

Diplomarbeit

**Prognose zur Verwendung von
Knieersatzverfahren in OECD- und weiteren
Ländern von 2015 bis 2050**

eingereicht von

Ing. Stefan Matzer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Doctor medicinae universae - Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

unter der Anleitung der Betreuer

Priv.-Doz. Dr. med. univ. Christof Pabinger

und

Univ.-Prof. Dr. med. univ. Hans Peter Dimai

Gratwein, am 29. September 2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Gratwein, am 29. September 2017

Ing. Stefan Matzer eh.

Danksagung

Mein herzlichster Dank gilt meinen Eltern Martha und Franz, welche mir dieses Studium erst ermöglicht haben und mich und unsere Familie über die Jahre hinweg mit aller Kraft und Seele unterstützt haben!

Weiters ergeht mein zutiefst gefühlter Dank an meine liebe Frau Kenia, die nicht müde wurde mir, unter großer persönlicher Aufopferung, den Raum für das Studieren zu sichern und mich in allen Belangen zu unterstützen!

Weiters möchte ich mich auch bei Herrn Vizerektor Univ.-Prof. Dr. Dimai und Herrn Privatdozent Pabinger für die Betreuung im Zuge dieser Diplomarbeit bedanken!

Abschließend bedanke ich mich bei Herrn. Mag. Dr. Harald Lothaller für seine große Unterstützung im Bereich der Statistik, und bei DI Dr. Alexander Geissler!

Inhalt

I	Zusammenfassung	2
II	Abstract.....	2
1	Einleitung	4
1.1	Arthrose, Übergewicht und Knieprothesen	4
1.2	Soziale und ökonomische Faktoren.....	7
1.3	Zielsetzung und Null-Hypothese	9
2	Material und Methoden	10
2.1	Ethikvotum	10
2.2	Kniegelenksersatz-Daten der OECD	10
2.3	Nationale Gelenksersatz-Register (Arthroplasty Registries).....	15
2.4	Kniegelenksersatz-Daten aus der Türkei.....	21
2.5	Kniegelenksersatz Datenquellen je Land.....	21
2.6	Bevölkerungsdaten	23
2.7	Daten zum Body Mass Index	23
2.8	Wirtschaftsdaten	24
2.9	Statistisches Prognose-Modell.....	24
3	Ergebnisse	29
3.1	Aggregation der Basisdaten.....	29
3.2	Validierung der Basisdaten	62
3.3	Korrelation der Prädiktoren zur Verwendungsrate.....	66
3.4	Projektion der Kniegelenksersatz-Verwendungsrate	69
3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	71
3.6	Ergebnis der Prognose via Wachstumsraten.....	72
4	Diskussion	73
4.1	Weitere Einflussfaktoren	73
4.2	Zukünftige Forschung	77
4.3	Zusammenfassung	77
III	Abkürzungen.....	78
IV	Abbildungsverzeichnis	79
V	Tabellenverzeichnis	81
VI	Literaturverzeichnis.....	82

I Zusammenfassung

Einleitung

Wachstumsraten von Kniegelenks-prothesen-Implantationen als Konsequenz von Gonarthrose liegen bei ca. 5,5 Prozent p. a. Einflussfaktoren auf Gonarthrose und Kniearthroplastie sind: Körpergewicht, staatliche Gesundheitsausgaben (HCE) und Bevölkerungs-Parameter. Durch die steigende Endoprothesen-Nachfrage werden die Gesundheitsbudgets der betroffenen Staaten belastet. Als Planungshilfe für Entscheidungsträger soll eine Prognose der Verwendungsraten (UR) bis 2050 für OECD- und weitere Länder, basierend auf den genannten Faktoren erstellt werden.

Material und Methoden

Eine Aggregation an OECD-, WHO- und Weltbank-Basisdaten sowie aus nationalen Prothesenregistern wurde erstellt. Statistische Korrelationen zwischen den Einflussfaktoren und der UR von Knieprothesen wurden beschrieben. Als statistische Methode diente die multiple lineare Regression um ein Modell aus Vergangenheitsdaten zu konstruieren. Das Modell wurde anhand der aktuellsten Echtdateien validiert. Es sollte auf die zukünftigen Jahre angewandt werden.

Ergebnisse

Innerhalb einzelner Länder wurden zwischen UR und den Einflussfaktoren divergierende Korrelationen gefunden. Länderübergreifend und ländergruppenspezifisch fanden sich keine Korrelationen welche eine Prognose ermöglichen würden. Die UR folgt keiner länderübergreifend-einheitlichen Logik, die auf den genannten Einflussfaktoren aufbauen würde, und die für alle betrachteten Länder gleichermaßen gültig wäre.

Diskussion

Literatur zur Hüftersatz-UR zeigt starke länderübergreifende Korrelationen bei Alter und HCE und eine Prognose bis 2050 war möglich. Erstmals wird gezeigt dass dies für Knieersatz-UR, aufgrund schwächerer länderübergreifender Korrelationen, trotz Verwendung zusätzlicher BMI-Daten nicht möglich ist. Die Knieendoprothetik ist nicht so weit fortgeschritten wie die der Hüfte und verschiedene Länder zeigen andere Lernkurven. Ein weiterer Implantationsanstieg wird erwartet. Die Prävalenz der Gonarthrose war in den letzten Jahren jedoch weitgehend unverändert und diese Arbeit fand zwischen Gonarthrose Einflussfaktoren und Implantationsrate keinen länderübergreifenden Zusammenhang.

II Abstract

Introduction

Growth rates of knee prosthesis implantations following osteoarthritis of the knee are about 5.5 percent per year according to studies. In literature, accepted factors influencing gonarthrosis and knee arthroplasty are bodyweight, national health spending schemes and changes and structure of populations. Increased demand for knee endoprosthesis will put incremental strain on national health budgets of concerned states. As a planning aid, this work aims to calculate a prognosis to 2050 of knee replacement utilization rates (UR), based on the abovementioned factors.

Methods

An aggregation of base data from OECD, WHO, Worldbank and national arthroplasty registries was collected. Statistical correlations between the influence factors and knee arthroplasty UR were described. As statistical method multiple linear regression was employed to construct a statistical model of the past. Using the latest available real data, this model was validated. It was meant to be applied to the future years until 2050.

Results

Within single countries diverging correlations were found between knee implant UR and the mentioned influence factors. Spanning all included countries or groups of countries no correlations enabling prognosis were found. The UR of knee implantations does not follow any logic, common to all included countries which is based on the mentioned influence factors and equally valid for all countries.

Discussion

Recent Literature regarding hip replacement UR shows strong, country spanning correlations to age and HCE and a prognosis to 2050 was possible. This work shows for the first time, that this is not possible for knee replacement UR, because of lower country spanning correlations, despite the use of additional BMI data. Knee endoprosthetics is not as advanced as hip endoprosthetics and different countries show varying learning curves. Further increase in implantations is expected for the coming years. However, literature suggests, that the prevalence of gonarthrosis was generally unchanged in the last years and this work found no country spanning correlations between gonarthrosis influence factors and knee prosthesis implantation rate.

1 Einleitung

Durch den aufrechten und bipeden (zwei- statt vierbeinigen) Gang des Menschen trägt das Becken (und damit das rechte und linke Hüftgelenk) das Gewicht der gesamten Rumpfmasse sowie der oberen Extremität, des Halses und des Kopfes. Diese Last wird über die Stützflächen der Füße platziert. Die Knie werden dabei stark belastet. (1)

Übermäßige Belastung, wie z. B. durch Leistungssport oder Adipositas (Übergewicht), stellt neben Traumata (Gewalteinwirkung), weiblichem Geschlecht, hohem Alter, entzündlichen Geschehen, Stoffwechselstörungen, genetischen Faktoren, etc. einen wichtigen Risikofaktor für degenerative Gelenkserkrankungen dar. (2, 3)

1.1 Arthrose, Übergewicht und Knieprothesen

In über 80% der Fälle ist die Diagnose, die schlussendlich zur Verwendung einer Knie-Endoprothese bzw. eines künstlichen Kniegelenkes führt, eine degenerative Gelenkserkrankung. Weitere Gründe zum Einsatz einer Knie-Endoprothese sind z. B. die Folgekomplikationen eines Meniskuseinrisses, Einrisses der Bänder des Kniegelenkes, oder einer Fraktur oder Infektion in der Region. Weiters auch die rheumatoide Arthritis sowie die Psoriasisarthritis, Morbus Bechterew, Knochennekrosen, etc. (4-7)

1.1.1 Degenerative Gelenkserkrankungen

Degenerative Gelenkerkrankungen, die den überwiegenden Teil der Ursachen für Kniegelenkersatz darstellen, fasst man unter dem Begriff der Arthrose zusammen. Im englischen Sprachraum wird dafür der Begriff „osteoarthritis“ (OA) verwendet, der nicht mit dem Begriff „rheumatoid arthritis“, auf Deutsch der entzündlichen bzw. rheumatoiden Arthritis verwechselt werden sollte. Das Knie betreffend nennt man die OA Gonarthrose.

Degenerative Gelenkserkrankungen treten zu 25% am Kniegelenk auf, also als Gonarthrosen. Die Gefährdung des Kniegelenkes ist mehr als drei Mal so hoch wie jene des Hüftgelenkes, welche bei 7% liegt.(8) Trotzdem wurden in den

Mitgliedsländern der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (englisch: Organisation for Economic Co-operation and Development oder auch OECD) 2011 mehr als 1,6 Mio. Hüftprothesen implantiert. Diese Rate lag jedoch bei Knieprothesen bei ca. 1,5 Mio. Stück per anno.(9, 10) Die relativ niedrige Verwendungsrate von Knieprothesen (bezogen auf die höhere Inzidenz an Gonarthrosen) verglichen mit Hüftprothesen erklärt sich wie folgt: Eine Knieprothese muss höheren biomechanischen Anforderungen entsprechen als eine Hüftprothese. Während das Design von Hüftprothesen bereits mit Sir John Charnley in den 1960er Jahren im Wesentlichen die heute noch gebräuchliche Form annahm, dauerte die Entwicklung zufriedenstellender Knieprothesen länger. Selbst als in den 1970er Jahren mit Ranawart, Coventry und Townley zielführende Konzepte aufkamen vergingen noch Jahre bis mit den Insall-Burnstein-Prothesen die Grundlage für die moderne Knieprothetik gelegt war. Mittlerweile allerdings „holen die Knieprothesen auf“, denn die jährlichen Inzidenz-Wachstumsraten (englisch: Continuous Annual Growth Rate bzw. CAGR) liegen bei ca. 2,3% für Hüfte (1,6% für 65- und Über-65-Jährige; 3,8% für 64- und Unter 64-Jährige) und 5,5% für Knie (4,4% für 65- und Über-65-Jährige; 7,1% für 64- und Unter 64-Jährige). (8-11)

Die bereits erwähnte Anfälligkeit des Kniegelenkes für degenerative Gelenkserkrankungen erklärt sich vor Allem aus der Inkongruenz der miteinander artikulierenden Gelenkskörper. Sie erklärt sich also daraus, dass die Passform von Femur (Oberschenkelknochen) und Tibia (Schienbeinknochen) an ihren Enden am Kniegelenk nicht optimal ist. Ein weiterer Grund für die Gonarthrose-Anfälligkeit des Knies liegt in seiner Aufgabe, die längsten Hebelarme (Femur, Tibia) des Körpers zu verbinden wodurch es ständig großen Krafterwirkungen ausgesetzt wird. Neben der Gonarthrose ist das Kniegelenk auch anfällig für traumatische Verletzungen, unter anderem deshalb, weil die schützende Weichteildeckung sehr gering ist, und es im Gegensatz zum Hüftgelenk nur durch Bänder gesichert ist und nicht auch knöchern. (8, 12-14)

Aus pathophysiologischer Sicht besteht bei der Arthrose ein veränderter Metabolismus der Knorpelzellen (Chondrozyten) im Gelenk, bedingt durch mechanische Belastungen. Der Gelenkknorpel degeneriert. Zuerst kommt es zur Auffaserung des Knorpels, zum Abrieb und schließlich zum vollständigen Abschleiff

sodass das normalerweise subchondral bzw. unter dem Knorpel liegende Knochengewebe stellenweise frei liegt. Der Knochen und die Gelenkkapsel reagieren mit weiteren degenerativen Veränderungen (Sklerosierung, Knochenzysten, Osteophyten, Gelenkkapselatrophie, Hyalinose, etc.). In der Röntgendiagnostik kann man eine Gelenkspaltverschmälerung, Gelenkflächeninkongruenz, und die bereits erwähnten Sklerosierungen, Zysten und Osteophyten erkennen. Für die Patientinnen und Patienten bedeutet die Krankheit Gelenksteifigkeit, Schmerzen bis hin zum Dauerschmerz, Bewegungseinschränkungen, Fehlstellungen, etc. Obwohl Arthrosen lange Zeit konservativ behandelt werden können, werden in fortgeschrittenem Stadium in aller Regel Endoprothesen eingesetzt wenn ein Gelenk betroffen ist bei dem das möglich ist. Bei zu starken Schmerzen und/oder Funktionseinschränkungen stellen sie eine validierte, kosteneffektive Behandlungsmethode und in den meisten Fällen eine erhebliche Erleichterung und Steigerung der Lebensqualität für die Patientinnen und Patienten dar. (4-6, 15, 16)

1.1.2 Übergewicht und Fettleibigkeit

Über 80% der Patientinnen und Patienten die sich in Australien einer Knieprothesen Operation unterziehen sind übergewichtig oder fettleibig. Die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation bzw. WHO) teilt Übergewicht und Fettleibigkeit anhand der Körper-Masse Klassifikation bzw. dem Body-Mass Index (BMI) ein, der die Faktoren Körpergewicht (Masse) und Körpergröße berücksichtigt ($BMI [kg/m^2] = \text{Körpermasse [kg]} / \text{Körperlänge [m]}^2$). Übergewichtig ist, wer einen BMI über 25, und Fettleibig wer einen BMI über 30 erreicht. Ebenfalls ca. 80% der Patientinnen und Patienten leidet an systemischen Erkrankungen. (17)

Sowohl Fettleibigkeit (Adipositas) als auch Gonarthrose sind im Ansteigen begriffen. Die Anzahl an zukünftig voraussichtlich notwendigen Kniegelenkersatz-Operationen wird als unempfindlich gegenüber volkswirtschaftlichen Krisen angesehen. Außerdem wird ein exponentielles Ansteigen dieser Anzahl für die Zukunft prognostiziert. Dies, nicht zuletzt deswegen, weil in den letzten Jahrzehnten zunehmend Prothesen in jüngere Patientinnen und Patienten implantiert wurden.

Diese Knieprothesen werden das Ende ihrer Lebensdauer voraussichtlich vor dem Ableben Ihrer Trägerinnen und Träger erreichen und daher Revisionsoperationen notwendig machen. (10, 18-20)

1.2 Soziale und ökonomische Faktoren

Neben den Diagnosen bzw. den Krankheiten und Störungen die ursächlich für die Rate an Knieprothesen-Implantationen sind, wird diese von mehreren weiteren Faktoren beeinflusst.

1.2.1 Geschlecht

Das Geschlecht ist ein Prädilektionsfaktor für Arthrose. Frauen erkranken häufiger. Jährlich erhalten mehr weibliche Patientinnen eine Knieprothese verglichen mit männlichen Patienten. Allerdings verändert sich das Verhältnis zwischen Männern und Frauen in der Gesamtbevölkerung, außer u. U. in Kriegszeiten oder durch politische Entscheidungen (z.B. Ein-Kind-Politik in China), nicht maßgeblich. Daher kommt es als beeinflussender Faktor für die Verwendungsrate an Knieprothesen für die meisten Länder auch nicht in Betracht.(21-24)

1.2.2 Demographie

Auch weitere soziale Faktoren spielen eine Rolle bei der Höhe der Verwendung von Knie-Kunstgelenken. Hier ist zunächst die Demographische Entwicklung der Bevölkerung eines Landes zu nennen. Höheres Bevölkerungswachstum bedeutet erhöhten Bedarf an Knie-Endoprothesen in der Zukunft. Allerdings beeinflusst auch die Beschaffenheit der jeweiligen Bevölkerungspyramide den Bedarf an Knieprothesen. Die Gruppe der über-60-jährigen ist die weltweit am schnellsten anwachsende. Europa hat mit 24% die größte Gruppe Über-60-Jähriger. In bestimmten Altersgruppen ist die Wahrscheinlichkeit einer Knieprothesen-Erstoperation höher. Das Risiko steigt mit dem Alter. Vergleicht man Über- und Unter-65-Jährige, so hat die Gruppe der Über-65-Jährigen den höheren Bedarf an Kunstgelenken. Die höchsten Zuwachsraten an Knie-Endoprothesen hat allerdings die Gruppe der unter 65-Jährigen. Ist die Anzahl an Zugehörigen zu risikogefährdeteren Altersgruppen geringer oder höher, beeinflusst dies ebenso die

Verwendungsrate. Auch Migrationsströme können die Bevölkerungsentwicklung, und damit die Verwendungsrate von Knieprothesen beeinflussen. (10, 25)

1.2.3 Auswirkungen von Übergewicht bei Jüngeren

Es wurde bereits erwähnt, dass Übergewicht und Adipositas erheblichen Einfluss auf den Verbrauch von Knie-Endoprothesen haben. Dies betrifft zu einem höheren Anteil jüngere Patientinnen und Patienten. Verfügt ein Land also über einen höheren Anteil jüngerer Übergewichtiger im Vergleich zu anderen Ländern, ist zu erwarten dass dieses Land verhältnismäßig mehr Knieprothesen einsetzen wird müssen. (26)

1.2.4 Implantat-Verwendung bei jüngeren Patientinnen und Patienten

In der Literatur wurde bereits auf das Phänomen hingewiesen, dass bei vielen Mitgliedsländern der OECD die jährliche Wachstumsrate (CAGR) an Operationen für künstliche Kniegelenke für Unter-65-Jährige höher ist als jene bei Über-65-Jährigen. Kniegelenksprothesen werden also bei einem immer jünger werdenden Patientenkollektiv eingesetzt. Die Lebensdauer einer Knieprothese ist begrenzt. Bei jüngeren Patientinnen und Patienten ist es wahrscheinlicher, dass sie das Ende der Lebensdauer ihrer Prothese erleben werden. Daraus ergibt sich, dass in Zukunft mehr Revisionsoperationen zu erwarten sein werden. Auch steigt die Wahrscheinlichkeit dass immer mehr einzelne Patientinnen und Patienten mehrmals in ihrem Leben Revisionsoperationen an ihren Kniegelenken benötigen werden. Weiters ist zu bedenken dass die durchschnittliche Lebenserwartung in den letzten Jahren stetig zugenommen hat, wodurch ebenfalls eine erhöhte Anzahl an Revisionsoperationen erwartet werden kann. (10, 27)

1.2.5 Wirtschaftsleistung und Gesundheitsausgaben

Auch die Wirtschaftsleistung eines Landes hat Einfluss auf die Rate eingebauter Kunstgelenke. Als Maß für die Wirtschaftsleistung eines Landes dient im Allgemeinen das Brutto-Inlands-Produkt (BIP) welches im englischen Sprachraum „gross domestic product“ bzw. GDP genannt wird. Aktuelle Studien fanden eine starke Korrelation zwischen dem Bruttoinlandsprodukt, den Gesundheitsausgaben eines Landes und dem Einsatz von Knie- und Hüftprothesen. Die Erklärung besteht darin, dass ein Staat mit einem größeren Brutto-Inlands-Produkt, und somit mehr

Ressourcen für sein Gesundheitssystem, die Leistung eines Kniegelenkersatzes einem größeren Teil seines Patientenkollektivs anbieten kann. Dadurch hat ein wirtschaftlich starkes Land auch einen gesteigerten Bedarf an Kniegelenksprothesen. (9, 10)

1.3 Zielsetzung und Null-Hypothese

Durch die Steigende Nachfrage nach Knie-Endoprothesen werden die Gesundheitsbudgets der betroffenen Staaten inkrementell mehrbelastet werden. Mit den Gesundheitssystemen befasste, staatliche oder institutionelle Entscheidungsträger und Interessensgruppen haben Bedarf an, länderübergreifenden Vergleichsdaten und Zukunftsprognosen. Es ist daher von Interesse darzustellen, wie viele Kniegelenks-Implantate im Moment je Nation verwendet werden, und wie hoch die zu erwartende Nachfrage in Zukunft ausfallen wird. In der Literatur gibt es zwar für einzelne Länder Studien, wobei nicht klar ist ob und wie deren Ergebnisse auf andere Staaten übertragbar sind. Die OECD verfügt, was ihre Mitgliedsländer betrifft, über teilweise gutes Zahlenmaterial aus der Vergangenheit. Immer mehr Länder bauen nationale Prothesen-Register auf, deren Jahresberichte meist öffentlich verfügbar sind und deren Zahlen großteils Vergleiche zulassen. Jedoch sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine länderübergreifenden Prognosestudien bekannt. (20)

Wie dargestellt wurde, wird die Rate an erstmaligen bzw. primären (primary) Kunst-Kniegelenks-Implantationen einer betrachteten Nation vor allem durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Gonarthrose (OA)
- Übergewicht und Adipositas (BMI)
- Bevölkerungsentwicklung und -struktur
- Entwicklung von Wirtschaftsleistung (GDP) und Gesundheitsausgaben

Ziel dieser Arbeit ist es

1. eine Aggregation an Basisdaten aus der Vergangenheit zu den angeführten, beeinflussenden Faktoren zu schaffen um sie als statistische Prädiktoren für die zukünftige Entwicklung verwenden zu können,
2. Korrelationen zwischen den Prädiktoren darzustellen und
3. mit Hilfe eines Modells welches die angeführten Prädiktoren berücksichtigt, die Entwicklung der Knieprothesen-Verwendungsrate in Primäroperationen je Nation bis zum Jahr 2050 zu prognostizieren.

Die Null-Hypothese ist, dass es nicht möglich ist auf Basis dieser Prädiktoren eine solche Prognose zu erstellen.

Einer aktuellen Studie ist soeben die Prognose zur Entwicklung der Prothesen-Verwendungsrate beim Hüftgelenk unter Verwendung eines ähnlichen Modells gelungen. Die Studie verwendete die beiden Prädiktoren Gesundheitsausgaben und Bevölkerungsentwicklung welche, neben weiteren, auch in dieser Arbeit verwendet werden sollen. (28)

2 Material und Methoden

2.1 Ethikvotum


Ein Votum der Ethikkommission ist nicht nötig, da nur mit öffentlich zugänglichen Daten gearbeitet wird.

2.2 Kniegelenksersatz-Daten der OECD

Die OECD stellt auf ihrer öffentlich zugänglichen Statistik-Internetseite unter dem Menüpfad „Data by theme → Health → Health Care Utilisation → Surgical procedures (shortlist)“ Gesundheitsdaten zu chirurgischen Verfahren bereit. Hier kann man via „Customise → Selection → Variable“ die Variable „Total knee replacement“ auswählen. OECD-Daten stellen die bei weitem größte Rohdatenquelle dieser Arbeit bzgl. Kennzahlen zum Kniegelenksersatz dar. (29)

2.2.1 Abgedeckte Zeitspanne und Länder

In der erscheinenden Tabelle werden Daten – soweit vorhanden – von 1990 beginnend bis einschließlich 2016 angezeigt. Die Daten für 2016 scheinen zum Großteil noch nicht alle auf. Diese Arbeit beschränkt sich daher auf den Zeitraum 1990 bis 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT  **OECD.Stat**

Data by theme Popular queries

Health Care Utilisation : Surgical procedures (shortlist)

Customise Export Draw chart My Queries

Variable	Measure	Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total knee replacement	Total number of procedures	Australia	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	16 584	19 678	21 0
		Austria	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	10 5
		Belgium	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Canada	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Czech Republic	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Denmark	..	..	..	..	..	2 534	2 160	2 315	..	2 475	2 680	3 306	4 6
		Finland	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	5 068	5 309	6 1
		France	..	..	..	..	..	..	41 743	43 001	..	44 805	47 010	50 863	55 6
		Germany	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Hungary	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Ireland	..	..	..	..	..	548	601	652	752	924	1 045	1 063	1 2
		Israel	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1 293	2 019	1 9
		Italy	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	27 371	31 6
		Korea	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
		Luxembourg	..	..	..	..	..	..	..	..	..	408	462	537	(B) 5:
		Mexico	..	..	..	..	..	2 386	2 354	2 604	2 405	2 436	2 984	2 952	2 9
		Netherlands	..	..	..	..	..	5 600	5 836	6 420	6 994	7 297	8 149	9 543	11 4
		New Zealand	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	2 281	2 222	2 8

Abb. 1: öffentliche OECD Statistik-Internetseite (30)

Die Tabelle deckt alle OECD-Länder außer Estland, Griechenland und Japan ab, enthält aber auch Einträge für Litauen welches kein OECD-Land ist.

2.2.2 ICD-9-CM Codierung

Laut der OECD-Information zu „Total knee replacement“ umfasst diese Variable den Code 81.54 des ICD-9-CM bzw. des Teils „Clinical Modification“ (CM) der neunten Revision der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (englisch: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems bzw. ICD). Die OECD verwendet für „81.54 Total knee replacement“ die ICD-9-CM Version des Jahres 1996 welche den Code folgendermaßen definiert:

- 81 Repair and plastic operations on joint structures
- 81.5 Joint replacement of lower extremity
- 81.54 Total knee replacement
 - Bicompartmental
 - Tricompartmental
 - Unicompartmental (hemijoint)

Weiters weist die OECD darauf hin, dass in den Zahlen kein partieller Knieersatz mitberücksichtigt wurde. Da unter partiellem Knieersatz auch bi- und unikompartmentale Methoden (UKA) verstanden werden können scheinen Methoden wie z.B. „partial resurfacing“ mit s. g. „Button-Inlays“ gemeint zu sein. In der ICD-9-CM Version von 2011 taucht „partial knee replacement“ dann als Teil der Definition auf.

Auch nicht enthalten ist die Zahl der Revisionen welche unter dem separaten Code 81.55 zusammengefasst werden. Zum Code 81.55 stellt die OECD keine Daten zur Verfügung. (30-33)

2.2.3 Maßzahlen für Total knee replacement

Die Variable „Total knee replacement“ wird in der Tabelle je Land durch folgende Messgrößen beschrieben (Unterstrichene relevant):

- Total number of procedures
- Total procedures per 100 000 population
- Number of inpatient cases
- Inpatient cases per 100 000 population
- % performed as inpatient cases
- Number of day cases
- Day cases per 100 000 population
- % performed as day cases
- Total procedures per 1 000 population aged 65 years old and over
- Inpatient procedures per 1 000 population aged 65 years old and over
- Day cases procedures per 1 000 population aged 65 years old and over

Das OECD Manual “A System of Health Accounts” definiert folgende s. g. Produktionsmodi (“modes of production”) für Gesundheitsleistungen:

- in-patient cases: Fälle wo Patientinnen oder Patienten in eine Gesundheitseinrichtung aufgenommen werden und mindestens eine Nacht verbringen.
- day cases: Fälle wo eine Aufnahme erfolgt jedoch keine Nacht in der Einrichtung verbracht wird.

- out-patient cases: Fälle wo eine Patientin oder ein Patient zwar Beratung und/oder Behandlung erfährt aber nicht formell in die Einrichtung aufgenommen wird (sich z.B. nur einige Stunden in der Ambulanz aufhält).
- home cases: z.B. Hausbesuche, Hausgeburten, etc.(34)

Es liegt in der Natur der Knie-Endoprothetik dass eine belastende Operation zur Implantation notwendig ist und daher fast zur Gänze in-patient cases vorliegen.

Folgende Maßzahlen wurden in dieser Arbeit verwendet:

- Total number of procedures: (TP) beschreibt die Gesamtanzahl bzw. in-patient-, day-, outpatient- und home cases an durchgeführten Kniegelenks-Ersatzoperationen nach ICD-9-CM-Code 81.54. Nur in einem einzigen Fall, nämlich Norwegen im Jahr 2014 (Unterschied 1 Implantierungs-Fall), ergibt die Summe aus number of day cases und number of in-patient cases nicht die total number of procedures.
- Total procedures per 100 000 population: (TP/100k) gibt die zu TP gehörende Inzidenz an. Diese Zahl ist mit der Verwendungsrate (englisch: utilization rate) in der Gesamtbevölkerung identisch. Die Summen aus day cases per 100 000 population und in-patient cases per 100 000 population ergeben ebenfalls weitgehend TP/100k (Unterschiede in keinem Fall größer als 0,1 Fall). Dass die Zahlen hier nicht so eindeutig homogen sind wie beim Vergleich TP vs. IC+number of day cases mag an Rundungs-Ungenauigkeiten bei der Summierung liegen, die sich daraus ergeben, dass die Zahlen nur auf eine Nachkommastelle genau angegeben werden.
- Number of inpatient cases: (IC) beschreibt die Zahl an durchgeführten Kniegelenks-Ersatzoperationen nach ICD-9-CM-Code 81.54 welche sich auf in-patient cases beziehen.
- Inpatient cases per 100 000 population: (IC/100k) gibt die zu IC gehörende Inzidenz an. Diese Zahl ist mit der Verwendungsrate bei in-patient cases von Kniegelenks-Ersatzoperationen in der Gesamtbevölkerung identisch.

2.2.4 Utilization Rate vs. Inzidenz

Inzidenz

In der Epidemiologie beschreibt der Begriff Inzidenz bzw. kumulative Inzidenz (englisch: incidence proportion) das Verhältnis von erkrankten Menschen zu allen beobachteten Menschen am Beginn eines Zeitraumes. Allgemein wird die Inzidenz oft bezogen auf 100 000 Menschen in der Gesamtbevölkerung angegeben. Sie beantwortet also die Frage danach welcher Anteil der Gesamtbevölkerung betroffen ist. (35)

$$\text{kumulative Inzidenz} = \frac{100\,000 \times \text{Betroffene in der Gesamtbevölkerung}}{\text{Gesamtbevölkerung}}$$

Arbeitet man nicht mit Zahlen zu Betroffenen in der Gesamtbevölkerung sondern bestimmten Untergruppen aus der Gesamtbevölkerung (zB Protheseneinbauten in unter-65-Jährige) wird die Inzidenz (auch in der OECD Datenbank) ebenso auf die Gesamtbevölkerung bezogen. Die Gruppen in Nenner und Zähler stimmen nicht überein.

$$\text{Inzidenz für Untergruppe} = \frac{100\,000 \times \text{Betroffene in der Untergruppe}}{\text{Gesamtbevölkerung}}$$

Die Frage nach dem Anteil der Prothesen-Neuversorgungen innerhalb der Gruppe der Unter-65-Jährigen wird nicht beantwortet! Stattdessen wird die Frage danach beantwortet, welcher Anteil an Neuversorgungen Unter-65-Jähriger in der Gesamtbevölkerung enthalten ist.(9)

Utilization Rate

Die Verwendungsrate (englisch: utilization rate; im Britischen auch utilisation rate) oder auch durchschnittliche Verwendungsrate (mean utilization/utilisation rate) hingegen, beantwortet die Frage nach dem Anteil an Betroffenen einer Subgruppe in eben jener Subgruppe.

$$\text{Verwendungsrate der Untergruppe} = \frac{100\,000 \times \text{Betroffene in der Untergruppe}}{\text{Bevölkerung in der Untergruppe}}$$

Sie kann eine Aussage darüber machen, welcher Anteil an Unter-65-Jährigen mit einer Knieprothese neuversorgt wurde.(9)

Da der Begriff Inzidenz im Allgemeinen mit Krankheit bzw. Diagnose (hier Gonarthrose) assoziiert ist, wird oft auch für die Inzidenz von Eingriffen (hier Prothesen-Verwendungen) das Wort „Verwendungsrate“ benutzt. Ist mit einer Verwendungsrate keine Subgruppe genannt, bezieht sie sich auf die Gesamtbevölkerung, und gleicht somit einer Inzidenz.

