

Mone Spindler · Julia Dietrich
Hans-Jörg Ehnig *Hrsg.*

Diskurs Biogerontologie

Fachwissenschaftliche Einführung und
Leitfaden für Lehrende

Diskurs Biogerontologie

Mone Spindler · Julia Dietrich · Hans-Jörg Ehni
(Hrsg.)

Diskurs Biogerontologie

Fachwissenschaftliche Einführung und
Leitfaden für Lehrende

Herausgeber
Mone Spindler
Tübingen, Deutschland

Hans-Jörg Ehni
Tübingen, Deutschland

Julia Dietrich
Tübingen, Deutschland

ISBN 978-3-658-02113-9 ISBN 978-3-658-02114-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-02114-6

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Lektorat: Frank Schindler, Monika Mülhausen

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer VS ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Danksagung

Das vorliegende Buch ist in Kooperation mit unseren Projektpartner/-innen im BMBF-Projekt „Diskurs: Biogerontologie“ entstanden. Wir möchten uns bei Carmen Aichelin, Fabian Althoff, Diana Aurenque, Asja Beck, Sarah Becker, Solveig Borchers, Wilfried Briest, Gerhard Eschweiler, Michael Fuchs, David Gems, Sebastian Graf von Kielmansegg, Hans-Joachim von Kondratowitz, Peter Kunzmann, Barbara Lohner, Ralf Lutz, Uta Müller, Florian Neuner, Thomas Rentsch, Maartje Schermer, Wolfgang Schlicht, Sebastian Schuol, Irene Schuster, Morris Vollmann, Carolin Wiegand, und Alisa Wurster für ihre gelungenen Beiträge zu diesem Buch bedanken. Unser herzlicher Dank für die hervorragende interdisziplinäre Zusammenarbeit gilt auch unseren zahlreichen weiteren Kooperationspartner/-innen- und Kolleg/-innen, die das Projekt durch ihre Mitwirkung, ihre Anregungen oder ihre Kritik unterstützt haben. Leona Litterst und Zoé Rheinsberg danken wir für ihre umfangreiche und kritische Mitarbeit beim Korrigieren der Druckfahnen und ihr Mitwirken bei der Fortführung des Diskursprojekts.

Ein herzliches Dankeschön gilt unseren studentischen Hilfskräften, die unser Projekt auf vielfältige Weise tatkräftig unterstützt haben.

Nicht zuletzt möchten wir uns auch für das Interesse und Engagement der Teilnehmerinnen unserer acht Lehrveranstaltungen zu ethischen Fragen der Biogerontologie bedanken, welche für die Entwicklung unseres Lehrkonzepts von großer Bedeutung waren.

Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert – den Mitarbeiter/-innen des BMBF bzw. des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums (DLR), die uns betreut haben, möchten wir ebenfalls an dieser Stelle für die kompetente und freundliche Unterstützung danken (Projektnummer 01GP1172A-B).

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 13 |
| | Mone Spindler, Julia Dietrich und Hans-Jörg Ehni | |
| 1.1 | Warum ist ein Diskurs über Biogerontologie wichtig? | 14 |
| 1.2 | „Diskurs: Biogerontologie“: Ein Diskursprojekt zu ethischen Fragen der Biogerontologie | 17 |
| 1.3 | Zur Konzeption des Buches | 22 |
| Teil 1 | Ethische Implikationen der Biogerontologie Eine interdisziplinäre Einführung | 25 |
| 2 | Was ist Biogerontologie? | 27 |
| | Hans-Jörg Ehni | |
| 2.1 | Zur Einordnung des Forschungsfeldes | 27 |
| 2.2 | Theoretische Grundlagen der Biogerontologie | 30 |
| 2.3 | Anvisierte Anwendungen: Eine zukünftige Altersmedizin auf biogerontologischer Grundlage..... | 39 |
| 2.4 | Ziele der Biogerontologie | 42 |
| 3 | Welche ethischen Fragen wirft die Biogerontologie auf? | 55 |
| 3.1 | Einleitung..... | 55 |
| | Julia Dietrich und Uta Müller | |
| 3.2 | Fragen des guten Lebens..... | 58 |
| | Julia Dietrich und Uta Müller | |
| 3.3 | Fragen nach Nutzen und Schaden..... | 69 |
| | Mone Spindler | |
| 3.4 | Fragen nach Rechten und Pflichten | 75 |
| | Hans-Jörg Ehni | |
| 3.5 | Medizinethische und forschungsethische Fragen | 79 |
| | Hans-Jörg Ehni | |
| 3.6 | Exkurs: Anmerkungen zu den rechtlichen Implikationen der Biogerontologie..... | 83 |
| | Sebastian Graf von Kielmansegg | |
| Teil 2 | Das Lehrkonzept „Ethik der Biogerontologie“ Eine didaktische Planungshilfe für Lehrende | 89 |
| | Mone Spindler und Barbara Lohner | |
| 4 | Einleitung | 91 |
| | Mone Spindler und Barbara Lohner | |

| | | |
|---------------|--|-----|
| 5 | Zur Entwicklung und Struktur des Lehrkonzepts | 93 |
| 5.1 | Wie sind wir bei der Entwicklung des Lehrkonzepts vorgegangen? | 93 |
| 5.2 | Didaktische Ausgangspunkte des Lehrkonzepts | 96 |
| 5.3 | Die fünf Bausteine des Lehrkonzepts..... | 99 |
| 5.4 | Wie ist unsere Handreichung aufgebaut? | 104 |
| 6 | Baustein 1: Die Ausformulierung von wertenden Vorannahmen | 107 |
| 6.1 | Wertende Vorannahmen des Lehrkonzepts | 109 |
| 6.2 | Checkliste zur Ausformulierung wertender Vorannahmen | 117 |
| 7 | Baustein 2: Die Analyse der Lehr-/ Lernsituation | 119 |
| 7.1 | Erfahrungen aus unserer Praxis..... | 120 |
| 7.2 | Checkliste zur Analyse der Lehr-/Lernsituation | 123 |
| 8 | Baustein 3: Die Auswahl relevanter Lerninhalte | 127 |
| 8.1 | Die vier Lernbereiche des Lehrkonzepts | 132 |
| 8.2 | Checkliste zur Auswahl relevanter Lerninhalten | 148 |
| 9 | Baustein 4: Die Auswahl von Methoden und Medien | 149 |
| 9.1 | Checkliste 4: Zur Auswahl von Methoden und Materialien..... | 151 |
| 9.2 | Baukasten für die Praxis: Vorschläge für Lerneinheiten | 153 |
| | Mone Spindler, Uta Müller und Barbara Lohner | |
| 10 | Baustein 5: Die Evaluation und Revision | 237 |
| 10.1 | Checkliste zur Evaluation und Revision | 244 |
| Teil 3 | Erfahrungsberichte und Evaluation | 249 |
| 11 | Einleitung | 251 |
| | Mone Spindler, Uta Müller und Barbara Lohner | |
| 12 | Erfahrungsberichte aus acht Lehrveranstaltungen | 254 |
| 12.1 | Ethische Fragen der Biogerontologie. Ein Seminar im Ethisch-Philosophischen Grundlagenstudium an der Eberhard Karls Universität Tübingen..... | 254 |
| | Uta Müller und Mone Spindler | |
| 12.2 | Das medizinische Streben nach Unsterblichkeit. Ein Medizinethik-Seminar an der medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen..... | 260 |
| | Hans-Jörg Ehni | |

