

Aus der Klinik für Innere Medizin IV
mit den Schwerpunkten Nieren- und Hochdruckkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. med. Ulrich Kunzendorf)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Erschließung ungenutzter Potentiale für die
Organspende in Deutschland:
Ein neuer methodischer Ansatz mit
Betrachtung unterschiedlicher Krankenhaus-
und Regionstypen**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Grit Esser
aus Osnabrück

Kiel 2021

Aus der Klinik für Innere Medizin IV
mit den Schwerpunkten Nieren- und Hochdruckkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. med. Ulrich Kunzendorf)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Erschließung ungenutzter Potentiale für die
Organspende in Deutschland:
Ein neuer methodischer Ansatz mit
Betrachtung unterschiedlicher Krankenhaus-
und Regionstypen**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Grit Esser
aus Osnabrück

Kiel 2021

1. Berichterstatter: PD Dr. med. Kevin Jasper Schulte

2. Berichterstatter/in: PD Dr. med. Gunnar Elke

Tag der mündlichen Prüfung: 02.06.2022

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 03.02.2022

gez.: PD Dr. med. Kevin Jasper Schulte (Vorsitzender der
Prüfungskommission)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
1.1 Einführung in die Organtransplantation	1
1.2 Rechtliche Grundlagen zur Organtransplantation	3
1.3 Darstellung des praktischen Ablaufes einer Organspende	5
1.4 Rückgang der Organspenderzahlen in Deutschland und die Notwendigkeit solider Daten	7
1.5 Fragestellung	11
2. Patientendaten und Methoden	13
2.1 Patientendaten	13
2.2 Methoden	18
2.2.1 Analyse der verschiedenen Krankenhauskategorien	18
2.2.2 Aufteilung der Kategorie-C- Krankenhäuser nach Fallzahl	19
2.2.3 Invasive Beatmungstherapie	19
2.2.4. Aufteilung nach verschiedenen Regionstypen	21
2.2.5 Anzahl der Kraniotomien und Einfluss auf die Entwicklung der Organspenderzahlen	22
2.2.6 Software und Statistik	22
3. Ergebnisse	23
3.1 Analyse des Organspendepotentials in Abhängigkeit der Krankenhauskategorie	23
3.3 Vergleich des Anteils der invasiv beatmeten potentiellen Organspender zwischen den verschiedenen Krankenhauskategorien	28
3.4 Analyse des Organspendepotentials in Abhängigkeit von der Art der Region	30
3.5 Analyse der Anteile von Kraniotomien bei potentiellen Organspendern .	32
4. Diskussion	33
5. Zusammenfassung	41
6. Literaturverzeichnis	43

Abkürzungsverzeichnis

DSO	Deutsche Stiftung Organtransplantation
IFA	Irreversibler Hirnfunktionsausfall
ICD 10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Version 10
BZgA	Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
OPO	Organ procurement organization, Organisation für Organspende in den USA

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Prozess einer Organspende
- Abbildung 2: Entwicklung von Organspendern und Patienten auf der Warteliste zwischen 2010 und 2017
- Abbildung 3: Analyse-Algorithmus
- Abbildung 4: Methodik der Analyse der Behandlungspraxis
- Abbildung 5: Verteilung der potentiellen Organspender (1), der DSO-Kontaktaufnahmen (2) und der realisierten Organspender (3) auf verschiedene Krankenhauskategorien im Jahr 2016
- Abbildung 6: Verteilung der potentiellen Organspender in Krankenhäusern der Kategorie C nach Klinikgröße
- Abbildung 7: Behandlungspraxis der Krankenhauskategorien
- Abbildung 8: Verteilung von potentiellen Organspendern (1), DSO-Kontaktaufnahmen (2) und realisierten Organspendern (3) auf verschiedene Regionstypen im Jahr 2016
- Abbildung 9: Anteil der Kraniotomien an den potentiellen Organspendern in den Jahren 2010 bis 2016

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: ICD 10-Codes zur Selektion der primären oder sekundären Hirnschädigung (Schritt 2)

Tabelle 2: ICD 10-Codes zur Exklusion von Patienten mit Kontraindikationen (Schritt 3)

1. Einleitung

1.1 Einführung in die Organtransplantation

Für Patienten mit einem terminalen Organversagen der Nieren, der Leber, des Herzens oder der Lunge bleibt neben der symptomorientierten Therapie nur der Organersatz als Therapiemöglichkeit. Dies ist durch einen technischen Ersatz (z.B. Hämodialyse, Herzunterstützungssysteme) oder durch eine Organtransplantation¹ möglich. Am Beispiel des terminalen Nierenversagens zeigt sich, dass trotz Entwicklung eines Nierenersatzverfahrens, der Hämodialyse, die Organtransplantation in Bezug auf die Lebensqualität² und die Lebenserwartung³ überlegen ist. In einer Überlebenszeitanalyse in den United States of America (USA) wurde in einem Zeitraum von 25 Jahren (September 1987 bis Dezember 2012) der Lebenszeitgewinn durch Transplantation eines soliden Organs untersucht. Es zeigte sich bezogen auf die US-amerikanische Bevölkerung von derzeit ca. 330 Millionen Einwohnern⁴ insgesamt ein Gewinn von über 2 Millionen Lebensjahren mit einem Anteil von 1,3 Millionen Lebensjahren alleine durch Nierentransplantationen⁵. Damit bleibt die Organtransplantation trotz stetiger Weiterentwicklung von apparativen Therapiemöglichkeiten auch heutzutage Therapie der ersten Wahl. Diese Therapieoption ist aber stark limitiert, da eine Organtransplantation nur durch eine Organspende ermöglicht wird. Eine Organspende ist nach deutschem Recht durch eine postmortale Spende nach einem irreversiblen Hirnfunktionsausfall realisierbar. Es gibt keine Leichenspende nach kardiovaskulärem Tod, anders als zum Beispiel in Spanien. Daneben ist sowohl eine Nieren- als auch eine Leberlebendspende durch Angehörige unter bestimmten Voraussetzungen rechtlich und medizinisch statthaft. Als

Grundvoraussetzung darf jedoch zum Zeitpunkt der Lebendspende kein geeignetes postmortales Organ zur Verfügung stehen, da sonst die postmortale Organspende vorzuziehen ist (Subsidiaritätsprinzip). Im Folgenden wird mit dem Begriff „Organspende“ ausschließlich die postmortale Spende gemeint.

1.2 Rechtliche Grundlagen zur Organtransplantation

Seit 1997 werden Organtransplantationen im Transplantationsgesetz geregelt⁶. Dieses bildet die Grundlage für die Organspende und -entnahme. Zunächst galt ab 1997 in Deutschland die erweiterte Zustimmungslösung, die eine Organspende ermöglichte, wenn der Patient selber zu Lebzeiten mündlich oder schriftlich einer Organspende zugestimmt hat oder bei fehlender Äußerung des Patienten die Angehörigen in eine Organspende einwilligen. Das Transplantationsgesetz wurde seit seiner Einführung bereits zweimal geändert. In 2012 trat die erste Änderung in Kraft, mit der Krankenhäuser, die Organentnahmen durchführen, verpflichtet wurden, Transplantationsbeauftragte zu benennen, die Strukturen und Abläufe der Organspende verbessern und kontrollieren sollten⁷. Zudem wurde die erweiterte Zustimmungslösung von der Entscheidungslösung abgelöst. Diese soll den positiven Entscheidungsprozess der Menschen fördern, indem allen Erwachsenen, die Mitglieder bei deutschen Krankenversicherungen sind, alle zwei Jahre Informationsmaterial und ein Organspendeausweis kostenfrei zugeschickt wird.

In 2019 wurde im Rahmen einer zweiten Änderung Folgendes angestrebt⁸:

- die Transplantationsbeauftragten durch eine Freistellung für ihre Tätigkeit zu stärken,
- die Vergütung der Organentnahme zu verbessern,
- die Einführung eines neurologischen/ neurochirurgischen konsiliarärztlichen Rufdienstes, der kleine Entnahmekrankenhäuser in der Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls unterstützen soll,

- die Berichtserstattung an die DSO im Rahmen von klinikinternen Qualitätssicherungssystemen, um die Erkennung und Meldung von Spendern auswerten zu können.

Nach dieser Gesetzesänderung wurde lange über die Einführung der doppelten Widerspruchslösung diskutiert⁹. Diese würde eine Organspende bei jedem Verstorbenen ermöglichen. Wer kein Organspender werden möchte, muss zu Lebzeiten aktiv widersprechen oder der Widerspruch muss durch die Angehörigen erfolgen. Da einige europäische Länder wie z.B. Spanien, Kroatien und Portugal die Widerspruchslösung praktizieren und deutlich höhere Organspendezahlen pro 1 Millionen Einwohner vorweisen können¹⁰, wurde vermutet, dass diese Änderung in Deutschland zu einem Anstieg der Organspender führen könnte. Als Gründe gegen die Einführung wurden der Eingriff in das Selbstbestimmungsrecht und der staatlich verordnete Zwang zur Organspende angeführt. Anfang 2020 wurde der Gesetzentwurf vom Deutschen Bundestag abgelehnt, so dass weiterhin die Entscheidungslösung gilt.

1.3 Darstellung des praktischen Ablaufes einer Organspende

Für eine postmortale Spende sind einige Voraussetzungen zu erfüllen¹¹. Zunächst muss eine irreversible Hirnschädigung mit einem Ausfall der gesamten Hirnfunktion eingetreten sein. Dieser Zustand ist rechtlich definiert und muss nach Maßgaben der Bundesärztekammer durch mehrere Testungen und durch unabhängige Ärzte validiert werden¹². Der Patient wird mit Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IFA) für tot erklärt und es wird, unabhängig ob der Patient für eine Organspende evaluiert wird oder nicht, ein Totenschein ausgefüllt. Im weiteren Prozedere müssen Kontraindikationen wie z.B. akute Krebserkrankungen oder Infektionskrankheiten ausgeschlossen werden. Anschließend wird überprüft, ob eine Zustimmung zur Organtransplantation vorliegt. Diese kann direkt (z.B. im Organspendeausweis oder einer Patientenverfügung) oder indirekt (z.B. durch die Angehörigen) erteilt werden.

Sollte ein Patient diese Kriterien erfüllen, wird der Organspender im Rahmen einer organprotektiven intensivmedizinischen Therapie solange unterstützt, bis die Organentnahme stattfinden kann. Die Deutsche Stiftung Organspende (DSO) begleitet diese Prozesse und sollte in jedem Fall bereits vor Diagnostik des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls kontaktiert werden¹³. Diese Kontaktaufnahme wird von der DSO dokumentiert und jährlich in Jahresberichten veröffentlicht. Die Transplantationsbeauftragten übernehmen verschiedene Aufgaben im Rahmen der Organspende. Zum einen bilden sie das Bindeglied zwischen der DSO und den Entnahmekrankenhäusern, zum anderen verbessern sie die klinikinternen Prozesse durch Fortbildung der Mitarbeiter und Begleitung der Abläufe. Transplantationsbeauftragte sind Ärzte oder Krankenpfleger mit zusätzlichen Qualifikationen. Es können meistens

mehrere Organe aus einem Spender entnommen werden (z.B. Leber, Nieren, Herz, Lunge, Pankreas und selten Dünndarm). Die Verteilung der Organe, auch Allokation genannt, wird bewusst nicht von der gleichen Organisation wie die Spenderevaluation durchgeführt, damit es zu keinem Interessenskonflikt kommen kann. Die Organisation, die die Verteilung übernimmt, heißt Eurotransplant.



Abbildung 1: Prozess einer Organspende. Diese Graphik wurde anhand des „Leitfaden[s] für die Organspende“ der DSO erstellt¹⁴.