2.3 Nationale Gelenkersatz-Register (Arthroplasty Registries)

Nationale Gelenkersatz-Register sind prospektive, longitudinale Studien-Projekte die typischerweise einmal Jährlich einen öffentlich zugänglichen (z.B. via Internet) Jahresbericht mit den aktuellen Zahlen zu Gelenkersatz-Operationen herausgeben. Seit in den 1970er-Jahren das erste solche Register in Schweden begonnen wurde konnten solche Gelenkersatz-Datenbanken mehrmals, besser als konventionelle Studien, klinisch ineffiziente Prothesen-Produkte identifizieren. Daher führen im Moment immer mehr Staaten solche Arthroplastie-Register ein und/oder erweitern deren Aufgabengebiete (mehr Kennzahlen, weitere Prothesen-Typen). (20, 36, 37)

2.3.1 Primary vs. Revision

In den Register-Berichten (meist auch in Englisch erhältlich) werden die Fallzahlen gesamt, aber auch je Gelenk oder Patienten-Subgruppe meist als Primär-Eingriffe (primary, primary procedures, primary operations, primary prostheses, primary arthroplasties, primary replacements, Erstimplantation, etc.) oder Revisions-Eingriffe (revisions, revision procedures, Wechseloperationen, etc.) angegeben. Bei Primäroperationen handelt es sich also um chirurgische Eingriffe bei denen eine Knie-Endoprothese erstmalig eingepflanzt wird. Bei Revisionen handelt es sich demnach um Operationen die notwendig werden wenn eine bestehende Prothese Beschwerden verursacht. Fallweise wird neben die Gruppe der Revisionen noch die Gruppe der Ergänzungsoperationen (re-operations) gestellt, um Revisionen die noch in Bezug zur Primäroperation stehen getrennt zu erfassen. (38-42)

2.3.2 Total vs. Partial (TKR vs. TKA, Partial, Revisions)

Wie das Australische Register anschaulich aufzeigt, ist Knieersatz nicht gleich Knieersatz. Die verschiedenen Registrierungs-Datenbanken verwenden Begriffe wie TKA (total knee arthroplasty bzw. tricompartmental knee arthroplasty), UKA (unicompartmental knee arthroplasty), Patello-Femorale Knieprothesen (PF) etc. Das Australische Register teilt die Arten des Kniegelenk-Ersatzes zunächst in die Kategorien „Partiell“ (englisch: „partial“), „Total“ und „Revision“ ein.

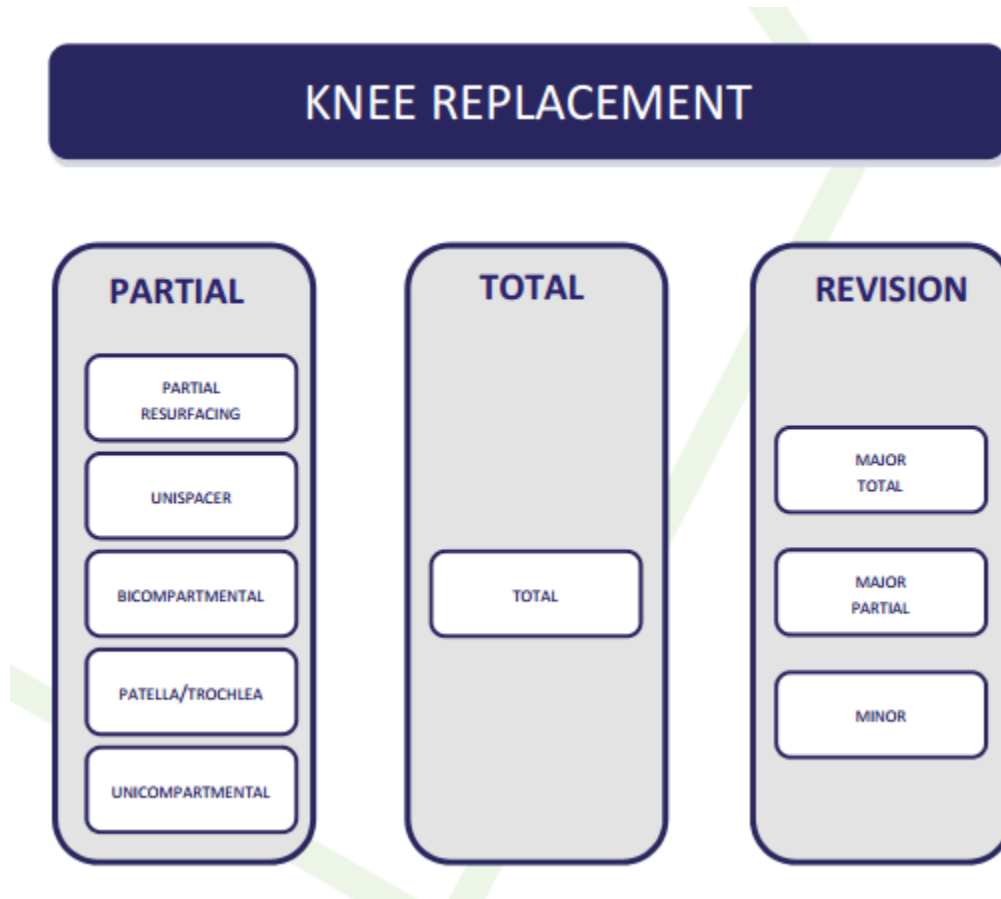


Abb. 2: Kategorien des Kniegelenk-Ersatzes lt. australischem Register (43)

Es ist klar erkennbar, dass mit der Kategorie „Total“ nicht die gesamte Menge an Knie-Ersatzoperationen gemeint ist sondern eine Teilmenge davon. „Total“ bezeichnet eine spezifische Art der Knie-Ersatzverfahren, nämlich die totale Kniegelenks-Arthroplastie bzw. TKA (total knee arthroplasty). In den meisten Registern findet sich für die Gesamtmenge der Kniegelenksplastiken der englische Begriff „total knee replacements“ (TKR). Ergo sind die beiden Begriffe beim Lesen von Registerberichten mit Vorsicht zu genießen und, um Verwechslungen vorzubeugen, zunächst kurz zu hinterfragen. Der Unterschied wird auch am ICD-9-CM Code 84.54 „total knee replacement“ deutlich welcher neben „tricompartmental“

(entspricht TKA bzw. „total knee arthroplasty“) auch „bi-“ und „unicompartmental“ in der Beschreibung enthält.

Was das ICD-9-CM jedoch nicht in jener Klarheit vornimmt wie es das australische Register tut, ist die Unterscheidung zwischen „Total“ und „Partiell“. Der Begriff „Partiell“ ist ebenfalls potentiell irreführend. Eine Subkategorie von „Partiell“ ist im australischen Register „Partial Resurfacing“ welche einen nur teilweisen Ersatz des Gelenksknorpels einer Gelenksfläche z.B. durch s.g. „Buttons“ meint. Das schwedische Register verwendet dafür den Begriff „Partial Replacement Knee Arthroplasty“ (PRKA) und meint damit nicht etwa auch alle weiteren partiellen Knie-Ersatzverfahren wie UKA, femoro-patellar (in der australischen Registry „patella/trochlea“ genannt), etc. Zu unterscheiden sind also TKR (total knee replacements) von TKA (total knee arthroplasties) und partielle Knieersatz-Verfahren von „partial resurfacing“-Verfahren (einer Subgruppe der partiellen Knieersatz-Verfahren neben vielen weiteren).

2.3.3 Total Knee Arthroplasty TKA

TKA sind Gelenkersatzverfahren mit Prothesen welche die Gelenksflächen aller drei Kompartimente des Kniegelenkes entweder vollständig oder teilweise ersetzen. Daher werden sie auch „tricompartmental“ genannt. Sie sind mit einem Anteil von ca. 90% bei weitem die am häufigsten angewandte Form des Kniegelenks-Ersatzes. (44-46)

2.3.4 Italien

Für Italien existieren sowohl OECD-Daten, als auch brauchbare Registerdaten. Es wurden OECD-Daten verwendet. Das Italienische Register (abrufbar unter <http://www.iss.it/riap>) berichtet ebenfalls nach ICD-9-CM Code 81.54, die Zahlen unterscheiden sich jedoch (Prozentuelle Abweichung 2 - 4,6%).

2.3.5 Niederlande

Den niederländischen Register-Jahresberichten (erreichbar unter <http://www.lroi.nl/en/annual-reports>) wurden Primäroperationszahlen entnommen. Die OECD bietet Zahlen nach ICD-9-CM Code 81.54 bis 2010 an. Danach wurde die Sequenz durch Registerzahlen ergänzt, da das Register keine Zahlen für die

Jahre vor 2010 anbietet. Im Jahr 2010 unterscheiden sich OECD- und Registerzahlen (Prozentuelle Abweichung 5%). In dieser Arbeit wird für 2010 der Durchschnittswert der OECD- und Registry-Zahlen verwendet.

2.3.6 Neuseeland

Das neuseeländische Register findet sich unter <http://nzoa.org.nz/nz-joint-registry>. Die OECD berichtet Daten ab 1996, das Register erst ab 1999. Die OECD-Datenreihe endet jedoch im Jahre 2013 wobei das Register das Jahr 2015 abdeckt. OECD und Register-zahlen unterscheiden sich voneinander (Prozentuelle Abweichung 10-57%) wobei die Diskrepanz im Zeitverlauf tendentiell zunimmt. Diese Arbeit verwendet die Daten des Registers, da dieses auch Eingriffe in Privatkliniken abdeckt, welche nicht vom öffentlichen Gesundheitssystem finanziert werden.

2.3.7 Norwegen

Die Publikationen des norwegischen Registers finden sich unter: <http://nrlweb.ihelse.net/eng/#Publications>. Diesem Register wurden Primäreingriffsdaten entnommen, da die OECD-Datenreihe erst 2008 startet, Lücken in 2010 und 2011 aufweist und Daten für 2015 noch nicht enthält. Dem entgegen sind den Jahresberichten des Registers Daten ab 1994 zu entnehmen.

2.3.8 Slowakei

Die englische Version des slowakischen Registers findet sich unter <http://sar.mfn.sk/320.html>. Der Jahresbericht 2011 enthält Zahlen für die Jahre 2006 bis 2011. Die OECD-Zahlen decken 2009 bis incl. 2014 ab. Für die drei Jahre 2009 bis 2011 liegen also aus beiden Quellen Zahlen vor. Diese Zahlen sind quasi deckungsgleich bzw. unterscheiden sich maximal um 3 Fälle im Jahre 2010 obwohl sich die Daten des Registers rein auf TKA beziehen. Diese Arbeit beginnt die Reihe mit Registerdaten und führt sie mit OECD-Daten weiter. (47)

2.3.9 Schweden

Die englische Version des Schwedischen Knie Arthroplastie Registers (SKAR) ist unter <http://www.myknee.se/en/> abrufbar. Für Schweden berichtet die OECD erst

ab 2005 und Daten für 2015 sind noch nicht vorhanden. Das schwedische Register bietet Primäroperationsdaten durchgehend ab 1998 weswegen diese Arbeit ihre Daten zu Schweden aus dem Register bezieht. Die Unterschiede zwischen den OECD- und Registerzahlen liegen in jenen Jahren wo beide Quellen Daten liefern zwischen weniger als 20 und mehr als 1000 Fällen (0 bis 14% Abweichung). Die OECD-Daten stammen aus dem National Patient Register (NPR) Schwedens und beziehen sich auf Aufnahmen in ein Krankenhaus. Die Registerdaten beziehen sich auf Operationen je Gelenk, und speisen sich aus, im Operationssaal ausgefüllten, Papier-Formularen. Die Daten von NPR und SKAR werden jährlich zu Qualitätssicherungszwecken verglichen. (42, 48)

2.3.10 Rumänien

Für Rumänien sind keine OECD-Daten erhältlich. Rumänien publiziert jedoch Daten zu Primär- und Revisionsoperationen als Infographik in Echtzeit auf der Internetseite des rumänischen Arthroplastie Registers unter <http://www.rne.ro/rne/informatii/genunchi>. Die Daten beginnen 2002 mit sehr geringen Operationszahlen die erst um 2008 ein Niveau erreichen, das mit den Zahlen anderer Länder mit ähnlicher Bevölkerungszahl vergleichbar ist.

2.3.11 Japan

Für Japan sind ebenfalls keine OECD-Daten erhältlich. Das japanische Register hingegen publizierte einen Bericht mit den Daten zu TKA und UKA von 2006 bis 2016 unter <http://www.jsra.info/jar-report.html>. Der Bericht wurde als PDF-Datei heruntergeladen und die relevanten Stellen mit Hilfe des Internet-Übersetzungsdienstes „Google Translate“ aus der japanischen in die englische und deutsche Sprache übersetzt. Leider finden sich im Bericht keine Zahlen, sehr wohl aber ein Balkendiagramm welches die gemeinsamen Zahlen an Primär- und Revisionseingriffen für „TKA/UKA“ graphisch darstellt:

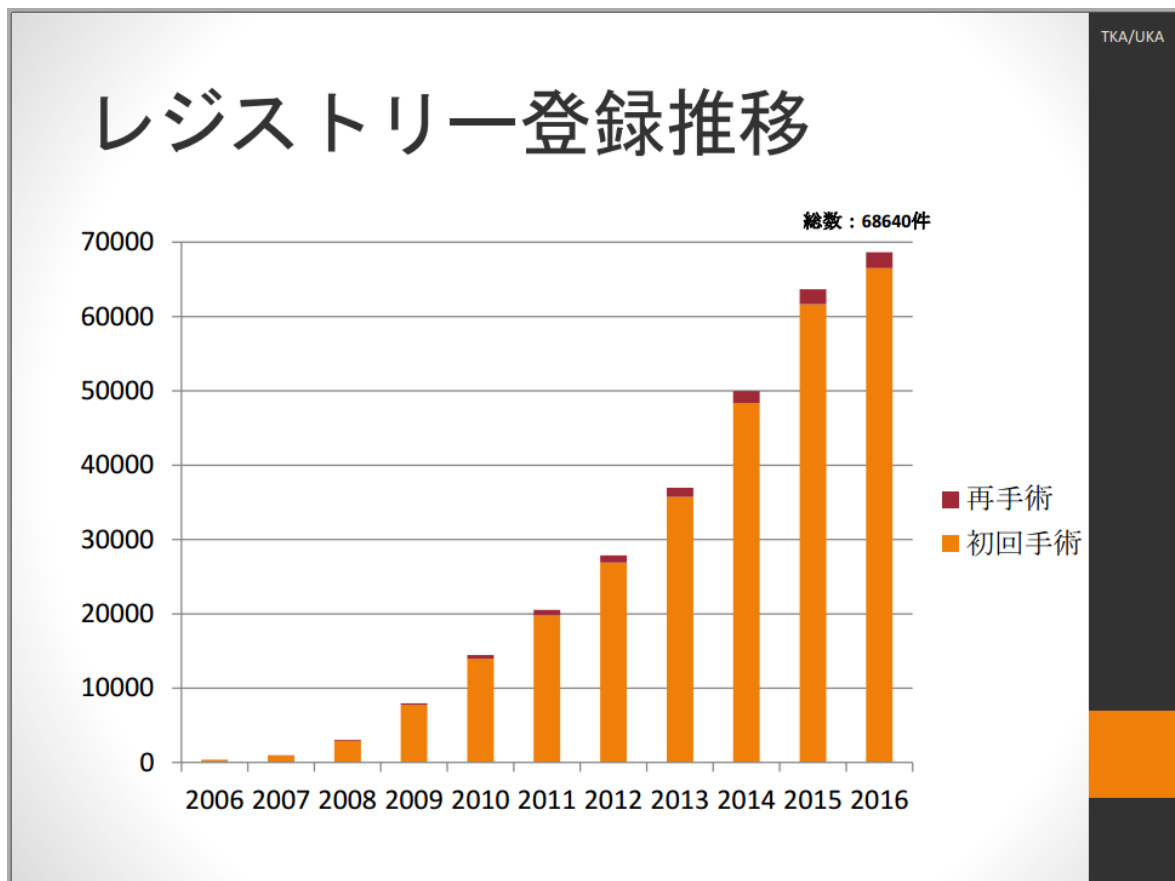


Abb. 3: Balkendiagramm des japanischen Register-Berichts mit primary (Orange) und revision (Rot) TKA/UKA

Die Berichtseite mit dem Diagramm wurde mit 186% Zoom auf A3 Papier gedruckt. Ein Lineal mit Millimeterskalierung (Herstellerfirma: Aristo, Modell-Nr.: 4530F) wurde verwendet um die Millimeter-Werte für Primär- und Revisionseingriffe je Jahr von den Balken des Diagrammes auf 0,1mm genau abzulesen. Weiters wurde die maximale Zahlenangabe der Skala des Diagrammes abgemessen und der Umrechnungsfaktor 327.869 von Millimetern zu chirurgischen Eingriffen eruiert. Für den Balken des Jahres 2016 ist eine Gesamtanzahl von 68.640 Primär- und Revisions-Operationen im Bericht angegeben. Daher kann ein Vergleich zu der mit Lineal und Umrechnungsfaktor ermittelten Gesamtzahl gemacht werden um Hinweise auf den Messfehler zu erhalten. Die Differenz der gemessenen zur angegebenen Gesamtzahl, beträgt hier 49 Fälle bzw. 0,7‰.

2.3.12 USA

Aus den USA sind keine gesamtstaatlichen, absoluten Zahlen bekannt. Die Daten dieser Arbeit stammen aus dem Register des Gesundheitsministeriums, dem s.g. „Healthcare Cost and Utilization Project“ (HCUPnet), erreichbar via

<https://hcupnet.ahrq.gov> . Die Zahlen des HCUPnet sind gewichtete Hochrechnungen basierend auf einer repräsentativen Stichprobe, dem „National Inpatient Sample“ (NIS). Daten des NIS stellen pro Jahr ca. 35 Millionen Entlassungen dar. Die vergleichbare OECD-Datenreihe liefert nur Daten zwischen 2000 und 2010 und ist damit wesentlich weniger ergiebig als das Register. In den Jahren wo beide Datenreihen Zahlen liefern, unterscheiden sich diese um 3% bis 15%. Die OECD Daten basieren auf einem Hochrechnungs-Projekt des CDC (Center for Disease Control), dem National Hospital Discharge Survey welches keine Zahlen zu Bundes-, Militär und Veteranenhospitälern in seiner Stichprobe enthält.(32, 49)

2.4 Kniegelenksersatz-Daten aus der Türkei

Für die Türkei ist keine Registrierungsdatenbank bekannt. Eine aktuelle Studie zur Vorbereitung eines solchen Registers veröffentlicht jedoch Zahlen der Jahre 2010 bis 2014. Die Zahlen kommen aus dem Leistungs-Verrechnungssystem der türkischen Allgemeinen Krankenversicherung und umfassen laut den Autoren der Studie alle Krankenhäuser in der Türkei. Es werden Primäreingriffe für TKA und Revisionsoperationen angegeben. (36)

2.5 Kniegelenksersatz Datenquellen je Land

Die nachfolgende Tabelle schlüsselt die Quellen für Primäreingriffe je Land, Quelle, Produktionsmodus (total procedures, inpatient cases) und Eingriffsart (total knee replacement, total knee arthroplasty, uni- und bikondyläre Arthroplastik) auf.

Country	Source	MP	Procedures
Australia	OECD	TP	81.54
Austria	OECD	TP	81.54
Belgium	OECD	TP	81.54
Canada	OECD	IC	81.54
Chile	OECD	IC	81.54
Czechia	OECD	TP	81.54
Denmark	OECD	TP	81.54
Finland	OECD	IC	81.54
France	OECD	TP	81.54
Germany	OECD	TP	81.54
Hungary	OECD	TP	81.54
Iceland	OECD	IC	81.54
Ireland	OECD	TP	81.54
Israel	OECD	TP	81.54
Italy	OECD	TP	81.54
Japan	Registry		TKA/UKA
Korea (Rep.)	OECD	TP	81.54
Latvia	OECD	IC	81.54
Lithuania	OECD	TP	81.54
Luxembourg	OECD	TP	81.54
Mexico	OECD	TP	81.54
Netherlands	OECD, Registry	TP	81.54, TKA UKA PF
New Zealand	Registry		TKR
Norway	Registry		TKR
Poland	OECD	TP	81.54
Portugal	OECD	TP	81.54
Romania	Registry		Uni-&Bicondylär
Slovakia	OECD, Registry	TP	81.54, TKA
Slovenia	OECD	TP	81.54
Spain	OECD	IC	81.54
Sweden	Registry		TKR
Switzerland	OECD	IC	81.54
Turkey	Paper		TKA
UK	OECD	TP	81.54
USA	Registry	IC	81.54

Tab. 1: Angabe von Quelle, Produktionsmodus und Eingriffsart je nationaler Datenreihe. Hauptquelle war die OECD. Ergänzende Quellen sind farblich gekennzeichnet (Dunkelgrün: Register, Hellgrün: Kombination aus OECD und Registrierungsdatenbanken, Blau: Fachliteratur). Hauptsächlich wurde der Produktionsmodus „total procedures“ TP verwendet. „inpatient cases“ sind Mittelgrün gekennzeichnet. Für Register und Papers wird kein Produktionsmodus angegeben. An Eingriffsarten enthalten die Daten hauptsächlich die im ICD-9-CM-Code 81.54 codierten. Eingriffsarten der Register und Fachliteratur sind abgekürzt angegeben und farblich gekennzeichnet (Orange: entspricht TKR, Gelb: entspricht TKA).

2.6 Bevölkerungsdaten

Der öffentlichen internetbasierten s.g. DataBank der Weltbank wurden Bevölkerungsdaten (weiblich, männlich, gesamt) stratifiziert nach Altersgruppen und je Land und Jahr entnommen (50):

- Gesamtbevölkerung
- Bevölkerung, Alter 18 und darüber
- Bevölkerung, Alter 35-49
- Bevölkerung, Alter 50-64
- Bevölkerung, Alter 50 und darüber
- Bevölkerung, Alter unter 65
- Bevölkerung, Alter 65 und darüber

Wenn für einzelne, gewünschte Altersgruppen keine Zahlen vorhanden waren, wurden sie aus vorhandenen Zahlen anderer Altersgruppen errechnet.

2.7 Daten zum Body Mass Index

BMI-Daten zu über 18-Jährigen konnten dem öffentlichen Internetauftritt der Weltgesundheitsorganisation je Land entnommen werden (51):

- Anzahl weibl. über 18-jähriger oder Älterer mit einem BMI von 25 oder darüber
- Anzahl männl. über 18-jähriger oder Älterer mit einem BMI von 25 oder darüber
- Anzahl männl. über 18-jähriger oder Älterer mit einem BMI von 30 oder darüber
- Anzahl weibl. über 18-jähriger oder Älterer mit einem BMI von 30 oder darüber

WHO- und Weltbank-Variablen wurden genutzt um folgende Variablen je Land und Jahr zu errechnen:

- Bevölkerung (weibl. + männl.), Alter 18+ mit einem BMI von 25 und darüber
- Bevölkerung (weibl. + männl.), Alter 18+ mit einem BMI von 30 und darüber

2.8 Wirtschaftsdaten

Neben Bevölkerungsdaten wurden der öffentlichen Weltbank Datenbank (50) folgende Variablen entnommen:

- GDP (Brutto-Inlands-Produkt)
- GDP per Capita
- Gesundheitsausgaben (gesamt bzw. privat und öffentlich)
- Gesundheitsausgaben per Capita

2.9 Statistisches Prognose-Modell

Alle Berechnungen im Bereich der Statistik wurden von Herrn. Mag. Dr. Harald Lothaller via der Statistiksoftware SPSS Statistics durchgeführt. Dr. Lothaller führt u.a. interne Weiterbildungen für die Medizinische Universität Graz in den Bereichen Wissenschaftliches Arbeiten und Statistik durch. Das Signifikanzniveau für gefundene Korrelationen wurde auf kleiner 0,05 festgelegt. Der Pearson-Korrelationskoeffizient wurde bei kleiner 0,5 bzw. größer minus 0,5 als schwach, zwischen 0,7 und 0,9 bzw. -0,7 und -0,9 als stark und ab $\pm 0,9$ als sehr stark beschrieben. (52)

Als statistisches Prognose-Modell diente eine Sonderform der Multiplen Regressionsanalyse, die Multiple lineare Regression. Durchgeführt wurde diese für das Kriterium bzw. die Abhängige Variable:

- Kniegelenkersatz-Primäreingriffs-Verwendungsrate
(hier gleich der –Inzidenz da bezogen auf 100 000 der Gesamtbevölkerung)

Die multiple lineare Regression stellt das Kriterium als Funktion einer Summe weiterer Faktoren (den abhängigen Variablen bzw. Prädiktoren) und ihren Gewichtungen (s.g. Beta-Gewichte) dar. Aufgrund der vorhandenen Daten aus der Vergangenheit werden die Beta Gewichte bestimmt und ermöglichen so eine Projektion in die Zukunft. Voraussetzung ist, dass zwischen Kriterium und Prädiktoren Korrelationen bestehen. Korrelationen zwischen zwei Variablen (Kriterium und ein Prädiktor) nennt man auch zweidimensionale oder bivariate Korrelationen.(53)

2.9.1 Auswahl der Prädiktoren

Als unabhängige Variablen bzw. Prädiktoren kamen 12 Datenreihen aus vier Variablengruppen in Frage:

- Finanzielles: GDP, HCE und HCE per Capita
- Population: Total, Altersgruppen 65+, <65, 35-49, 50-64, 50+
- BMI: 25+, 30+
- Jahr

Die Korrelationen dieser Variablen zum Kriterium wurden bestimmt und dadurch die Anwendbarkeit der Variablen als Prädiktoren bestimmt.

Als endgültige Prädiktoren wurden verwendet:

- HCE per Capita
- Population 50+ (als Prozent der Gesamtbevölkerung)
- BMI 30+ (als Prozent der Bevölkerung über 18 Jahren)
- Jahr

In der Gruppe „Finanzielles“ wurden die Gesundheitsausgaben (HCE per Capita) u.a. deshalb gewählt, weil die Alternative (das Bruttoinlandsprodukt), die Knieimplantationsrate nur indirekt, nämlich über die Höhe der Gesundheitsausgaben beeinflussen kann.

In der Gruppe Population wurde die Variable Population 50+ als Prozent der Gesamtbevölkerung verwendet, da Knieimplantationen in der Gesamtbevölkerung nicht gleich verteilt vorkommen, sondern vor allem die ältere Bevölkerung betreffen. Weiters wies die Altersgruppe 50+ konsistent höhere Korrelationen mit dem Kriterium, als z.B. die Altersgruppe 65+ auf.

In der Gruppe BMI wurde 30+ gewählt, weil sich generell gleichwertige Korrelationen zeigten und angenommen werden kann, dass sich höheres Gewicht durch die erhöhte Belastung des Kniegelenkes eher zum Ersatz des Gelenkes beiträgt.

Der Prädiktor „Jahr“ wurde gewählt weil die Daten je Jahr vorliegen. „Jahr“ ist für die Berechnung des Modells notwendig, da sich die restlichen Prädiktoren je Jahr verändern und somit das Fortschreiten der Jahre, u.a. aus statistischer Sicht, Einfluss auf die Variablen hat.

2.9.2 Geplantes Vorgehen

Es wurden folgende Schritte geplant um eine robuste Prognose zu erhalten:

- 1) Sammlung, Validierung und Strukturierung der Daten der Jahre 1990-2015 des Kriteriums (Verwendungsrate) und aller Einflussfaktoren.
- 2) Die einzelnen Einflussfaktoren der Jahre 1990-2015 (excl. der beiden Jahre mit den aktuellsten Echtdateien) auf Korrelationen überprüfen. Die Korrelationen hinsichtlich Stärke und Sinnhaftigkeit prüfen um potentielle Prädiktoren zu identifizieren. Verwendung einer multiplen linearen Regression um via Beta-Gewichten ein Modell der Vergangenheit zu entwickeln.
- 3) Validierung des Modells durch dessen Anwendung auf die Prädiktoren-Echtdateien der zwei Jahre mit den aktuellsten Echtdateien. Validierung der Ergebnisse an den Echtdateien zu Knie-Implantationsraten jener Jahre.
- 4) Vorbereitung vorhandener Prognosen aus der Literatur bzgl. wirtschaftlicher und epidemiologischer Prädiktoren. Als Prognose-Daten wurden Populationsdaten der OECD, Daten zu Gesundheitsausgaben pro Kopf errechnet auf Basis von Publikationen der OECD und statistisch errechnete Daten zum BMI geplant. (54-57)
- 5) Prognostizierung der Verwendungsraten (Zieldaten) für die Jahre 2015-2050 unter Anwendung des Modells auf die Prädiktoren-Prognosedaten.

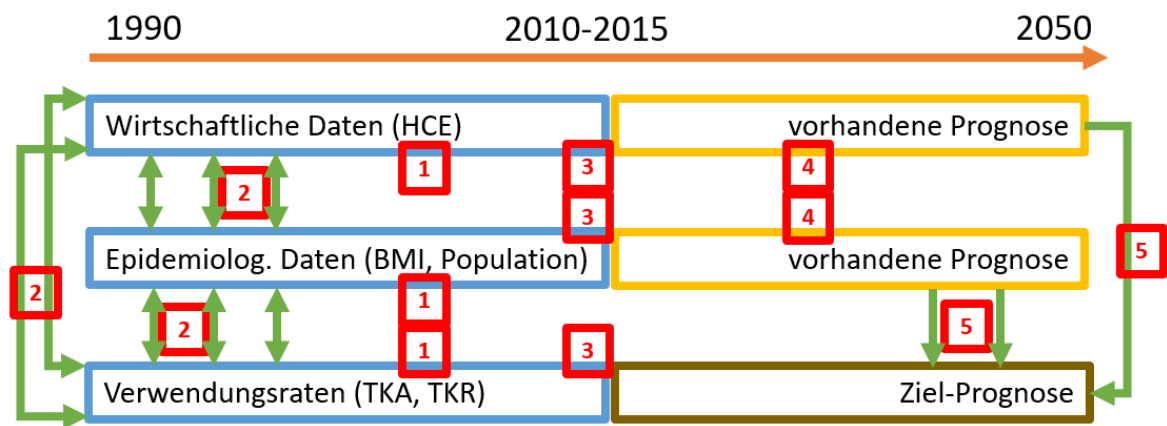


Abb. 4: Graphische Darstellung des geplanten Vorgehens. Die Roten Zahlen beziehen sich auf die o.g. Punkte.

2.9.3 Modellentwicklung je Ländergruppe

Zusätzlich wurden, je nach Ergebnisgenauigkeit des Vergleichs mit den Echtdateen Ländergruppen gebildet. Je Gruppe erfolgte erneut eine Modellentwicklung, und erneut ein Vergleich mit Echtdateen jedes gruppenspezifischen Modells.