| | | |
|------------|--|------------|
| 12.3 | Lebensverlängerung als Herausforderung für Gesellschaft und Wissenschaft. Ein Philosophieseminar an der Technischen Universität Dresden | 264 |
| | Thomas Rentsch und Carolin Wiegand | |
| 12.4 | Das Altern verlangsamen – Länger gesund leben? Ethische Fragen der Biogerontologie und des Alterns in der Seniorenbildung..... | 268 |
| | Ralf Lutz und Mone Spindler | |
| 12.5 | „So verschieden sind wir gar nicht!“ Ein Begegnungstag zwischen Seniorinnen und Senioren und Studentinnen und Studenten eines fächerübergreifenden Hauptseminars an der Eberhard Karls Universität Tübingen..... | 275 |
| | Carmen Aichelin, Fabian Althoff, Asja Beck, Sarah Becker, Solveig Borchers, Julia Dietrich, Florian Neuner, Irene Schuster und Alisa Wurster | |
| 12.6 | Abolishing Aging? Ethical implications of biological research on aging. Gemeinsames Seminar des Fritz Lipmann Instituts und des Ethikzentrums der Friedrich-Schiller-Universität Jena..... | 285 |
| | Peter Kunzmann, Wilfried Briest und Hans-Jörg Ehni | |
| 12.7 | Altern und Ethik. Modul im berufsbegleitenden Online-Studiengang Integrierte Gerontologie der Universität Stuttgart..... | 288 |
| | Hans-Jörg Ehni und Diana Aurenque | |
| 12.8 | Studierende der Philosophie vor neuen Herausforderungen. Ein Seminar im Bachelorstudiengang Philosophie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn..... | 292 |
| | Michael Fuchs | |
| 13. | Die Evaluation des Kurskonzepts – Gibt es Lernerfolge? Konnten ethische Kompetenzen gefördert werden? | 298 |
| | Barbara Lohner | |
| 13.1 | Zur Konzeption der Evaluation – Was wollten wir wissen? | 298 |
| 13.2 | Prozessevaluation – Wie haben wir gearbeitet?..... | 300 |
| 13.3 | Empirische Kompetenzmessung – Wie lässt sich ethische Kompetenz feststellen?..... | 313 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----|
| Abb. 1: | Grundlegende Fragen der Didaktik | 92 |
| Abb. 2: | Die fünf Bausteine des Lehrkonzepts | 100 |
| Abb. 3: | Baustein 1: Die Ausformulierung wertender Vorannahmen | 107 |
| Abb. 4: | Baustein 2: Die Analyse der Lehr-/Lernsituation | 119 |
| Abb. 5: | Baustein 3: Die Auswahl relevanter Lerninhalte | 127 |
| Abb. 6: | Die Lernbereiche des Lehrkonzepts | 129 |
| Abb. 7: | Lernbereich Kompetenzen | 132 |
| Abb. 8: | Der Lernbereich Biogerontologie | 135 |
| Abb. 9: | Der Lernbereich Ethik | 139 |
| Abb. 10: | Der Lernbereich Alter(n) | 145 |
| Abb. 11: | Checkliste zur Auswahl relevanter Lerninhalte | 148 |
| Abb. 12: | Baustein 4: Die Auswahl von Methoden und Medien | 149 |
| Abb. 13: | Checkliste zur Auswahl passender Methoden | 152 |
| Abb. 14: | Ergebnis eines Brainstormings zu der Frage: Was bedeutet Alter(n) für Sie? | 160 |
| Abb. 15: | Die Grabarme des Maulwurfs als Beispiel zweckmäßiger <i>Adaption</i> | 189 |
| Abb. 16: | Die Sehfähigkeit des Maulwurfs als Beispiel zweckloser <i>Retrogression</i> | 191 |
| Abb. 17: | Drei Skulpturen zum Thema: Welche Botschaften sehen Sie darin vermittelt? | 229 |
| Abb. 18: | Baustein 5: Evaluation und Revision | 237 |
| Abb. 19: | Feedbackgrafik: Wie schätzen Sie Ihren eigenen Lernerfolg ein? | 243 |
| Abb. 20: | Feedbackgrafik: Wie schätzen Sie den Lernerfolg Ihrer Lerngruppe ein? | 247 |
| Abb. 21: | Die Konzeption der Evaluation | 300 |
| Abb. 22: | Das Wissen und die Kompetenz im Lernbereich Biogerontologie vor und nach dem Seminar | 306 |
| Abb. 23: | Das Wissen und die Kompetenzen der Teilnehmenden im Lernbereich Ethik vor und nach dem Seminar in der Einschätzung von Teilnehmenden und Lehrenden | 307 |
| Abb. 24: | Die Lerneffekte im Bereich Ethik in der Einschätzung von Teilnehmenden und Lehrenden | 308 |

| | | |
|-----------------|--|-----|
| <i>Abb. 25:</i> | Inwiefern hat das Seminar Ihre persönliche Einstellung zum Altern, zu älteren Menschen und zu den Biowissenschaften verändert? | 309 |
| <i>Abb. 26:</i> | In welchen Bereichen würden Sie Ihre Kenntnisse gerne vertiefen? | 310 |
| <i>Abb. 27:</i> | Inwiefern hat das Seminar dazu beigetragen, dass Sie a) ethische Fragen der Biogerontologie wahrnehmen können, b) sich ein persönliches Urteil bilden können und c) die Diskussion über Biogerontologie eigenständig weiterverfolgen können? | 311 |
| <i>Abb. 28:</i> | Ergebnisse der Textanalyse zur Ethical Literacy vor und nach dem Seminar. Wie häufig wurden Argumente im Bereich impliziten bzw. expliziten ethischen Wissens genannt? | 320 |
| <i>Abb. 29:</i> | Ergebnisse der Textanalyse zur Breite der theoretischen Argumentation. Wie häufig wurden welche Kategorien genannt? | 322 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------------|--|-----|
| <i>Tabelle 1:</i> | Fragematrix zur Basiskonzeption: <i>Was</i> soll gelernt werden - und <i>warum</i> und <i>wie</i> ? | 94 |
| <i>Tabelle 2:</i> | Die fünf Bausteine des Lehrkonzepts im Überblick | 102 |
| <i>Tabelle 3:</i> | Checkliste zur Analyse der Lerngruppe | 124 |
| <i>Tabelle 4:</i> | Checkliste zur Analyse des institutionellen Rahmens | 125 |
| <i>Tabelle 5:</i> | Checkliste zur Analyse Ihrer Voraussetzungen als Lehrende oder Lehrender | 126 |
| <i>Tabelle 6:</i> | Inhalte des Lernbereichs Kompetenzen | 133 |
| <i>Tabelle 7:</i> | Inhalte des Lernbereichs Biogerontologie | 137 |
| <i>Tabelle 8:</i> | Inhalte des Lernbereichs Ethik | 141 |
| <i>Tabelle 9:</i> | Inhalte des Lernbereichs Alter(n) | 146 |
| <i>Tabelle 10:</i> | Die Vorschläge für Lerneinheiten nach Lernbereichen | 154 |
| <i>Tabelle 11:</i> | Die Vorschläge für Lerneinheiten nach Methoden | 154 |
| <i>Tabelle 12:</i> | Ergebnisse der Analyse eines Zeitungsartikels über Biogerontologie | 163 |
| <i>Tabelle 13:</i> | Fragen für die Evaluation | 239 |
| <i>Tabelle 14:</i> | Fragen zur Selbstevaluation | 245 |

1 Einleitung

Mone Spindler, Julia Dietrich und Hans-Jörg Ehni

Die biologische Altersforschung, auch Biogerontologie genannt, hat in den letzten Jahren viele neue Erkenntnisse über körperliche Alterungsprozesse erlangt. WissenschaftlerInnen verstehen immer besser, warum Organismen eigentlich altern, wie körperliche Alterungsprozesse auf molekularer und zellulärer Ebene ablaufen und wie man bei Modellorganismen in diese Prozesse eingreifen kann (vgl. z. B. Kirkwood 2005a, Gems 2009, Dandekar 2004). Ihre Erkenntnisse stehen im Widerspruch zu der Vorstellung, dass körperliches Altern ein unveränderbarer Prozess ist, denn die Befunde zeigen u. a., dass biologische Alterungsprozesse plastisch sind. Das Altern von Modellorganismen lässt sich im Labor manipulieren. Da dabei zum Teil speziesübergreifende Mechanismen wirksam sind, wird vermutet, dass sich diese Ergebnisse auch auf den Menschen übertragen lassen. Gleichzeitig wird jedoch deutlich, wie komplex biologische Alterungsprozesse sind. Von einer vollständigen Entschlüsselung des Alterns ist die Biogerontologie noch weit entfernt.

Den meisten biologischen AltersforscherInnen geht es nicht mehr nur darum, das Altern in seiner Komplexität zu verstehen. Im Kontext der Diskussion über den demografischen Wandel formulieren sie auch praktische Ziele. Ihre Grundlagenforschung soll die Entwicklung neuer medizinischer Interventionen ermöglichen, die dazu beitragen, dass wir länger gesund leben. So sollen auf der Basis biogerontologischer Erkenntnisse neue oder verbesserte präventive oder kurative Interventionen gegen altersassoziierte Erkrankungen entwickelt werden (vgl. z. B. Holsboer und Schöler 2007, Hadley et al. 2005). Die grundlegende Strategie dabei ist die folgende: Anstatt Therapien für einzelne altersassoziierte Krankheiten zu entwickeln, sollen die biologischen Alterungsprozesse selbst bekämpft werden, noch bevor Krankheiten auftreten. Denn das Altern besteht aus biogerontologischer Sicht in der Ansammlung von molekularen Schäden, die in engem Zusammenhang mit der Entstehung altersassoziiierter Krankheiten steht. In der Vermeidung oder Reparatur solcher molekularen Schäden sehen viele BiogerontologInnen deshalb ein neues, biologisches Modell der Präventionsmedizin für die alternde Gesellschaft.

Dieses biogerontologische Konzept einer neuen Altersmedizin ist von zwei anderen Ansätzen zu unterscheiden: von der aktuellen Anti-Aging-Medizin und von der Utopie der Abschaffung des Alterns. Die Anti-Aging-Medizin, die einige MedizinerInnen heute schon in ihren Praxen anbieten, beruft sich oft auf Fortschritte der Biogerontologie. Ihre Anwendungen haben allerdings kaum etwas mit der biogerontologischen Grundlagenforschung zu tun und ihre Evidenz ist fragwürdig (vgl. z. B. Spindler und Streubel 2009, Spindler 2010). Vereinzelt finden sich auch radikale, transhumanistische Ansätze. Diesen zufolge macht es die biologische Altersforschung schon bald möglich, das Altern des Menschen weitgehend abzuschaffen (vgl. insb. de Grey und Rae 2010). BiogerontologInnen weisen diesen medienwirksamen Ansatz jedoch als Science-Fiction zurück (vgl. Warner et al. 2005).