1.4 Rückgang der Organspenderzahlen in Deutschland und die Notwendigkeit solider Daten

Seit 2010 ist die Zahl der Organspenden in Deutschland um ein Drittel zurückgegangen. Diese Entwicklung erreichte ihren Tiefpunkt im Jahr 2017. In diesem Jahr standen 797 Organspendern 9.697 Patienten auf der Warteliste gegenüber³. In Folge dieses Spendermangels beträgt z.B. die Wartezeit auf eine Nierentransplantation durchschnittlich 6 Jahre¹⁵. Die erhebliche Diskrepanz zwischen Organangebot und dringendem Bedarf fordert eine systematische Ursachenanalyse, um zeitnah Konzepte zu entwickeln, die desolate Situation der Patientinnen und Patienten auf der Warteliste zu verbessern. Durch eine Zunahme der Organspenderrate auf internationales Niveau könnte die Lebensqualität² und Lebenserwartung³ von Tausenden von Menschen in Deutschland deutlich verbessert werden.

Mögliche Gründe für den anhaltenden Rückgang der Organspenden wurden in Deutschland im letzten Jahrzehnt eingehend diskutiert¹⁶. Der deutsche Wartelistenführungsskandal des Jahres 2012 wird von vielen als der Hauptgrund für diesen Trend angesehen. Dieser Erklärungsansatz stimmt jedoch nicht mit der Tatsache überein, dass sich die Zahl der deutschen Bürger, die im Besitz eines Organspendeausweises sind, im gleichen Zeitraum fast verdoppelt hat¹⁷. Außerdem konnte eine repräsentative Befragung der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) zeigen, dass seit 2012 weniger Menschen in Deutschland negativ zum Thema Organspende eingestellt sind¹⁸. Auf die Frage „Stehen Sie Organ- und Gewebespende eher positiv oder eher negativ gegenüber?“ antworteten 2012 noch 11% mit eher negativ und 78% mit eher positiv, 2016 jedoch 9% mit eher negativ und 81% mit eher positiv. Somit scheint die Einstellung der Bevölkerung nicht ursächlich für

den Rückgang an Organspenden zu sein. Zu beachten ist, dass nur eine vernachlässigbare Anzahl der Patienten ihre Organspendeausweise in entscheidenden Situationen bei sich tragen¹⁹.

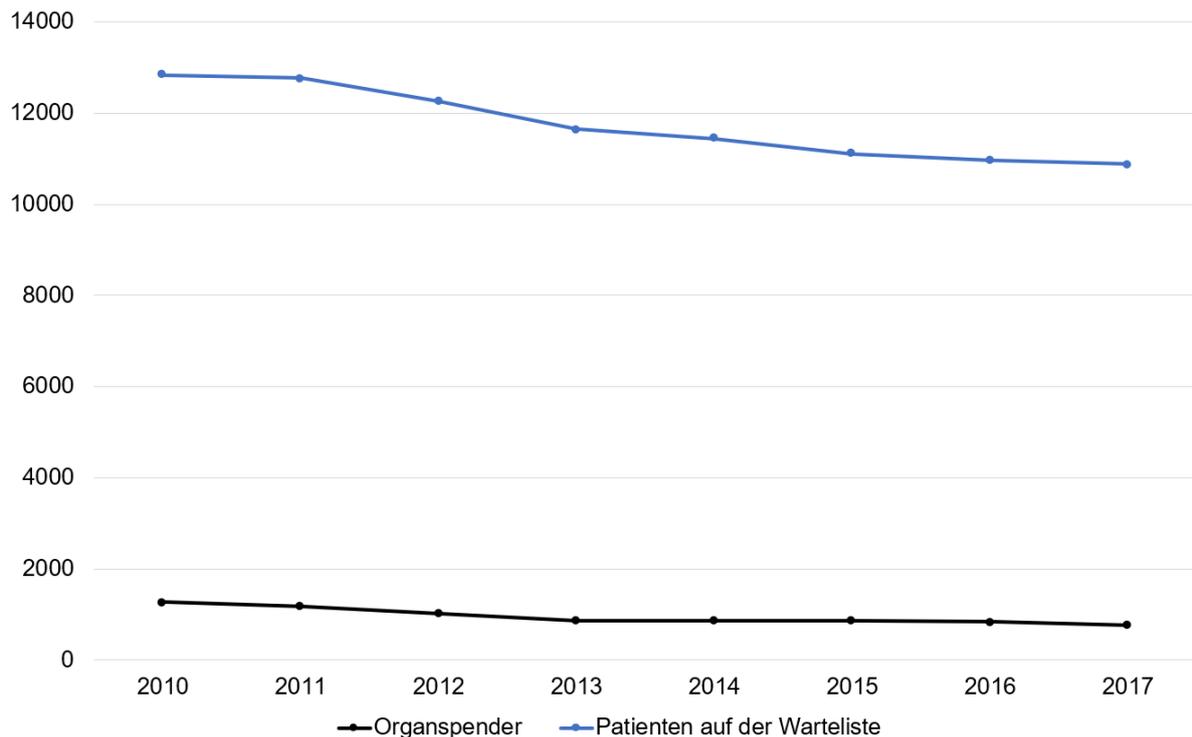


Abbildung 2: Entwicklung von Organspendern und Patienten auf der Warteliste zwischen 2010 und 2017. Die Daten wurden dem „Yearly Statistics Overview“ von Eurotransplant für die Jahre 2010 bis 2017 übernommen²⁰.

Im Gegensatz dazu gibt es Stimmen, die vermuten, dass eine Abnahme des Spenderpotentials ursächlich für die gesunkenen Organspenderzahlen sei. Die Anzahl an Verkehrstoten hat im vergangenen Jahrzehnt von 5.091 im Jahre 2006 auf 3.206 im Jahre 2016 abgenommen²¹. Ebenso ist die Mortalitätswahrscheinlichkeit nach einem Schlaganfall durch die verbesserten Behandlungsmöglichkeiten von 4,4% in 2000 auf 2,8% in 2016 gesunken²². Entgegen dieser Fakten konnte Schulte et al.²³ aber bereits 2018 zeigen, dass die Anzahl an potentiellen Organspendern in Deutschland in dem Zeitraum von 2010 bis 2015

kontinuierlich zugenommen hat. Er wies nach, dass die Zahl in diesem Zeitraum von 23.937 auf 27.258 anstieg. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass die sinkenden Spenderzahlen wahrscheinlich nicht die Folge einer verbesserten Behandlung von Patienten mit Hirnschäden bzw. der erhöhten Verkehrssicherheit sind. Als Hauptursachen für den Mangel an Spenderorganen identifizierte er dagegen Probleme bei der Erkennung und Meldung von Organspendern in Krankenhäusern.

Als Entgegnung auf diese Veröffentlichung wurde angeführt, dass die Häufigkeit von neurochirurgischen Prozeduren, wie Kraniotomien, angestiegen seien. Solche Interventionen dienen der Hirndrucksenkung und können durch die Entlastung die Hirntoddiagnostik erschweren¹². Ob die Anzahl tatsächlich zugenommen hat und ob dies eine Erklärung für die sinkenden Organspenderzahlen ist, ist bis jetzt nicht weiter untersucht worden.

Daraufhin wurde 2018 von Brauer et al.²⁴ in der DSO-Region Ost eine retrospektive Analyse aller Todesfälle durchgeführt und untersucht, aus welchen Gründen potentielle Spender nicht an die DSO gemeldet wurden. Im Rahmen dieser Auswertung zeigte sich dann, dass bei einem relevanten Anteil keine Organspende evaluiert wurde und damit auch keine Diagnostik eines irreversiblen Hirnfunktionsausfalls erfolgte. Daneben stellten sich Unterschiede in der Beatmungshäufigkeit zwischen den in der DSO Region-Ost untersuchten Krankenhäusern dar. Ob diese Ergebnisse auf die Gesamtheit in Deutschland übertragen werden können, ist unklar.

Bereits 2012 wurde der Organspendermangel als problematisch eingeschätzt und zwang die politisch zuständigen Instanzen zu der oben genannten Gesetzesänderung am Transplantationsgesetz. Leider konnte diese Änderung weder die Zahl der Kontakte der Krankenhäuser zur

Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO) noch die Zahl der Transplantationen insgesamt verbessern²⁵. Die Unsicherheit unter den Experten und das Scheitern politischer Interventionen unterstreichen die dringende Notwendigkeit verlässlicher Daten, um gezielte Ansätze zur Verbesserung der Organspendesituation zu entwickeln.

1.5 Fragestellung

Die deutschen Krankenhäuser werden von der DSO in drei Kategorien eingeteilt: Universitätskliniken (Kliniken der Kategorie A), Krankenhäuser mit einer Intensivstation und einer neurochirurgischen Abteilung (Kliniken der Kategorie B) und Krankenhäuser mit einer Intensivstation, aber ohne neurochirurgische Abteilung (Kliniken der Kategorie C). Bis heute ist unklar, wie sich das Organspendepotential auf diese Krankenhaus-kategorien aufteilt und ob sich das therapeutische Vorgehen zwischen den einzelnen Krankenhaus-kategorien signifikant unterscheidet. Sollte z.B. in einer Krankenhaus-kategorie weniger häufig eine invasive Beatmungstherapie eingeleitet werden, könnte dies Auswirkungen auf das Spendepotential der jeweiligen Krankenhäuser haben. Zudem ist die räumliche Verteilung des Organspendepotentials auf Gebiete mit unterschiedlicher Bevölkerungsdichte völlig unbekannt.

Deshalb wurden für diese Arbeit mit Unterstützung des Statistischen Bundesamtes die Abrechnungsdaten aller deutschen stationären Behandlungsfälle (gesetzlich und privat abgerechnete Fälle) des Jahres 2016 analysiert, um Folgendes aufzuzeigen:

1. Die Verteilung der potentiellen und tatsächlich realisierten Organspender auf die verschiedenen Krankenhaus-kategorien.
2. Der Anteil der Patienten, die nicht als Organspender in Frage kamen, weil keine invasive Beatmungstherapie eingeleitet wurde, in Abhängigkeit von der Krankenhaus-kategorie.
3. Die Verteilung von potentiellen und realisierten Organspendern auf städtische und ländliche Regionen in Deutschland.

Um der Häufigkeit von Kraniotomien, die durch die zentrale Druckentlastung die Hirntoddiagnostik erschweren, als Ursache für den

Spendermangel auf den Grund zu gehen und den Einfluss auf das Spendepotential einzuschätzen, wurde im Anschluss für die Jahre 2010 bis 2016 die Häufigkeit von Kraniotomien bei potentiellen Organspendern untersucht und verglichen.

2. Patientendaten und Methoden

2.1 Patientendaten

Das Statistische Bundesamt ermöglichte mir die Analyse der Krankenhausabrechnungsdaten aller deutschen Krankenhäuser nach §21 KHEntG für die Jahre 2010 bis 2016. Dazu wurde vorab ein Abfragealgorithmus definiert, der alle für die Fragestellung relevanten Daten umfasst, und mit diesem eine Anfrage an die Datenbank des Statistischen Bundesamtes gestellt. Der damit erhobene Datensatz umfasst Patientengrunddaten aller stationär behandelten Patienten, Aufnahme- und Entlassungsgründe, ICD-Hauptdiagnosen und ICD-Nebendiagnosen, Operations- und Verfahrensschlüssel und Informationen über die Dauer einer invasiven Beatmungstherapie. Zur Identifizierung potentieller Organspender wurde das folgende vierstufige Auswahlverfahren an den Krankenhausabrechnungsdaten angewandt (siehe auch Abbildung 3):

Schritt 1: Selektion aller stationären Fälle mit Tod als Entlassungsgrund.

Schritt 2: Selektion aller Patienten mit diagnostiziertem primären oder sekundären Hirnschaden (Einschlusskriterien; siehe auch Tabelle 1).

Schritt 3: Ausschluss von Patienten mit Kontraindikationen für eine Organspende (Ausschlusskriterien, siehe auch Tabelle 2).

Schritt 4: Ausschluss von Patienten, die während des Krankenhausaufenthaltes nicht invasiv beatmet wurden (Ausschlusskriterien).