2.9.4 Prognose via Wachstumsraten

Schließlich wurde eine Prognose der Kunstkniegelenks-Primäroperationen bis 2040 via kumulierter jährlicher Wachstumsraten (compound annual growth rate CAGR) realisiert. Dabei wurden, für alle Jahre in denen Daten vorhanden sind, die prozentuellen Abweichungen bzw. die jährlichen Wachstumsraten der Primäroperationen-Zahlen von einem Jahr zum nächsten errechnet. Aus den jährlichen Wachstumsraten wurde deren Durchschnitt bzw. die kumulierte jährliche Wachstumsrate (CAGR) errechnet. Der letzte vorhandene Echtzahlenwert für die Primäroperationen wurde mit der korrespondierenden CAGR verrechnet bzw. das entsprechende Wachstum addiert, um den ersten prognostizierten Wert für ein Jahr zu erhalten. Weiters wurden bis 2040 die erhaltenen prognostizierten Jahreswerte konsekutiv mit derselben CAGR verrechnet. Die je Land errechnete CAGR wurde so auf die zukünftigen Jahre angewandt.

Japan, Rumänien, die Slowakei und Slowenien wurden aufgrund massiver Überschätzungen ausgeschlossen. Diese Länder sind im Aufbau ihrer Knieersatzprogramme begriffen und ihre Wachstumsraten daher temporär höher.

Bei Portugal, der Türkei und Korea wurden die Wachstumsraten ihrer Anfangsjahre ebenfalls aus der Berechnung ausgeschlossen.

Dieses simplere Prognoseverfahren stützt sich rein auf die Vergangenheitsdaten des Kriteriums (hier Kniegelenksersatz-Primäroperationen) und eines einzigen Einflussfaktors bzw. Prädiktors (Jahr). Damit bleibt es bzgl. erwartbarer Genauigkeit, weit hinter der multiplen linearen Regression zurück. Daher schien eine Prognose mit dieser Methode nicht bis 2050 sondern nur bis 2040 sinnvoll.

3 Ergebnisse

3.1 Aggregation der Basisdaten

3.1.1 Knieersatz-Primäreingriffe Absolute Zahlen

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Australia																											
Austria																											
Belgium																											
Canada																											
Chile																											
Czechia																											
Denmark																											
Finland																											
France																											
Germany																											
Hungary																											
Iceland																											
Ireland																											
Israel																											
Italy																											
Japan																											
Korea (Rep.)																											
Latvia																											
Lithuania																											
Luxembourg																											
Mexico																											
Netherlands																											
New Zealand																											
Norway																											
Poland																											
Portugal																											
Romania																											
Slovakia																											
Slovenia																											
Spain																											
Sweden																											
Switzerland																											
Turkey																											
UK																											
USA																											

Tab. 2: Daten der OECD, aus Registern und Fachliteratur: Absolute Zahlen an Kniegelenkersatz-Primäreingriffsoperationen je Land 1990-2015

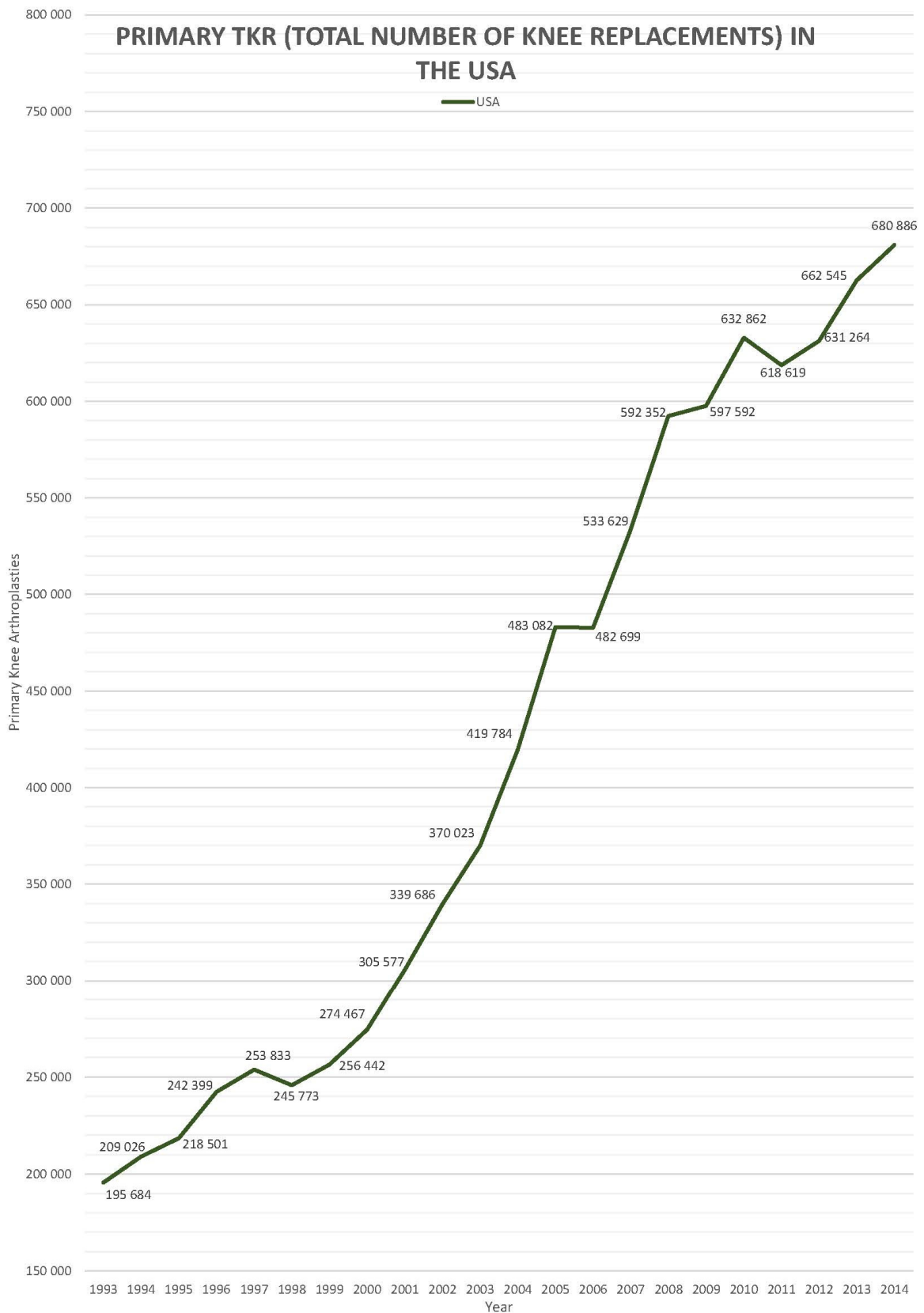


Abb. 5: Die Kniegelenksersatz Primäreingriffsoperationszahlen der USA 1990-2015 werden aufgrund der Höhe der Zahlen hier separat dargestellt.

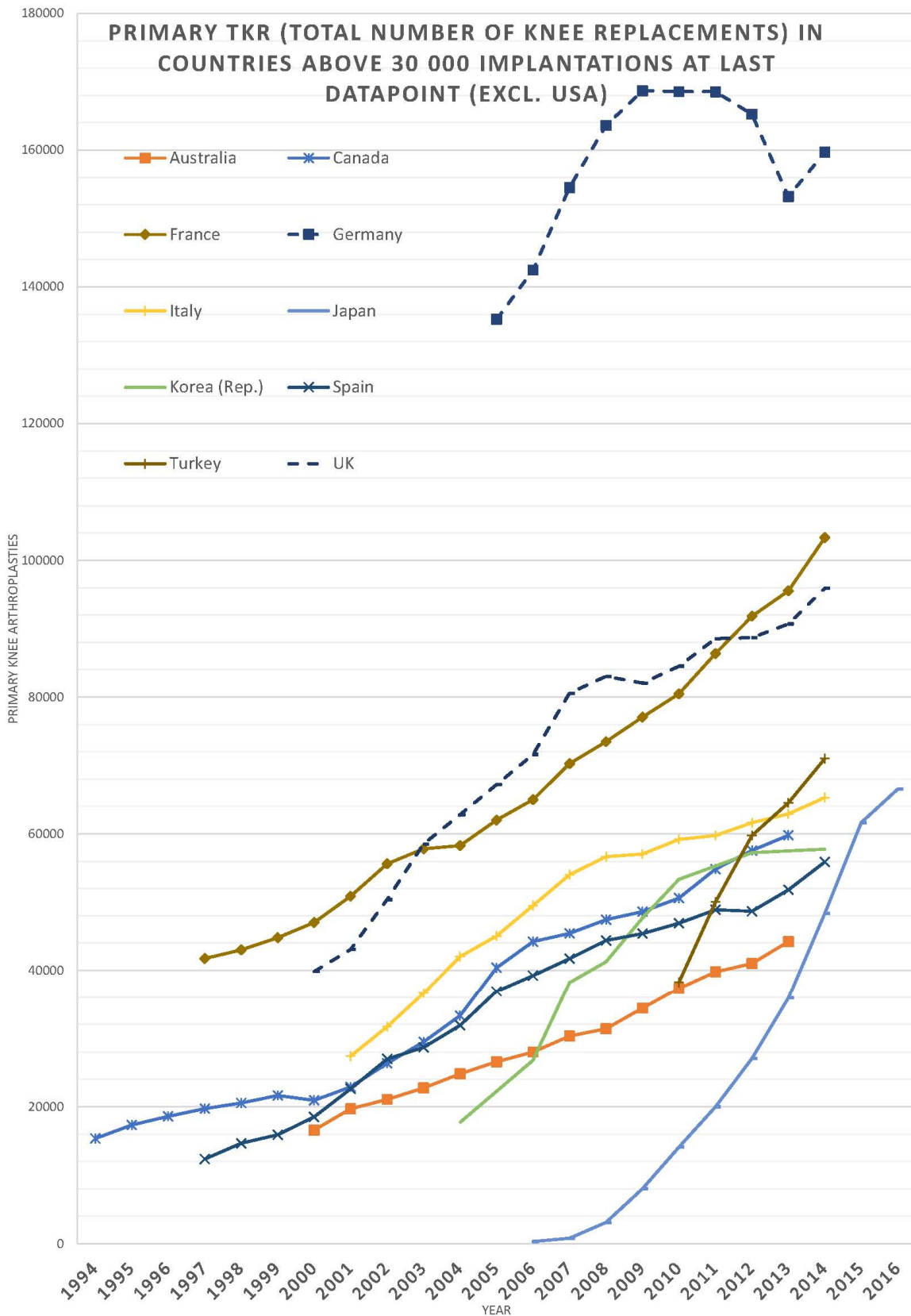


Abb. 6: Die Kniegelenkersatz-Primäroperationszahlen der Länder mit mehr als 30 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt (excl. USA), werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Deutschland zeigt nach 2008 ein „Kamelbuckelphänomen“.

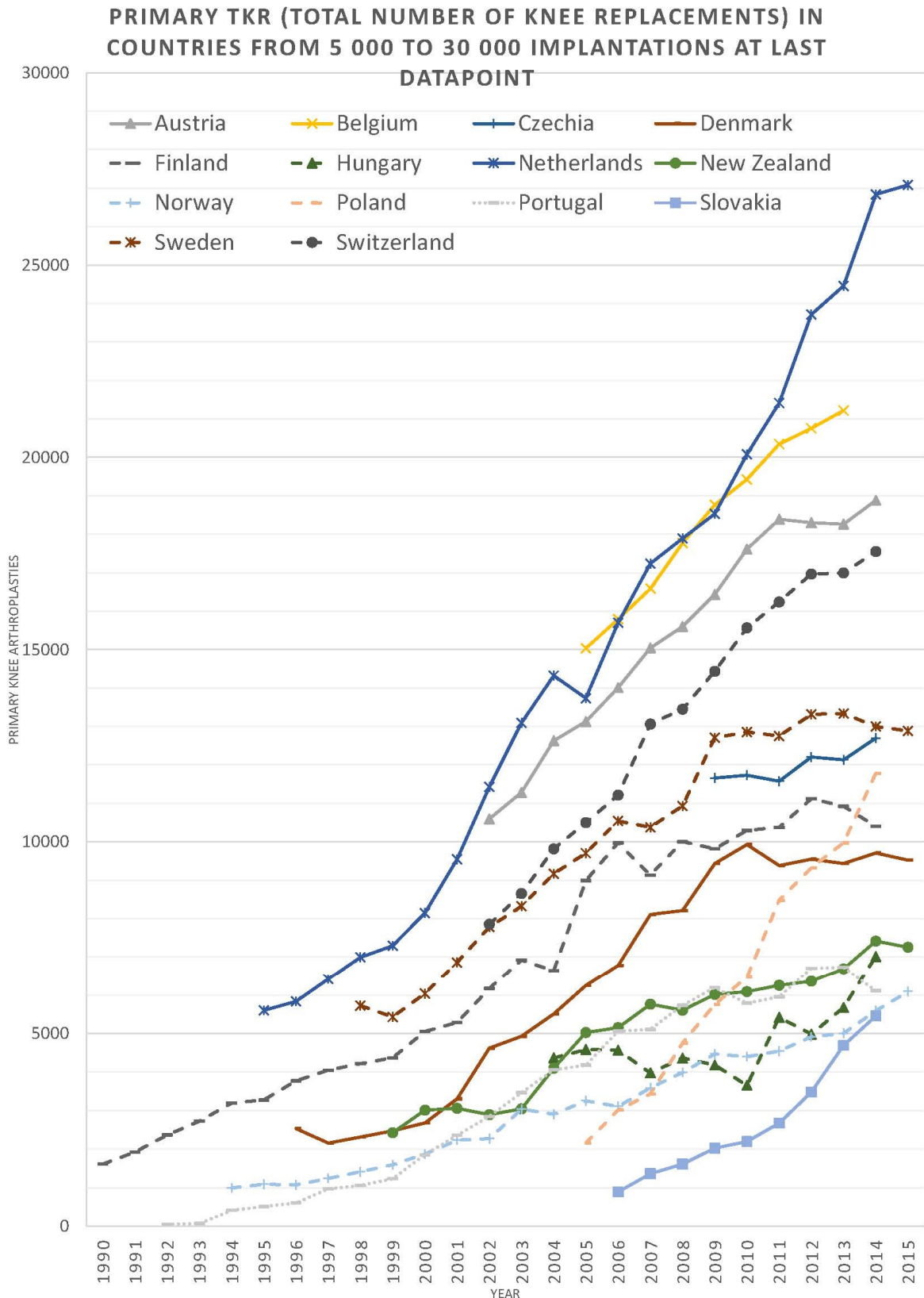


Abb. 7: Die Länder mit Kniegelenksersatz-Primäroperationszahlen zwischen 5 000 und 30 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt, werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Häufig ist ein Knick bzw. eine Abflachung nach 2008 erkennbar.

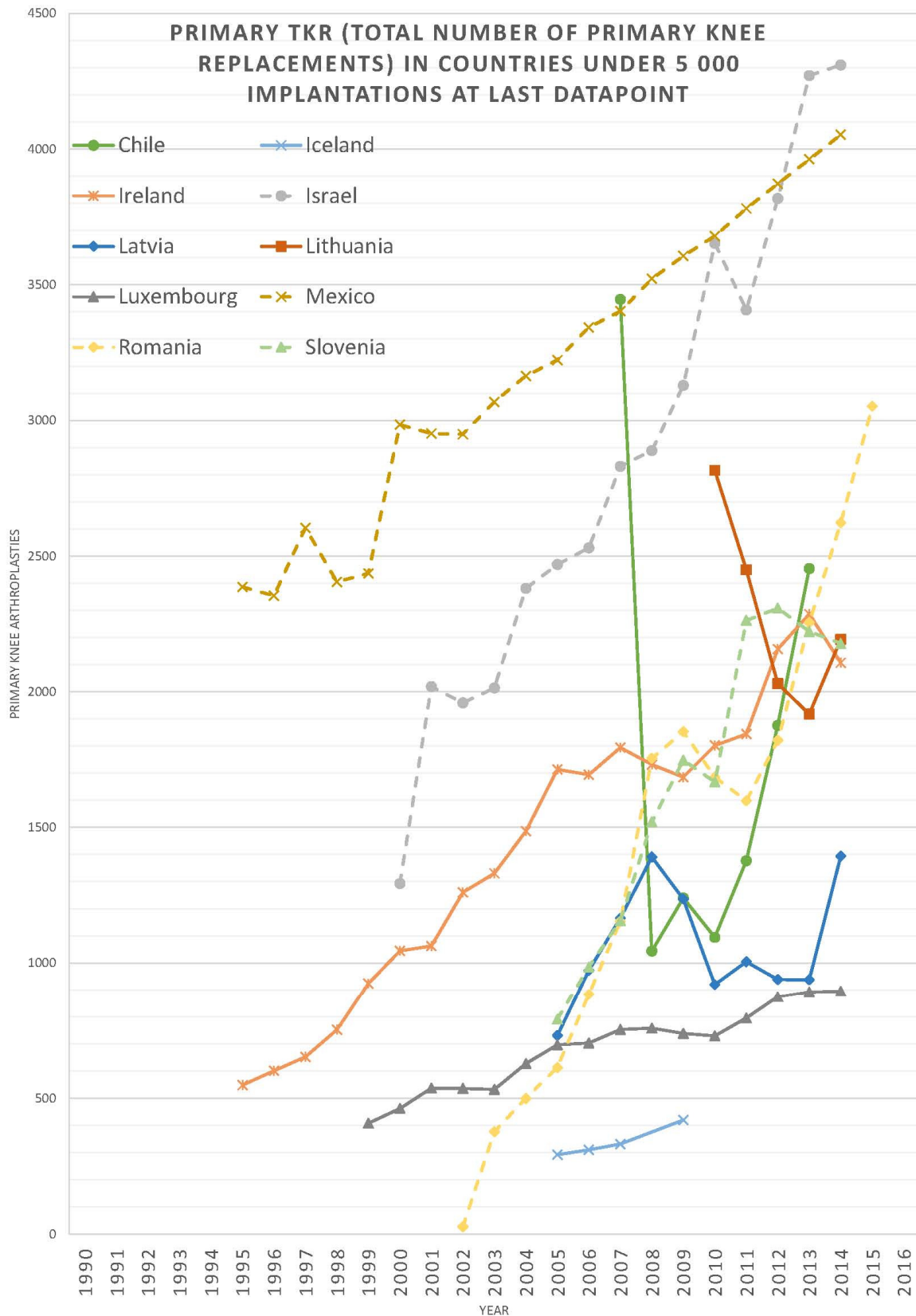


Abb. 8: Die Kniegelenkersatz-Primäroperationszahlen der Länder mit unter 5 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Chile, Lettland und Litauen zeigen unregelmäßige Kurven ohne erkennbare Tendenz. Häufig ist ein Knick bzw. eine Abflachung nach 2008 feststellbar.

3.1.2 Verwendungsrate Knieersatz-Primäreingriffe

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Australia											86.6	101.4	107.2	114.2	123.2	130.1	135.1	145.6	147.7	158.6	169.5	178.0	180.4	191.3				
Austria													131.1	139.0	154.6	159.5	169.4	181.3	187.4	196.9	210.6	219.1	217.1	215.3	221.0			
Belgium																143.5	149.7	156.1	165.9	173.8	178.3	184.1	186.5	189.7				
Canada																124.9	135.7	138.1	142.7	144.5	148.8	159.6	165.6	170.0				
Chile					52.8	59.1	62.7	65.7	67.9	71.0	68.0	73.6	84.0	93.0	104.1	124.9	135.7	20.9	6.3	7.4	6.4	8.0	10.8	14.0				
Czech Republic																					111.6	112.0	110.3	116.2	115.4	120.6		
Denmark	32.3	38.4	47.0	53.9	62.8	64.2	73.6	40.9	43.6	46.5	50.2	61.7	85.9	91.5	101.9	115.3	124.8	148.5	149.5	170.9	179.0	168.5	170.8	168.1	172.0	167.8		
Finland																												
France																												
Germany																												
Hungary																												
Iceland																												
Ireland																												
Israel																												
Italy																												
Japan																												
Korea																												
Lithuania																												
Latvia																												
Luxembourg																												
Mexico																												
Netherlands																												
New Zealand																												
Norway																												
Poland																												
Portugal																												
Romania																												
Slovak Republic																												
Slovenia																												
Spain																												
Sweden																												
Switzerland																												
Turkey																												
United Kingdom																												
United States																												

Tab. 3 Daten der OECD, aus Registern und Fachliteratur: Die Kniegelenkersatz-Verwendungsrate zeigt die Primäroperationen je 100 000 der Gesamtbevölkerung. Sie ist hier im Ländervergleich für die Jahre 1990-2015 dargestellt.

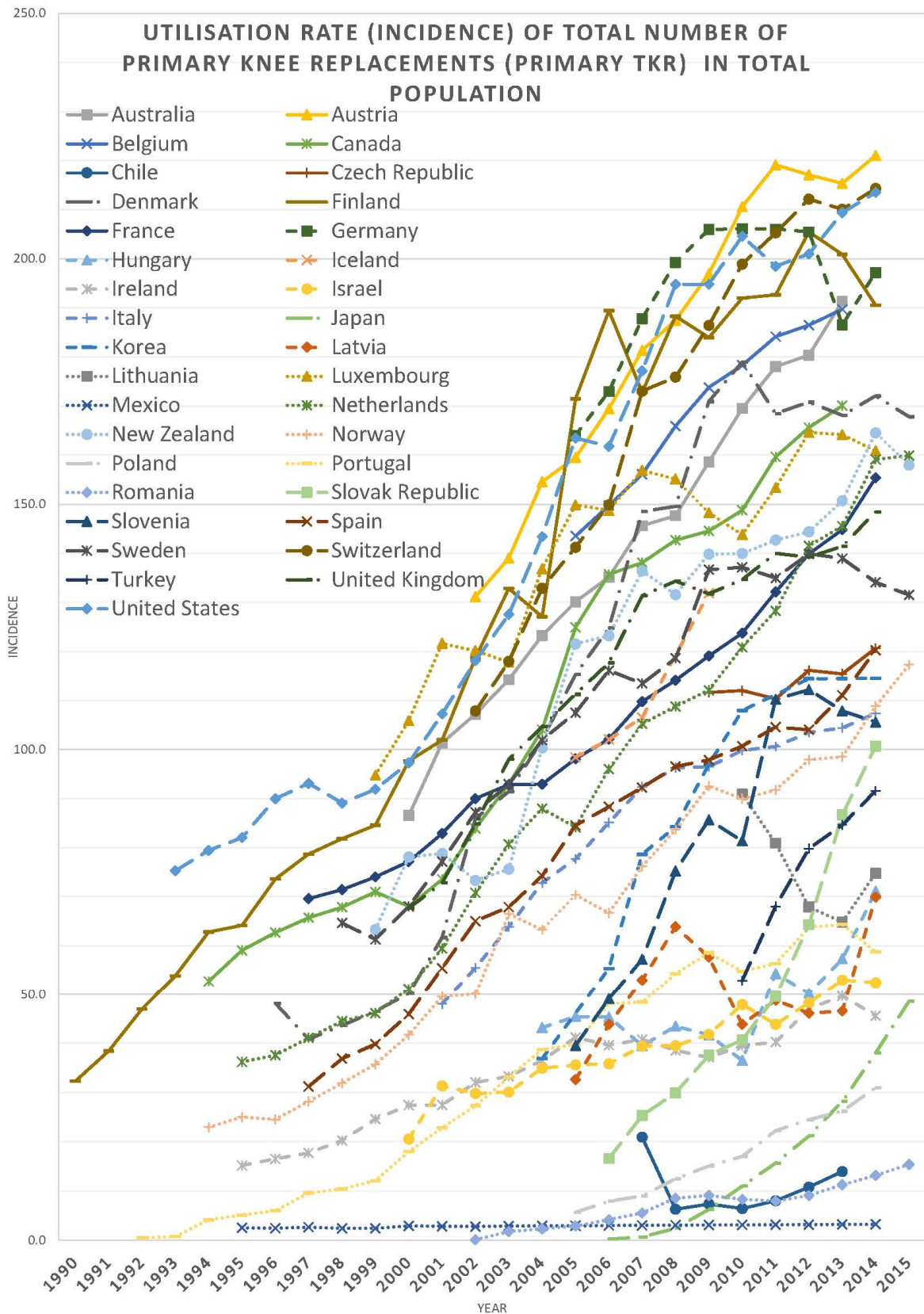


Abb. 9: Graphische Darstellung der Kniegelenksersatz-Verwendungsrate bezogen auf 100 000 der Gesamtbevölkerung (Inzidenz). Die Graphik lässt einen länderübergreifenden Vergleich aller Länder, für die Daten vorlagen, im Zeitraum 1990-2015 zu.

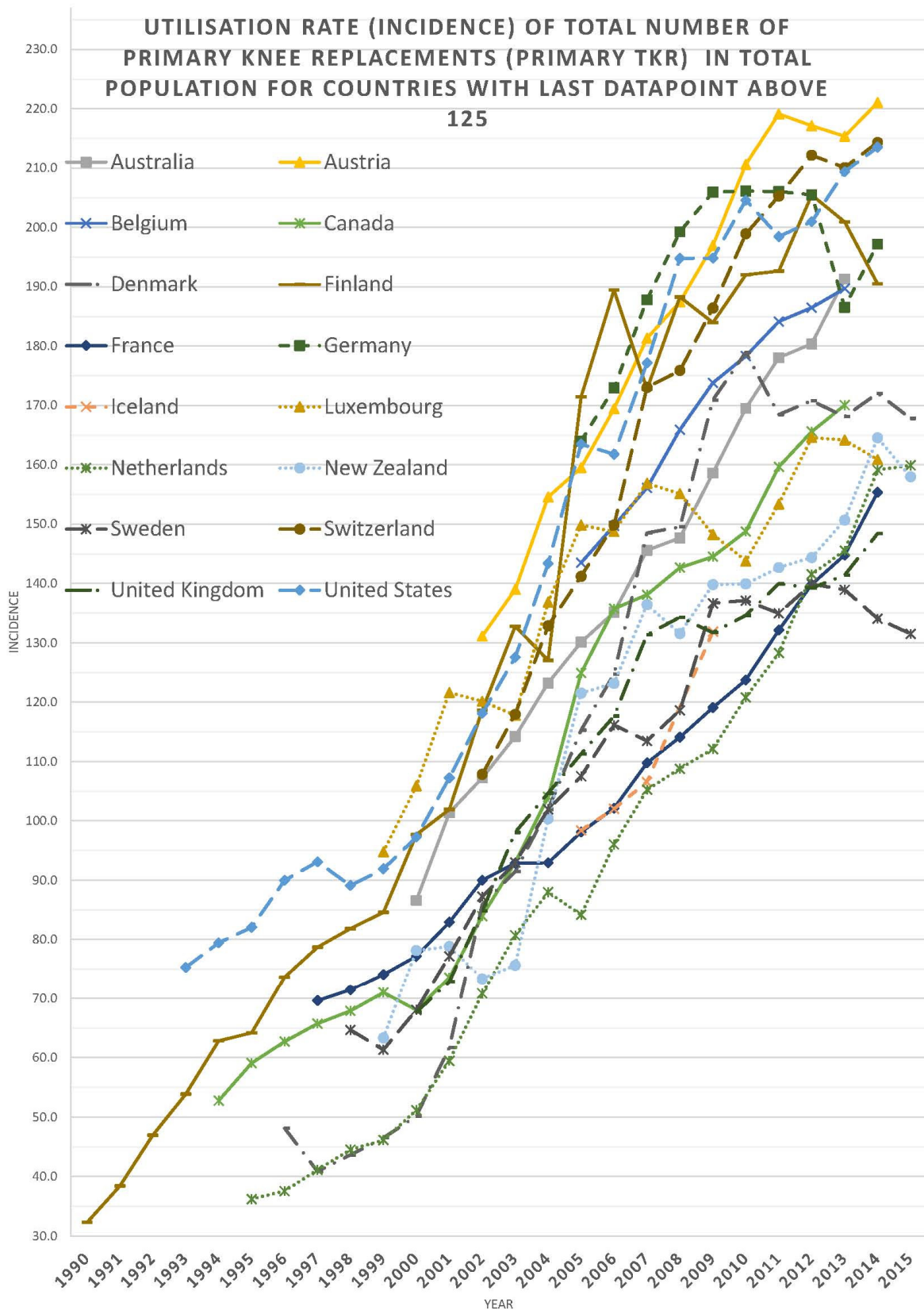


Abb. 10: Primärknieersatz-Verwendungsrate (Inzidenz) jener Länder mit über 125 Implantationen pro 100 000 der Gesamtbevölkerung am aktuellsten Datenpunkt 1990-2015.

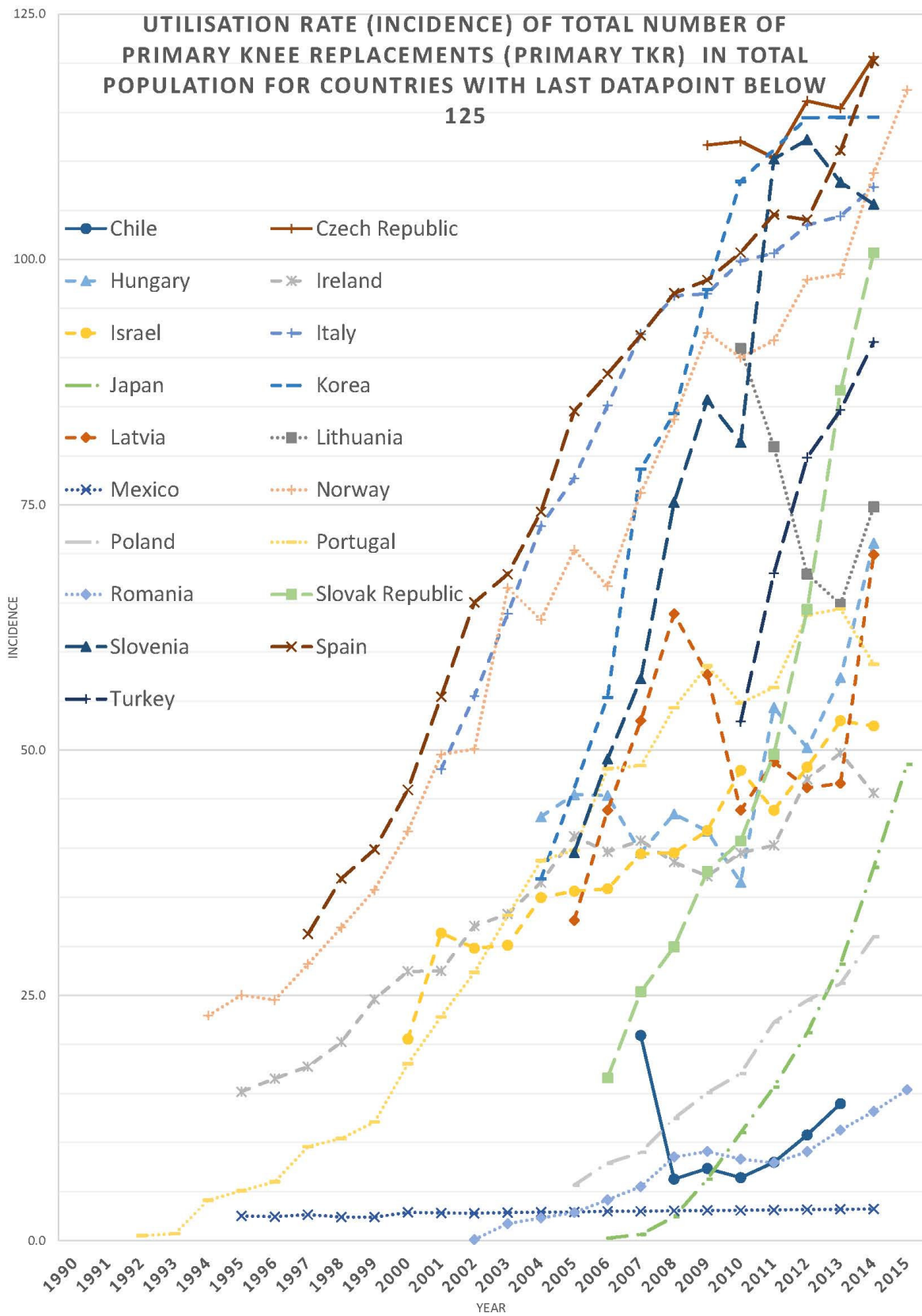


Abb. 11: Primärknieersatz-Verwendungsrate (Inzidenz) jener Länder mit unter 125 Implantationen pro 100 000 der Gesamtbevölkerung am aktuellsten Datenpunkt 1990-2015.

