

Institut für Sozial- und Präventivmedizin
ISPM

Klinische Epidemiologie und Biostatistik

u^b

b
**UNIVERSITÄT
BERN**

Systematische Literaturübersicht zu Instrumenten zur Beurteilung der Patientenstruktur (,case-mix adjustment')

Bericht zuhanden des Zentralvorstandes der FMH

Dezember 2006

Karin Huwiler
Matthias Egger

Finkenhübelweg 11
CH-3012 Bern
Telefon ++41 (0)31 631 35 11
Telefax ++41 (0)31 631 35 20
www.ispm.unibe.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Projektbeschreibung	6
a. Hintergrund	6
b. Auftrag	6
c. Vorgehensweise	7
2. Prognostizieren von Kosten	9
3. Modell-Entwicklung und –Validierung	11
a. Entwickeln von Modellen	11
b. Validieren von Modellen	11
c. Ebenen der Validierung	13
d. Beurteilung der Vorhersagekraft von Modellen	14
4. Übersicht über die identifizierten Instrumente	15
a. Soziodemographische Instrumente	15
b. Diagnose-basierte Instrumente	16
c. Medikamenten-basierte Instrumente	17
d. Modelle mit selbsteingeschätztem Gesundheitszustand	17
e. Kostenbasierte Modelle	18
f. Kombinationen verschiedener Instrumente	18
g. Andere	18
5. Resultate	19
a. Beschreibung der Publikationen	19
b. Bereich von R^2	20
c. R^2 in verschiedenen Untergruppen	20
d. Hohe R^2	22

6. Ausgewählte Studien	23
a. Studien mit mehreren Instrumenten	23
1. Studie: Reschke et al, 2004	23
2. Studie: Behrend et al, 2004	26
3. Studie: Holly et al, 2004	27
4. Studie: Cumming et al, 2002	30
7. Limitationen der Arbeit	32
8. Erwünschte Eigenschaften von Instrumenten für den Risikoausgleich	34
9. Beurteilung der Resultate	37
10. Referenzen	39
11. Weiterführende Literatur	40
12. Anhänge / Beilagen	41
1. Fragebogen	42
2. Tabellen	48
13. Liste der Beilagen	74

Zusammenfassung

Alter und Geschlecht bilden die Morbidität einer Patientenpopulation nur ungenügend ab. Ziel dieser Arbeit war, Instrumente zu identifizieren, welche den Gesundheitszustand einer Population abbilden und für die Prognostizierung der Kosten dieser Population verwendet werden können (case-mix adjustment).

Wir suchten in verschiedenen elektronischen Datenbanken und in den Referenzlisten wichtiger Publikationen nach Instrumenten, welche die Patientenstruktur abbilden und für die Prognostizierung von Kosten verwendet werden. Als Mass der Vorhersagekraft dieser Instrumente haben wir R^2 gewählt, welches den Anteil der Kostenvarianz angibt, der mit einem bestimmten Instrument erklärt werden kann. Wir haben unter anderen die in den Instrumenten enthaltenen Variablen, Aspekte der Validierung, der untersuchten Population und der Kosten aus den Publikationen erhoben.

Die Literatursuche hat gezeigt, dass verschiedene Instrumente zur Beurteilung der Patientenstruktur existieren. Wir konnten 68 Publikationen mit rund 500 R^2 in die Analyse einschliessen; die Studien stammten grösstenteils aus den USA. Die am häufigsten vorkommenden Variablen in den identifizierten Instrumenten sind soziodemographische Angaben, Diagnosen und Medikamente. Kombinationen aus diagnosebasierten und medikamentenbasierten Instrumenten wurden ebenfalls untersucht.

Rund 40% der R^2 stammten aus einer Validierung, davon der grösste Teil aus einer internen Validierung (Entwicklung und Validierung im gleichen Datenset). Die berechneten R^2 schwankten zwischen 0.003 und 0.644. Insgesamt lag der Median bei 0.11 (IQR 0.069 - 0.210); bei prospektiver Erhebung (die Kosten werden für einen späteren Zeitraum vorhergesagt) lag er bei 0.09 (IQR 0.06 – 0.13), bei zeitgleicher Erhebung (die Kosten werden für den gleichen Zeitraum vorhergesagt, in dem die Daten erhoben wurden) bei 0.36 (IQR 0.24-0.43). Tendenziell höhere R^2 resultierten bei zeitgleicher Berechnung, bei Einschluss von früheren Kosten als unabhängige Variable sowie bei Prognostizierung von ambulanten Kosten (im Vergleich zu Gesamtkosten). Die resultierenden R^2 der verschiedenen Modelle sind insbesondere bei prospektiver Erhebung nicht sehr hoch. Auch bei Berücksichtigung von Diagnosen oder verordneten Medikamenten können die Kosten (insbesondere die

Gesamtkosten) nur mit beschränkter Präzision vorausgesagt werden. Dennoch sind diagnose- oder medikamentenbasierte Instrumente sowie deren Kombinationen den Instrumenten, die lediglich auf soziodemographische Angaben abstützen deutlich überlegen.

Welches Modell am meisten Sinn macht, hängt nicht nur von der Vorhersagekraft ab, sondern auch von weiteren Faktoren wie dem Aufwand bei der Erhebung, Manipulierbarkeit, Überprüfbarkeit, Setzen von Anreizen etc. Bei der Auswahl eines Instruments müssen diese Aspekte ebenfalls berücksichtigt werden.

1. Projektbeschreibung

a. Hintergrund

Die vom Institut für Sozial- und Präventivmedizin im Auftrag der FMH durchgeführte systematische Übersichtsarbeit ist Teil des Projektes „Morbidity Indicators“ der FMH, welches im Rahmen der Umsetzung der WZW-Kriterien des Krankenversicherungsgesetzes KVG durchgeführt wird. Die Literatur-Übersicht soll dazu beitragen, ein geeignetes Instrument für den Schweizer Kontext zu identifizieren bzw. bei Fehlen eines solchen Grundlagen für die Bildung eines neuen Instruments zu liefern, mit dem die unterschiedliche Patientenstruktur verschiedener Grundversorger gemessen werden kann¹. Letztlich ist das Ziel des Projektes „Morbidity Indicators“, ein Instrument zur Verfügung zu haben, welches in die Praxis-Software integriert werden kann und welches dazu beiträgt, einen (möglichst grossen) Teil der Kostenvarianz zwischen verschiedenen Grundversorgern, der durch unterschiedliche Zusammensetzung des Patientengutes entsteht, zu erklären.

b. Auftrag

Der **Auftrag** der FMH an das ISPM Bern war, eine systematische Übersicht über Indikatoren/Instrumente, welche durch Erfassen und Berücksichtigen der Patientenstruktur („case-mix“) zur Erklärung der Kostenvarianz in der Grundversorgung benutzt werden, zu erstellen.

¹ Im Bericht ist oft vom Risikoausgleich die Rede, obwohl es bei unserem Auftrag nicht um den Risikoausgleich beispielsweise zwischen Krankenkassen ging. Dass wir diesen Ausdruck trotzdem oft brauchen, kommt daher, dass ein grosser Teil der untersuchten Literatur in diesem Kontext anzusiedeln ist. Viele Aspekte, die für den Risikoausgleich relevant sind, sind dies auch im vorliegenden Kontext. Auf Limitationen, die sich daraus für diese Arbeit ergeben, gehen wir in Abschnitt 7 ein.

c. Vorgehensweise

Die Arbeit basiert auf publizierter Literatur. Die Literatursuche wurde einerseits in verschiedenen elektronischen Datenbanken (Pubmed, Embase, Business Source Premier) durchgeführt. Hierzu verwendeten wir verschiedene Suchbegriffe zu den Themengebieten Risiko-Ausgleich, Kosten und Primärversorgung. In einer zweiten Runde suchten wir in Pubmed spezifisch nach den wichtigsten in der ersten Runde identifizierten Instrumenten sowie nach Autoren mit mehreren Publikationen in diesem Bereich. Publikationen, die basierend auf Titel und Abstract in Frage kamen, wurden bestellt und evaluiert. Weiter haben wir die Referenzlisten relevanter Publikationen nach weiteren potentiell relevanten Publikationen durchgesehen. Wir haben jene Original-Publikationen eingeschlossen, welche die Vorhersagekraft von Instrumenten bezüglich Kosten in der Primärversorgung untersuchten. Wir schlossen nur Studien ein, welche bezüglich Erkrankungen repräsentative Patientengruppen untersuchten (z.B. nicht nur Patienten mit Diabetes mellitus), welche die Vorhersagekraft der Modelle auf individueller Ebene mittels R^2 beurteilten und als abhängige Variable Gesamtkosten oder Kosten der ambulanten Versorgung verwendeten. Ferner haben wir nur Publikationen eingeschlossen, die zwischen 1990 und 2005 und in englischer, deutscher oder französischer Sprache publiziert wurden.

Ausschlussgründe waren beispielsweise die Patientenpopulation (z.B. nur Kinder, nur Patienten mit bestimmten Diagnosen, nur hospitalisierte Patienten), die Definition der Kosten (z.B. nur Kosten von Medikamenten, andere Endpunkte wie Mortalität), die Art der Beurteilung der Vorhersagekraft (nicht über R^2) und andere.

Jede Publikation, welche die Einschlusskriterien erfüllte, wurde mittels eines Fragebogens beurteilt (siehe Anhang). Dieser enthielt bibliographische Angaben, Angaben zu den untersuchten Modellen (z.B. im Modell enthaltene Variablen), zur untersuchten Population (z.B. Alter, Repräsentativität), zur Validierung, der Kostenart und anderen. In Publikationen mit mehreren R^2 (beispielsweise durch Anwendung verschiedener Instrumente in einer Population) wurden alle R^2 extrahiert. R^2 für Untergruppen der untersuchten Population wurden nur dann erhoben, wenn sie für die gesamte Population nicht vorhanden waren. R^2 für auf einen Maximalwert beschränkte Kosten wurden ebenfalls nur dann erhoben, wenn R^2 für unveränderte Kosten nicht berichtet wurden. Die erhobenen Daten wurden anschliessend

elektronisch erfasst. Deskriptive statistische Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm STATA, Version 8.2 durchgeführt.

2. Prognostizieren von Kosten

Die Vorhersage von Kosten wird hauptsächlich mithilfe von sogenannten **Regressionsmodellen** durchgeführt. Ein Regressionsmodell beinhaltet eine abhängige Variable, y , welche durch die unabhängigen Variablen, x , geschätzt wird. Die mathematische Gleichung sieht folgendermassen aus:

$$y = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_2 + d \cdot x_3 + \dots$$

Beispiel:

Abhängige Variable:	y	Gesamtkosten im interessierenden Jahr (in Fr.)
Unabhängige Variablen:	x_1	Alter (in Jahren)
	x_2	Geschlecht (m / w)
	x_3	Kosten im Vorjahr (in Fr.)
	x_4	Selbsteingeschätzte Gesundheit (sehr gut – sehr schlecht)

Box 1.

In der vorliegenden Situation sind die Kosten die abhängige Variable; die unabhängigen Variablen bilden die Patientenstruktur ab. Je nach Instrument beinhalten diese unabhängigen Faktoren soziodemographische Angaben (z.B. Alter und Geschlecht), Diagnosen, verordnete Medikamente, frühere Kosten etc. Mithilfe der Regressionsgleichung kann untersucht werden, welchen Einfluss die Variablen x auf die Kosten haben. Die Stärke dieses Einflusses wird durch die sogenannten „Koeffizienten“ (b, c, \dots) bezeichnet. Je grösser ein Koeffizient für eine bestimmte Variable, desto stärker der Einfluss dieser Variable auf die Kosten. Der Wert von a gibt an, wie hoch die Kosten für eine „Referenzperson“ im Durchschnitt sind. Eine „Referenzperson“ ist beispielsweise ein 25-jähriger Mann, der keine Kosten im Vorjahr verursacht hat und der seine Gesundheit als sehr gut beurteilt. Der Koeffizient der Variable Alter gibt dann beispielsweise an, um wieviel die Kosten pro zusätzliches Altersjahr durchschnittlich zunehmen.

