

Hanna Grundmann

Dr. med.

Nucleustransfer – Ein Segen für alle Betroffenen?

Fach/Einrichtung: Institut für Geschichte und Ethik der Medizin der Universität Heidelberg

Doktormutter: Prof. Dr. Monika Bobbert, Dipl.psych.

VORGEHEN UND SCHWIERIGKEITEN BEIM NUCLEUSTRANSFER

Thema der vorliegenden Arbeit ist die Einführung des Nucleustransfers in die klinische Praxis zur Verhinderung der Vererbung von Mitochondriopathien. Mitochondriale Erkrankungen treten mit einer Prävalenz von etwa 1:5000 – 1:8000 auf und führen, da sie die Mitochondrien betreffen, zu einer Energieunterversorgung der Zellen im Körper. Typisch für sie ist ein sehr heterogenes Krankheitsbild. So kann z.B. eine Mutter selbst ein symptomfreies Leben führen und dennoch ein schwer belastetes Kind bekommen. Die Prognosestellung bezüglich der Krankheitsausprägung ist aufgrund besonderer mitochondrialer Eigenschaften in vielen Fällen unzureichend und auch Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik liefern häufig keine zufriedenstellenden Ergebnisse. In einigen Fällen vererbt die Mutter die Erkrankung mit so hoher Wahrscheinlichkeit an das Kind, dass für diese betroffenen Paare bislang nur die Option der Kinderlosigkeit oder einer Adoption bleibt, weil sie auch unter Anwendung der bisherigen Methoden wie Pränataldiagnostik oder Präimplantationsdiagnostik kein gesundes Kind bekommen können.

Die neue Technik des Nucleustransfers verspricht, betroffenen Paaren zu einem genetisch verwandten und gesunden Kind zu verhelfen. Nun sind bereits die bisherigen reproduktionsmedizinischen Verfahren mit zahlreichen ethischen Problemen verbunden. Im Hinblick auf den Nucleustransfer treten neue, spezielle ethische Fragen hinzu.

Die vorliegende Arbeit beansprucht, die Einführung dieser Technik in die medizinische Praxis unter Einbeziehung der biologischen Hintergründe der Mitochondrien sowie der bestehenden medizinisch-technischen Herausforderungen aus ethischer Sicht zu reflektieren.

Einleitend wurden in Kapitel eins Aufbau und Ziele der vorliegenden Arbeit vorgestellt.

Um nachvollziehbar zu machen, warum sich die Prognosestellung bezüglich der Krankheitsausprägung sowie die Anwendung der bisherigen Methoden zur Verhinderung der Vererbung einer mitochondrialen Erkrankung so schwierig gestalten, wurde in Kapitel zwei zunächst ausführlich auf die biologischen Eigenschaften der Mitochondrien eingegangen. Auch die Besonderheit des Nucleustransfers lässt sich mit diesem Wissen besser erkennen. In der vorliegenden Arbeit standen die Erkrankungen im Fokus, die durch Mutationen in der mitochondrialen DNA hervorgerufen werden, da nur sie durch den Einsatz des Nucleustransfers mit Austausch der Mitochondrien verhindert werden können. Die Vererbung erfolgt in diesem Fall immer von der Mutter an das Kind. Aufgrund der meistens vorliegenden Heteroplasmie¹ führen Mutationen erst zu einem Krankheitsbild, wenn die Menge pathologischer mitochondrialer DNA einen mutationsspezifischen Schwellenwert überschritten hat. Allerdings sind für viele Erkrankungen keine genauen Schwellenwerte bekannt oder diese sind individuell spezifisch oder gewebeabhängig.

Die Entwicklung der Mutationsrate in den Zellen ist aufgrund spezieller mitochondrialer Eigenschaften² nur schwer vorherzusagen. Somit ist die Prognose, wann die Mutationsrate den mutationsspezifischen Schwellenwert erreicht und es zu klinischen Symptomen im betroffenen Kind kommt, nur in wenigen Fällen verlässlich.