Die Biogerontologie stellt also eine wissenschaftlich fundierte, präventive Medizin gegen das Altern in Aussicht, welche die gesunde Lebenserwartung der Menschen verlängern soll. Im Kontext des Diskurses über den demografischen Wandel sind damit viele individuelle, sozialpolitische und ökonomische Hoffnungen verbunden. Entsprechend wird die biologische Altersforschung mittlerweile auch in Deutschland als ein Zukunftsfeld biomedizinischer Innovation wahrgenommen (vgl. Vollmar und Cuhls 2009, für den angloamerikanischen Raum Fishman et al. 2008). Das mediale und öffentliche Interesse an dem Forschungsfeld ist entsprechend gewachsen.

1.1 Warum ist ein Diskurs über Biogerontologie wichtig?

Die Verlangsamung des Alterns wirft zum einen viele schwierige naturwissenschaftliche und medizinische Fragen auf. Denn trotz der dynamischen Entwicklung des Forschungsfeldes ist die Frage offen, ob wir das Altern des Menschen tatsächlich irgendwann medizinisch verlangsamen *können* werden. Unabhängig davon stellen sich zum anderen ebenso komplexe ethische Fragen (vgl. z. B. Juengst et al. 2003a, Vincent 2006a, Feeser-Lichterfeld 2007, Ehni und Marckmann 2008). Denn es steht auch zur Diskussion, ob wir das Altern medizinisch verlangsamen *sollen*. Was spricht dafür, was spricht dagegen? Die Suche nach Antworten führt u. a. zu folgenden Fragen: Wäre eine Verlangsamung des biologischen Alterns für die Lebensqualität im Alter förderlich? Wirft die neue Präventionsmedizin Fragen der Gerechtigkeit und der Würde auf? Würde die neue Altersmedizin dem Einzelnen und der Gesellschaft mehr Nutzen oder Schaden bringen? Und welche besonderen forschungs- und medizinethischen Probleme stellen sich?

Warum ist ein Diskurs über Biogerontologie wichtig?

- **Ethische Fragen:** Die Biogerontologie wirft nicht nur biologische und medizinische, sondern auch komplexe ethische Fragen auf. Diese werden bisher kaum öffentlich diskutiert und nur teilweise beforscht.
- **Stand der Wissenschaft:** Die ethischen Fragen sollten jetzt diskutiert werden, weil die Forschungserfolge im Tiermodell vielversprechend sind und erste klinische Studien am Menschen geplant werden.
- **Ethik in den Wissenschaften:** Die ethischen Fragen sollten nicht erst diskutiert werden, wenn biogerontologische Interventionen entwickelt sind, sondern schon jetzt im Stadium der Grundlagenforschung. Denn die ethische Reflexion sollte den gesamten Forschungsprozess umfassen und dabei auch von den Wissenschaften selbst mitgetragen werden.
- **Exemplarisch für aktuelle gesellschaftliche Fragen:** Der Diskurs über Biogerontologie ist mit zwei gesellschaftlich höchst relevanten Fragen verbunden: Wie wollen wir mit der Alterung und der Lebensphase Alter umgehen? Und wie wollen wir insgesamt mit der Förderung und mit neuen Erkenntnissen der Lebenswissenschaften umgehen?

Diese ethischen Fragen werden im deutschsprachigen Raum bisher kaum öffentlich diskutiert und erst teilweise wissenschaftlich bearbeitet. Insgesamt sind die Konzepte und Ziele der Biogerontologie wenig bekannt. Vor diesem Hintergrund empfehlen die Fraunhofer Institute ISI und IAO dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, die biologische Altersforschung in Deutschland als ein aussichtsreiches Zukunftsfeld zu fördern und bekannt zu machen. Sie betonen zudem, dass es eines breiten ethisch-gesellschaftlichen Diskurses über das Forschungsfeld bedarf, der über eine klassische Begleitforschung hinausgehen sollte (vgl. Vollmar und Cuhls 2009, 52).

Nun ließe sich fragen, ob ein solcher Diskurs zum jetzigen Zeitpunkt nicht verfrüht ist. Denn das Forschungsfeld befindet sich im Stadium der Grundlagenforschung und derzeit lässt sich nur schwer abschätzen, ob und wenn ja welche Interventionen in Alterungsprozesse es tatsächlich einmal geben wird. Drei Dinge sprechen unseres Erachtens dafür, dass ethische Fragen der Biogerontologie schon jetzt öffentlich diskutiert werden: *Erstens* sind die bisherigen Forschungserfolge der Biogerontologie im Tierversuch sehr vielversprechend. Auch wenn der Weg in die medizinische Praxis noch weit ist, steht zumindest für einzelne biogerontologische Fra-

gestellungen eine klinische Erforschung am Menschen kurz bevor. *Zweitens* sehen wir einen solchen Diskurs im Kontext einer „Ethik *in* den Wissenschaften“, welche die ethische Reflexion in einem dreifachen Sinne *in* den Wissenschaften selbst verankert sehen will (vgl. Steigleder und Mieth 1991):

- Die ethische Reflexion soll sich eben gerade nicht nur auf die möglichen technologischen Anwendungen beziehen, sondern auch die Forschungsprozesse selbst in den Blick nehmen.
- Sie soll dabei den Forschungsprozessen nicht nachträglich folgen, sondern ihnen auch vorausgehen und sie dann begleiten. Denn eine begleitende Diskussion kann helfen zu vermeiden, dass technische Fakten und damit vielleicht Sachzwänge geschaffen werden, bevor eine gesellschaftliche Verständigung über die erwünschte Entwicklung stattgefunden hat. Zudem zeigen Erfahrungen mit anderen technischen Entwicklungen, dass eine begleitende Diskussion ethischer Fragen dazu beitragen kann, dass Risiken neuer Techniken vorausschauender bearbeitet und ihre Potentiale besser ausgeschöpft werden können.
- Und schließlich soll die ethische Reflexion sowohl der „Bringschuld der Wissenschaften“ bei der „Institutionalisierung wissenschaftsethischer Diskurse“ (Mieth 1990, 324) gerecht werden und von den Wissenschaften selbst mitgetragen werden als auch in den gesamtgesellschaftlichen und philosophischen Diskurs eingebettet sein (vgl. Düwell 2000, Düwell 2002, Steigleder und Mieth 1991).

Drittens ist der Diskurs über die biologische Altersforschung bereits jetzt von großer gesellschaftlicher Relevanz, weil er mit zwei übergreifenden gesellschaftlichen Fragen eng verwoben ist, die sich am Beispiel Biogerontologie exemplarisch diskutieren lassen: Wie wollen wir das Alter(n) gestalten? Und wie wollen wir mit modernen Lebenswissenschaften umgehen? Die Frage, wie wir das Alter(n), also den Alterungsprozess und die Lebensphase Alter, gestalten wollen, ist nicht nur angesichts des demografischen Wandels von zentraler Bedeutung für den Einzelnen und für die Gesellschaft. Biologie und Medizin haben seit der Moderne einen großen Einfluss darauf, wie wir das Alter(n) wahrnehmen, behandeln und erleben (vgl. z. B. Katz 1996, Schäfer 2004, Kaufman et al. 2004). Entsprechend sind die Konzepte, die Ziele und die geplanten Anwendungen der Biogerontologie von großem Gewicht in der Diskussion über das Alter(n). Die Frage, wie wir mit dem Alter(n) umgehen sollten, lässt sich jedoch nicht allein biologisch und medizinisch beantworten. Denn es handelt sich um eine ethische Frage, die entsprechend reflektiert werden sollte. Im Diskurs über Biogerontologie lassen sich also exemplarisch ethische Fragen des Alter(n)s diskutieren.

Der Diskurs über Biogerontologie ist auch deshalb wichtig, weil darin exemplarisch ethische Fragen der modernen Lebenswissenschaften diskutiert werden kön-

nen. Wir leben in einer Wissensgesellschaft, in der biomedizinisches Wissen von zentraler Bedeutung für die Wahrnehmung und die Gestaltung der Welt und des Lebens ist (vgl. Böschen und Schulz-Schaeffer 2003, Knoblauch 2010, 273ff, Maasen 2009, 77ff). Biomedizinisches Wissen entsteht durch die Anwendung wissenschaftlicher Methoden, aber basiert – wie jede andere Wissensproduktion – auch auf normativen Vorstellungen darüber, was mit welchen Methoden und Zielsetzungen erforscht werden sollte. Diese Vorstellungen sind mit forschungsstrategischen und wissenschaftspolitischen Entscheidungen und auch mit ökonomischen und gesellschaftlichen Strukturen und Diskussionen (für die Biogerontologie siehe Fishman et al. 2008) verbunden. Wir verstehen Wissenschaft in diesem Sinne als eine soziale Praxis und damit als einen Teil der Gesellschaft. Es bedarf deshalb einer Diskussion darüber, welche Wissensformen und Gestaltungsweisen des Lebens angestrebt werden sollten.

1.2 „Diskurs: Biogerontologie“: Ein Diskursprojekt zu ethischen Fragen der Biogerontologie

Das vorliegende Buch ist die abschließende Veröffentlichung des Projekts „Diskurs: Biogerontologie“ der Universität Tübingen (siehe Infokasten). Das Projekt zielte darauf, die öffentliche und die wissenschaftliche Diskussion über ethische Fragen der biologischen Altersforschung anzuregen.