3.1.3 GDP per Capita in US\$

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Australia	18 222	18 837	18 591	17 657	18 079	20 360	21 918	23 523	21 340	20 536	21 665	19 495	20 059	23 440	30 441	33 983	36 085	40 958	49 628	42 715	51 846	62 217	67 646	67 653	61 996	56 311	
Austria	21 629	22 357	24 820	24 024	25 585	30 253	29 742	26 647	27 290	27 117	24 517	24 490	26 351	32 103	36 693	38 242	40 431	45 587	51 386	47 654	46 660	51 124	48 334	50 505	51 323	43 775	
Belgium	20 711	21 154	23 498	22 403	24 338	28 566	27 702	25 028	25 444	23 207	23 122	25 052	30 744	35 590	36 967	38 852	44 404	48 425	44 881	44 383	47 700	44 741	46 508	47 347	40 324		
Canada	21 371	21 665	20 771	20 017	19 859	20 577	21 183	21 770	20 888	22 167	24 124	23 692	24 168	28 172	31 980	36 190	40 387	44 545	46 596	40 773	47 446	52 084	52 495	52 266	50 185	43 249	
Chile	2 402	2 728	3 278	3 461	3 943	5 027	5 163	5 674	5 367	4 873	5 229	4 710	4 567	4 949	6 324	7 729	9 501	10 514	10 791	10 217	12 785	14 582	15 253	15 765	14 566	13 416	
Czechia	3 902	2 867	3 339	3 916	4 584	5 765	6 473	5 980	6 447	6 293	5 995	6 595	8 012	9 741	11 668	13 318	15 159	18 334	22 649	19 698	19 764	21 717	19 730	19 916	19 745	17 548	
Denmark	26 862	26 961	29 526	27 553	29 992	35 351	35 651	32 836	33 368	33 441	30 744	30 752	33 229	40 459	46 488	48 817	52 041	58 501	64 182	57 896	57 648	61 304	58 125	60 362	61 331	51 989	
Finland	28 381	25 503	22 337	17 617	20 306	25 273	25 778	24 676	25 989	26 179	24 253	24 913	26 834	32 816	37 636	38 969	41 121	48 289	53 401	47 107	46 205	50 788	47 416	49 638	49 888	42 311	
France	21 795	21 782	23 937	22 503	23 626	27 038	27 015	24 359	25 101	24 799	22 466	22 527	24 275	29 691	33 875	34 880	36 545	41 601	45 413	41 631	40 706	43 807	40 838	42 571	42 697	36 206	
Germany	22 220	23 269	26 334	25 489	27 088	31 730	30 564	27 046	27 341	26 796	23 719	23 687	25 205	30 360	34 166	34 697	36 448	41 815	45 699	41 733	41 788	45 936	44 065	45 688	47 903	41 313	
Hungary	3 340	3 724	3 863	4 161	4 481	4 513	4 585	4 740	4 794	4 623	5 271	6 651	8 396	10 260	11 162	11 399	13 843	15 669	12 967	13 026	14 049	12 834	13 614	14 118	12 364		
Iceland	25 592	27 022	27 346	23 772	24 215	26 851	27 897	28 017	30 901	32 187	31 737	28 516	31 865	39 020	46 921	56 446	56 097	68 345	55 230	40 362	40 362	41 620	45 971	44 259	47 493	52 037	50 173
Ireland	14 045	14 101	15 730	14 672	15 919	19 177	20 856	22 540	24 271	26 308	26 242	28 224	32 539	41 107	47 631	50 887	54 326	61 388	61 235	51 984	48 541	52 564	49 231	52 035	55 033	61 134	
Israel	11 264	11 956	12 838	12 531	13 830	18 029	19 286	19 627	19 400	19 137	21 052	20 306	18 431	18 947	19 888	20 611	21 905	25 009	29 657	27 796	27 796	30 662	33 657	32 570	36 394	37 583	35 728
Italy	20 757	21 884	23 167	18 677	19 274	20 596	23 020	21 780	22 252	21 937	20 051	20 401	22 197	27 387	31 175	31 959	33 411	37 699	40 640	36 977	35 852	38 332	34 814	35 370	35 365	29 958	
Japan	25 124	28 541	31 014	35 451	39 269	43 440	38 437	35 022	31 903	36 027	38 532	33 846	32 289	34 808	37 689	37 218	35 434	35 275	39 339	40 855	44 508	48 174	48 629	40 488	38 139	34 524	
Korea (Rep.)	6 642	7 676	8 140	8 869	10 275	12 404	13 255	12 197	8 134	10 432	11 948	11 256	12 789	14 219	15 922	18 658	20 917	23 102	20 475	18 339	22 151	24 156	24 454	25 998	27 989	27 222	
Latvia	2 329	2 430	2 682	2 977	3 151	3 353	3 573	4 132	5 135	6 351	7 559	9 668	14 044	16 349	16 349	16 349	16 349	16 349	16 349	12 219	11 330	13 798	13 799	15 033	15 710	13 649	
Lithuania	2 169	2 328	2 831	3 167	3 114	3 297	3 530	4 147	5 006	6 707	7 863	9 241	12 298	14 962	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	11 837	
Luxembourg	34 548	36 903	40 851	41 362	45 354	52 683	52 486	46 953	47 597	51 574	48 318	47 680	52 241	64 670	74 971	79 494	88 680	104 841	112 851	101 222	103 267	113 240	105 447	113 727	116 613	101 450	
Mexico	3 069	3 600	4 080	5 545	5 691	6 641	4 132	4 907	5 039	5 722	6 650	6 952	7 024	6 673	7 115	7 894	8 666	9 223	9 579	7 661	8 861	9 730	9 721	10 199	10 353	9 005	
Netherlands	21 019	21 455	23 599	22 827	24 332	28 885	28 699	26 405	27 534	27 952	25 921	26 584	28 817	35 245	39 955	41 577	44 454	51 241	56 929	51 900	50 341	53 537	49 475	51 574	52 157	44 300	
New Zealand	13 663	12 230	11 793	13 094	15 280	18 794	17 474	14 738	15 322	13 641	13 883	16 874	21 914	25 420	27 751	26 671	32 510	31 288	28 201	33 692	38 427	40 067	40 067	42 928	44 380	37 808	
Norway	28 243	28 597	30 524	27 964	29 316	34 875	37 321	36 629	34 789	36 371	38 147	38 550	43 061	50 112	57 570	66 775	74 115	85 129	96 881	80 018	87 646	100 575	101 564	102 910	97 005	74 400	
Poland	1 731	2 236	2 459	2 497	2 875	3 683	4 141	4 117	4 510	4 390	4 493	4 981	5 197	5 694	6 681	8 021	9 041	11 260	14 001	11 528	12 600	13 893	13 145	13 781	14 342	12 555	
Portugal	7 885	8 960	10 812	9 536	9 978	11 783	12 185	11 578	12 203	12 475	11 502	11 729	12 882	15 773	18 046	18 785	19 821	22 780	24 816	23 064	22 540	23 195	20 577	21 619	22 124	19 222	
Romania	1 681	1 261	1 102	1 158	1 323	1 660	1 644	1 589	1 865	1 610	1 668	1 840	2 125	2 775	3 553	4 676	5 829	8 214	10 136	8 220	8 297	9 200	8 558	9 585	10 020	8 973	
Slovakia	2 396	2 680	2 909	3 089	3 756	4 799	5 178	5 138	5 534	5 637	5 403	5 708	6 525	8 697	10 655	11 669	13 139	16 058	18 650	16 513	16 602	18 186	17 275	18 192	18 595	16 088	
Slovenia	10 691	10 801	10 448	11 165	11 442	10 228	10 479	11 814	14 880	17 261	18 169	19 726	23 841	27 502	24 634	32 333	33 709	35 579	24 634	24 634	23 439	24 984	22 486	23 150	24 021	20 727	
Spain	13 773	14 782	16 105	13 362	13 465	15 562	16 237	17 873	15 534	15 859	14 788	15 359	17 020	21 496	24 919	26 511	28 483	32 709	35 579	32 333	30 738	31 832	28 648	27 134	29 371	29 719	
Sweden	30 162	31 374	32 359	24 081	25 747	29 914	32 587	29 898	30 144	30 577	29 283	26 969	27 362	36 961	42 442	43 085	46 256	53 324	55 477	46 207	52 076	59 594	57 634	60 283	59 180	50 580	
Switzerland	38 332	38 303	39 436	38 005	41 739	48 541	46 610	40 430	41 488	40 577	37 813	38 539	41 337	47 961	53 256	54 798	57 349	63 223	72 120	69 672	74 277	88 003	83 164	84 659	85 815	80 945	
Turkey	2 791	2 732	2 839	3 177	2 269	2 896	3 052	3 143	4 390	4 009	4 215	3 054	3 571	4 587	5 856	7 117	7 727	9 309	10 382	8 624	10 111	10 539	10 539	10 801	10 304	9 126	
UK	23 954	24 405	25 493	26 465	27 777	28 782	30 068	31 573	32 949	34 621	36 450	37 274	38 166	39 677	41 922	44 308	46 437	48 062	48 401	47 002	48 374	49 782	51 433	52 750	54 540	56 116	
USA	19 095	19 901	20 487	18 389	19 709	22 756	23 948	26 358	27 759	28 154	27 770	27 284	29 603	34 008	39 825	41 524	44 017	49 949	46 523	38 010	38 709	41 243	41 538	42 407	46 412	43 876	

Tab. 4: Daten der Weltbank: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US Dollar je Land 1990-2015.

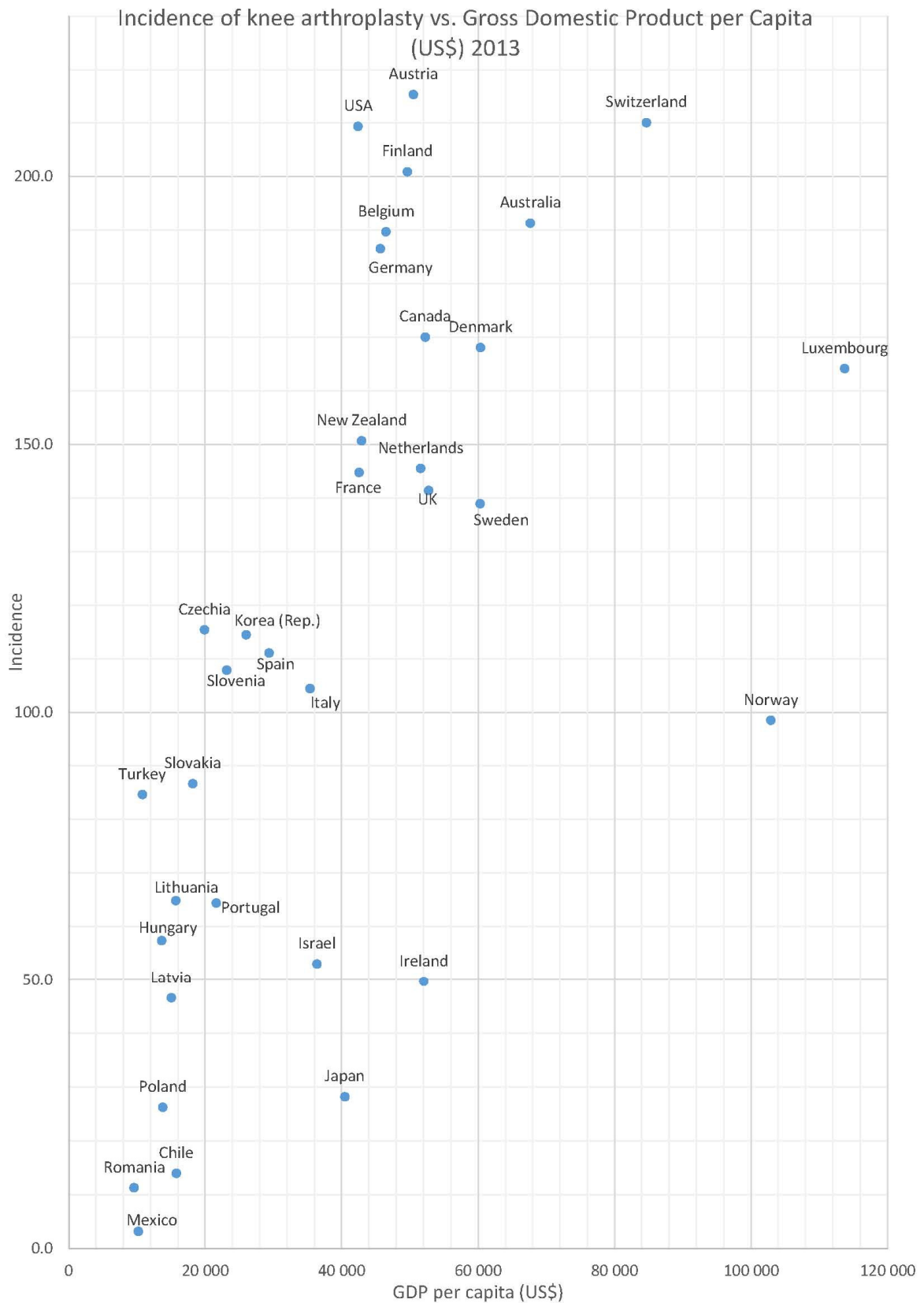


Abb. 12: Zusammenhang zwischen Primärkniearthroplastie-Inzidenz (Verwendungsrate je 100 000 Gesamtbevölkerung) und Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US Dollar je Land.

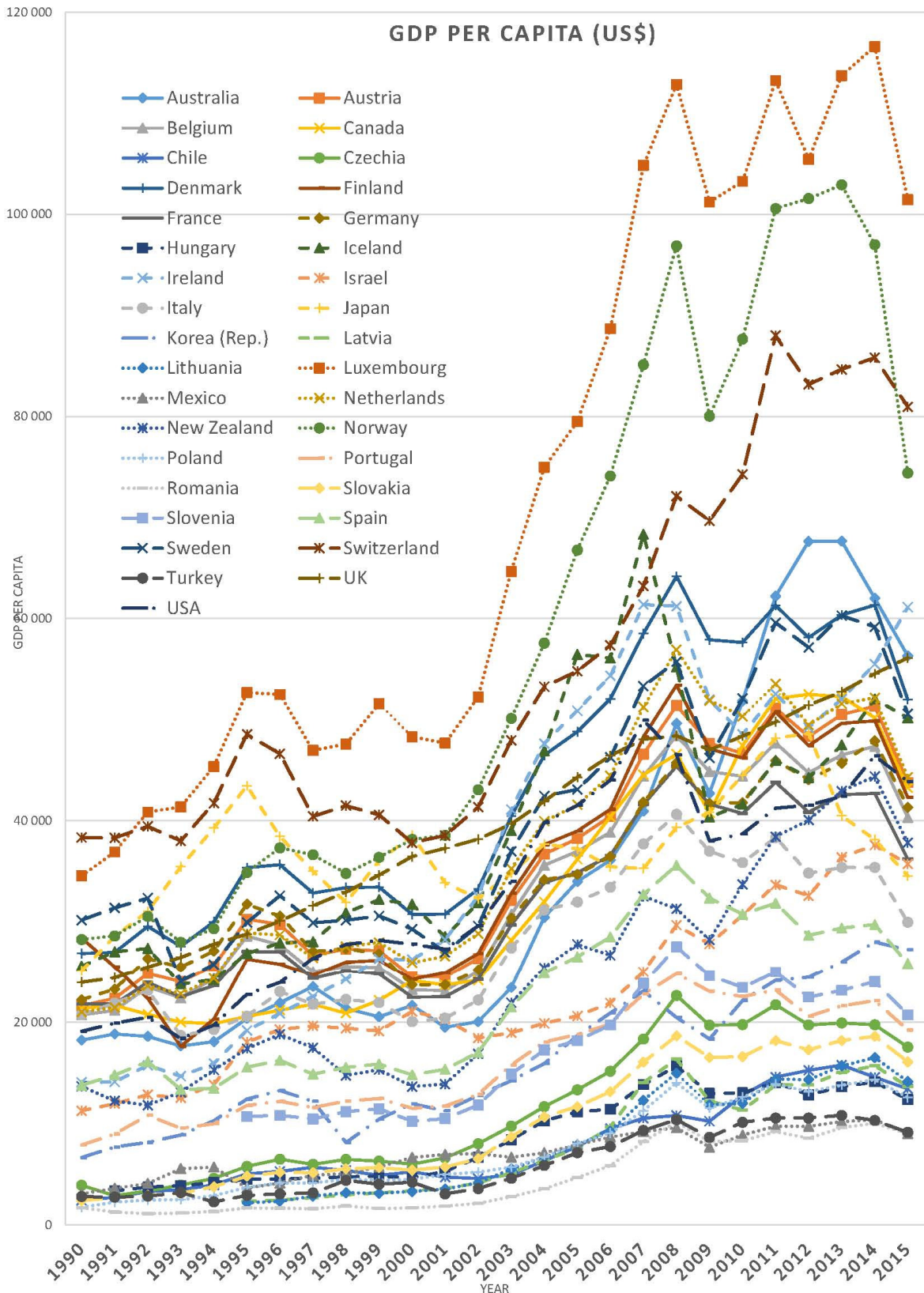


Abb. 13: Pro Kopf Bruttoinlandsprodukt aller Länder für die Daten vorlagen in der Periode 1990 bis 2015 zum Zwecke des generellen Vergleichs zwischen den Volkswirtschaften. Eindeutiger länderübergreifender Knick nach 2008.

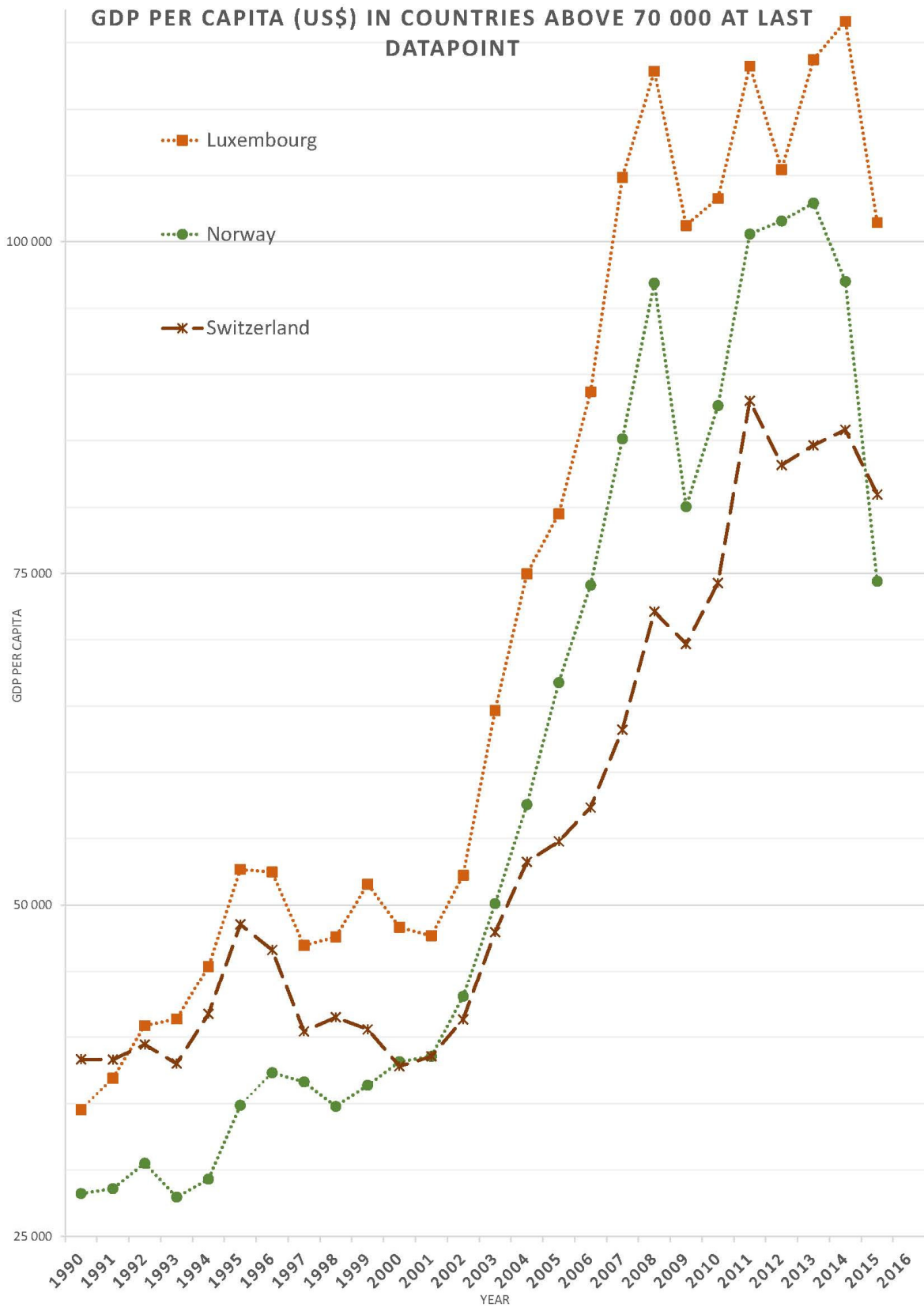


Abb. 14: Zur besseren Lesbarkeit wurden die pro-Kopf reichsten Länder (Bruttoinlandsprodukt über 70 000 US Dollar am aktuellsten Datenpunkt) in den Jahren 1990-2015 separat herausgehoben. Großes Wirtschaftswachstum nach 2000; Abflachung nach 2008.

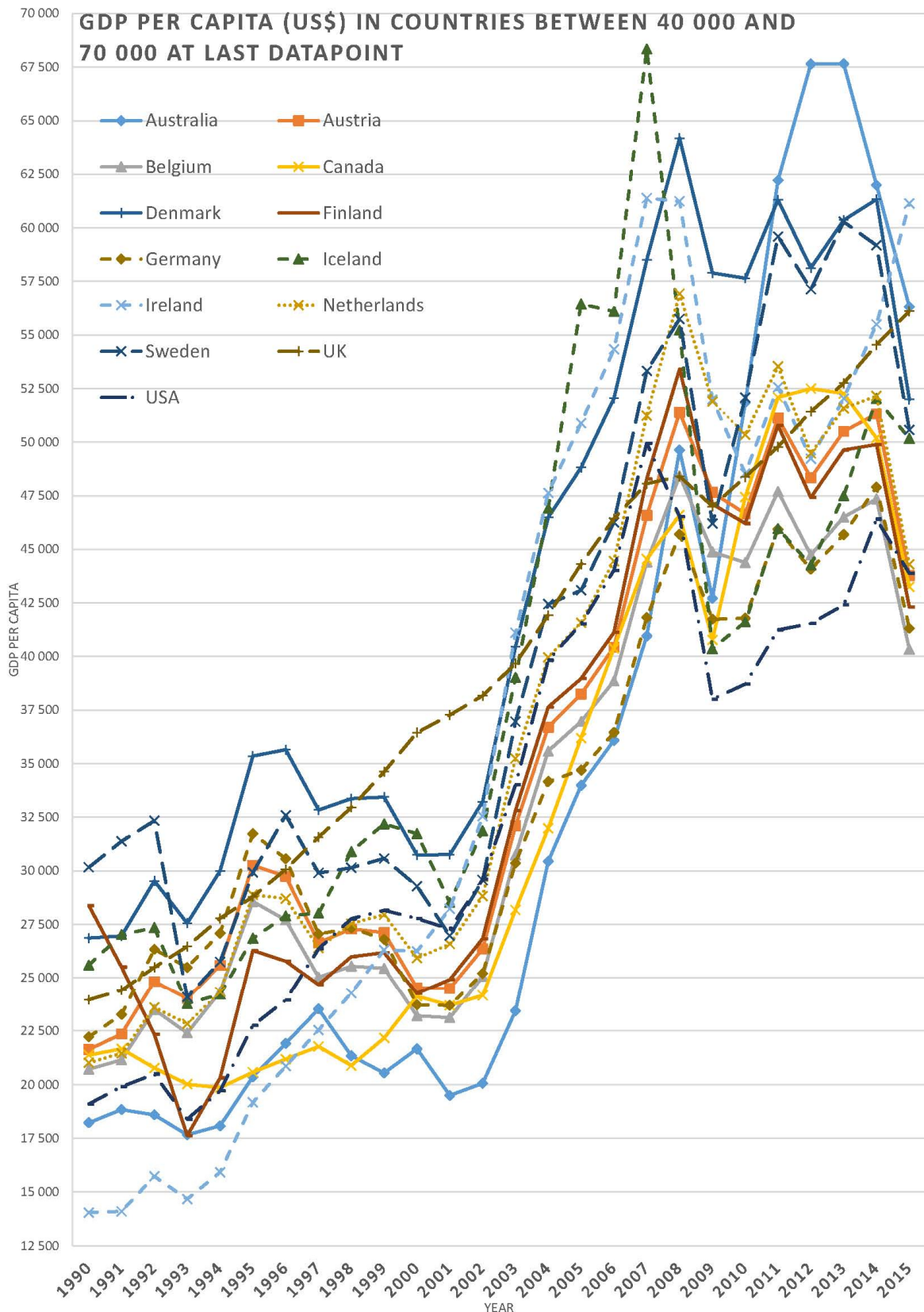


Abb. 15: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf 1990-2015 derjenigen Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 40 000 und 70 000 US Dollar. Großes Wirtschaftswachstum nach 2000; Abflachung nach 2008.

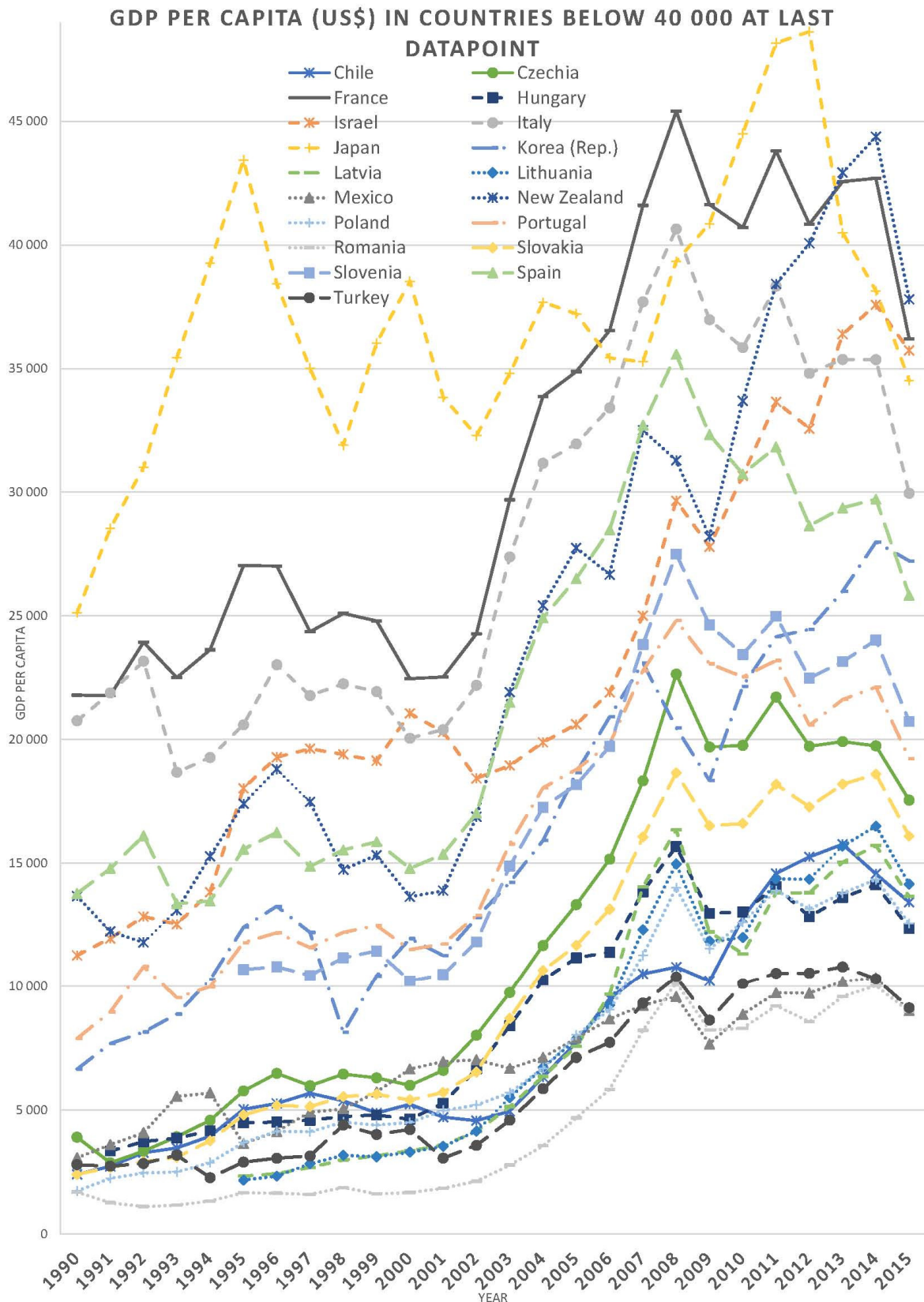


Abb. 16: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf 1990-2015 derjenigen Länder mit aktuellstem Datenpunkt unter 40 000 US Dollar. Japans Volkswirtschaft vor 2000 vergleichsweise sichtlich stärker bzw. kein besonders ausgeprägter Anstieg post 2000.