Um dennoch eine möglichst genaue Prognose bezüglich der Entwicklung der Mutationsrate stellen und betroffene Paare mit Kinderwunsch beraten zu können, arbeiteten Poulton und Turnbull folgende drei Kriterien heraus, die für eine verlässliche Prognosestellung erfüllt sein sollten und in der vorliegenden Arbeit als Grundlage eben dafür verwendet wurden: Erstens muss die Verteilung der Mutation in den Zellen und Geweben gleichmäßig sein, damit eine Probe von einer Stelle aussagekräftig für den Mutationsgehalt im gesamten Kind ist. Zweitens darf sich die so ermittelte Mutationsrate über die Zeit nicht verändern, da sonst der Schwellenwert erreicht werden könnte, ab dem Symptome der Erkrankung auftreten. Das dritte Kriterium verlangt eine Korrelation zwischen der Mutationsrate und der Ausprägung des klinischen Bildes. Diese Kriterien sind mutationsspezifisch und Probleme bestehen vor allem darin, dass zum einen die Eigenschaften der einzelnen Mutationen noch nicht bekannt

¹ Heteroplasmie = Vorliegen von physiologischer mitochondrialer DNA und pathologischer mitochondrialer DNA in einem Mitochondrium. Es muss nicht jedes Mitochondrium einer Zelle betroffen sein und das Verhältnis von gesunder zu mutierter mitochondrialer DNA kann von Zelle zu Zelle stark variieren.

² Mitochondrien vervielfältigen sich in Abhängigkeit des Energiebedarfes der Zelle durch Spaltung und Fusion, wobei es dem Zufall überlassen ist, welche der vorliegenden Mitochondrien sich vermehren. Gleichfalls erfolgt die Verteilung der Mitochondrien auf die Zellen willkürlich (mitotische Segregation) und kann zu gewebspezifischen Symptomen führen. Eine Besonderheit stellt der mitochondriale Bottleneck dar. Dieser Mechanismus beschreibt, dass aus dem gesamten mitochondrialen DNA-Pool nur wenige Moleküle repliziert werden und somit den Ursprung für die Nachkommenschaft bilden. Auf diese Weise kann sich in einer Zelle eine bestimmte mitochondriale DNA innerhalb kürzester Zeit ausbreiten und aus einer vorher bestehenden Heteroplasmie eine Homoplasmie werden.

sind und diese Kriterien zum anderen – soweit bekannt – nur auf sehr wenige Mutationen zutreffen. Mit Hilfe der von Bredenoord et al. anhand der o.g. Kriterien erstellten und weithin akzeptierten Klassifikation wurde dem Leser in der vorliegenden Arbeit ein Überblick über die vielen verschiedenen mitochondrialen Mutationen vermittelt und auf deren spezifische Eigenschaften eingegangen (Siehe Kapitel 2.2.2.). Hervorzuheben ist dabei vor allem die Klasse der stabilen Mutationen, da sie alle drei o.g. Kriterien erfüllt, aufgrund derer eine reliable Prognosestellung möglich ist. In diese Kategorie fallen jedoch nur die wenigsten der mitochondrialen Mutationen. Alle anderen Mutationsklassen erfüllen o.g. Kriterien nicht und gehen deshalb mit zuvor erwähnten Problemen in der Prognosestellung einher.

Bislang sind kurative Therapien für Mitochondriopathien im Allgemeinen nicht erfolgreich, sodass das Augenmerk verstärkt auf die Vermeidung der Vererbung der Erkrankungen gelegt wird. In Kapitel drei wurde eine Übersicht der derzeitigen Möglichkeiten für betroffene Mütter mit Kinderwunsch erarbeitet und die Techniken im Einzelnen erläutert. In Kapitel vier erfolgte eine Überprüfung deren Anwendung speziell für die einzelnen Klassen der mitochondrialen Mutationen. Die auftretenden Probleme der jeweiligen Methoden in Bezug auf die einzelnen Mutationen wurden aufgezeigt und erläutert, warum die herkömmlichen Verfahren keine sichere Prognosestellung zulassen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Eizellspende jede Form der Mitochondriopathie sicher verhindern würde, sie jedoch aus verschiedenen Gründen ethisch umstritten und in einigen Ländern, unter anderem in Deutschland, gesetzeswidrig ist. Zudem ist die Mutter mit ihrem Kind folglich genetisch nicht verwandt. Pränatal-³ und Präimplantationsdiagnostik⁴ können nur für die wenigen Mitochondriopathien sicher angewandt werden, die obengenannte Kriterien von Poulton und Turnbull erfüllen, da für diese die Entwicklung der Mutationsrate verlässlich abgeschätzt werden kann. Unklare Prognosen führen zu einer unnötigen Verunsicherung der zukünftigen Eltern. Abgesehen von der Eizellspende sind alle bisherigen Methoden zudem lediglich Diagnostikmethoden, die zwar die Mutationsrate im Kind abschätzen können, jedoch nichts an der Mutationsrate in den mütterlichen Eizellen ändern. Sollte die betroffene Mutter nur Eizellen mit hoher Mutationsrate haben, kann ihr mit den bisherigen Techniken folglich nicht zu einem gesunden Kind verholfen werden.