Modelle können auch einen sog. „Risiko-Score“ ergeben. Der Risikoscore wird mit den durchschnittlichen Kosten einer Person aus der untersuchten Population multipliziert; daraus resultieren die vorhergesagten Kosten für eine bestimmte Person. Für eine Person mit durchschnittlichen Kosten ist der Risiko-Score 1; je höher der Score, umso höher die prognostizierten Kosten.

Ein weiterer Ansatz zur Vorhersage von Kosten ist der sog. **Zellenansatz**. Hier wird ein Patient in eine von mehreren Kategorien oder Zellen eingeteilt, basierend beispielsweise auf seinem Alter, Geschlecht und Erkrankungen. Bei der Modellentwicklung werden nun für jede Kategorie oder Zelle die durchschnittlichen Kosten der Personen in dieser Kategorie aufgrund realer Kosten berechnet. Bei Anwendung solcher Modelle zur Vorhersage von Kosten werden dann für jede Person innerhalb einer Zelle die gleichen Kosten vorhergesagt. Beispiele für Modelle, welche den Zellenansatz beinhalten, sind ACG (Adjusted Clinical Groups) und DRG (Diagnosis Related Groups).

3. Modell-Entwicklung und -Validierung

a. Entwickeln von Modellen

Das Entwickeln von Regressionsmodellen beinhaltet mehrere Schritte. In einem ersten Schritt werden die vorherzusagenden Kosten (z.B. Gesamtkosten von Patienten, Kosten der ambulanten Versorgung) sowie die interessierenden unabhängigen Variablen definiert (siehe Box 1).

Wie die Variablen $x_1 - x_4$ mit den Kosten zusammenhängen, kann untersucht werden, wenn diese Variablen für eine Gruppe von Personen bekannt sind. Das heisst für jede Person sind das Alter (x_1) und Geschlecht (x_2), die Kosten im Vorjahr (x_3), der selbsteingeschätzte Gesundheitszustand (x_4) und auch die im interessierenden Jahr verursachten Kosten (y) bekannt. Wird für diese Daten eine Regression gerechnet, resultieren daraus die Koeffizienten. Diese zeigen an, um wieviel die Kosten durchschnittlich steigen (oder auch sinken), wenn beispielsweise das Alter um ein Jahr zunimmt. Aus der Regression ist auch ersichtlich, welche Faktoren keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Kosten ausüben. Diese Variablen werden in der Regel aus einem Instrument entfernt. Im resultierenden Modell ist dann beispielsweise die Variable „Selbsteingeschätzte Gesundheit“ nicht mehr enthalten.

Als weiteres Resultat der Regression wird R^2 berechnet. R^2 gibt den Anteil der Kostenvariabilität an, der mit dem untersuchten Instrument erklärt werden kann. Je höher R^2 , umso besser werden die Kosten erklärt.

Die bisher erwähnten Schritte – Auswahl der unabhängigen Variablen, Rechnen einer Regression und damit Bestimmen der Koeffizienten – werden auch als **Modell-Entwicklung oder Modell-Schätzung** bezeichnet.

b. Validieren von Modellen

Nach der Modell-Entwicklung ist ersichtlich, welche Variablen in dieser Personengruppe bezüglich Kosten relevant sind und welcher Anteil der Kosten mit diesen Variablen in dieser Population erklärt werden kann. Nun stellt sich die Frage, wie gut dieses Instrument die Kosten in anderen Personengruppen mit

unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. anderer Altersverteilung, sozioökonomische Zusammensetzung etc.) erklärt. Hierzu muss das Instrument in einer anderen Population angewendet werden. Dies geschieht folgendermassen:

Benötigt wird wiederum eine Population, bei der die im Modell enthaltenen Variablen und die Kosten für jedes Individuum bekannt sind. Mithilfe der in der Modell-Entwicklung identifizierten relevanten unabhängigen Variablen und deren Koeffizienten können die Kosten der einzelnen Individuen der Population prognostiziert werden (siehe Box 2).

Beispiel:

Abhängige Variable:	y	Gesamtkosten im interessierenden Jahr (in Fr.)
Unabhängige Variablen:	x_1	Alter (in Jahren)
	x_2	Geschlecht (m / w)
	x_3	Kosten im Vorjahr (in Fr.)

Koeffizienten:	$b(x_1)$	15
	$c(x_2)$	40
	$d(x_3)$	35
	a	267

Für eine 35-jährige Frau (10 Jahre älter als die Referenzperson, Frau), welche im Vorjahr keine Kosten verursacht hat (gleich wie die Referenzperson), werden folgende Kosten prognostiziert:

$$y = a + 10*b + 1*c + 0*d$$

$$y = 267 + (10*15) + 40 = 267 + 150 + 40 = 457 \text{ Fr.}$$

Für diese Frau werden somit mit diesem Instrument Kosten von 457 Fr. vorhergesagt.

Box 2.

Die mithilfe der Koeffizienten vorhergesagten Kosten für die einzelnen Personen der Gruppe werden nun mit den wirklich entstandenen Kosten im selben Zeitraum verglichen. Daraus kann eine Korrelation berechnet werden, welche angibt, wie gut die vorhergesagten mit den effektiven Kosten übereinstimmen. Ziel ist eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen vorhergesagten und effektiven Kosten. Das Quadrat dieses Korrelationskoeffizienten entspricht dem R^2 . Alternativ können auch die

vorhergesagten Kosten und die wirklich entstandenen Kosten in ein Regressionsmodell eingegeben werden, welches dann ebenfalls ein R^2 liefert.

Die Anwendung und Beurteilung eines bestehenden Modelles in einer anderen Population ohne Neu-Berechnung von Koeffizienten und ohne Änderung der Variablen des Modells wird als **Modell-Validierung** bezeichnet.

c. Ebenen der Validierung

Die hier verwendeten Definitionen lehnen sich an Altman et al, 2000 an, welcher drei Ebenen von Validierung unterscheidet. Grundsätzlich gilt, je stärker sich die Population für die Modell-Validierung von der Population für die Modellentwicklung unterscheidet, umso höher die Ebene der Validierung.

Bei der **internen Validierung** steht für die Entwicklung und die Validierung des Modelles nur eine Population zur Verfügung. Die Population wird deshalb unterteilt in eine erste Untergruppe für die Modellschätzung und eine zweite Untergruppe für die Modellvalidierung. Diese Aufteilung erfolgt häufig nach dem Zufallsprinzip. Dies führt dazu, dass sich die beiden Gruppen sehr ähnlich sind und allfällige Unterschiede rein zufällig sind. Die Vorhersagekraft eines Modelles ist in dieser Situation häufig höher als bei Anwendung in einer anderen Population, welche sich von der für die Modellentwicklung verwendeten Population stärker unterscheidet. Bei interner Validierung wird daher die Vorhersagekraft von Modellen tendenziell überschätzt, weshalb sie als unterste Ebene der Validierung gilt.

Bei der **zeitlichen Validierung** stehen für die Entwicklung und die Validierung des Modelles zwei Populationen zur Verfügung. Die beiden Populationen stammen aus der gleichen Quelle (z.B. gleicher Versicherer), aber zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Bei der **externen Validierung** stehen ebenfalls zwei Populationen zur Verfügung, welche aber nun aus unterschiedlichen Datenquellen kommen (z.B. aus zwei verschiedenen Kantonen). Diese beiden Populationen unterscheiden sich stärker

voneinander als die Populationen bei interner oder zeitlicher Validierung. Die externe Validierung gilt deshalb als höchste Ebene der Validierung.

d. Beurteilung der Vorhersagekraft von Modellen

In der Literatur werden verschiedene Masszahlen diskutiert, mit welchen die Vorhersagekraft von Modellen beurteilt werden kann. Wir beschränken uns hier auf eines der am häufigsten verwendeten, das sogenannte R^2 . R^2 gibt an, welcher Anteil der Kostenvarianz mit dem untersuchten Modell erklärt werden kann. R^2 kann Werte von 0 bis 1 bzw. 0% bis 100% annehmen. Je grösser R^2 , umso besser kann ein Modell die Kosten erklären bzw. vorhersagen.

R^2 hängt nicht nur vom Modell ab, sondern auch von weiteren Faktoren, welche bei der Interpretation berücksichtigt werden müssen. Ein schon erwähnter Faktor ist die Ebene der Validierung; R^2 aus Modellentwicklungen sind tendenziell höher als R^2 aus Validierungen, wobei hier wiederum R^2 aus interner Validierung tendenziell höher sind als R^2 aus zeitlicher und diese wiederum tendenziell höher als R^2 aus externer Validierung. Weiter hat der zeitliche Zusammenhang zwischen der Erhebungsperiode der unabhängigen Variablen und der Zeitperiode, für die die Kosten vorhergesagt werden, einen Einfluss auf das R^2 ; werden die Kosten für die gleiche Zeitperiode vorhergesagt, in der die unabhängigen Variablen erhoben werden –sog. zeitgleiche Vorgehensweise - resultieren höhere R^2 als wenn die Kosten für eine darauffolgende Zeitperiode vorhergesagt werden (sog. prospektive Vorgehensweise). Auch die Anzahl der Variablen im Modell beeinflusst R^2 ; je mehr Variablen, umso höher wird R^2 . Die Anzahl Variablen im Modell kann durch die Berechnung des sog. korrigierten R^2 berücksichtigt werden. Die Verteilung der Kosten beeinflusst R^2 ebenfalls; die Kosten sind in einer Population in der Regel sehr ungleich verteilt: viele Personen haben keine oder nur geringe Kosten verursacht, andererseits verteilt sich ein grosser Teil der Gesamtkosten einer Population oft auf eine kleine Gruppe von Personen. Werden hohe Kosten nun auf einen bestimmten Maximalwert limitiert (das heisst alle Werte darüber werden auf den Maximalwert gesetzt), resultiert oft eine Steigerung von R^2 .

4. Übersicht über die identifizierten Instrumente

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Instrumenten, welche die Merkmale einer Patientenpopulation messen. Viele davon werden für die Prognose des klinischen Verlaufs verwendet. Wir haben uns in dieser Arbeit auf diejenigen Instrumente beschränkt, die zur Prognostizierung von Kosten verwendet werden.

Die Instrumente, die wir in der Literatursuche identifiziert haben, können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- Soziodemographische Instrumente
- Diagnose-basierte Instrumente
- Medikamenten-basierte Instrumente
- Modelle mit selbsteingeschätztem Gesundheitszustand
- Kosten-basierte Instrumente
- Kombinationen verschiedener Modelle
- Andere

a. Soziodemographische Instrumente

Die soziodemographischen Instrumente enthalten nur soziodemographische bzw. – ökonomische Variablen. Die am häufigsten verwendeten sind Alter und Geschlecht, welche auch in den meisten anderen Instrumenten (z.B. vielen diagnosebasierten Instrumenten) enthalten sind.