Der diesem vierstufigen Auswahlverfahren zugrundeliegende Algorithmus basiert auf dem Softwareprogramm "DSO Transplantcheck für Excel"²⁶. Dieses wurde von der Deutschen Stiftung Organtransplantation sowie der

Landeskrankenhausgesellschaft NRW entwickelt, um Krankenhäusern eine retrospektive Analyse ihrer Todesfällen zu ermöglichen. Es filtert die Patienten heraus, bei denen eine Organspende mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich gewesen wäre. Diese Fälle werden hier als "potentielle Organspender" betrachtet. Der angewandte Algorithmus wurde in mehreren Studien^{23,27,28} umfassend validiert und erwies sich als sehr sensitiv, aber nicht spezifisch. Um die Spezifität des Analysealgorithmus einzuschätzen, wurde im Rahmen des DSO-In-House-Koordinationsprojekts²⁷ jeder entdeckte potentielle Organspender (n=13.047) in einer Einzelfallanalyse überprüft, ob er anhand seiner klinischen Daten tatsächlich als Organspender in Frage gekommen wäre. Damit kann eingeschätzt werden, wie nahe das Potential, berechnet mit dem Programm „Transplantcheck für Excel“²⁶, an das wirkliche Organspendepotential kommt. Durch diese Studie ist bekannt, dass mindestens 31,7% der potentiellen Organspender an die DSO gemeldet werden sollten und 10,2% tatsächlich als Organspender in Frage kommen.

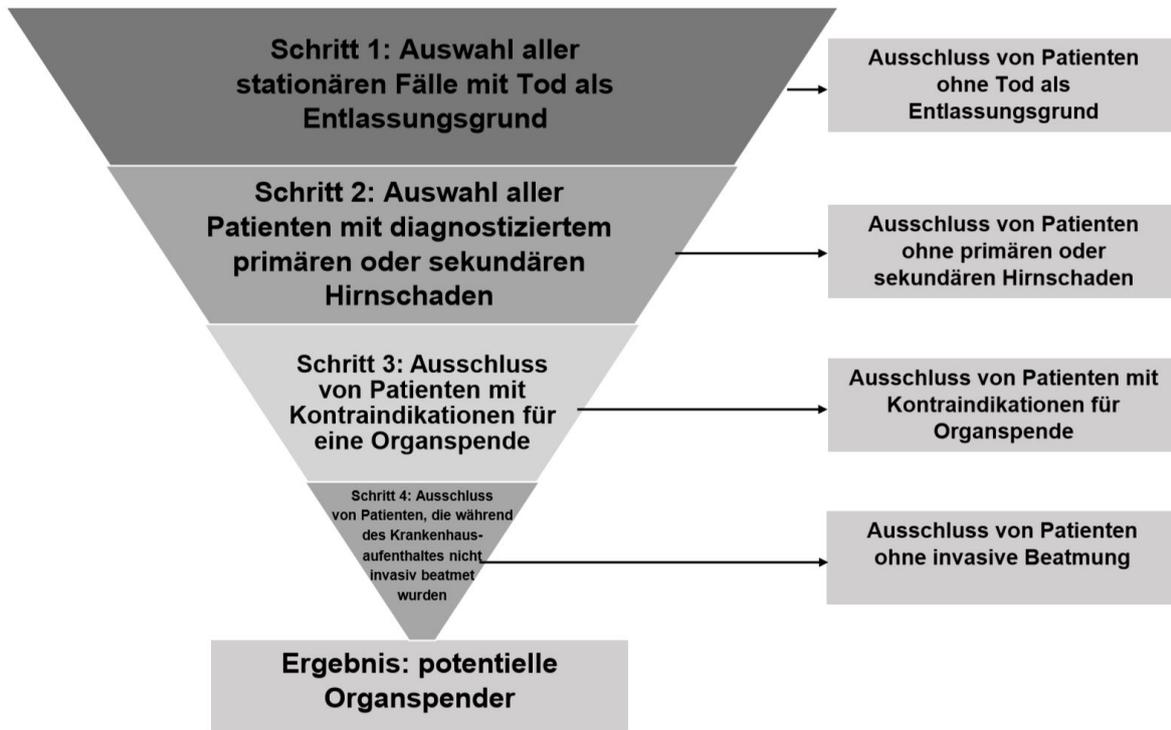


Abbildung 3: Analyse-Algorithmus zur Identifizierung potentieller Organspender auf der Basis von DSO-Transplantcheck für Excel²⁶.

C70.0	C70.9	C71.0	C71.1	C71.2	C71.3	C71.4	C71.5	C71.6	C71.7
C71.8	C71.9	D32.0	D32.9	D33.0	D33.1	D33.2	D33.3	G00.0	G00.1
G00.2	G00.3	G00.8	G00.9	G01	G91.1	G91.8	G91.9	G93.1	G93.5
G93.6	G94.0	G94.1	I60.0	I60.1	I60.2	I60.3	I60.4	I60.5	I60.6
I60.7	I60.8	I60.9	I61.0	I61.1	I61.2	I61.3	I61.4	I61.5	I61.6
I61.7	I61.8	I61.9	I62.00	I62.01	I62.02	I62.09	I62.1	I62.9	I63.0
I63.1	I63.2	I63.3	I63.4	I63.5	I63.6	I63.7	I63.8	I63.9	I64
I65.0	I65.1	I65.2	I65.3	I65.8	I65.9	I66.0	I66.1	I66.2	I66.3
I66.4	I66.8	I66.9	I67.0	I67.10	I67.11	I67.2	I67.3	I67.4	I67.5
I67.6	I67.7	I67.80	I67.88	I67.9	O22.5	P10.0	P10.1	P10.2	P10.3
P10.4	P10.8	P10.9	P11.0	P11.1	P11.2	P11.3	P11.4	P11.50	P11.51
P11.59	P52.1	P52.2	P52.3	P52.4	P52.5	P52.6	P52.8	P52.9	Q00.0
Q00.1	Q00.2	Q01.0	Q01.1	Q01.2	Q01.8	Q01.9	Q02	Q03.0	Q03.1
Q03.8	Q03.9	Q04.0	Q04.1	Q04.2	Q04.3	Q04.4	Q04.5	Q04.6	Q04.8
Q04.9	S06.1	S06.20	S06.21	S06.22	S06.23	S06.28	S06.30	S06.31	S06.32
S06.33	S06.34	S06.38	S06.4	S06.5	S06.6	S06.70	S06.71	S06.72	S06.73
S06.79	S06.8	S06.9	S07.1	S07.8	S07.9	S09.7	S15.00	S15.01	S15.02
S15.03	S15.1	S15.2	S15.3	S15.7	S18				

Tabelle 1: ICD 10-Codes zur Selektion der primären oder sekundären Hirnschädigung (Schritt 2)

A15.0	A15.1	A15.2	A15.3	A15.4	A15.5	A15.6	A15.7	A15.8	A15.9
A16.0	A16.1	A16.2	A16.3	A16.4	A16.5	A16.6	A16.7	A16.8	A16.9
A17.0	A17.1	A17.8	A17.9	A18.0	A18.1	A18.2	A18.3	A18.4	A18.5
A18.6	A18.7	A18.8	A19.0	A19.1	A19.2	A19.8	A19.9	B15.0	B15.9
B16.0	B16.1	B16.2	B16.9	B17.0	B17.1	B17.2	B17.8	B19.0	B19.9
B20	B21	B22	B23.0	B23.8	B24	C01	C02.0	C02.1	C02.2
C02.3	C02.4	C02.8	C02.9	C03.0	C03.9	C04.0	C04.1	C04.8	C04.9
C05.0	C05.1	C05.2	C05.8	C05.9	C06.0	C06.1	C06.2	C06.8	C06.9
C07	C08.0	C08.1	C08.8	C08.9	C09.0	C09.1	C09.8	C09.9	C10.0
C10.1	C10.2	C10.3	C10.4	C10.8	C10.9	C11.0	C11.1	C11.2	C11.3
C11.8	C11.9	C12	C13.0	C13.1	C13.2	C13.8	C13.9	C14.0	C14.2
C14.8	C15.0	C15.1	C15.2	C15.3	C15.4	C15.5	C15.8	C15.9	C16.0
C16.1	C16.2	C16.3	C16.4	C16.5	C16.6	C16.8	C16.9	C17.0	C17.1
C17.2	C17.3	C17.8	C17.9	C18.0	C18.1	C18.2	C18.3	C18.4	C18.5
C18.6	C18.7	C18.8	C18.9	C19	C20	C21.0	C21.1	C21.2	C21.8
C22.0	C22.1	C22.2	C22.3	C22.4	C22.7	C22.9	C23	C24.0	C24.1
C24.8	C24.9	C25.0	C25.1	C25.2	C25.3	C25.4	C25.7	C25.8	C25.9
C26.0	C26.1	C26.8	C26.9	C30.0	C30.1	C31.0	C31.1	C31.2	C31.3
C31.8	C31.9	C32.0	C32.1	C32.2	C32.3	C32.8	C32.9	C33	C34.0
C34.1	C34.2	C34.3	C34.8	C34.9	C37	C38.0	C38.1	C38.2	C38.3
C38.4	C38.8	C39.0	C39.8	C39.9	C40.0	C40.1	C40.2	C40.3	C40.8
C40.9	C41.01	C41.02	C41.1	C41.2	C41.30	C41.31	C41.32	C41.4	C41.8
C43.1	C43.2	C43.3	C43.4	C43.5	C43.6	C43.7	C43.8	C43.9	C44.0
C44.1	C44.2	C44.3	C44.4	C44.5	C44.6	C44.7	C44.8	C44.9	C45.0
C45.1	C45.2	C45.7	C45.9	C46.0	C46.1	C46.2	C46.3	C46.7	C46.8
C46.9	C47.0	C47.1	C47.2	C47.3	C47.4	C47.5	C47.6	C47.8	C47.9
C48.0	C48.1	C49.0	C49.1	C49.2	C49.3	C49.4	C49.5	C49.6	C49.8
C49.9	C50.0	C50.1	C50.2	C50.3	C50.4	C50.5	C50.6	C50.8	C50.9
C51.0	C51.1	C51.2	C51.8	C51.9	C52	C53.0	C53.1	C53.8	C53.9
C54.0	C54.1	C54.2	C54.3	C54.8	C54.9	C55	C56	C57.0	C57.1
C57.2	C57.3	C57.4	C57.7	C58	C60.0	C60.1	C60.2	C60.8	C60.9
C73	C74.0	C74.1	C74.9	C75.0	C75.1	C75.2	C75.3	C75.4	C75.5
C75.8	C75.9	C76.0	C76.1	C76.2	C76.3	C76.4	C76.5	C76.7	C76.8
C77.0	C77.1	C77.2	C77.3	C77.4	C77.5	C77.8	C77.9	C78.0	C78.1
C78.2	C78.3	C78.4	C78.5	C78.6	C78.7	C79.1	C79.2	C79.3	C79.4
C79.5	C79.6	C79.7	C79.81	C79.82	C79.83	C79.84	C79.88	C80	C81.0
C81.1	C81.2	C81.3	C81.7	C81.9	C82.0	C82.1	C82.2	C82.7	C82.9
C83.0	C83.1	C83.2	C83.3	C83.4	C83.5	C83.6	C83.7	C83.8	C83.9
C84.0	C84.1	C84.2	C84.3	C84.4	C84.5	C85.0	C85.1	C88.00	C88.01
C88.10	C88.11	C88.20	C88.21	C88.30	C88.31	C88.70	C88.71	C88.90	C88.91
C90.00	C90.01	C90.10	C90.11	C90.20	C90.21	C91.00	C91.01	C91.10	C91.11
C91.20	C91.21	C91.30	C91.31	C91.40	C91.41	C91.50	C91.51	C91.70	C91.71
C91.90	C91.91	C92.00	C92.01	C92.10	C92.11	C92.20	C92.21	C92.30	C92.31
C92.40	C92.41	C92.50	C92.51	C92.70	C92.71	C92.90	C92.81	C93.00	C93.01
C93.10	C93.11	C93.20	C93.21	C93.70	C93.71	C93.90	C93.91	C94.00	C94.01
C94.10	C94.11	C94.20	C94.21	C94.30	C94.31	C94.40	C94.41	C94.50	C94.51
C94.70	C94.71	C95.00	C95.01	C95.10	C95.11	C95.20	C95.21	C95.70	C95.71
C95.8	C95.90	C95.91	C96.0	C96.1	C96.2	C96.3	C96.7	C96.9	C97
F02.4	J65	K23.0	K93.0	M49.00	M49.01	M49.02	M49.03	M49.04	M49.05
M49.06	M49.07	M49.08	M49.09	M90.00	M90.01	M90.02	M90.03	M90.04	M90.05
M90.06	M90.07	M90.08	M90.09	O98.0	O98.4	P35.3	P37.0	R75	U60.1
U60.2	U60.3	U60.9	U61.1	U61.2	U61.3	U61.9	Z20.6	Z21	