3.1.4 Gesundheitsausgaben per Capita in US\$

Country	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Australia	1 591	1 789	1 788	1 613	1 775	1 746	1 665	1 883	2 371	2 933	3 214	3 422	4 078	4 410	4 257	5 325	6 368	6 544	6 258	6 031
Austria	2 868	2 811	2 564	2 676	2 710	2 416	2 418	2 644	3 286	3 780	3 916	4 075	4 710	5 287	5 154	5 050	5 432	5 240	5 478	5 580
Belgium	2 138	2 151	1 907	1 978	2 013	1 845	1 878	2 075	2 800	3 243	3 340	3 490	4 018	4 566	4 575	4 419	4 864	4 588	4 813	4 884
Canada	1 831	1 839	1 883	1 856	1 945	2 100	2 162	2 262	2 691	3 063	3 474	3 945	4 382	4 682	4 582	5 348	5 665	5 719	5 619	5 292
Chile	267	303	334	341	319	326	300	290	353	430	509	585	665	740	755	891	1 023	1 108	1 192	1 137
Czechia	374	403	369	398	384	361	404	523	667	772	884	972	1 148	1 486	1 484	1 410	1 546	1 411	1 413	1 379
Denmark	2 835	2 884	2 634	2 675	2 931	2 613	2 730	3 023	3 756	4 387	4 653	5 018	5 710	6 396	6 465	6 267	6 522	6 204	6 638	6 463
Finland	2 014	2 015	1 849	1 853	1 863	1 700	1 786	2 032	2 572	2 974	3 152	3 317	3 776	4 287	4 137	4 001	4 399	4 255	4 519	4 612
France	2 745	2 742	2 440	2 487	2 458	2 209	2 241	2 497	3 115	3 592	3 721	3 872	4 372	4 828	4 722	4 584	4 994	4 699	4 955	4 959
Germany	3 129	3 107	2 703	2 729	2 695	2 398	2 408	2 623	3 223	3 543	3 648	3 766	4 254	4 743	4 753	4 700	5 025	4 754	5 098	5 411
Hungary	323	315	309	335	345	326	374	495	706	828	923	922	1 038	1 146	977	1 020	1 099	991	1 021	1 037
Iceland	2 157	2 225	2 218	2 718	3 056	2 966	2 616	3 151	3 945	4 522	5 254	5 094	6 058	4 892	3 671	3 690	3 985	3 857	4 182	4 662
Ireland	1 239	1 330	1 405	1 468	1 568	1 593	1 878	2 249	2 925	3 533	3 737	3 982	4 704	5 326	4 962	4 238	4 310	4 079	4 157	4 239
Israel	1 316	1 421	1 470	1 429	1 359	1 490	1 532	1 367	1 395	1 446	1 515	1 593	1 813	2 145	2 057	2 248	2 460	2 515	2 854	2 910
Italy	1 462	1 657	1 628	1 681	1 675	1 588	1 656	1 830	2 246	2 658	2 789	2 952	3 211	3 624	3 488	3 384	3 559	3 242	3 295	3 258
Japan	2 845	2 455	2 333	2 196	2 598	2 839	2 531	2 451	2 694	2 927	2 928	2 791	2 807	3 256	3 742	4 110	4 654	4 749	3 960	3 703
Korea (Rep.)	453	509	469	321	437	505	536	590	700	790	994	1 204	1 383	1 261	1 221	1 505	1 650	1 715	1 870	2 060
Latvia	115	140	159	175	195	196	216	252	301	397	456	613	915	1 019	817	739	827	827	869	921
Lithuania	99	130	162	192	192	211	219	264	352	378	454	570	753	977	877	829	968	940	1 020	1 063
Luxembourg	2 842	2 830	2 490	2 599	2 891	3 500	3 405	4 202	4 988	6 145	6 488	7 030	7 329	8 304	8 126	7 964	8 334	7 551	7 981	8 138
Mexico	172	179	219	231	271	322	366	389	413	447	491	522	566	604	526	592	615	633	674	677
Netherlands	2 262	2 215	1 974	2 074	2 112	1 932	2 079	2 411	2 987	3 410	3 994	4 162	4 802	5 462	5 355	5 286	5 649	5 456	5 688	5 694
New Zealand	1 203	1 292	1 308	1 130	1 158	1 056	1 059	1 261	1 624	1 993	2 307	2 316	2 714	3 319	3 145	3 743	4 251	4 471	4 662	4 896
Norway	2 698	2 869	3 026	3 166	3 338	3 165	3 341	4 154	4 951	5 453	5 961	6 276	7 352	8 194	7 637	8 164	9 250	9 361	9 720	9 522
Poland	197	238	228	264	249	247	292	328	354	411	495	555	706	957	815	868	931	870	882	910
Portugal	876	940	892	933	985	1 056	1 071	1 182	1 507	1 777	1 876	1 919	2 194	2 458	2 404	2 352	2 332	2 000	2 059	2 097
Romania	53	53	66	70	68	73	79	97	147	193	255	294	424	541	457	483	508	468	535	557
Slovakia	222	254	230	235	218	208	216	256	360	566	628	763	1 082	1 406	1 483	1 378	1 415	1 377	1 417	1 455
Slovenia	785	812	798	856	880	831	883	1 000	1 281	1 435	1 520	1 637	1 881	2 298	2 271	2 083	2 225	2 069	2 115	2 161
Spain	1 129	1 178	1 063	1 109	1 136	1 045	1 089	1 213	1 688	1 975	2 121	2 313	2 690	3 072	2 995	2 847	2 954	2 651	2 644	2 658
Sweden	2 292	2 565	2 298	2 337	2 396	2 282	2 268	2 600	3 277	3 666	3 727	3 947	4 526	4 886	4 357	4 694	6 662	6 522	7 000	6 808
Switzerland	4 308	4 292	3 718	3 870	3 841	3 541	3 752	4 190	5 002	5 570	5 637	5 643	6 126	7 104	7 277	7 808	9 387	9 196	9 472	9 674
Turkey	96	118	131	156	189	207	156	190	243	313	386	447	560	628	522	566	557	555	588	568
UK	1 364	1 437	1 543	1 661	1 769	1 763	1 840	2 071	2 462	2 964	3 177	3 426	3 937	3 864	3 491	3 491	3 649	3 649	3 685	3 935
USA	3 788	3 944	4 116	4 302	4 522	4 788	5 140	5 576	5 995	6 369	6 741	7 122	7 512	7 786	8 023	8 269	8 524	8 790	8 988	9 403

Tab. 5: Daten der Weltbank: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar je Land der Periode 1990-2014 (Keine Daten für 2015 verfügbar).

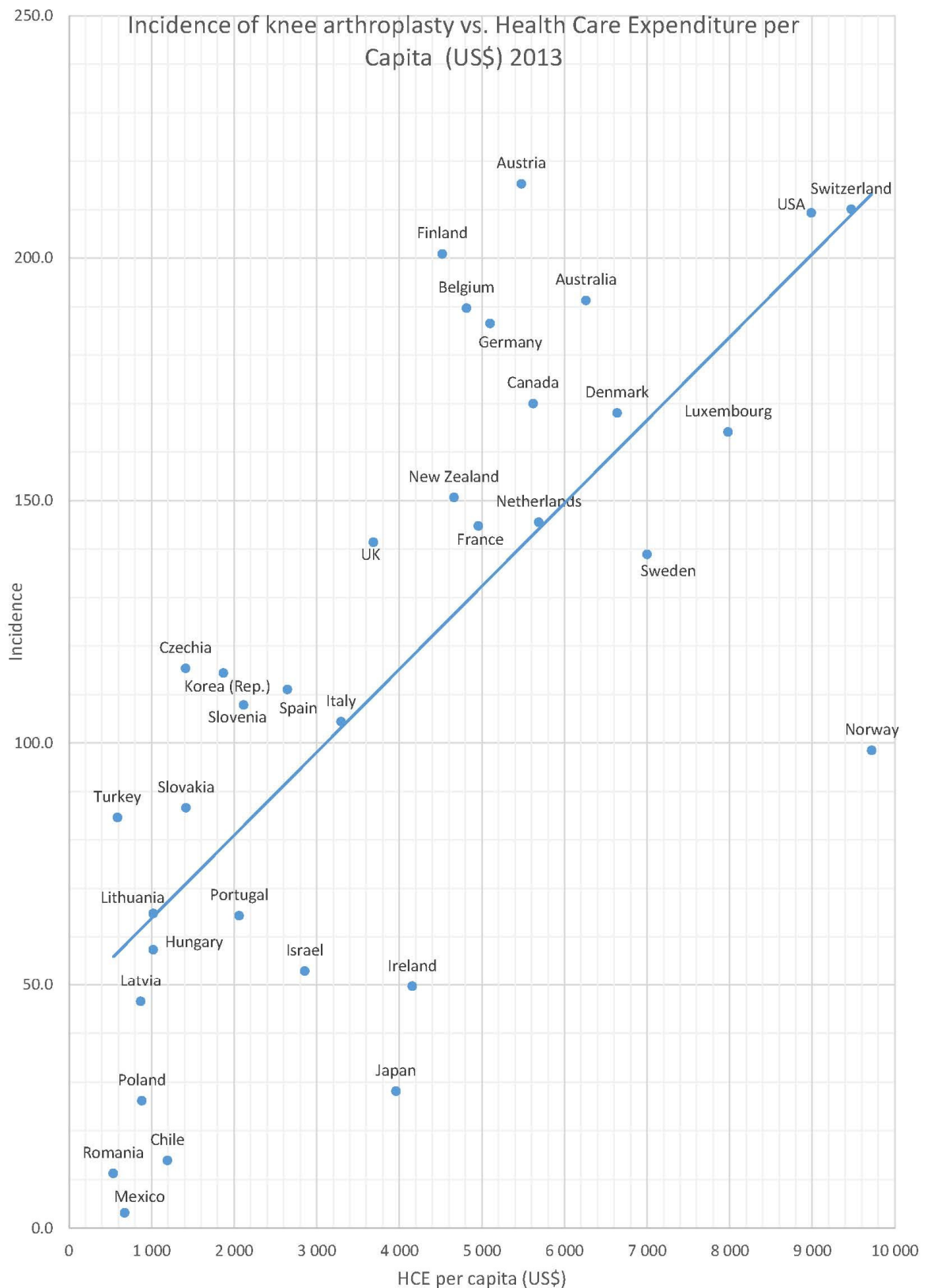


Abb. 17: Gegenüberstellung der Pro-Kopf-Gesundheitsausgaben in US-Dollar und der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate je 100 000 Gesamtbevölkerung) aller Länder im Jahre 2013. Die Trendlinie zeigt, über alle Länder hinweg, einen Zusammenhang der Implantationen mit den Gesundheitsausgaben (Pearson-Korrelation: 0,623; Signifikanz: $p < 0,001$)

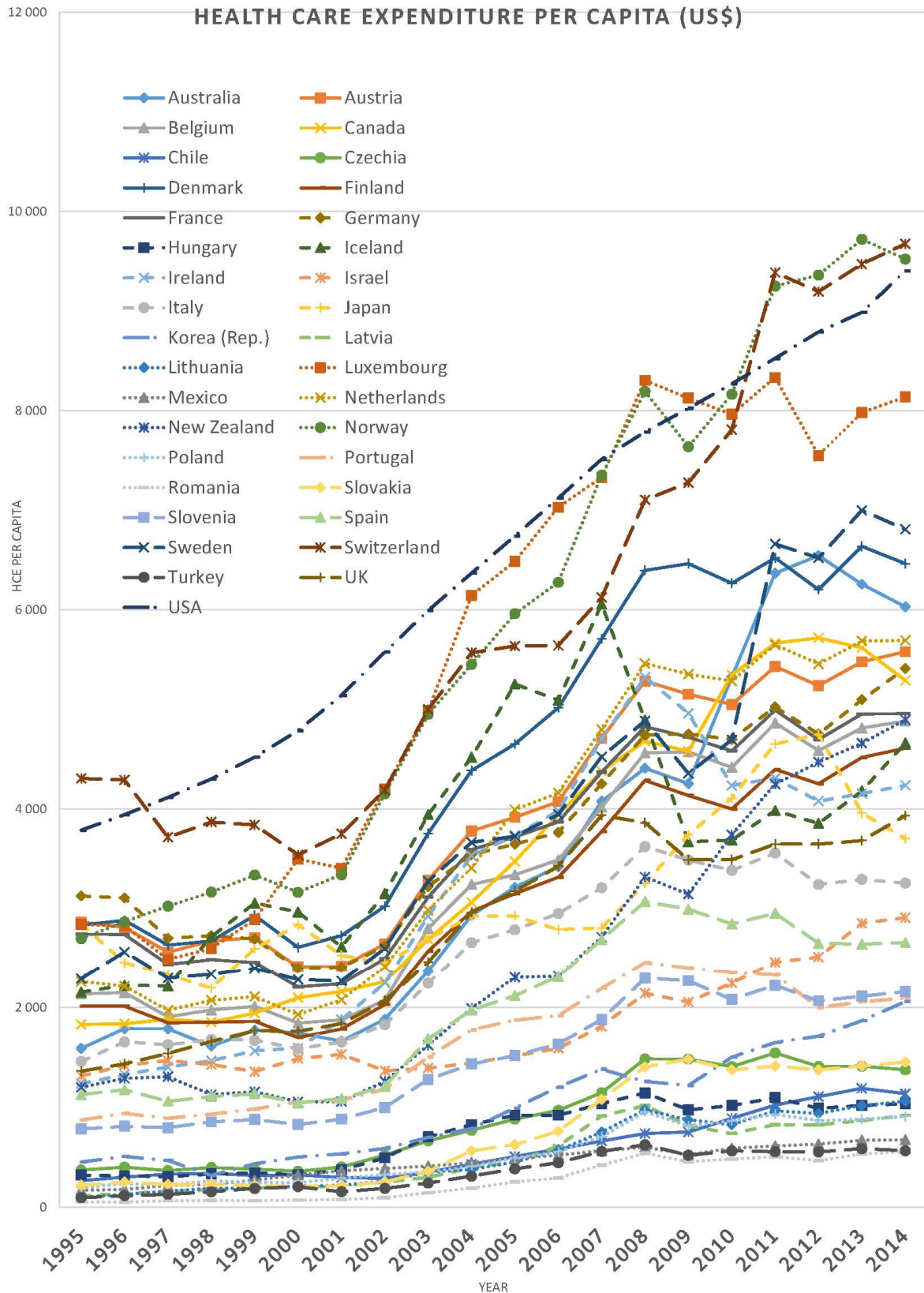


Abb. 18: Gesamtübersicht der Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar über alle Länder für die Daten vorlagen in der Periode 1990-2015 (für 2015 keine Daten vorhanden). Der Volkswirtschaftliche Knick post 2008 wirkte sich nicht gleich auf die Gesundheitsausgaben aller betrachteten Länder aus.

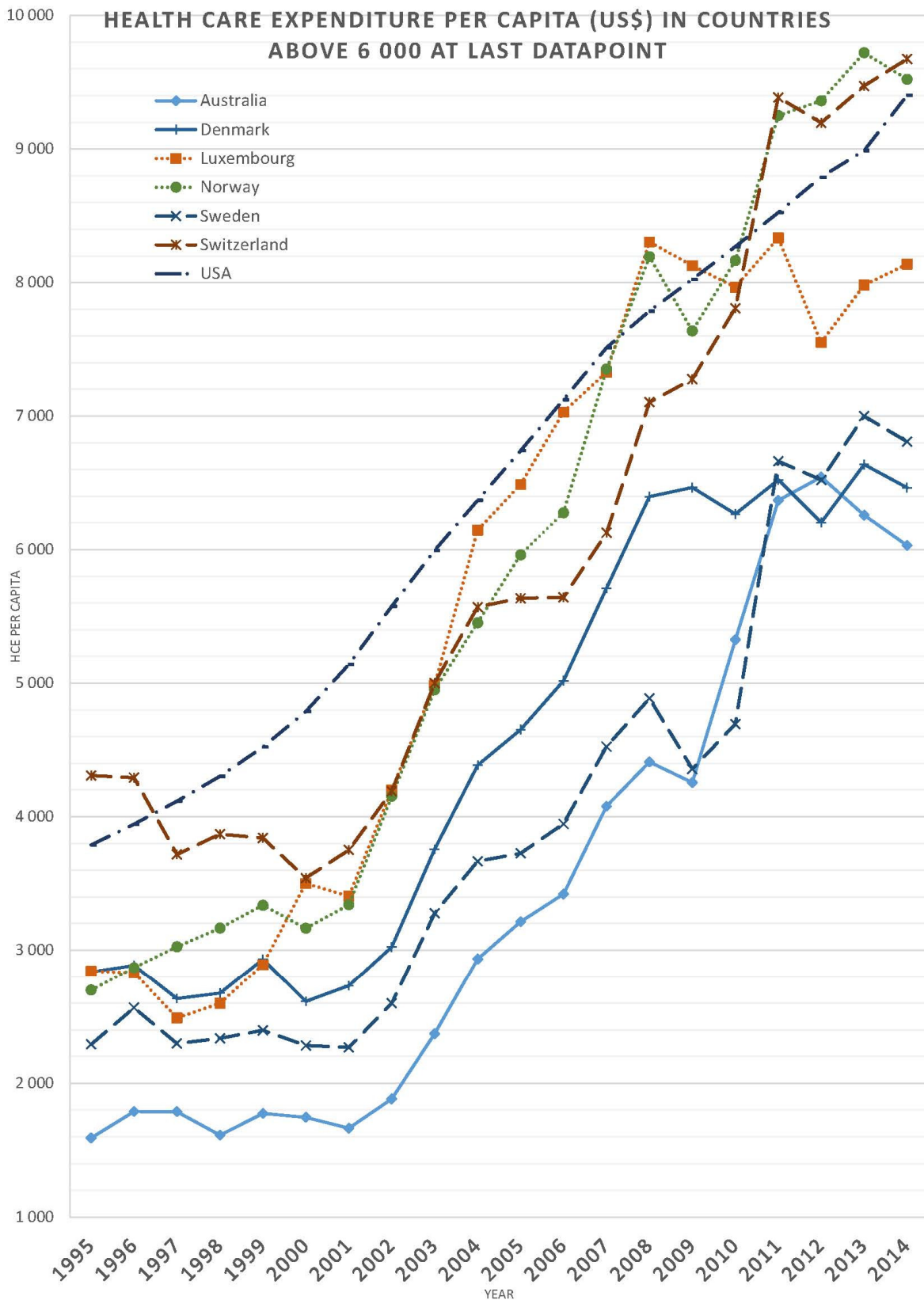


Abb. 19: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 aller Länder über 6000 US-Dollar am aktuellsten Datenpunkt. Die USA zeigen keine Trendveränderung nach 2008.

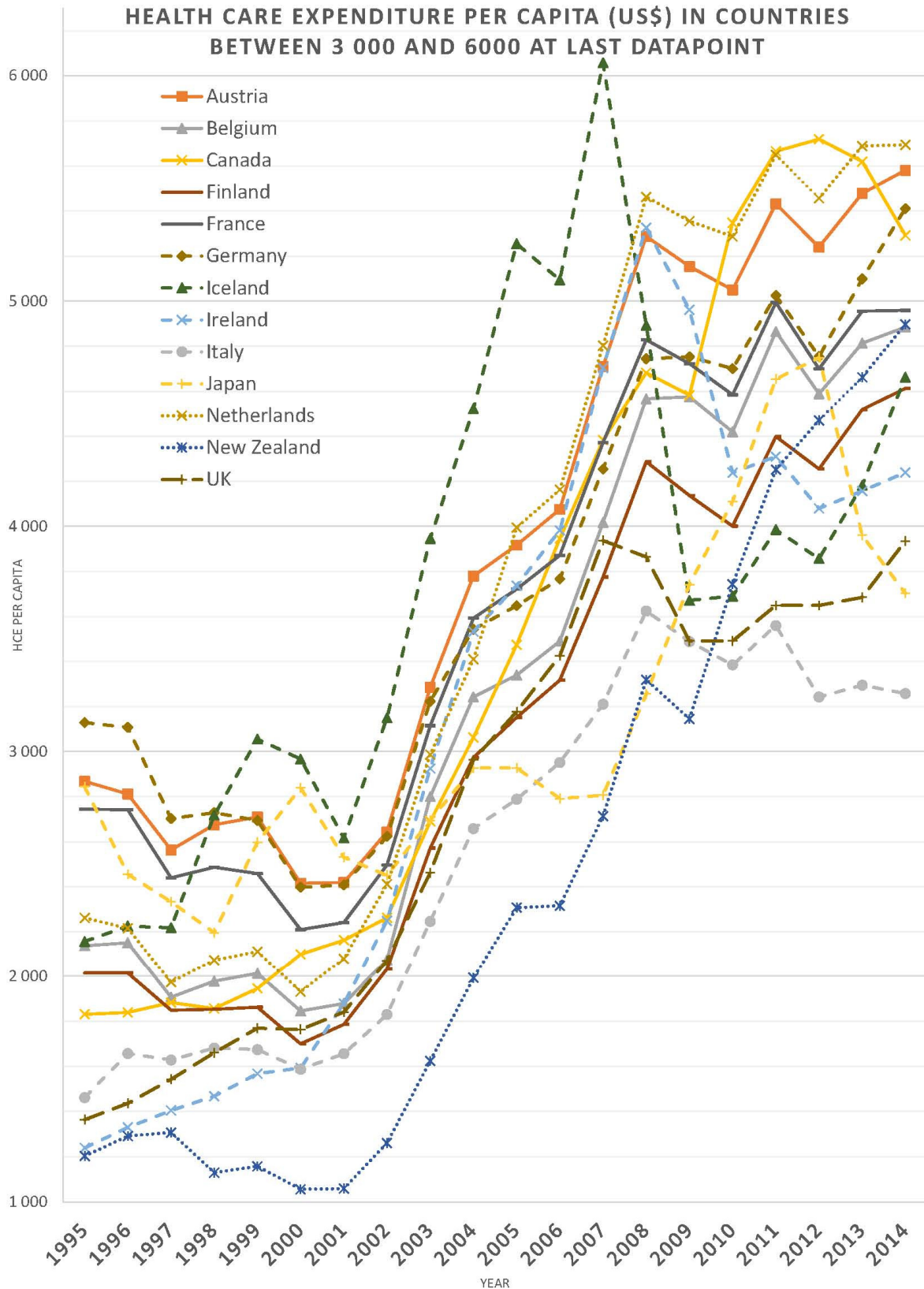


Abb. 20: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 der Länder zwischen 3000 und 6000 am aktuellsten Datenpunkt. Äußerst betonter Abfall post 2008 in Island und Irland. Für Neuseeland kaum Trendbeeinflussung merklich. Kamelbuckelphänomen in Kanada und, akzentuierter in Japan.

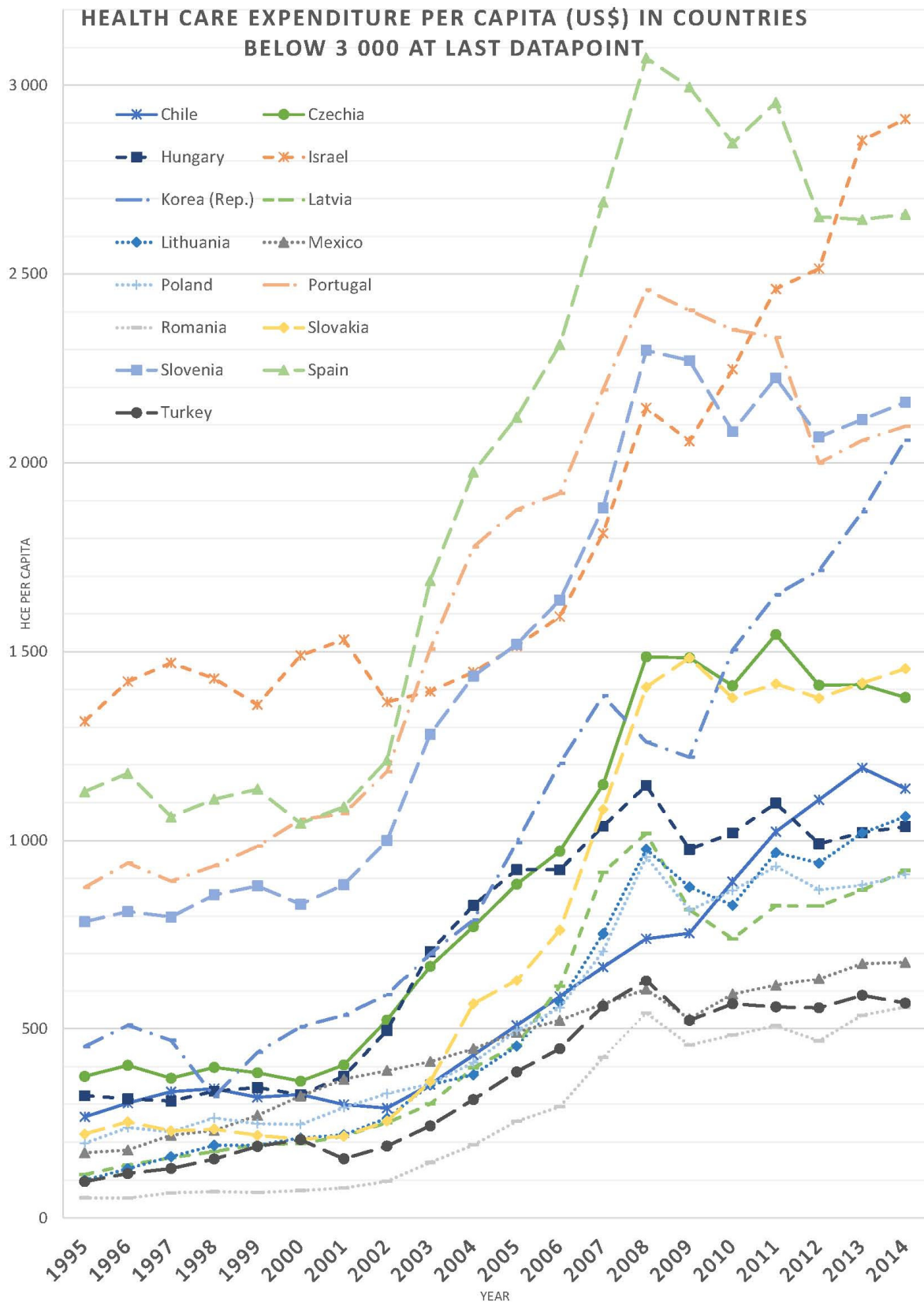


Abb. 21: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 in Ländern unter 3000 US-Dollar am aktuellsten Datenpunkt. Überall Ausgabenbremse post 2008 außer Israel und Südkorea und Chile.

3.1.5 Body Mass Index 25+ (% der Bevölkerung 18+)

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Australia	49	49	50	50	51	52	52	53	54	54	55	56	56	57	58	58	59	59	60	61	61	62	62	63	64
Austria	43	43	44	44	45	45	46	46	47	48	48	49	49	50	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55
Belgium	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	56	57	57	57	58	58	58	58
Canada	50	51	51	52	53	53	54	54	55	56	57	57	58	59	59	60	61	61	62	62	63	63	63	64	64
Chile	49	49	50	51	51	52	53	54	54	55	56	56	57	58	58	59	59	60	60	61	62	62	63	63	64
Czech Republic	55	55	56	56	56	56	56	56	56	57	57	57	57	58	58	58	58	59	59	59	60	60	60	60	60
Denmark	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	51	52	52	53	53	54	54	54	55	55	55	56
Finland	44	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55
France	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	57	58	58	59	59
Germany	45	46	47	47	48	48	49	49	50	50	50	51	51	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	56	56
Hungary	51	51	52	52	52	52	52	52	52	52	52	53	53	53	54	54	55	55	56	56	56	56	57	57	57
Iceland	48	48	48	49	49	49	50	50	50	51	51	52	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	56	57	57
Ireland	43	44	45	45	46	47	48	49	50	51	51	52	53	54	55	56	56	57	58	58	59	59	60	60	61
Israel	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	59	60	60	60	61	61	61	62	62	62	63	63
Italy	47	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	59
Japan	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	23	24
Korea (Rep.)	19	19	20	21	22	22	23	24	25	25	26	26	26	26	27	27	27	28	29	29	30	31	32	33	34
Latvia	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	51	51	52	52	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58
Lithuania	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	52	52	53	54	54	55	56	56	57	57	58	59	59	59
Luxembourg	45	46	46	47	48	48	49	49	50	50	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	56	57	57	58
Mexico	49	49	50	51	52	52	53	54	54	55	56	56	57	58	58	59	60	60	61	62	62	63	63	64	64
Netherlands	42	42	43	44	44	45	46	46	47	48	49	49	50	50	51	52	52	53	53	54	54	54	55	55	55
New Zealand	48	49	50	50	51	52	53	53	54	55	55	56	57	58	58	59	59	60	61	61	62	62	63	63	64
Norway	46	47	47	48	48	49	50	50	51	52	52	53	53	54	55	55	56	56	57	57	58	58	58	59	59
Poland	49	49	50	50	50	51	51	51	52	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	57	58	58	58
Portugal	40	41	41	42	43	44	44	45	46	47	47	48	49	50	50	51	51	52	53	53	54	54	55	55	55
Romania	48	48	48	48	48	48	49	49	49	49	49	50	50	51	51	52	52	53	54	54	55	55	56	56	56
Slovakia	48	48	48	48	48	48	49	49	49	50	50	51	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57
Slovenia	46	47	47	47	48	48	49	49	49	50	50	51	52	52	53	53	54	54	55	55	55	56	56	56	57
Spain	48	49	50	50	51	51	52	53	53	54	54	55	56	56	57	57	58	58	59	59	59	60	60	60	61
Sweden	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	54	55	55	56
Switzerland	46	46	47	48	48	49	49	49	50	50	51	51	51	52	52	53	53	53	54	54	54	55	55	55	56
Turkey	50	50	51	52	53	53	54	55	56	56	57	58	58	59	60	60	61	61	62	63	63	64	65	65	66
UK	48	48	49	50	50	51	52	52	53	54	54	55	56	56	57	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63
USA	53	53	54	55	56	56	57	58	58	59	60	61	61	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68

Tab. 6: Daten der WHO: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit einem Body Mass Index von 25 oder darüber.