Beispiele für weitere Variablen, die verwendet werden, sind

- eine Rentenberechtigung, das heisst die Person erhält aus gesundheitlichen Gründen eine Rente oder nicht
- der Invaliditätsstatus
- Institutionalisierung, das heisst die Person lebt zuhause oder in einer Institution wie einem Alters- oder Pflegeheim

b. Diagnose-basierte Instrumente

Zur Gruppe der diagnose-basierten Instrumente haben wir diejenigen Instrumente gezählt, die Diagnosen enthalten, welche über die ICD-Codierung erfasst werden. In dieser Gruppe sind also Instrumente, welche ausschliesslich von Patienten berichtete Diagnosen beinhalten, nicht eingeschlossen. Die wichtigsten Instrumente dieser Gruppe sind die folgenden:

- ACG Adjusted Clinical Groups (früher: Ambulatory Care Groups)
- ADG Aggregated diagnosis groups
- ACG-PM ACG- predictive model
- DCG Diagnostic Cost Groups
- HCC Hierarchical chronic conditions
- PIP-DCG Principal inpatient-Diagnostic cost groups
- DPS Disability payment system
- CDPS Chronic illness and disability payment system
- CD-RISC Clinically detailed risk information system for cost
- CRG Clinical risk groups

Die Instrumente (und ihre Varianten) unterscheiden sich in verschiedenen Bereichen voneinander. Bei einigen Instrumenten ist nur die Diagnose mit den höchsten Kosten von Bedeutung, die anderen Diagnosen werden ignoriert (z.B. PIP-DCG). Bei anderen Instrumenten werden mehrere Diagnosen berücksichtigt (z.B. HCC). Die Instrumente unterscheiden sich auch bezüglich Gruppierungs-Algorithmus (die vielen ICD-Codes müssen in Gruppen zusammengefasst werden) und bezüglich Herkunft der Diagnosen. Während die ersten ACG-Modelle ausschliesslich auf im ambulanten Bereich gestellten Diagnosen beruhten, schlossen die ersten DCG-Modelle ausschliesslich anlässlich einer Hospitalisierung gestellte Diagnosen ein. Neuere Modelle schliessen oft Diagnosen aus beiden Bereichen ein.

c. Medikamenten-basierte Instrumente

Bei den medikamenten-basierten Instrumenten wird über verordnete Medikamente auf zugrundeliegende Erkrankungen geschlossen. In dieser Modellgruppe müssen also keine Diagnosen erhoben werden, um den Gesundheitszustand der Patienten einzuschätzen. Die wichtigsten Instrumente dieser Gruppe sind:

- CDS Chronic disease score / RxRisk
- PCG Pharmacy cost groups
- Rx model
- Rx groups
- CDI Chronic disease index

Die Instrumente (und ihre Varianten) unterscheiden sich in verschiedenen Bereichen voneinander. Wie bei den Diagnosen können nicht alle Medikamente berücksichtigt werden; die meisten Instrumente fokussieren auf Medikamente, die bei längerdauernden Erkrankungen eingesetzt werden und möglichst spezifisch sind, das heisst bei nur einer oder wenigen Erkrankungen zum Einsatz kommen (wie z.B. Insulin bei Diabetes mellitus). Oft ist auch eine minimale Dauer der Verordnung (z.B. 90 oder 180 Tage pro Jahr) erforderlich.

d. Modelle mit selbsteingeschätztem Gesundheitszustand

Einige Modelle enthalten als Variablen Angaben der Patienten selber. Dies kann die Antwort auf die Frage sein „Wie geht es Ihnen gesundheitlich?“, dies können Symptome oder Erkrankungen sein, mögliche bzw. nicht mehr mögliche Alltags-Aktivitäten und andere. Die wichtigsten Variablen bzw. Modelle dieser Gruppe sind:

- Selbsteingeschätzter Gesundheitszustand
- ADLs Activities of daily living
- IADLs Instrumental activities of daily living
- Selbstberichtete chronische Krankheiten
- Self-report-generated Charlson comorbidity index
- HRQoL Health related quality of life
- SF-36 Medical Outcome Short Form (36) Health Survey

e. Kostenbasierte Modelle

Die Modelle dieser Gruppe verwenden die früheren Kosten einer Person zur Vorhersage der zukünftigen Kosten. Dabei werden Kostengruppen oder der absolute Wert verwendet.

f. Kombinationen verschiedener Instrumente

Instrumente bzw. einzelne Variablen können auch kombiniert werden. Relativ häufig untersucht wurde die Kombination aus diagnosebasierten und medikamentenbasierten Instrumenten. Dabei werden beispielsweise Spitaldiagnosen mit ambulant verordneten Medikamenten kombiniert. Bei dieser Kombination wird der ambulante Bereich, in dem die Erhebung von ICD-Diagnosen schwieriger ist als im stationären Bereich, über Medikamentenverordnungen abgebildet.

g. Andere

Andere Modelle konnten wir keiner der obigen Gruppen zuordnen. Es sind dies beispielsweise:

- TMI Thurgauer Morbiditätsindex
- ICPC International Classification of Primary Care
- AP-DRG-basiert All patients diagnosis related groups
- ERG Episode risk groups

Der Thurgauer Morbiditätsindex und die ICPC-Klassierung bilden den Gesundheitszustand von Patienten ab, basieren aber nicht auf einer ICD-Codierung. (Für die ICPC-Klassierung haben wir keine Studie gefunden, in welcher sie zur Prognostizierung von Kosten verwendet wurde.) Die AP-DRGs haben wir in diese Gruppe eingeteilt, weil sie zusätzlich zu ICD-Diagnosen auch auf Codes der Schweizerischen Operationsklassifikation (CHOP) beruhen. Das Modell ERG beinhaltet nebst Diagnosen und Medikamenten auch einzelne chirurgische Interventionen.

5. Resultate

a. Beschreibung der Publikationen

Die Literatursuche ergab über 1'000 Publikationen. Von diesen haben wir 270 bestellt. 115 Publikationen kamen als potentiell passende Studien in Frage. Die restlichen Publikationen waren Übersichtsarbeiten, Hintergrundliteratur zum Risikoausgleich, berichteten über andere Endpunkte als Kosten u.ä. Von den 115 Publikationen haben wir 47 ausgeschlossen und insgesamt 68 Publikationen eingeschlossen. Aus diesen haben wir rund 500 R^2 extrahiert.

Die Studien wurden zwischen 1990 und 2005 publiziert, rund die Hälfte nach 2000. 51 Studien stammen aus den USA, 9 aus den Niederlanden, je zwei aus Deutschland und der Schweiz, und je eine Studie aus Australien, Belgien, Kanada und Spanien. Am häufigsten wurden diagnosebasierte Instrumente untersucht; in dieser Gruppe waren die „Adjusted clinical groups, ACG“ die Spitzenreiter. In rund 40% der Vergleiche stammte das R^2 nach unserer Definition aus einer Validierung. Hierbei fanden sich Unterschiede zwischen den Instrumenten. Während beispielsweise in der ACG-Gruppe nur in 14% der Vergleiche eine Validierung durchgeführt wurde, war dies in der DCG-Gruppe in 61% der Fall. Dies dürfte sicher zum Teil darauf zurückzuführen sein, dass die Hersteller des ACG-Modelles im Gegensatz zu Herstellern anderer Modelle keine Koeffizienten liefern, da sie davon ausgehen, dass die Anwender Gewichte für ihre eigene Population verwenden wollen.

70% der R^2 wurden prospektiv berechnet. In rund 80% der Vergleiche wurden die Gesamtkosten als Endpunkt verwendet.

Die zur Schätzung der R^2 untersuchten Populationen hatten im Mittel eine Grösse von 397'504 Personen (Median 37'000, IQR 9'479 – 374'572). Die kleinste Studie umfasste für die Berechnung von R^2 413 Personen, die grösste 6'353'716.

b. Bereich von R^2

R^2 schwankte zwischen 0.003 und 0.644. Der Median lag bei 0.11, das heisst 50% der R^2 waren kleiner als 0.11. Der Interquartilrange IQR, welcher den Bereich angibt, in dem die mittleren 50% der Werte liegen, reichte von 0.069 bis 0.210.

Der Median bei prospektiver Erhebung lag bei 0.09 (IQR 0.06 – 0.13), bei zeitgleicher Erhebung bei 0.36 (IQR 0.24-0.43).

c. R^2 in verschiedenen Untergruppen

Die folgenden Tabellen zeigen jeweils den Median und den Interquartilrange (IQR) für R^2 in verschiedenen Untergruppen. Unterschieden wurden prospektive bzw. zeitgleiche Erhebung, Gesamt- bzw. ambulante Kosten sowie der Inhalt der Instrumente.

In der ersten Tabelle werden die Kostenart und die Art der Erhebung von R^2 (prospektiv vs. zeitgleich) unterschieden.

	Ambulante Kosten	Gesamtkosten
Prospektive Erhebung,		
Median	0.14	0.09
IQR	0.11 – 0.21 (n=41)	0.06 – 0.12 (n=299)
Zeitgleiche Erhebung		
Median	0.38	0.31
IQR	0.36 – 0.42 (n=27)	0.21 – 0.43 (n=71)

Die Tabelle zeigt, dass innerhalb einer Kostengruppe höhere R^2 bei zeitgleicher Erhebung resultieren, und dass ambulante Kosten tendenziell besser vorhergesagt werden können. Dies entspricht den Erwartungen; bei all diesen Vergleichen muss allerdings beachtet werden, dass weitere Faktoren, die hier nicht berücksichtigt wurden (beispielsweise die untersuchten Modelle), ebenfalls einen Einfluss auf R^2 haben.

Bei zusätzlicher Berücksichtigung der in den Instrumenten enthaltenen Variablen resultiert folgende Tabelle. Als „rein diagnosebasiert“ wurden in dieser Analyse diejenigen Instrumente definiert, welche Diagnosen enthielten, aber weder frühere Kosten, Medikamente, selbstberichtete Erkrankungen noch den selbstberichteten Gesundheitszustand. An weiteren Variablen durften einzig Alter und Geschlecht enthalten sein. Als „rein medikamentenbasiert“ wurden in dieser Analyse diejenigen Instrumente definiert, welche den Gesundheitszustand der Population über Medikamente eingeschätzt haben und weder Diagnosen, frühere Kosten, selbstberichtete Erkrankungen noch den selbstberichteten Gesundheitszustand enthielten. Alter und Geschlecht konnten als Variablen wiederum enthalten sein. Bei den rein medikamentenbasierten Instrumenten konnten nur die Gesamtkosten als Endpunkt untersucht werden; bezüglich ambulanter Kosten waren nicht genügend Vergleiche vorhanden.

	Ambulante Kosten	Gesamtkosten	Gesamtkosten
	Rein diagnosebasiert	Rein diagnosebasiert	Rein medikamentenbasiert
Prospektive Erhebung, Median IQR (n=8)	0.18 0.10 – 0.19 (n=8)	0.09 0.08 – 0.14 (n=63)	0.11 0.08 – 0.12 (n=21)
Zeitgleiche Erhebung Median IQR (n=17)	0.39 0.38 – 0.42 (n=17)	0.36 0.29 – 0.43 (n=32)	0.21 0.18 – 0.25 (n=6)

Die Tabelle zeigt wiederum höhere R^2 bei zeitgleicher Erhebung im Vergleich zu prospektiver. Ambulante Kosten können mit den rein diagnosebasierten Instrumenten tendenziell besser vorhergesagt werden als die Gesamtkosten. Hier muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Anzahl Beobachtungen (n) in den

einzelnen Untergruppen teilweise sehr klein ist. Alle anderen Variablen, welche R^2 beeinflussen, sind hier wiederum nicht berücksichtigt.

d. Hohe R^2

49-mal (10%) war R^2 grösser als 0.40. 40 (82%) davon waren zeitgleich berechnet worden, 9 (18%) prospektiv. Von den 9 prospektiv berechneten R^2 enthielten 8 (89%) Modelle frühere Kosten. 13 (27%) R^2 stammen aus einer Validierung, 36 (73%) aus einer Modellschätzung.

6. Ausgewählte Studien

a. Studien mit mehreren Instrumenten

Wie in Abschnitt 2.e beschrieben, wird R^2 von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Zusätzlich zum verwendeten Instrument spielen die Patientenpopulation eine Rolle, das zeitliche Verhältnis zwischen Erhebungsperiode der unabhängigen Variablen und der Zeitperiode, für die die Kosten prognostiziert werden, die Verteilung der Kosten in der Population, die Kostenart (z.B. Kosten der ambulanten Versorgung oder Gesamtkosten) wie auch die Ebene der Validierung. Vergleiche von R^2 aus verschiedenen Studien sind daher mit Vorsicht zu interpretieren, da sich Studien in den beschriebenen Faktoren oft unterscheiden. Wir präsentieren deshalb hier ausgewählte Resultate aus Studien, welche mehrere Instrumente im jeweils gleichen Datenset untersucht haben und jüngeren Datums sind. Innerhalb dieser Studien sind verschiedene R^2 besser vergleichbar. Es sind dies zwei Studien aus Deutschland und je eine Studie aus der Schweiz sowie den USA.