Tabelle 2: ICD 10-Codes zur Exklusion von Patienten mit Kontraindikationen (Schritt 3)

2.2 Methoden

2.2.1 Analyse der verschiedenen Krankenhauskategorien

Zunächst wurden die Krankenhäuser nach ihren Institutionskennzeichen gruppiert, so dass getrennte Analysen der verschiedenen Krankenhauskategorien möglich waren. Die Krankenhäuser wurden mit Hilfe der von der DSO veröffentlichten Informationen²⁹ den zuvor beschriebenen verschiedenen Krankenhauskategorien zugeordnet. Diese Kategorien teilen sich in Kategorie A Krankenhäuser (n=37) (Universitätskliniken), in Kategorie B Krankenhäuser (n=106) (Kliniken mit Intensivstation und neurochirurgischer Abteilung) und Kategorie C Krankenhäuser (n=1052) (Kliniken mit Intensivstation ohne neurochirurgische Abteilung) auf. In wenigen Fällen wurden mehrere Krankenhäuser aus unterschiedlichen Kategorien in einem Institutionskennzeichen abgerechnet. Deswegen konnten die potentiellen Organspender dieser Institutionskennzeichen keiner Kategorie zugeordnet werden (n=41). Dies betraf nur Krankenhäuser aus der Kategorie B und Kategorie C. Im Rahmen von Prozessen der Organspende werden die Kontaktquote (=organspendebezogene Kontakte/ potentielle Organspender) und die Realisierungsquote (=realisierte Organspender/ potentielle Organspender) genutzt, um die Erkennung und die Meldung von möglichen Organspendern zu erfassen. Dabei versteht man unter der Kontaktquote das Verhältnis aus Patienten, bei denen eine Kontaktaufnahme der Entnahmeklinik mit der DSO stattgefunden hat, zu den allen potentiellen Organspendern. Die Realisierungsquote beschreibt, wie viele Patienten tatsächlich als Organspender dienten im Verhältnis zu allen potentiellen Organspendern. Diese Quoten wurden für jede Kategorie berechnet. Die Zahl der Kontakte

zur DSO und der tatsächlich realisierten Organspender wurden hierfür dem Jahresbericht der DSO für 2016³⁰ entnommen.

2.2.2 Aufteilung der Kategorie-C- Krankenhäuser nach Fallzahl

Für das Jahr 2016 wurden die Krankenhäuser der Kategorie C unter Nutzung ihrer vollstationären Fallzahlen anhand ihrer Größe weiter untergliedert. Diese Daten wurden freundlicherweise vom wissenschaftlichen Institut der gesetzlichen Krankenkasse AOK zur Verfügung gestellt. Es wurden folgende Quartile verwendet:

- sehr kleine Kliniken mit ≤ 5.395 Fällen,
- kleine Kliniken mit 5.396 bis 9.377 Fällen,
- mittelgroße Kliniken mit 9.378 bis 14.666 Fällen und
- große Kliniken mit 14.667 bis 49.516 Fällen.

Es wurde die Verteilung der potentiellen Organspender der Kategorie C Krankenhäuser auf diese Quartile analysiert. Daneben wurde der Anteil an stationären Behandlungsfällen des jeweiligen Quartils an der Gesamtanzahl der Kategorie C Krankenhäuser berechnet.

2.2.3 Invasive Beatmungstherapie

In einem weiteren Analyseschritt wurde der Anteil der Patienten bestimmt, der nicht als Organspender in Frage kam, weil keine invasive Beatmungstherapie eingeleitet wurde. Diese Analyse wurde für jede Krankenhaus-kategorie getrennt durchgeführt. Dazu wurde eine Differenz aus denen im 3. und 4. Analyseschritt selektionierten Patientenfällen gebildet. Also wurden von den Fällen, bei denen eine Hirnschädigung aber

keine Kontraindikation vorlag (Schritt 1-3), diejenigen Fälle subtrahiert, die als potentielle Organspender definiert wurden (Schritt 4) (Abbildung 4, oben). Damit wurden alle Patienten betrachtet, die aufgrund fehlender Beatmung (Ausschluss in Schritt 4) durch den Analysealgorithmus als potentielle Organspender ausgeschlossen wurden. Daraufhin wurde ein Quotient zwischen dieser Gruppe und den potentiellen Organspendern gebildet (Abbildung 4) und damit der Beatmungsquotient berechnet. Dieser Quotient wurde zwischen den Krankenhauskategorien verglichen.

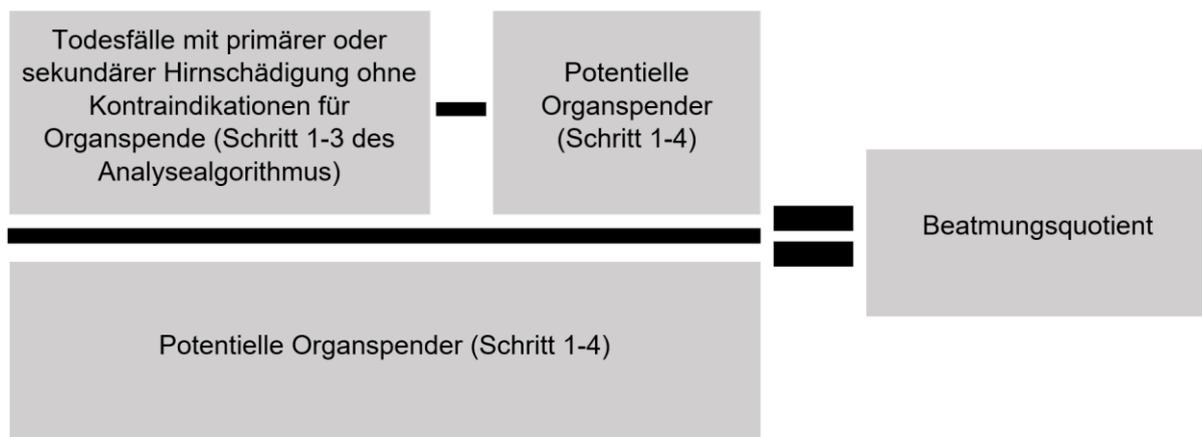


Abbildung 4: Methodik der Analyse der Behandlungspraxis

2.2.4. Aufteilung nach verschiedenen Regionstypen

Um zu eruieren, wie sich potentiellen Organspender auf verschiedene geographische Regionstypen verteilen, wurde die Einteilung der Regionsgrundtypen in ländlichen Raum, verstärkten Raum und Agglomerationsraum vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung genutzt³¹. Der ländlicher Raum wird durch eine Bevölkerungsdichte von >150 Einwohnern/km² ohne ein Oberzentrum mit mehr als 100.000 Einwohnern oder eine Bevölkerungsdichte mit <100 Einwohnern/km² mit einem Oberzentrum mit mehr als 100.000 Einwohnern definiert. Der verstärkte Raum ist durch eine Bevölkerungsdichte von >150 Einwohnern/km² oder ein Oberzentrum mit mehr als 100.000 Einwohnern mit einer Mindestbevölkerungsdichte von ≥ 100 Einwohnern/km² gekennzeichnet. Der Agglomerationsraum ist durch ein Oberzentrum mit >300.000 Einwohnern oder einer Bevölkerungsdichte von etwa 300 Einwohnern/km² definiert. Die Kontaktquote (=organspendebezogene Kontakte/ potentielle Organspender) und die Realisierungsquote (=realisierte Organspender/ potentielle Organspender) wurden für jeden Regionstyp berechnet.

2.2.5 Anzahl der Kraniotomien und Einfluss auf die Entwicklung der Organspenderzahlen

Um zu analysieren, ob eine Zunahme von dekompressiven Kraniotomien einen negativen Effekt auf das Organspendepotential hat, wurde untersucht, bei welchem Anteil der möglichen Organspender zuvor eine Kraniotomie durchgeführt wurde. Kraniotomien wurden mit dem OPS-Code 5-01 detektiert. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von 2010 bis 2016.

2.2.6 Software und Statistik

IBM SPSS Statistics for Windows (Version 22.0.0.2, IBM, 2013) wurde zur Erstellung von Syntaxdateien und zur Analyse empirischer Daten verwendet. Die Daten wurden vom deutschen Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt. Es werden deskriptive Ergebnisse mit absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt. Der χ^2 -Test wurde zum Vergleich kategorialer Variablen zwischen verschiedenen Krankenhaus kategorien und Regionstypen verwendet. p-Werte $<0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen.

3. Ergebnisse

3.1 Analyse des Organspendepotentials in Abhängigkeit der Krankenhauskategorie

Im Jahr 2016 wurden insgesamt 20.063.689 stationäre Patienten in deutschen Krankenhäusern behandelt. Hiervon starben 416.411 Patienten (Schritt 1) und 16,4% der Verstorbenen (n=68.445) hatten einen primären oder sekundären Hirnschaden (Schritt 2). In 88,6% (n=60.658) der Betroffenen mit Hirnschaden war keine kodierte absolute Kontraindikation für eine Organspende vorhanden (Schritt 3). 46,3% (n=28.087) dieser Todesfälle erhielten vor dem Tod eine invasive Beatmungstherapie und können damit als potentielle Organspender betrachtet werden (Schritt 4). Die als Spender in Frage kommenden 28.087 Verstorbenen verteilten sich auf die zuvor definierten Krankenhauskategorien mit 21,3% (n=5.980) auf Krankenhäuser der Kategorie A, mit 28,0% (n=7.878) auf Krankenhäuser der Kategorie B und mit 42,1% (n=11.821) auf Krankenhäuser der Kategorie C.

8,6% (n=2.408) der potentiellen Spender konnten keiner bestimmten Kategorie zugeordnet werden, da die Abrechnungsdaten mehrerer Krankenhäuser in einem Institutionskennzeichen zusammengefasst wurden und somit nicht getrennt analysiert werden konnten. Diese Fälle wurden in der zusätzlichen Kategorie "nicht den Kategorien zuordenbar" zusammengefasst (siehe Abbildung 5.1).

Die durchschnittliche Verteilung von potentiellen Organspendern pro Krankenhaus betrug für den untersuchten Jahreszeitraum 2016 161,6 in Kategorie A Krankenhäusern, 74,3 in Kategorie B Krankenhäusern und 11,2 in Kategorie C Krankenhäusern.

Im Jahr 2016 registrierte die DSO insgesamt 2.193 Kontakte. Krankenhäuser der Kategorie A initiierten 28,8% (n=632) der Kontakte, Krankenhäuser der Kategorie B 39,0% (n=856) und Krankenhäuser der Kategorie C 32,1% (n=705) (Abbildung 5.2). Daraus ergibt sich eine Kontaktquote (=organspendebezogene Kontakte/ potentielle Organspender) von 10,6% in Kategorie A, 10,9% in Kategorie B, 6,0% in Kategorie C und eine mittlere Kontaktquote von 7,8% über alle Kategorien.