Ausgangspunkt unserer Projektarbeit war die Frage, was man eigentlich wissen und können muss, um an einem Diskurs über Biogerontologie teilnehmen zu können. Die biologische Altersforschung ist ein sehr spezielles und in schneller Entwicklung befindliches Forschungsfeld. Auch die damit verbundenen ethischen Fragen sind voraussetzungsreich. Wir haben deshalb ein Lehrkonzept „Ethik der Biogerontologie“ erarbeitet, das für ethische Fragen der Biogerontologie sensibilisiert und die Lernenden befähigt, wissenschaftlich informierte und persönliche Stellungnahmen in den Diskurs einbringen zu können. Das Lehrkonzept unterstützt Lehrende an Schulen, Universitäten und in der Erwachsenenbildung bei der Planung von Veranstaltungen zu ethischen Fragen der biologischen Altersforschung in unterschiedlichen Lernkontexten. Die Diskussion über das Forschungsfeld soll sich auf diese Weise verstetigen und möglichst bereits in der Ausbildung von PraktikerInnen und BürgerInnen beginnen. Dabei sind wir in folgenden Arbeitsschritten vorgegangen:

Das Projekt „Diskurs: Biogerontologie“ im Überblick

Ein Verbundprojekt des

- Internationalen Zentrums für Ethik in den Wissenschaften (IZEW)
- und des Instituts für Ethik und Geschichte der Medizin

der Universität Tübingen in Zusammenarbeit mit elf ProjektpartnerInnen unterschiedlicher Disziplinen

| | |
|------------------|---|
| Förderung: | Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) |
| Laufzeit: | Februar 2012 bis August 2013 |
| Leitung: | Dr. Julia Dietrich, Dr. Hans-Jörg Ehni |
| Ziele: | Die öffentliche & wissenschaftliche Diskussion über die biologische Altersforschung anregen durch die Entwicklung eines Lehrkonzepts „Ethik der Biogerontologie“ |
| Arbeitsschritte: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Interdisziplinärer, internationaler Workshop zur Konzeption des Lehrkonzepts 2. Ausarbeitung & Erprobung des Lehrkonzepts in acht Kursen mit Studierenden & SeniorInnen 3. Prozessbegleitende Evaluation 4. Öffentlichkeitsarbeit & partizipative Impulse |
| Ergebnisse: | Artikelpublikationen, Radiosendungen & das vorliegende Buch |
| Projektwebsite: | http://www.uni-tuebingen.de/de/32474 (Zugriff: 12.09.2014) |

- **Auftaktworkshop:** Zum Auftakt des Projekts wurde ein interdisziplinärer, internationaler Workshop mit den ProjektpartnerInnen (siehe Infokasten) durchgeführt. Zusammen mit VertreterInnen der Biogerontologie, Philosophie, Ethik, Medizinethik, Sozialgerontologie, Theologie, Psychologie, Geriatrie und des Rechts wurde ein Erstentwurf des Lehrkonzepts erarbeitet. Wie wir dabei inhaltlich vorgegangen sind, finden Sie in Kapitel 5.1 beschrieben.
- **Erprobung des Lehrkonzepts:** Die Basiskonzeption des Lehrkonzepts wurde ausgearbeitet und praktisch erprobt. In Zusammenarbeit mit den ProjektpartnerInnen wurden acht Kurse zum Thema mit unterschiedlichen Lerngruppen in Tübingen, Bonn, Dresden und Jena durchgeführt (siehe Infokasten). Bei den Lerngruppen handelte es sich um Studierende der Philosophie, der Medizin, der Medizinethik, der Gerontologie und verschiedener Lehramtsstudiengänge sowie um Promovierende der Biogerontologie und um SeniorInnen. Für diese Zielgruppen hatten wir uns entschieden, weil die Studierenden dieser Fächer in ihren zukünftigen Tätigkeitsfeldern z. B. als LehrerInnen, ÄrztInnen oder BiogerontologInnen den Diskurs über Biogerontologie weitertragen können. Wenn

biogerontologische Anwendungen zukünftig in die medizinische Praxis kommen sollten, könnten sie zudem potenzielle AnwenderInnen sein. SeniorInnen in den Diskurs einzubeziehen, war uns ein besonders Anliegen, weil sie über eigene Erfahrungen mit dem Alter(n) verfügen. Die acht Kurse dienten nicht nur der Erprobung des Lehrkonzepts. Die Idee war auch, dass sich der Diskurs über Biogerontologie durch mehrere, kleinere und länger andauernde Diskussionsveranstaltungen nachhaltiger anregen lässt als durch eine große, einmalige Diskursveranstaltung. In Kapitel 12 berichten die Lehrenden von ihren Erfahrungen.

- **Evaluation:** Die Entwicklung des Lehrkonzepts wurde prozessbegleitend evaluiert und mit der Weiterentwicklung eines Instruments zur Messung ethischer

Die ProjektpartnerInnen des Projekts „Diskurs: Biogerontologie“:

Biogerontologie:

Prof. Dr. David Gems, The Institute of Healthy Ageing, University College London

PD Dr. Wilfried Briest, Leibniz-Institut für Altersforschung - Fritz-Lipmann-Institut e. V. (FLI), Jena

Philosophie/Ethik/Medizinethik:

Prof. Dr. Thomas Rentsch und Dr. Morris Vollmann, Institut für Philosophie, Technische Universität Dresden

Dr. Michael Fuchs, Institut für Wissenschaft & Ethik, Bonn

Dr. Uta Müller, IZEW, Universität Tübingen

Prof. Dr. Maartje Schermer, Department Medical Ethics & Philosophy of Medicine, Erasmus Medical Center, Rotterdam

Theologie/Psychologie:

Dr. Ralf Lutz, Katholisch-Theologische Fakultät und IZEW, Universität Tübingen

Gerontologie/Sozialgerontologie:

PD Dr. Hans-Joachim von Kondratowitz, Deutsches Zentrum für Altersfragen, Berlin

Prof. Dr. Wolfgang Schlicht, Integrierte Gerontologie, Universität Stuttgart

Geriatric:

Prof. Dr. Gerhard Eschweiler, Geriatisches Zentrum, Universitätsklinikum Tübingen

Recht:

PD Dr. Sebastian Graf von Kielmansegg, Fachbereich Rechtswissenschaft, Universität Mannheim

Kompetenz verbunden. Konzept und Ergebnisse der Evaluation finden Sie in Kapitel 13 beschrieben.

- **Öffentlichkeitsarbeit und partizipative Impulse:** Im Rahmen des Projekts fanden zwei öffentliche Veranstaltungen über ethische Fragen der Biogerontologie in Tübingen statt. Zum Projektauftritt im März 2012 diskutierten der bekannte britische Biogerontologe und Projektpartner David Gems und die ProjektpartnerInnen Maartje Schermer, Michael Fuchs und Hans-Joachim von Kondratowitz im Internationalen Zentrum für Ethik in den Wissenschaften über die „Abschaffung des Alterns“ (vgl. Weber 2012). Die Ergebnisse des Projekts wurden im April 2013 in Form eines „Offenen Samstagscafés zu ethischen

Die acht Kurse über ethische Fragen der Biogerontologie, die im Rahmen des Projekts „Diskurs: Biogerontologie“ durchgeführt wurden:

„Das Altern abschaffen?“ **Seminar für Lehramtsstudierende**, Universität Tübingen, Juni und Juli 2012, Leitung: Müller, Spindler

„Länger leben?“ **Philosophieseminar**, Universität Bonn, Oktober 2012 bis Januar 2013, Leitung: Fuchs

„Biogerontologie“ **Hauptseminar praktische Philosophie**, Universität Dresden, Oktober 2012 bis Januar 2013, Leitung: Rentsch

„Das Altern verlangsamen – länger gesund leben?“
Seminar für SeniorInnen, HIRSCH Begegnungsstätte für Ältere e. V. Tübingen, November 2012, Leitung: Lutz, Spindler

„Körper-Geschichte(n)“ **Seminar für Lehramtsstudierende**, Universität Tübingen, Oktober bis Dezember 2012, Leitung: Dietrich

„Altern und Ethik“ **Seminar im Online-Studiengang Integrierte Gerontologie**, Universität Stuttgart, November 2012 bis April 2013, Leitung: Ehni, Aurenque

„Ethische Fragen der Biogerontologie“
Interdisziplinäres Seminar für Promovierende der Biogerontologie und Studierende der Ethik, Jena, Mai 2013, Leitung: Briest, Kunzmann, Ehni

„Das medizinische Streben nach Unsterblichkeit Biogerontologie“ **Ethikseminar für Medizinstudierende**, Juni 2013, Leitung: Ehni

Gemeinsamer
intergenerationeller
Begegnungstag

Fragen der biologischen Altersforschung“ in der HIRSCH Begegnungsstätte für Ältere e. V. in Tübingen vorgestellt. Auf dem Programm standen Kurzvorträge von ExpertInnen, eine Gesprächsrunde mit Kursteilnehmenden und eine interaktive Posterausstellung über das Lehrkonzept „Ethik der Biogerontologie“ (vgl. Hermann 2013).

- **Veröffentlichungen:** Neben dem vorliegenden Buch wurden im Rahmen des Projekts zwei Artikel zum Thema veröffentlicht und vier Radiosendungen angeregt (siehe Infokasten).

Schließlich ist wichtig zu erwähnen, dass das Projekt „Diskurs: Biogerontologie“ in enger Verbindung mit aktuellen Forschungen des Projektteams stand und sich so ein sehr lebendiger und fruchtbarer Arbeitszusammenhang ergab: Zu nennen sind

Im Rahmen des Projekts „Diskurs: Biogerontologie“ veröffentlichte Artikel:

Ehni, Hans-Jörg, Julia Dietrich, Jon Leefmann, Mone Spindler. 2012. Das Altern abschaffen? Ethische Fragen der Biogerontologie. ProAlter. Bd. 44 H. 5, S. 60-63.

