

10. Anhang

10.1 Abbildungen und Tabellen

Kapitel 2: Sina Bartfeld, Hannah Schickl, Anja Pichl, Angela Osterheider und Lilian Marx-Stölting
Organoide in Forschung und Anwendung: eine Einführung

Tabelle 1 Ethische, rechtliche und gesellschaftliche Fragen zur Organoidforschung

Kapitel 3.1: Tristan Frum und Jason R. Spence

Organoide auf Basis von humanen pluripotenten Stammzellen: Modelle für Embryonalentwicklung und Erkrankungen des Menschen

Abbildung 1 Bildung der drei Keimblätter

Abbildung 2 Strukturbildung des Entoderms

Kapitel 3.2: Allison Lewis, Rashmiparvathi Keshara, Yung Hae Kim und Anne Grapin-Botton
Selbstorganisation von Organoiden aus Entodermzellen

Abbildung 1 Entodermbasierte Organoiden

Kapitel 3.3: Isaree Teriyapirom, Andreia S. Batista-Rocha und Bon-Kyoung Koo
Genetic Engineering von Organoiden

Abbildung 1 Methoden zur Erzeugung von Organoiden und Genetic Engineering mit ihren Anwendungsmöglichkeiten

Abbildung 2 Vergleich des Genetic Engineerings in Organoiden basierend auf adulten und pluripotenten Stammzellen

Kapitel 3.4: Kai Kretzschmar

Organoidtechnologie in der Krebsforschung

Abbildung 1 Anwendungsmöglichkeiten von Organoiden in der Krebsforschung

Abbildung 2 Gewinnung von Krebsorganoiden

Kapitel 3.5: Yoshiaki Tanaka und In-Hyun Park

Hirnorganoide vom gesamten Gehirn oder von spezifischen Hirnregionen und deren mögliche Anwendungen

Abbildung 1 Regionenspezifische 3-D-Gehirnkultursysteme aus humanen pluripotenten Stammzellen

Kapitel 3.6: Navin Gupta, Emre Can Dilmen und Ryuji Morizane

3-D-Nierenorganoide für die Translation neuen Wissens vom Labor in die Klinik („bench to bedside“)

Abbildung 1 Zur Anwendung von Nierenorganoiden

Kapitel 3.7: Cindrilla Chumduri und Margherita Yayoi Turco

Organoide des weiblichen Reproduktionstraktes

Abbildung 1 Anatomie des weiblichen Reproduktionstraktes mit zwei Eierstöcken, zwei Eileitern, Uterus, Cervix und Vagina

Abbildung 2 Zukünftige Anwendungen von Organoiden des weiblichen Reproduktionstraktes

Kapitel 3.8: Özge Kayisoglu, Nicolas Schlegel und Sina Bartfeld

Die zelluläre Grenzschicht im Magen-Darm-Trakt und ihre Funktion in der Immunabwehr: Organoide als Modell des gastrointestinalen Epithels

Abbildung 1 Überblick über das gastrointestinale Epithel

Abbildung 2 Die Verwendung von Organoiden für die Untersuchung der epithelialen angeborenen Immunität

Kapitel 5: Paola Nicolas, Fred Etoc und Ali H. Brivanlou

Zur Ethik menschlicher Embryoidmodelle: die Schaffung einer konsistenten gesellschaftlichen Vereinbarung

Abbildung 1 Zeitleiste der frühen Entwicklung von Mensch und Maus

Kapitel 9: Angela Osterheider, Yaroslav Koshelev, Marlen Reinschke und Lilian Marx-Stölting

Problemfelder und Indikatoren im Bereich der Organoidforschung

Abbildung 1 Erhobene Problemfelder im Bereich der Organoidforschung in Deutschland