Von den 857 im Referenzjahr realisierten Organspendern (Abbildung 5.3) wurden 32,1% (n=275) in Krankenhäusern der Kategorie A, 44,2% (n=379) in Krankenhäusern der Kategorie B und 23,7% (n=203) in den Krankenhäusern der Kategorie C initiiert. Die durchschnittliche Realisierungsquote (=realisierte Organspender/ potentielle Organspender) betrug über alle Kategorien 3,1%, davon 4,6% in Kategorie A, 4,8% in Kategorie B und 1,7% in Krankenhäusern der Kategorie C. Sowohl die Kontakt- als auch die Realisierungsquoten der Kategorie C waren signifikant niedriger als die der Kategorie A oder B Krankenhäuser ($p < 0,001$).

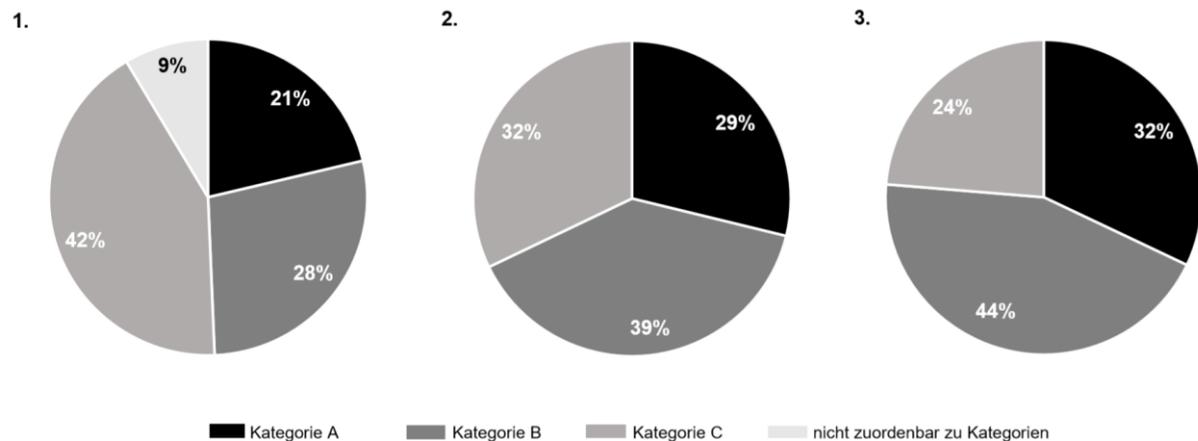


Abbildung 5: Verteilung der potentiellen Organspender (1), der DSO-Kontaktaufnahmen (2) und der realisierten Organspender (3) auf verschiedene Krankenhauskategorien im Jahr 2016. Kategorie A: Universitätskliniken; Kategorie B: Krankenhäuser mit einer Intensivstation und einer neurochirurgischen Abteilung; Kategorie C: Krankenhäuser mit einer Intensivstation ohne neurochirurgische Abteilung.

3.2 Verteilung des Organspendepotentials in Kategorie C Krankenhäusern

Innerhalb der Kategorie C-Krankenhäuser wurde eine Unterauswertung der Verteilung des Spenderpotentials in weitere 4 Gruppen je nach Größe des Hauses vorgenommen. Der größte Anteil potentieller Organspender in den Kategorie-C-Krankenhäusern konnte mit 58,2% (n=6.881) im vierten Quartil (große Kliniken mit mehr als 14.666 Fällen pro Jahr) gefunden werden. In diesen Kliniken wurde auch der Großteil von 51,3% (n=6.302.121) aller Fälle von Krankenhäusern der Kategorie C behandelt. Im dritten Quartil (mittelgroße Kliniken mit 9.378 bis 14.666 Fällen pro Jahr) konnte 24,4% (n=2.886) des Organspendepotentials entdeckt werden. Hier wurden 27,5% (n=3.371.021) der Fälle behandelt, die in Kategorie C Krankenhäusern anfielen. Im zweiten Quartil (kleine Kliniken mit 5.396 bis 9.377 Fällen pro Jahr) konnte 11,3% (n=1.333) der potentiellen Organspender und 14,3% (n=1.754.580) der Gesamtfallzahlen der Kategorie C Krankenhäuser gefunden werden. Im ersten Quartil (sehr kleine Kliniken mit <5396 Fällen pro Jahr) wurden 6,1% (n=721) der in den Krankenhäusern der Kategorie C gefundenen potentiellen Organspender und 6,9% (n=852.469) der Gesamtfallzahlen der Kategorie C Krankenhäuser entdeckt (Abbildung 6).

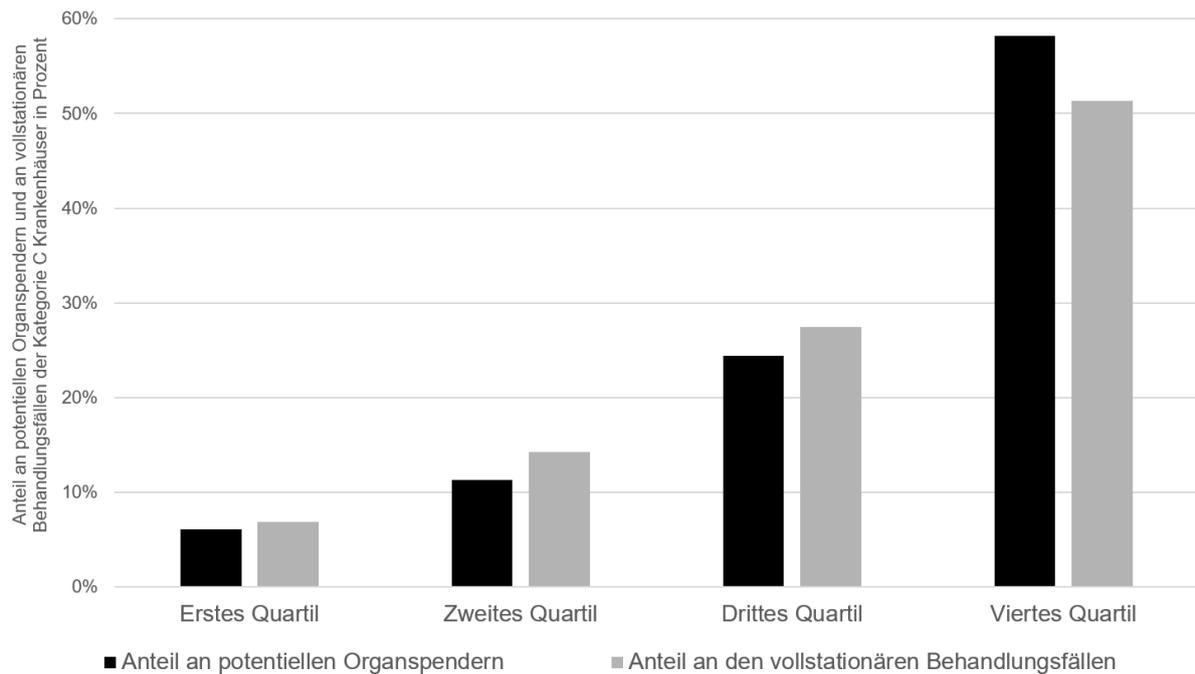


Abbildung 6: Verteilung der potentiellen Organspender in Krankenhäusern der Kategorie C nach Klinikgröße. Die Krankenhäuser der Kategorie C (Intensivstation ohne neurochirurgische Abteilung, n=932) wurden nach der Gesamtzahl der jährlichen stationären Behandlungsfälle in Quartile (n=233 pro Quartil) unterteilt. Das erste Quartil umfasst die Kliniken ≤ 5.395 Fälle, das zweite Quartil die Kliniken mit 5.396 bis 9.377 Fällen, das dritte Quartil die Kliniken mit 9.378 bis 14.666 Fällen und das vierte Quartil die Kliniken mit 14.667 bis 49.516 Fällen.

3.3 Vergleich des Anteils der invasiv beatmeten potentiellen Organspender zwischen den verschiedenen Krankenhauskategorien

In Krankenhäusern der Kategorie A konnten insgesamt 8.595 Todesfälle mit der Haupt- oder Nebendiagnose eines primären oder sekundären Hirnschadens ohne Kontraindikation für eine Organspende gefunden werden (Schritt 1-3 des Analysealgorithmus). Von diesen erhielten 30,4% (n=2.615) keine invasive Beatmung und konnten daher nicht als potentielle Organspender klassifiziert werden (Ausschluss in Schritt 4 des Analysealgorithmus). In Krankenhäusern der Kategorie B wurden 14.017 Todesfälle mit einem kodierten Hirnschaden und keiner Kontraindikation für eine Organspende nachgewiesen. Davon erhielten 43,8% (n=6.139) keine invasive Beatmung. In Krankenhäusern der Kategorie C wurden 32.111 Todesfälle mit einer kodierten primären oder sekundären Hirnschädigung ohne Kontraindikationen für eine Organspende festgestellt. Bei 63,2% (n=20.290) erfolgte keine invasive Beatmungstherapie (Abbildung 7).

Kategorie A Krankenhäuser (n=8.595)

Kategorie B Krankenhäuser (n=14.017)

Kategorie C Krankenhäuser (n=32.111)

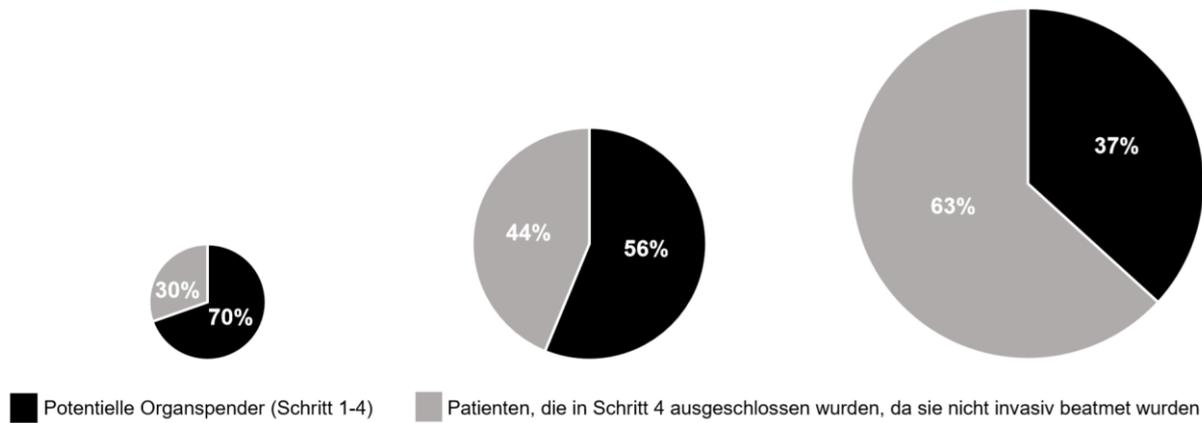


Abbildung 7: Behandlungspraxis der Krankenhauskategorien. Vergleich der Anteile der invasiv beatmeten Patienten mit primärer oder sekundärer Hirnschädigung zwischen den verschiedenen Krankenhauskategorien.

3.4 Analyse des Organspendepotentials in Abhängigkeit von der Art der Region

Die Analyse der Daten hinsichtlich der räumlichen, regionalen Verteilung ergab, dass der Großteil der potentiellen Organspender von 51,4% (n=14.436) im bevölkerungsverdichteten Agglomerationsraum gefunden wurde. Aus diesem Ballungsraum wurden 51,3% (n=1.124) aller Kontakte initiiert und insgesamt 51,0% (n=437) aller Organspendern realisiert. Die Kontaktquote lag bei 7,8% und die Realisationsquote bei 3,0%. Im verstädterten Raum wurden 28,2% (n=7.909) der potentiellen Organspender nachgewiesen und 26,9% (n=589) aller Kontakte mit der DSO aufgenommen. Es wurden 26,4% (n=226) der Organspenden realisiert und die Kontakt- und Realisationsquote betrug 7,4% und 2,9%. Im ländlichen Raum wurden 20,4% (n=5.742) der potentiellen Organspender entdeckt. Es wurden 21,8% (n=480) aller Kontakte mit der DSO initiiert und 22,6% (n=194) aller Organspender rekrutiert (Abbildung 8.1-3). Die Kontaktquote lag bei 8,4%, die Realisationsquote bei 3,4%. Zwischen den einzelnen Regionstypen konnten keine signifikanten Unterschiede in Kontakt- und Realisationsquote festgestellt werden ($p=0.145$ und $p=0.211$).