³ Im Rahmen der Pränataldiagnostik (PND) lässt sich in der 10. Schwangerschaftswoche über eine Chorionzottenbiopsie die Mutationsrate im Fetus bestimmen und anhand derer die Entscheidung treffen, ob die Schwangerschaft fortgeführt oder beendet werden soll.

⁴ Bei der Präimplantationsdiagnostik (PID) wird von mehreren in vitro gezeugten Embryonen mittels einer Blastenbiopsie derjenige Embryo mit der niedrigsten Mutationsrate ausgewählt und in die Gebärmutter der zukünftigen Mutter eingebracht.

Als neuartige Methode wurde der Nucleustransfer im fünften Kapitel der vorliegenden Arbeit vorgestellt. In der Forschung wurden verschiedene Techniken erprobt, die alle das Ziel des vollständigen Austauschs der von der Mutter vererbten, pathologischen mitochondrialen DNA, bei erhaltener genetischer Abstammung zwischen Mutter und Kind, anstreben. An dieser Stelle wurde dem Leser eine Übersicht aller in der Literatur beschriebenen Verfahren vermittelt sowie Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken vergleichend aufgezeigt. Vorrangig werden zwei verschiedene Methoden angewandt, der Chromosomen- und der Pronucleustransfer.⁵ Beim Chromosomentransfer wird der mütterliche Zellkern in eine zuvor entkernte Spenderinnen-Eizelle mit gesunden Mitochondrien eingebracht und mit dem Samen des zukünftigen Vaters befruchtet. Der entstandene Embryo kann anschließend in die Gebärmutter transferiert und ausgetragen werden. Beim Pronucleustransfer werden hingegen zunächst sowohl die mütterliche als auch die Spenderinnen-Eizelle mit dem Samen des Vaters befruchtet und anschließend der befruchtete Eizellkern der mütterlichen Zelle im Pronucleusstadium⁶ in die entkernte Spenderinnen-Eizelle überführt.

Die Besonderheit des Nucleustransfers liegt darin, dass er theoretisch für jede mitochondriale Mutation einsetzbar wäre und zudem durch den Austausch der gesamten mitochondrialen DNA auch Frauen gesunde Kinder bekommen könnten, deren Eizellen durchweg eine so hohe Mutationsrate aufweisen, dass eine spontane Konzeption und die Anwendung der konventionellen Methoden nicht zielführend sein können. Zusätzlich wäre das Problem der schwierigen Prognosestellung umgangen, da anschließend nur noch gesunde Mitochondrien im Embryo vorlägen. Auch eine Vererbung der Erkrankung an zukünftige Generationen wäre folglich verhindert. Doch so vielversprechend sich diese neuartige Technik anhört, bestehen in der Durchführung doch einige technische Schwierigkeiten, welche in den Artikeln medizinischer Fachzeitschriften oftmals nur einzeln beleuchtet werden. Nach ausführlicher Literaturrecherche wurden die einzelnen technischen Probleme bei der Durchführung des Nucleustransfers in Kapitel 5.2. der vorliegenden Arbeit zusammengetragen und im einzelnen dargelegt. Eine Herausforderung besteht darin, einerseits das vollständige nukleäre Erbgut zu transferieren und andererseits möglichst wenig Zellplasma mit pathologischen Mitochondrien zu übertragen.