1. Studie: Reschke et al, 2004

Diese Studie aus Deutschland wurde im Rahmen des Risikostrukturausgleichs (RSA) zwischen Krankenversicherern durchgeführt. Hauptziel des Risikostrukturausgleichs ist eine Verminderung der Selektionsanreize auf Ebene der Versicherer. Aktuell basiert dieser Risikostrukturausgleich auf demographischen und sozioökonomischen Variablen, nämlich Alter, Geschlecht und einer Rentenberechtigung sowie einer Einschreibung in strukturierte Behandlungsprogramme für bestimmte Erkrankungen. Gesetzlich besteht in Deutschland der Auftrag, den Risikostrukturausgleich künftig morbiditätsorientiert durchzuführen. Die Gruppe um Reschke wurde beauftragt, Instrumente, welche dafür verwendet werden können, zu beurteilen. In der Studie wurden nur Instrumente berücksichtigt, welche sowohl den ambulanten als auch den stationären Bereich abdecken, sei dies über Diagnosen aus beiden Bereichen oder über eine Kombination von Spital-Diagnosen und ambulant verordneten Medikamenten.

Die Modelle wurden in einer Population von ca. 850'000 Personen, Kindern und Erwachsenen, mit Daten aus den Jahren 2001/02 evaluiert. Verglichen wurden der aktuell durchgeführte Risikostrukturausgleich, vier diagnosebasierte Instrumente

sowie zwei Kombinationsmodelle aus Diagnosen und Medikamenten. Die nachfolgende Darstellung zeigt die in den jeweiligen Modellen enthaltenen Variablen.

	Alter, Geschlecht	Medika- mente	Ambulante Diagnosen	Stationäre Diagnosen	Selbst- beurteilt	Sozio- ökonomisch
RSA	*					*
ACG	*		*	*		*
ACG-PM	*		*	*		*
CDPS	*		*	*		*
HCC	*		*	*		*
PCG + DCG	*	*		*		*
RxGroups + IP-HCC	*	*		*		*

RSA: Risikostrukturausgleich
 ACG: Adjusted clinical groups
 ACG-PM: ACG-Predictive model
 CDPS: Chronic illness and disability payment system
 HCC: Hierarchical chronic conditions
 PCG+DCG: Pharmacy cost groups + Diagnostic cost groups
 RxGroups+IP-HCC: RxGroups + Inpatient-HCC

Alle Modelle beinhalten die Variablen Alter, Geschlecht und Rentenberechtigung, entsprechend in etwa dem aktuellen Risikostrukturausgleich. Die diagnosebasierten Modelle ACG, ACG-PM, CDPS und HCC beinhalten ambulante und stationäre Diagnosen, die Kombinationsmodelle PCG+DCG und RxGroups+IP-HCC beinhalten Diagnosen aus dem stationären Bereich sowie ambulant verordnete Medikamente. Das Modell ACG-PM ist eine Weiterentwicklung der ACGs und beinhaltet neben Diagnosen auch sog. EDCs (Expanded Diagnosis Clusters), eine diagnosebasierte Risikoeinstufung, sowie den sog. HOSDOM-Parameter, welcher angibt, ob ein Patient eine Diagnose aufweist, welche in mindestens 50% der Patienten zu einer Hospitalisierung führt. Dieser Parameter gilt als vorhanden, wenn ein Patient eine

entsprechende Diagnose aufweist, unabhängig davon, ob der Patient hospitalisiert wurde oder nicht. Dies soll den Anreiz, Patienten zu hospitalisieren, vermindern. In der Studie wurde die Vorhersagbarkeit der Gesamtkosten wie auch der ambulanten Kosten (als ärztliche Leistungen bezeichnet) zeitgleich und prospektiv untersucht. In dieser Studie wurden die Koeffizienten neu berechnet und bei allen Modellen die Variable Rentenberechtigung eingeführt, es handelt sich also um Modellschätzungen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die resultierenden R^2 :

	R^2 für Gesamtkosten, zeitgleich	R^2 für Gesamtkosten, prospektiv	R^2 für ärztliche Leistungen, zeitgleich	R^2 für ärztliche Leistungen, prospektiv
RSA	0.07	0.06	0.03	0.03
ACG	0.14	0.09	0.08	0.06
ACG-PM	0.21	0.12	0.13	0.11
CDPS	0.19	0.12	0.15	0.14
HCC	0.26	0.15	0.41	0.38
PCG + DCG	0.30	0.15	0.36	0.33
RxGroups + IP-HCC	0.48	0.24	0.44	0.43

RSA: Risikostrukturausgleich
 ACG: Adjusted clinical groups
 ACG-PM: ACG-Predictive model
 CDPS: Chronic illness and disability payment system
 HCC: Hierarchical chronic conditions
 PCG+DCG: Pharmacy cost groups + Diagnostic cost groups
 RxGroups+IP-HCC: RxGroups + Inpatient-HCC

Erwartungsgemäss schneidet der Risikostrukturausgleich mit R^2 von 0.03-0.07 am schlechtesten ab. Ebenfalls erwartungsgemäss sind die zeitgleich berechneten R^2 innerhalb einer Kostenart jeweils höher als die prospektiv berechneten. Von den diagnosebasierten Modellen schneidet ACG am schlechtesten ab, ACG-PM und CDPS sind vergleichbar, HCC zeigt die höchsten R^2 . Sowohl bezüglich Gesamtkosten als auch ambulanten Kosten schneidet die Kombination aus RxGroups und IP-HCC am besten ab. Die Autoren der Studie empfehlen deshalb dieses Modell für den morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich in Deutschland.

Weiter fällt auf, dass ambulante Kosten vor allem mit den Kombinationsmodellen offensichtlich besser vorhergesagt werden können als die Gesamtkosten.

2. Studie: Behrend et al, 2004

Auch die zweite Studie wurde in Deutschland durchgeführt. Die Population bestand aus rund 75'000 Personen, je hälftig Frauen und Männer mit einem Durchschnittsalter von 45 Jahren. Die Daten stammen aus den Jahren 1997/98. Untersucht wurden ein soziodemographisches Modell, ein Hospitalisations-Modell sowie das Modell HCC in zwei Varianten. Die nachfolgende Darstellung zeigt die in den jeweiligen Modellen enthaltenen Variablen.

	Alter, Geschlecht	Medikamente	Ambulante Diagnosen	Stationäre Diagnosen	Selbst- beurteilt	Sozio- ökonomisch
Soziodemo- graphisches Modell	*					*
Hospitalisa- tions-Modell	*					*
HCC (Original- Gewichte)	*			*		*
HCC (neue Gewichte)	*			*		*

HCC: Hierarchical chronic conditions

Alle Modelle enthalten Alter, Geschlecht sowie einen Indikator für Invalidität; dies entspricht in etwa dem im vorherigen Beispiel erwähnten Risikostrukturausgleich. Das Hospitalisations-Modell enthält zusätzlich eine Variable, die angibt, ob ein Patient hospitalisiert war oder nicht. Das HCC-Modell enthält stationäre Diagnosen und wurde mit den Original-Koeffizienten sowie mit neu berechneten untersucht. In dieser Studie wurde eine interne Validierung mit zeitgleicher und prospektiver Berechnung durchgeführt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die resultierenden R^2 :

	R ² für Gesamtkosten, zeitgleich	R ² für Gesamtkosten, prospektiv
Soziodemographisches Modell	0.05	0.05
Hospitalisations-Modell	0.25	0.08
HCC (Original- Gewichte)	0.31	0.10
HCC (neue Gewichte)	0.37	0.12

HCC: Hierarchical chronic conditions

Auch hier schneidet das rein soziodemographische Modell am schlechtesten ab, und zeitgleich berechnete R² sind höher als prospektive. Das Hospitalisations-Modell kann Kosten etwas weniger gut vorhersagen als das HCC. Die Neuberechnung der Koeffizienten im HCC-Modell führt erwartungsgemäss zu einer (wenn auch geringen) Verbesserung von R².

3. Studie: Holly et al, 2004

Die dritte Studie wurde in der Schweiz, in den Kantonen Waadt und Zürich, durchgeführt. Eingeschlossen wurden je rund 350'000 mindestens 18 Jahre alte Personen. Die Daten stammen aus dem Jahr 2001. Untersucht wurden zwei diagnosebasierte Modelle, das sog. Beck-Modell und das sog. Versicherungsmodell. Die nachfolgende Darstellung zeigt die in den jeweiligen Modellen enthaltenen Variablen.

	Alter, Geschlecht	Medikamente	Ambulante Diagnosen	Stationäre Diagnosen	Kosten	Sozio- ökonomisch
AP-DRG	*			*		*
SqLape	*			*		*
Beck-Modell	*					(*)
Versicherungs- modell	*				*	

AP-DRG: All patients diagnosis related groups

Alle Modelle beinhalten Alter und Geschlecht. Das erste, mit AP-DRG bezeichnete Modell, beruht auf den DRGs (diagnosis related groups) aus dem stationären Bereich, welche in 18 sog. medizinische Ausgleichskategorien zusammengefasst werden, und einem Indikator für Institutionalisierung (Hospitalisation und Pflegeheimaufenthalt); auch das Modell SQLape beruht auf ICD-Diagnosen und Operationen sowie einem Indikator für Hospitalisierung bzw. Pflegeheimaufenthalt und erlaubt es, einem Patienten mehrere Diagnosen oder Operationen zuzuordnen. Das Beck-Modell beinhaltet eine Variable, welche angibt, ob ein Patient hospitalisiert war oder nicht, das Versicherungsmodell enthält die früheren Kosten. Für die beiden ersten Modelle wurden Daten aus einem, zwei, drei respektive vier Jahren zur Vorhersage der Kosten verwendet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die resultierenden R²:

	R ² für Gesamtkosten, prospektiv, Kanton Waadt	R ² für Gesamtkosten, prospektiv, Kanton Zürich
1-Jahres-AP-DRG	0.14	0.14
2-Jahres- AP-DRG	0.16	
3-Jahres- AP-DRG	0.21	
4-Jahres- AP-DRG	0.25	
1-Jahres-SqLape	0.18	0.15
2-Jahres-SqLape	0.19	
3-Jahres-SqLape	0.26	
4-Jahres-SqLape	0.30	
Beck-Modell	0.10	
Versicherungs-Modell	0.31	

AP-DRG: All patients Diagnosis related groups

Die R² für den Kanton Waadt stammen aus einer Modell-Entwicklung, die R² für den Kanton Zürich aus einer externen Validierung.

Am schlechtesten schneidet das Beck-Modell ab, welches keine Diagnosen enthält. SqLape schneidet etwas besser als das AP-DRG-Modell ab; bei beiden Modellen steigt die Erklärungskraft mit Einschluss von zusätzlichen Jahren bei der Erhebung der unabhängigen Variablen. Am besten erklärt jedoch das Versicherungsmodell mit den früheren Kosten die zukünftigen Kosten.

Extern validiert wurden nur die Einjahres-Modelle AP-DRG und SqLape. Die beiden Modelle konnten rund 15% der Kosten erklären.

4. Studie: Cumming et al, 2002

Die vierte Studie stammt aus den USA. Es wurden rund 375'000 Personen eingeschlossen, die Daten stammen aus dem Jahr 1999. Es wurden je drei diagnose- bzw. medikamenten-basierte Instrumente untersucht sowie ein Modell, welches beide Aspekte enthält. Die verschiedenen Modelle wurden sowohl mit den Original-Koeffizienten als auch mit neu berechneten evaluiert. Die Evaluationen mit den Original-Koeffizienten gelten als externe, diejenigen mit den neu berechneten als interne Validierungen. Die nachfolgende Darstellung zeigt die in den jeweiligen Modellen enthaltenen Variablen.