Spindler, Mone; Hans-Jörg Ehni; Julia Dietrich. 2012. Medizinische Verlangsamung des Alterns. Ethische Aspekte der Biogerontologie und ihre Bedeutung für die Medizin. Ärzteblatt Baden-Württemberg. Bd. 67, H. 9, S. 386-389.

Durch das Projekt angeregte Radiosendungen:

Präsentation von Ergebnissen eines Projektkurses im Freien Radio Wüste Welle:
03.08.2012, Lokalmagazin, Die Zukunft der Altersmedizin (Matzel)

Straßenumfrage zum Thema in Tübingen:
10.08.2012, Lokalmagazin, Altersmedizin (Truncali)

Feature über das Projekt im Deutschlandfunk:
11.04.2013, Studiozeit aus Kultur- & Sozialwissenschaften
Sollen wir das Altern verlangsamen? (Grümmer)
<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/studiozeit-ks/2068868/> (Zugriff: 12.09.2014)

Diskussionsrunde zum Thema im Deutschlandfunk:
19.04.2013, Lebenszeit, Der Traum von der ewigen Jugend (Grümmer/Roehl)
<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/forschak/1045497/> (Zugriff: 12.09.2014)

Julia Dietrichs Arbeiten zur ethischen Urteilsbildung (vgl. Dietrich (in Vorbereitung)), ihre mit Ralf Lutz begonnene Forschung zu ethischer Kompetenzmessung (vgl. Lutz et al. 2011), an deren Weiterentwicklung Wanda Steidle mitgewirkt hat (vgl. Steidle 2012), Hans-Jörg Ehni's medizinethisches Habilitationsprojekt über Ethik der Biogerontologie (vgl. Ehni 2014), Mone Spindlers sozialwissenschaftliche Dissertation über die Anti-Aging-Medizin in Deutschland (vgl. Spindler 2014), und Barbara Lohners erziehungswissenschaftliches Diplomprojekt.

1.3 Zur Konzeption des Buches

Um den öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs über ethische Fragen der biologischen Altersforschung anzuregen, verbindet das vorliegende Buch theoriegeleitete Expertise mit praxiserprobten Konzepten für die Diskurspraxis: Im *ersten Teil* des Buches wird die im Rahmen des Projekts „Diskurs: Biogerontologie“ interdisziplinär erarbeitete **fachwissenschaftliche Systematisierung** ethischer Fragen der Biogerontologie vorgestellt. Forschende, Lehrende und Lernende können sich hier einen wissenschaftlich fundierten Überblick über die Thematik verschaffen. Damit soll die Grundlage für einen sachgerechten und ethisch informierten Diskurs gelegt werden. Zwei Fragen stehen im Mittelpunkt der interdisziplinären Einführung:

- **Was ist Biogerontologie?** Die biologische Altersforschung wird auf eine für Laien verständliche Weise vorgestellt. Nach einer Verortung des Fachs im multidisziplinären Forschungsfeld der Gerontologie wird das neue biogerontologische Verständnis des Alterns skizziert. Ziele der Biogerontologie und anvisierte medizinische Interventionen werden beschrieben.
- **Welche ethischen Fragen wirft die Biogerontologie auf?** Verschiedene ethische Frageperspektiven, die sich in der Diskussion über die biologische Altersforschung finden, werden systematisch entwickelt und vorgestellt. Dies sind Fragen des guten Lebens, Fragen nach Rechten und Pflichten, Fragen nach Nutzen und Schaden sowie forschungs- und medizinethische Fragen. Ergänzt werden diese ethischen Perspektiven durch einen Exkurs zu rechtlichen Implikationen der Biogerontologie.

Im *zweiten Teil* des Buches wird das kompetenzorientierte **Lehrkonzept** „Ethik der Biogerontologie“ vorgestellt. Es zielt auf die Sensibilisierung der Lernenden für ethische Fragen der biologischen Altersforschung, auf eine eigenständige Meinungsbildung und die Befähigung zur Teilhabe am Diskurs über die Biogerontologie, aber auch das Alter(n) und die Lebenswissenschaften. Das Lehrkonzept versteht sich als eine didaktische **Planungshilfe für Lehrende**, die mit ihren Lerngruppen Veranstal-

tungen zum Thema durchführen möchten. Nach einer Erläuterung der Entwicklung und Struktur des Lehrkonzepts werden fünf Bausteine für die Planung behandelt:

1. Wertende Vorannahmen explizieren.
2. Relevante Lerninhalte auswählen.
3. Die Lehr-/Lernsituation analysieren.
4. Einen didaktischen Ablaufplan erstellen.
5. Die eigene Praxis evaluieren und revidieren.

Zu jedem dieser Bausteine finden sich theoretisch fundierte und praktisch erprobte Vorarbeiten und Checklisten, die es Lehrenden ermöglichen, im Rahmen ihrer zeitlichen Möglichkeiten eine passgenaue Planung von Veranstaltungen zu der komplexen interdisziplinären Thematik vorzunehmen.

Im *dritten Teil* des Buches berichten Lehrende – und in einem Fall auch Studierende – von ihren Erfahrungen bei der Durchführung von acht Lehrveranstaltungen, die am vorliegenden Lehrkonzept orientiert waren. Die **Erfahrungsberichte aus der Praxis** bieten Lehrenden reichhaltige Anregungen für ihre eigenen Planungen. Sie verdeutlichen, dass sich anhand des Lehrkonzepts ganz verschiedene Veranstaltungen planen lassen: Kurse unterschiedlichen Formats für verschiedene Zielgruppen und thematische Schwerpunktsetzungen. Im Anschluss daran werden die Konzeption und die Ergebnisse der **Evaluation** des BMBF-Projekts „Diskurs: Biogerontologie“ vorgestellt, in dessen Rahmen das vorliegende Buch entstanden ist. Ausgehend von der Frage, wie Diskursprojekte sinnvoll evaluiert werden können, werden zwei Schwerpunkte der Evaluation fokussiert: die prozessbegleitende Evaluation der Entwicklung des vorliegenden Lehrkonzepts und die explorative Forschung zur ethischen Kompetenzmessung.

Die 22 AutorInnen, die zu unserem Buch beigetragen haben, verwenden dabei in ihren Textteilen jeweils die von ihnen bevorzugte Geschlechterschreibweise.

Teil 1

Ethische Implikationen der Biogerontologie Eine interdisziplinäre Einführung

2 Was ist Biogerontologie?

Hans-Jörg Ehni

2.1 Zur Einordnung des Forschungsfeldes

Der erste Zusammenschluss von Wissenschaftler/innen, die sich mit dem Alter(n) beschäftigten, wurde 1938 als „Deutsche Gesellschaft für Altersforschung“ in Leipzig von Medizinern gegründet. Diese Gesellschaft wurde in Ost- und in Westdeutschland getrennt fortgeführt, bis aus den beiden Vorläufern 1991 die „Deutsche Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie“ hervorging.¹ Zumindest in Deutschland zeigt die Gerontologie² damit eine große Nähe zur Medizin, wenn sie sich auch schon von Beginn an interdisziplinär verstand. Im Unterschied zur Geriatrie, die sich mit den besonderen medizinischen Bedürfnissen und Eigenschaften älterer Menschen beschäftigt, führt die Gerontologie Grundlagenforschung über Alternsprozesse und die Lebensphase Alter durch. Allerdings gibt es auch in der Gerontologie praktische Zielsetzungen, die durch die Herausforderungen des demographischen Wandels auch verstärkt nachgefragt werden. Die wichtigsten wissenschaftlichen Disziplinen, die dazu einen Beitrag leisten, sind die Soziologie, die Psychologie und die Biologie. Für den biologischen Zweig der Gerontologie hat sich seit Kurzem der Ausdruck „Biogerontologie“ etabliert.

Die Biogerontologie selbst teilt sich wiederum in unterschiedliche theoretische Gebiete auf: so etwa die Erforschung von molekularen Mechanismen des Alterns, die vergleichende Alternsforschung bei unterschiedlichen Organismen oder die Evolutionstheorie des Alterns. Dabei verfolgt man nicht nur theoretische, sondern auch praktische Ziele, die sich mit denjenigen anderer gerontologischer Disziplinen überschneiden. Genannt werden gesundes Altern, Interventionen und Präventionsstrategien gegen altersassoziierte Erkrankungen oder eine Morbiditätskompression durch eine verlängerte gesunde Lebensspanne. Solche Ziele machen die Biogerontologie zu

¹ Vgl. <http://www.dggg-online.de/wir/geschichte.php> (Zugriff: 12.09.2014).