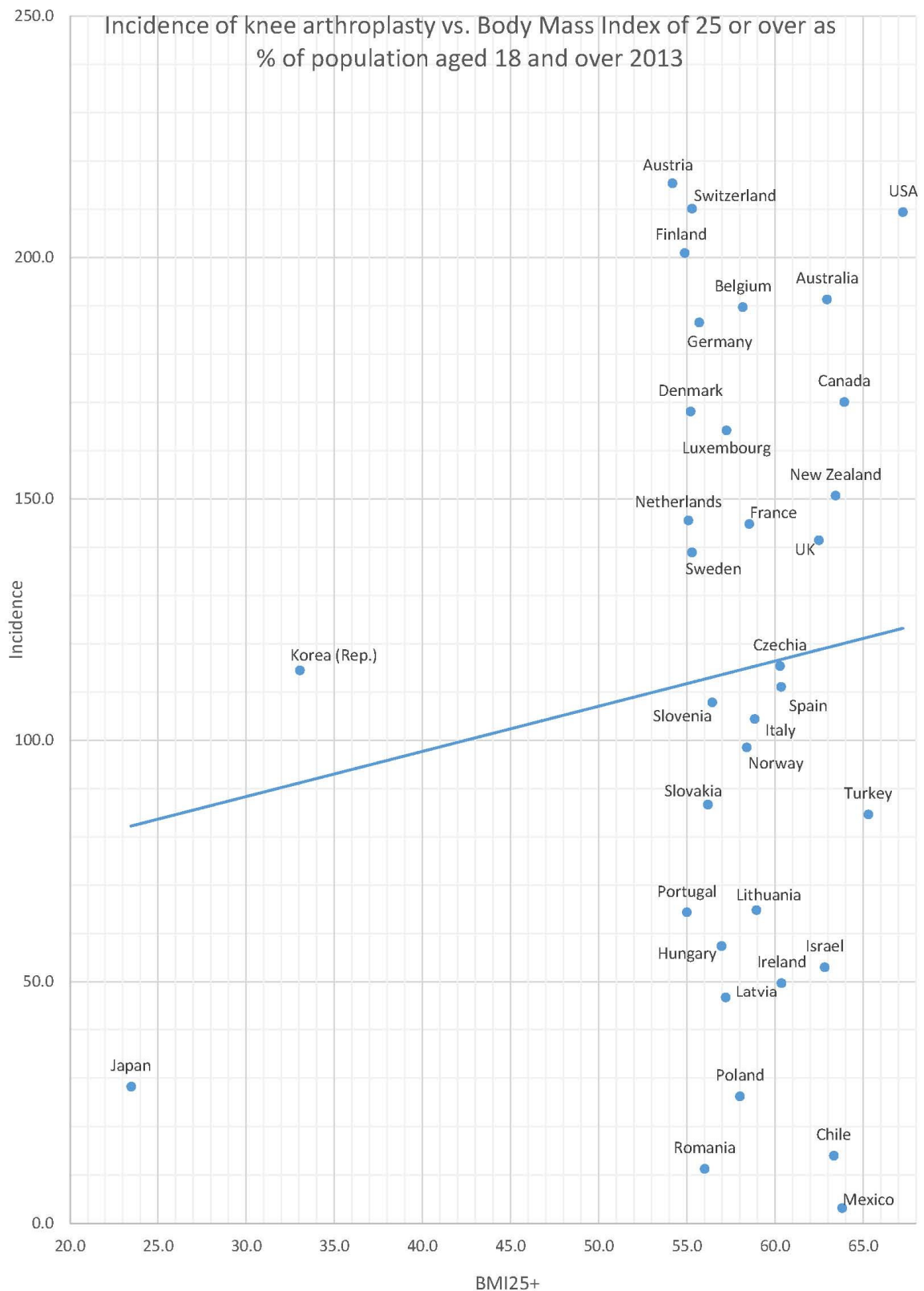


Abb. 22: Zusammenhang zwischen dem Anteil 18- und Über-18-Jähriger mit BMI 25 und darüber mit der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate pro 100 000 Gesamtbevölkerung). Japan und Südkorea sind „schlanker“. Es zeigt sich ein sehr schwacher Trend in Richtung mehr Implantationen bei höherem BMI (Pearson-Korrelation: 0,26; Signifikanz: $p < 0,001$)

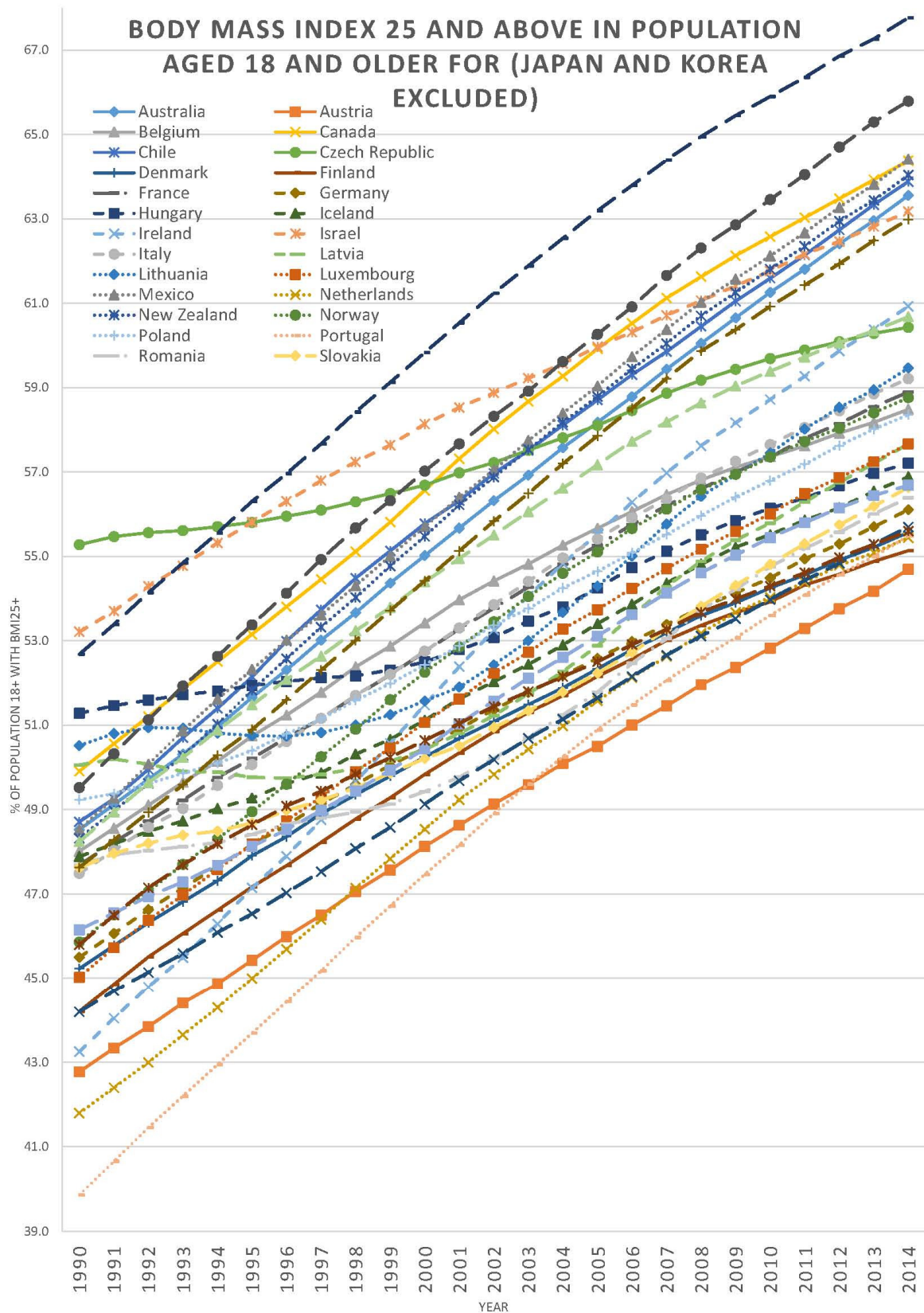


Abb. 23: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014. Generell homogener Anstieg außer Tschechien, Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen alle ehemalige Ostblock-Staaten. Japan und Südkorea sind aus Lesbarkeitsgründen ausgeschlossen.

BODY MASS INDEX 25 AND ABOVE IN POPULATION AGED 18 AND OLDER FOR JAPAN AND KOREA

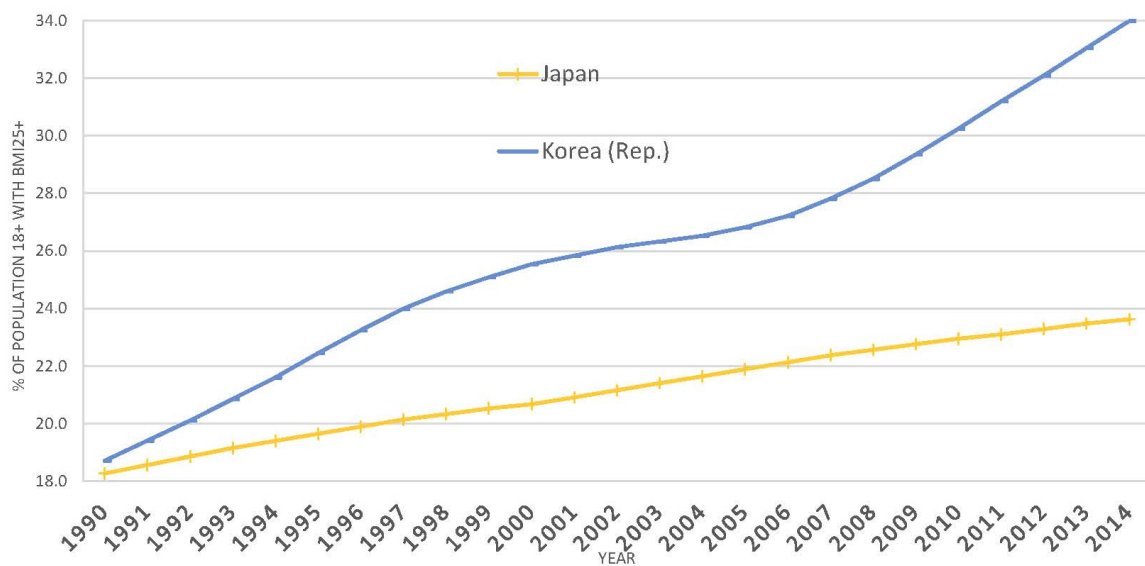


Abb. 24: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für Japan und Südkorea. Da ihre Werte im Vergleich mit den restlichen Staaten für die Daten vorliegen so gering sind, werden sie hier separat betrachtet. Im Vergleich der beiden Länder wird Südkorea schneller „dicker“.

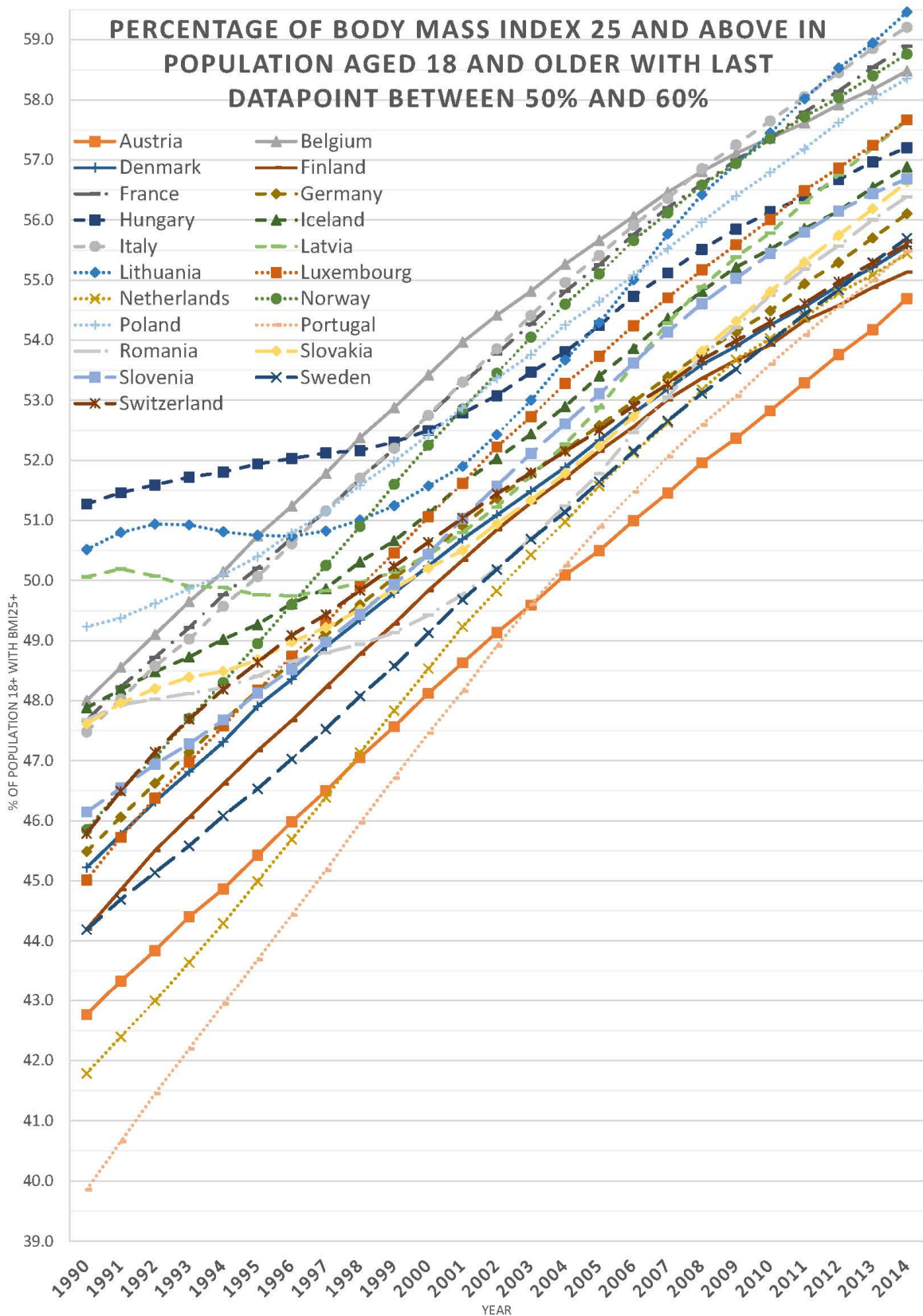


Abb. 25: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 50 und 60%. Einige ehemalige Ostblockländer (Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen) hielten ihr Gewicht bis ca. 1995 besser, verhalten sich im weiteren Verlauf jedoch homogen zum Rest.

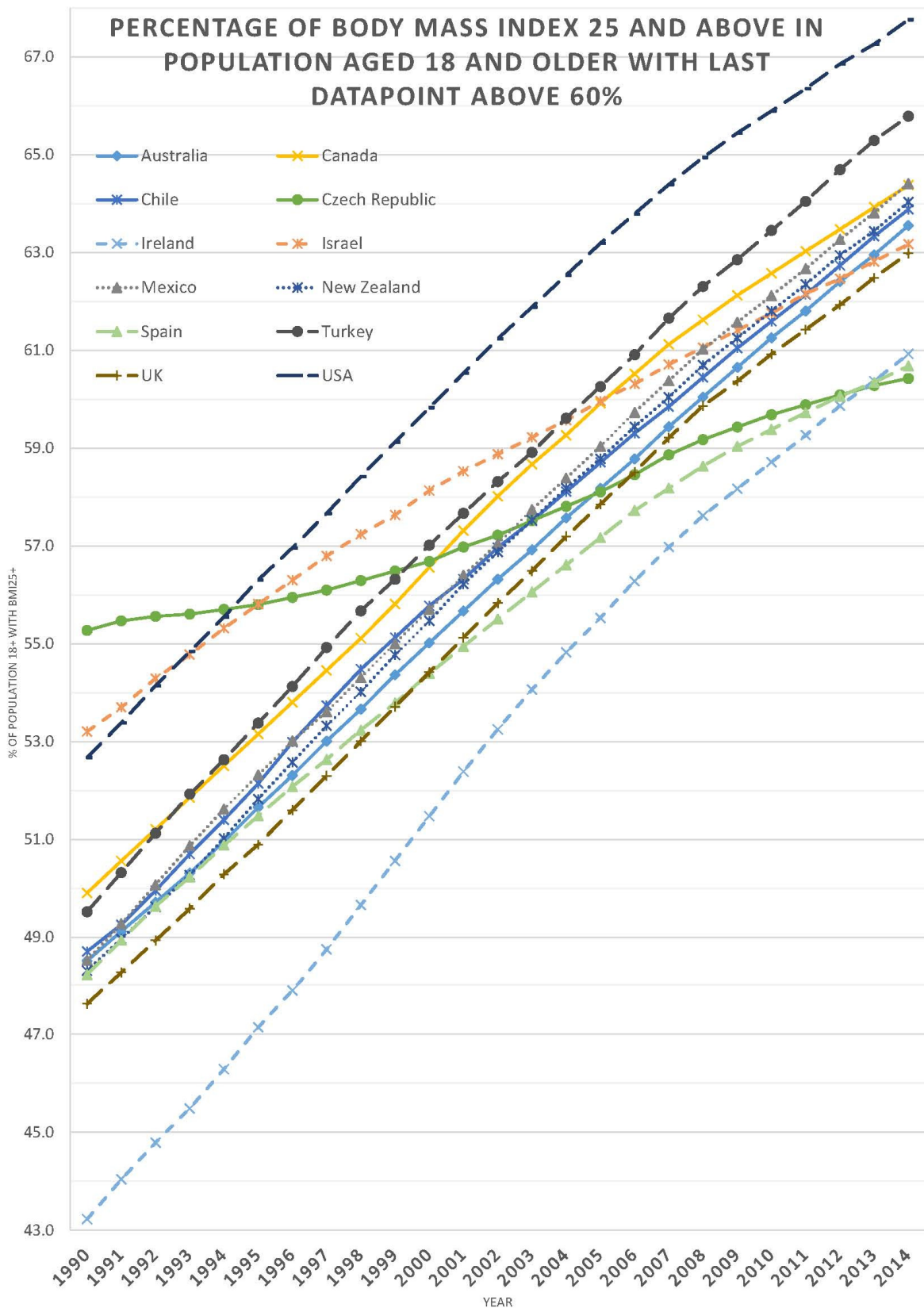


Abb. 26: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt über 60%. Unter den „dicksten“ Ländern gelingt es Tschechien und Israel, und in geringerem Maße Spanien, den Aufwärtstrend zu bremsen.

3.1.6 Body Mass Index 30+ (% der Bevölkerung 18+)

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Australia	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
Austria	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19
Belgium	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21
Canada	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28
Chile	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	27	27	28	28	29
Czech Republic	19	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24
Denmark	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19
Finland	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21
France	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	22	22
Germany	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21
Hungary	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22
Iceland	13	13	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21
Ireland	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	21	21	22	23	23	24	24	25	26
Israel	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	25
Italy	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	22
Japan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Korea (Rep.)	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
Latvia	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23
Lithuania	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	25
Luxembourg	12	12	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21	22
Mexico	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	28	28
Netherlands	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	18	19
New Zealand	15	15	16	16	17	17	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29
Norway	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22	23	23
Poland	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23
Portugal	10	10	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20
Romania	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21
Slovakia	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21
Slovenia	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21
Spain	14	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22	23	23	24	24
Sweden	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	20	20
Switzerland	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19
Turkey	16	17	17	18	18	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	27	27	28	28	29	29
UK	14	14	15	15	15	16	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	27
USA	19	20	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34

Tab. 7: Daten der WHO: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit einem Body Mass Index von 30 oder darüber:



Abb. 27: Zusammenhang zwischen dem Anteil 18- und Über-18-Jähriger mit BMI 30 und darüber mit der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate pro 100 000 Gesamtbevölkerung). Japan und Südkorea sind „schlanker“. Es zeigt sich ein sehr schwacher Trend in Richtung mehr Implantationen bei höherem BMI (Pearson-Korrelation: 0,302; Signifikanz: $p < 0,001$)

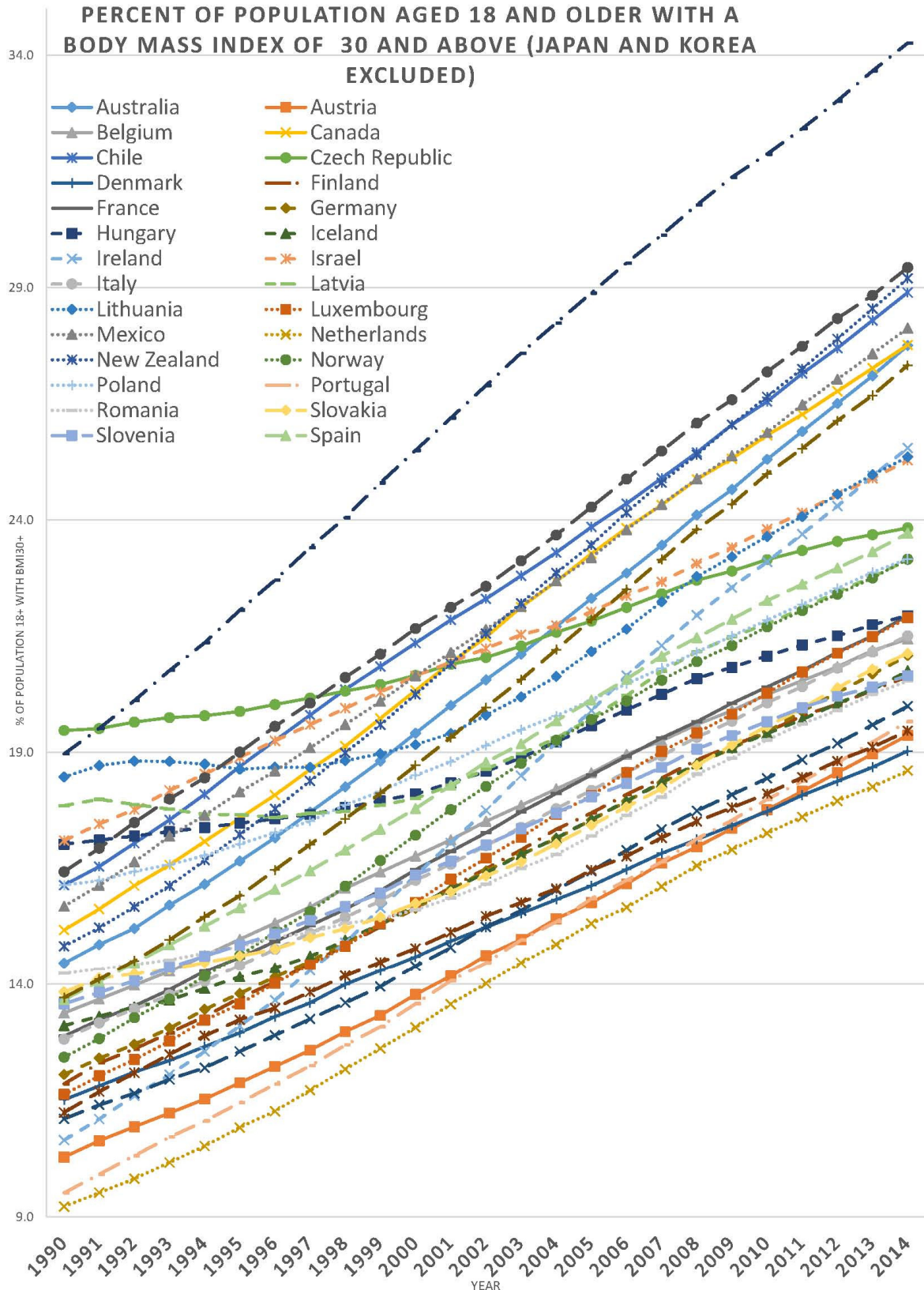


Abb. 28: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014. Generell homogener Anstieg außer Tschechien, Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen, alle ehemalige Ostblock-Staaten. Japan und Südkorea sind aus Lesbarkeitsgründen ausgeschlossen

PERCENT OF POPULATION AGED 18 AND OLDER WITH A BODY MASS INDEX OF 30 AND ABOVE FOR JAPAN AND KOREA

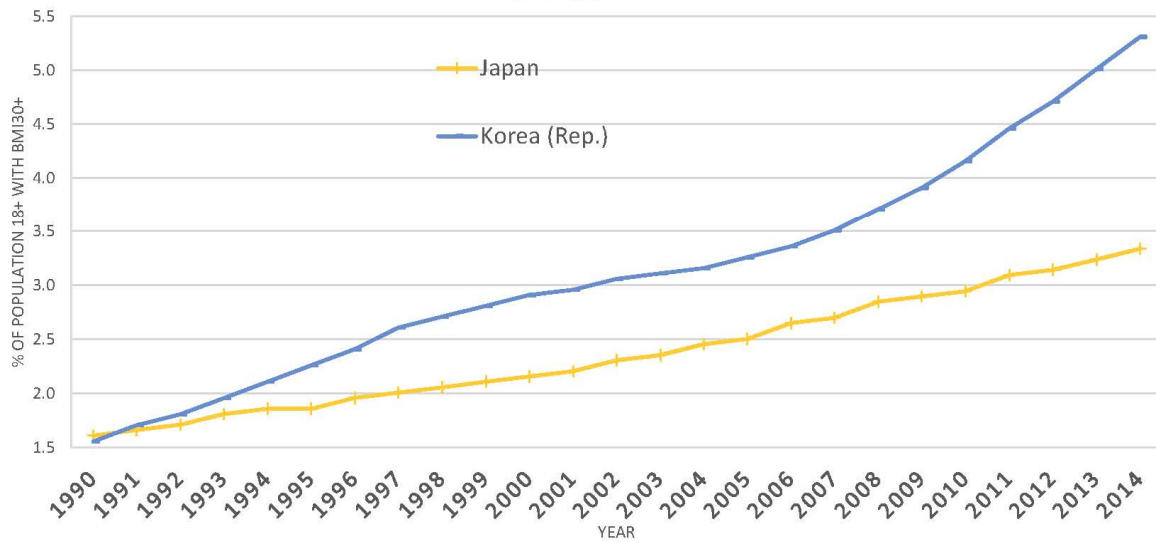


Abb. 29: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für Japan und Südkorea. Da ihre Werte im Vergleich mit den restlichen Staaten für die Daten vorliegen so gering sind, werden sie hier separat betrachtet. Im Vergleich der beiden Länder wird Südkorea schneller „dicker“.

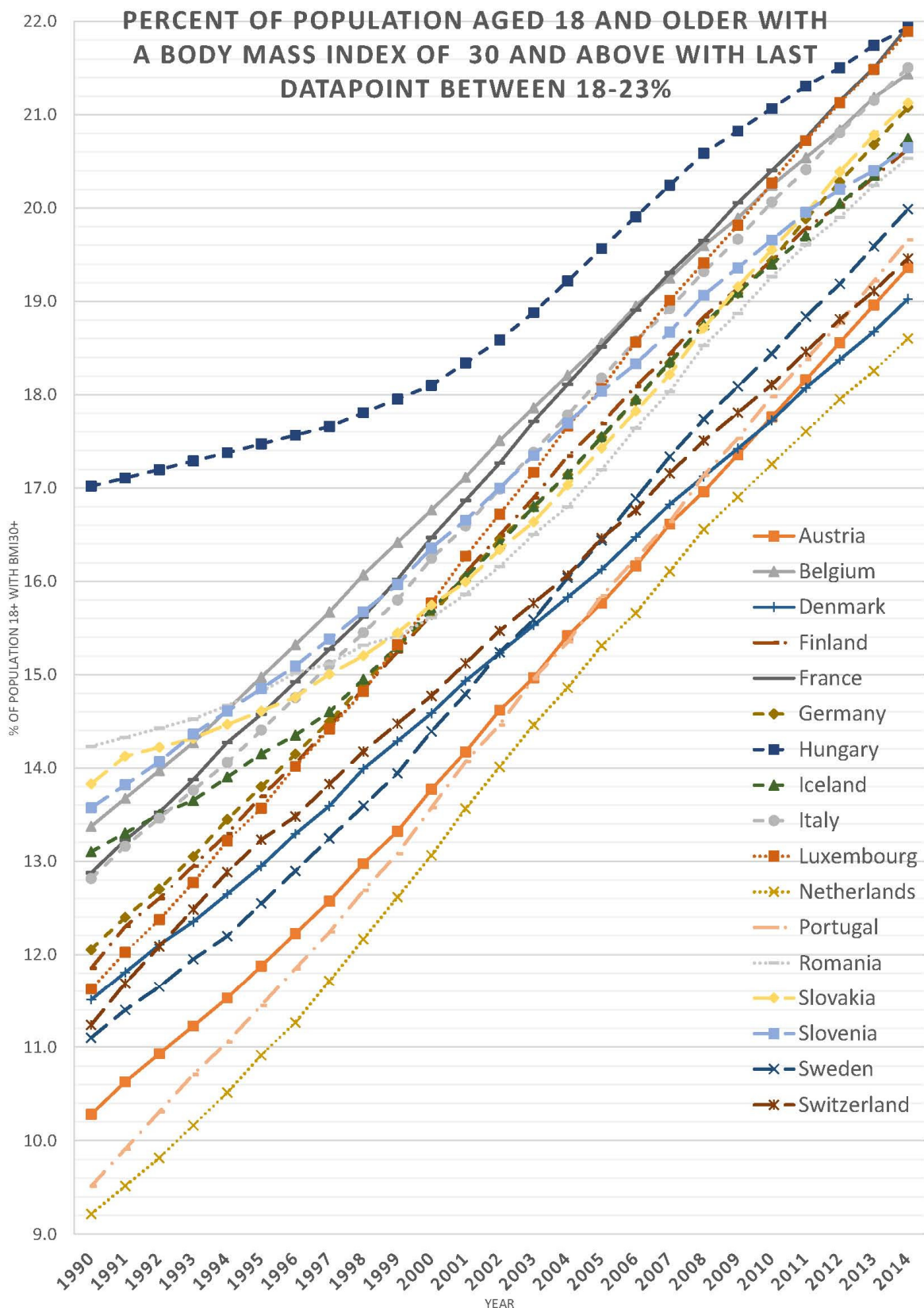


Abb. 30: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 18 und 23%. Einige ehemalige Ostblockländer (Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien) hielten ihr Gewicht bis ca. 1995 besser, verhalten sich im weiteren Verlauf jedoch homogen zum Rest.

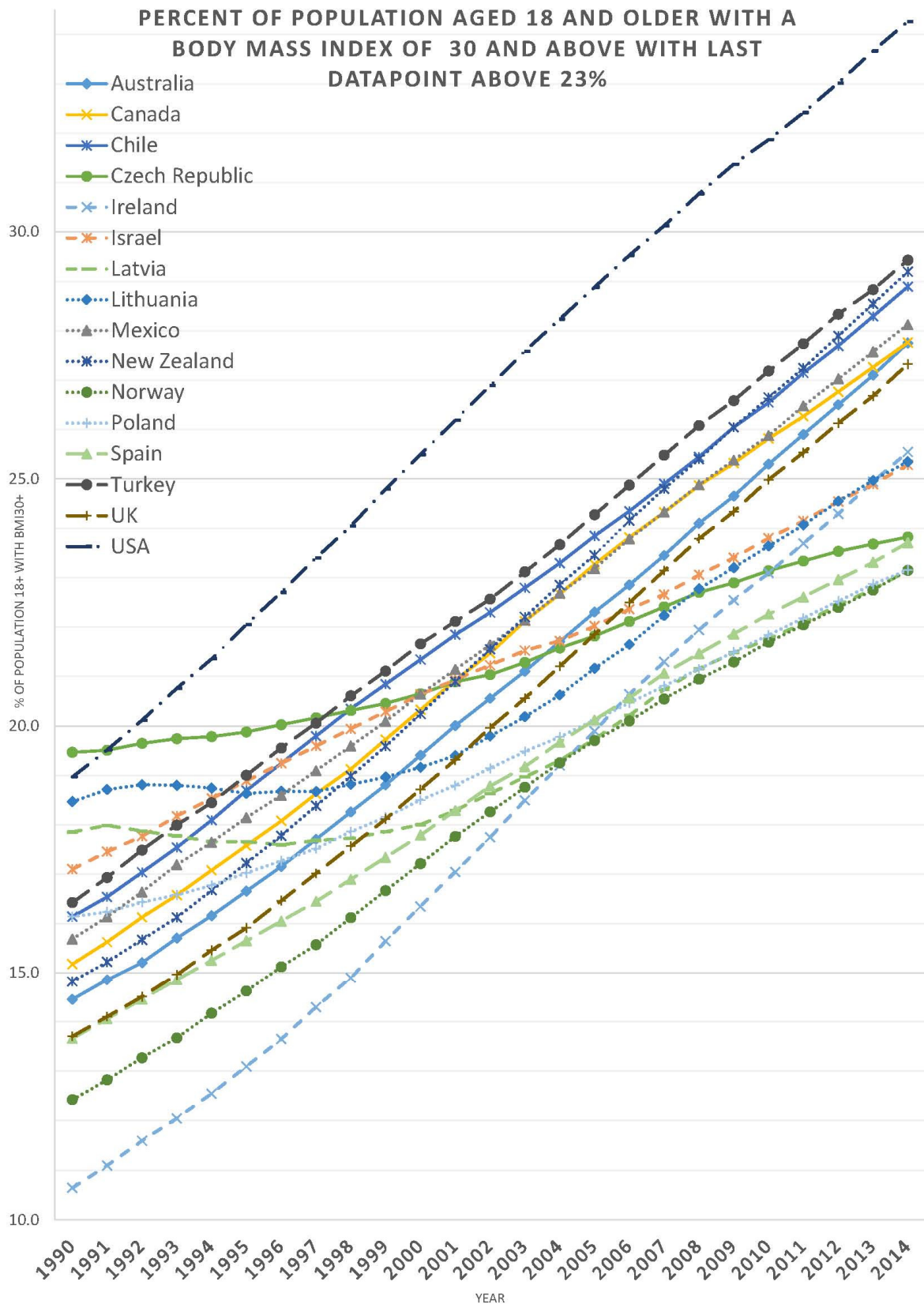


Abb. 31: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt über 23%. Unter den „dicksten“ Ländern gelingt es Tschechien, Israel, Litauen, Polen und Spanien, den Aufwärtstrend zu bremsen.

3.2 Validierung der Basisdaten

Die aggregierten Basisdaten wurden soweit Vergleichsdaten vorhanden waren einer Validierung unterzogen.

3.2.1 Vergleich der Registry- mit OECD-Implantations-Daten wo vorhanden

Im Falle Japans wurden Registry-Daten verwendet. Ein Vergleich mit OECD-Daten war nicht möglich, da keine OECD-Daten zu Knieersatz-Primäroperationen vorhanden waren.