Abbildung 2 Jährliche Veröffentlichungen zum Thema Organoide

Abbildung 3 Anzahl an Neuerscheinungen zum Stichwort „Organoid“

Abbildung 4 Förderhöhe durch den Bund für Organoidforschung insgesamt

Abbildung 5 Anzahl an pro Jahr DFG-geförderten Projekten zum Themenbereich Organoidforschung

| | |
|--------------|---|
| Abbildung 6 | Anzahl EU-geförderter Forschungsprojekte in FP6/FP7/Horizon 2020 |
| Abbildung 7 | Höhe der EU-Förderung (in Mio. Euro) in FP6/FP7/Horizon 2020 |
| Abbildung 8 | Anzahl der Printartikel zum Suchbegriff „Organoid*“ |
| Abbildung 9 | Anzahl der Online-Artikel zum Suchbegriff „Organoid*“ |
| Abbildung 10 | Relative Nachfrage nach dem Stichwort „Organoid“ in der Google-Websuche Deutschland |
| Abbildung 11 | Anzahl an öffentlichen Veranstaltungen zum Thema Organoidforschung |
| Abbildung 12 | Anzahl der in Deutschland erteilten Genehmigungen auf Import und/oder Verwendung humaner embryonaler Stammzellen im Bereich Organoidforschung |
| Abbildung 13 | Patentanmeldungen im Bereich der Organoidforschung durch Anmel-der/-innen aus Deutschland (nach Titel-Stichwort und Anmeldejahr) |
| Tabelle 1 | Printmediale Recherche zum Stichwort „Organoid*“ (Korpus A) |
| Tabelle 2 | Internetrecherche zum Stichwort „Organoid*“ (Korpus B) |
| Tabelle 3 | Internetrecherche zum Stichwort „Organoid* Stellungnahme“ (Korpus C) |
| Tabelle 4 | Problemfelder der Organoidforschung in Deutschland und Indikatoren zu ihrer Beschreibung |
| Tabelle 5 | Importierte hES-Zell-Linien nach Bundesland und Jahr |
| Tabelle 6 | Anzahl der importierten hES-Zell-Linien nach Herkunftsland und Jahr |

10.2 Autorinnen und Autoren

Cantas Alev M.D. Ph.D. – Außerordentlicher Professor und Leiter der Forschungsgruppe für Entwicklungsbiologie und Organogenese am Institute for the Advanced Study of Human Biology (ASHBi), Kyoto University, Kyoto, Japan.

Aileen-Diane Bamford M.Sc. – Trainee in der Arbeitsgruppe von Bon-Kyoung Koo, Institut für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA), Wien, Österreich.

Dr. Sina Bartfeld – Nachwuchsgruppenleiterin am Zentrum für Infektionsforschung (ZINF) und dem Institut für Molekulare Infektionsbiologie (IMIB), Julius-Maximilians-Universität Würzburg; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Andreia S. Batista-Rocha – Studentin in der Arbeitsgruppe von Bon-Kyoung Koo, Institut für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA), Wien, Österreich.

Ali H. Brivanlou Ph.D. – Robert and Harriet Heilbrunn Professor und Leiter des Laboratory of Stem Cell Biology and Molecular Embryology, The Rockefeller University, New York, USA.

Thomas Burgold – Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe zur Gen-Editierung und zellulären Forschung und Entwicklung, Wellcome Sanger Institut, Cambridge, UK.

Cindrilla Chumduri Ph.D. – Forschungsgruppenleiterin am Lehrstuhl für Mikrobiologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Prof. Dr. Stephan Clemens – Professor für Pflanzenphysiologie und Gründungsdekan der Fakultät für Lebenswissenschaften: Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit, Universität Bayreuth; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Hans Clevers – Professor für Molekulare Genetik am University Medical Center Utrecht und der Utrecht University, Niederlande; Forschungsgruppenleiter am Hubrecht Institut für Entwicklungsbiologie und Stammzellforschung und am Princess Máxima Center for Pediatric Oncology, Utrecht, Niederlande.

Emrecan Dilmen – Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Nephrologie, Massachusetts General Hospital, Boston, USA.