² Die Bezeichnung Gerontologie ist eine Zusammensetzung der griechischen Wörter γέρων (sprich: *géron*) „Greis“ und λόγος (sprich *lógos*) „Lehre“.

einem interessanten Forschungsfeld der Zukunft bzw. sie werden von Biogerontologen und Biogerontologinnen auch deswegen formuliert, um die staatliche Forschungsförderung auf das eigene Gebiet und seinen möglichen gesellschaftlichen Nutzen aufmerksam zu machen. So stellt man als Gewinn, wenn die Gesellschaft bereit ist, in die entsprechende Forschung zu investieren, eine „Langlebigkeitsdividende“ in Aussicht (vgl. unten 2.4 Ziele der Biogerontologie). Diese Art der Dividende soll dadurch anfallen, dass die möglichen Folgen des demographischen Wandels abgemildert werden, etwa durch geringere Pflegebedürftigkeit, niedrigere Belastungen für das Gesundheitswesen und längere Lebensarbeitszeit, also größere Produktivität und niedrigere Belastung der Rentenkassen.

Gleichzeitig scheint eine Anwendung dieser Forschungsergebnisse beim Menschen in Form von medizinischen Interventionen für viele der führenden Experten und Expertinnen aus diesem Gebiet greifbar nahe zu sein (vgl. Butler et al. 2008). Eine solche Anwendung wird gegenwärtig in Deutschland noch wenig diskutiert. Im angelsächsischen Sprachraum haben 2009 die Royal Society (vgl. Partridge 2010) und die Academy of Medical Sciences (vgl. The Academy of Medical Sciences 2009) die oben erwähnten Berichte dieser Forschung und ihren Potentialen gewidmet. Noch intensiver gefördert wird die Erforschung der biologischen Grundlagen des Alterns mit Blick auf die Medizin ebenfalls vom National Institute of Aging in den USA, sodass der Bericht der Academy of Medical Sciences trotz mehrerer Exzellenzzentren einen Rückstand Großbritanniens gegenüber den USA sieht (The Academy of Medical Sciences 2009). In Deutschland weist das Fraunhofer-Institut in einem Foresight-Prozess und Bericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung auf die Zukunftsträchtigkeit dieser Technologie hin (Cuhls et al. 2009). Dieser Report erwähnt ebenfalls erste Ansätze, eine entsprechende Forschungslandschaft zu schaffen, die jedoch selbst gegenüber Großbritannien noch zurückstehen.

In einigen europäischen Ländern, zu denen auch Deutschland gehört, befinden sich also die institutionellen Strukturen der Biogerontologie immer noch in der Entstehungsphase. Europaweit gibt es im Vergleich zu den USA nach wie vor keine vergleichbar umfangreiche und systematische Forschungsförderung zum Thema „Altern“. Das Budget des National Institute on Aging betrug 2012 1.129.987.000 US-\$. In diesem Budget gehen 166.231.000 US-\$ der extramuralen Forschungsförderung in die Erforschung der Biologie des Alterns, ca. die dreifache Summe ist den Neurowissenschaften gewidmet. In der Rechtfertigung dieses Budgets wird auf den demographischen Wandel verwiesen und auf die Herausforderung durch altersassoziierte Erkrankungen. Hervorgehoben werden dabei *Genome Wide Association Studies* (GWAS), in denen Risikofaktoren für altersassoziierte Erkrankungen ermittelt werden könnten. Genannt wird auch die Suche nach Langlebigkeitsgenen, die zur Erforschung der grundlegenden Mechanismen und Prozesse des Alterns gehört. Diese Forschung könne zur Entwicklung von medizinischen Interventionen beitragen,

durch welche die menschliche Lebensspanne bei einer besseren Lebensqualität verlängert werden könnte. Deutlich wird hier der Übergang von der Grundlagenforschung zur klinischen Forschung empfohlen und vollzogen, wobei auch einige aussichtsreiche Interventionen einzeln genannt werden.³

In Europa ist die Forschungslandschaft in Großbritannien am weitesten entwickelt, wo die Universitäten in Newcastle (*Institute for Ageing and Health*) und London (*Institute for Healthy Ageing*) „Centers of Excellence“ darstellen. Die Situation der Biogerontologie in Deutschland wurde vor einigen Jahren als „vergleichsweise unterentwickelt“ (Ahlert 1999) bezeichnet, woran sich in Relation zur finanziellen Forschungsförderung, die das NIA zur Verfügung stellt, nichts Grundlegendes geändert haben dürfte. Auch die Altersforschung insgesamt sei gegenüber dem angloamerikanischen Raum mit deutlich weniger Forschungsmitteln ausgestattet (von Kondratowitz 2003). Der erwähnte *Foresight-Prozess-Report* sieht die Institutionalisierung und die Forschungslandschaft der biologischen Altersforschung hierzulande noch im Aufbau. Dazu gehören das Max-Planck-Institut für die Biologie des Alterns in Köln und das Leibniz-Institut für Altersforschung/Fritz-Lipmann-Institut e. V. in Jena, das 2005 gegründet wurde und ein Graduiertenkolleg Biogerontologie organisiert.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass sich global ein Trend abzeichnet, dass die biogerontologische Forschung an Einfluss und Wichtigkeit weiter gewinnen wird und mehr Forschungsmittel für sie bereitgestellt werden. Das mögliche gesellschaftliche Nutzenpotential wird sich in größeren Budgets für die biogerontologische Forschung widerspiegeln. Gleichzeitig befindet sich die Forschung im Übergang von der Grundlagenforschung zur Entwicklung möglicher medizinischer Interventionen. Diese Faktoren liefern wichtige Gründe dafür, die Biogerontologie und ihre Anwendung ethisch zu reflektieren und sich über sie in einem gesellschaftlichen Diskurs zu verständigen. Obwohl ihre genannten allgemeinen Ziele sich mit denjenigen anderer Bereiche der Gerontologie und auch der Geriatrie decken, unterscheidet sich doch die Strategie, die sie verfolgt, um diese Ziele zu erreichen, in einem ganz wesentlichen Punkt: Es geht hier um die Manipulation des biologischen Alterns selbst und nicht nur um die Prävention oder Therapie einzelner altersassoziierter Erkrankungen. Dies bringt die Biogerontologie zwar in die Nähe anderer altersbezogener Ansätze wie der Anti-Aging-Medizin oder utopischer Gruppierungen, die als Transhumanisten (Trans = jenseits, also jenseits des jetzigen Menschseins) eine Veränderung bzw. vorgebliche Verbesserung der menschlichen Natur anstreben. Solche Bestrebungen wurden aber bereits kritisch verfolgt und bewertet (vgl. Buchanan 2011, Harris 2007). Hier geht es speziell darum, die biogerontologische Forschung, ihre theoretischen Konzeptionen, Ziele und mögliche Anwendungen bzw. Interven-

³ Vgl. <http://www.nia.nih.gov/research/dab> (Zugriff: 12.09.2014).

tionen als solche darzustellen und sie im Unterschied und Vergleich zu den genannten Praktiken konkret und angemessen ethisch zu reflektieren und zu bewerten.

2.2 Theoretische Grundlagen der Biogerontologie

Was ist Alter(n) aus biologischer Sicht?

Körperliche Alterungsprozesse von Pflanzen, Tieren, Menschen

Was erforscht die Biogerontologie?

Zwei aktuelle Forschungsfragen:

1. Wie laufen Alterungsprozesse im Körper ab?

- Schäden an Molekülen häufen sich an.
- Reparaturmechanismen lassen nach.

2. Wie hängen Alterung & Krankheit zusammen?

- Enger Zusammenhang, aber unklar, ob/wie die Alterung Krankheit verursacht.

Forschungsstand: Viele neue Erkenntnisse, aber das Altern ist noch lange nicht „entschlüsselt“.

2.2.1 Allgemeine Grundlagen

Noch 1990 veranschlagte der Biologe Zhores Medvedev in einem Klassifikationsversuch, dass es mehr als 300 unterschiedliche Theorien des biologischen Alterns gebe. Eine umfassende, vereinheitlichte Theorie des biologischen Alterns hielt er für unrealistisch (Medvedev 1990). Etwa 16 Jahre später erscheinen zwei Bände, die den Wissensstand der gegenwärtigen Biogerontologie dokumentieren. Robin Holliday (Holliday 2006) und Leonard Hayflick (Hayflick 2007a), zwei der prominentesten Vertreter des Fachs, leiten jeweils einen der Bände ein. Beide Einleitungen halten bereits in ihrem Titel fest, dass Altern bzw. biologisches Altern kein ungelöstes Problem mehr sei. Der Biogerontologie ist es also, wenn man diesen beiden Experten bei der Bestandsaufnahme ihres Fachs folgt, entgegen Medvedevs Skepsis, mittlerweile gelungen, einen theoretischen Rahmen zu entwickeln, der die verschiedenen Erklärungsansätze vereint. Diesen theoretischen Rahmen liefert die Disposable-Soma-Theorie („Disposable“ = „Entbehrlich“, „Soma“ = Körper“) von Thomas Kirkwood

und Robin Holliday, die eine molekulare, eine genetische und eine evolutionstheoretische Komponente besitzt (vgl. Kirkwood und Holliday 1979, Kirkwood 2008):