Im Falle der Niederlande wurde die Datenreihe ab 2011 mit Registerdaten fortgeführt, da für diesen Zeitraum keine OECD-Daten mehr vorhanden sind. Der Wert für das Jahr 2010 wurde aus dem Mittelwert zwischen dem OECD-Wert für 2009 und dem Registry-Wert für 2011 errechnet. Für das errechnete Jahr 2010 eine Abweichung von 2,5%, die restlichen vergleichbaren Jahre zeigen 0% keine Abweichung.

Im Falle Neuseelands enthalten die Zahlen der OECD keine Zahlen aus Privatkrankenhäusern. Es ergeben sich Abweichungen von durchschnittlich 44,6%.

Im Falle Norwegens ergibt sich in den vier vergleichbaren Jahren eine durchschnittliche Abweichung von 11,1% aufgrund von Unterschieden im Reporting.

Für Rumänien liegen, wie im Falle Japans, keine OECD-Zahlen zu Kniegelenksersatz-Primäreingriffen vor. Ein Vergleich war deshalb nicht möglich.

Im Falle der Slowakei wurden in den drei Jahren 2006-2008 Daten aus dem Register verwendet, da in diesem Zeitraum keine OECD-Daten vorhanden sind. Die Reihe wurde ab 2009 mit OECD-Daten weitergeführt. Es gibt eine Abweichung von 0% über die vergleichbaren Jahre.

Im Falle Schwedens beträgt die durchschnittliche Abweichung über die vergleichbaren Jahre 6,1% durch Unterschiede im Reporting.

Im Falle der Türkei ist ein Vergleich nur über 3 Jahre möglich, was den Vergleich wenig aussagekräftig macht. Die durchschnittliche Abweichung beträgt 19.1% und erklärt sich daraus, dass die türkische Quelle TKA angibt, und die OECD-Daten nach ICD-9-CM-Code 81.54 berichtet wurden.

Im Falle der USA basieren beide Zahlenreihen auf Hochrechnungen. Die durchschnittliche Abweichung von 9,5% erklärt sich aus unterschiedlichen Stichproben für die Hochrechnung.

3.2.2 Vergleich der OECD- mit NOMESCO-Implantations-Daten

Analog zu einer aktuellen Arbeit zu Hüftimplantaten wurden die OECD-Primäroperationsinzidenzen der nordischen Länder Dänemark, Finnland, Island, Norwegen und Schweden mit der NOMESCO (Nordic Medico-Statistical Committee) NOWBASE-Datenbank für Nordische Gesundheits- und Sozialstatistik (Nordic Health and Social Statistics) verglichen. NOMESCO NOWBASE enthält Daten zu den Jahren 2008-2014. Während bei der Hüftarbeit Datengleichheit festgestellt wurde, zeigte sich dies in der vorliegenden Arbeit nicht. (29, 58, 59)

Prozentuelle Abweichungen OECD vs. NOMESCO total knee replacement per 100 000 Population

Country/Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Denmark	-55.9	-59.4	-52.5	-54.4	-53.7	-54.1	-53.6
Finland	-84.8	-85.4	-85.3	-86.1	-84.6	-84.6	-84.7
Iceland	#N/A	-38.6	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Norway OECD	-99.7	-100.0	#N/A	#N/A	-99.8	-105.2	5.1
Sweden OECD	-90.9	-73.1	-67.6	-0.5	7.6	-64.5	-63.3
Norway Registry	-79.3	-81.8	-83.0	-13.1	-82.6	-83.3	16.0
Sweden Registry	-83.8	-63.0	-60.2	4.3	7.7	-60.1	-59.3

Tab. 9: Standardabweichungen zwischen den verglichenen Variablen OECD inpatient cases bzw. OECD total procedures of total knee replacement per 100 000 population and NOMESCO NOWBASE Internal reference code: sur003: "In-patient surgical procedures per 100 000 inhabitants for total knee replacement". Die Zeilen Norway Registry und Sweden Registry vergleichen anstatt OECD- Registerdaten mit NOMESCO-Daten. Es zeigen sich für Dänemark und Finnland homogene Unterschätzungen, für Norwegen und Schweden inhomogene Abweichungen die in den Registerdaten weniger stark ausgeprägt sind. Für Island steht nur ein Vergleichswert zur Verfügung.

Für Norwegen und Schweden wurden (wie bereits erläutert, aus Datenumfangs und –konsistenzgründen) in dieser Arbeit Registry-Daten verwendet. Diese liegen auch näher an den NOMESCO-Zahlen.

3.2.3 Vergleich der Weltbank- mit OECD-Populationsdaten

Verglichen wurden die Daten zur Bevölkerung mit Alter 50 Jahre oder darüber, je Land. Die OECD unterhält nur Datensammlungen für OECD-Länder, also nicht alle in dieser Arbeit behandelten Länder, weshalb für diese Arbeit Weltbank-Daten verwendet wurden. Die OECD-Daten wurden dem Internetportal OECD.Stat entnommen. Menüpfad: Demography and Population → Population Statistics → Population archives → Historical population data and projections (1950-2050). Die Entnahme der Weltbank Daten wurde bereits erläutert. Die Standardabweichungen lagen zwischen dem Minimum von -5,88% und dem Maximum von +6,6%. (50, 56)

3.2.4 Vergleich der WHO- mit OECD-Daten zum BMI

In dieser Arbeit wurden WHO-Daten zum Body Mass Index verwendet. Die WHO liefert Daten durchgängig für alle einzelnen Jahre 1990-2014. Die Daten beziehen sich auf die über-18-jährige Bevölkerung und geben deren Anteil mit BMI 25 oder darüber bzw. BMI 30 oder darüber als Prozentwert an. Auch die OECD liefert auf ihrer Internetseite OECD.stat Daten zum BMI. Diese sind jedoch nicht für alle einzelnen Jahre verfügbar. Die Datenreihen weisen Lücken auf. Aus diesem Grund wurden sie in dieser Arbeit nicht verwendet. In jenen Jahren für die jedoch Daten vorliegen wurden sie mit den WHO-Daten verglichen. Die prozentuelle Abweichung der OECD-Daten betrug generell zwischen ca. minus 100 bis plus 30 Prozent. Chile und Norwegen zeigten deutlich negativere Abweichungen. Ein Teil dieser Abweichungen erklärt sich daraus dass sich die WHO-Daten auf die über-18-jährige Bevölkerung beziehen und die OECD-Daten auf die Gesamtbevölkerung. (51, 60)

3.2.5 Vergleich der Weltbank- mit OECD-Daten zu HCE

Verglichen wurden Gesundheitsausgaben pro Kopf über alle Finanzierungs-Schemata in US\$. In dieser Arbeit wurden Weltbank-Daten verwendet, da die OECD nicht für alle betrachteten Länder Daten unterhält. Die Entnahme der Weltbank Daten wurde bereits erläutert. Die OECD-Daten stammen von der OECD-Internetseite OECD.stat, Menüpfad Health → Health expenditure and financing. Die Prozentuellen Abweichungen über alle verglichenen Länder und Jahre betragen maximal zwischen minus 93 und plus 67 Prozent. (50, 61)

3.3 Korrelation der Prädiktoren zur Verwendungsrate

Die Korrelationen der Prädiktoren zur Verwendungsrate wurden je Land und gesamt gebildet und beurteilt.

3.3.1 Finanzielles: GDP, HCE und HCE-per-Capita

Für alle Länder einzeln gesehen, verhielten sich die drei Variablen der Gruppe (GDP, HCE und HCE-per-Capita) im Allgemeinen gleichwertig zum Kriterium (Verwendungsrate). Allerdings zeigten sich für einige Länder Unterschiede zu anderen Ländern.

- Australien, Österreich, Belgien, Kanada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Irland, Italien, Korea, Lettland, Luxemburg, Mexiko, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Polen, Portugal, Rumänien, Spanien, Schweden, Schweiz, das vereinte Königreich und die USA: GDP, HCE und HCE-per-Capita zeigen hohe Korrelationen.
- Slowakei: GDP, HCE und HCE-per-Capita zeigen mittlere Korrelationen.
- Chile, Tschechien, Ungarn und Litauen: GDP, HCE und HCE-per-Capita zeigen keine oder sogar teilweise stark negative Korrelationen.
- Island: GDP zeigt negative Korrelation, HCE und HCE-per-Capita zeigen Positive.
- Japan: GDP zeigt keine Korrelation, HCE und HCE-per-Capita zeigen mittlere Positive.
- Israel: GDP zeigt starke positive Korrelation, HCE und HCE-per-Capita zeigen Mittlere bis Keine.

3.3.2 Population: Total, 65+,<65, 35-49, 50-64, 50+

- Australien, Österreich, Belgien, Kanada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Island, Irland, Israel, Italien, Korea, Luxemburg, Mexiko, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Portugal, Slowenien, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei, UK, USA: Total, 50-64, 50+, 65+ zeigen gleichwertige hohe Korrelationen.
- Deutschland: 50+ und 65+ zeigen mittlere positive Korrelationen, 50-64 Schwache <65, Total und 35-49 Negative.
- Japan: 50+ und 65+ zeigen positive Korrelationen, Total, <65, 35-49 und 50-64 Negative.
- Chile und Ungarn: Total, 65+, <65, 35-49, 50-64 und 50+ zeigen keine oder teilweise negative Korrelationen.
- Tschechien: 50-64 zeigt negative Korrelation, Total, 65+, <65, 35-49, und 50+ zeigen Positive
- Lettland: 50-64 und 50+ zeigen positive Korrelationen, 65+ schwache Positive und Total zeigt Negative
- Litauen: Total zeigt positive Korrelation, 65+, <65, 35-49, 50-64 und 50+ Negative.

- Polen, Rumänien, Slowakei: Total zeigt negative Korrelationen und 65+, <65, 35-49, 50-64 und 50+ Positive

3.3.3 BMI: 25+, 30+

Für alle Länder einzeln gesehen, verhalten sich die zwei Variablen der Gruppe stets gleichwertig zum Kriterium. Allerdings zeigen sich für drei Länder Unterschiede zu anderen Ländern.

- Chile, Lettland, Litauen: 25+ und 30+ zeigen schwache oder teilweise deutlich negative Korrelationen.

3.3.4 Jahr

Nur bei drei Ländern (Chile, Lettland und Litauen) konnte, aufgrund einer nur kleinen Anzahl an Datenpunkten, und massiven Schwankungen, innerhalb des abgedeckten Zeitraumes, keine verwertbare Korrelation gefunden werden.

3.3.5 Ausschlusskriterien

15 Länder wurden aufgrund folgender Ausschlusskriterien ausgeschlossen.

- Weniger als 6 Datenpunkte (Island, Litauen, Türkei)
- Datenpunkte mit Verwendungsraten unter 50 (Chile, Ungarn, Irland, Israel, Japan, Lettland, Mexiko, Polen, Portugal, Rumänien, Slowakei)
- divergierende Richtung von Korrelationen (Chile, Tschechien, Ungarn, Israel, Japan, Litauen, Slowakei)
- zu geringe Signifikanz von Korrelationen (Portugal, Türkei)
- zu geringe Stärke von Korrelationen (Portugal, Türkei)

Wo Ausschlusskriterien auf einzelne Datenpunkte, nicht jedoch auf einen Großteil der restlichen Zahlenreihe, wurden die einzelnen Datenpunkte ausgeschlossen (Dänemark, Italien, Südkorea, Norwegen, Niederlande, Spanien).

3.3.6 Gesamtbild

Aus der nachstehenden Tabelle geht hervor, dass sich im Gesamtbild über alle Länder, zwar signifikante, jedoch keine starken Korrelationen zwischen dem Kriterium Kunstkniegelenks-Verwendungsrate und ihren Einflussfaktoren ergeben. Lediglich die Gesundheitsausgaben pro Kopf beeinflussen die Verwendungsrate

moderat. Zwischen den Altersgruppen und Personen mit erhöhtem BMI zeigen sich erwartungsgemäß starke Korrelationen.

	Verwendungsrate	Jahr	%-Anteil mit BMI 18+ in 18+Jährigen	%-Anteil mit BMI 30+ in 18+Jährigen	Gesundheitsausgaben pro Kopf	%-Anteil Bevölkerung 50+ Jahre	%-Anteil Bevölkerung 65+ Jahre
Verwendungsrate	1	,573 ,000	,260 ,000	,302 ,000	,623 ,000	,372 ,000	,244 ,000
Jahr		1	,259 ,000	,274 ,000	,458 ,000	,489 ,000	,314 ,000
%-Anteil mit BMI 25+ in 18+Jährigen			1	,956 ,000	,324 ,000	-,024 ,000	-,013 ,833
%-Anteil mit BMI 25+ in 18+Jährigen				1	,341 ,000	-,161 ,009	-,176 ,004
Gesundheitsausgaben pro Kopf					1	,225 ,000	,122 ,050
%-Anteil Bevölkerung 50+ Jahre						1	,931 ,000
%-Anteil Bevölkerung 65+ Jahre							1
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							
Pearson-Korrelation							
Signifikanz							

Tab. 10: Korrelationen der Prädiktor-Variablen zueinander und zur Zielvariable Kunstkniegelenks-Verwendungsrate

3.4 Projektion der Kniegelenksersatz-Verwendungsrate

Analog zu einer Prognose über Hüftendoprothesen (28), wurde ein Modell zur Vorhersage der Kniegelenksersatz-Verwendungsrate entwickelt. Das Modell enthält je Prognoseparameter dieselben Wichtigkeitsfaktoren für alle eingeschlossenen

Länder. Während dieses Vorgehen bei Hüft-Endoprothesen konsistent valide Datenreihen über alle OECD Länder produzierte, fand sich ein vergleichbares Ergebnis bei Knie-Endoprothesen nicht.

3.4.1 Vergleich mit vorhandenen Echtdate

Das Modell wurde zur Validierung auf die beiden Jahre mit aktuellsten vorhandenen Echtdate zur Kniegelenksersatz-Verwendungsrate angewandt. Je nach Genauigkeit der Übereinstimmung von Prognosedate mit vorhandenen Kontroll-Echtdate wurden die Länder in Ländergruppen eingeteilt. Teilweise zeigten sich Abweichungen um hunderte Prozent:

- gute Schätzung: Kanada, Dänemark
- sehr große Überschätzung: Italien, Luxemburg, Norwegen, Slowenien, Spanien, Schweden
- Überschätzung: Frankreich, Neu Seeland, Vereintes Königreich
- Unterschätzung: Australien, Korea (Rep.), Schweiz, USA
- sehr große Unterschätzung: Österreich, Belgien, Finnland, Deutschland, Niederlande

Country	Finanzielles		Population		BMI		Jahr		Echtdate-Vergleich
	HCE per Capita		%50+		%30+in18+				
	Pearson	Signifikanz	Pearson	Signifikanz	Pearson	Signifikanz	Pearson	Signifikanz	
Australia	0.98	<0.001	0.99	<0.001	1.00	<0.001	1.00	<0.001	Unterschätzung
Austria	0.95	<0.001	0.97	<0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	sehr große Unterschätzung
Belgium	0.92	0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	sehr große Unterschätzung
Canada	0.98	<0.001	0.98	<0.001	0.98	<0.001	0.97	<0.001	gute Schätzung
Denmark	0.98	<0.001	0.96	<0.001	0.97	<0.001	0.98	<0.001	gute Schätzung
Finland	0.94	<0.001	0.97	<0.001	0.98	<0.001	0.98	<0.001	sehr große Unterschätzung
France	0.93	<0.001	0.98	<0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	Überschätzung
Germany	0.98	<0.001	0.88	0.004	0.90	0.003	0.90	0.002	sehr große Unterschätzung
Italy	0.96	<0.001	0.91	<0.001	0.96	<0.001	0.96	<0.001	sehr große Überschätzung
Korea (Rep.)	0.75	0.088	0.94	0.006	0.92	0.011	0.96	0.003	Unterschätzung
Luxembourg	0.92	<0.001	0.93	<0.001	0.91	<0.001	0.90	<0.001	sehr große Überschätzung
Netherlands	0.95	<0.001	0.98	<0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	sehr große Unterschätzung
New Zealand	0.92	<0.001	0.92	<0.001	0.95	<0.001	0.95	<0.001	Überschätzung
Norway	0.95	<0.001	0.96	<0.001	0.96	<0.001	0.96	<0.001	sehr große Überschätzung
Slovenia	0.37	0.471	0.95	0.003	0.95	0.003	0.95	0.004	sehr große Überschätzung
Spain	0.96	<0.001	0.97	<0.001	0.98	<0.001	0.97	<0.001	sehr große Überschätzung
Sweden	0.90	<0.001	0.94	<0.001	0.99	<0.001	0.99	<0.001	sehr große Überschätzung
Switzerland	0.95	<0.001	0.99	<0.001	1.00	<0.001	0.99	<0.001	Unterschätzung
UK	0.97	<0.001	0.86	<0.001	0.96	<0.001	0.96	<0.001	Überschätzung
USA	0.99	<0.001	0.98	<0.001	0.97	<0.001	0.97	<0.001	Unterschätzung
Gesamtsicht	0.62	<0.001	0.37	<0.001	0.30	<0.001	0.57	<0.001	Keine Prognose möglich

Tab. 11: Pearson-Korrelation (Stärke, Richtung) und Signifikanz der Korrelationen der Prädiktoren zum Kriterium Kniegelenksersatz-Primäroperationen-Verwendungsrate/Inzidenz für die schlussendlich inkludierten Länder und Ergebnis der Validierung des Gesamtmodells im Echtdate-Vergleich. Der Echtdate-Vergleich bildet die Basis für die Einteilung in Ländergruppen. Die Ländergruppen sind verschiedenfärbig dargestellt.

Die Heterogenität der Prognose-Ergebnisse im Vergleich zu Kontroll-Echtdaten zeigte, dass das homogene Gesamtmodell die Entwicklung bis 2050 nicht in einer akzeptablen Genauigkeit vorhersagen kann.

3.4.2 Ergebnis der Modellentwicklung je Ländergruppe

Aufgrund der Ungenauigkeit des Gesamtmodells wurden für die einzelnen Ländergruppen, Teilmodelle erstellt. Die Wichtungsfaktoren (Beta-Gewichte) entsprachen einander je Ländergruppe, und unterschieden sich zwischen ihnen. Es sollte überprüft werden ob für Länder, welche sich statistisch ähnlich verhalten, ein Zusammenhang beschreibbar ist, und Prognosen bis 2050 möglich sind. Die Ergebnisse divergierten auch bei statistisch ähnlichen Ländern mit eigenem gruppenspezifischen Modell gravierend.

3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Es gibt eindeutige bivariate Korrelationen zwischen der Knieimplantats-Verwendungsrate und Kennzahlen von GDP, HCE, BMI und Bevölkerungsentwicklung, wenn man die Länder einzeln betrachtet. Die gefundenen Korrelationen sind je nach Land teilweise direkt, teilweise invers (u.a. abhängig von der betrachteten Zeitspanne).

Es fanden sich für alle betrachteten Länder keine länderübergreifenden Korrelationen zwischen der Knieimplantats-Verwendungsrate und den erwähnten wirtschaftlichen und epidemiologischen Prädiktoren.

Es fanden sich auch für Gruppen statistisch ähnlicher Länder keine länderübergreifenden Korrelationen.

Die Knieimplantats-Verwendungsrate folgt keiner generischen, länderübergreifend-einheitlichen Logik, die auf den gewählten Prädiktoren aufbauen würde, und die für alle betrachteten Länder gleichermaßen gültig wäre. Vielmehr sind die Länder, nicht nur im Hinblick auf ihre Population, ihre Epidemiologie, und ihre Wirtschaftskraft

unterschiedlich, sondern sie unterscheiden sich auch im Implantationsverhalten ihrer Knieprothesen deutlich.

Die Null-Hypothese, dass es nicht möglich ist, auf Basis der gewählten Prädiktoren eine allgemeingültige Prognose zu erstellen, bleibt aufrecht.

3.6 Ergebnis der Prognose via Wachstumsraten

Um dem Leser dennoch einen ungefähren Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der Knieprothesen-Landschaft zu geben wurde eine Prognose via Wachstumsraten durchgeführt.

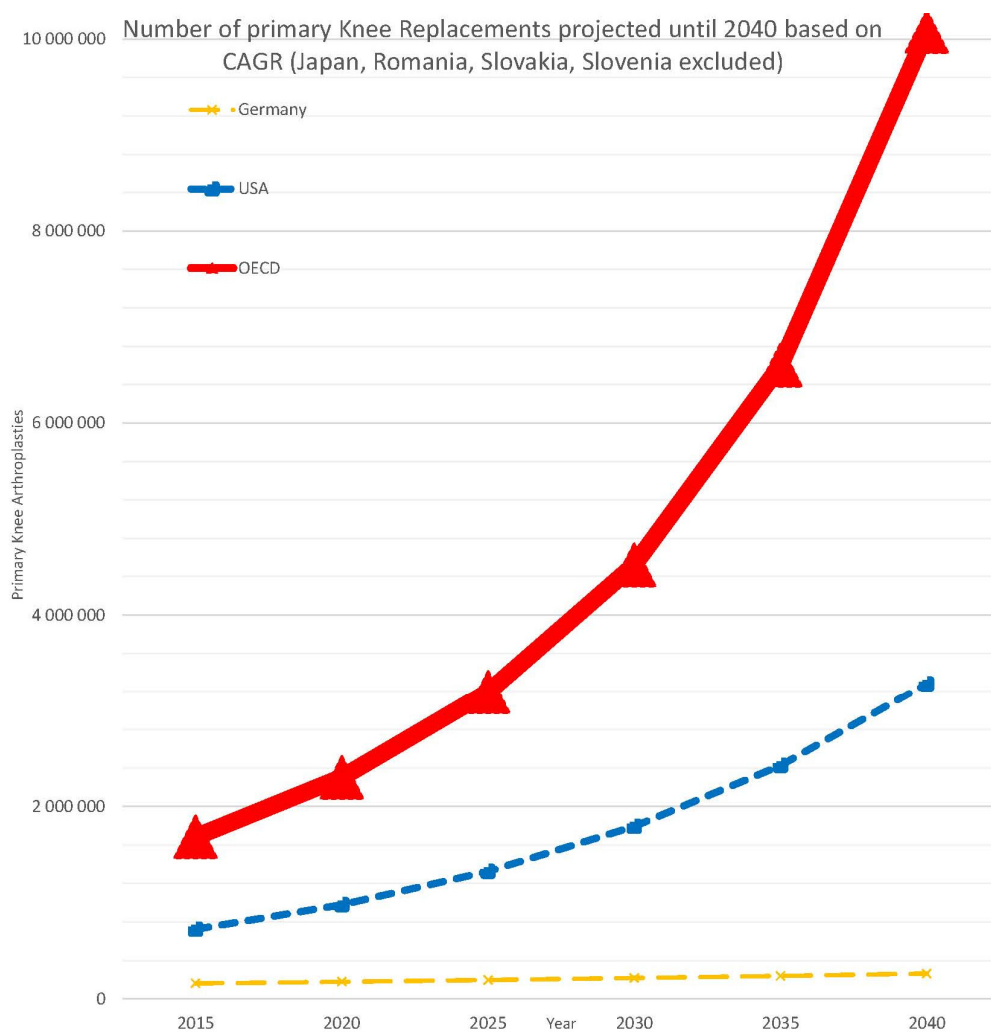


Abb. 32: Anzahl an Knieersatz-Primäreingriffen (x-Achse) prognostiziert für die Jahre 2015 bis 2040 (y-Achse) für die USA, Deutschland und, summiert, die restlichen OECD-Länder für die Daten vorlagen. Die Prognose basiert auf den kumulierten jährlichen Wachstumsraten. Japan, Rumänien, die Slowakei und Slowenien wurden aus der OECD Summe aufgrund massiver Überschätzungen ausgeschlossen. Diese Länder sind im Aufbau ihrer Knieersatzprogramme begriffen und ihre Wachstumsraten daher temporär höher. Bei Portugal, der Türkei und Korea wurden die Wachstumsraten ihrer Anfangsjahre ebenfalls aus der Berechnung ausgeschlossen.

Es zeigte sich mit dieser Prognosemethode ein starker Anstieg der Implantationszahlen im OECD Schnitt bis 2040. Am Beispiel der USA und Deutschlands sieht man dass der Anstieg für einzelne Länder unterschiedlich stark ausfallen wird.

4 Diskussion

In 2007 gelang eine Prognose der Knieprothesen-Verwendungsraten für die USA bis 2030 mit den Faktoren Alter, Geschlecht, Ethnie, Region und vorhandenen Bevölkerungsentwicklungsprognosen. 2015 wurde eine Prognose für OECD-Länder publiziert, basierend auf der Annahme konstanter Wachstumsraten von Population, Implantierungen, Gesundheitsausgaben, Bruttoinlandsprodukt und BMI. Zu einzelnen Ländern erschienen über die Jahre zahlreiche weitere länderspezifische Prognosestudien. (10, 20, 62-65)

Eine aktuelle Studie zur Hüft-Kunstgelenks-Implantationsrate, zeigte länderübergreifende Zusammenhänge bei wirtschaftlichen-, epidemiologischen-, und medizinischen Daten. Darin konnten die Verwendungsraten der betrachteten OECD-Länder erfolgreich bis 2050 prognostiziert werden. (28)

In dieser Arbeit zeigten sich die erwähnten Zusammenhänge jedoch nicht.

4.1 Weitere Einflussfaktoren

Daraus folgt, dass es wohl weitere oder andere Einflussfaktoren geben muss, als die hier betrachteten, und in der Literatur beschriebenen.

4.1.1 Datenqualität

In dieser Arbeit wurden verschiedene Datenquellen für die Primäroperationszahlen benutzt, um ein vollständigeres Bild der Prothesen-Landschaft bieten zu können. Allerdings wurde darauf geachtet die Datenreihen der einzelnen Länder konstant zu halten. Außer im Falle Sloweniens (nur 3 Fälle Abweichung) und der Niederlande (5% Abweichung) wurden je Land stets Daten aus derselben Quelle verwendet. OECD-Daten basieren meist auf öffentlichen Leistungs-Verrechnungsdaten der

nationalen Gesundheitssysteme. So auch die Daten aus der Studie zur Türkei. Verrechnungsdaten umfassen nicht immer auch private Hospitäler. Registry-Daten basieren in der Regel auf Vor-Ort-Datenerfassung durch an der Operation beteiligtes Personal und erfassen meist auch viele bis alle privaten Institute. Eine Beeinflussung des Modelles käme in Frage bei plötzlichem Anstieg privater Eingriffe oder deren Erfassungsgrad, oder plötzlichen Veränderungen im Gesundheitssystem. Die Anzahl privater Eingriffe und das Gesundheitssystem ändern sich in der Regel nur träge.

Was die wirtschaftlichen und epidemiologischen Daten angeht, gibt es, wie die Validierung zeigte, größere Unterschiede zwischen Weltbank- und OECD-Daten bei wirtschaftlichen Variablen, und zwischen WHO- und OECD-Daten beim BMI. Aufgrund des Zieles dieser Arbeit auch Länder außerhalb der OECD einzuschließen mussten Weltbank-Daten für die wirtschaftlichen Variablen verwendet werden, da die OECD diese Daten nur für ihre Mitgliedsländer veröffentlicht. Beim BMI liefert die WHO im Gegensatz zur OECD außerdem durchgängige Datenreihen. Dennoch könnte es für zukünftige Prognoseversuche mittels multipler linearer Regression möglich sein, durch eine Beschränkung auf OECD-Länder und -Daten evtl. konsistentere Korrelationen, und Modelle zu erhalten.

4.1.2 Geschlecht

Wie bereits ausgeführt, verändert sich das Verhältnis zwischen Männern und Frauen in der Gesamtbevölkerung, außer u. U. in Kriegszeiten oder durch politische Entscheidungen (z.B. Ein-Kind-Politik in China), nicht maßgeblich, und kommt daher als Prädiktor im Allgemeinen nicht in Betracht. Dennoch wäre es evtl. denkbar, dass sich Verhältnisschwankungen einzelner Ländern auf die Prognose auswirken. (21-24)

4.1.3 Wirtschaftskrisen

Wie bereits erwähnt, wird die Anzahl an zukünftig voraussichtlich notwendigen Kniegelenkersatz-Operationen als unempfindlich gegenüber volkswirtschaftlichen Krisen angesehen. Dennoch zeigte z.B. Irland nach der Wirtschaftskrise von 2008 eine zweijährige Abnahme der Kunstknie-Implantationszahlen, einhergehend mit

einem generellen Rückgang der Gesundheitsausgaben in mehreren OECD-Ländern. (10, 18-20, 66)

4.1.4 Lernkurve

Manche Länder bauen Knieprothesen schon mehrere Jahrzehnte ein (USA, Portugal), andere erst seit kurzem (Chile, Rumänien). Dadurch unterscheiden sie sich in ihrem Erfahrungsschatz, und befinden sich an unterschiedlichen Stellen ihrer Lernkurve. Bei Ländern mit langjähriger Erfahrung findet man eher konstante jährliche Zuwachsraten an Gelenkseinbauten. Bei Ländern, die noch erste Erfahrungen mit dem Knieersatz sammeln, können die Einbauraten anfangs stark schwanken (Chile) oder, von sehr geringen Zahlen ausgehend, übermäßig rasch ansteigen (Rumänien).

4.1.5 Gonarthrose

Aufgrund des, aus der Literatur bekannten, starken Zusammenhanges zwischen Gonarthrose und BMI, wurde in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass die Verwendung eines der beiden Faktoren als Prädiktor (BMI), ein ausreichend stabiles Modell ermöglichen würde. (10, 18-20)

Die Inzidenz und Prävalenz der Arthrose sind je Land unterschiedlich, steigen mit dem Alter an, und sind eng mit erhöhtem BMI vergesellschaftet. Daher ist bereits publiziert, dass Länder mit höherer Lebenserwartung und Übergewicht eine höhere Prävalenz an Gonarthrose aufweisen. Dennoch findet sich dieser Zusammenhang zwischen BMI, Population 50-Jahre-plus, und der Implantationsrate in den Jahren 1990-2015, nur länderspezifisch und nicht länderübergreifend. Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang die vergleichsweise niedrigen BMI-Zahlen von Japan und Korea, sowie das langsamere Ansteigen der BMI-Zahlen in den ehemaligen Ostblockländern. (10, 18-20, 67-69)

Wie eine Studie zeigte, blieb die Prävalenz der Gonarthrose im Zeitraum 1990 bis 2010 praktisch unverändert. Es zeigen sich allerdings je Alter, Region und Einkommen konstante Unterschiede. Alle, in dieser Arbeit betrachteten Länder, außer der Türkei und Japan, befinden sich in den ähnlich reagierenden Regionen

Europa oder Nordamerika. Ostasien (Japan, Südkorea) zeigt eine niedrigere Prävalenz, der mittlere Osten (Türkei) eine Höhere. (67)

Zusammenfassend fand diese Arbeit, keinen länderübergreifend einheitlichen Zusammenhang zwischen Epidemiologie der Gonarthrose, Notwendigkeit eines Kniegelenkersatzes, und Implantationsrate künstlicher Kniegelenke. Es fanden sich jedoch in allen betrachteten Ländern (außer Portugal und der Türkei) signifikante und starke Korrelationen aller Prädiktoren auf länderspezifischer Ebene.