Prof. Dr. Tobias Erb – Direktor des Max-Planck-Instituts für terrestrische Mikrobiologie, Marburg; Professor für Mikrobiologie an der Philipps-Universität Marburg; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Fred Etoc Ph.D. – Postdoc in der Arbeitsgruppe von Ali H. Brivanlou, The Rockefeller University, New York, USA.

Melinda Bonnie Fagan Ph.D. – Außerordentliche Professorin für Philosophie, Inhaberin des Sterling M. McMurrin Lehrstuhls, The University of Utah, Salt Lake City, USA.

Prof. Dr. Dr. h. c. Heiner Fangerau – Direktor und Lehrstuhlinhaber des Instituts für Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin, Centre Health and Society, Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Boris Fehse – Leiter der Forschungsabteilung Zell- und Genterapie, Laborleiter, Klinik für Stammzelltransplantation, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf; Präsident der Deutschen Gesellschaft für Genterapie; Sprecher der IAG *Gentechnologiebericht*.

Nina Frey – Doktorandin im Bereich der Molekularmedizin, Departement Biologie an der ETH Zürich.

Tristan Frum Ph.D. – Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Jason Spence, University of Michigan, Ann Arbor, USA.

Prof. Dr. Anne Grapin-Botton – Direktorin und Forschungsgruppenleiterin am Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden.

Navin Gupta M.D. – Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Ryuji Morizane, Massachusetts General Hospital, Boston, USA.

Dr. Jürgen Hampel – Akademischer Mitarbeiter am Lehrstuhl für Technik- und Umweltsoziologie am Institut für Sozialwissenschaften und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung, Universität Stuttgart; Mitglied der Society for Risk Analysis der European Federation of Biotechnology; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Ferdinand Hucho – Emeritierter Professor für Biochemie, Institut für Chemie und Biochemie, Freie Universität Berlin; Mitglied der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften; stellvertretender Sprecher der IAG *Gentechnologiebericht*.

Özge Kayisoglu – Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Sina Bartfeld, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Rashmiparvathi Keshara – Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Anne Grapin-Botton, Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden.

Yung Hae Kim – Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe von Anne Grapin-Botton, Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden.

Bon-Young Koo Ph.D. – Forschungsgruppenleiter am Institut für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA), Wien, Österreich.

Prof. Dr. Martin Korte – Leiter des Zoologischen Instituts und Professor für Zelluläre Neurobiologie, Technische Universität Braunschweig; Mitglied der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Yaroslav Koshelev – Studentische Hilfskraft der IAG *Gentechnologiebericht*.

Dr. Kai Kretzschmar – Nachwuchsgruppenleiter des Mildred Scheel Nachwuchsentrums, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Allison Lewis – Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Anne Grapin-Botton, Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden.

Dr. Lilian Marx-Stölting – Wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAG *Gentechnologiebericht*.

Dr. Fruzsina Molnár-Gábor – Arbeitsgruppenleiterin an der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (BioQuant-Zentrum) und Lehrbeauftragte an der Juristischen Fakultät und am interdisziplinären Marsilius-Kolleg der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg; Mitglied der Jungen Akademie der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften; Mitglied des Akademie-Kollegs an der Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

Ryuji Morizane M.D. Ph.D. – Forschungsleiter des Bringham and Women's Hospital und Assistenzprofessor an der Harvard Medical School, Harvard University, Boston, USA; Forschungsgruppenleiter in der Abteilung für Nephrologie, Massachusetts General Hospital, Boston, USA; Gastwissenschaftler am Wyss Institut, Boston, USA.

Prof. Dr. Stefan Mundlos – Professor für Medizinische Genetik und Direktor des Instituts für Medizinische Genetik und Humangenetik, Charité Berlin; Externes wissenschaftliches Mitglied und Gruppenleiter der Forschungsgruppe Entwicklung & Krankheit am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik, Berlin; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Paola Nicolas Ph.D. M.B.E. HEC-C – Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Bioethik-Zentrum, New York Medical College, New York, USA.