- Demnach ist auf der *molekularen Ebene* das biologische Altern eine Akkumulation von schadhaften Molekülen, die ihre zelluläre Funktion nicht mehr erfüllen können (z. B. von mutierter DNS, fehlgefalteten und sich miteinander verbindenden Proteinen und mit Zuckermolekülen verknüpften Lipiden), welche die Fähigkeit der körpereigenen Regulierungssysteme übersteigt, die für den Abbau und die Kontrolle solcher molekularer Schäden zuständig sind. Dadurch wird die Funktionalität von Zellen, Geweben und Organen immer mehr beeinträchtigt. Biogerontologinnen und Biogerontologen vermuten, dass diese Funktionsverluste letztlich zu altersbedingter Gebrechlichkeit und auch zu altersassoziierten Erkrankungen führen, wodurch die Grenze zwischen diesen und dem normalen Alterungsprozess verwischt werde (vgl. The Academy of Medical Sciences 2009, 21ff). Molekulare Schäden und körperliche Reparatur- und Instandhaltungsmechanismen sind dabei komplementäre Aspekte des biologischen Alterns. Während die biologischen Alterungsprozesse, bei denen sich molekulare Schäden akkumulieren, als „Seneszenz“ bezeichnet werden, sorgen die Prozesse, die für die zelluläre Instandhaltung fungieren, für „Langlebigkeit“. Weil ihre Kapazität begrenzt ist, selbst alterungsbedingt nachlässt oder von der Akkumulation von schadhaften Molekülen überfordert wird, ermöglichen sie das biologische Altern erst.
- Die so verstandene Seneszenz beruht auf stochastischen, d. h. zufälligen Ereignissen, die individuell verschieden sind. Anders als lange vermutet, ist das biologische Altern daher nicht genetisch programmiert, etwa in Form eines Programms, das zur Selbstzerstörung eines Organismus führt. Eine genetische Komponente wird jedoch für die „Langlebigkeit“ angenommen und die Suche nach sogenannten „Langlebigkeitsgenen“ gehört zu den Hauptbereichen der gegenwärtigen biogerontologischen Forschung (vgl. z. B. Franceschi et al. 2007).
- Die dominierende evolutionstheoretische Erklärung für die Entstehung dieser Form von Seneszenz und Langlebigkeit formuliert die erwähnte Disposable-Soma-Theorie, wie sie z. B. von Kirkwood zusammengefasst wird (vgl. z. B. Kirkwood 2005b). Die molekularen und genetischen Komponenten können zunächst unabhängig von dieser Theorie verstanden werden. Allerdings stellt die Disposable-Soma-Theorie einen allgemeinen Erklärungsrahmen bereit, der auch diese beiden Komponenten umfasst. Dieser zufolge müssen alle Organismen einen Kompromiss zwischen einer Investition von Ressourcen in Reproduktion und in körperliche Instandhaltung finden. Die Balance zwischen Reproduktion und körpereigener Reparatur ist das Ergebnis einer evolutionären Adaptation. In diesem Rahmen übernimmt Kirkwood die zuvor von George C.

Williams und Peter B. Medawar formulierte Annahme von Geneffekten. Nach Medawar lässt die Wirkung der Selektion aufgrund der durch äußere Ursachen begrenzten Lebensspanne nach und ermöglicht so, dass genetische Schäden vererbt werden, die sich erst in späteren Lebensabschnitten negativ auswirken (ein Beispiel ist die Huntington'sche Krankheit). Solche vererbten Schäden können sich im Laufe der Evolution einer Spezies akkumulieren („Mutationsakkumulationsthese“) (Medawar 1952). Eine ergänzende Erklärung dazu wurde von George C. Williams aufgestellt: Manche genetisch vererbten Eigenschaften, die sich positiv in frühen Lebensjahren auswirken, könnten in späten Lebensabschnitten eine entgegengesetzte Wirkung („antagonistische Pleiotropie“) entfalten, ohne dass dies ein Selektionsnachteil wäre (z. B. ein aggressives Immunsystem) (Williams 1957).

Der Biogerontologe Suresh Rattan fasst diesen Wissensstand sehr anschaulich mit drei Prinzipien zusammen (Rattan 2007). Das „mechanistische Prinzip“ („mechanistic principle“) beruht auf der Grunddefinition des biologischen Alterns als Anhäufung von molekularen Schäden bei gleichzeitiger Abnahme des körpereigenen Potenzials zur Reparatur solcher Schäden. Das zweite Prinzip nennt Rattan „nicht-genetisch“ („non-genetic principle“). Im Gegensatz zur älteren Biologie des Alterns, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelt wurde, bestreitet die Biogerontologie, dass es ein genetisches Programm gibt, durch das der Alternsprozess zentral gesteuert wird, wie es etwa beim Wachstum der Fall ist. Das bedeutet jedoch nicht, dass Altern überhaupt keine genetische Komponente besitzt. Die Langlebigkeit wird durch Gene mitbedingt, entweder durch solche die schädliche Auswirkungen haben oder durch solche, von denen man glaubt, dass sie etwa dafür verantwortlich sind, dass Hundertjährige häufig nicht an altersassoziierten Erkrankungen leiden (sog. „escapers“, von „escape“ = „entkommen“). Das dritte Prinzip ist das „evolutionäre lebensgeschichtliche Prinzip“ („evolutionary life history principle“) das zugleich den Grundgedanken der „Disposable-Soma-Theorie“ wiedergibt. Dieser besagt, dass die Lebensspanne einer biologischen Art das Resultat einer evolutionären Adaptation ist, in der eine Balance zwischen Reproduktion und körpereigener Regeneration und Reparatur erreicht worden ist: Die Organismen einer Art fallen in ihrer natürlichen Umgebung nach einer bestimmten Lebensdauer häufig äußeren Todesursachen (Hunger, Kälte, Fressfeinde) zum Opfer. So sind z. B. bei wildlebenden Mäusen etwa 90 % nach einem Jahr gestorben. An diese Lebensdauer sind die körpereigenen Reparaturmechanismen angepasst. Der Grundgedanke besteht darin, dass sich die „Investition“ einer Maus in eine fünfjährige Lebensspanne durch verbesserte körpereigene Reparatur bei einer gleichzeitig reduzierten Reproduktionsfähigkeit nicht „lohnen“ würde. Denn eine entsprechende genetische Variation würde schnell verschwinden, da ihre Träger weniger Nachkommen hinterlassen. Mäuse, die aufgrund ihrer genetischen Eigenschaften langlebig wären, würden zudem durch äußere Ursa-

chen wie Kälte oder Fressfeinde gleich schnell versterben wie genetisch kurzlebige Mäuse, die sich zusätzlich häufiger reproduzieren. Dieser Gedanke impliziert auch, dass Altern in freier Wildbahn kaum auftaucht. Denn bevor die körpereigenen Reparaturmechanismen nachlassen und ein Organismus altert, ist er bereits in der Regel äußeren Todesursachen zum Opfer gefallen. Altern ist also nach dieser Theorie ein Phänomen, das nur unter geschützten Bedingungen beobachtet werden kann, das heißt, wenn Organismen länger leben, als sie das in ihrer natürlichen Umgebung normalerweise tun.

Diese drei Prinzipien stehen in einer gewissen Erklärungshierarchie zueinander. Das mechanistische Prinzip fasst die empirischen Erkenntnisse zusammen, wie sich Alternsprozesse auf molekularer und zellulärer Ebene äußern und wodurch diese Veränderungen verursacht sind. Das nicht-genetische Prinzip hält komplementär dazu fest, dass es kein genetisches Programm gibt, das solche molekularen und zellulären Veränderungen hervorbringt. Andererseits weist es darauf hin, dass es auch ohne ein solches Programm genetische Faktoren gibt, und zwar solche, die molekulare Veränderungen zwar nicht hervorbringen, sondern beeinflussen, wie z. B. die körpereigenen Reparaturmechanismen. Deren Aktivität kann genetisch bedingt sein, wodurch genetische Faktoren einen indirekten Einfluss auf Alternsprozesse ausüben. Das dritte Prinzip des evolutionären Lebenslaufs liefert eine evolutionstheoretische Erklärung für die Phänomene, die von den beiden anderen Prinzipien beschrieben werden. Es erläutert, weshalb molekulare Schäden von Organismen nicht über eine unbegrenzte Zeitdauer repariert werden würden und weshalb ein genetisches Programm, das Alternsprozesse hervorbringt, eine unplausible Annahme sei.

Diese drei Prinzipien stellen auch den Ausgangspunkt für die Annahme dar, dass man Altern grundsätzlich manipulieren kann. Das nicht-genetische und das mechanistische Prinzip deuten darauf hin, dass Altern plastisch ist. Das evolutionäre Prinzip beschreibt Altern im Grunde als kontingenten Nebeneffekt der Evolution, der nicht direkt das Resultat von Selektionsprozessen ist. Wenn Altern zwar komplex und variabel ist, aber gleichzeitig auch kontingent und plastisch, dann scheint es theoretisch möglich zu sein, dass man es manipulieren kann. Praktisch ist dies in zahlreichen Tierexperimenten auch durchgeführt worden. Bevor die möglichen Anwendungen und ihre Ziele beschrieben werden, sollen die Grundkonzepte der Biogerontologie anhand dieser Prinzipien noch einmal etwas ausführlicher beschrieben werden (vgl. Rattan 2007).

2.2.2 Die „mechanistische“, molekulare Komponente des biologischen Alterns

Der gesamte Beitrag der Biogerontologie zur Erklärung der körperlichen Erscheinungsformen des Alterns auf molekularer, zellulärer und histologischer Ebene ist kaum noch überschaubar. Sämtliche molekularen Hauptbestandteile der Zelle zeigen mit der Alterung charakteristische Veränderungen. Besonders relevant erscheinen dabei vor allem diejenigen der DNS und von Proteinen, die wiederum zu zellulären Veränderungen (z. B. oxidativen Schäden, Zellalterung) und zu Veränderungen im Gewebe führen (z. B. nachlassende Elastizität der Arterien oder der Haut, geringerer Anteil an funktionalen Stammzellen bzw. höherer Anteil an Stammzellen, die seneszent sind oder durch einen körpereigenen Kontrollmechanismus, die Apoptose oder den programmierten Zelltod, zerstört werden).