	Alter, Geschlecht	Medikamente	Ambulante Diagnosen	Stationäre Diagnosen
ACG	*		*	*
CDPS	*		*	*
HCC	*		*	*
MedicaidRx	*	*		
RxGroups	*	*		
RxRisk	*	*		
ERG	(*)	*	*	*

ACG: Adjusted clinical groups
 CDPS: Chronic illness and disability payment system
 HCC: Hierarchical chronic conditions
 ERG: Episode risk groups

Alle Modelle beinhalten Alter und Geschlecht; einzige Ausnahme ist das Modell ERG, welches diese beiden Variablen nur im Modell mit den neu berechneten Koeffizienten enthält. Die diagnosebasierten Instrumente beinhalten ambulante und stationäre Diagnosen. Das Modell ERG beinhaltet nebst Diagnosen und Medikamenten auch einzelne chirurgische Interventionen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die resultierenden R²:

	R ² für Gesamtkosten, prospektiv, Original-Koeffizienten	R ² für Gesamtkosten, prospektiv, neu berechnete Koeffizienten	R ² für Gesamtkosten, zeitgleich, neu berechnete Koeffizienten
ACG	-	0.10	0.28
CDPS	0.10	0.15	0.36
HCC	0.14	0.15	0.47
MedicaidRx	0.07	0.12	0.24
RxGroups	0.13	0.13	0.28
RxRisk	0.11	0.11	0.21
ERG	0.15	0.15	0.35

ACG: Adjusted clinical groups
CDPS: Chronic illness and disability payment system
HCC: Hierarchical chronic conditions
ERG: Episode risk groups

Die Tabelle zeigt, dass die Kosten durch eine Neuberechnung der Koeffizienten mindestens so gut oder besser vorhergesagt werden können als mit den ursprünglichen Koeffizienten. Am stärksten ist dieser Unterschied bei den Modellen CDPS und MedicaidRx. Die Autoren erklären dies damit, dass diese Modelle in einer Medicaid-Population entwickelt wurden, welche sich deutlich von der übrigen Bevölkerung unterscheidet. Alle Modelle schneiden zeitgleich deutlich besser ab als bei prospektiver Anwendung. Bei prospektiver Anwendung konnten maximal 15% der Kosten erklärt werden, bei zeitgleicher Anwendung je nach Modell zwischen 20% und knapp 50%.

7. Limitationen der Arbeit

Verschiedene Limitationen dieser Arbeit müssen erwähnt werden. Die erste Einschränkung ist die, dass die Arbeit nicht auf Originaldaten, sondern auf der publizierten Literatur basiert. Die Übersicht hat gezeigt, dass die meisten Publikationen zu diesem Thema aus den USA und anderen Ländern als der Schweiz stammen, deren Gesundheitswesen nur bedingt mit dem schweizerischen vergleichbar sind. Weiter stellt die publizierte Literatur nur einen Teil der durchgeführten Studien dar. Aus Untersuchungen zu randomisierten, kontrollierten Studien weiss man, dass in diesem Bereich Studien mit signifikanten Resultaten eher publiziert werden als Studien mit nicht-signifikanten Resultaten. Sollte dies auch in unserem Kontext der Fall sein, und Studien mit guter Vorhersagekraft eher publiziert werden, dann wird die Vorhersagekraft von Instrumenten basierend auf einer Literaturanalyse eher überschätzt. Weiter ist die Qualität der Publikationen stark schwankend. Beispielsweise blieb oft unklar, wie sich die untersuchte Population zusammensetzte (z.B. Anteil der beiden Geschlechter, Altersstruktur). Weiter hat sich die Literatursuche als nicht einfach herausgestellt. Wir sind überzeugt, dass wir mit unserer Suche keine wichtigen Instrumente verpasst haben. Zu den identifizierten Instrumenten könnten weitere Publikationen vorhanden sein, die wir nicht lokalisieren konnten.

Eine weitere Einschränkung ist die Heterogenität der Studien. Es wurden verschiedenste Populationen untersucht, die jedoch nicht immer repräsentativ für die Gesamtbevölkerung sind. Verschiedene der US-amerikanischen Studien wurden in der Medicare-Population, also hauptsächlich in Personen über 65 Jahren, durchgeführt, sowie im Medicaid-Programm, welches Personen in finanziell schwieriger Lage einschliesst. Etliche Studien wurden in HMO-Populationen durchgeführt.

Weiter unterschieden sich die Studien in der Definition der Kosten (z.B. wurden Medikamentenkosten aus den Gesamtkosten teilweise ein-, in anderen Studien ausgeschlossen). Weiter unterschieden sich die Studien auch in den Ebenen der Validierung und in der Erhebung von R^2 (zeitgleich vs. prospektiv). Diese Heterogenität erschwert einen Vergleich von R^2 aus verschiedenen Publikationen. Bei der Beurteilung der Vorhersagekraft von Modellen haben wir uns auf R^2 beschränkt, da dieses Mass dazu oft verwendet wird. Denkbar wären aber auch

andere Masszahlen, die nicht wie R^2 auf individueller Ebene berechnet werden, sondern auf Gruppenebene.

Wie schon erwähnt sind die meisten Studien in einem anderen Kontext durchgeführt worden. Die Studien stammen hauptsächlich aus zwei Bereichen: die Instrumente werden zur Berechnung der Capitation verwendet oder dienen dazu, die Risikoselektion der Krankenversicherer zu vermindern. Hierzu werden oft die Gesamtkosten untersucht; diese können offensichtlich weniger gut vorhergesagt werden als die Kosten der ambulanten Versorgung. Eine Risikoselektion wird aufgrund von Merkmalen wie Alter, Geschlecht, früheren Kosten oder Diagnosen gemacht, wobei bei den Diagnosen vor allem chronische Erkrankungen von Bedeutung sind. Akute Ereignisse wie Frakturen, Infektionen etc. sind nicht vorhersehbar und können deshalb auch nicht für eine Risikoselektion gebraucht werden. Solche Diagnosen sind deshalb in Instrumenten, welche zur Verminderung der Risikoselektion verwendet werden, in der Regel nicht enthalten. Geht es hingegen darum, die Kosten eines Praktikers zu erklären, sind solche akuten Ereignisse für die Kosten in einem bestimmten Jahr relevant.

8. Erwünschte Eigenschaften von Instrumenten für den Risikoausgleich

Zusätzlich zu einer möglichst hohen Vorhersagekraft sollten für den Risikoausgleich verwendete Instrumente weitere Eigenschaften aufweisen. Diese sollten bei der Auswahl eines Instrumentes ebenfalls berücksichtigt werden.

In der Literatur werden unter anderen die folgenden beschrieben:

- **Aufwand bei der Datenerhebung**

Der Aufwand bei der Datenerhebung sollte vertretbar sein. Die Erhebung soziodemographischer Variablen beispielsweise ist mit geringem Aufwand verbunden, während der Zeitaufwand bei den beschriebenen, auf der ICD-Codierung beruhenden diagnosebasierten Instrumenten deutlich höher ist.

- **Resistenz gegenüber Manipulation**

Instrumente für den Risikoausgleich können Anreize zur Manipulation schaffen. Werden beispielsweise diagnosebasierte Instrumente verwendet, kann dies zu einem Anreiz führen, mehr oder schwerwiegendere Diagnosen zu stellen. Die Population erscheint dann kränker, als sie in Wirklichkeit ist.

- **Setzen falscher Anreize**

Je nach Aufbau der Instrumente können auch Anreize zu verstärkter Inanspruchnahme gesetzt werden. Enthält ein Instrument beispielsweise nur Diagnosen, welche anlässlich von Hospitalisationen gestellt wurden, nicht aber in der ambulanten Versorgung gestellte Diagnosen, kann dies dazu verleiten, Patienten eher zu hospitalisieren. Instrumente, welche frühere Kosten beinhalten, belohnen eine ineffiziente, teure Versorgung von Patienten.

- **Objektivität**

Die zu erhebenden Daten sollten möglichst objektiv sein. Bleibt zu viel Ermessensspielraum bei der Datenerhebung offen, besteht die Möglichkeit der Datenmanipulation.

- **Reliabilität**

Die Beurteilung eines bestimmten Patienten sollte möglichst nicht von Personen oder zeitlichen Faktoren abhängig sein. Verschiedene Personen sollten zur gleichen Beurteilung kommen.

- **Kontrollierbarkeit**

Um Manipulationen festzustellen und zu verhindern, sollte die Datenerhebung überprüfbar sein. Auch der Aufwand hierzu sollte in einem vertretbaren Rahmen bleiben.

In der folgenden Tabelle zeigen wir einige dieser Eigenschaften für verschiedene Gruppen von Instrumenten.

	Demographie	Kosten	Medikamente	Diagnosen	Subjektiv
Datenqualität	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch
Vorhersagekraft	Tief	Hoch	Hoch	Hoch	Tief
Aufwand	Tief	Mittel	Mittel	Hoch	Tief
Anreize Inanspruchnahme	Tief / Kein	Hoch	Hoch für Medikamente	Tief / Hoch für Hospitalisationen	Tief
Anreize Codierung	Tief / Kein	Tief	Tief	Hoch	Mittel

Adaptiert aus Cumming et al, 2002 (siehe Beilage)

Die **demographischen Instrumente** zeichnen sich durch hohe Datenqualität und geringen Aufwand bei der Erhebung aus. Zudem hängen soziodemographische Variablen nicht vom Betreuungsprozess ab und setzen daher keine unerwünschten Anreize. Sie zeichnen sich allerdings durch eine tiefe Vorhersagekraft aus.

Kostenbasierte Instrumente zeichnen sich durch eine hohe Vorhersagekraft bei mittlerem Erhebungs-Aufwand aus. Allerdings setzen sie unerwünschte Anreize; eine

effiziente Versorgung von Patienten wird nicht belohnt. Aus diesem Grund kommen diese Instrumente für einen Risikoausgleich wohl eher nicht in Frage.

Medikamentenbasierte Instrumente zeichnen sich ebenfalls durch eine relativ hohe Vorhersagekraft aus. Der Aufwand bei der Erhebung ist mittel, die Datenqualität relativ gut, allerdings können diese Modelle Anreize setzen, diejenigen Medikamente einzusetzen, die im Modell enthalten sind.

Diagnosebasierte Modelle zeigen wie die medikamentenbasierten eine relativ hohe Vorhersagekraft bei allerdings deutlich höherem Erhebungs-Aufwand (ICD-Codierung). Diese Modelle können ebenfalls unerwünschte Anreize setzen, beispielsweise Patienten zu hospitalisieren, wenn das Modell nur Diagnosen aus Hospitalisationen enthält. Zudem werden so nur diejenigen Personen klassiert, die mindestens einmal hospitalisiert waren. Anreize können aber auch auf Ebene der Codierung entstehen, nämlich mehr oder schwerwiegendere Diagnosen zu stellen. Für die Schweiz kommt hinzu, dass ICD-Diagnosen bisher nur im stationären Bereich erhoben wurden. Die Datenqualität ist mittel und dürfte im ambulanten Bereich schlechter sein als im stationären.

Modelle aus **subjektiven Variablen** zeichnen sich durch einen relativ geringen Aufwand aus und setzen wenig Anreize auf Ebene der Inanspruchnahme. Allerdings ist auch ihre Vorhersagekraft relativ gering.

In den letzten Jahren wurden zunehmend **Kombinationen aus medikamentenbasierten und diagnosebasierten Instrumenten** (nicht in der Tabelle enthalten, z.B. DCG+PCG) entwickelt und evaluiert. Die Kombination dieser zwei Bereiche hat einige Vorteile. Beispielsweise kann der ambulante Bereich über Medikamente abgedeckt werden, der stationäre über Diagnosen. Dies verringert den Erhebungsaufwand in der ambulanten Versorgung deutlich. Diese Modelle zeichnen sich durch eine relativ hohe Vorhersagekraft aus.