Die versehentliche Übertragung pathologischer Mitochondrien in die Eizelle der Spenderin führt zu einer Heteroplasmie aus Wildtyp-mitochondrialer DNA der Spenderin und

⁵ Weiterhin gibt es noch den Keimbläschen- und den Polkörperchentransfer, deren Anwendung in der Klinik jedoch noch nicht absehbar ist.

⁶ Pronucleusstadium = Vorkernstadium; Männlicher und weiblicher Vorkern liegen nebeneinander in der Eizelle vor, sind jedoch noch nicht miteinander verschmolzen.

pathologischer mütterlicher mitochondrialer DNA. Selbst bei Vorliegen eines nur sehr geringen Mutationsgrades im entstehenden Kind besteht die Möglichkeit, dass sich die krankhaften Mitochondrien durch den mitochondrialen „Bottleneck“ unverhältnismäßig stark vermehren und es schließlich zu einer klinischen Symptomausprägung kommt. Weiterhin könnte die mitotische Segregation zu einer vermehrten Ansammlung pathologischer mitochondrialer DNA in einzelnen Geweben führen, mit der Folge eines gewebespezifischen, relevanten Energiemangels.

Für eine sichere Anwendung des Nucleustransfers und ein auch über die Zeit gesund bleibendes Kind muss also die Voraussetzung erfüllt sein, dass die Übertragung pathologischer Mitochondrien sicher ausgeschlossen ist oder dass es sich um eine gut bekannte, stabile Mutation handelt, die eine verlässliche Prognose der Entwicklung der Mutationsrate im Kind erlaubt. Dieser Kategorie können jedoch nur wenige der mitochondrialen Mutationen zugeordnet werden. Theoretisch kann der Nucleustransfer allerdings auch für die anderen, instabilen Mutationen gewinnbringend sein: Durch die Verringerung der Mutationsrate im entstehenden Kind werden aller Wahrscheinlichkeit nach das Auftreten des klinischen Bildes zeitlich hinausgezögert und die Symptome abgeschwächt. In der Bewertung des Nucleustransfers aus ethischer Sicht spielt die Erfolgswahrscheinlichkeit eine zentrale Rolle, weshalb diese in Kapitel 5.2.4. erörtert wurde. Auffallend war, dass diese in Abhängigkeit der Zielsetzung unterschiedlich ausfallen kann. Die Ergebnisse verschiedener Studien wurden miteinander verglichen und darauf basierend eine Abschätzung der Erfolgswahrscheinlichkeit sowohl im Hinblick auf die erfolgreiche Entwicklung eines Embryos als auch auf die Übertragungsrate pathologischer Mitochondrien vorgenommen. Die Übertragungsrate pathologischer mitochondrialer DNA ist mit 1-2 Prozent schon sehr zufriedenstellend, da die meisten schweren Symptome erst bei wesentlich höheren Mutationsraten – beispielsweise ab 60 Prozent beim Leigh-Syndrom – in Erscheinung treten. Hinsichtlich der erfolgreichen Weiterentwicklung der Embryonen nach Nucleustransfer verzeichnet die Technik bereits gute Ergebnisse. Sie erreicht im Schnitt eine Blastozystenrate von 50 Prozent.

Im Jahr 2016 wurde das erste Kind nach Nucleustransfer geboren, wodurch sich erstmals die Gelegenheit ergab, eine Schwangerschaft nach Nucleustransfer und die Entwicklung des Kindes bis zur Geburt und darüber hinaus zu verfolgen. In der vorliegenden Arbeit wurde dieser Fall in Kapitel sechs beschrieben und die Ergebnisse der gesichteten Tierstudien mit den tatsächlich gemachten Erfahrungen im Menschen verglichen. In den Eizellen der selbst symptomfreien Mutter konnten ausschließlich nahezu hundertprozentige Raten der zum