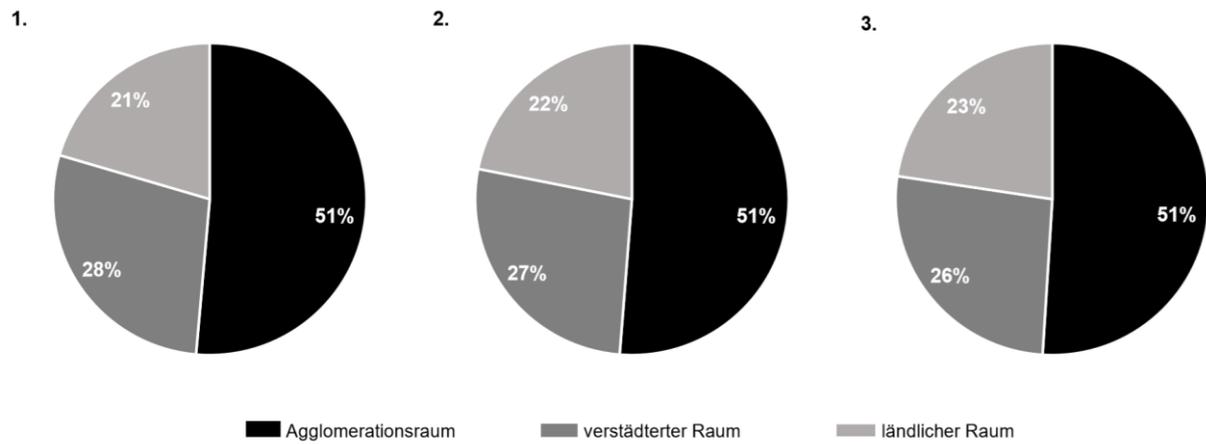


Abbildung 8: Verteilung von potentiellen Organspendern (1), DSO-Kontaktaufnahmen (2) und realisierten Organspendern (3) auf verschiedene Regionstypen im Jahr 2016.

3.5 Analyse der Anteile von Kraniotomien bei potentiellen Organspendern

Die Anzahl der Kraniotomien stieg von 2010 bis 2016 von 2.060 auf 2.419 gleichbedeutend einer Zunahme um 17,3% an. Gleichzeitig nahm die Anzahl der potentiellen Organspender von 23.937 auf 28.087 zu, was einem relativen Anstieg von 17,4% entspricht. Entsprechend blieb der Anteil der potentiellen Organspender, bei denen eine Kraniotomie durchgeführt wurde, konstant bei 8,6%.

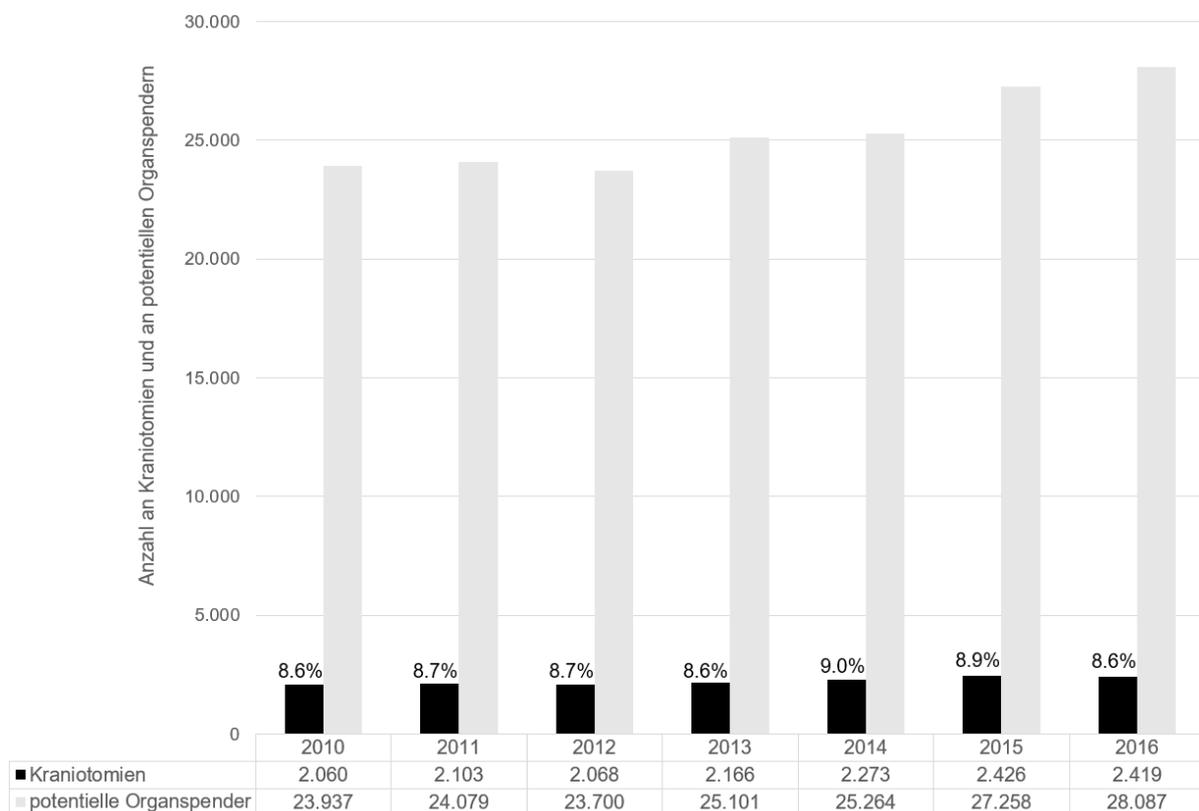


Abbildung 9: Anteil der Kraniotomien an den potentiellen Organspendern in den Jahren 2010 bis 2016

4. Diskussion

Die vorliegende Dissertation hat vier wesentliche Ergebnisse hervorgebracht:

1. Der größte Anteil des Organspendepotentials wurde in Krankenhäusern der Kategorie C gefunden. Gerade diese Kliniken hatten im Jahre 2016 eine sehr niedrige Kontakt- und Realisierungsquote.
2. Patienten mit einer Hirnschädigung ohne Kontraindikationen für Organspende wurden in Kliniken der Kategorie A und B deutlich häufiger invasiv beatmet als in Kliniken der Kategorie C.
3. Die Kontakt- und Realisierungsquoten unterschieden sich nicht signifikant zwischen städtischen und ländlichen Regionen in Deutschland.
4. Der Anteil von potentiellen Organspendern mit einer Kraniotomie ist zwischen 2010 und 2016 konstant geblieben.

Bis heute wird häufig die These aufgestellt, dass potentielle Organspender vor allem in großen Krankenhäusern zu finden sind³². Unter dieser Annahme erscheint es sinnvoll, die Anstrengungen zur Erhöhung der Organspenderzahlen vor allem auf große Zentren zu konzentrieren. Diese Arbeit bestätigt, dass zwar relativ gesehen die Zahl der potentiellen Organspender pro Krankenhaus in der Tat in den Krankenhäusern der Kategorien A und B am höchsten ist. Der größte Anteil des absoluten nationalen Organspendepotentials und vor allem die geringste Realisierungsquote ist jedoch in Krankenhäusern der Kategorie C zu finden. Hier erscheinen erhebliche, bisher ungenutzte Potentiale vorhanden zu sein. Dieser Befund wird durch eine kleinere, lediglich

regionale retrospektive Analyse gestützt, die kürzlich in der Region Ost der DSO, die Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen umfasst, durchgeführt wurde. Im Rahmen dieser Studie wurden retrospektiv alle Todesfälle aktenbasiert analysiert und sorgfältig geprüft, warum keine Organspende möglich war oder initiiert wurde. Sie ergab, dass 69,8% aller potentiellen Organspender in Kliniken der Kategorie C zu finden sind²⁴. Dies ist ein wichtiges komplementäres Ergebnis, das deutlich macht, dass eine konsequente und strukturierte Beseitigung des Identifikations- und Meldedefizit der Kategorie C Krankenhäusern die Möglichkeit eröffnet, die Organspenderzahlen zu erhöhen. Da die Mehrheit der potentiellen Organspender im größten Quartil der Kategorie C-Krankenhäuser gefunden wurde, erscheint es aus Praktikabilitätsgründen gerechtfertigt, erforderliche Verbesserungsmaßnahmen vorerst auf diese größeren Kategorie C-Krankenhäuser zu konzentrieren. Wenn die Realisierungsquote in diesen Kliniken (2016: 1,7%) auf das Niveau der Kategorie A-Krankenhäuser (2016: 4,6%) gesteigert werden könnte, dann würde die Zahl der Organspender in Deutschland um mehr als ein Drittel (n=340) ansteigen.

Dennoch sollte die besonders niedrige Kontakt- und Realisierungsquote in den Kategorie C Krankenhäusern nicht darüber hinwegtäuschen, dass in allen Kategorien noch viel Raum für Verbesserungen besteht. Wenn alle Kliniken eine Kontaktquote von 30% und eine Realisierungsquote von 10% der potentiellen Organspender erreichen, was auf der Grundlage der Ergebnisse des DSO-Inhouse-Koordinationsprojekts²⁷ realistisch und erreichbar erscheint, könnte die Zahl der Organspender auf etwa 2.800 pro Jahr erhöht werden und damit einem Viertel der 9.697 auf der Warteliste von 2017 stehenden Patienten zu einer Transplantation verhelfen.

Im internationalen Vergleich hat Deutschland mit 11.5 Organ Spendern/ Million Einwohnern im Jahr 2016 eine sehr niedrige Organ Spenderrate³³. In Spanien (43.4/ Million Einwohner³⁴) und in den Vereinigten Staaten (31.0/ Million Einwohner³⁵) ist die Organ Spenderrate fast vier- bzw. dreimal so hoch wie in Deutschland. Die Gründe für diese Unterschiede sind mehrfach untersucht worden, um geeignete Interventionen für Länder mit niedrigen Organ Spenderaten zu finden³⁶. Ein wichtiger Faktor scheint die Untersuchung der Kontaktquote bzw. im internationalen Raum genannte Konversionsrate zu sein. Die Betrachtung dieser Konversionsrate ermöglicht eine Rückmeldung, inwieweit das Organ Spendepotential der jeweiligen Klinik ausgeschöpft wurde. In den USA wurden bereits 1998 alle am Organ Spendeprozess beteiligten Kliniken verpflichtet ihre Todesfälle zu melden³⁷. Mit Hilfe eines Auswahlverfahrens, das unserem Analysealgorithmus ähnelt, wird jährlich das Organ Spendepotential der Klinik veröffentlicht. Im Zeitraum von 2003-2015 stieg die Zahl der potentiellen Organ Spender in den USA um 5,3%³⁸, aber die Zahl der realisierten Organ Spender nahm dahingegen um 22,6%³⁹ zu. Die Verpflichtung eines Krankenhauses sein konkretes Organ Spendepotential zu veröffentlichen scheint also zu einem Anstieg der Zahl der Organ Spender beizutragen. Es bleibt aber zu beachten, dass es keine gezielte Untersuchung darüber gibt, ob es sich wirklich um einen kausalen Zusammenhang zwischen der Einführung der Verpflichtung und der Zunahme der realisierten Organ Spender handelt.