4.1.6 Leistungsverrechnung

Ein Gutachten fand, seit der Einführung eines neuen Gesundheits-Leistungs-Verrechnungs-Systems (Diagnose Related Groups (DRG) bzw. Diagnosebezogene Fallgruppen) in Deutschland erhöhte Fallzahlen, in kausalem Zusammenhang mit Veränderungen im Zahlungsschema (DRG-Gewichte). Die Veränderung betraf auch die Knieprothesen-Einbaurate. Diese Gesundheitsleistung wird im neuen System, ebenfalls anders bezahlt als im Vorgängersystem. (70)

4.1.7 Private Gesundheitsausgaben

Analog dazu wäre es denkbar, dass Gesundheitssysteme mit höheren Selbstbehalten, geringerer Finanzierung bzw. restriktiverem Zugang zu Kniegelenkersatzoperationen, PatientInnen dazu bewegen, sich für spätere Operationen oder alternative Therapieformen zu entscheiden.

4.1.8 Ausbildungsstellen

Weitere Faktoren mögen Qualität und Quantität von Ausbildungsstellen und/oder Bettenkapazitäten im chirurgischen Bereich sein. Ein Mangel an Personen die sich für die Ausbildung zum Chirurgen interessieren oder die Voraussetzungen dazu erfüllen können, mag ebenso eine Rolle spielen.

4.1.9 Posttraumatische Gonarthrose durch Unfälle, Sport, etc.

Eventuell könnten sich verschiedene Länder voneinander im Risikoverhalten ihrer Bevölkerungen in der Art unterscheiden, dass Kniegelenksschädigungen durch

posttraumatische Gonarthrose variieren. Dies würde möglich scheinen wenn z. B. in einem Land eine Sportart besonders beliebt ist welche für das Kniegelenk sehr belastend ist (Alpenschliff, Fußball), und in anderen Ländern eher knie-schonende Sportarten (Radfahren) betrieben werden. Vorstellbar wären auch Unterschiede bei Arbeits- oder Verkehrsunfällen.

4.2 Zukünftige Forschung

Zukünftige Forschung scheint also nötig um:

- zusätzliche Einflussfaktoren auf die Kniegelenks-Primärarthroplastierate, wie die oben genannten, zu identifizieren und zu bestätigen.
- die hohe Variabilität der Knieprothesen-Verwendungsrate der einzelnen Länder zu verstehen. Warum z.B. führt gerade Österreich das internationale Feld, noch vor den USA und Deutschland an, wenn es um die Kunstknie-Implantations-Verwendungsrate geht, wo doch Norwegen mit seiner langen Tradition an Implantationen hinter der Tschechei liegt, welche weit weniger Erfahrung hat?
- zu klären was die Knieendoprothetik von der Hüftendoprothetik unterscheidet, sodass Prognosen mit vergleichbaren Methoden für Hüftendoprothesen bereits möglich waren, jedoch nicht für Knieprothesen.

4.3 Zusammenfassung

Nachdem diese Arbeit gezeigt hat, dass eine Prognose der Kniearthroplastie-Verwendungsraten via einem allgemeingültigen, länderübergreifenden Modell welches die Einflussfaktoren BMI, Pro-Kopf-Gesundheitsausgaben und Bevölkerungsentwicklung zusätzlich zu den Verwendungsraten der Vergangenheit verwendet, nicht zum Erfolg führt, richtet sich der Blick auf die Identifizierung und Bestätigung weiterer Einflussfaktoren. Diese mögen im wirtschaftlichen, epidemiologischen, politischen Bereich, im Bereich der Datenqualität, ja sogar im sportlichen Bereich zu suchen sein. Egal welche zusätzlichen Faktoren es schlussendlich sein mögen, welche die Verwendungsrate von Knieprothesen mitbestimmen, wie die Prognose via Wachstumsraten zeigte, scheint eines jedenfalls klar: Wenn die jährlichen Wachstumsraten der vergangenen Jahre ein

Indiz für die zukünftige Entwicklung sind, wird es in den OECD Ländern bis 2050 zu großen Steigerungen an Kniegelenksersatzoperationen kommen.

III Abkürzungen

WHO	World-Health-Organisation: Welt-Gesundheits-Organisation
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BMI	Body-Mass-Index: Körper-Masse-Index
GDP	Gross-Domestic-Product: Brutto-Inlands-Produkt
HCE	Health Care Expenditure: Gesundheitsausgaben
OA	osteoarthritis: Arthrose
TKA	Total Knee Arthroplasty: Gelenksersatz des gesamten Kniegelenkes, Einsatz einer bikondylären Knie-Endoprothese
UKA	Unicondylar Knee Arthroplasty: Ersatz eines Kondyls des Kniegelenkes mittels unikondylärer Knie-Endoprothese
PF	Patellofemoral arthroplasty: Gelenksersatz der Patella und der Fossa intercondylaris femoris (patellofemoral groove)
TKR	Total Knee Replacements: Gesamte Anzahl an Kniegelenks-Ersatzoperationen
TP	Total number of procedures: Gesamtanzahl an Operationen
TP/100k	Total procedures per 100 000 population: Gesamtanzahl an Operationen pro 100 000 Bevölkerung
IC	Number of inpatient cases: Anzahl an Operationen die als in-patient cases geführt werden
IC/100k	Inpatient cases per 100 000 population: IC pro 100 000 Bevölkerung
UR	utilization rate: Verwendungsrate
DRG	Diagnose Related Groups bzw. diagnosebezogene Fallgruppen
CAGR	Compound Annual Growth Rate: kumulierte jährliche Wachstumsrate
SPSS	Statistiksoftware SPSS Statistics. SPSS war vormals ein Akronym für Statistikpaket für die Sozialwissenschaft (Statistical Package for the Social Sciences)

IV Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: öffentliche OECD Statistik-Internetseite (30)	11
Abb. 2: Kategorien des Kniegelenk-Ersatzes lt. australischem Register (43)	16
Abb. 3: Balkendiagramm des japanischen Register-Berichts mit primary (Orange) und revision (Rot) TKA/UKA	20
Abb. 4: Graphische Darstellung des geplanten Vorgehens. Die Roten Zahlen beziehen sich auf die o.g. Punkte.	27
Abb. 5: Die Kniegelenksersatz Primäreingriffsoperationszahlen der USA 1990-2015 werden aufgrund der Höhe der Zahlen hier separat dargestellt.	30
Abb. 6: Die Kniegelenksersatz-Primäroperationszahlen der Länder mit mehr als 30 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt (excl. USA), werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Deutschland zeigt nach 2008 ein „Kamelbuckelphänomen“.	31
Abb. 7: Die Länder mit Kniegelenksersatz-Primäroperationszahlen zwischen 5 000 und 30 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt, werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Häufig ist ein Knick bzw. eine Abflachung nach 2008 erkennbar.	32
Abb. 8: Die Kniegelenksersatz-Primäroperationszahlen der Länder mit unter 5 000 Implantationen zum aktuellsten Datenpunkt werden zur besseren Übersicht hier separat dargestellt. Chile, Lettland und Litauen zeigen unregelmäßige Kurven ohne erkennbare Tendenz. Häufig ist ein Knick bzw. eine Abflachung nach 2008 feststellbar.	33
Abb. 9: Graphische Darstellung der Kniegelenksersatz-Verwendungsrate bezogen auf 100 000 der Gesamtbevölkerung (Inzidenz). Die Graphik lässt einen länderübergreifenden Vergleich aller Länder, für die Daten vorlagen, im Zeitraum 1990-2015 zu.	35
Abb. 10: Primärknieersatz-Verwendungsrate (Inzidenz) jener Länder mit über 125 Implantationen pro 100 000 der Gesamtbevölkerung am aktuellsten Datenpunkt 1990-2015.	36
Abb. 11: Primärknieersatz-Verwendungsrate (Inzidenz) jener Länder mit unter 125 Implantationen pro 100 000 der Gesamtbevölkerung am aktuellsten Datenpunkt 1990-2015.	37
Abb. 12: Zusammenhang zwischen Primärkniearthroplastie-Inzidenz (Verwendungsrate je 100 000 Gesamtbevölkerung) und Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US Dollar je Land.	39
Abb. 13: Pro Kopf Bruttoinlandsprodukt aller Länder für die Daten vorlagen in der Periode 1990 bis 2015 zum Zwecke des generellen Vergleichs zwischen den Volkswirtschaften. Eindeutiger länderübergreifender Knick nach 2008.	40
Abb. 14: Zur besseren Lesbarkeit wurden die pro-Kopf reichsten Länder (Bruttoinlandsprodukt über 70 000 US Dollar am aktuellsten Datenpunkt) in den Jahren 1990-2015 separat herausgehoben. Großes Wirtschaftswachstum nach 2000; Abflachung nach 2008.	41
Abb. 15: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf 1990-2015 derjenigen Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 40 000 und 70 000 US Dollar. Großes Wirtschaftswachstum nach 2000; Abflachung nach 2008.	42
Abb. 16: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf 1990-2015 derjenigen Länder mit aktuellstem Datenpunkt unter 40 000 US Dollar. Japans Volkswirtschaft vor 2000 vergleichsweise sichtlich stärker bzw. kein besonders ausgeprägter Anstieg post 2000.	43

Abb. 17: Gegenüberstellung der Pro-Kopf-Gesundheitsausgaben in US-Dollar und der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate je 100 000 Gesamtbevölkerung) aller Länder im Jahre 2013. Die Trendlinie zeigt, über alle Länder hinweg, einen starken Zusammenhang der Implantationen mit den Gesundheitsausgaben (Pearson-Korrelation: 0,623; Signifikanz: $p < 0,001$)	45
Abb. 18: Gesamtübersicht der Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar über alle Länder für die Daten vorlagen in der Periode 1990-2015 (für 2015 keine Daten vorhanden). Der Volkswirtschaftliche Knick post 2008 wirkte sich nicht gleich auf die Gesundheitsausgaben aller betrachteten Länder aus.	46
Abb. 19: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 aller Länder über 6000 US-Dollar am aktuellsten Datenpunkt. Die USA zeigen keine Trendveränderung nach 2008.	47
Abb. 20: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 der Länder zwischen 3000 und 6000 am aktuellsten Datenpunkt. Äußerst betonter Abfall post 2008 in Island und Irland. Für Neuseeland kaum Trendbeeinflussung merklich. Kamelbuckelphänomen in Kanada und, akzentuierter in Japan.	48
Abb. 21: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar 1990-2014 in Ländern unter 3000 US-Dollar am aktuellsten Datenpunkt. Überall Ausgabenbremse post 2008 außer Israel und Südkorea und Chile.	49
Abb. 22: Zusammenhang zwischen dem Anteil 18- und Über-18-Jähriger mit BMI 25 und darüber mit der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate pro 100 000 Gesamtbevölkerung). Japan und Südkorea sind „schlanker“. Es zeigt sich ein sehr schwacher Trend in Richtung mehr Implantationen bei höherem BMI (Pearson-Korrelation: 0,26; Signifikanz: $p < 0,001$)	51
Abb. 23: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014. Generell homogener Anstieg außer Tschechien, Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen alle ehemalige Ostblock-Staaten. Japan und Südkorea sind aus Lesbarkeitsgründen ausgeschlossen.	52
Abb. 24: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für Japan und Südkorea. Da ihre Werte im Vergleich mit den restlichen Staaten für die Daten vorliegen so gering sind, werden sie hier separat betrachtet. Im Vergleich der beiden Länder wird Südkorea schneller „dicker“.	53
Abb. 25: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 50 und 60%. Einige ehemalige Ostblockländer (Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen) hielten ihr Gewicht bis ca. 1995 besser, verhalten sich im weiteren Verlauf jedoch homogen zum Rest.	54
Abb. 26: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 25 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt über 60%. Unter den „dicksten“ Ländern gelingt es Tschechien und Israel, und in geringerem Maße Spanien, den Aufwärtstrend zu bremsen.	55
Abb. 27: Zusammenhang zwischen dem Anteil 18- und Über-18-Jähriger mit BMI 30 und darüber mit der Primärkniearthroplastieinzidenz (Verwendungsrate pro 100 000 Gesamtbevölkerung). Japan	

und Südkorea sind „schlanker“. Es zeigt sich ein sehr schwacher Trend in Richtung mehr Implantationen bei höherem BMI (Pearson-Korrelation: 0,302; Signifikanz: $p < 0,001$).....	57
Abb. 28: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014. Generell homogener Anstieg außer Tschechien, Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien, Polen, alle ehemalige Ostblock-Staaten. Japan und Südkorea sind aus Lesbarkeitsgründen ausgeschlossen.....	58
Abb. 29: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für Japan und Südkorea. Da ihre Werte im Vergleich mit den restlichen Staaten für die Daten vorliegen so gering sind, werden sie hier separat betrachtet. Im Vergleich der beiden Länder wird Südkorea schneller „dicker“.....	59
Abb. 30: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt zwischen 18 und 23%. Einige ehemalige Ostblockländer (Ungarn, Lettland, Litauen, Slowakei, Rumänien) hielten ihr Gewicht bis ca. 1995 besser, verhalten sich im weiteren Verlauf jedoch homogen zum Rest.	60
Abb. 31: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit BMI 30 und darüber der Periode 1990-2014 für jene Länder mit aktuellstem Datenpunkt über 23%. Unter den „dicksten“ Ländern gelingt es Tschechien, Israel, Litauen, Polen und Spanien, den Aufwärtstrend zu bremsen.	61
Abb. 32: Anzahl an Knieersatz-Primäreingriffen (x-Achse) prognostiziert für die Jahre 2015 bis 2040 (y-Achse) für die USA, Deutschland und, summiert, die restlichen OECD-Länder für die Daten vorlagen. Die Prognose basiert auf den kumulierten jährlichen Wachstumsraten. Japan, Rumänien, die Slowakei und Slowenien wurden aus der OECD Summe aufgrund massiver Überschätzungen ausgeschlossen. Diese Länder sind im Aufbau ihrer Knieersatzprogramme begriffen und ihre Wachstumsraten daher temporär höher. Bei Portugal, der Türkei und Korea wurden die Wachstumsraten ihrer Anfangsjahre ebenfalls aus der Berechnung ausgeschlossen.....	72

V Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Angabe von Quelle, Produktionsmodus und Eingriffsart je nationaler Datenreihe. Hauptquelle war die OECD. Ergänzende Quellen sind farblich gekennzeichnet (Dunkelgrün: Register, Hellgrün: Kombination aus OECD und Registrierungsdatenbanken, Blau: Fachliteratur). Hauptsächlich wurde der Produktionsmodus „total procedures“ TP verwendet. „inpatient cases“ sind Mittelgrün gekennzeichnet. Für Register und Papers wird kein Produktionsmodus angegeben. An Eingriffsarten enthalten die Daten hauptsächlich die im ICD-9-CM-Code 81.54 codierten. Eingriffsarten der Register und Fachliteratur sind abgekürzt angegeben und farblich gekennzeichnet (Orange: entspricht TKR, Gelb: entspricht TKA).....	22
Tab. 2: Daten der OECD, aus Registern und Fachliteratur: Absolute Zahlen an Kniegelenksersatz-Primäreingriffsoperationen je Land 1990-2015.....	29
Tab. 3 Daten der OECD, aus Registern und Fachliteratur: Die Kniegelenksersatz-Verwendungsrate zeigt die Primäroperationen je 100 000 der Gesamtbevölkerung. Sie ist hier im Ländervergleich für die Jahre 1990-2015 dargestellt.....	34

<i>Tab. 4: Daten der Weltbank: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in US Dollar je Land 1990-2015.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 5: Daten der Weltbank: Gesundheitsausgaben pro Kopf in US-Dollar je Land der Periode 1990-2014 (Keine Daten für 2015 verfügbar).....</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 6: Daten der WHO: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit einem Body Mass Index von 25 oder darüber.....</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 7: Daten der WHO: Prozentanteil der 18- und Über-18-Jährigen mit einem Body Mass Index von 30 oder darüber:.....</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 8: Vergleich der Register- mit OECD-Implantations-Daten wo vorhanden 1990-2014. OECD-Daten umfassen die Eingriffsarten codiert in ICD-9-CM-Code 81.54 (entspricht ca. TKR) und den Produktionsmodus „total procedures“ („inpatient cases“ sind mittelgrün gekennzeichnet). Registerdaten sind dunkelgrün gekennzeichnet und umfassen Eingriffsarten die Orange gekennzeichnet TKR und Gelb gekennzeichnet TKA entsprechen. Wo OECD und Registerdaten gemeinsam vorliegen ist die Kennzeichnung hellgrün, bei Daten aus der Fachliteratur hellblau. Dunkelorange Zahlen zeigen eine Unter-, Dunkelblaue eine Überschätzung.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 9: Standardabweichungen zwischen den verglichenen Variablen OECD inpatient cases bzw. OECD total procedures of total knee replacement per 100 000 population and NOMESCO NOWBASE Internal reference code: sur003: „In-patient surgical procedures per 100 000 inhabitants for total knee replacement“. Die Zeilen Norway Registry und Sweden Registry vergleichen anstatt OECD- Registerdaten mit NOMESCO-Daten. Es zeigen sich für Dänemark und Finnland homogene Unterschätzungen, für Norwegen und Schweden inhomogene Abweichungen die in den Registerdaten weniger stark ausgeprägt sind. Für Island steht nur ein Vergleichswert zur Verfügung.....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 10: Korrelationen der Prädiktor-Variablen zueinander und zur Zielvariable Kunstkniefelenks-Verwendungsrate.....</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 11: Pearson-Korrelation (Stärke, Richtung) und Signifikanz der Korrelationen der Prädiktoren zum Kriterium Kniegelenksersatz-Primäroperationen-Verwendungsrate/Inzidenz für die schlussendlich inkludierten Länder und Ergebnis der Validierung des Gesamtmodells im Echtdaten-Vergleich. Der Echtdaten-Vergleich bildet die Basis für die Einteilung in Ländergruppen. Die Ländergruppen sind verschiedenfärbig dargestellt.....</i>	<i>70</i>

VI Literaturverzeichnis

1. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Untere Extremität als Ganzes. Prometheus - Lernetatlas der Anatomie. 2 ed: Georg Thieme Verlag; 2007. p. 402.
2. Hentsch S, Brüggemann S. Arthrose. 2017. In: Pschyrembel Online . Walter de Gruyter GmbH, cited 2017 Feb 02. Available from: <https://www.pschyrembel.de/>.
3. Herold G, et. al., Brezinschek H-P. Degenerative Gelenkerkrankungen (Arthrosen). 2017. In: Pschyrembel online (Herold Innere Medizin). Walter de Gruyter GmbH. Available from: <https://www.pschyrembel.de/>.
4. Graves S, Turner C. Use of partial knee replacement. Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty - 2016 Annual Report: Australian Orthopedic Association, National Joint Replacement Registry; 2016. p. 181.
5. Graves S, Turner C. Demographics. Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty - 2016 Annual Report: Australian Orthopedic Association, National Joint Replacement Registry; 2016. p. 200.

6. Furnes O, Fenstad AM, Krukhaug Y, Kvinnesland IA, Bartz-Johannessen C. Reasons for primary operations - Total knee prostheses. Report 2016 Norwegian Arthroplasty Register 2016. p. 64.
7. Sundberg M, Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. Patient characteristics and case-mix at knee arthroplasty surgery. Swedish Knee Arthroplasty Register - Annual Report 2016. Sweden 2016. p. 56-7.
8. Aumüller G, Schmidt W, Aust G, Schmitz F, Doll A, Schulte E, et al. Klinik. Degenerative Erkrankungen. Duale Reihe - Anatomie. 2 ed: Georg Thieme Verlag KG; 2010. p. 208.
9. Pabinger C, Geissler A. Utilization rates of hip arthroplasty in OECD countries. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22(6):734-41.
10. Pabinger C, Lothaller H, Geissler A. Utilization rates of knee-arthroplasty in OECD countries. *Osteoarthritis and cartilage / OARSI, Osteoarthritis Research Society International*. 2015;23:1664-73.
11. Jerosch J, Fuchs S, Heisel J. Knieendoprothetik – eine Standortbestimmung. *Deutsches Ärzteblatt*. 1997;8(94):449-55.
12. Aumüller G, Schmidt W, Aust G, Schmitz F, Doll A, Schulte E, et al. Kniegelenk (Articulatio genus). *Duale Reihe - Anatomie*. 2 ed: Georg Thieme Verlag KG; 2010. p. 318.
13. Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, et al. Hüftgelenk (Articulatio coxae). *Duale Reihe - Anatomie*. 3 ed. Stuttgart Thieme 2014 p. 345-50.
14. Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, et al. Kniegelenk (Articulatio genus). *Duale Reihe - Anatomie*. 3 ed. Stuttgart Thieme 2014 p. 363-76.
15. Sundberg M, Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. Patient reported outcome before and after knee arthroplasty. Swedish Knee Arthroplasty Register - Annual Report 2016. Sweden 2016. p. 64-9.
16. Elmallah RK, MD, Chughtai M, MD, Khlopas A, MD, Bhowmik-Stoker M, PhD, Bozic KJ, MD, MBA, Kurtz SM, PhD, et al. Determining Cost-Effectiveness of Total Hip and Knee Arthroplasty Using the Short Form-6D Utility Measure. *J Arthroplasty*. 2017;32:351-4.
17. Graves S, Turner C. ASA score and BMI in knee replacement. *Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty - 2016 Annual Report: Australian Orthopedic Association, National Joint Replacement Registry*; 2016. p. 178-81.
18. Kurtz SM, PhD, Ong KL, PhD, Lau E, MS, Bozic KJ, MD, MBA. Impact of the Economic Downturn on Total Joint Replacement Demand in the United States - Updated Projections to 2021. *Journal of bone and joint surgery*. 2014;96:624-30.
19. Kulkarni K, Karssiens T, Kumar V, Pandit H. Obesity and osteoarthritis. *Maturitas*. 2016;89:22–8.
20. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(4):780-5.
21. Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Widmer M, Maravic M, Gómez-Barrena E, et al. International survey of primary and revision total knee replacement. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2011;35:1783–9.
22. Ackerman IN, Bohensky MA, de Steiger R, Brand CA, Eskelinen A, Fenstad AM, et al. Substantial rise in the lifetime risk of primary total knee replacement surgery for osteoarthritis from 2003 to 2013: an international, population-level analysis. *Osteoarthritis and cartilage (Osteoarthritis Research Society OARS)*. 2016.
23. World Health Organisation (WHO). Sex Ratio. 2017. In: Health situation and trend assessment . WHO, cited 2017 Feb 04. Available from: http://www.searo.who.int/entity/health_situation_trends/data/chi/sex-ratio/en/.
24. Central Intelligence Agency. Sex Ratio. 2017. In: The World Factbook. CIA, cited 2017 Feb 04. Available from: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2018.html>.
25. United Nations. Summary and Key Findings. 2015. In: World Population Prospects - 2015 Revision . UN, cited 2017 Feb 04. Available from: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf.
26. Derman PB, MD, MBA, Fabricant PD, MD, MPH, David G, PhD. The Role of Overweight and Obesity in Relation to the More Rapid Growth of Total Knee Arthroplasty Volume Compared with Total Hip Arthroplasty Volume. *The journal of bone and joint surgery*. 2014;96:922-8.
27. World Health Organisation (WHO). Life Expectancy. 2016. In: World Health Statistics 2016 - Monitoring Health for the Sustainable Development Goals . World Health Organization (WHO), cited 2017 Feb 04; p7-9. Available from: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/.

28. Pabinger CL, H; Portner, N; Geissler, A;. Projections of hip arthroplasty in OECD countries up to 2050. *Hip Int.* 2017.
29. OECD Organisation for Economic Co-Operation and Development. *OECD.Stat*: OECD; 2017. Available from: stats.oecd.org.
30. Scharp B, Goebertus C, Manuel J, Smedby B. Total knee replacement. 2013 cited 2017 Feb 08. In: *Surgical procedures (shortlist): Mapping with ICD-9-CM Version 2007-07-22 (including minor updates in November 2013)*. OECD/Eurostat/WHO-Europe Joint Data Collection on Non-Monetary Health Care Statistics, cited 2017 Feb 08. Available from: http://stats.oecd.org/HEALTH_QUESTIONNAIRE/Surgical%20procedures/JQNMHC_MAPPING%20ICD-9-CM.pdf.
31. OECD. Data by theme. 2017 cited 2017 Feb 08. In: *OECD Statistics*. cited 2017 Feb 08. Available from: <http://stats.oecd.org/#>.
32. OECD. *Surgical procedures (shortlist)*. 2016 cited 2017 Feb 20. In: *OECD Health Statistics 2016 - Definitions, Sources and Methods*. cited 2017-02-20. Available from: <http://stats.oecd.org/wbos/fileview2.aspx?IDFile=53847866-4eb2-4238-84d4-f5470ad4ffba>.
33. National Center for Health Statistics. *ICD-9-CM Files via FTP*. 1996. In: *Classification of Diseases, Functioning, and Disability*. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), cited 2017 Feb 09. Available from: <https://www.cdc.gov/nchs/icd/icd9cm.htm>.
34. OECD. *ICHA-HC functional Classification of Health Care*. 2000. In: *A System of Health Accounts*. France: OECD; p111-3.
35. Center for Disease Control and Prevention. *Morbidity Frequency Measures*. 2017. In: *Principles of Epidemiology in Public Health Practice*. 3. cited 2017 Aug 06. Available from: <https://www.cdc.gov/ophss/csels/dsepd/ss1978/lesson3/section2.html>.
36. Ceyhan E, Gursoy S, Akkaya M, Ugurlu M, Koksali I, Bozkurt M. Toward the Turkish National Registry System: A Prevalence Study of Total Knee Arthroplasty in Turkey. *J Arthroplasty*. 2016;31(9):1878-84.
37. Rasmussen JV, Olsen BS, Fevang BT, Furnes O, Skytta ET, Rahme H, et al. A review of national shoulder and elbow joint replacement registries. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(10):1328-35.
38. Grimberg A, Jansson V, Liebs T, Melsheimer O, Steinbrück A. *Jahresbericht 2015 - Mit Sicherheit mehr Qualität. EPRD - Endoprothesenregister Deutschland; 2015*.
39. Bellino S, Torre M. *Third Report 2016 - Approaching Data Quality. Italian Arthroplasty Registry Project (RIAP); 2016*.
40. (LROI) LROI. *LROI Report 2014 - Arthroplasty in the Picture*. 2014.
41. Furnes O, Fenstad AM, Krukhaug Y, Kvinnesland IA, Bartz-Johannessen C. *Report June 2016. Nasjonalt Register for Leddproteser; 2016*.
42. Sundberg M, Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. *Annual Report 2016. Lund University, Department of Clinical Sciences, Orthopedics, Skånes University Hospital, Lund, Sweden; 2016*.
43. Graves S, Turner C. *Categories of knee replacement. Hip, Knee and Shoulder Arthroplasty - 2016 Annual Report: Australian Orthopedic Association, National Joint Replacement Registry; 2016. p. 177*.
44. Sundberg M, Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. *Definitions. Swedish Knee Arthroplasty Register - Annual Report 2016. Sweden2016. p. 4*.
45. Sundberg M, Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. *Type of operations and implants in 2015 - Types of primary arthroplasties. Swedish Knee Arthroplasty Register - Annual Report 2016. Sweden2016. p. 25*.
46. Furnes O, Fenstad AM, Krukhaug Y, Kvinnesland IA, Bartz-Johannessen C. *Types of knee prostheses - Table 2: Primary operations. Report 2016 Norwegian Arthroplasty Register2016. p. 63*.
47. Necas L, Katina S, Uhlarova J. *Slovakian Arthroplasty Register - Survival analysis of total hip and knee replacement in Slovakia 2003–2011. Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca - Supplemental. 2013(80)*.
48. Lidgren L, W-Dahl A, Robertsson O. *Comparison of coverage in 2007. Swedish Knee Arthroplasty Register - Annual Report 2009. Sweden2009. p. 4*.
49. Rothwell A, Devane P, Young S, Muir D, Oakley A, Griffin H, et al. *Seventeen Year Report. New Zealand Joint Registry,; 2016 October 2016*.
50. World Bank. *Databases*. 2017. In: *DataBank*. cited 2017 Feb 17. Available from: <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>.

51. World Health Organisation (WHO). Noncommunicable diseases - Risk factors - Overweight / Obesity. 2017. In: Global Health Observatory data repository . cited 2017 Feb 16. Available from: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A896?lang=en>.
52. IBM Corporation. IBM SPSS Statistics. 2017. IBM Corporation, cited 2017-Sep-22. Available from: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>.
53. Wikipedia. Multiple lineare Regression --- Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. 2017.
54. Maisonneuve Cdl, Martins JO. Public Spending on Health and Long-term Care: A new set of projections. OECD Economic Policy Papers. 2013;6.
55. Maisonneuve Cdl, Martins JO. The future of health and long-term care spending. OECD Journal: Economic Studies. 2015;2014(1).
56. OECD. Historical population data and projections (1950-2050). 2017. In: OECDStat. OECD, cited 2017-09-13. Available from: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=POP_PROJ.
57. United Nations. Indicators (Probabilistic Projections). 2017. In: World Population Prospects 2017 . United Nations, cited 2017-09-13. Available from: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Probabilistic/Population/>.
58. Portner N. Inzidenz der Hüftprothetik, OECD Länder von 2015 bis 2050. Graz: Medical University of Graz; 2017.
59. NOMESCO Nordic Medico-Statistical Committee. SURGERY01 In-patient surgical procedures per 100000 inhabitants by surgical group and sex, 2008-2014. 2017. In: NOWBASE Nordic Health and Social Statistics . NOMESCO Nordic Medico-Statistical Committee,, cited 2017-Sep-15. Available from: http://pxweb.fujitsu.dk/pxweb/en/Nowbase/Nowbase__NOMESCO%2003%20treatment/SURGERY01.px/?rxid=c7e95ba0-c0e2-40d3-a2f7-1a49496b9748.
60. OECD. Health, Non medical determinants of health, Body weight. 2017. In: OECDStat . OECD, cited 2017-09-13. Available from: <https://stats.oecd.org/>.
61. OECD. Health, Health expenditure and financing. 2017. In: OECDStat . OECD, cited 2017-09-13. Available from: <https://stats.oecd.org/>.
62. Inacio MCS, Paxton EW, Graves SE, Namba RS, S N. Projected increase in total knee arthroplasty in the United States - an alternative projection model. Osteoarthritis Cartilage. 2017.
63. Inacio MCS, Graves SE, Pratt NL, Roughead EE, Nemes S. Increase in Total Joint Arthroplasty Projected from 2014 to 2046 in Australia: A Conservative Local Model With International Implications. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2017;475(8):2130-7.
64. Kumar A, Tsai W-C, Tan T-S, Kung P-T, Chiu L-T, Ku M-C. Temporal trends in primary and revision total knee and hip replacement in Taiwan. Journal of the Chinese Medical Association. 2015;78(9):538-44.
65. Carvalho RTd, Canté JCL, Lima JHS, Tavares LAB, Takano MI, Tavares FG. Prevalence of knee arthroplasty in the state of São Paulo between 2003 and 2010. Sao Paulo Medical Journal. 2016;134:417-22.
66. OECD. Major brake in health spending growth as governments cut budgets in the crisis, says OECD 2013. Available from: <http://www.oecd.org/newsroom/major-brake-in-health-spending-growth-as-governments-cut-budgets-in-the-crisis.htm>.
67. Marita Cross, Emma Smith, Damian Hoy, Sandra Nolte, et. a. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. Ann Rheum Dis. 2014;73:1323–30.
68. Sun Y, Stürmer T, Günther KP, Brenner H. Inzidenz und Prävalenz der Cox- und Gonarthrose in der Allgemeinbevölkerung. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 1997;135(3):184-92.
69. Engelhardt M. Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2003;54(6):171-5.
70. Busse R, Geissler A. Forschungsauftrag zur Mengenentwicklung nach § 17b Abs. 9 KHG. Berlin: Hamburg Center for Health Economics, Universität Hamburg, Technische Universität Berlin; 2014 Juli 2014.