Leigh-Syndrom führenden Mutation 8993 T > G nachgewiesen werden, weshalb die Entstehung eines gesunden Kindes auf natürlichem Weg ausgeschlossen war. Der chinesische Mediziner Zhang aus New York City verhalf ihr unter Durchführung von Chromosomentransfers zu einem klinisch gesunden Kind mit Mutationsraten zwischen null und neun Prozent. Der letzte Stand zeigte auch mit sieben Monaten ein gesundes Kind. Negativ auffallend war eine unerwartet hohe Anzahl an Aneuploidien unter den Embryonen nach Chromosomentransfer (3 von 4 Embryonen waren aneuploid.). Mittels einer Präimplantationsdiagnostik konnte ein euploider Embryo identifiziert werden, doch war die Auswahl somit auf einen einzigen Embryo beschränkt.

BEWERTUNG DES NUCLEUSTRANSFERS AUS ETHISCHER SICHT

Der Nucleustransfer bringt viele ethische Probleme mit sich, die auch bei anderen Reproduktionsverfahren auftreten und bereits häufig diskutiert wurden. In Kapitel sieben wurde jedoch ein Überblick über ethische Probleme gegeben, die speziell im Zusammenhang mit dem Nucleustransfer auftreten. In Kapitel 7.1. der vorliegenden Arbeit wurde eine ethische Technik-Folgen-Abschätzung zum Nucleustransfer in Bezug auf das entstehende Kind durchgeführt. Es fiel auf, dass das Ergebnis des Nucleustransfers in Abhängigkeit der Zielsetzung unterschiedlich zu bewerten ist. Besteht das Ziel darin, die Übertragung der pathologischen mitochondrialen DNA der Mutter an das Kind hundertprozentig zu verhindern, ist es bislang aufgrund der – wenn auch geringen – Rate übertragener mütterlicher pathologischer Mitochondrien und der Unsicherheit über deren weiteres Verhalten im Körper des Kindes noch nicht hundertprozentig erreicht. Besteht das Ziel jedoch in einem klinisch gesunden Kind, könnte bereits von einem Erfolg der Technik gesprochen werden. Die Mutationsrate im Kind ist mit 1-2 Prozent schon so gering, dass es vermutlich nicht an Symptomen leiden wird oder – so ist anzunehmen – diese zumindest später und vielleicht auch schwächer ausgeprägt auftreten werden. Mittels einer anschließenden Präimplantationsdiagnostik ließe sich ein Embryo mit möglichst geringer Mutationsrate auswählen.

Weiterhin wurde diskutiert, ob die Erfolgswahrscheinlichkeit ausreichend für eine ethisch vertretbare Einführung des Nucleustransfers in die Praxis ist. Sowohl im Hinblick auf die Rate übertragener pathologischer mitochondrialer DNA als auch auf die Entwicklungsfähigkeit der Embryonen nach Nucleustransfer wäre eine Legalisierung der Technik annehmbar. Eingeschränkt wird diese Ansicht jedoch dadurch, dass die Langzeitauswirkungen auf das zukünftige Kind bislang weitgehend unbekannt sind.

Verschiedene Probleme wurden in den folgenden Unterkapiteln zusammengetragen, unter ethischen Gesichtspunkten beleuchtet und anhand von Studien bewertet. Vorrangig bestehen Bedenken bezüglich der übertragenen pathologischen mitochondrialen DNA im Embryo. Es ist nicht vollständig ausgeschlossen, dass es später im Kind zu einer Vermehrung bis oberhalb der Symptomschwelle kommen kann, wodurch die Einführung des Nucleustransfers in die Praxis ethisch nicht vertretbar wäre. Ebenso ist unklar, ob es zu einer Störung der Interaktion der mütterlichen nukleären DNA mit der mitochondrialen DNA der Spenderin kommen kann und ob das Zusammenspiel der beiden, aufgrund der Heteroplasmie nebeneinander vorliegenden, verschiedenen mitochondrialen DNAs funktioniert. Die Studienergebnisse sind bislang jedoch vielversprechend, sodass eher keine größeren Probleme diesbezüglich zu erwarten sind.