9. Beurteilung der Resultate

Es existieren verschiedene Instrumente für die Beurteilung der Patientenstruktur. Dafür werden unterschiedliche unabhängige Variablen verwendet. Die häufigsten sind soziodemographische – leicht zu erheben, aber mit geringer Vorhersagekraft – Diagnosen, welche deutlich mehr Aufwand bedeuten, aber auch eine bessere Vorhersagekraft aufweisen, und Medikamente. Letztere sind im Vergleich zu den Diagnosen für den Praktiker weniger aufwendig in der Erhebung und bezüglich Vorhersagekraft wahrscheinlich etwas weniger gut als diagnosebasierte Instrumente. Medikamentenbasierte Instrumente erfordern allerdings relativ viel „Pfleger“, indem periodisch neue Medikamente beurteilt und allenfalls ins Modell integriert werden müssen, während nicht mehr gebräuchliche aus den Modellen entfernt werden müssen. Kombinationen aus diagnosebasierten und medikamentenbasierten Instrumenten wurden ebenfalls untersucht. Diese zeigen eine relativ hohe Vorhersagekraft. Vergleiche von verschiedenen Modellen, welche in unterschiedlichen Populationen evaluiert wurden, sind aber nur bedingt möglich, da andere Faktoren zusätzlich zu den Modellen einen Einfluss auf das R^2 haben. Die meisten Instrumente wurden zudem in US-amerikanischen Populationen entwickelt und evaluiert. In vielen Fällen wurden nur bestimmte Altersgruppen bzw. Personen aus bestimmten Versicherungsmodellen (z.B. Medicare, Medicaid, HMOs) eingeschlossen. Diese sind sicher nur bedingt mit der Schweizer Durchschnittsbevölkerung vergleichbar. Studien, welche mehrere Instrumente in der gleichen Population miteinander verglichen haben, sind hier hilfreicher.

Ein Instrument zu validieren bedeutet eigentlich, seine Vorhersagekraft in einer anderen, unterschiedlichen Population als derjenigen, in der es entwickelt wurde, zu prüfen. Bei der internen Validierung – dem häufigsten Typ in der untersuchten Literatur (ohne Berücksichtigung von Modellschätzungen, welche häufiger waren) – handelt es sich strenggenommen nicht um eine Validierung, da die Gruppe, in der das Instrument „validiert“ wird, aus derselben Bevölkerungsgruppe stammt wie die Gruppe, in der das Modell entwickelt wurde. Insbesondere wenn die Aufteilung in die beiden Gruppen nach dem Zufallsprinzip gemacht wird, ähneln sich die beiden Gruppen sehr, was tendenziell zu einer Überschätzung von R^2 führt und die Aussagekraft der Validierung schmälert.

Die resultierenden R^2 der verschiedenen Modelle sind insbesondere bei prospektiver Erhebung nicht überwältigend. Ein grosser Teil der Kosten (insbesondere der Gesamtkosten einer Person) kann auch bei Berücksichtigung von Diagnosen oder verordneten Medikamenten nicht vorhergesagt werden. Dennoch sind diejenigen Instrumente, welche den Gesundheitszustand über Diagnosen oder Medikamente abbilden, den soziodemographischen Instrumenten deutlich überlegen.

Welches Modell am meisten Sinn macht, hängt nicht nur von der Vorhersagekraft ab, sondern auch von weiteren Faktoren wie dem Aufwand bei der Erhebung, Manipulierbarkeit, Überprüfbarkeit, Setzen von Anreizen etc. Bei der Auswahl eines Modelles sollten diese Aspekte ebenfalls berücksichtigt werden.

Der Aufwand bei der Anwendung solcher Modelle scheint ein sehr wichtiger Aspekt zu sein, gerade in der ambulanten Versorgung. Bei einigen Modellen mit guter Vorhersagekraft, insbesondere den diagnosebasierten, ist der hohe Aufwand ein Nachteil. Ein anderer denkbarer Ansatz mit reduziertem Aufwand wäre, sich auf bestimmte Diagnosen, welche mit hohen Kosten verbunden sind, zu beschränken und diejenigen Patienten mit diesen Diagnosen zu identifizieren. In einer US-amerikanischen Studie verglichen Ash et al. kosten- und diagnosebasierte Modelle bezüglich ihrer Fähigkeit, Personen mit sehr hohen Gesamtkosten zu identifizieren. Bei beiden Modellen waren in den Gruppen mit den höchsten Kosten Personen mit Diabetes mellitus, Herzinsuffizienz, Asthma bronchiale / COPD oder einer Depression verglichen mit der Gesamtpopulation deutlich übervertreten. Es kommen sicher noch weitere Diagnosen wie Malignome und eine HIV-Infektion für diesen Ansatz in Frage; diese wurden in der Studie aber nicht untersucht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass verschiedene Modelle existieren, welche den Gesundheitszustand der Patienten berücksichtigen. Diese Modelle sind den rein soziodemographischen Modellen bezüglich Kostenprognostizierung überlegen, auch mit diesen Modellen bleibt aber ein grosser Teil der Kosten, insbesondere der Gesamtkosten, nicht vorhersagbar.

10. Referenzen

Altman DG, Royston P. What do we mean by validating a prognostic model? *Statist Med* 2000;19:453-73

Ash AS, Zhao Y, Ellis RP and Schlein Kramer M. Finding future high-cost cases: comparing prior cost versus diagnosis-based methods. *HSR* 2001; 36(6):194-206

Behrend C, Buchner F, Happich M, Holle R, Reitmeir P and Wasem J. Risk-adjusted capitation payments: how well do principal inpatient diagnosis-based models work in the German situation? Results from a large data set. Diskussionsbeiträge aus dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften Universität Duisburg-Essen Campus Essen, 2004

Cumming RB, Knutson D, Cameron BA and Derrick B. A comparative analysis of claims-based methods of health risk assessment for commercial populations. Report, 2002

Holly A, Gardiol L, Egli Y, Yalcin T and Ribeiro T. Health-based risk adjustment in Switzerland: an exploration using medical information from prior hospitalisation. Report to the Swiss National Science Foundation, 2004

Reschke P, Sehlen S, Schiffhorst G, Schröder WF, Lauterbach KW und Wasem J. Klassifikationsmodelle für Versicherte im Risikostrukturausgleich. Untersuchung zur Auswahl geeigneter Gruppenbildungen, Gewichtungsfaktoren und Klassifikationsmerkmale für einen direkt morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich in der gesetzlichen Krankenversicherung. Endbericht, 2004

11. Weiterführende Literatur

Risk adjustment for measuring health care outcomes. Edited by Lisa I. Iezzoni – 3rd edition.
Health Administration Press, 2003

12. Anhänge

Im Anhang befinden sich der bei der Datenextraktion verwendete Fragebogen sowie vier Tabellen zu einer Auswahl von Modellgruppen; der ACG-Gruppe (Tabelle 1), DCG-Gruppe (Tabelle 2), dem Chronic disease score CDS (und Weiterentwicklungen, Tabelle 3) sowie Kombinationen aus einem diagnose- und einem medikamentenbasierten Instrument (Tabelle 4). Die vier Tabellen umfassen die wichtigsten R^2 .

Pro Publikation können mehrere R^2 in einer Tabelle vorhanden sein, und eine Publikation kann in mehreren Tabellen erscheinen, wenn mehrere Instrumente / Varianten untersucht wurden.

Fragebogen

1	Publication id	
2	Study id	
3	First author	
4	Year of publication	
5	First page of publication	
6	Country of study	
	Model	
7	Type of model examined	1 Diagnostic cost groups DCG _____ 2 Adjusted clinical groups ACG _____ 3 Hierarchical chronic conditions HCC 4 Disability payment system DPS 5 Adjusted average per capita cost AAPCC 6 Payment amount for capitated systems PACS 7 Clinical risk groups CRG 8 Pharmacy cost groups PCG 9 Cost related groups CRG 10 Chronic disease score CDS 11 Other, describe
8	Model used	1 original model 2 revised model 8 unclear
9	Sociodemographic factors included in model	1 yes 2 no 8 unclear
10	if yes: factors provided by	1 physician 2 patient 3 insurance claim 4 other, describe 8 unclear
11	Prior costs included in model (except drug costs; evaluated separately)	1 yes 2 no 8 unclear

12	if yes: provided by	1 physician 2 patient 3 insurance claim 4 other, describe 8 unclear
13	Prescribed drugs included	1 yes 2 no 8 unclear
14	if yes: provided by	1 physician 2 patient 3 insurance claim 4 other, describe 8 unclear
15	Diagnoses included in model	1 yes 2 no 8 unclear
16	if yes:	1 inpatient diagnoses 2 outpatient diagnoses 3 in- and outpatient diagnoses 8 unclear
17	if yes: provided by	1 physician 2 patient 3 insurance claim 4 other, describe 8 unclear
18	Self-reported health status or functional abilities included in model	1 yes 2 no 8 unclear
19	Self-reported chronic conditions included in model	1 yes 2 no 8 unclear
20	if yes: including	1 diagnoses 2 symptoms 3 diagnoses and symptoms 8 unclear

21	Socioeconomic variables (except age and sex) included in model	1 yes 2 no 8 unclear
22	if yes: provided by	1 physician 2 patient 3 insurance claim 4 other, describe 8 unclear
23	Mortality included in model	1 yes 2 no 8 unclear
24	if yes: provided by	1 physician 2 insurance claim 3 other, describe 8 unclear
25	Patient group for development of model	1 Medicare 2 Medicaid 3 Private or social insurance (access not defined by health status or age) 4 Other, describe 8 Unclear
26	Description of developmental sample	1 representative for general population 2 not representative 8 unclear
27	Individuals excluded based on age	1 yes 2 no 8 unclear
28	if yes: describe age group excluded	
29	Individuals excluded based on health status	1 yes 2 no 8 unclear
30	if yes: describe health conditions excluded	
30a	Coefficients used in the model	1 unchanged coefficients of chosen model 2 coefficients recalculated 8 unclear
30b	New variables included / variables excluded	1 yes 2 no

		8 unclear
--	--	-----------

	Methods of validation	
31	Collection of risk adjusters	1 prospectively 2 retrospectively 3 pro- and retrospectively 8 unclear
32	Selection of validation sample	1 identical to developmental sample 2 internal (single data set, splitted) 3 temporal (second data set from same center) 4 external (data from other center/s) 8 unclear
33	if single data set: data splitting	1 in a random manner 2 non-randomly (eg. different time periods) 8 unclear
34	Validation sample contains same patients as developmental sample	1 yes (at least some patients) 2 no 8 unclear
35	Handling of individuals with partial years of eligibility	1 individuals excluded 2 individuals included 8 unclear
36	Partial years of eligibility considered in analysis	1 yes 2 no 8 unclear
37	Truncation of costs	1 no truncation mentioned 2 truncation mentioned
38	if costs truncated: at ... Dollars	
39	Costs transformed	1 yes 2 no 8 unclear
40	if costs transformed:	1 log 2 other, describe
41	Length of time period predicted (in months)	
42	Year of data analysed	

	Characteristics of validation population	
43	Population examined	1 Medicare 2 Medicaid 3 Private or social insurance (access not defined by health status or age) 4 Other, describe 8 Unclear
44	Description of validation sample	1 representative for general population 2 not representative 8 unclear
45	Individuals excluded based on age	1 yes 2 no 8 unclear
46	if yes: describe age group excluded	
47	Individuals excluded based on health status	1 yes 2 no 8 unclear
48	if yes: describe health conditions excluded	
49	Age of validation sample	1 adults 2 children 3 adults and children 8 unclear
50	Mean age of individuals	
51	Percentage of women in sample	
	Study size	
52	Number of participants included in validation study	
53	Number of participants excluded during study	
54	Number of participants used for analysis	

	Results	
55	Expenditures predicted	<ul style="list-style-type: none"> 1 total costs 2 inpatient costs 3 outpatient costs 4 drug costs 5 other, describe 8 unclear
56	R ²	
57	R ² is	<ul style="list-style-type: none"> 1 adjusted 2 unadjusted 8 unclear
58	R ² as percentage of maximum R ²	<ul style="list-style-type: none"> 1 yes 2 no 8 unclear
59	R ²	
60	R ² is	<ul style="list-style-type: none"> 1 adjusted 2 unadjusted 8 unclear
61	R ² as percentage of maximum R ²	<ul style="list-style-type: none"> 1 yes 2 no 8 unclear
62	Model examined	<ul style="list-style-type: none"> 1 main model of publication 2 model used for comparison with main model 8 unclear
63	Presented R ² calculated in validation	<ul style="list-style-type: none"> 1 yes 2 no 8 unclear

Bemerkungen zu den Tabellen (Seiten 47-71):

Die Definition der Variablen findet sich in der Hilfstabelle unten.