Interessanterweise wurde 2019 in Deutschland eine zweite Änderung des Transplantationsgesetzes verabschiedet⁸. Diese verpflichtet alle Entnahmekrankenhäuser im Rahmen von internen Qualitätssicherungssystemen ihr jeweiliges Organ Spendepotential an die DSO zu melden. Die Identifizierung und die Meldung potentieller Organ Spender soll damit bewertet werden können. Diese Daten werden

erstmalig im Sommer 2020 an die DSO gemeldet und daraufhin veröffentlicht. Zum einen resultiert aus diesem Gesetz eine Verpflichtung zur klinikinternen Qualitätssicherung im Rahmen von Organspendeprozessen. Zum anderen wird Transparenz geschaffen. Sollte die Qualität der Organspendersuche in Krankenhäusern nicht eigeninitiativ verbessert werden, könnte dann auch extern eingegriffen werden. Ob diese Intervention erfolgreich ist, muss in den kommenden Jahren beobachtet und untersucht werden.

Das zweite Hauptergebnis dieser Arbeit ist, dass sich der Anteil der Patienten mit primärer oder sekundärer Hirnschädigung, die invasiv beatmet werden, zwischen den verschiedenen Krankenhauskategorien erheblich unterscheidet. Während 70% der Patienten in Universitätskliniken vor ihrem Tod invasiv beatmet wurden, waren es in Kliniken der Kategorie C nur 37%. Auch wenn in spezialisierten Universitätskliniken ein anderes Patientengut behandelt wird als in Krankenhäusern der Kategorie C, können diese Unterschiede nicht alleine dadurch erklärt werden. Da mehr als 707 ICD 10-Codes zur Auswahl der entsprechenden Patienten verwendet wurden, ist es wahrscheinlich, dass die Patientencharakteristika in den verschiedenen Krankenhauskategorien zumindest ähnlich sind. Darüber hinaus legt die Arbeit von Brauer und Kollegen nahe, dass es scheinbar auch keine wesentlichen Altersunterschiede zwischen den potentiellen Organspendern der verschiedenen Krankenhauskategorien gibt²⁴.

Es ist daher wahrscheinlich, dass die Behandlung von Patienten mit neurologischen Erkrankungen in Kliniken der Kategorie C häufiger vorzeitig abgebrochen und auf eine Beatmung verzichtet wird als in Kliniken mit einer neurochirurgischen Abteilung (Kategorie A und B Kliniken). Andererseits können die Unterschiede jedoch auch daher

rühren, dass in Kliniken der Maximalversorgung häufiger alle zur Verfügung stehenden therapeutischen Optionen ausgenutzt werden, auch wenn die Chance auf einen positiven Verlauf gering ist. Insgesamt werden diese unterschiedlichen Herangehensweisen einen erheblichen Einfluss auf die Qualität der Versorgung haben und deren Auswirkung erfordert dringend weitere Forschung. Es muss aber festgestellt werden, dass diese Arbeit keine Erkenntnisse zu den Ursachen dieser erheblichen Unterschiede in der Behandlungspraxis liefern kann. Es lässt aber die Annahme zu, dass es ein noch größeres Potential für Organspenden geben könnte, als die Analyse der potentiellen Organspender vermuten lässt.

Was den dritten Kernbefund betrifft, so gab es überraschenderweise keinen Unterschied in der Kontakt- und Realisierungsquote zwischen ländlichen und städtischen Regionen. Untersuchungen dieser Art sind in Deutschland bis jetzt noch nicht veröffentlicht worden. In der Vergangenheit konnten signifikante Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Organspendern und -empfängern nur in den Vereinigten Staaten nachgewiesen werden^{40,41}. Hieran orientiert wurde zunächst die Arbeitshypothese aufgestellt, dass es auch hierzulande ein Missverhältnis in der Organspende zwischen ländlichen, entlegeneren Kliniken und denjenigen in städtischen Gebieten geben könnte. Bei der strukturierten Datenauswertung nach Regionstypen in dieser Arbeit wurden keine signifikanten Unterschiede in der Melde- oder Spendepraxis der Kliniken unterschiedlicher Regionstypen nachgewiesen. Damit wurde die literaturbasierte initiale Hypothese widerlegt und es konnte gezeigt werden, dass - zumindest in Deutschland - der Standort einer Klinik keinen Einfluss auf die Ausschöpfung des Organspendepotentials hat. Damit sind also Maßnahmen, die speziell auf den ländlichen Raum abzielen, nicht erforderlich.

Im Anschluss an die Veröffentlichung der Organspendepotentialanalyse von Schulte et al. in 2018²³ wurde angezweifelt, dass dieses datenbasiert und retrospektiv ermittelte Potential wirklich dem tatsächlichen Potential entspricht. Zum Beispiel wurde vermutet, dass eine verbesserte neurochirurgische Behandlungspraxis, wie z.B. dekompressive Kraniotomien, zu einer geringeren Anzahl von Patienten mit irreversiblen Hirnfunktionsausfällen führen würde. Kraniotomien werden bei Hirnschädigungen zur Druckentlastung eingesetzt, wobei die Prozedur dazu führen kann, dass kein irreversibler Hirnfunktionsausfall eintritt. Der Patient könnte dann aber im weiteren Verlauf an einer anderen Komplikation versterben, welche nicht zum irreversiblen Hirntod führt. Er würde aber somit nicht für eine Organspende zur Verfügung stehen, aber in unserer Arbeit als potentieller Spender identifiziert werden. Sollte der Anteil der potentiellen Organspender, bei dem prä mortal eine dekompressive Kraniotomie durchgeführt wurde, gestiegen sein, so könnte dies zum Überschätzen des Organspendepotentials führen. Hierbei ist zu beachten, dass die Patienten mit Kraniotomie nicht im Rahmen des Analysealgorithmus dieser Arbeit rausgefiltert werden. Aus diesem Grund haben wir untersucht, bei wie vielen potentiellen Organspendern im Zeitraum von 2010 bis 2016 eine dekompressive Kraniotomie kodiert wurde. Wir konnten zeigen, dass die absolute Anzahl der Kraniotomien über den Betrachtungszeitraum tatsächlich angestiegen ist. Setzt man diese Zahlen jedoch ins Verhältnis zur absoluten Zahl potentieller Organspender, ist der Anteil an Kraniotomien gleichgeblieben. Das bedeutet, dass die Zunahme der Prozedur parallel zur Zunahme des Organspendepotentials verläuft. Somit konnte ich zeigen, dass das Organspendepotential nicht durch die vermehrte Durchführung von Kraniotomien überschätzt wird. Fletcher und Kollegen⁴² führten 2011 in Michigan eine fallbasierte retrospektive Analyse durch. Sie analysierten

alle Patienten, die an die lokale für Organspende verantwortliche Organisation (OPO) gemeldet wurden. Es wurde evaluiert, ob eine dekompressive Kraniotomie im Organspendeprozess vermehrt dazu führt, dass Patienten nicht als Spender zugelassen werden. Sie konnten zeigen, dass Patienten mit Prozedur ähnlich häufig als Spender zugelassen wurden wie Patienten ohne Prozedur. Zusammengefasst können wir damit zeigen, dass das Organspendepotential nicht durch die vermehrte Durchführung von Kraniotomien überschätzt wird.

Wenn man international von "potentiellen Organspendern" spricht, werden damit meist Patienten gemeint, die aufgrund von klinischen Befunden für eine Organspende geeignet wären. In der vorliegenden Arbeit wurden diejenigen als potentielle Organspender definiert, die anhand von Abrechnungsdaten als Organspender geeignet schienen. Das bedeutet, dass die potentiellen Organspender durch ein retrospektives Auswahlverfahren anhand ihrer Abrechnungsdaten identifiziert wurden. Daher werden die Zahlen höher sein als die in ähnlichen internationalen Studien^{38,43}. Trotzdem sind Vergleiche von Subgruppen, wie in unserem Fall Krankenhauskategorien und Regionstypen, möglich, da alle Gruppen gleich stark überschätzt werden und damit die Unterschiede valide sind. Darüber hinaus hängt die Qualität der Daten dieser Arbeit stark von der Kodierungsqualität der Krankenhäuser ab. Da ein erhebliches wirtschaftliches Interesse seitens der Krankenhäuser selbst und der Krankenkassen besteht, kann diese aber grundsätzlich als hoch eingeschätzt werden.

Zusammenfassend zeigt diese Arbeit, dass es in Deutschland ein unausgeschöpftes Organspendepotential gibt. Wenn dieses Potential erschlossen werden könnte, könnten Tausende von Patienten eine lebensrettende Organtransplantation erhalten und damit Lebensqualität

und Lebenserwartung gewinnen. Es wurden die Kliniken mit dem größten Potential identifiziert, aber es sind weitere Studien erforderlich, um herauszufinden, welche Maßnahmen die Organspendeprozesse in diesen Kliniken wirksam verbessern können. Es konnte erneut gezeigt werden, dass Probleme bei der Erkennung und Meldung potentieller Organspender verantwortlich für die niedrigen Organspenderraten in Deutschland sind. Zukünftige Interventionen sollten ihren Schwerpunkt auf diese Prozesse legen.

5. Zusammenfassung

Hintergrund:

Seit 2010 ist die Zahl der Organspenden in Deutschland um ein Drittel zurückgegangen, vor allem durch unerkannte Organspender. Es ist unklar, wie sich der unerkannte potentielle Spenderpool auf die verschiedenen deutschen Krankenhauskategorien (A=Universitätskliniken, B=Krankenhäuser mit Neurochirurgie, C=Krankenhäuser ohne Neurochirurgie) und Regionstypen verteilt. Zudem ist unbekannt, ob eine erhöhte Anzahl von neurochirurgischen Interventionen wie dekompressive Kraniotomien zu einer sinkenden Anzahl von Organspendern führt.

Methoden:

Mithilfe von Daten des Statistischen Bundesamtes wurde eine bundesweite Sekundärdatenanalyse aller deutschen stationären Fälle des Jahres 2016 (n=20.063.689) durchgeführt. Als potentielle Organspender wurden alle Todesfälle betrachtet, bei denen primäre oder sekundäre Hirnschäden kodiert wurden und eine Organspende nicht durch eine Kontraindikation oder fehlende Beatmungstherapie ausgeschlossen wurde. Anschließend wurden die potentiellen Organspender in den Jahren 2010 bis 2015 analysiert und untersucht, wie viele potentielle Organspender eine Kraniotomie codiert hatten.

Ergebnisse:

Im Jahr 2016 wurden 28.087 potentielle Organspender identifiziert. Davon wurden 21% in der Kategorie A, 28% in der Kategorie B und 42% in Krankenhäusern der Kategorie C gefunden. Die Kontaktquote (=organspendebezogene Kontakte/ potentielle Organspender) und Realisierungsquote (=realisierte Organspender/ potentielle

Organspender) der Krankenhäuser der Kategorie A, B und C betrug 10,6% bzw. 4,6%, 10,9% bzw. 4,8% und 6,0% bzw. 1,7%. 58,2% des Spenderpotentials der Krankenhäuser der Kategorie C befanden sich im größten Quartil der Krankenhäuser der Kategorie C. In Krankenhäusern der Kategorie A wurden 30,4% der ansonsten geeigneten potentiellen Organspender nicht invasiv beatmet, dieser Anteil lag in Kategorie B Krankenhäusern bei 43,8% und in Kategorie C Krankenhäusern bei 63,2%. 51% (n=14.436) der potentiellen Organspender wurden in Krankenhäusern des Agglomerationsraums behandelt, 28% (n=7.909) in verstädterten Gebieten und 21% (n=5.742) in ländlichen Gebieten. Die Kontakt- und Realisierungsquote unterschied sich zwischen diesen Gebieten nicht signifikant. Es konnte kein Anstieg der Kraniotomie-Rate bei potentiellen Organspendern zwischen 2010 und 2016 festgestellt werden.

