1, Selbstverlag, 1990*, Überarbeiteter Auszug aus: „Dringliche Gesundheitsprobleme der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Zahlen – Fakten – Perspektiven“ von Weber, I., Abel, M., Altenhofen, L., Bächer, K., Berghof, B., Bergmann, K., Flatten, G., Klein, D., Micheelis, W. und Müller, P. J., Nomos-Verlagsgesellschaft Baden-Baden, 1990

Dringliche Mundgesundheitsprobleme der Bevölkerung im vereinten Deutschland. Zahlen – Fakten – Perspektiven. A. Borutta/W. Künzel/W. Micheelis/P. J. Müller, ISBN 3-924474-01-X, Selbstverlag, 1991*

Curriculum Individualprophylaxe in der vertragszahnärztlichen Versorgung. Handreichung für Referenten zur Fortbildung von Zahnärzten und zahnärztlichen Assistenzberufen. Projektleitung und Redaktion: W. Micheelis/D. Fink, Bearbeitung: J. Einwag/K.-D. Hellwege/J. Margraf-Striksrud/H. Pantke/H. P. Rosemeier/T. Schneller, Fachdidaktische Beratung von

N. Bartsch, 2., aktualisierte Aufl., ISBN 3-7691-7835-1, Deutscher Ärzte-Verlag, 1993*

Geschichte, Struktur und Kennziffer zur zahnärztlichen Versorgung in der ehemaligen DDR. Eine kommentierte Zusammenstellung verfügbarer Daten von 1949–1989. D. Bardehle, ISBN 3-924474-02-8, Selbstverlag, 1994*

Verträglichkeit von Dentallegierungen unter besonderer Berücksichtigung „alternativer“ Verfahren zur Diagnostik. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben. Gesamtbearbeitung: H. Schwickerath, unter Mitarbeit von H. F. Kappert/J. Mau/P. Pfeiffer/G. Richter/S. Schneider/H. Schwickerath/G. K. Siebert, ISBN 3-7691-7845-9, Deutscher Ärzte-Verlag, 1998*

*Die Publikationen des Instituts sind im Fachbuchhandel erhältlich. Die mit * gekennzeichneten Bände sind direkt über das IDZ zu beziehen.*

Das Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) ist eine gemeinsame Einrichtung der Bundeszahnärztekammer – Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Zahnärztekammern e.V. (BZÄK) und der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung K.d.ö.R (KZBV). Das IDZ erfüllt die Funktion, für die Berufspolitik der deutschen Zahnärzte praxisrelevante Forschung, Entwicklung und Beratung im Rahmen der Aufgabenbereiche von BZÄK und KZBV zu betreiben. Das IDZ hat seinen Sitz in Köln.

Die engen finanziellen Spielräume im deutschen Gesundheitswesen führen dazu, daß neben den zahnmedizinischen auch die ökonomischen Sachverhalte nicht aus den Augen verloren werden dürfen. Während der positive Einfluß der zahnmedizinischen Prophylaxe auf die Entwicklung der Mundgesundheit in der internationalen oral-epidemiologischen Forschungsliteratur sehr gut dokumentiert ist, blieb die Frage nach den induzierten wirtschaftlichen Effekten für das Gesundheitswesen bisher weitgehend unbeantwortet. Im Zentrum der vorliegenden Monographie des Institutes der Deutschen Zahnärzte (IDZ) „Ökonomische Effekte der Individualprophylaxe“ steht das computergestützte Simulationsmodell (Kurztitel COSIMO-PX), welches erstmals demographische, oral-epidemiologische und wirtschaftliche Daten miteinander verknüpft. Wichtige Einflußfaktoren der individualprophylaktischen Versorgung – Wirkungsgrad und Inanspruchnahme individualprophylaktischer Leistungen, Anzahl der zahnärztlichen Praxisinhaber und Bevölkerungsentwicklung – können beliebig variiert werden. Eine realitätsnahe Beispielrechnung wird im Forschungsbericht ausführlich vorgestellt und diskutiert. Der große praktische Nutzen des Modells liegt darin, verschiedene Annahmenkonstellationen gleichsam durchspielen und die Ergebnisse direkt miteinander vergleichen zu können. Aus diesem Grund stellt das Modell ein hilfreiches gesundheitsökonomisches Instrument zur wissenschaftlichen Politikberatung dar.

ISBN 3-934280-14-5