Eine Zeile entspricht jeweils einem Vergleich (einem R^2).

Variable	Erklärung
ID	Identifikationsnummer der Publikation im Datenset; jede Publikation hat eine spezifische ID
Type of model	Verschiedene Modelle der jeweiligen Modellgruppe
Type of diagnoses	Gibt an, ob die Diagnosen aus dem ambulanten (outpatient), dem stationären (inpatient) oder beiden Bereichen (In- and outpatient) stammen.
Socioeconomic variables	Gibt an, ob weitere Variablen wie Rentenberechtigung, sozioökonomischer Status etc. im Modell eingeschlossen sind.
Level of validation	Gibt an, ob eine Modell-Schätzung (no) oder eine interne (internal), zeitliche (temporal) oder externe (external) Validierung durchgeführt wurde.
Time frame	Gibt an, ob die Erhebung prospectiv (prospectively) oder zeitgleich (retrospectively) durchgeführt wurde.
Prediction year	Gibt das Jahr an, für welches die Kosten prognostiziert wurden.
Truncation level	Gibt an, auf welchen Maximalwert die Kosten begrenzt wurden. Leere Felder bezeichnen unbegrenzte Kosten.
Population examined	Gibt die Bevölkerungsgruppe an, in der die Instrumente evaluiert wurden.
Age groups	Gibt an, ob die Instrumente in Erwachsenen oder Erwachsenen und Kindern evaluiert wurden.
Population size	Gibt an, wie viele Personen zur Berechnung von R^2 eingeschlossen wurden.
Type of costs	Gibt die Kostenart an. Gesamtkosten (total costs) sind in den Studien jedoch unterschiedlich definiert.
R^2	R^2 gibt den Anteil der Kostenvarianz an, der mit dem entsprechenden Instrument erklärt werden konnte.

Table 1: Adjusted clinical groups ACG

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
1	ACG	Unclear	No	No	Prospectively			Medicaid, persons with disability only, USA	Adults and children	157'560	Total costs	0.098
1	ACG	Unclear	No	No	Prospectively			Medicaid, AFDC adults only, USA	Adults	250'443	Total costs	0.069
1	ADG	Unclear	No	No	Prospectively			Medicaid, disabled persons only, USA	Adults and children	157'560	Total costs	0.111
1	ADG	Unclear	No	No	Prospectively			Medicaid, AFDC adults only, USA	Adults	250'443	Total costs	0.077
10	ADG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	99. percentile	1988	Medicaid, USA	Adults and children	134'725	Outpatient costs	0.359
10	ADG + county	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	99. percentile	1988	Medicaid, USA	Adults and children	134'725	Outpatient costs	0.361
10	ADG + source of care	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	99. percentile	1988	Medicaid, USA	Adults and children	134'725	Outpatient costs	0.368
10	ADG + source of care + county	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	99. percentile	1988	Medicaid, USA	Adults and children	134'725	Outpatient costs	0.37

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
15	ADG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	12'216	Total costs	0.435
15	ADG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	10'304	Total costs	0.205
15	ADG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	4'184	Total costs	0.428
15	ADG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	3'504	Total costs	0.144
15	ADG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	12'126	Total costs	0.207
15	ADG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	10'246	Total costs	0.147
15	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	12'216	Total costs	0.413
15	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	10'304	Total costs	0.196
15	ACG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	4'184	Total costs	0.31

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
15	ACG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	3'504	Total costs	0.107
15	ACG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	12'126	Total costs	0.189
15	ACG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Chronically ill, participating in study, Australia	Unclear	10'246	Total costs	0.14
16	ACG	Unclear	No	No	Unclear	2 SD above mean	1992	Private or social insurance, USA	Unclear	317'082	Total costs	0.23
16	ADG	Unclear	No	No	Unclear	2 SD above mean	1992	Private or social insurance, USA	Unclear	317'082	Total costs	0.3
16	ADG + sociodemographic	Unclear	No	No	Unclear	2 SD above mean	1992	Private or social insurance, USA	Unclear	317'082	Total costs	0.3
17	ACG	Unclear	No	Internal	Prospectively		1993	Mercer, privately insured persons, USA	Unclear	413'670	Total costs	0.079

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
18	ADG	Unclear	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans Health Administration, Northwest Network, USA	Adults	78'501	Total costs	0.125
18	ADG	Unclear	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans Health Administration, Northwest Network, USA	Adults	80'640	Total costs	0.309
19	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively	25'000	1998	HMO Blue Cross/Blue Shield Michigan, USA	Unclear	55'161	Total costs	0.475
22	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Adults	184'340	Total costs	0.061
22	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Adults	184'340	Total costs	0.062
23	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.099
23	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.282

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
26	ACG	In- and outpatient diagnoses	Unclear	Internal	Prospectively	400'000	1996	Individuals enrolled in several large HMOs, USA	Adults and children	106'245	Total costs	0.1015
27	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	25'000	1993	Enrollees of an HMO, USA	Adults	5'780	Total costs	0.075
27	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	25'000	1993	Enrollees of an HMO, USA	Adults	5'780	Total costs	0.124
27	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	25'000	1992	Enrollees of an HMO, USA	Adults	5'780	Total costs	0.281
27	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	25'000	1992	Enrollees of an HMO, USA	Adults	5'780	Total costs	0.433
30	ACG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.41
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.44
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.47
30	ACG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	Total costs	0.31
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	Total costs	0.3

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	Total costs	0.34
30	ACG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.34
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.36
30	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	People treated by 13 teams, Spain	Adults and children	2'467	PC costs	0.43
40	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans affair, USA	Adults	35'337	Total costs	0.07
40	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans affair, USA	Adults	35'337	Total costs	0.277
40	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans affair, USA	Adults	35'337	Total costs	0.08
40	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans affair, USA	Adults	35'337	Total costs	0.293
41	ACG	Outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2001	Community-dwelling persons with PC appointment, USA	Adults	3'496	Total costs	0.121
41	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2001	Community-dwelling persons with PC appointment, USA	Adults	3'496	Total costs	0.132

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Trunca- tion level	Predic- tion year	Population examined	Age groups	Popula- tion size	Type of costs	R ²
43	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Unclear	25'000	1992	HMO, USA	Adults and children	14'234	Total costs	0.24
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1979	HMO in Maryland, USA	Adults and children	6'659	Outpatient costs	0.21
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1979	HMO in Maryland, USA	Adults and children	6'659	Outpatient costs	0.18
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1978	HMO in Maryland, USA	Adults and children	6'659	Outpatient costs	0.46
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in Minneapolis, USA	Adults and children	28'005	Outpatient costs	0.47
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in LA, USA	Adults and children	25'732	Outpatient costs	0.49
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1985	Medicaid, USA	Adults and children	20'424	Outpatient costs	0.42
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1978	HMO in Maryland, USA	Adults and children	6'659	Outpatient costs	0.38
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1980	HMO in Minneapolis, USA	Adults and children	28'005	Outpatient costs	0.38
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1980	HMO in Los Angeles, USA	Adults and children	25'732	Outpatient costs	0.39
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1984	Medicaid, USA	Adults and children	20'424	Outpatient costs	0.34
46	ADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1980	HMO in Minneapolis, USA	Adults and children	28'005	Total costs	0.19
46	ACG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1980	HMO in Minneapolis, USA	Adults and children	28'005	Total costs	0.15

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
ID	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	2'049 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	877'958	Physicians costs for ambulatory and hospital services	0.501
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	2'495 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	2'912'029	Physicians costs for ambulatory and hospital services	0.519
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	2'049 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	877'958	Physicians costs for ambulatory and hospital services	0.429
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	2'495 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	2'912'029	Physicians costs for ambulatory and hospital services	0.467
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	15'240 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	877'958	Total costs	0.396
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively	15'240 Can. \$	1995	Private or social insurance, Canada	Adults and children	877'958	Total costs	0.37

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	2'067 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	1'114'346	Physician costs for ambulatory and hospital services	0.24
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	2'627 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	3'433'051	Physician costs for ambulatory and hospital services	0.257
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	2'067 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	1'114'346	Physician costs for ambulatory and hospital services	0.209
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	2'627 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	3'433'051	Physician costs for ambulatory and hospital services	0.226
47	ADG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	15'690 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	1'114'346	Total costs	0.138
47	ACG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively	15'240 Can. \$	1996	Private or social insurance, Canada	Adults and children	1'114'346	Total costs	0.111

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
51	ADG-MDC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1992	Medicare, USA	Adults	624'000	Total costs	0.063
51	ADG-MDC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1991	Medicare, USA	Adults	624'000	Total costs	0.644
51	ADG-Hosdom	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1992	Medicare, USA	Adults	624'000	Total costs	0.055
51	ADG-Hosdom	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1991	Medicare, USA	Adults	624'000	Total costs	0.409
54	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.14
54	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.09
54	ACG-PM	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.21
54	ACG-PM	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.12
54	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.08

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
54	ACG	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.06
54	ACG-PM	In- and outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.13
54	ACG-PM	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.11
55	ACG	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans affairs patients participating in trial, USA	Adults	14'449	Total costs	0.0514
55	ACG	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans affairs patients participating in trial, USA	Adults	14'449	Outpatient costs	0.18
57	ADG	Outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1993	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Total costs	0.07
57	ADG	Outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1993	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Outpatient costs	0.18
59	ADG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	HMO in Michigan, USA	Adults and children	86'000	Outpatient costs	0.2
59	ADG	Unclear	No	No	Prospectively		1995	HMO in Michigan, USA	Adults and children	67'080	Outpatient costs	0.06
59	ACG	Unclear	No	No	Retrospectively		1994	HMO in Michigan, USA	Adults and children	86'000	Total costs	0.18

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
59	ADG	Unclear	No	No	Prospectively		1995	HMO in Michigan, USA	Adults and children	67'080	Total costs	0.06
62	CADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1978	HMO in Columbia, USA	Unclear	7'800	Outpatient costs	0.41
62	CADG	Outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1979	HMO in Columbia, USA	Unclear	7'800	Outpatient costs	0.19
62	CADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in Minneapolis, USA	Unclear	37'000	Outpatient costs	0.39
62	CADG	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in LA, USA	Unclear	37'000	Outpatient costs	0.42
62	Number of ADGs	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1978	HMO in Columbia, USA	Unclear	7'800	Outpatient costs	0.37
62	Number of ADGs	Outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1979	HMO in Columbia, USA	Unclear	7'800	Outpatient costs	0.17
62	Number of ADGs	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in Minneapolis, USA	Unclear	37'000	Outpatient costs	0.39
62	Number of ADGs	Outpatient diagnoses	No	No	Retrospectively		1981	HMO in LA, USA	Unclear	37'000	Outpatient costs	0.42
64	CADGs at 1 visit	Outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1998	Duke Family Medicine Center, USA	Adults	1'202	Outpatient costs	0.091
64	CADGs at 1 visit	Outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1998	Duke Family Medicine Center, USA	Adults	1'202	Total costs	0.069