Zahlreiche Theorien existieren ebenfalls zu den Prozessen, die zu solchen Veränderungen führen. Nach der Art und dem Hauptmerkmal bzw. dem Resultat solcher Veränderungen lassen sich unterschiedliche biologische Theorien des Alterns kategorisieren. Einige Konzepte dieser Theorien haben mittlerweile Eingang in alltägliche Vorstellungen gefunden, wie z. B. die Schäden durch freie Radikale. Andere Theorien verstehen biologisches Altern vor allem als Resultat von veränderten, fehlgefalteten und dysfunktionalen Proteinen und verkürzten Telomer-Enden (vgl. Blackburn 2000):

- **Schäden durch freie Radikale:** Außerhalb der Fachwelt dürfte die Theorie der oxidativen Schäden am bekanntesten sein. Freie Sauerstoff- und andere Radikale schädigen sowohl die DNS des Kerns und in einem noch größeren Ausmaß auch diejenige der Mitochondrien, was in der Theorie des oxidativen Stresses als Altersursache zusammengefasst wird, als deren Begründer der prominente Biogerontologe Denham Harman gilt (vgl. Butler et al. 2002).
- **Proteinveränderungen:** Neben Schäden an der DNS und der Mitochondrien-DNS (mtDNS) gehören dysfunktionale (fehlgefaltete oder durch Oxidation beschädigte und sich aggregierende) Proteine zu den wichtigsten Erscheinungsformen des biologischen Alterns, von denen ebenfalls vermutet wird, dass sie zur Entstehung von altersassoziierten neurodegenerativen Erkrankungen beitragen (vgl. Wallace 2010). Fehlfaltete Proteine häufen sich durch unterschiedliche Prozesse in und außerhalb der Zelle an. Es bilden sich aus solchen Proteinen beispielsweise Amyloidablagerungen, die mit zahlreichen altersassoziierten Erkrankungen (vor allem neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer) in Verbindung gebracht werden (vgl. Lindner und Demarez 2009).
- **Verkürzte Telomer-Enden:** Jeder Strang eines Chromosoms endet mit einer sich wiederholenden DNS-Sequenz, die zur Stabilität des Chromosoms beiträgt.

Diese Endsequenzen nennt man Telomere. Solche Telomer-Enden der DNS verkürzen sich nach jeder Zellteilung, weshalb eine Zelle sich nicht beliebig oft teilen kann (Hayflick-Limit). Kürzere Telomer-Enden gehören zum Erscheinungsbild der alternden Zelle, der sogenannten „replikativen Seneszenz“. Verkürzte Telomer-Enden werden von Kontrollmechanismen als DNS-Schaden erkannt, wodurch der programmierte Zelltod eingeleitet wird. Dies lässt auf einen Zusammenhang zwischen Altern und Krebs schließen sowie auf verkürzte Telomer-Enden als Schutzmechanismus gegen die Entstehung von Tumoren (vgl. Donatè und Blasco 2011). Für ihre langjährige Forschung hierzu haben Elizabeth Blackburn, Carol Greider und Jack W. Szostak 2009 den Nobelpreis in Medizin und Physiologie erhalten (vgl. Blackburn et al. 2009).

Die Erkenntnisse über die elementaren molekularen Veränderungen stellen nicht nur einen wesentlichen Bestandteil des biogerontologischen Wissensstands dar, sondern auch einen wichtigen Ausgangspunkt für mögliche Erklärungen der Ursachen des biologischen Alterns. Bereits diese kurze Übersicht lässt deutlich werden, dass es sich um eine große Anzahl unterschiedlicher Prozesse handelt, die stochastisch, das heißt durch Zufallsereignisse bedingt sind. Molekulare Veränderungen, die man Alternsprozessen zuordnet, werden außerdem als kausale Faktoren für altersassoziierte Erkrankungen eingestuft, die in einer komplexen Wechselwirkung untereinander und mit anderen, äußeren Faktoren stehen, einschließlich der Lebensumstände und des Verhaltens. Diese Einstufung hat zwei Konsequenzen: Erstens ist für manche Biogerontologinnen und Biogerontologen wie David Gems Altern schlicht eine Krankheit (vgl. Gems 2011). Zweitens sehen Biogerontologinnen und Biogerontologen in diesem angenommen kausalen Zusammenhang zwischen altersbedingten molekularen Veränderungen und altersassoziierten Erkrankungen auch den Grund für eine neue Strategie, die sie der Medizin vorschlagen (vgl. unten 2.4 Ziele der Biogerontologie). Neue Verfahren der Diagnostik, der Prävention und der Therapie altersassoziiierter Erkrankungen, die auf Eingriffen in das biologische Altern beruhen, zeichnen sich auf dieser molekularen Basis ab. Der einfache Gedanke, dass man molekulare Schäden einfach verhindern oder reparieren kann, hat sich jedoch noch nicht bewährt. Beispielsweise hat eine kürzlich erstellte Übersichtsarbeit ergeben, dass es keine Belege für die Wirksamkeit von Anti-Oxidantien gibt, aber dafür Anhaltspunkte für ihre Schädlichkeit (vgl. Bjelakovic et al. 2012).

2.2.3 Das „nicht-genetische“ Prinzip

Das „nicht-genetische“ Prinzip besagt, dass Alternsprozesse nicht durch ein genetisches Programm zentral gesteuert werden, wie es etwa beim Wachstum der Fall ist und dessen Annahme durch ähnlich verlaufende Alternsprozesse der Organismen einer Art nahegelegt wird. Das evolutionstheoretische Hauptproblem, das entsteht,

wenn man ein genetisches Programm für Alternsprozesse annimmt, besteht darin, dass Altern die Überlebenswahrscheinlichkeit senkt und damit ein evolutionärer Nachteil ist. Daher hätte die natürliche Selektion seiner Entstehung entgegenwirken sollen. Ältere evolutionäre Ansätze lösen dieses Problem, indem sie annehmen, es sei ein evolutionärer Vorteil für die gesamte Spezies, wenn ihre Individuen altern (vgl. für die folgende Darstellung älterer evolutionstheoretischer Positionen: Rose et al. 2008). Deswegen sei im Laufe der Evolution ein genetisches Programm für Altern positiv selektiert worden, das man an der gleichmäßig verlaufenden Seneszenz der Individuen einer Spezies erkennen könne. Der Evolutionsvorteil eines solchen Programms sei es, dass eine entsprechende Spezies einen bestimmten Lebensraum nicht überbevölkere und dass ein ständiger Generationswechsel gegeben sei, der dazu führe, dass sich eine Spezies laufend erneuere, wodurch die Vitalität und Anpassungsfähigkeit gesteigert werde.

Der deutsche Biologe Friedrich Leopold August Weismann hat diese Ansicht gegen Ende des 19. Jahrhunderts in einer klassischen Arbeit zur Evolution des Alterns detailliert ausgearbeitet (vgl. Weismann 2006). Die Attraktivität der These, Altern sei genetisch programmiert, besteht in der Universalität des biologischen Alterns: Scheinbar altern alle Organismen aller Arten. Weitere Phänomene, die eine genetische Programmierung von Alternsprozessen nahelegen sind die Menopause und „semelpare“ Organismen wie Lachse, die sich nur einmal fortpflanzen und kurz nach der Reproduktion einen schnellen Degenerationsprozess durchlaufen und sterben.

Dennoch gilt die These des genetisch programmierten Alterns im Allgemeinen inzwischen als widerlegt (vgl. Austad 2004). Das Hauptgegenargument lautet, dass zahlreiche Organismen zwar unter Laborbedingungen – beim Menschen im „Labor“ der Zivilisation – eine Phase des biologischen Alterns durchleben, aber nicht in der freien Wildbahn. Daher würde der angebliche Selektionsvorteil des programmierten Alterns normalerweise gar nicht greifen. Das biologische Altern ist demnach kein Resultat der natürlichen Selektion. Vielmehr ist es ein Nebenprodukt des Umstands, dass die letzte Lebensphase im Laufe der Evolution keinen Selektionsprozessen ausgesetzt ist. Der Brite John Burden Sanderson Haldane äußerte als Erster die zentrale Hypothese, dass die Wirkung der Selektion mit zunehmender Lebensdauer nachlasse. Angeregt wurde diese Hypothese durch Haldanes Überlegungen zur Huntington'schen Krankheit, die erst in späten Lebensjahren einsetzt. Da die Krankheit dominant vererbt wird, war erklärungsbedürftig, weshalb sie nicht als Selektionsnachteil im Laufe der Evolution verschwunden sei (vgl. Rose et al. 2008).

Die Grundannahme der nachlassenden Selektion hat in den 1950er Jahren zu zwei weiteren Hypothesen im Hinblick auf die genetische Komponente des Alterns geführt: die Akkumulation von Mutationen und die antagonistische Pleiotropie („pleio“ = „vollständig“, „tropie“ = „Wendung, Drehung“). Peter Medawar kritisierte in seinem bahnbrechenden Werk von 1952 (Medawar 1952) die Idee des pro-