Darüber hinaus weisen aktuelle Studien auf einen weitaus größeren Einfluss der Mitochondrien auf den menschlichen Körper hin als zuvor gedacht. Dies bedeutet im Hinblick auf den Nucleustransfer, dass durch dessen Anwendung mehr Eigenschaften verändert werden und die Anwendung dieser Technik eine weitreichendere Bedeutung hat als lediglich eine bessere Bereitstellung der Energie für die Zellen. Einen Eingriff in das Genom des Menschen hat es in der Form bislang noch nicht gegeben, da Befürchtungen hinsichtlich einer möglichen Selektion bestimmter Merkmale und die Angst vor einem „Designer-Baby“ bestehen. Dennoch werden diese menschlichen Eigenschaften bislang auch durch den Nucleustransfer nicht gezielt beeinflusst, da keine Auswahl der Eltern anhand bestimmter Kriterien erfolgt, sondern die entstehende Neukombination der elterlichen Gene ähnlich willkürlich ist, wie sie auch unter natürlichen Bedingungen erfolgen würde.

Im Rahmen der Literaturrecherche fiel auf, dass ein Mangel an Studien über längere Zeiträume bezüglich der späteren Auswirkungen des Nucleustransfers auf das entstehende Kind besteht, wodurch eine Bewertung der Langzeitauswirkungen des Nucleustransfers auf das Kind erschwert wird. Ebenso gibt es bislang nur wenige Studien an humanen Eizellen – Forschung wurde aus ethischen Gründen bisher vorrangig an Tieren vorgenommen – sodass die Ergebnisse damit nicht hundertprozentig auf den Menschen übertragbar sind. Um die tatsächlichen Auswirkungen des Nucleustransfers auf den Menschen über längere Zeit beurteilen zu können, sind vor Einführung des Nucleustransfers in die Praxis weitere Studien über längere Zeiträume an humanen Zellen vonnöten. Dieses Problem wurde thematisiert sowie eine Kritik der vorhandenen Studien verfasst.

Die in der Technik-Folgen-Abschätzung aufgezeigten Schwierigkeiten beziehen sich direkt auf das entstehende Kind. Mit der Einführung des Nucleustransfers in die Praxis treten jedoch

weitere ethische Fragen auf, welche in Kapitel 7.2. der vorliegenden Arbeit beleuchtet wurden. Ein großes Problem hinsichtlich des Nucleustransfers bezieht sich aufgrund der Diversität des klinischen Krankheitsbildes der Mitochondriopathien auf dessen Anwendung für eine heterogene Gruppe von Erkrankungen. Aufgrund individuell unterschiedlicher Einstellungen bezüglich der Grenze, ab der ein bestimmter Phänotyp als nicht mehr zumutbar gilt und der Nucleustransfer zur Verhinderung der Vererbung dieser Erkrankung zugänglich sein sollte, ist eine allgemeingültige Festlegung schwierig. Denkbar wäre jedoch eine Ethikkommission zu etablieren, die von Fall zu Fall individuell über den Einsatz der Technik entscheiden könnte, ähnlich wie es derzeit in Deutschland für die Präimplantationsdiagnostik gehandhabt wird.⁷ So würde den Frauen, die Mutationen für schwere Mitochondriopathien tragen, der Nucleustransfer nicht vorenthalten. Durch die Einzelfallentscheidung wäre eine Prävention vor der leichtfertigen oder zu ausgedehnten Anwendung der Technik gegeben, und es bestünde ein Schutz vor einer Selektion entsprechend der subjektiven Wünsche und Wertvorstellungen der betroffenen Paare.

Weiterhin wurde festgestellt, dass es sich beim Nucleustransfer mit Austausch der mitochondrialen DNA um eine Keimbahnveränderung handelt, die über das weibliche Geschlecht an Folgegenerationen stets weitervererbt wird. Keimbahnveränderungen sind aufgrund fehlender Zustimmungsmöglichkeiten folgender Generationen und nicht absehbarer Langzeitauswirkungen ethisch fragwürdig und gesetzlich verboten.⁸ In der Abwägung möglicherweise auftretender Langzeitfolgen gegen das relativ sichere Auftreten der Mitochondriopathie, kann in vielen Fällen jedoch davon ausgegangen werden, dass die Langzeitauswirkungen nach Nucleustransfer nicht schwerwiegender ausfallen als die volle Ausprägung der Erkrankung.⁹