Angela Osterheider – Wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAG *Gentechnologiebericht*; Doktorandin am Institut für Publizistik- und Kommunikationswissenschaft, Freie Universität Berlin.

In-Hyun Park Ph.D. – Außerordentlicher Professor für Genetik und Forschungsgruppenleiter am Yale Stammzellzentrum, Yale University, New Haven, USA.

Anja Pichl – Wissenschaftliche Mitarbeiterin der IAG *Gentechnologiebericht*; Doktorandin am Institut für Philosophie, Freie Universität Berlin.

Dr. Sandra Pilat-Carotta – Senior Research Assistant in der Arbeitsgruppe von Bon-Kyoung Koo, Institut für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA), Wien, Österreich.

Prof. Dr. Jens Reich – Emeritierter Professor für Molekularbiologie am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin und an der Humboldt-Universität zu Berlin; Mitglied der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Marlen Reinschke – Studentische Hilfskraft der IAG *Gentechnologiebericht*.

Hannah Schickl – Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Koordinatorin der IAG *Gentechnologiebericht*; wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Systematische Theologie II, Universität Erlangen-Nürnberg; Doktorandin am Institut für Ethik, Geschichte und Theorie der Medizin, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Prof. Dr. Silke Schicktanz – Professorin für Kultur und Ethik der Biomedizin sowie stellvertretende Direktorin des Instituts für Ethik und Geschichte der Medizin, Universitätsmedizin Göttingen; Vorstandsmitglied der Akademie für Ethik in der Medizin; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Nicolas Schlegel – Leiter der experimentellen Viszeralchirurgie, Oberarzt der Allgemein- und Viszeralchirurgie, Professor für Experimentelle Viszeralchirurgie, Universitätsklinikum Würzburg.

Jason R. Spence Ph.D. – Laborleiter und außerordentlicher Professor in der Abteilung für Innere Medizin, Abteilung für Zell- und Entwicklungsbiologie und Abteilung für Biomedizintechnik, University of Michigan, Ann Arbor, USA.

Yoshiaki Tanaka Ph.D. – Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von In-Hyun Park, Yale Stammzellzentrum, Yale University, New Haven, USA.

Prof. Dr. Jochen Taupitz – Geschäftsführender Direktor des Instituts für Deutsches, Europäisches und Internationales Medizinrecht, Gesundheitsrecht und Bioethik der Universitäten Heidelberg und Mannheim (IMGB); Seniorprofessor für Bürgerliches Recht, Zivilprozessrecht, internationales Privatrecht und Rechtsvergleichung der Universität Mannheim; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Isaree Teriyapirom M.Sc. – Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Bon-Kyoung Koo, Institut für Molekulare Biotechnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IMBA), Wien, Österreich.

Margherita Yayoi Turco Ph.D. – Forschungsgruppenleiterin und Royal Society Dorothy Hodgkin Fellow am Zentrum für Trophoblastforschung, University of Cambridge, Cambridge, UK.

Prof. Dr. Jörn Walter – Professor für Genetik, Universität des Saarlandes; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Dr. Eva Winkler – Heisenbergprofessorin für Translationale Medizinethik an der Universität Heidelberg; Oberärztin in der Medizinischen Onkologie am Nationa-

len Centrum für Tumorerkrankungen, Universitätsklinikum Heidelberg; Mitglied im Vorstand der Akademie für Ethik in der Medizin; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Prof. Dr. Martin Zenke – Direktor des Instituts für Biomedizinische Technik – Zellbiologie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen und Professor am Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik, RWTH Aachen; Mitglied der Zentralen Ethik-Kommission für Stammzellenforschung (ZES), Robert Koch-Institut (RKI) Berlin; Mitglied der IAG *Gentechnologiebericht*.

Dr. Rike Zietlow – Freiberufliche wissenschaftliche Autorin und Lektorin, Berlin (Übersetzerin in diesem Band).