Schlussfolgerungen:

Der größte Anteil an potentiellen Organspendern und die niedrigste Realisierungsquote ist in Krankenhäusern der Kategorie C zu finden. Es konnten erhebliche Unterschiede in der Beatmungspraxis zwischen den Krankenhaus-kategorien festgestellt werden. Die Melde- und Spendepraxis unterscheidet sich bemerkenswerterweise nicht zwischen städtischen und ländlichen Regionen. Zudem erklären vermehrte neurochirurgische Interventionen nicht den Anstieg des Organspendepotentials. In Zukunft sollte der Fokus auf die Verbesserung der Prozessqualität in den Entnahmekrankenhäusern gelegt werden, um die Organspenderzahlen zu erhöhen.

6. Literaturverzeichnis

1. Eknoyan G, Lameire N. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease.
2. Burra P, De Bona M. Quality of life following organ transplantation. *Transplant International*. 2007;20(5):397-409.
3. Deutsche Stiftung Organtransplantation. *Organspende und Transplantation in Deutschland. Jahresbericht 2018*.
4. Statista. Einwohner in den USA bis 2024. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19320/umfrage/gesamtbevoelkerung-der-usa/>. Accessed 15.05.2020.
5. Rana A, Gruessner A, Agopian VG, et al. Survival Benefit of Solid-Organ Transplant in the United States. *JAMA surgery*. 2015;150(3):252-259.
6. Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz - TPG). www.organspende-info.de/fileadmin/Organspende/01_Informieren/06_Gesetze_und_Richtlinien/03_Gesetze_und_Richtlinien/Transplantationsgesetz_TPG_.pdf. Published 2019. Accessed.
7. Gesetz zu Regelung der Entscheidungslösung im Transplantationsgesetz. In. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012 Teil I Nr.3312.07.2012.
8. Zweites Gesetz zur Änderung des Transplantationsgesetzes-Verbesserung der Zusammenarbeit und der Strukturen bei der Organspende. www.organspende-info.de/fileadmin/Organspende/01_Informieren/06_Gesetze_und_Richtlinien/03_Gesetze_und_Richtlinien/Bundesgesetzblatt_2019_ZweitesGesetzzurAenderungdesTransplantationsgesetzes.pdf. Published 22.03.2019. Accessed.
9. Lauterbach K NG, Sitte P, Spahn J, Braun H, Dittmar S, Oppermann T, Schmidtke C, Sorge T, Weiss S,. Entwurf eines Gesetzes zur Regelung der doppelten Widerspruchslösung im Transplantationsgesetz. 2019.
10. Organspende- die Entscheidung zählt! Statistiken. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung,. <https://www.organspende-info.de/zahlen-und-fakten/statistiken.html>. Accessed 07.03.2020.
11. Organspende- die Entscheidung zählt! Voraussetzungen. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung,. <https://www.organspende-info.de/organspende/voraussetzungen.html>. Accessed 07.03.2020.
12. Beschluss der Bundesärztekammer über die Richtlinie gemäß § 16 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 TPG für die Regeln zur Feststellung des Todes nach § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 TPG und die Verfahrensregeln zur Feststellung des endgültigen, nicht behebbaren Ausfalls der Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 TPG, Vierte Fortschreibung. *Dtsch Arztebl International*. 2015;112(27-28):A-1256.
13. Deutsche Stiftung Organtransplantation. Leitfaden für die Organspende-Unterstützungsangebot der Koordinierungsstelle DSO,. https://www.dso.de/Leitfaden%20fr%20die%20Organspende/01_%20Unterstützungsangebot%20der%20Koordinierungsstelle%20DSO/DSO%20Leitfaden%20Kapitel%2001.pdf. Published November 2016. Accessed 07.03.2020.
14. Deutsche Stiftung Organspende. Leitfaden für die Organspende. In:2016.
15. Organspende-Die Entscheidung zählt! Hirntod. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung,. <https://www.organspende-info.de/organspende/hirntod.html>. Accessed 07.03.2020.

16. Haverich A, Haller H. Organtransplantation in Deutschland. *Der Internist*. 2016;57(1):7-14.
17. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. BZgA Repräsentativbefragung. www.organspende-info.de/infothek/studien Published 2019. Updated 28.05.2019. Accessed 04.10.2019.
18. Organspende-Die Entscheidung zählt! Einstellungen und Wissen. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung,. <https://www.organspende-info.de/zahlen-und-fakten/einstellungen-und-wissen.html>. Accessed 07.03.2020.
19. Küpers M, Dudda M, Kauther MD, Schwarz B, Hausen SA, Jöckel K-H. Organspendeausweise bei Schockraumpatienten. *Dtsch Arztebl International*. 2020;117(11):183-187.
20. Eurotransplant. ET Yearly Statistics Overview, 2010-2017. https://statistics.eurotransplant.org/index.php?search_type=overview&search_text=9023. Accessed 22.03.2020.
21. Statista. Anzahl der Verkehrstoten im Straßenverkehr in Deutschland von 1991 bis 2019,. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/185/umfrage/todesfaelle-im-strassenverkehr/>. Accessed 15.05.2020.
22. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Indikator 79 der ECHI shortlist: Altersstandardisierte Fall-Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen stationärer Behandlung der Diagnosen Akuter Myokardinfarkt und Schlaganfall, in Prozent. http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_st_art_neu/&p_aid=3&p_aid=79008139&nummer=813&p_sprache=D&p_indsp=-&p_aid=75993865. Accessed 22.03.2020.
23. Schulte K, Borzikowsky C, Rahmel A, et al. Decline in Organ Donation in Germany. *Deutsches Arzteblatt international*. 2018;115(27-28):463-468.
24. Brauer M, Günther A, Pleul K, et al. Wie viele potenzielle Organspender gibt es wirklich? *Der Anaesthetist*. 2019;68(1):22-29.
25. Deutsche Stiftung Organtransplantation. *Organspende und Transplantation in Deutschland. Jahresbericht 2017*.
26. Deutsche Stiftung Organtransplantation. DSO-Transplantcheck für Excel. www.dso.de/organspende/fachinformationen/informationen-für-transplantationsbeauftragte-und-krankenhausverwaltungen/transplantcheck. Accessed 17.10.2019.
27. Blum K. Inhousekoordination bei Organspenden Abschlussbericht. www.dki.de/sites/default/files/downloads/inhousekoordination_bei_organspenden.pdf Published 2012. Accessed 17.10.2019.
28. Kaiser GM, Wirges U, Becker S, et al. In-House Coordination for Organ Donation—Single-Center Experience in a Pilot Project in Germany (2006 to 2013). *Transplantation proceedings*. 2014;46(6):2066-2069.
29. Deutsche Stiftung Organtransplantation. Benannte Entnahmekrankenhäuser im Sinne des § 9a Abs. 1 Transplantationsgesetz. In:2018.
30. Deutsche Stiftung Organtransplantation. *Organspende und Transplantation in Deutschland. Jahresbericht 2016*.
31. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Laufende Raumb Beobachtung - Raumabgrenzungen, Siedlungsstrukturelle Regionstypen. www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/SiedlungsstrukturelleGebietstypen/Regionstypen/regionstypen.html. Published 2009. Accessed 17.10.2019.

32. Sheehy E, Conrad SL, Brigham LE, et al. Estimating the Number of Potential Organ Donors in the United States. *New England Journal of Medicine*. 2003;349(7):667-674.
33. IRODaT- International Registry on Organ Donation and Transplantation. Germany. <http://www.irodat.org/?p=database&c=DE&year=2016#data>. Accessed 07.05.2020.
34. IRODaT- International Registry on Organ Donation and Transplantation. Spanien. <http://www.irodat.org/?p=database&c=ES&year=2016#data>. Accessed 07.05.2020.
35. irODaT- International Registry on Organ Donation and Transplantation. USA. <http://www.irodat.org/?p=database&c=US&year=2016#data>. Accessed 07.05.2020.
36. Rodríguez-Arias D, Wright L, Paredes D. Success factors and ethical challenges of the Spanish Model of organ donation. *The Lancet*. 2010;376(9746):1109-1112.
37. Medicare and Medicaid programs; hospital conditions of participation; identification of potential organ, tissue, and eye donors and transplant hospitals' provision of transplant-related data--HCFA. Final rule. *Federal register*. 1998;63(119):33856-33875.
38. Klassen DK, Edwards LB, Stewart DE, Glazier AK, Orlowski JP, Berg CL. The OPTN Deceased Donor Potential Study: Implications for Policy and Practice. *American Journal of Transplantation*. 2016;16(6):1707-1714.
39. Siminoff LA, Gardiner HM, Wilson-Genderson M, Shafer TJ. How Inaccurate Metrics Hide the True Potential for Organ Donation in the United States. *Progress in transplantation (Aliso Viejo, Calif)*. 2018;28(1):12-18.
40. Weeks WB, Lushkov G, Nelson WA, Wallace AE. Characteristics of Rural and Urban Cadaveric Organ Transplant Donors and Recipients. *The Journal of Rural Health*. 2006;22(3):264-268.
41. Axelrod DA, Guidinger MK, Finlayson S, et al. Rates of Solid-Organ Wait-listing, Transplantation, and Survival Among Residents of Rural and Urban Areas. *Jama*. 2008;299(2):202-207.
42. Fletcher JJ, Bergman K, Watcharotone K, Jacobs TL, Brown DL. Lack of association between decompressive craniectomy and conversion to donor status. *Clinical transplantation*. 2011;25(1):83-89.
43. Rose C, Nickerson P, Delmonico F, Randhawa G, Gill J, Gill JS. Estimation of Potential Deceased Organ Donors in Canada. *Transplantation*. 2016;100(7):1558-1563.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn PD Dr. med. Kevin Schulte für die ausgezeichnete Betreuung und die unerschütterliche Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit. Ich bin sehr dankbar für die Begleitung meiner ersten Schritte ins wissenschaftliche Arbeiten und habe viel aus unseren Gesprächen lernen und mitnehmen dürfen.

Außerdem möchte ich mich ganz besonders bei Herrn Prof. Dr. med. Thorsten Feldkamp bedanken. Er hat mich bei der Anfertigung dieser Dissertation kontinuierlich und immer konstruktiv gefördert. Ich verdanke ihm zahllose Anregungen und daneben umfangreiche Einblicke in die Wissenschaft.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dr. med. Benedikt Kolbrink für die produktive und angenehme Zusammenarbeit und die Hilfe bei jeglichen Problemen danken. Ich bin sehr dankbar für die tolle Zusammenarbeit in dieser Arbeitsgruppe und möchte mich beim gesamten „Lab“ (v.a. Jodok Püchel) für die angeregten Gespräche, die konstruktive Kritik und den emotionalen support bedanken.

Zudem möchte ich der nephrologischen Abteilung des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein um Prof. Dr. med. Ulrich Kunzendorf für die freundliche Begrüßung und die konstruktive Kritik in den Mittagsbesprechungen danken.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich meiner Familie, vor allem meiner Mutter und meinem Vater, für die finanzielle und emotionale Unterstützung während meines Studiums und meiner Dissertation danken. Nicht zuletzt möchte ich meinem Freund für seine emotionale Unterstützung und seine Hilfe bei dieser Arbeit meinen Dank aussprechen.

Veröffentlichungen

Schulte K., **Esser G.**, Kolbrink B., et al. Organ donor potential increases despite rising numbers of decompressive craniectomies.

Dtsch Arztebl Int 2020; 117: 542-3

Esser G., Kolbrink B., Borzikowsky C., et al. Evaluation of underidentification of potential organ donors in German hospitals.

PLOS ONE 2020 15(11): e0242724.

Selbstständigkeitserklärung nach § 8 der Promotionsordnung

Hiermit erkläre ich, dass diese Arbeit, abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer, selbständig von mir erarbeitet und zusammengestellt wurde, sowie unter Einhaltung der Regeln für gute wissenschaftliche Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft angefertigt wurde. Ferner erkläre ich hiermit, dass diese Arbeit von mir bisher weder bei der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel noch an anderer Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens eingereicht wurde.