Weiterhin wurde die Besonderheit thematisiert, dass das nach Nucleustransfer entstehende Kind das Erbgut dreier Menschen in sich trägt – die nukleäre DNA von Vater und Mutter, die mitochondriale DNA hingegen von der Spenderin. Die Rolle der Eltern wurde diskutiert und es stellte sich heraus, dass der Terminus „Dreier-Elternschaft“ nicht gerechtfertigt ist, da die mitochondriale DNA nur einen geringen Anteil von weniger als einem Prozent des Gesamtgenoms des Menschen ausmacht, hauptsächlich für mitochondriale Proteine kodiert und die persönlichen Eigenschaften des Kindes höchstens gering beeinflusst. Zudem wird den sozialen Eltern, die ein Kind großziehen, die hauptsächliche Elternrolle zugesprochen und die

⁷ Vgl. §3a Absatz 3 ESchG.

⁸ Vgl. §5 ESchG.

⁹ So führt beispielsweise das Leigh-Syndrom bereits in den ersten Lebensjahren zum Tod.

rein genetische Verwandtschaft tritt in ihrer Bedeutung für die Elternschaft zunehmend in den Hintergrund.

Sollte der Nucleustransfer in Deutschland eingeführt werden, müsste zuvor die für die Durchführung notwendige Eizellspende legalisiert werden.¹⁰ Aus diesem Grund wurde auf ethische Fragen eingegangen, die im Zusammenhang mit der Eizellspende auftreten. Die umfassende Debatte zur Frage der Legalisierung konnte im Rahmen dieser Arbeit jedoch lediglich cursorisch behandelt werden.

Darüber hinaus erfolgte eine Erörterung der Fragen, ob es ein durch die reproduktive Autonomie begründetes Recht auf ein eigenes Kind gibt – womit sich für die Legalisierung des Nucleustransfers argumentieren ließe – und ob es darüber hinaus ein Recht auf ein *gesundes* eigenes Kind gibt. Es zeigte sich, dass es bereits strittig ist, ob es ein Recht auf ein eigenes Kind gibt. Ein Recht auf ein gesundes Kind gibt es jedoch sicher nicht, weshalb hiermit nicht für die Einführung des Nucleustransfers in die Praxis argumentiert werden kann. Grundsätzlich lässt sich zusammenfassen, dass der Nucleustransfer zukünftig großes Potenzial aufweist, den von Mitochondriopathien betroffenen Menschen zu gesunden, genetisch verwandten Kindern zu verhelfen und möglicherweise die Mutation sogar vollständig aus der Familienlinie zu verdrängen. Die Einführung jeder neuen Technik birgt Unsicherheiten, die erst mit den über längere Zeit gemachten Erfahrungen ausgeräumt werden können. Durch häufigeren Einsatz des Nucleustransfers ließe sich die praktische Durchführung der Technik perfektionieren. Es ist zudem ethisch fragwürdig, Familien eine Technik vorzuenthalten, die ihnen zu gesunden Kindern verhelfen und schwere Schicksale verhindern könnte. Doch wenn entsprechenden Paaren auch die größtmögliche Hilfe angeboten werden sollte, kann dies dennoch nur im Rahmen der gesetzlichen und medizinischen Möglichkeiten geschehen. Neue Reproduktionstechniken sollten zudem einer ethischen Überprüfung hinsichtlich der Auswirkungen für Individuum und Gesellschaft unterzogen werden. Eine überstürzte Legalisierung des Nucleustransfers gilt es deshalb unbedingt zu vermeiden, da bislang noch o.g. ethische Fragen offen sind, die vor der Einführung des Nucleustransfers in die Praxis geklärt werden sollten. Ebenfalls werden parallel dazu weiterhin Hoffnungen in bessere Therapien der Mitochondriopathien – beispielsweise mittels Gentechnik – gesetzt, welche eventuell zukünftig eine gute Alternative zu dem ethisch umstrittenen Nucleustransfer darstellen könnten.

¹⁰ Vgl. §1 ESchG.