Table 2: Diagnostic cost groups DCG

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socio-economic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
1	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively			Medicaid persons with disability, USA	Adults and children	157'560	Total costs	0.143
1	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively			Medicaid, AFDC adults, USA	Adults	250'443	Total costs	0.08
2	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1993	Private or social insurance, USA	Adults and children		Total costs	0.091
2	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Medicaid, USA	Adults and children		Total costs	0.231
2	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Adults and children		Total costs	0.085
4	DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1984	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	100'000	Total costs ¹	0.066
4	Discretion DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1984	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	100'000	Total costs ¹	0.0474
5	PIP-DCG	Inpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.0553
5	PIP-DCG	Inpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.4195

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
5	AD-DCG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.0634
5	AD-DCG	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.3304
5	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.0808
5	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.4074
5	HCCP	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.0873
5	HCCP	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.4659
5	HCCPH	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.0901
5	HCCPH	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1992	Medicare, USA	Unclear	680'438	Total costs	0.5474
6	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	External	Retrospectively		1997	Private or social insurance, Germany	Adults and children	78'813	Total costs	0.312
6	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	External	Prospectively		1998	Private or social insurance, Germany	Adults and children	73'337	Total costs	0.103
6	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Retrospectively		1997	Private or social insurance, Germany	Adults and children	78'813	Total costs	0.373
6	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1998	Private or social insurance, Germany	Adults and children	73'337	Total costs	0.117

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
8	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	External	Prospectively		1993	Medicare, USA	Adults and children	10'532	Total costs	0.0727
11	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1995	Massachusetts State employee health insurance program, USA	Adults and children	159'936	Total costs	0.093
11	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1995	Massachusetts State employee health insurance program, USA	Adults and children	159'936	Total costs	0.08
12	IPHCC	Inpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1998	Market-Scan private insurance, USA	Adults and children	1'083'405	Total costs	0.0844
12	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1998	Market-Scan private insurance, USA	Adults and children	1'083'405	Total costs	0.113
15	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	11'622	Total costs	0.451
15	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	9'775	Total costs	0.229

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
15	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	4'155	Total costs	0.456
15	HCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	3'478	Total costs	0.18
15	HCC	Outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		1997	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	11'337	Total costs	0.232
15	HCC	Outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1998	Persons with chronic conditions, participating in study, Australia	Unclear	9'544	Total costs	0.169
17	DCG	Unclear	No	Internal	Prospectively		1993	Private insurance, USA	Unclear	413'670	Total costs	0.106
18	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans Health administration, USA	Adults	78'501	Total costs	0.153
18	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans Health administration, USA	Adults	80'640	Total costs	0.45
19	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively	25'000	1998	HMO, USA	Unclear	55'161	Total costs	0.456

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
22	DCG	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Adults	184'340	Total costs	0.092
22	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	No	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Adults	184'340	Total costs	0.114
23	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	External	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.143
23	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.154
23	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Internal	Retrospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.466
24	PIP-DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1985	Medicare, USA	Adults	227'129	Total costs	0.0396
26	HCC	In- and outpatient diagnoses	Unclear	Internal	Prospectively	400'000	1996	Several large HMOs, USA	Adults and children	106'245	Total costs	0.1542
34	DCG Ash	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	8'808	Total costs ¹	0.0635
34	DCG-fuy 1	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	8'808	Total costs ¹	0.0649
34	DCG-fuy 2+3	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	8'808	Total costs ¹	0.0684

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
38	PIP-DCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		1996	Medicare, USA	Unclear	1'387'105	Total costs	0.062
39	CMS-HCC	Unclear	Yes	No	Prospectively		2000	Medicare, USA	Adults	1'337'887	Total costs	0.0977
44	HCC	In- and outpatient diagnoses	No	Temporal	Pro- and Retrospectively		1999	Several health plans, USA	Adults and children	1'299'501	Total costs	0.156
45	HCC (old classification)	In- and outpatient diagnoses	No	Temporal	Prospectively		1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.137
45	HCC (new classification)	In- and outpatient diagnoses	No	Temporal	Prospectively		1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.146
49	HCC-derived model	Unclear	Yes	Unclear	Prospectively		1994	Medicare, USA	Adults	32'228	Total costs	0.07
49	HCC-derived model	Unclear	Yes	Unclear	Prospectively		1994	Medicare, USA	Adults	32'228	Physician costs	0.11
50	One-year 5-DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1994	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	5'285	Total costs ¹	0.0648
50	Three-year 5-DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1994	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	5'285	Total costs ¹	0.08

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
53	1-year DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	25'000	Total costs ¹	0.0635
53	2-year-DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	25'000	Total costs ¹	0.0696
53	3-year DCG	Inpatient diagnoses	Yes	Internal	Prospectively		1992	Private or social insurance, Netherlands	Unclear	25'000	Total costs ¹	0.0768
54	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.26
54	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.15
54	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively		2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.41
54	HCC	In- and outpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively		2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.38
55	HCC	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans, USA	Adults	14'449	Total costs	0.0716
55	HCC	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans, USA	Adults	14'449	Outpatient costs	0.2063

ID	Independent variables			Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
61	HCC	Unclear	No	No	Prospectively		1992	Seven insurers, USA	Unclear	319'209	Total costs	0.08
61	HCC	Unclear	No	No	Retrospectively		1991	Seven insurers, USA	Unclear	319'209	Total costs	0.37
61	HCC	Unclear	No	No	Pro- and Retrospectively		1992	Seven insurers, USA	Unclear	319'209	Total costs	0.36
66	DCG	Inpatient diagnoses	No	External	Unclear	99. percentile	1984	Medicare, USA (Pennsylvania)	Adults	25'000	Total costs	0.058
66	DCG	Inpatient diagnoses	No	External	Unclear	99. percentile	1984	Medicare, USA (Florida)	Adults	25'000	Total costs	0.057

¹ Dutch study; costs excluding GP costs and costs of drugs prescribed by GP

Table 3: Drug-based models: Chronic disease score CDS and CDS-derived models

ID	Independent variables		Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
14	Chronic disease score CDS	No	No	Prospectively		1991	HMO, USA	Adults	2'407	Total costs	0.024
18	RxRisk	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans Health Administration, USA	Adults	78'501	Total costs	0.111
18	RxRisk-V	No	Internal	Prospectively		1999	Veterans Health Administration, USA	Adults	78'501	Total costs	0.122
18	RxRisk	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans Health Administration, USA	Adults	80'640	Total costs	0.181
18	RxRisk-V	No	Internal	Retrospectively		1998	Veterans Health Administration, USA	Adults	80'640	Total costs	0.202
23	RxRisk	No	External	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.111
23	RxRisk	No	Internal	Prospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.111
23	RxRisk	No	Internal	Retrospectively		1999	Private or social insurance, USA	Unclear	374'572	Total costs	0.213

ID	Independent variables		Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
26	RxRisk model	Yes	Internal	Prospectively	400'000	1996	HMO, USA	Adults and children	106'245	Total costs	0.0874
35	Chronic disease score CDS	Yes	Internal	Prospectively		1995	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	27'954	Total costs ¹	0.0974
35	Chronic disease score CDS	Yes	Internal	Prospectively		1995	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	27'954	Total costs ¹	0.0889
35	Chronic disease score CDS	Yes	Internal	Prospectively		1995	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	27'954	Total costs ¹	0.0843
42	RxRisk-V	No	No	Prospectively		1999	Veterans Health Administration, USA	Adults	117'936	Total costs	0.106
42	RxRisk-V	No	No	Retrospectively		1998	Veterans Health Administration, USA	Adults	121'067	Total costs	0.179
45	RxRisk (old classification)	No	Temporal	Prospectively		1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.115
45	RxRisk (new classification)	No	Temporal	Prospectively		1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.116

ID	Independent variables		Validation				Population			Costs	R ²
	Type of model	Socioeconomic variables	Level of validation	Time frame	Truncation level	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
55	RxRisk-V	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans participating in trial, USA	Adults	14'449	Total costs	0.0473
55	RxRisk-V	Unclear	No	Prospectively		2001	Veterans participating in trial, USA	Adults	14'449	Outpatient costs	0.1351
57	Chronic disease score CDS	No	Internal	Prospectively		1993	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Total costs	0.09
57	Chronic disease score CDS	No	Internal	Prospectively		1993	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Outpatient costs	0.22
57	Chronic disease score CDS	No	External	Prospectively		1996	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Total costs	0.06
57	Chronic disease score CDS	No	External	Prospectively		1993	Group Health Cooperative Puget Sound, USA	Adults	125'000	Outpatient costs	0.14

[†] Dutch study; costs excluding GP costs

Table 4: Combination of diagnosis-based and drug-based models

ID	Independent variables			Validation			Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socio-economic variables	Level of validation	Time frame	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
12	Rx Group + IPHCC	Inpatient diagnoses	No	No	Prospectively	1998	Market-Scan private insurance, USA	Adults and children	1'083'405	Total costs	0.1175
36	DCG + PCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively	1995	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	47'299	Total costs ¹	0.11
36	DCG + PCG + prior costs	Inpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively	1995	Private or social insurance, Netherlands	Adults and children	47'299	Total costs ¹	0.165
45	RxRisk + DCG old	In- and outpatient diagnoses	No	Temporal	Prospectively	1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.16
45	RxRisk + DCG new	In- and outpatient diagnoses	No	Temporal	Prospectively	1999	Medstat MarketScan Research Database, USA	Adults and children	1'292'288	Total costs	0.168
54	PCG + DCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.3
54	PCG + DCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively	2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.15
54	RxGroups + IPHCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.48
54	RxGroups + IPHCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively	2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Total costs	0.24

ID	Independent variables			Validation			Population			Costs	R ²
	Type of model	Type of diagnoses	Socio-economic variables	Level of validation	Time frame	Prediction year	Population examined	Age groups	Population size	Type of costs	R ²
54	PCG + DCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.36
54	PCG + DCG	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively	2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.33
54	RxGroups + IPHCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Retrospectively	2001	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.44
54	RxGroups + IPHCC	Inpatient diagnoses	Yes	No	Prospectively	2002	Private or social insurance, Germany	Adults and children	850'000	Outpatient costs	0.43
55	HCC + RxRisk	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively	2001	VA patients participating in trial, USA	Adults	14'449	Total costs	0.0774
55	HCC + RxRisk	In- and outpatient diagnoses	Unclear	No	Prospectively	2001	VA patients participating in trial, USA	Adults	14'449	Outpatient costs	0.2238
70	CDPS + Medicaid-Rx	Unclear	No	No	Prospectively	1998	Medicaid, USA	Adults and children	362'370	Total costs	0.257
70	CDPS + Medicaid-Rx	Unclear	No	No	Prospectively	1998	Medicaid, USA	Adults	401'557	Total costs	0.151

¹ Dutch study; costs probably excluding GP costs and cost of drugs prescribed by GP

All studies used untruncated data

13. Liste der Beilagen

pdf's der in Abschnitt 6 präsentierten Berichte:

Reschke P, Sehlen S, Schiffhorst G, Schröder WF, Lauterbach KW und Wasem J. Klassifikationsmodelle für Versicherte im Risikostrukturausgleich. Untersuchung zur Auswahl geeigneter Gruppenbildungen, Gewichtungsfaktoren und Klassifikationsmerkmale für einen direkt morbiditätsorientierten Risikostrukturausgleich in der gesetzlichen Krankenversicherung. Endbericht, 2004

Behrend C, Buchner F, Happich M, Holle R, Reitmeir P and Wasem J. Risk-adjusted capitation payments: how well do principal inpatient diagnosis-based models work in the German situation? Results from a large data set. Diskussionsbeiträge aus dem Fachbereich Wirtschaftswissenschaften Universität Duisburg-Essen Campus Essen, 2004

Holly A, Gardiol L, Egli Y, Yalcin T and Ribeiro T. Health-based risk adjustment in Switzerland: an exploration using medical information from prior hospitalisation. Report to the Swiss National Science Foundation, 2004

Cumming RB, Knutson D, Cameron BA and Derrick B. A comparative analysis of claims-based methods of health risk assessment for commercial populations. Report, 2002